หุ่นตรวจสอบระยะทาง

THE DISTANCE INSPECTION ROBOT

โดย

นายปิยะวัฒน์ ดามพวรรณวงศ์

นายพงศ์ศักดิ์ ดุลคนิจ

นายพสธร ยิ่งเจริญรัตน์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2556

หุ่นยนต์ตรวจสอบระยะทาง
THE DISTANCE INSPECTION ROBOT

โดย

นายปิยะวัฒน์ ดามพวรรณวงศ์

นายพงศ์ศักดิ์ ดุลคนิจ

นายพสธร ยิ่งเจริญรัตน์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หุ่นยนต์ตรวจสอบระยะทาง
THE DISTANCE INSPECTION ROBOT

โดย

นายปิยะวัฒน์	ดามพวรรณวงศ์	53011001
นายพงศ์ศักดิ์	ดุลคนิจ	53011035
นายพสธร	ยิ่งเจริญรัตน์	53011081

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.สมภพ แก้วมีชัย

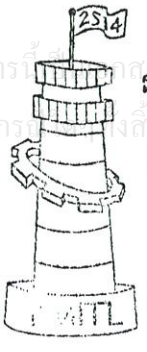
ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2556

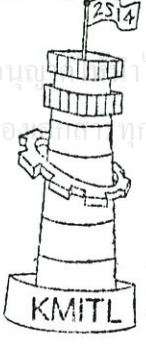


ผ่านการตรวจรูปเล่มแล้ว

(.....)

อาจารย์ที่ปรึกษา

7/3/57



ผ่านการตรวจชิ้นงานแล้ว

(.....)

กรรมการผู้ตรวจชิ้นงาน

18/ม.ค./57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2556
สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เรื่อง หุ่นยนต์ตรวจสอบระยะทาง
THE DISTANCE INSPECTION ROBOT

ผู้จัดทำ
1. นายปิยะวัฒน์ ดามพวรรณวงศ์ 53011001
2. นายพงศ์ศักดิ์ ดุลคนิจ 53011035
3. นายพสธร ยิ่งเจริญรัตน์ 53011081

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผศ.สมภพ แก้วมีชัย)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จลง ด้วยความช่วยเหลือเป็นอย่างดียิ่งจากคณะอาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ซึ่งเป็นผู้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ ให้คำปรึกษารวมถึงประสบการณ์ การชี้แนะแนวทาง แก่คณะผู้จัดทำปริญญานิพนธ์นี้ ขอขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่งโดยเฉพาะ

1.) ผศ.สมภพ แก้วมีชัย อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์นี้ ที่ให้คำปรึกษาและคำแนะนำ
2.) คณะอาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุกท่าน ที่ให้ความรู้
3.) พ่อ แม่ ที่ให้การสนับสนุนทุกๆ อย่างและกำลังใจที่ดีเยี่ยม

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หุ่นยนต์ตรวจสอบระยะทาง
THE DISTANCE INSPECTION ROBOT

โดย	นายปิยะวัฒน์	ดามพวรรณวงศ์	53011001
	นายพงศ์ศักดิ์	ดุลคนิจ	53011035
	นายพสธร	ยิ่งเจริญรัตน์	53011081

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.สมภพ แก้วมีชัย

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นการศึกษาและสร้างหุ่นยนต์ตรวจสอบระยะทาง โดยควบคุมหุ่นยนต์ผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งสัญญาณควบคุมจะถูกส่งผ่าน Zigbee ไปยังตัวหุ่นยนต์ และหุ่นยนต์จะส่งค่าระยะทางที่วัดได้กลับมายังผู้ควบคุมโดยผ่าน Zigbee เช่นเดียวกัน ในโครงงานนี้ใช้โมดูลตรวจวัดระยะทางอัลตร้าโซนิกและเซ็นเซอร์ตรวจจับรหัสล้อในการตรวจสอบระยะทาง โดยจะตรวจสอบระยะความกว้างและความยาวของห้องที่เข้าไปตรวจสอบ ซึ่งผู้ควบคุมสามารถควบคุมหุ่นยนต์โดยมองผ่านกล้องที่ติดอยู่กับหุ่นยนต์

ABSTRACT

This project is study and invent the distance inspection robot. The user can control robot via interface program by computer. the control signal will send through Zigbee to the robot and the robot will send distance's value back to user through Zigbee too. In this project use Ultrasonic distance detector module and Reflective encoder sensor for survey and inspect the length and width of the room. That user can control the robot with wireless camera.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	I
บทคัดย่อ	II
สารบัญ	III
สารบัญรูป	VII
สารบัญตาราง	X
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและที่มาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	3
2.1 ระบบอัลตร้าโซนิก (Ultrasonic)	3
2.1.1 ความหมายและหลักการของระบบอัลตร้าโซนิก	3
2.1.2 การสร้างคลื่นอัลตร้าโซนิก	4
2.1.3 ตัวส่งและตัวรับ	5
2.1.4 คุณสมบัติและข้อควรรู้ในการใช้งานตัวส่ง/ตัวรับ	6
2.1.5 หน้าที่และการทำงานของอัลตร้าโซนิกเซ็นเซอร์	8
2.1.6 วงจรส่งและรับ	9
2.1.7 การลดสัญญาณรบกวน และสภาวะการทำงาน	11
2.1.8 การต่อใช้งานและกราฟสัญญาณควบคุมเซ็นเซอร์	15
2.2 มอเตอร์กระแสตรง (DC Motor)	16
2.2.1 มอเตอร์และเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	16
2.2.2 มอเตอร์กระแสตรง	18
2.2.3 การขับและกลับทิศทางของมอเตอร์กระแสตรง	19
2.2.4 การควบคุมความเร็วของมอเตอร์กระแสตรง	21
2.3 เซ็นเซอร์ตรวจจับด้วยแสง (Photoelectric Sensors)	22
2.3.1 หลักการของเซ็นเซอร์ตรวจจับด้วยแสง	22
2.3.2 ปัจจัยและข้อจำกัดของเซ็นเซอร์ตรวจจับด้วยแสง	24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.4 Webcam 24
2.4.1 เลนส์ของกล้อง 24
2.5 Modulation 25
2.5.1 การมอดูเลททางขนาด (Amplitude Modulation: AM) 25
2.5.2 การมอดูเลททางความถี่ (Frequency Modulation: FM) 26
2.5.3 การมอดูเลททางเฟส (Phase Modulation: PM) 26
2.6 รูปแบบการสื่อสารผ่านพอร์ตอนุกรม 27
2.6.1 การสื่อการแบบขนาน 27
2.6.2 การสื่อสารแบบอนุกรม 27
2.6.3 มาตรฐาน RS-232 28
2.6.4 ไอซี MAX 232 29
2.7 Zigbee 29
2.7.1 เทคโนโลยีซิกบี 29
2.7.2 โปรโตคอลซิกบี (Zigbee Protocol) 31
2.7.3 คุณสมบัติโดยทั่วไปของZigbee 32
2.8 การส่งสัญญาณโทรทัศน์ 33
2.8.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการส่งสัญญาณโทรทัศน์ 33
2.8.2 โทรทัศน์แอนาล็อก (Analog Television) 33
2.8.3 เครื่องส่งทางภาพ 34
2.8.4 การมอดูเลทสัญญาณคอมโพสิทวิดีโอกับคลื่นพาห์ภาพ 35
2.8.5 การกำหนดค่าความถี่ของเครื่องส่งโทรทัศน์ 35
2.8.6 ระบบสายอากาศเครื่องส่งและรับวิทยุโทรทัศน์ 36

บทที่ 3 การออกแบบและการจัดทำปริญญานิพนธ์ 37
3.1 การออกแบบภาคส่งสัญญาณควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์แบบไร้สาย 38
3.1.1 ภาคโปรแกรมติดต่อระหว่างผู้ใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ 38
3.1.2 วงจรแปลงสัญญาณที่ออกจากพอร์ตอนุกรม RS-232 39
3.1.3 วงจรแปลงระดับแรงดันของสัญญาณจาก 5 โวลต์ เป็น 3.3 โวลต์ 39
3.1.4 ภาคส่งสัญญาณเพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ 40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

3.2 การออกแบบภาครับสัญญาณและประมวลผลสำหรับควบคุมภาคการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์แบบไร้สาย 41
3.2.1 ภาครับสัญญาณเพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ 41
3.2.2 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ 42
3.2.3 วงจรขับมอเตอร์กระแสตรง 47
3.3 การออกแบบภาคตรวจสอบระยะทาง 48
3.3.1 เซ็นเซอร์ตรวจจับรหัสล้อ (Reflective Encoder Sensor) 54
3.3.2 โมดูลตรวจวัดระยะทางอัลตร้าโซนิก 56
3.4 ภาควงจรส่งและรับภาพวิดีโอแบบไร้สาย 58
3.4.1 การทำงานของวงจรส่งภาพวิดีโอแบบไร้สาย 58
3.4.2 การทำงานของวงจรรับภาพวิดีโอแบบไร้สาย 60
3.5 การทำงานของการส่งภาพด้วยกล้องไร้สาย 61
3.6 การจัดเก็บผลการทดลอง 63
3.6.1 ภาคส่งสัญญาณควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์แบบไร้สาย 63
3.6.2 ภาครับสัญญาณควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์แบบไร้สาย 64
3.6.3 ภาคส่งและรับภาพวิดีโอแบบไร้สาย 64
3.6.4 ภาคตรวจสอบระยะทาง 65

บทที่ 4 ผลการทดลอง 66
4.1 ภาคส่งสัญญาณควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์แบบไร้สาย 66
4.1.1 ผลการทดลองที่ได้จากสัญญาณที่ผ่านพอร์ตอนุกรม RS-232 66
4.1.2 ผลการทดลองที่ได้จากเอาท์พุตของวงจรแปลงสัญญาณที่ผ่านพอร์ตอนุกรม RS-232 68
4.2 ภาครับสัญญาณควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์แบบไร้สาย 69
4.2.1 ผลการทดลองที่ได้จากเอาท์พุตของตัว Xbee Pro 69
4.2.2 ผลการทดลองจากวงจรแปลงระดับแรงดันจาก 3.3 โวลต์เป็น 5 โวลต์ 70
4.3 ภาคส่วนของวงจรส่ง – รับภาพวิดีโอแบบไร้สาย 71
4.3.1 ผลการทดลองที่ได้จากสัญญาณของกล้องวิดีโอ 71
4.3.2 ผลการทดลองที่ได้จากเอาท์พุตของวงจรมอดูเลทเชิงแอมพลิจูด 71

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

4.4 ส่วนตรวจสอบระยะทาง 73
4.4.1 การทดลองการทำงานโปรแกรมที่อยู่ในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ 73
4.4.2 ผลการทดลองจากขาเอาท์พุตของโมดูลตรวจวัดระยะทางอัลตร้าโซนิก 74
4.4.3 ผลการทดลองวัดระยะทางโดยใช้โมดูลตรวจวัดระยะทางอัลตร้าโซนิก 76
4.4.3 ผลการทดลองวัดระยะทางโดยใช้หุ่นยนต์ตรวจสอบระยะทาง 77

บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ 78
5.1 สรุปผล 78
5.2 ปัญหาที่เกิดขึ้นในการทดลอง 78
5.3 แนวทางในการพัฒนาต่อ 79

บรรณานุกรม 80
ภาคผนวก ก หุ่นยนต์ 81
ภาคผนวก ข โปรแกรมในไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวที่ 1 83
ภาคผนวก ค โปรแกรมในไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวที่ 2 88
ภาคผนวก ง โปรแกรมในไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวที่ 3 92

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

รูปที่ หน้า

2.1 (ก).โครงสร้างภายในตัวอัลตร้าโซนิกทรานสดิวเซอร์แบบเปียโซอิเลคทริค (ข).เมื่อป้อนแรงดันให้แก่ตัวมันจะทำให้ชิ้นสารเซรามิคโก่งงอไปมา 4
2.2 สัญลักษณ์ของอัลตร้าโซนิกทรานสดิวเซอร์แบบต่างๆกัน 6
2.3 ผลการทดลองตัวรับโดยลองเปลี่ยนโหลดเป็นค่าต่างๆกัน 8
2.4 หลักการทำงานของอัลตร้าโซนิก 8
2.5 อัลตร้าโซนิกเซ็นเซอร์ วงจรส่งผ่านและรับ 9
2.6 วงจรเวลาคงที่ 10
2.7 วงจรที่เปลี่ยนแปลงได้ 11
2.8 อัลตร้าโซนิกเซ็นเซอร์ทรานสดิวเซอร์แบบชิ้นส่วนการอิมพัลส์ ที่ 170 MHz 11
2.9 คุณลักษณะการตรวจจับของเซ็นเซอร์อัลตร้าโซนิก 12
2.10 อัลตร้าโซนิกเซ็นเซอร์ตรวจจับพื้นผิวตรง 13
2.11 อัลตร้าโซนิกเซ็นเซอร์ตรวจจับสิ่งของ 13
2.12 การเบี่ยงเบนคลื่นเสียงอัลตร้าโซนิกเซ็นเซอร์ 13
2.13 ความเร็วของวัตถุที่ยอมให้ผ่านได้ 14
2.14 กราฟสัญญาณการทำงานของเซ็นเซอร์อัลตร้าโซนิก 15
2.15 กระแสไฟฟ้าที่ผ่านมอเตอร์ 16
2.16 กระแสตรงจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 17
2.17 กระแสสลับจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 18
2.18 โครงสร้างทั่วไปของมอเตอร์กระแสตรง 18
2.19 การกลับทิศทางของมอเตอร์กระแสตรงโดยใช้รีเลย์ 19
2.20 การใช้ทรานซิสเตอร์เพื่อขับรีเลย์ให้ทำงาน 20
2.21 การใช้ทรานซิสเตอร์เป็นวงจรขับและกำหนดทิศทางของมอเตอร์กระแสตรง 20
2.22 วงจรใช้ไอซีเบอร์ L293D ในการกลับทางหมุน 21
2.23 ความกว้างของพัลส์ขนาดต่างๆ และค่าดิวตี้ไซเคิลของช่วงพัลส์ที่มีความถี่คงที่ 22
2.24 เซ็นเซอร์สะท้อนวัตถุโดยตรง 22
2.25 เซ็นเซอร์สะท้อนวัตถุโดยตรงแบบจำกัดลำแสง 23
2.26 เซ็นเซอร์ที่มีตัวส่งและตัวรับแยกกัน 23
2.27 การมอดูเลทเชิงแอมพลิจูด 26
2.28 การมอดูเลทเชิงความถี่ 26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

รูปที่	หน้า
2.29 การมอดูเลทเชิงเฟส	27
2.30 แสดงรูปแบบการสื่อสารอนุกรม 1 กลุ่มบิต	28
2.31 แสดงการเปรียบเทียบรูปสัญญาณระหว่าง RS-232 กับ TTL	29
2.32 ย่านความถี่ใช้งานตามมาตรฐานของ Zigbee	30
2.33 Zigbee Stack	30
2.34 บล็อกไดอะแกรมรวมการส่งสัญญาณทางภาพ	34
2.35 สเปกตรัมของสัญญาณโทรทัศน์	36
3.1 บล็อกไดอะแกรมรวมทั้งระบบ	37
3.2 โปรแกรมบังคับหุ่นยนต์ที่ใช้ติดต่อระหว่างผู้ใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์	38
3.3 วงจรแปลงระดับแรงดันของสัญญาณที่ออกจากพอร์ตอนุกรม RS-232	39
3.4 วงจรแปลงระดับสัญญาณจาก 5 โวลต์ เป็น 3.3 โวลต์	40
3.5 การต่อใช้งาน Xbee Pro ในการส่งสัญญาณข้อมูลอนุกรม	40
3.6 บล็อกไดอะแกรมรวมของภาคส่งสัญญาณควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์แบบไร้สาย	41
3.7 การต่อใช้งาน Xbee Pro ในการรับสัญญาณข้อมูลอนุกรม	42
3.8 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์	42
3.9 โฟลว์ชาร์ตแสดงการทำงานของโปรแกรม	43
3.10 วงจรขับมอเตอร์กระแสตรงแบบ 2 ทิศทาง	47
3.11 บล็อกไดอะแกรมการทำงานในส่วนตรวจสอบระยะทาง	49
3.12 โฟลว์ชาร์ตแสดงการทำงานของโปรแกรมในไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวที่สอง	50
3.13 รูปแบบการติดตั้งโมดูลตรวจวัดระยะทางอัลตร้าโซนิก	51
3.14 โฟลว์ชาร์ตแสดงการทำงานของโปรแกรมในไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวที่สาม	52
3.15 ระยะทางที่หุ่นยนต์ตรวจสอบ	53
3.16 ออกแบบการวัดรอบล้อโดยใช้ชุดโมดูลสำเร็จรูป	54
3.17 วงจรทดสอบเซ็นเซอร์วัดรอบล้อ	55
3.16 หลักการทำงานของโมดูลตรวจวัดระยะทางอัลตร้าโซนิก	56
3.19 ไดอะแกรมแสดงเวลาเมื่อขาทริกเกอร์ได้รับการกระตุ้นและสัญญาณที่สะท้อนกลับมา	56
3.20 บล็อกไดอะแกรมรวมของเครื่องรับและส่งวิดีโอแบบไร้สาย	58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.21 วงจรส่งสัญญาณวิดีโอแบบไร้สาย	59
3.22 กล่องรับสัญญาณ Radio AV Receiver	60
3.23 กล้องส่งภาพไร้สาย	61
3.24 บล็อกไดอะแกรมหลักการทำงานของกล้องส่งภาพไร้สาย	62
3.25 โมดูลกล้องไร้สายชนิด CMOS	62
3.26 สเปกตรัมของสัญญาณที่ส่งจากกล้องไร้สาย	63
4.1 สัญญาณข้อมูลรหัสแอสกีของตัวอักษร w	66
4.2 สัญญาณข้อมูลรหัสแอสกีของตัวอักษร s	67
4.3 สัญญาณข้อมูลรหัสแอสกีของตัวอักษร a	67
4.4 สัญญาณข้อมูลรหัสแอสกีของตัวอักษร d	68
4.5 สัญญาณเอาท์พุตที่ได้จากการแปลงระดับสัญญาณของรหัสแอสกีตัวอักษร w	69
4.6 สัญญาณที่รับได้ โดยใช้ตัว Xbee Pro	69
4.7 สัญญาณข้อมูลรหัสแอสกีของตัวอักษร w	70
4.8 สัญญาณวิดีโอจากกล้องวีดิโอ	71
4.9 สัญญาณอินพุตความถี่ 2 MHz	72
4.10 สัญญาณหลังการทำมอดูเลทเชิงแอมพลิจูด	72
4.11 ทดสอบการทำงานของโปรแกรมโดยใช้โปรแกรม Proteus 7 Profressional	73
4.12 สัญญาณเอาท์พุตที่ขาแอคโค่ ของโมดูลตรวจวัดระยะทางอัลตร้าโซนิก	74
4.13 สัญญาณเอาท์พุตที่ขาแอคโค่ ของโมดูลตรวจวัดระยะทางอัลตร้าโซนิก	74
4.14 สัญญาณเอาท์พุตที่ขาแอคโค่ ของโมดูลตรวจวัดระยะทางอัลตร้าโซนิก	75
4.15 สัญญาณเอาท์พุตที่ขาแอคโค่ ของโมดูลตรวจวัดระยะทางอัลตร้าโซนิก	75
4.16 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างพัลส์และระยะห่างระหว่างวัตถุกับโมดูล	76

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

3.1 ควบคุมมอเตอร์กระแสตรงแบบ 2 ทิศทาง 48
4.1 หาเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของโมดูลวัดระยะทางอัลตร้าโซนิก 76
4.2 หาเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนจากการวัดของหุ่นยนต์ 77

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันนี้โลกของเทคโนโลยีได้ก้าวไกลไปอย่างมาก โดยเฉพาะเทคโนโลยีทางด้านหุ่นยนต์ซึ่งกำลังเป็นที่ต้องการและเป็นที่สนใจของผู้คนเป็นอย่างมากในตอนนี้ เพราะเทคโนโลยีด้านหุ่นยนต์นี้มีประโยชน์มากมาย ทั้งด้านอุตสาหกรรมโดยเฉพาะอุตสาหกรรมการผลิตซึ่งสามารถนำหุ่นยนต์มาทดแทนแรงงานมนุษย์ในการผลิตที่มีความอันตรายและความเสี่ยงสูงได้ หรือในด้านการสำรวจพื้นที่ต่าง ๆ เพราะการสำรวจพื้นที่ในสถานที่จริงนั้นเป็นปัจจัยสำคัญเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลเพื่อการวางแผนและการจัดการกับพื้นที่นั้น ซึ่งหุ่นยนต์สามารถช่วยในการสำรวจพื้นที่ที่อันตรายต่างๆ หรือพื้นที่ที่มนุษย์ไม่สามารถเข้าถึงได้ เป็นต้น ประกอบกับในการสำรวจพื้นที่ถ้าเราสามารถนำภาพของสถานที่นั้นกลับมาได้ก็จะเป็นประโยชน์อย่างมากต่อการวิเคราะห์สถานที่นั้น รวมถึงการวัดระยะห่างของวัตถุกับหุ่นยนต์ก็จะเป็นประโยชน์ต่อการวิเคราะห์เช่นกัน ทางคณะผู้จัดทำจึงเล็งเห็นความสำคัญของหุ่นยนต์ ภาพจากกล้องวิดีโอแบบไร้สาย และการวัดระยะทาง ในส่วนของปริญญานิพนธ์ที่คณะผู้จัดทำได้สร้างขึ้นมานั้นสามารถบังคับหุ่นยนต์สำรวจพื้นที่และขนาดความกว้าง ยาว ของห้องโดยที่ตัวหุ่นยนต์นั้นจะมีกล้องเพื่อแสดงพื้นที่โดยรอบที่หุ่นยนต์ได้เข้าไปสำรวจแล้วส่งภาพแบบไร้สายกลับมายังผู้บังคับ เพื่อที่จะได้สามารถสังเกตสภาพแวดล้อมได้เสมือนกับผู้บังคับได้เข้าไปสำรวจเองและที่ตัวหุ่นยนต์ยังมีเซ็นเซอร์วัดระยะทางเพื่อใช้ประโยชน์ในการวัดระยะห่างของวัตถุกับตัวหุ่นยนต์ และยังสามารถวัดขนาดความกว้างของห้องที่สำรวจได้

1.2 วัตถุประสงค์

1) เพื่อให้นำความรู้ทางทฤษฎีนำมาใช้ปฏิบัติได้จริง
2) เพื่อตรวจสอบความกว้าง ความยาวของห้องที่หุ่นยนต์เข้าไปสำรวจได้
3) สามารถออกแบบและสร้างหุ่นยนต์ออกมาได้
4) เพื่อให้บุคคลที่สนใจนำความรู้ที่ได้จากการทำปริญญานิพนธ์นี้ไปพัฒนาต่อไปในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

1) หุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่ได้โดยการบังคับจากผู้ใช้
2) หุ่นยนต์สามารถส่งภาพวิดีโอแบบไร้สายจากพื้นที่ที่สำรวจกลับมายังผู้บังคับได้
3) สร้างส่วนติดต่อผู้ใช้ที่รับคำสั่งจากผู้ใช้เพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ได้
4) สามารถนำเซ็นเซอร์มาประยุกต์ใช้ในการวัดระยะห่างจากวัตถุกับตัวหุ่นยนต์ และสามารถวัดขนาดความกว้าง ความยาวของห้องที่หุ่นยนต์เข้าไปสำรวจได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบอัลตร้าโซนิก (Ultrasonic)

2.1.1 ความหมายและหลักการของระบบอัลตร้าโซนิก

อัลตร้า คือ คลื่นเสียงที่มีความถี่สูงเกินกว่าที่หูมนุษย์จะได้ยิน โดยทั่วไปแล้วหูของมนุษย์โดยเฉลี่ยจะได้ยินเสียงสูงถึงเพียงแค่ประมาณ 15 KHz เท่านั้น ดังนั้นโดยปกติแล้วคำว่าอัลตร้าโซนิกจึงมักจะหมายถึงคลื่นเสียงที่มีความถี่สูงกว่า 20 KHz ขึ้นไป จะสูงขึ้นจนถึงเท่าใดไม่ได้ระบุจำกัดเอาไว้

สาเหตุที่มีการนำเอาคลื่นย่านอัลตร้าโซนิกมาใช้ก็เพราะว่าเป็นคลื่นทีมีทิศทางทำให้เราสามารถเล็งคลื่นเสียงไปยังเป้าหมายที่ต้องการได้โดยเจาะจง เรื่องนี้เป็นคุณสมบัติของคลื่นอย่างหนึ่ง ยิ่งคลื่นมีความถี่สูงขึ้นความยาวคลื่นก็จะยิ่งสั้นลง ถ้าความยาวคลื่นยาวกว่าช่องเปิด(ช่องที่ให้เสียงนั้นออกมา) ของตัวกำเนิดเสียงความถี่นั้นเช่น คลื่นความถี่ 300 Hz ในอากาศจะมีความยาวถึงประมาณ 1 เมตรเศษ ๆ ซึ่งจะยาวกว่าช่องที่ให้คลื่นเสียงออกมาจากตัวกำเนิดเสียงโดยทั่วไปมากคลื่นจะหักเบนที่ขอบด้านนอกของตัวกำเนิดเสียงทำให้เกิดการกระจายทิศทางคลื่นแต่ถ้าความถี่สูงขึ้นมาอยู่ในย่านอัลตร้าโซนิก อย่างเช่น 40 KHz จะมีความยาวคลื่นในอากาศเพียงประมาณ 8 มม.เท่านั้นซึ่งเล็กกว่ารูเปิดของตัวที่ให้กำเนิดเสียงความถี่นี้มากคลื่นเสียงจะไม่มีการเลี้ยวเบนที่ขอบจึงพุ่งออกมาเป็นลำแคบๆ หรือที่เราเรียกว่า มีทิศทาง

การมีทิศทางของคลื่นเสียงย่านอัลตร้าโซนิกทำให้เรานำไปใช้งานได้หลายอย่าง เช่น นำไปใช้ในเครื่องควบคุมระยะไกล (Ultrasonic remote control) เครื่องล้างอุปกรณ์ (Ultrasonic cleaner) โดยให้น้ำสั่นที่ความถี่สูง เครื่องวัดความหนาของวัตถุโดยสังเกตระยะเวลาที่คลื่นสะท้อนกลับมา เครื่องวัดความลึกและทำแผนที่ใต้ท้องทะเล ใช้ในเครื่องหาตำแหน่งอวัยวะบางส่วนในร่างกาย ใช้ทดสอบการรั่วไหลของท่อ เป็นต้น โดยความถี่ที่ใช้ขึ้นอยู่กับการใช้งาน เช่น คลื่นเสียงต้องเดินทางผ่านอากาศแล้ว ความถี่ที่ใช้ก็มักจะจำกัดอยู่เพียงไม่เกิน 50 KHz ทำให้ระดับความแรงของคลื่นเสียงที่ระยะห่างออกไปลดลงอย่างรวดเร็ว ส่วนการใช้งานด้านการแพทย์ซึ่งต้องการรัศมีทำงานสั้น ๆก็อาจใช้ความถี่ในช่วง 1 - 10 MHz ขณะที่ความถี่เป็น GHz (10^9 Hz) ก็มีใช้กันในหลาย ๆ การใช้งานที่ตัวกลางที่คลื่นเสียงเดินทางผ่านไม่ใช่อากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 การสร้างคลื่นอัลตร้าโซนิก

อุปกรณ์ที่สามารถแปลงพลังงานในรูปอื่นให้มาเป็นพลังงานทางกลโดยการสั่นไปมา ซึ่งทำให้เกิดคลื่นเสียงย่านอัลตร้าโซนิก กระจายไปในอากาศได้หรือแปลงพลังงานทางกลให้มาเป็นพลังงานในรูปอื่นได้นั้น มีชื่อเรียกว่า อัลตร้าโซนิกทรานสดิวเซอร์ (Ultrasonic Transducer) ในปัจจุบันอัลตร้าโซนิกทรานสดิวเซอร์มีหลายแบบขึ้นอยู่กับหลักการที่ใช้ แบบที่นิยมใช้กันมากได้แก่

1) แบบเปียโซอิเลคทริก (Piezo-electric Transducer) ซึ่งแปลงไปมาระหว่างพลังงานไฟฟ้าและพลังงานทางกล โดยมีความถี่เรโซแนนซ์คงที่อยู่ค่าหนึ่ง
2) แบบแมกนีโตสตริคทีฟ (Magnetostrictive Transducer) ซึ่งแปลงไปมาระหว่างพลังงานไฟฟ้าในขดลวดกับตำแหน่งความยาวของแกนเหล็กที่สวมขดลวดนั้นอยู่
3) แบบอิเลคโตรสตริคทีฟ (Electrostrictive Transducer) ซึ่งแปลงไปมาระหว่างพลังงานไฟฟ้ากับพลังงานทางกล

ทรานสดิวเซอร์แบบเปียโซอิเลคทริก ภายในตัวอัลตร้าโซนิกทรานสดิวเซอร์แบบเปียโซอิเลคทริก แบบที่มีใช้กันในปัจจุบันซึ่งได้รับการพัฒนากันมาในระดับหนึ่งแล้วจะประกอบด้วยสารเซรามิคสี่เหลี่ยมซึ่งมีผิวโลหะเงินฉาบอยู่ทั้ง 2 หน้าเพื่อให้ต่อสายไฟออกมาเป็นขา 2 ขา ชิ้นสารเซรามิคนี้ประกอบขึ้นจากสารเซรามิค 2 ชิ้น ประกบกันอยู่โดยวางให้ขั้วไดโพลทางไฟฟ้าภายในอะตอมของมันมีทิศทางตรงข้ามกันดังรูป

(ก)

(ข)

รูปที่ 2.1 (ก) โครงสร้างภายในตัวอัลตร้าโซนิกทรานสดิวเซอร์แบบเปียโซอิเลคทริกที่ใช้สารเซรามิค

(ข) เมื่อป้อนแรงดันให้แก่ตัวมันจะทำให้ชิ้นสารเซรามิคโก่งงอไปมาทำให้เกิดคลื่นเสียงอัลตร้าโซนิกกระจายไปในอากาศ [10]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

เมื่อมีสัญญาณแรงดันมาตกคร่อมขั้วทั้งสองของชิ้นสารเซรามิคดังรูป 2.1 (ข) จะทำให้ชิ้นสารโก่งงอมากหรือน้อยหรือในทิศทางใดตามขนาดและทิศทางการเปลี่ยนแปลงขนาดของสัญญาณนั้น ๆ ทำให้เกิดการกดอัดอากาศโดยรอบเกิดเป็นคลื่นเสียงที่มีความถี่เดียวกับสัญญาณนั้นออกไป โดยทั่ว ๆ ไปกำลังเอาท์พุทที่ออกมาจะตกประมาณ 10% ของกำลังไฟฟ้าที่ป้อนเข้าไป แต่กำลังเอาท์พุทจะสูงสุดที่ค่าประมาณนี้ต่อเมื่อความถี่ของสัญญาณตรงกับความถี่เรโซแนนซ์ซึ่งเป็นความถี่ทางกลตามธรรมชาติของชิ้นสารเซรามิคนั้น ๆ ส่วนที่ความถี่อื่น ๆ กำลังเอาท์พุทจะลดลงกว่านี้มาก

ในทำนองกลับกันเมื่อมีคลื่นเสียงที่มีความถี่ตรงกับความถี่เรโซแนนซ์ของชิ้นสารเซรามิคเข้ามาจะทำให้ชิ้นสารโก่งงอไปมาและเกิดสัญญาณแรงดันซึ่งมีขนาดเล็กขึ้นมาคร่อมขั้วทั้งสองของตัวมันเองได้คุณสมบัติโดยทั่วไปของอัลตร้าโซนิกทรานสดิวเซอร์แบบเปียโซอิเลคทริกก็คือมีค่าความต้านทานไฟตรงสูงมากอาจสูงถึง 100 mW เรียกว่าถ้าเอา มัลติมิเตอร์ธรรมดามาตั้งสเกลวัดค่าความต้านทานสูง ๆ เข็มจะไม่กระดิกเลย แต่ในขณะที่มันทำงานความต้านทานทางด้านไฟสลับจะลดลง

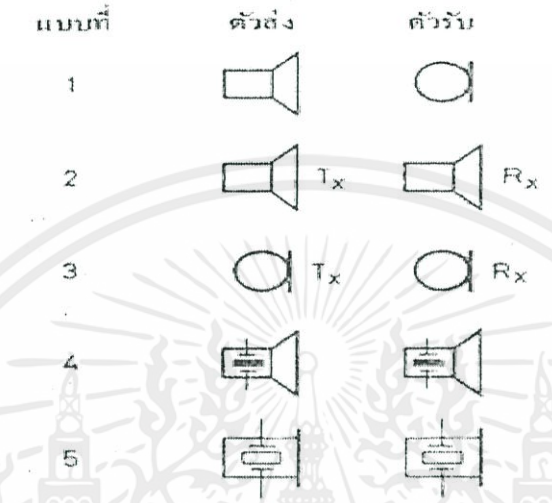
2.1.3 ตัวส่งและตัวรับ

ทรานสดิวเซอร์แบบเปียโซอิเลคทริกที่ใช้สารเซรามิค (หรือที่ผู้ผลิตบางรายเรียกว่าอัลตร้าโซนิกทรานสดิวเซอร์แบบเซรามิค) จะมีอยู่ 2 อย่าง คือ ตัวส่งเสียงหรือ Transmitter และตัวรับเสียงหรือ Receiver

1) ตัวส่ง คืออัลตร้าโซนิกทรานสดิวเซอร์ที่ถูกออกแบบเจาะจงมาให้แปลงสัญญาณไฟฟ้าที่ให้แก่ตัวมัน ให้ออกมาเป็นคลื่นเสียงย่านอัลตร้าโซนิก หน้าที่ของตัวส่งจึงคล้าย ๆ กับเป็นลำโพง
2) ตัวรับ คืออัลตร้าโซนิกทรานสดิวเซอร์ที่ถูกออกแบบเจาะจงมาให้แปลงคลื่นเสียงย่านอัลตร้าโซนิกที่มาตกกระทบตัวมันให้ออกมาเป็นสัญญาณไฟฟ้า หน้าที่ของตัวรับจึงคล้าย ๆ กับเป็นไมโครโฟน ด้วยเหตุนี้เวลาเขียนสัญลักษณ์ของอัลตร้าโซนิกทรานสดิวเซอร์จึงนิยมเขียนตามหน้าที่ของมันคือถ้าเป็นตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่งก็เขียนสัญลักษณ์เป็นลำโพง ถ้าเป็นตัวรับก็เขียนสัญลักษณ์เป็นไมโครโฟน ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 สัญลักษณ์ของอัลตร้าโซนิกทรานสดิวเซอร์แบบต่าง ๆ กัน [10]

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

2.1.4 คุณสมบัติและข้อควรรู้ในการใช้งานตัวส่ง/ตัวรับ

เนื่องจากคุณสมบัติตลอดจนรายละเอียดต่าง ๆ ของอัลตร้าโซนิกทรานสดิวเซอร์หาได้ยาก ดังนั้นจึงสามารถที่จะสรุปสิ่งที่ควรรู้ในขั้นต้นของอุปกรณ์อัลตร้าโซนิกทรานสดิวเซอร์เพื่อเป็นแนวทางในการใช้งานดังนี้

1) ไม่ควรให้ตัวทรานสดิวเซอร์ได้รับการกระแทกหรือตกจากที่สูง เพื่อป้องกันโครงสร้างภายในมิให้เสียหาย

2) ทรานสดิวเซอร์ที่มีขายกันโดยทั่วไปจะทนแรงดันตกคร่อมตัวมันสูงสุดได้ไม่เกินกว่า 20 V_{rms} ดังนั้นขนาดของสัญญาณที่จะป้อนให้กับทรานสดิวเซอร์ก็ควรจะอยู่ภายในขีดจำกัดอันนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

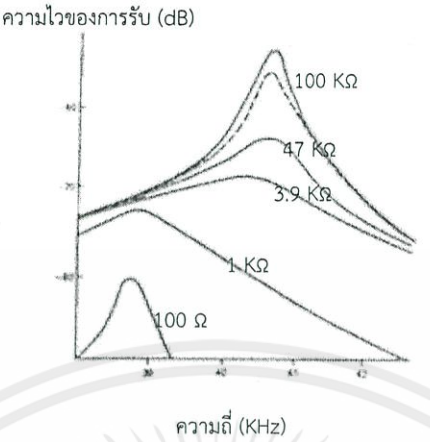
4) อุณหภูมิใช้งานของตัวทรานสดิวเซอร์ควรอยู่ภายในช่วง –20 ° C ถึง +60° C

5) ทั้งตัวส่งและตัวรับจะมีทิศทางคล้ายคลึงกันมากคือ ที่ตำแหน่งเบนจากแนวแกนของตัวส่งไปประมาณ 30° ความแรงของคลื่นเสียงที่ถูกส่งออกไปจะลดลงจากแนวแกนประมาณ 10 dB ในทำนองเดียวกันถ้าคลื่นเสียงพุ่งเข้ามาในแนวที่เบี่ยงเบนไปจากแนวแกนขอตัวรับไปประมาณ 30° ความไวหรือขนาดแรงดันทีออกมาก็ลดลงไปประมาณ 10 dB ด้วยเช่นกัน

6) ในกรณีที่ใช้งานตัวรับจะต้องมีตัวต้านทานต่อขนานกับตัวรับเพื่อทำหน้าที่เป็นโหลด ตามปกติแล้วตัวต้านทานตัวนี้ควรมีค่าอยู่ในช่วงจาก 10 kW - 100 kW จากการทดลองพบว่าถ้าเปลี่ยนโหลดจาก 100 kW มาเป็น 10 kW ความไวจะลดลงประมาณ 10 ถึง 20 dB แต่แถบความถี่จะกว้างขึ้น ถ้าใช้ค่าความต้านทานต่ำลงไปอีก ความถี่เรโซแนนซ์ จะลดลงไปจากที่ระบุไว้ เพื่อให้ตัวส่งมีความไวสูงและมีแถบความถี่แคบ ตัวอย่างการทดสอบแสดงไว้ดังรูปที่ 2.3

7) ตามปกติแล้วเราสามารถนำเอาตัวส่งและรับมาใช้งานแทนกันได้ในการใช้งานส่วนใหญ่ และตัวส่งหรือตัวรับของยี่ห้อใด รุ่นใด ก็สามารถที่จะนำมาใช้แทนกันได้ในงานส่วนใหญ่ ขอเพียงแต่ให้มีความถี่เรโซแนนซ์เดียวกันเท่านั้นเองอย่างไรก็ตามในบางกรณีอาจต้องเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานสมมูลทางด้านไฟสลับเพื่อให้ลักษณะผลตอบสนองทางความถี่สอดคล้องกับของเดิม

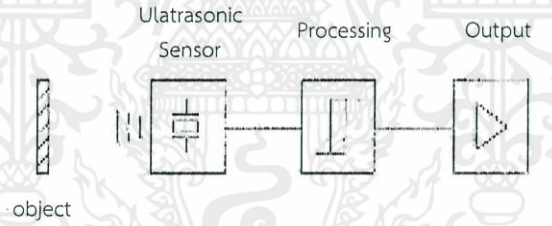
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 ผลการทดลองตัวรับโดยลองเปลี่ยนโหลดเป็นค่าต่าง ๆ กัน ป้อนคลื่นเสียงความถี่ต่างๆกันเข้ามา [10]

2.1.5 หน้าที่และการทำงานของอัลตร้าโซนิกเซ็นเซอร์

รูปแบบต่าง ๆ ของอัลตร้าโซนิกเซ็นเซอร์ประกอบด้วย ตัวตรวจจับด้วยคลื่นอัลตร้าโซนิก ชุดส่งสัญญาณ ชุดประมวลผล และชุดเอาท์พุต



รูปที่ 2.4 หลักการทำงานของอัลตร้าโซนิก [10]

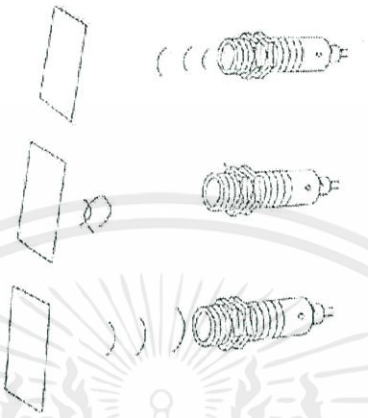
มักจะใช้เป็นภาครับ และ ภาคส่ง อาจมีระบบซึ่งประกอบด้วยส่วนหลัก ๆ แยกกันอยู่ 2 ส่วน ในระหว่างการทำงาน เซ็นเซอร์จะทำการส่งสัญญาณเสียงซึ่งเรียกว่า “ซาวด์พาร์เซลส์” (Sound parcels) ให้ขบวนการทางอิเล็กทรอนิกส์ ของเวลาทำงานไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งมีการ รับการสะท้อนครั้งแรกเกิดขึ้น

2.1.6 วงจรส่งและรับ

สำหรับการทำงานเป็นวงจรของอัลตร้าโซนิกเซ็นเซอร์ จะส่งผ่านคลื่นพัลส์เสียงที่ช่วงเวลาสม่ำเสมอ หรือช่วงเวลาที่เปลี่ยนแปลง คลื่นเสียงที่ปล่อยออกไปจะถูกสะท้อนได้โดยวัตถุที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

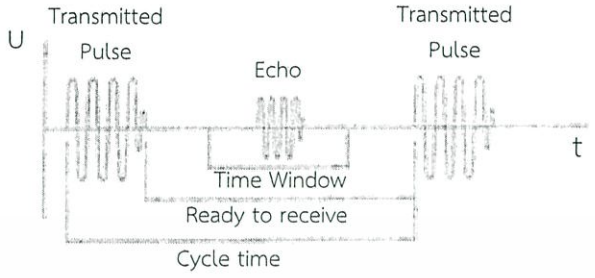
เหมาะสม โดยเซ็นเซอร์ และระบบการทำงานจะรับการสะท้อนของคลื่นเสียงที่สะท้อนกลับมาดังรูปที่ 2.5 ความกว้างของคลื่นพัลส์ของเสียงอยู่ในช่วง 2.-200 ไมโครเซค



รูปที่ 2.5 อัลตร้าโซนิกเซ็นเซอร์ วงจรส่งผ่านและรับ [10]

เวลาในการเดินทางของคลื่นพัลส์ของคลื่นเสียงเป็นการวัดระยะห่างจากวัตถุ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของเซ็นเซอร์ ระยะห่างนี้นำไปแสดงในรูปของ สัญญาแอนาล็อก (Analog Signal) (เช่น 0-20 mA) สัญญาณลอจิก (Logic Signal) (เช่น สัญญาณลอจิก 8 bit) ตลอดทั้งซีเรียลอินเตอร์เฟส (Serial Interface) (RS232) หรือการเปรียบเทียบกับค่าอ้างอิงในรูปของสวิตช์พัลส์ที่เรียกว่า ไทม์เฟรม (Time Frame) เนื่องจากขบวนการดำเนินไปตามเวลาที่คลื่นสะท้อนเดินทาง ไม่ใช่เป็นไปตามความเข้มของคลื่นสะท้อน จึงจัดได้ว่าอัลตร้าโซนิกเซ็นเซอร์ มีข้อดีเหนือกว่าเซ็นเซอร์แบบออปติคอล (Optical Sensor) เวลาที่คลื่นสะท้อนการเดินทางจะทำให้ขบวนการดำเนินโดยไม่ขึ้นกับความเข้มของคลื่นสะท้อน ตราบเท่าที่วัตถุยังคงสะท้อนคลื่นที่สามารถตรวจจับได้ออกมา ดังนั้นคุณลักษณะการสวิทช์ไม่เปลี่ยนไป แม้ในสภาวะที่การสะท้อนเป็นไปอย่างไม่ดีคลื่นสะท้อนที่อ่อนจะมีผลต่อความถูกต้องในการตรวจจับวัตถุ ซึ่งอาจทำให้ไม่สามารถทำการตรวจจับวัตถุได้เลยความเร็วที่เปลี่ยนไปของคลื่นพัลส์ของเสียง มีผลกระทบต่อพิสัย การทำงานของสวิทช์ (ระยะทาง) โดยตรงเซ็นเซอร์ทำงานด้วยวงจรเวลาที่คงที่ (เช่น t = 20 ms) จะส่งคลื่นเสียงออกมาอย่างสม่ำเสมอดังรูปที่ 2.6 ดังนั้นวงจรเวลาจะเป็นตัวกำหนดช่วงและวงจรการทำงานของสวิทช์ของเซ็นเซอร์

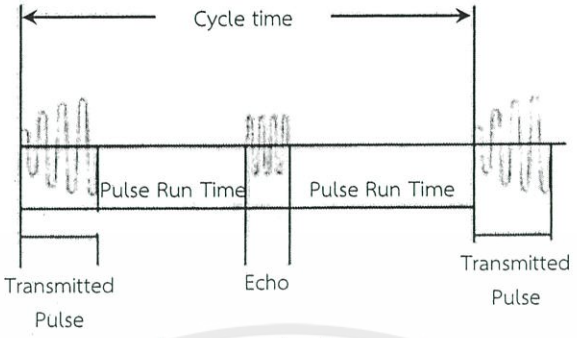
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 วงจรเวลาคงที่ [10]

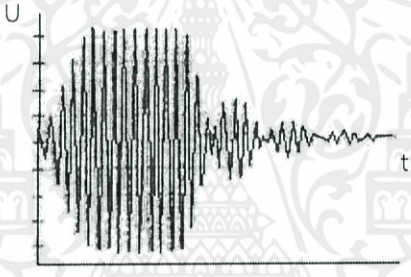
ตัวอย่างเช่นคลื่นเสียงที่มีความเร็ว v = 340 m/s (20’”c) ในช่วงเวลา t= 20 ms (50 Hz) จะเดินทาง S=Vt = 6.8 m เนื่องจากระยะห่างระหว่างเซ็นเซอร์ และวัตถุที่ได้จากการทำงานของเซ็นเซอร์ คิดที่ไปและกลับจึงได้ระยะทางจริงสูงสุดสำหรับวงจรเวลานี้เป็น 3.4 m แอมพลิจูดของส่วนของคลื่นเสียงและความไว(Sensitivity) ของตัวรับต้องมีการพิจารณาเลือกใช้เพื่อให้คลื่นสะท้อนที่เดินทางมาถึงหลังจากเลยเวลาของวงจรเวลาที่ กำหนดไปแล้วจะไม่ได้รับการตรวจจับเนื่องจากคลื่นสะท้อนนั่นอ่อนมากซึ่งสัญญาณคลื่นนี้จะทำให้เซ็นเซอร์สวิตช์ มีการทำงานผิดพลาดหรือให้ข้อมูลที่ผิด เซ็นเซอร์แบบแแอนาล็อก เพื่อให้การตรวจจับวัตถุเป็นไปอย่างถูกต้อง วัตถุต้องอยู่นิ่งเป็นเวลาที่พอเพียงสำหรับสำหรับสะท้อนอย่างน้อย 1 ส่วน ของคลื่นเสียงภายในขอบเขตที่เซ็นเซอร์จะทำงานได้รอบมากที่สุดของการสวิทช์ ซึ่งจะเปลี่ยนแปลงกับอัตราส่วนของวัตถุต่อที่ว่าง และจะพิจารณาให้มีค่าน้อยกว่ารอบของความถี่ที่จุดนี้ เวลาที่ขยายจะสิ้นสุดระหว่างการส่งผ่านของพัลส์ และการรับคลื่นสะท้อนแรกจะถูกนำไปใช้วัดสำหรับวงจรเวลา ส่วนของคลื่นสะท้อนต่อไปจะถูกส่งออก การหยุดลงชั่วขณะของเวลาพิเศษที่คลื่นเดินทางทำขั้นเพื่อลดสัญญาณรบกวน (Noise) ที่ดำเนินมาจากตรวจจับวัตถุมากกว่าหนึ่งระยะ โดยเซ็นเซอร์สามารถถูกปรับให้เหมาะสมตามสภาพแวดล้อมซึ่งหมายถึง สำหรับการตรวจจับวัตถุที่อยู่ไกลเวลาการเดินทางจะนานเป็นผลให้ต้องการความถี่ต่ำในทางตรงกันข้าม ความถี่ของวงจรจะเพิ่มขึ้นเมือวัตถุเข้าใกล้เซ็นเซอร์ทำงานให้วงจรเวลาสั้นลง และพลังงานที่ส่งออกไปสามารถปรับในช่วงเวลาของคลื่นเสียงที่ปล่อยไปเวลาที่เพิ่มขึ้นของแอมพลิจูดเมื่อมีการสวิทช์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 วงจรที่เปลี่ยนแปลงได้ [10]

ทรานสดิวเซอร์จะถูกใช้สำหรับพลังงานที่ส่งออกไปดังรูปที่ 2.8 ดังนั้นคลื่นสะท้อนเบื้องหลังสามารถควบคุมได้ด้วย การลดพลังงานในการส่งผ่านวัตถุที่อยู่ใกล้เซ็นเซอร์

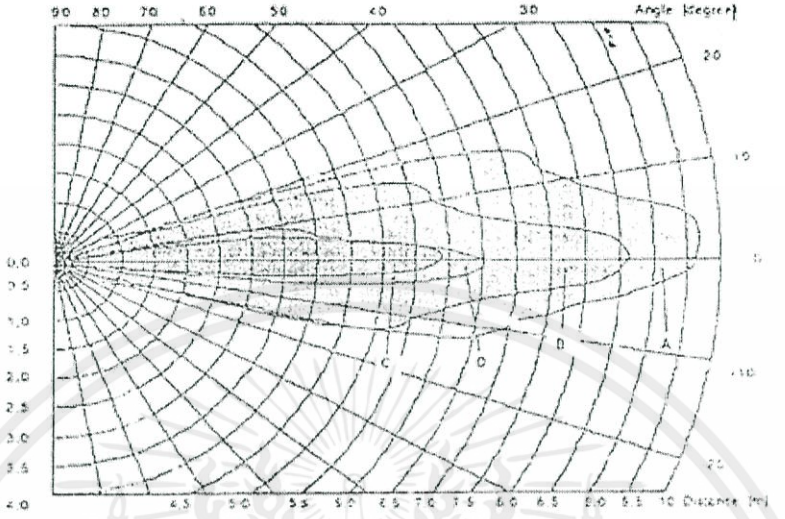


รูปที่ 2.8 อัลตร้าโซนิกเซ็นเซอร์ทรานสดิวเซอร์แบบชิ้นส่วนการอิมพัลส์ ที่ 170 MHz [10]

2.1.7 การลดสัญญาณรบกวน และสภาวะการทำงาน

ผลที่เกิดจากคลื่นรบกวน และการสอดแทรกในการประยุกต์ใช้อัลตร้าโซนิกเซ็นเซอร์คือการตรวจจับวัตถุได้แต่ระยะที่ใกล้กับเซ็นเซอร์ และไม่สามารถตรวจจับวัตถุที่มีการสะท้อนได้ไม่ดี เนื่องจากความจริงที่ว่า คลื่นอัลตร้าโซนิกจะสะท้อนได้จากวัตถุเกือบทุกชนิด และง่ายต่อการเบี่ยงเบน วัตถุเหล่านั้นจะทำให้สวิทช์เปิด-ปิด เมื่อเข้าใกล้บริเวณที่เซ็นเซอร์สามารถตรวจจับได้ ดังกราฟทำนายคุณลักษณะของเซ็นเซอร์ดังรูปที่ 2.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 คุณลักษณะการตรวจจับของเซ็นเซอร์อัลตร้าโซนิก [11]

เพื่อหาคุณลักษณะของวัตถุชนิดต่าง ๆ จะวางในตำแหน่งของวัตถุในระยะห่างเท่าๆ กันที่มุมตั้งฉากกับแนวแกนของเซ็นเซอร์ จุดที่สวิทช์ทำงานก็จะถูกกำหนดขึ้น ตัวอย่างวัสดุที่ใช้คือ

A: แผ่นจานขนาด 700 x 700 mm. ขอบเขตที่อยู่ด้านนอกส่วนโค้งชั้นนี้โดยปกติจะไม่มีวัตถุตรวจจับได้

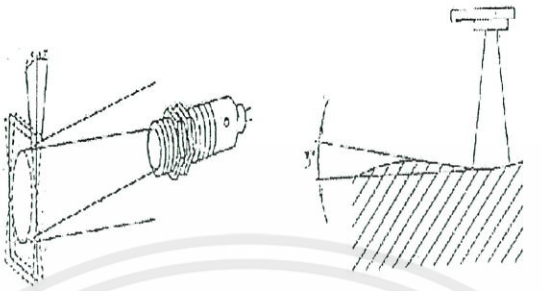
B: แผ่นจานขนาด 100 x 100 mm. แผ่นจานอ้างอิงมาตรฐานกำหนดโดยข้อมูลทางเทคนิคทั่วไป

C: ท่อพลาสติก ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 160 mm. คลุมด้วยสักหลาด ใช้เป็นตัวแทนมาตรฐาน

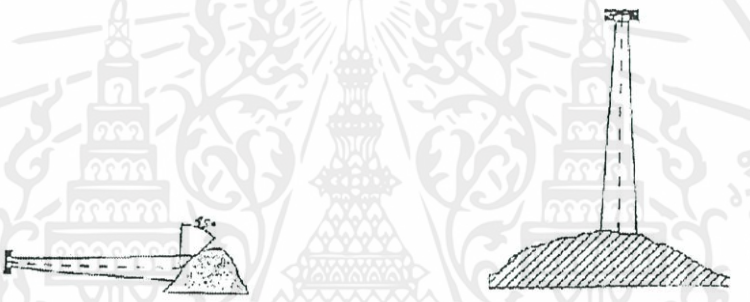
D: แท่นไม้ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 25 mm. วัสดุทดสอบ เช่นระยะความปลอดภัยย้อนกลับในยานพาหนะ

เพื่อให้ปราศจากปัญหาในการทำงาน จะไม่มีวัสดุอื่นใดที่ไม่ใช่เป้าหมายในขอบเขตนอกสุด ในทางกลับกันวัตถุเป้าหมายต้องอยู่ภายในบริเวณพื้นที่ที่สามารถตรวจจับได้ทั้งขนาดรูปร่าง เพื่อป้องกันปัญหาการตรวจจับคลื่นเสียง พื้นผิวของวัตถุควรมีขนาดใหญ่เท่าที่จะเป็นได้ราบเรียบ และมีมุมเอียงไม่เกิน 3 องศากับแกนของเซ็นเซอร์ดังรูปที่ 2.10 จากข้อกำหนดดังกล่าวเมื่อทำการตรวจจับวัตถุทรงกลม หรือวัตถุผิวไม่เรียบ (ของเหลว, ของผสม) ก็จะเกิดปัญหาขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

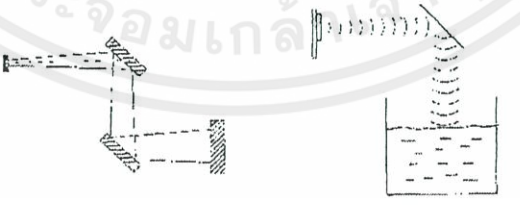


รูปที่ 2.10 อัลตร้าโซนิกเซ็นเซอร์ตรวจจับพื้นผิวตรง [11]



รูปที่ 2.11 อัลตร้าโซนิกเซ็นเซอร์ตรวจจับสิ่งของ [11]

อัลตร้าซาวด์สามารถนำมาเบี่ยงเบนด้วยตัวสะท้อนอย่างง่ายที่ทำจากวัสดุใดๆ ดังรูปที่ 2.12 พื้นที่ตรวจจับยังคงเท่าเดิม ทำให้ใช้กับตัวสะท้อนขนาดใหญ่ได้โดยใช้ตัวเบี่ยงเบนไม่เกิน 2 ตัว ติดตั้งภายในทางเดินของคลื่นเสียงในแนวทางเดินตั้งฉากอย่างถูกต้อง

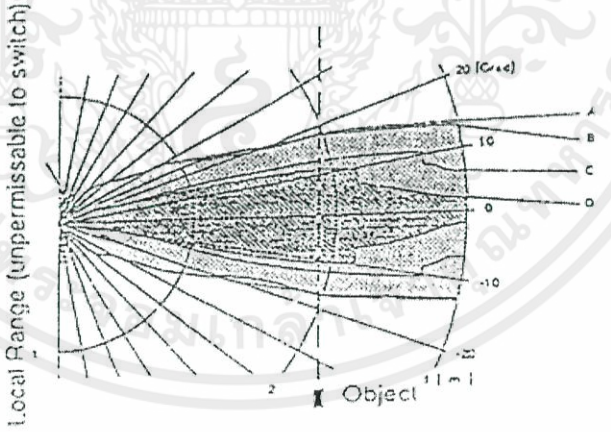


รูปที่ 2.12 การเบี่ยงเบนคลื่นเสียงอัลตร้าโซนิกเซ็นเซอร์ [11]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้วยวิธีนี้สามารถนำไปใช้ป้องกันเซ็นเซอร์ จากการใช้งานในสิ่งแวดล้อมที่เป็นอันตรายต่อเซ็นเซอร์และทำให้ลดคลื่นสะท้อนที่ไม่ต้องการจากวัตถุ การรวมคลื่นเสียงผ่านม่านกั้นหรือท่อโดยปกติไม่สามารถทำได้ เนื่องจากการหักเหของแสง บนขอบ และกำแพง เพื่อหลีกเลี่ยงการสอดแทรกจากเครื่องมือที่ให้กำเนิดคลื่นเสียงอันอื่น ๆ สัญญาณที่รับได้จะถูกทดสอบความถี่ในตัวเอง วิธีการนี้ไม่สามารถทำให้สำเร็จได้เมื่อใช้เซ็นเซอร์ชนิดเดียวกัน (ทรานสดิวเซอร์และความถี่ชนิดเดียวกัน) หรือมีย่านรบกวนกว้างเช่น ในอากาศอัด สอดแทรกกัน เพื่อหลีกเลี่ยงผลกระทบระหว่างเซ็นเซอร์จะต้องมีการติดตั้งที่ระยะปลอดภัย คลื่นรบกวนกับแอมพลิจูดขนาดใหญ่ สามารถปิดกั้นเซ็นเซอร์ไม่ให้รับคลื่นสะท้อนที่อ่อนกว่าคลื่นรบกวนได้

เซ็นเซอร์บางชนิดแก้ปัญหาการสอดแทรกนี้ โดยสัญญาณเตือนที่เอาท์พุตที่แยกต่างหาก เพื่อเป็นการชดเชยการเปลี่ยนแปลงความเร็วของเสียงจากอุณหภูมิที่ขึ้นลง เซ็นเซอร์บางชนิดจึงรวมเอาเซ็นเซอร์อุณหภูมิเข้าไปด้วย โดยจะทำการวัดอุณหภูมิบริเวณเซ็นเซอร์ และวัตถุ (ระยะสูงสุด 6 m) ขบวนการหลาย ๆ ขบวนการของสัญญาณที่ช่วยในการเกิดคลื่นรบกวนที่เกิดขึ้นเป็นครั้งคราว เช่น คลื่นรบกวนเนื่องจากการเคลื่อนที่ของอากาศ หรือคลื่นรบกวน กับคลื่นอัลตร้าซาวด์ที่มีองค์ประกอบมาก (ในอากาศ, เครื่องจักรกล) ด้วยวิธีการนี้เอาท์พุตที่ได้จากการเซ็นเซอร์จะถูกกระตุ้นเมื่อจำนวนของคลื่นสะท้อนมีความเข้มข้นเดียวกัน และในการเดินทางเท่ากันได้ถูกรับเอาไว้ ข้อเสียคือ ความถี่ของการทำงานค่อนข้างลดน้อยลงเมื่อทำการตรวจจับวัตถุที่เคลื่อนที่ผ่านอย่างรวดเร็วผ่านจุดที่ทำมุมตั้งฉากกับแกนของเซ็นเซอร์ ในกรณีนี้ความเร็วของวัตถุที่ยอมให้มีได้กำหนดมาจากขนาดของวัตถุ และระยะห่างจากเซ็นเซอร์ดังรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.13 ความเร็วของวัตถุที่ยอมให้ผ่านได้ [11]

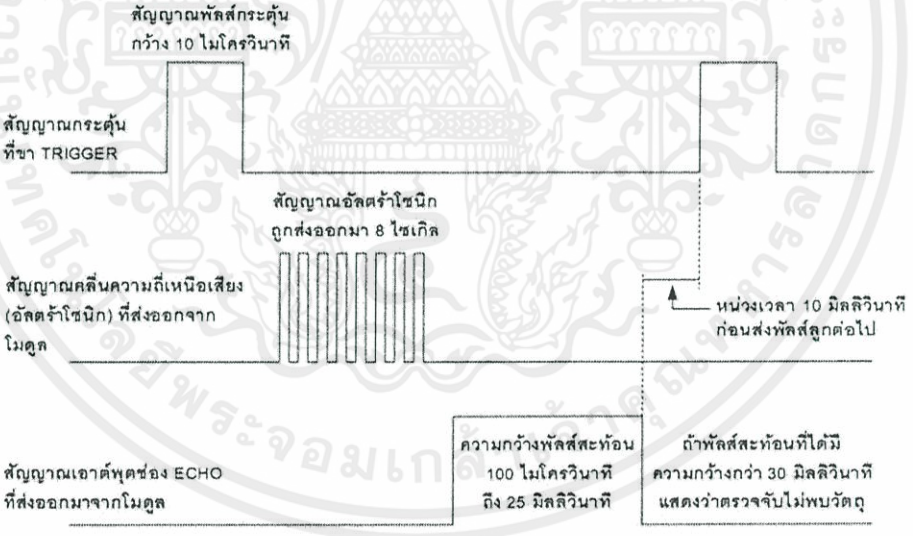
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หากมีวัตถุมีรูปร่างเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาดความยาวของแต่ละด้านเท่ากับ100 mm. (แผ่นจานอ้างอิงมาตรฐานส่วนโค้ง B)ในระยะห่าง 2 m จากเซ็นเซอร์พร้อมกับย่านความไว 3 m นั้นต้องการตรวจจับด้วยเซ็นเซอร์ จะต้องมีเวลาปฏิกิริยา 280 ms การพิจารณาประยุกต์ใช้งานดังนี้ ระยะเวลาช่องวัตถุในการตรวจจับ (ดังแสดงไว้ในกราฟด้านบน) : 1.24 m. เวลาน้อยที่สุดที่ภายในช่วงการทำงานของเซ็นเซอร์ (เวลาปฏิกิริยา) : 280 ms, ความเร็วสูงสุด v = s/t = 1240 mm/ 280 ms = 4.43 m/s เพื่อที่จะตรวจจับแท่งไม้ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 25 mm. (ส่วนโค้ง D) ได้ในระยะ 3 m เราใช้การคำนวณดังนี้ s = 0.19 m , t = 280 ms , v = 0.68 m/s

2.1.8 การต่อใช้งานและกราฟสัญญาณควบคุมเซ็นเซอร์

เริ่มต้นทำงานโดยการส่งสัญญาณเริ่มต้นยาว 10 ไมโครวินาที ไปสั่งให้แหล่งกำเนิดเสียงทำงาน จากนั้นจะส่งคลื่นเสียงความถี่ 40 kHz ออกไป 8 พัลส์ แล้วจับเวลาเสียงที่สะท้อนกลับมาโดยใช้ไมโครคอนโทรเลอร์เป็นตัวจับเวลา เนื่องจากเสียงที่ส่งออกไปถึงแม้จะไม่ได้ยินเพราะเกิน 20 kHz ที่หูมนุษย์จะรับฟังได้ แต่เนื่องจากยังคงเป็นคลื่นเสียง ดังนั้นความเร็วของเสียงจึงแปรผันตามอุณหภูมิด้วยตามสูตร

$$C \approx 331.5 + 0.61\,\theta \ (m/s)$$



รูปที่ 2.14 กราฟสัญญาณการทำงานของเซ็นเซอร์อัลตร้าโซนิก [11]

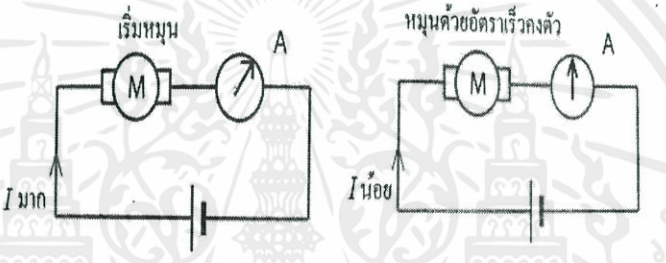
ซึ่งการหาระยะทางนี้เราสามารถหาระยะทางได้หลายวิธี เช่น วัดจากความกว้างของพัลส์ที่สะท้อนกลับมาซึ่งได้เป็นเวลาการเดินทางของเสียงไปกลับและความเร็วเสียงของอัลตร้าโซนิกซึ่งมีความเร็วคงที่ 346m/s แล้วนำมาคำนวณด้วยหลักคณิตศาสตร์ S=VT ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 มอเตอร์กระแสตรง (DC Motor)

2.2.1 มอเตอร์และเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

1) มอเตอร์ เมื่อพิจารณามอเตอร์ไฟฟ้าที่มีกระแสไฟฟ้าเข้ามอเตอร์ กระแสไฟฟ้านี้จะทำให้เกิดโมเมนต์ของแรงคู่ควบซึ่งจะทำให้ขดลวดหมุน แต่ขณะที่มอเตอร์หมุน ฟลักซ์แม่เหล็กที่ผ่านขดลวดจะมีค่าเปลี่ยนแปลง เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่มีทิศตรงข้ามกับแรเคลื่อนไฟฟ้าเดิมทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำในขดลวดในทิศตรงข้ามกับกระแสไฟฟ้าที่ทำให้ขดลวดหมุน จึงเป็นผลให้กระแสไฟฟ้าที่ผ่านมอเตอร์ขณะหมุนด้วยอัตราเร็วคงตัว มีค่าน้อยกว่ากระแสไฟฟ้าที่ผ่านมอเตอร์ขณะเริ่มหมุน แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำในกรณีนี้เรียกว่า แรงเคลื่อนไฟฟ้าต้านกลับ (back emf)

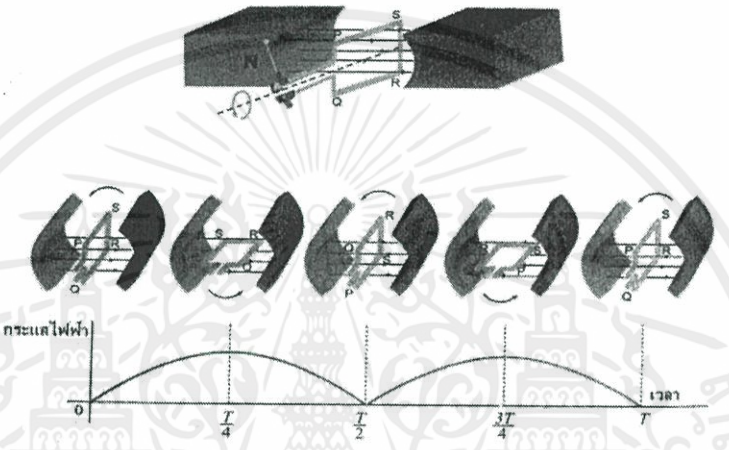


รูปที่ 2.15 กระแสไฟฟ้าที่ผ่านมอเตอร์ [12]

ในกรณีมอเตอร์ติดขัดจากความเสียดทานตามจุดหมุน ความเสียดทานจากแรงภายนอกหรือแรงเคลื่อนไฟฟ้าตก เป็นสาเหตุให้มอเตอร์ไม่หมุนหรือหมุนช้ากว่าปกติ แรงเคลื่อนไฟฟ้าต้านกลับจะมีค่าน้อย ทำให้กระแสไฟฟ้าที่ผ่านขดลวดในขณะนั้นมีค่ามาก และกระแสไฟฟ้าที่มีค่ามาก เมื่อผ่านขดลวดเป็นเวลานานๆ จะทำให้ขดลวดร้อน จนขดลวดไหม้ได้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องตัดสวิตช์เพื่อหยุดการทำงานของมอเตอร์เป็นการชั่วคราวทุกครั้งที่แรงเคลื่อนไฟฟ้าตก หรือมอเตอร์ไม่หมุน โดยปกติแล้วจะติดตั้งสวิตช์วงจรแบบอัตโนมัติกับเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีมอเตอร์ซึ่งเป็นส่วนทำงานหลัก เช่น ตู้เย็น เครื่องดูดฝุ่น เครื่องปรับอากาศ และลิฟต์ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

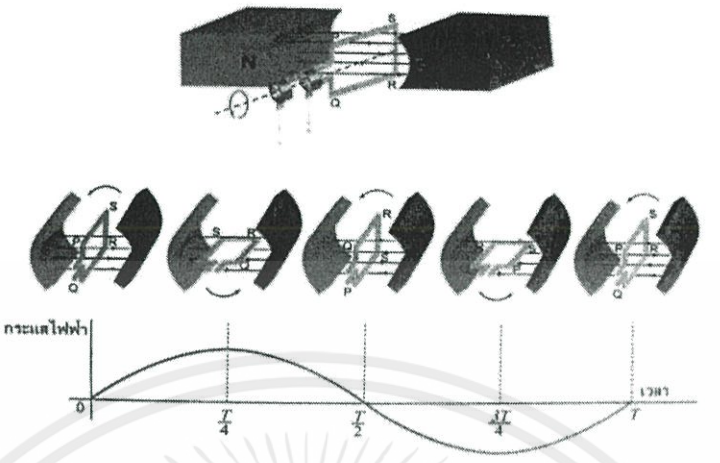
2) เครื่องกำเนิดไฟฟ้า การเคลื่อนขดลวดตัวนำทำให้ฟลักซ์แม่เหล็กที่ผ่านขดลวดมีการเปลี่ยนแปลง จึงมีแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำเกิดขึ้น กระแสไฟฟ้าขณะต่อสายไฟจากขั้ว D.C มีทิศเดียวเรียกกระแสไฟฟ้านี้ว่า กระแสตรง แต่สำหรับกระแสไฟฟ้าที่ต่อจากไฟจากขั้ว A.C จะมีทิศสลับไปมา เรียกกระแสไฟฟ้านี้ว่า กระแสสลับพิจารณาเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง ขณะระนาบของขดลวดอยู่ที่ตำแหน่งต่างๆ ในช่วงเวลา 0 ถึง T เมื่อ T เป็นคาบที่ใช้ในการหมุนขดลวดตัวนำครบหนึ่งรอบกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาดังกล่าวจะเป็นดังรูปที่ 2.16



รูปที่ 2.16 กระแสตรงจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า [12]

ขณะที่ระนาบขดลวด PQRS ตั้งฉากกับทิศของสนามแม่เหล็ก ทิศความเร็วของขดลวดอยู่ในแนวเดียวกับทิศของสนามแม่เหล็กจึงไม่มีกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำเกิดขึ้นในขดลวด ต่อมาทิศของความเร็วเริ่มทำมุมกับทิศของสนามแม่เหล็ก กระแสฟ้าเริ่มมีและมีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนมีค่ามากที่สุด เมื่อทิศของความเร็วตั้งฉากกับทิศของสนามแม่เหล็ก ซึ่งตำแหน่งนี้เป็นตำแหน่งที่ระนาบขดลวด PQRS อยู่ในแนวเดียวกับทิศสนามแม่เหล็กและเมื่อขดลวดหมุนต่อไปอีกกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำก็จะมีค่าลดลงและเป็นศูนย์อีกครั้ง เนื่องจากระบบมีคอมมิวเทเตอร์และแปรงจึงทำให้ทิศของกระแสไฟฟ้าที่ออกจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามีเพียงทิศเดียว ดังนั้นกราฟของกระแสไฟฟ้าในช่วง T/2 ถึง T จึงเหมือนกับช่วง 0 ถึง T/2 เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำในช่วงเวลาจาก 0 ถึง T จะเป็นดังรูป 2.17

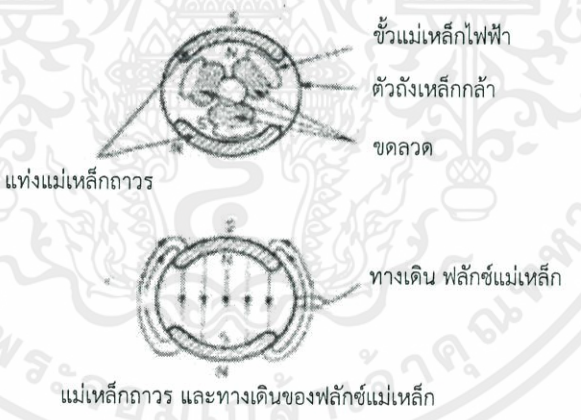
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.17 กระแสสลับจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า [12]

2.2.2 มอเตอร์กระแสตรง

มอเตอร์กระแสตรงจะมีหลักการทำงานโดยวิธีการผ่านกระแสให้กับขดลวดในสนามแม่เหล็ก ซึ่งจะทำให้เกิดแรงแม่เหล็ก โดยส่วนของแรงนี้จะขึ้นอยู่กับกระแสและกำลังของสนามแม่เหล็ก



รูปที่ 2.18 โครงสร้างทั่วไปของมอเตอร์กระแสตรง [13]

จากในรูปที่ 2.18 ทางเดินของฟลักซ์แม่เหล็ก และสนามแม่เหล็กจะเกิดจากแท่งแม่เหล็กเฟอร์ไรต์ 2 ชิ้นที่ขึ้นรูปเป็นแบบโค้งยึดติดกับตัวถังได้พอดี เพื่อที่จะให้เส้นแรงแม่เหล็กวิ่งเข้าสู่ใจกลางของมอเตอร์ได้ ดังนั้นความเข้มของแม่เหล็กจะขึ้นอยู่กับขนาดความหนาของแม่เหล็กด้วย ซึ่งส่งผลให้ฟลักซ์แม่เหล็กวิ่งไปบนตัวถังโลหะ กระแสไฟฟ้าในขดลวดที่พันกับทุ่นโรเตอร์ก็จะ

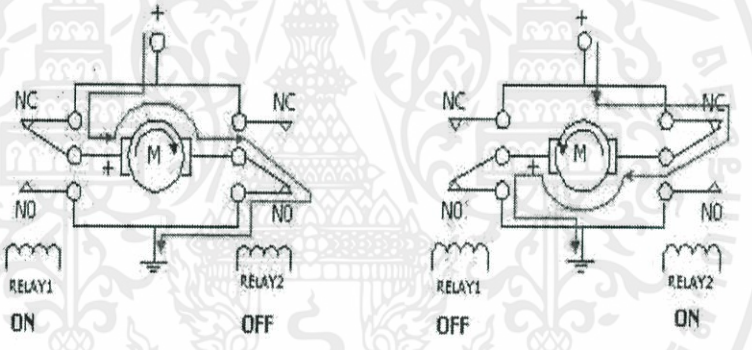
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำให้เกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้า และต้านกับสนามแม่เหล็กถาวร จึงเกิดเป็นแรงบิดเพื่อที่จะหมุนทุ่นโรเตอร์ ให้ไปในทิศทางเดียวกันกับทิศทางของสนามแม่เหล็กที่มีแรงมากกว่า กระแสก็จะไหลผ่านไปยังทุ่นโรเตอร์ โดยผ่านแปรงถ่าน ซึ่งจะสัมผัสกับแหวนตัวนำ และแหวนคอมมิวเทเตอร์ ซึ่งจะถูกแบ่งออกเป็น 3 เซกเมนต์เพื่อที่จะทำหน้าที่นำกระแสเข้าขดลวดนั้นเอง

2.2.3 การขับและกลับทิศทางของมอเตอร์กระแสตรง

การหมุนกลับทางของมอเตอร์นั้นสามารถจะใช้วงจรได้หลายรูปแบบ เช่น ใช้ทรานซิสเตอร์ เป็นตัวขับวงจร หรือ ใช้ไอซีสำเร็จรูปในการขับวงจร หรือ ใช้รีเลย์ในการขับวงจรก็สามารถทำได้

ในการใช้ไอซีไมโครคอนโทรเลอร์เป็นตัวควบคุมการหมุน และทิศทางของมอเตอร์กระแสตรงนั้น เราจะต้องมีส่วนของวงจร ที่เรียกว่าวงจรขับมอเตอร์ (Driver) ในส่วนของวงจรกลับทิศทางของมอเตอร์นั้น สามารถที่จะใช้รีเลย์ต่อวงจร สวิตช์เพื่อกลับทิศทางของขั้วไฟกระแสตรง หรืออาจใช้อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำที่เป็นวงจรขับกำลังเช่น ทรานซิสเตอร์ มอสเฟต แล้วแต่วิธีที่เราจะเลือกใช้งาน



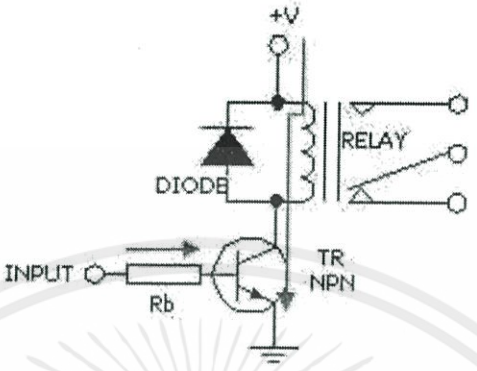
รูปที่ 2.19 การกลับทิศทางของมอเตอร์กระแสตรงโดยใช้รีเลย์ [13]

จากรูปเป็นการใช้รีเลย์ควบคุมการเปลี่ยนทิศทางการหมุนของมอเตอร์ โดยการควบคุมการปิด - เปิดที่รีเลย์ 2 ตัว ซึ่งจะทำหน้าที่กลับทิศทางของขั้วไฟที่ป้อนให้กับมอเตอร์ โดยการสลับการทำงานของรีเลย์ เช่นให้รีเลย์ตัวที่ 1 ทำงาน (ON) และรีเลย์ตัวที่ 2 หยุดทำงาน (OFF) จะทำให้มอเตอร์หมุนไปทางซ้าย และในทำนองเดียวกันถ้าหากรีเลย์ตัวที่ 1 หยุดทำงาน (OFF) และรีเลย์ตัวที่ 2 ทำงาน (ON) ก็จะทำให้มอเตอร์หมุนไปทางขวา

วงจรขับรีเลย์โดยใช้ทรานซิสเตอร์ทำหน้าที่ขยายกระแสดังรูปที่ 2.20 ด้วยเหตุผลเพราะไม่สามารถจะใช้ขา เอาต์พุตของไมโครคอนโทรลเลอร์ป้อนกระแสไฟที่ขดลวดของรีเลย์โดยตรงได้ เนื่องจากว่ากระแสที่จ่ายออกมาจากขา เอาต์พุตของไมโครคอนโทรลเลอร์มีค่าน้อยเกินไป ดังนั้นเราจึงต้องมีส่วนของวงจรทรานซิสเตอร์เพื่อที่จะทำการขยายกระแสให้เพียงพอใน

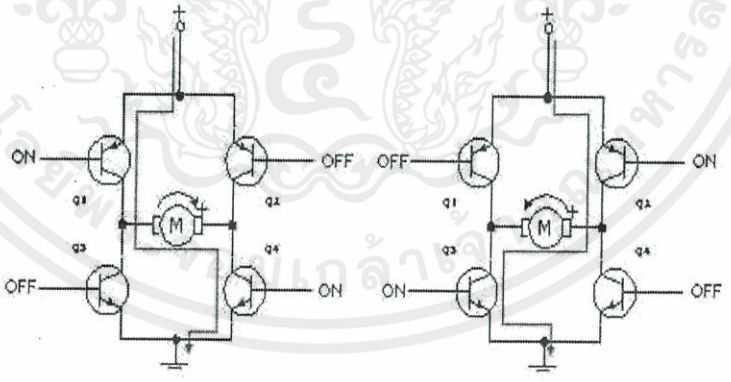
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การป้อนให้กับขดลวดของรีเลย์ ส่วนไดโอดนำมาต่อไว้สำหรับป้องกันแรงดันย้อนกลับที่เกิดจากการเหนี่ยวนำของสนามแม่เหล็กในขณะเกิดการยุบตัว ซึ่งอาจจะทำให้ทรานซิสเตอร์เสียหายได้



รูปที่ 2.20 การใช้ทรานซิสเตอร์เพื่อขับรีเลย์ให้ทำงาน [13]

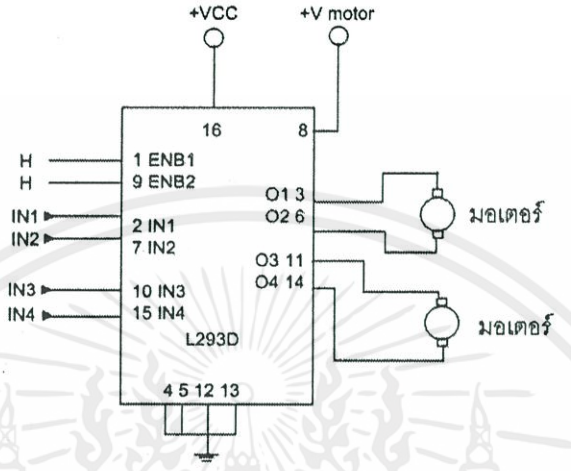
วงจรลิเนียร์บริดจ์แอมป์ดังรูปที่ 2.21 ซึ่งจะประกอบไปด้วยทรานซิสเตอร์กำลัง 4 ตัวที่ทำหน้าที่ขับ และควบคุมทิศทางการหมุนของมอเตอร์ ถ้าหากกำหนดให้ทรานซิสเตอร์ Q1 และ Q4 อยู่ในสภาวะทำงาน (Active) กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านทรานซิสเตอร์จากซ้ายไปขวา โดยผ่านมอเตอร์กระแสตรงทำให้มอเตอร์หมุนไปทางขวา ในทำนองเดียวกันถ้าหากเราทำให้ทรานซิสเตอร์ Q2 และ Q3 อยู่ในสภาวะทำงาน (Active) กระแสไฟฟ้าก็จะไหลจากทางขวาไปทางซ้ายซึ่งจะส่งผลให้มอเตอร์กลับทิศทางการหมุนจากทางขวาไปทางซ้าย



รูปที่ 2.21 การใช้ทรานซิสเตอร์เป็นวงจรขับและกำหนดทิศทางของมอเตอร์กระแสตรง [13]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้ไอซีในการกลับทิศทางการหมุนของมอเตอร์แทนการใช้ทรานซิสเตอร์ก็สามารถทำได้ โดยนิยมใช้ไอซีเบอร์ L239D ซึ่งในไอซีหนึ่งตัวสามารถขับมอเตอร์ได้ 2 ตัว ดังรูปที่ 2.22



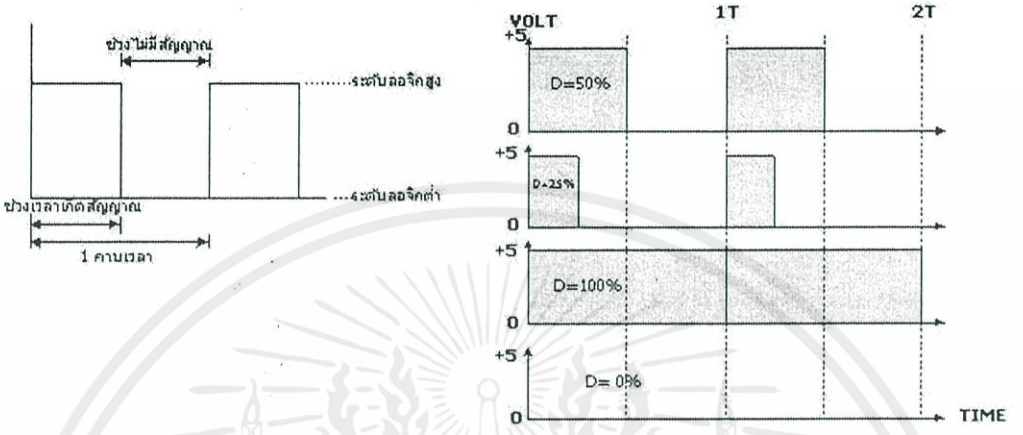
รูปที่ 2.22 วงจรใช้ไอซีเบอร์ L293D ในการกลับทางหมุน [13]

2.2.4 การควบคุมความเร็วของมอเตอร์กระแสตรง

การควบคุมความเร็วของมอเตอร์กระแสตรงมีหลายวิธีด้วยกัน ซึ่งอาจจะใช้วิธีการควบคุมแบบพื้นฐานทั่วไปเช่นการควบคุมด้วยวิธีการใช้ตัวต้านทานปรับค่าโดยต่ออนุกรมกับมอเตอร์ หรือใช้วิธีการการควบคุมโดยการเปลี่ยนค่าของระดับแรงดันที่ป้อนให้กับมอเตอร์ แต่การควบคุมในวิธีดังกล่าวถึงแม้ว่าจะควบคุมความเร็วมอเตอร์ให้คงที่ได้ แต่ที่ความเร็วต่ำจะส่งผลให้แรงบิดต่ำไปด้วย ดังนั้นเราจึงเลือกใช้วิธีการควบคุมโดยการจ่ายกระแสไฟให้กับมอเตอร์เป็นช่วงๆ โดยอาศัยกระแสไฟที่ป้อนให้กับมอเตอร์ให้เป็นค่าเฉลี่ยที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วง ซึ่งเราเรียกว่าวิธีการของการมอดูเลชั่นทางความกว้างของพัลส์ PWM (Pulse Width Modulation) การมอดูเลชั่นทางความกว้างของพัลส์ PWM จะเป็นการปรับเปลี่ยนที่สัดส่วน และความกว้างของสัญญาณพัลส์ โดยความถี่ของสัญญาณพัลส์จะไม่มีการเปลี่ยนแปลง หรือเป็นการเปลี่ยนแปลงที่ค่าของดิวตี้ไซเคิล (duty cycle) นั้นเอง ซึ่งค่าของดิวตี้ไซเคิล คือช่วงความกว้างของพัลส์ที่มีสถานะลอจิกสูง โดยคิดสัดส่วนเป็นเปอร์เซนต์จากความกว้างของพัลส์ทั้งหมด ยกตัวอย่างเช่น ถ้าหากค่าดิวตี้ไซเคิลมีค่าเท่ากับเท่ากับ 50% ก็หมายถึงใน 1 รูปสัญญาณพัลส์จะมีช่วงของสัญญาณที่เป็นสถานะลอจิกสูงอยู่ครึ่งหนึ่ง และสถานะลอจิกต่ำอยู่อีกครึ่งหนึ่ง ดังรูป 2.23 และในทำนองเดียวกันถ้าหากค่าดิวตี้ไซเคิลมีค่ามากหมายความว่าความกว้างของพัลส์ที่เป็นสถานะลอจิกสูงจะมีความกว้างมากขึ้น หากค่าดิวตี้ไซเคิลมีค่าเท่ากับ 100% ก็หมายความว่าจะไม่มีสถานะลอจิกต่ำเลย ซึ่งค่าดิวตี้ไซเคิลสามารถ จะหาได้จากค่าความสัมพันธ์ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าดิวตี้ไซเคิล = (ช่วงของสัญญาณพัลส์/คาบเวลาทั้งหมดของสัญญาณ) X100%



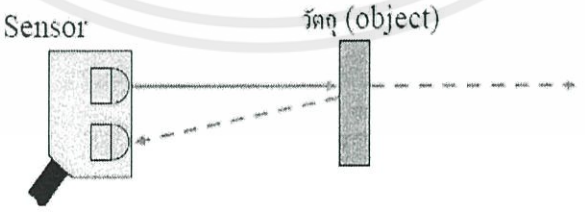
รูปที่ 2.23 ความกว้างของพัลส์ขนาดต่างๆ และค่าดิวตี้ไซเคิลของช่วงพัลส์ที่มีความถี่คงที่ [13]

2.3 เซ็นเซอร์ตรวจจับด้วยแสง (Photoelectric Sensors)

2.3.1 หลักการของเซ็นเซอร์ตรวจจับด้วยแสง

อุปกรณ์ตรวจจับด้วยแสง (Photoelectric Sensors) คือการควบคุมแสงที่ใช้ในกระบวนการผลิตอัตโนมัติต่างๆ โดยทำงานตรวจจับแสงที่มองเห็นหรือแสงที่มองไม่เห็น และตอบสนองการทำงานตามการเปลี่ยนแปลงความเข้มของแสงที่ได้รับ โดย Photoelectric Sensors สามารถแบ่งได้หลักๆ 3 ประเภท

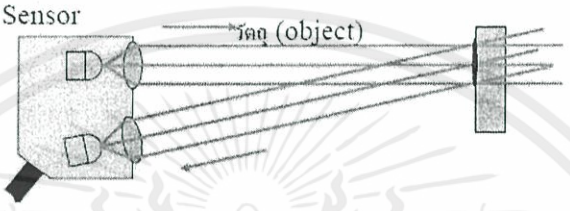
1) Diffuse Mode (สะท้อนวัตถุโดยตรง) เป็น Sensor ที่อาศัยหลักการยิงแสงไปที่วัตถุ แล้วสะท้อนกลับมา ซึ่ง Sensor ลักษณะนี้นิยมใช้งานโดยทั่วไป เนื่องจากใช้พื้นที่ติดตั้งน้อย เพราะใช้ผิววัตถุที่ตรวจจับเป็นตัวสะท้อนแสงกลับมา ดังรูปที่ 2.24



รูปที่ 2.24 เซ็นเซอร์สะท้อนวัตถุโดยตรง [14]

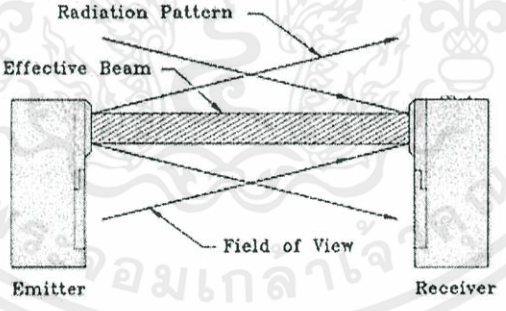
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) Retroreflective Mode (สะท้อนวัตถุโดยตรงแบบจำกัดลำแสง) เป็นเซ็นเซอร์ที่ต้องอาศัยแผ่นสะท้อนหรือที่เราเรียกว่า Reflector เป็นตัวสะท้อนแสงกลับมา ซึ่ง Sensor ลักษณะนี้สามารถนำไปใช้งานได้ดีในบริเวณที่มีการจำกัดพื้นที่การติดตั้งนอกจากนี้แผ่นสะท้อน ยังส่งผลทำให้ระยะการตรวจจับวัตถุสามารถทำได้ไกลขึ้น ดังรูปที่ 2.25



รูปที่ 2.25 เซ็นเซอร์สะท้อนวัตถุโดยตรงแบบจำกัดลำแสง [14]

3) Opposed Mode (มีตัวส่งและตัวรับแยกกัน) เป็น Sensor แบบที่ใช้ตัวส่งและตัวรับ เนื่องจาก Sensor ลักษณะนี้ มีทั้งตัวส่งและตัวรับ ดังนั้นจึงทำให้ระยะการตรวจจับวัตถุสามารถตรวจจับได้ระยะไกลมากขึ้น นอกจากนี้ในยังสามารถนำไปใช้งานในสภาพแวดล้อมที่มีฝุ่นมากกว่าปกติได้ ดังรูปที่ 2.26



รูปที่ 2.26 เซ็นเซอร์ที่มีตัวส่งและตัวรับแยกกัน [14]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 ปัจจัยและข้อจำกัดของเซ็นเซอร์ตรวจจับด้วยแสง

Photoelectric Sensor ทั้ง 3 ประเภทข้างต้น เราสามารถตัดสินใจเลือกใช้รูปแบบการติดตั้งได้อย่างเหมาะสม ยังมีปัจจัยอื่นๆ ที่สำคัญต่อการตัดสินเลือกใช้เซ็นเซอร์ประเภทต่างๆ

1) สี, พื้นผิวของวัตถุที่ตรวจจับ (Color, Surface) สีต่าง ๆ กัน มีผลต่อการดูดซับของแสง ลักษณะพื้นผิว เช่น ผิวมันวาว ผิวขรุขระ มีผลต่อการสะท้อนของแสง

2) ความโตของลำแสง (Beam Pattern) ถ้าความโตของลำแสง มีขนาดใหญ่กว่าวัตถุที่ตรวจจับ ก็จะทำให้แสงนั้นยิงผ่านวัตถุไป บางครั้งทำให้ไม่สามารถตรวจจับได้ ดังนั้นความโตของลำแสง จึงต้องมีขนาดเล็กกว่าวัตถุที่ต้องการตรวจจับ

3) ความแตกต่างของสี (Contrast) เนื่องจาก Photoelectric Sensors จะมองเห็นวัตถุที่ต้องการตรวจจับเป็น Gray Scale หรือ เป็นสีเทานั่นเอง ดังนั้น Photo Sensors จะตรวจจับวัตถุที่มีค่า Contrast สูงได้ดีกว่า วัตถุที่มีค่า Contrast ต่ำ

2.4 Webcam

เว็บแคม (Webcam) หรือ Web Camera เป็นอุปกรณ์อินพุตที่สามารถจับภาพเคลื่อนไหวของเราไปปรากฏในหน้าจอมอนิเตอร์ และสามารถส่งภาพเคลื่อนไหวนี้ผ่านระบบเครือข่ายเพื่อให้คนอีกฟากหนึ่งสามารถมองเห็นความเคลื่อนไหวได้ ถือว่าเป็นอุปกรณ์ที่มีประโยชน์ตัวหนึ่ง และเริ่มมีความจำเป็นมากขึ้นเรื่อยๆ

2.4.1 เลนส์ของกล้อง

เลนส์ของกล้องแบ่งออกเป็น 2 ชนิด

1) เลนส์แบบ CMOS: Complementary Metal Oxide Semiconductor เป็นเซ็นเซอร์ที่มีลักษณะการทำงานโดยแต่ละพิกเซลล์จะมีวงจรย่อยๆเปลี่ยนค่าแสงที่เข้ามาเป็นสัญญาณดิจิตอลในทันที

2) เลนส์แบบ CCD: Charge Coupled Device เป็นเซ็นเซอร์ที่ทำงานโดยที่แต่ละพิกเซลล์จะมีเซ็นเซอร์ทำหน้าที่รับแสงและเปลี่ยนค่าแสงเป็นสัญญาณแอนาล็อก ส่งเข้าสู่วงจรเปลี่ยนค่าสัญญาณแอนาล็อกเป็นดิจิตอลอีกที เลนส์แบบ CCD จะมีคุณภาพของภาพดีกว่าแต่จะมีราคาแพงกว่า อายุการใช้งานอยู่ที่ 7 ปีขึ้นไป ส่วนเลนส์แบบ CMOS อายุการใช้งานอยู่ที่ 1-2 ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 Modulation

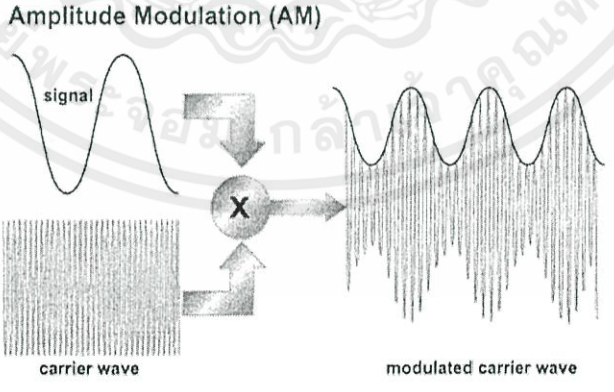
การมอดูเลทสัญญาณ คือ การจะส่งสัญญาณข้อมูลผ่านช่องทางการสื่อสารจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องอาศัยพลังงานไฟฟ้าช่วยพาสัญญาณเหล่านั้นให้เคลื่อนย้ายจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง ขบวนการหรือขั้นต้อนในการเพิ่มพลังงานไฟฟ้าดังกล่าวเราเรียกว่าการมอดูเลท (Modulation) พลังงานไฟฟ้าซึ่งมีความถี่สูงและคงที่รวมทั้งมีขนาดหรือแอมพลิจูด (Amplitude) สูงด้วยนั้นเราเรียกว่าสัญญาณคลื่นพาห์ (Carrier Signal) อุปกรณ์สำหรับมอดูเลทสัญญาณ (Modulator) จะสร้างสัญญาณคลื่นพาห์และรวมเข้ากับสัญญาณข้อมูลเพื่อให้สัญญาณมีความแรงพอที่จะส่งผ่านสื่อกลาง ไปยังอีกจุดหนึ่งที่อยู่ไกลออกไปได้ และเมื่อถึงปลายทางก็จะมีอุปกรณ์ซึ่งทำหน้าที่แยกสัญญาณคลื่นพาห์ออกให้เหลือเพียงสัญญาณข้อมูล เราเรียกวิธีการแยกสัญญาณนี้ว่าการดีมอดูเลท (Demodulation) การมอดูเลทสัญญาณ เป็นเรื่องที่สำคัญมากในการสื่อสารข้อมูล การเลือกวิธีการมอดูเลทและการดีมอดูเลทที่เหมาะสมจะช่วยให้ท่านทำการส่งข้อมูลข่าวสารได้อย่างมีประสิทธิภาพ

วิธีการมอดูเลทสัญญาณแอนาล็อกเพื่อส่งผ่านไปในช่องทางสื่อสารมี 3 วิธี คือ

1) การมอดูเลททางขนาด (Amplitude Modulation: AM)
2) การมอดูเลททางความถี่ (Frequency Modulation: FM)
3) การมอดูเลททางเฟส (Phase Modulation: PM)

2.5.1 การมอดูเลททางขนาด (Amplitude Modulation: AM)

การมอดูเลททางขนาด (Amplitude Modulation) สัญญาณของคลื่นพาห์จะมีความถี่สูงกว่าความถี่ของสัญญาณข้อมูล เพื่อให้สามารถพาสัญญาณข้อมูลไปได้ไกล สัญญาณที่มอดูเลทแล้วจะมีความถี่เท่ากับความถี่ของสัญญาณคลื่นพาห์ โดยมีขนาดหรือแอมพลิจูดของสัญญาณเปลี่ยนแปลงไปตามขนาดของสัญญาณข้อมูล ดังรูปที่ 2.27

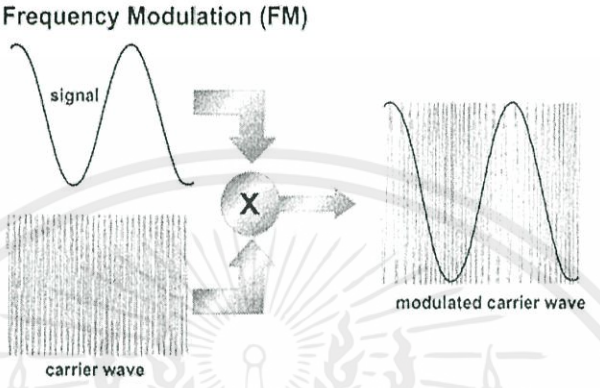


รูปที่ 2.27 การมอดูเลทเชิงแอมพลิจูด [7]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2 การมอดูเลททางความถี่ (Frequency Modulation: FM)

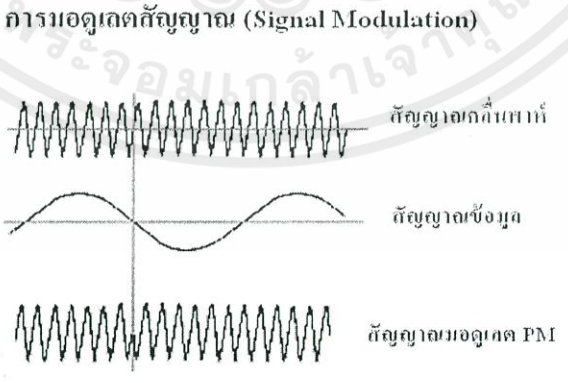
การมอดูเลททางความถี่ (Frequency Modulation) สัญญาณที่มอดูเลทแล้วจะมีขนาดคงที่แต่ความถี่ของสัญญาณจะไม่คงที่ซึ่งจะเปลี่ยนแปลงไปตามขนาดของสัญญาณข้อมูล



รูปที่ 2.28 การมอดูเลทเชิงความถี่ [7]

2.5.3 การมอดูเลททางเฟส (Phase Modulation: PM)

การมอดูเลททางเฟส (Phase Modulation) สัญญาณมอดูเลทจะมีการเปลี่ยนเฟสทุกครั้งที่เฟสของสัญญาณข้อมูลต่างจากเฟสของสัญญาณคลื่นพาห์เท่ากับ 180 องศา การมอดูเลททางขนาด (Amplitude Modulation) นิยมใช้ในการแพร่ภาพสีทางทีวี การมอดูเลททางความถี่ (Frequency Modulation) นิยมใช้ในการกระจายเสียงวิทยุ การมอดูเลททางเฟส (Phase Modulation) เป็นวิธีการที่ดีแต่วงจรค่อนข้างจะซับซ้อนจึงไม่นิยมใช้ส่งสัญญาณข้อมูลแอนาล็อก การมอดูเลททางเฟส (Phase Modulation) มักจะนำมาใช้ในการส่งสัญญาณข้อมูลคอมพิวเตอร์ที่ต้องการความเร็วในการส่งข้อมูลสูง



รูปที่ 2.29 การมอดูเลทเชิงเฟส [5]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 รูปแบบการสื่อสารผ่านพอร์ตอนุกรม

การสื่อสารในเครื่องคอมพิวเตอร์ เป็นการส่งถ่ายข้อมูลระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งแต่ 2 เครื่องขึ้นไปจะ มีรูปแบบการส่งถ่าย 2 แบบคือ แบบขนาน และแบบอนุกรม

2.6.1 การสื่อการแบบขนาน

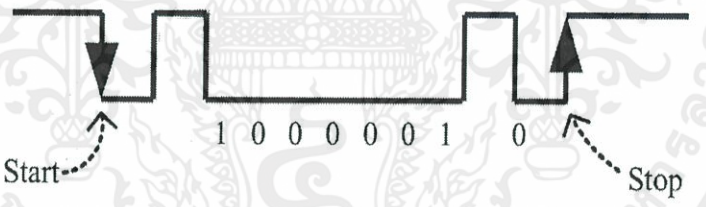
เป็นการส่งถ่ายข้อมูลขนาด 8 บิต พร้อมๆกัน ดังนั้นจึงต้องมีสายสัญญาณ 8 เส้น ใช้ความเร็วในการส่งถ่ายสูง แต่ไม่เหมาะกับการส่งถ่ายในระยะไกลๆ เพราะจะสิ้นเปลืองสายสัญญาณ

2.6.2 การสื่อสารแบบอนุกรม

เป็นการสื่อสารครั้งละกลุ่มบิต ดังนั้นจึงใช้สายสัญญาณเพียง 2-3 เส้นเท่านั้น สามารถส่งถ่ายข้อมูลได้ระยะทางไกลกว่าการสื่อสารแบบขนาน แต่ความเร็วจะช้ากว่ามาก การสื่อสารแบบอนุกรมยังมีลักษณะการส่ง 2 แบบคือ

1) แบบซิงโครนัส (Synchronous) จะเป็นการส่งข้อมูลไปพร้อมๆกับสัญญาณนาฬิกา เช่น การส่งข้อมูลจากแป้นพิมพ์ของเครื่องคอมพิวเตอร์

2) แบบอะซิงโครนัส (Asynchronous) เป็นการส่งข้อมูลแบบใช้เวลาเป็นตัวควบคุมการส่ง ทั้งนี้ต้องขึ้นอยู่กับความพร้อมของภาครับ กับภาคส่ง ซึ่งในตัว MCS-51 เป็นการสื่อสารอนุกรมแบบอะซิงโครนัส มีรูปแบบดังนี้



รูปที่ 2.30 แสดงรูปแบบการสื่อสารอนุกรม 1 กลุ่มบิต [6]

จากรูปเป็นการส่งข้อมูลขนาด 8บิต (1 กลุ่ม) ประกอบไปด้วย

- บิตเริ่มต้น (Start bit) เป็นบิตที่ใช้บอก MCS-51ตัวรับให้รู้ว่ากำลังจะมีข้อมูลถูกส่งมาถึง
- บิตข้อมูล (Data bit) มีขนาด 7-8 บิต เป็นบิตข้อมูลที่ใช้สื่อสารกันระหว่าง MCS-51 กับซีพียูตัวอื่นๆ (ถ้าเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์มักจะเป็นรหัสแอสกี)
- บิตตรวจสอบความผิดพลาด (Parity bit) เป็นบิตที่ใช้ตรวจสอบข้อมูลที่ส่งว่ามีความถูกต้องหรือไม่
- บิตหยุด (Stop bit) ใช้เป็นตัวบอกให้รู้ว่าข้อมูลที่ส่งมานั้นสิ้นสุดแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.3 มาตรฐาน RS-232

การสื่อแบบอนุกรมสามารถสื่อสารข้อมูลได้ไกล 50 เมตร ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคุณภาพของสายสัญญาณด้วย แต่เพื่อให้เป็นมาตรฐานในการสื่อสารแบบอนุกรมจึงมีข้อกำหนดอยู่ 4 ข้อ คือ

1) อัตราความเร็วในการรับ และส่ง (Baud Rate) มีตั้งแต่ 110 จนถึง 76800 เช่น อัตราความเร็วในการับ และส่ง 9600 หมายถึง มีการรับและส่งข้อมูลภายใน 1 วินาทีด้วยข้อมูล 9600 บิต

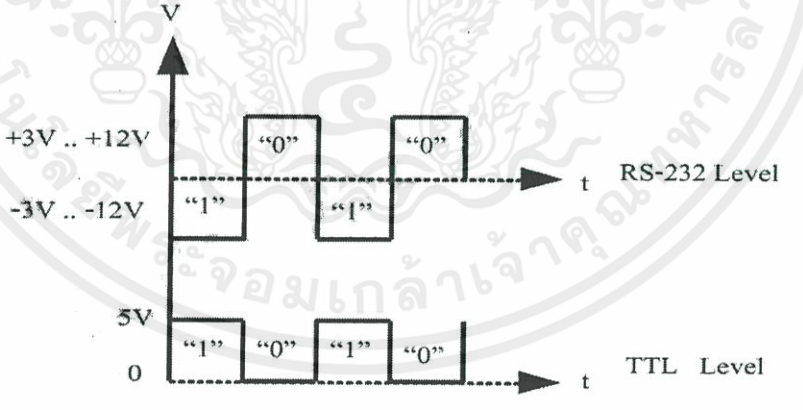
2) ความกว้างของข้อมูล (Data Width) เป็นกลุ่มของข้อมูลที่จะจัดให้มีการรับและส่ง มีขนาด 7-8 บิต

3) ค่าพาริตี้ (Parity bit) เป็นบิตที่ใช้ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่รับหรือส่ง

4) บิตจบการสื่อสาร (Stop bit) มีขนาด 1 หรือ 2 บิตใช้บอกว่าเป็นการสิ้นสุดการส่งข้อมูล

2.6.4 ไอซี MAX 232

การสื่อสารภายในตัว Mcs51 นั้นจะเป็นสัญญาณในระดับ TTL นั้นคือ ลอจิก “1” จะมีค่า +5V และลอจิก “0” จะมีค่า 0V ส่วนการสื่อสารภายในเครื่องคอมพิวเตอร์ จะใช้มาตรฐาน RS-232 นั้นคือมีสัญญาณไฟบวกกับไฟลบ เมื่อเข้าสู่สภาวะทำงาน จะมีระดับไฟ +3 ถึง +12V และสภาวะ “off” จะมีระดับไฟ -3 ถึง -12V ดังนั้นหากต้องการสื่อสารกันระหว่าง MCS-51 กับเครื่องคอมพิวเตอร์จึงจำเป็นจะต้องปรับระดับสัญญาณโดยใช้ไอซี MAX232



รูปที่ 2.31 แสดงการเปรียบเทียบรูปสัญญาณระหว่าง RS-232 กับ TTL [6]

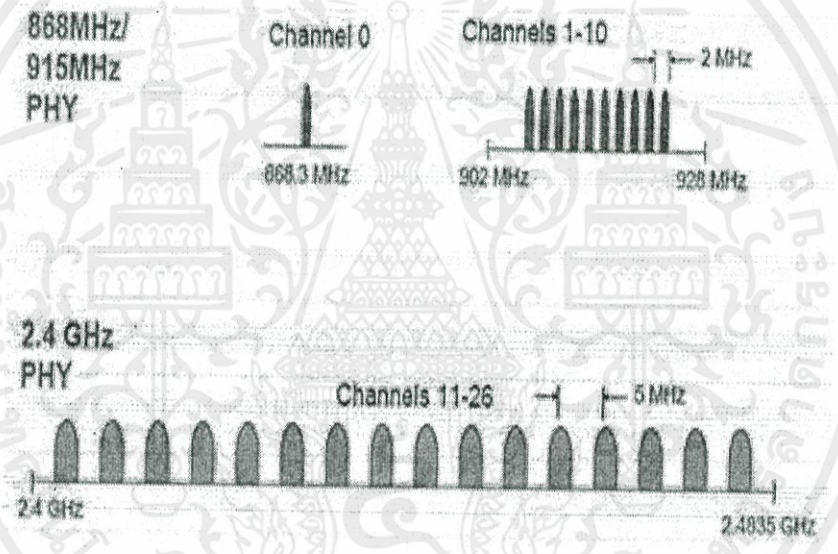
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 Zigbee

2.7.1 เทคโนโลยีซิกบี

Zigbee เป็นมาตรฐานสากล กำหนดโดย Zigbee Alliance เป็นการสื่อสารแบบไร้สายที่มีอัตราการรับส่งข้อมูลต่ำ ใช้พลังงานต่ำ ราคาถูก จุดประสงค์เพื่อให้สามารถสร้างระบบที่เรียกว่า Wireless Sensor Network ได้ ซึ่งระบบนี้ จะสามารถทำงาน ในร่ม กลางแจ้ง และอยู่ได้ด้วยแบตเตอรี่ก้อนเล็ก นานเป็นเดือน เป็นปี เหมาะสมใช้งานกับพวก Monitoring ต่าง ๆ

Zigbee มีการกำหนดย่านความถี่ใช้งานตามมาตรฐานไว้3 ย่านความถี่ คือ ย่าน 2.4 GHz ย่าน 915 MHz และย่าน 868 MHz โดยแต่ละย่านจะมีช่องสัญญาณ 16 ช่อง, 10 ช่อง และ 1 ช่องตามลำดับ และกำหนดอัตราการรับส่งข้อมูล (ทางอากาศ) ไว้ที่250 kbps, 40 kbps และ 20 kbps ตามลำดับ



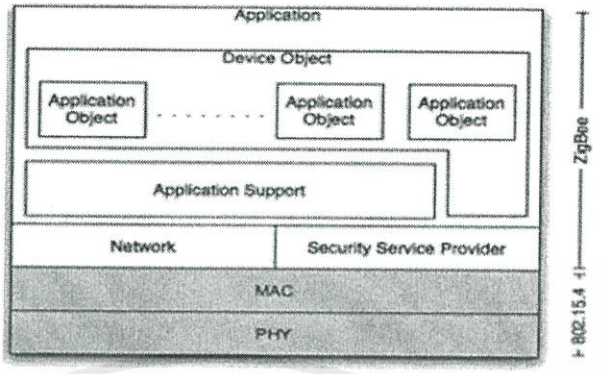
รูปที่ 2.32 ย่านความถี่ใช้งานตามมาตรฐานของ Zigbee [3]

สรุป

1. ย่านความถี่ 2.4 GHz มี16 ช่องสัญญาณ อัตรารับส่งข้อมูล250 Kbps
2. ย่านความถี่ 915 GHz มี10 ช่องสัญญาณ อัตรารับส่งข้อมูล40 Kbps
3. ย่านความถี่ 868 GHz มี1 ช่องสัญญาณ อัตรารับส่งข้อมูล20 Kbps

Zigbee นำ Physical Layer และ MAC Layer ของ IEEE 802.15.4 ซึ่งเป็นมาตรฐานการกำหนดการสื่อสารไร้สายแบบ WPAN (Wireless Personal Area Network) มาทำงานใน Layer ที่ต่ำกว่า เช่น เรื่องของ ระดับกำลังสัญญาณ, Link Quality, Access control, Security เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.33 Zigbee Stack [3]

Zigbee ไดแบ่งตามลักษณะการทำงาน 3 แบบ คือ

1. Coordinator มีหน้าที่สร้างการสื่อสาร เชื่อมโยงเครือข่าย ระหว่าง End Device กับRouter หรือ Coordinator กับ Coordinator ด้วยกัน หรือ Coordinator กับ Router กำหนดaddress ให้กับ device ที่อยู่ในวงเครือข่าย ไม่ให้ซ้อนกัน ดูแลจัดการเรื่องการRouting เส้นทาง

2. End Device เป็นอุปกรณ์ปลายทางสุด ซึ่งจะใช้รับสัญญาณจาก Sensor ที่ปลายทาง โดยที่ใช้พลังงานต่ำในการทำงาน

3. Router มีหน้าที่ รับส่งข้อมูล ในเส้นทางต่าง ๆ ของเครือข่าย

2.7.2 โปรโตคอลซิกบี (Zigbee Protocol)

มาตรฐาน 802.15.4 มีจุดมุ่งหมายเบื้องต้นเพื่อตรวจจับและควบคุมแอพพลิเคชั่น ความสามารถในด้านการประหยัดพลังงานถือเป็นคุณสมบัติที่สำคัญในการที่จะทำให้อุปกรณ์ที่ใช้งานแบตเตอรี่สามารถใช้งานไดยาวนานขึ้น จำนวนปริมาณข้อมูลเอาท์พุต (แบนด์วิธ) ที่ได้ค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับ Wireless LAN ซึ่งต้องใช้ถึง 250 กิโลบิตต่อวินาที (kbps) กับแอพพลิเคชั่นหลายตัวจึงจะมากเพียงพอ ระยะห่างระหว่างโหนด 2 โหนด อยู่ที่ 50 เมตรขึ้นไป และแต่ละโหนดที่แลกเปลี่ยนข้อมูลกันจะทำการสร้างเครือข่ายขนาดใหญ่ขึ้นเรื่อยๆ เพื่อให้ครอบคลุมเส้นทางที่เป็นไปไดทั้งหมด

1.) Hardware (Physical and MAC layers)

ในชั่วเวลาขณะหนึ่ง ทุกโซลูชั่นทำงานที่ความถี่ 2.4 GHz แต่เฉพาะที่อเมริกาเหนือทำงานที่ย่านความถี่ 915 MHz และที่ยุโรปทำงานที่ย่านความถี่ 868 MHz ที่ย่านความถี่ 2.4 GHz เป็นย่านความถี่ที่อนุญาตให้ใช้ไดฟรี ดังนั้นผลิตภัณฑ์จากซิกบีจึงอาจจะสามารถใช้ไดทั่วโลก ผลิตภัณฑ์ในปัจจุบันทั้งหมดจะใช้ไดที่ย่านความถี่ 2.4 GHz ในทุกย่านความถี่ใช้ DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum) ที่ย่านความถี่ 868 MHz และ915 MHz ใช้วิธี Binary Phase

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Shift Keying และที่ย่านความถี่2.4 GHz ใช้วิธี O-QPSK (Offset Quadrature Phase Shift Keying)

คุณสมบัติที่เป็นลักษณะเรียลไทม์ ซิกบีสามารถกำหนดให้ข้อความมีลำดับความสำคัญสูงสุดได้ โดยใช้กลไกการแบ่งช่วงเวลา ดังนั้นข้อความที่มีลำดับความสำคัญสูงจะสามารถถูกส่งไปได้เร็วที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ซิกบีใช้แอดเดรส 2 ประเภท มี IEEE address ขนาด 64 บิต ซึ่งเปรียบเทียบกับไอพีแอดเดรสบนอินเตอร์เนต และมีอีก 16 บิตเป็น short address ซึ่งใช้เน็ตเวิร์คละครั้ง ดังนั้นจะสามารถสร้างโหนดได้ทั้งหมด 64000 โหนด ซึ่งเพียงพอต่อการใช้งาน แต่ถ้าต้องการใช้จำนวนโหนดที่มากขึ้นต้องออกแบบเพื่อสร้างโหนดเกตเวย์

2.) The Zigbee upper layers

เป็นเลเยอร์ที่อยู่ถัดขึ้นไปจากชั้น 802.15.4 ซึ่งเรียกว่ามาตรฐานซิกบี ซึ่งเลเยอร์นี้ประกอบไปด้วย แอพลิเคชั่นโพรไฟล์ (Application Profile) ซีเคียวริตี้เซตติ้ง (Security Setting) และ แมสเสจ (messaging) ถึงแม้ว่าซิกบีมีสถาปัตยกรรมเป็นแบบตาข่าย (mesh) แต่ก็ไม่สนับสนุนการทำงานกับ สถาปัตยกรรมที่เป็นโทโปโลยีแบบสตาร์ทรี หรือไฮบริดจ์เลย ขึ้นอยู่กับว่าแอพพลิเคชั่นในแต่ละโทโปโลยีจะมีข้อดีหรือข้อเสียอย่างไร โทโปโลยีแบบสตาร์เป็นโทโปโลยีที่ง่ายที่สุด ทุกโหนดจะเชื่อมต่อสื่อสารกับโหนดที่อยู่ตรงกลาง คล้ายกับดาว โทโปโลยีแบบตาข่ายมีความซับซ้อนมาก แต่ละโหนดอาจมีการเชื่อมต่อกับโหนดอื่นๆ ที่อยู่ภายในช่วงได้ แต่เป็นการง่ายที่จะทราบว่ารูปแบบนี้ทำให้เกิดเส้นทางระหว่างเนตเวิร์คที่เป็นไปได้มากมาย ทำให้โทโปโลยีมีความแข็งแรงทนทานเนื่องจากเส้นทางที่ใช้งานไม่ได้ถูกยกเลิกไป

2.7.3 คุณสมบัติโดยทั่วไปของZigbee

- ความถี่ในการทำงาน 2.4 GHz
- สายอากาศ: มีสายอากาศแบบWhip
- ระยะทำการภายในอาคาร สูงสุดประมาณ100 เมตร
- ระยะทำการในกลางแจ้ง (แบบline-of-sight) สูงสุดประมาณ 1,500 เมตร
- กำลังส่ง: 60mW (18dBm)
- ความไวในการรับสัญญาณ -100 dBm (1% packet error rate)
- การทำงานของพอร์ต สามารถกำหนดผ่านทางซอฟต์แวร์ X-CTU เพื่อให้การทำงานเป็นอินพุตแอนาล็อกสำหรับวงจรแปลงสัญญาณแอนาล็อกเป็นดิจิตอล ความละเอียด10 บิตและอินพุตเอาต์พุตดิจิตอล
- ขนาด 0.96x1.297 นิ้ว หรือ 2.438x3.294 เซนติเมตร
- ไฟเลี้ยง 2.8 ถึง 3.4 V
- กระแสไฟฟ้า เมื่อส่งข้อมูล 215 mA, รับข้อมูล 55 mA, น้อยกว่า10 µA ในโหมดลดพลังงาน ที่ไฟเลี้ยง +3.3V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- อุณหภูมิใช้งาน -40 ถึง 85°C
- อัตราถ่ายทอดข้อมูลผ่านคลื่นวิทยุ 250,000 บิตต่อวินาที
- อัตราการถ่ายทอดข้อมูลอนุกรม (บอดเรต) 1,200 ถึง 115,200 บิตต่อวินาที
- รูปแบบโครงข่ายข้อมูลที่รองรับ จุดต่อจุด (point-to-point), จุดต่อหลายจุด (point-to-multipoint) และเข้ากับอุปกรณ์ตามมาตรฐานรหัส 802.15.4
- ทางเลือกแดเดรส PAN ID, ช่อง (Channel) และแอดเดรส (Addresses) สำหรับแอดเดรสสามารถกำหนดรหัสแอดเดรสได้มากถึง 65,000 รหัส

2.8 การส่งสัญญาณโทรทัศน์

2.8.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการส่งสัญญาณโทรทัศน์

การส่งสัญญาณโทรทัศน์ในครั้งแรก เริ่มจากการค้นคว้าทดลองส่งสัญญาณโทรทัศน์ของ ชาร์ล ฟรานซิส เจนกิน (Charles Fruncis Jenkin) ชาวอเมริกันและจอห์น ลอจี แบร์ด (Johnlogie Baird) ชาวอังกฤษ ในปี พ.ศ. 2468 ได้ทางการส่งสัญญาณโทรทัศน์ครั้งแรกที่ประเทศอังกฤษใน พ.ศ. 2479 โดยสถานีวิทยุ บีบีซี (BBC) ซึ่งแบร์ดเป็นผู้ได้รับการยกย่องว่าทำได้สำเร็จเป็นคนแรก สหรัฐอเมริกาตั้งสถานีโทรทัศน์แพร่ภาพออกอากาศ โดยบริษัท ซีบีเอส (CBS) ในปีพ.ศ.2481 และบริษัท เอ็นบีซี ตั้งสถานีแพร่ภาพออกอากาศในปีถัดมา หลังจากนั้นโทรทัศน์ได้รับการพัฒนาแพร่หลายมากขึ้นเป็นลำดับทั้งในยุโรปและอเมริกา แล้วจึงขยายไปสู่ประเทศอื่นๆ ทั่วโลก

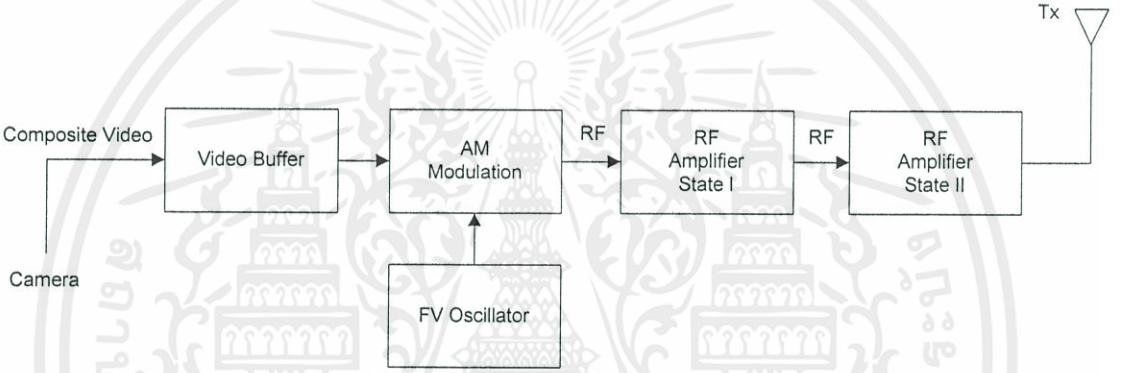
การแพร่ภาพโทรทัศน์ (Television Broadcasting) เป็นวิธีการรับส่งข้อมูลข่าวสารทั้งข้อมูลภาพ และเสียง โดยแบ่งการทำงานออกเป็นสองประเภท ได้แก่ การแพร่ภาพโทรทัศน์ ระบบ Analog และระบบ Digital โดยหลักการแพร่ภาพเบื้องต้นเกิดจากเครื่องส่งจะส่งสัญญาณภาพและ เสียงพร้อมกับผสมสัญญาณรวมกับ คลื่นวิทยุ แล้วกระจายสู่อากาศในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า จากนั้นเครื่องรับจะทำการแยกสัญญาณทำให้เป็น ภาพปรากฏที่หน้าจอเครื่องรับ ซึ่งการแพร่ภาพในแต่ละประเภทนี้สามารถรับและส่งข้อมูลได้ในหลายช่องทาง เช่น การส่งสัญญาณผ่านสายเคเบิล การส่งสัญญาณผ่านดาวเทียมและการส่งสัญญาณแพร่ภาพภาคพื้นดินด้วยคลื่นความถี่วิทยุ ซึ่งอาจจะมาจากการถ่ายทอดสดหรือจากการบันทึกเทปไว้

2.8.2 โทรทัศน์แอนาล็อก (Analog Television)

โทรทัศน์แอนาล็อกคือ โทรทัศน์ที่มีระบบการรับ ส่งสัญญาณภาพ และเสียงในรูปสัญญาณแอนาล็อกแบบ AM และ FM แบ่งเป็นระบบ NTSC, ระบบ PAL และ SECAM เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) ระบบ NTSC ย่อมาจาก Nation Television System Committee โดยมีการส่ง 525 เส้น 30 ภาพ/ วินาที หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าระบบเอฟซีซี (FCC) มีการใช้ในประเทศสหรัฐอเมริกา และประเทศที่เคยอยู่ภายใต้ อาณานิคมของประเทศสหรัฐอเมริกาเป็นส่วนใหญ่
2) ระบบ PAL ย่อมาจาก Phase Alternative Line หรือเรียกว่าระบบ CCIR ซึ่งเป็นระบบที่พัฒนามาจาก ระบบโทรทัศน์ NTSC โดยมีการส่ง 625 เส้น 25 ภาพต่อวินาที
3) ระบบ SECAM ย่อมาจาก Sequential Color with a memory โดยมีการส่ง 625 เส้น 25ภาพต่อวินาที เป็นระบบที่ใช้ในประเทศฝรั่งเศสและหลายประเทศในยุโรปและแอฟริกา



รูปที่ 2.34 บล็อกไดอะแกรมรวมการส่งสัญญาณทางภาพ [8]

2.8.3 เครื่องส่งภาพ

สามารถอธิบายการทำงานได้ดังนี้

1) Video Buffer ทำหน้าทีขยายแรงดันไฟฟ้าของสัญญาณ Composite Video ให้มีแรงดันไฟฟ้าสูงขึ้น ส่งสัญญาณให้ภาค AM (Amplitude Modulation) ซึ่งต่อไปจะเรียกสัญญาณนี้ว่า AM
2) FV Oscillator ทำหน้าที่ ผลิตสัญญาณ Sine Wave มีความถี่ตามกำหนด เรียกสัญญาณนี้ว่า คลื่นพาห์ภาพ หรือสัญญาณ FV OSC ซึ่งต่อไปจะเรียกสัญญาณนี้ว่า สัญญาณ FV OSC ป้อนให้แก่ AM Modulation
3) AM (Amplitude Modulator) ทำหน้าทีเปลี่ยนแปลง Amplitude ของสัญญาณ FV OSC ตามการเปลี่ยนแปลงความสูงของ Composite Video ได้สัญญาณที่เรียกว่า FV ซึ่งจะเรียกสัญญาณนี้ว่า สัญญาณ RF โดยค่าความถี่ของ สัญญาณ RF นั้นจะยังคงเท่ากับ สัญญาณ FV OSC เปลี่ยนแปลงเฉพาะความสูงเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) RF Output ทำหน้าที่ขยายกำลังไฟฟ้าของสัญญาณ FV ให้มีกำลังไฟฟ้าสูงขึ้น ส่งให้แก่ Vestigial Sideband

5) Vestigial Sidebandทำหน้าที่เป็นวงจรฟิลเตอร์ยอมให้ Upper Sideband 0-5 MHz ผ่านได้และ Lower Side Band 0-0.75 MHz ผ่านได้ ส่วน Lower Side Band – 0.75-1.25 MHz จะถูกลดความแรง ลงจนเป็นศูนย์

6) Antenna ทำหน้าทีเปลียนจากพลังงานไฟฟ้าของสัญญาณ RF ให้เป็นพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าแพร่กระจายออกไปไกลๆ เรียกว่าสัญญาณโทรทัศน์ทางด้านภาพ

2.8.4 การมอดูเลทสัญญาณคอมโพสิตวิดีโอกับคลื่นพาห์ภาพ

จะเป็นแบบการมอดูเลทเชิงแอมพลิจูด แบ่งออกได้ 2 แบบ คือ

1) แบบเฟสลบ โดยความสูงสุดของ สัญญาณ FV นั้นจะเป็นยอดซิงค์และความต่ำสุดจะเป็นระดับขาวของภาพปัจจุบันนิยมใช้แบบนี้เนื่องจากสัญญาณรบกวนจะรบกวนในช่วงจอภาพมืด

2) แบบเฟสบวก ตรงกันข้ามกับแบบเฟสลบความสูงสุดของสัญญาณ FV นั้นจะเป็นระดับขาว ของภาพ และความต่ำสุดจะเป็นยอดซิงค์ ถูกรบกวนแล้วมองเห็นที่จอภาพปัจจุบันไม่ใช้

2.8.5 การกำหนดค่าความถี่ของเครื่องส่งโทรทัศน์

จะต้องสอดคล้องกับตารางแสดงช่องและความถี่สัญญาณโทรทัศน์ ระบบ CCIR 625 เส้น สมมุติต้องการให้ เครื่องส่งโทรทัศน์ส่งสัญญาณโทรทัศน์ ในช่อง 2 ออกอากาศจำเป็นต้องกำหนดค่าความถี่ของ FV OSC และ FS OSC ให้ถูกต้อง

FV = ขอบความถี่ด้านต่ำ + 1.25 MHz
FS = ขอบความถี่ด้านสูง – 0.25 MHz
FV OSC = FV

วิธีกำหนด FV OSC = FV
= ขอบความถี่ด้านต่ำ + 1.25 MHz
= 47 + 1.25 = 48.25 MHz

FS OSC = FS = ขอบความถี่ด้านสูง – 0.25 MHz
= 54 - 0.25
= 53.75 MHz

ดังนั้น FV OSC จะต้องผลิตสัญญาณ Sine Wave ให้ มี ความถี่ 48.25 MHz ใช้เป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คลื่นพาห์ภาพและ FV OSC จะต้องผลิตสัญญาณ Sine Wave ให้มีความถี่ 53.75 MHz ใช้เป็นคลื่นพาห์เสียงสัญญาณโทรทัศน์ทางด้านภาพและเสียงจะถูกส่งแพร่กระจายออกอากาศไปยังเครื่องรับ โทรทัศน์ในรูปของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าและเมื่อนำเอาสัญญาณโทรทัศน์ทางด้านภาพ และเสียงมาวิเคราะห์ ทางด้านสเปกตรัมของความถี่แล้วได้ดังรูปที่ 2.35

FV คือ สัญญาณโทรทัศน์ทางด้านภาพ หรือคลื่นพาห์ภาพมีความถี่ 48.25 MHz

FS คือ สัญญาณโทรทัศน์ทางด้านเสียงหรือคลื่นพาห์เสียงมีความถี่ 53.75 MHz

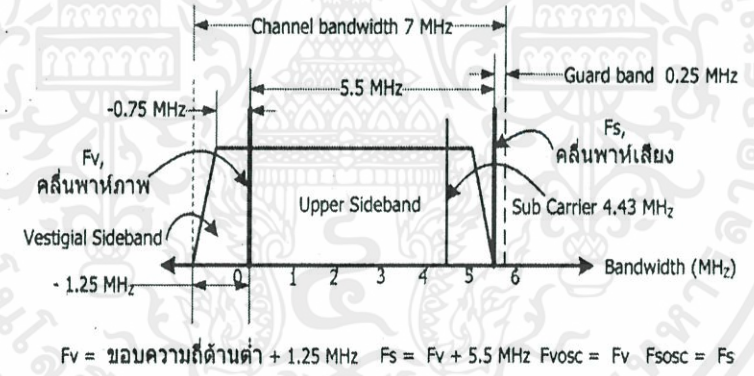
Upper Sideband คือ แถบความถี่ด้านข้างด้านขวามีความกว้าง 5.5 MHz

Lower Sideband คือ แถบความถี่ด้านข้างด้านซ้ายมีความกว้าง 1.25 MHz

Vestigial Sideband คือ เป็นผลรวมของอัพเปอร์ไซด์แบนด์และโลเวอร์ไซด์แบนด์แต่โลเวอร์ไซด์แบนด์จะกว้างเพียง 1.25 MHz เท่านั้น จะมีเฉพาะสัญญาณโทรทัศน์เท่านั้น

CH Guard Band คือ ช่องห่างระหว่างช่องความถี่ที่อยู่ติดกันหรือ guard band กว้าง 0.25 MHz เพื่อป้องกันการรบกวนกันของช่องข้างเคียง

CH BW 7 MHz คือ สัญญาณโทรทัศน์ 1 ช่องนั้น จะมีความกว้างของความถี่ 7 MHz (1.25 + 5.5 + 0.25 เท่ากับ 7 MHz) หรือจาก 47 - 54 MHz



รูปที่ 2.35 สเปกตรัมของสัญญาณโทรทัศน์ [8]

2.8.6 ระบบสายอากาศเครื่องส่งและรับวิทยุโทรทัศน์

การส่งสัญญาณวิทยุโทรทัศน์ให้เกิดประสิทธิภาพสูงต้องมีระบบสายอากาศที่เหมาะสมและเครื่องส่งต้องมีกำลังส่งสูงเพื่อให้ การส่งสัญญาณครอบคลุมพื้นที่เขตบริการการส่งสัญญาณวิทยุโทรทัศน์ ในภูมิประเทศหรือเขตพื้นที่ที่เป็นอุปสรรคและมีข้อจำกัดการแพร่กระจายคลื่น ต้องส่งโดยการกำหนดให้ คลื่นแพร่กระจายไปตามทิศทางที่กำหนด เช่น ส่งแพร่กระจายเฉพาะทิศเหนือหรือส่งแพร่กระจายเฉพาะทิศใต้ หรือส่งแพร่กระจายทิศเหนือและใต้ หรือส่งเน้นทั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3 ทิศ คือทิศเหนือ ใต้ ตะวันออก หรือส่งแพร่กระจายออกอากาศลักษณะรอบทิศทางขึ้นอยู่กับภูมิประเทศที่แตกต่างกัน

1) ระบบสายอากาศเครื่องส่ง เป็นสายอากาศเครื่องส่งโทรทัศน์ ทำหน้าที่แพร่กระจายคลื่นความถี่วิทยุโทรทัศน์ จากเครื่องส่งโทรทัศน์โดยผ่านทางจากเสาและสายอากาศไปยังผู้รับ เสาอากาศเครื่องส่งจะมี ขนาดใหญ่ ถ้าใช้เครื่องส่งที่มีกำลังส่งสูงสายอากาศจะมีความยาวตามไปด้วย สายอากาศเครื่องส่งโทรทัศน์ จะติดตั้งเป็นแนวนอนหรือแนวตั้งก็ได้ สำหรับการส่งสัญญาณโทรทัศน์ระบบ VHF ในประเทศไทยติดตั้งสายอากาศเป็นแนวนอน ดังนั้นการที่จะรับคลื่นความถี่จากสถานีโทรทัศน์ได้ดีสายอากาศเครื่องรับก็ ต้องติดตั้งบนแนวนอนด้วย เสาอากาศของเครื่องส่งโทรทัศน์ จะสูงมากทั้งนี้ เพราะมีจุดประสงค์ เพื่อให้คลื่นแพร่กระจายไปได้ไกล โดยปราศจากสิ่งขวางกั้นต่างๆ และให้ครอบคลุมพื้นที่เขตบริการมากที่สุด

2.) ระบบสายอากาศเครื่องรับ เป็นเครื่องรับโทรทัศน์จะรับสัญญาณโทรทัศน์ ได้ดีต้องมีการออกแบบสายอากาศที่เหมาะสมกับ ช่วงความถี่ที่ต้องการรับสายอากาศ เครื่องรับต้องมีความยาวและขนาดถูกต้องจึงจะรับสัญญาณภาพ และสัญญาณเสียงได้ดีสายอากาศเครื่องรับมีหลายแบบหลายขนาด มีทั้งแบบที่ติดอยู่กับตัวเครื่องรับที่เรียกว่าสายอากาศภายในอาคาร (in-door antenna) สายอากาศที่อยู่ภายในบ้านหรืออาคารแบบนี้ จะรับสัญญาณภาพได้ ภายในรัศมีประมาณ 10 กิโลเมตร แต่ถ้าระยะทางเครื่องรับอยู่ห่างจากเครื่องส่งเกินกว่า 10 กิโลเมตร ต้องใช้สายอากาศแบบภายนอกบ้าน (out-door antenna) จะรับสัญญาณโทรทัศน์ได้ดี ส่วนมากติดตั้งไว้บนหลังคาบ้าน หรือมีเสาต่อให้สูงขึ้นโดยเฉพาะ เครื่องรับโทรทัศน์ที่อยู่ในที่ห่างไกลสายอากาศนอกบ้านที่นิยมใช้ทุกวันนี้มี ลักษณะคล้ายปีกของเครื่องบินที่พบเห็นอยู่ทั่วไป เรียกเสาอากาศนี้ว่า ยากิ (Yagi)

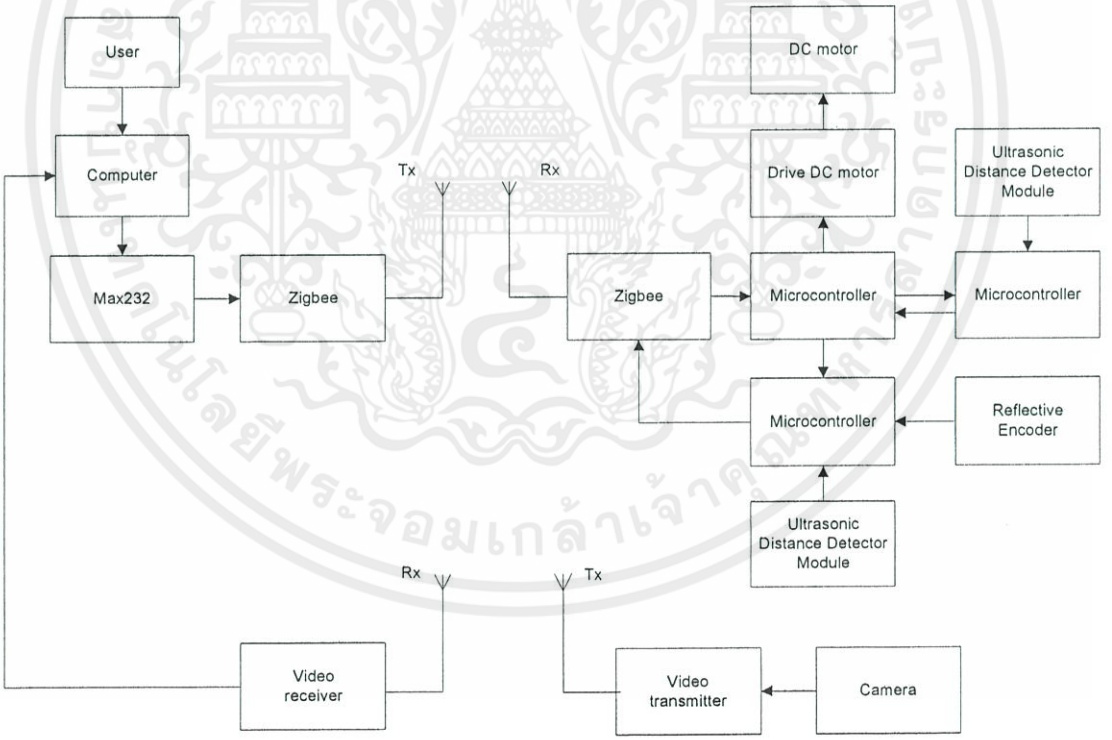
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบและการจัดทำปริญญานิพนธ์

การออกแบบและสร้างหุ่นยนต์ตรวจสอบระยะทาง จะแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ได้แก่ ส่วนควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์แบบไร้สาย, ส่วนรับและส่งสัญญาณภาพแบบไร้สาย, ส่วนตรวจสอบระยะทาง ซึ่งในส่วนของการควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์แบบไร้สายนั้น จะทำการควบคุมผ่านทางแป้นพิมพ์ของคอมพิวเตอร์และส่งสัญญาณไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ของหุ่นยนต์เพื่อทำการประมวลผลว่า สัญญาณที่ได้รับนั้นเป็นการสั่งให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่แบบใด และในส่วนของการรับส่งสัญญาณภาพแบบไร้สาย จะทำการติดตั้งกล้องลงในตัวหุ่นยนต์ เพื่อส่งสัญญาณภาพกลับมายังคอมพิวเตอร์ของผู้บังคับ ทำให้ผู้บังคับสามารถบังคับหุ่นยนต์ให้เคลื่อนที่ไปในทิศทางที่ต้องการ โดยมองผ่านจอคอมพิวเตอร์ได้ และในส่วนของการตรวจสอบระยะทางนั้น จะใช้เซ็นเซอร์ตรวจจับรหัสล้อ และใช้โมดูลตรวจวัดระยะทางอัลตร้าโซนิก ซึ่งจะส่งค่ากลับมาแสดงยังคอมพิวเตอร์ของผู้ใช้

บล็อกไดอะแกรมรวมของระบบสามารถแสดงได้ดังนี้



รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมรวมทั้งระบบ

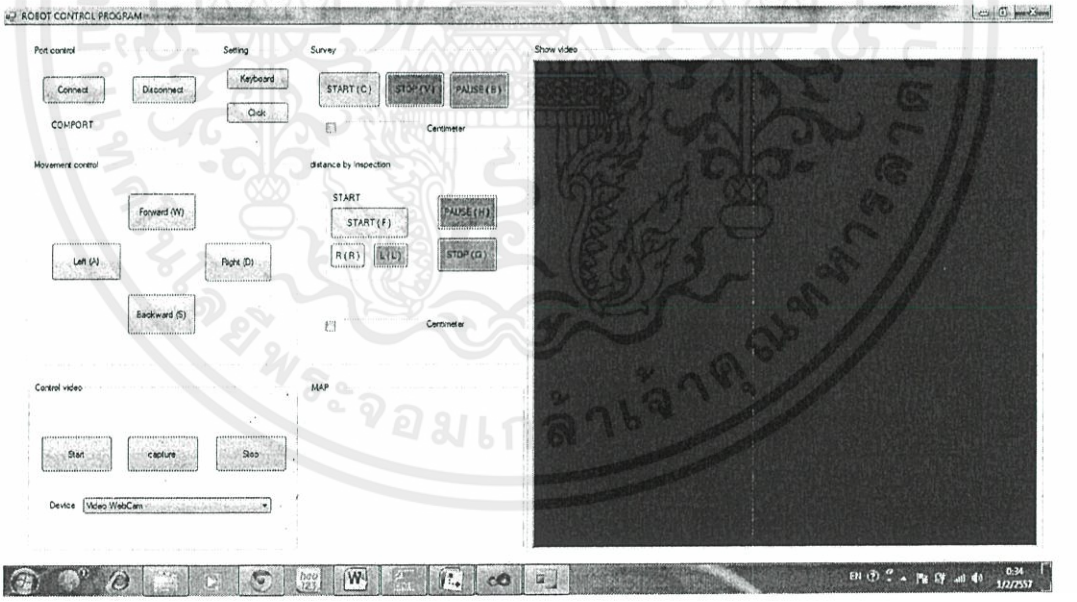
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 การออกแบบภาคส่งสัญญาณควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์แบบไร้สาย

3.1.1 ภาคโปรแกรมติดต่อระหว่างผู้ใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์

ในส่วนนี้เป็นการติดต่อ (Interface) ระหว่างผู้ใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ เพื่อบังคับให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปในทิศทางที่ต้องการและผู้ใช้ยังสามารถมองเห็นภาพที่ถูกส่งกลับมาจากกล้องที่ติดอยู่กับตัวหุ่นยนต์ได้ ซึ่งหน้าต่างโปรแกรมที่ใช้ควบคุมหุ่นยนต์ แสดงดังรูปที่ 3.2 เมื่อผู้ใช้ บังคับหุ่นยนต์โดยการกดปุ่มเดินหน้า (W) หรือถอยหลัง (S) หรือเลี้ยวขวา (D) หรือเลี้ยวซ้าย (A) โดยสัญญาณข้อมูลที่เป็นรหัสแอสกี (ASCII) ของปุ่มนั้นๆ จะถูกส่งออกทางพอร์ตอนุกรม RS-232 ด้วยอัตราการส่งข้อมูล (Baud rate) เท่ากับ 9,600 ซึ่งในโครงงานนี้ใช้โปรแกรม Microsoft Visual Studio 2010 ภาษา C# ในการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ขึ้น

ผู้ใช้สามารถเลือกโหมดวัดระยะทางได้ 2 โหมด คือ โหมดสำรวจ และโหมดตรวจสอบระยะทาง หากผู้ใช้เลือกโหมดสำรวจ ค่าระยะทางที่แสดงจะมาจากเซ็นเซอร์ตรวจจับรหัสล้อเพียงเดียว และหากผู้ใช้เลือกโหมดตรวจสอบระยะทาง หุ่นยนต์จะวิ่งขนานกับผนังห้อง โดยอัตโนมัติ ซึ่งอาศัยโมดูลอัลตร้าโซนิก ที่ติดอยู่ด้านข้างตัวหุ่นยนต์ ค่าระยะทางที่แสดง จะมาจากเซ็นเซอร์ตรวจจับรหัสล้อและโมดูลอัลตร้าโซนิก

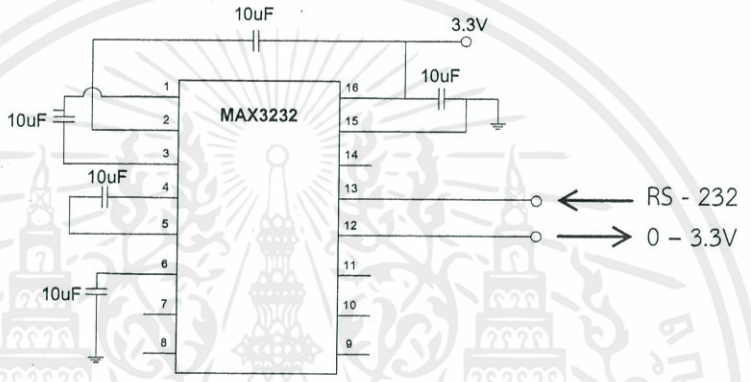


รูปที่ 3.2 โปรแกรมบังคับหุ่นยนต์ที่ใช้ติดต่อระหว่างผู้ใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 วงจรแปลงสัญญาณที่ออกจากพอร์ตอนุกรม RS-232

ในส่วนของวงจรนี้ จะเป็นการแปลงจากสัญญาณที่ออกจากพอร์ตอนุกรม RS-232 ซึ่งเป็นสัญญาณข้อมูลที่ออกมาจากคอมพิวเตอร์ โดยมีระดับแรงดันตั้งแต่ -15 ถึง 15 โวลต์ หากเป็นลอจิก 1 แรงดันจะอยู่ในช่วง -3 ถึง -15 โวลต์ และลอจิก 0 แรงดันจะอยู่ในช่วง 3 ถึง 15 โวลต์ ทำการแปลงเป็นสัญญาณ ให้มีแรงดันอยู่ในช่วง 0 ถึง 3.3 โวลต์ เพื่อนำไปป้อนเป็นเป็นโลจิก 1 แรงดันจะเท่ากับ 5 โวลต์ และโลจิก 0 แรงดันจะเท่ากับ 0 โวลต์ ในการแปลงสัญญาณนี้ จะใช้ไอซีเบอร์ MAX3232

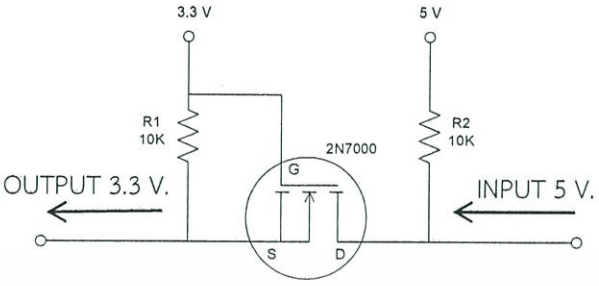


รูปที่ 3.3 วงจรแปลงระดับแรงดันของสัญญาณที่ออกจากพอร์ตอนุกรม RS-232

3.1.3 วงจรแปลงระดับแรงดันของสัญญาณจาก 5 โวลต์ เป็น 3.3 โวลต์

ในส่วนนี้จะทำหน้าที่แปลงระดับแรงดันของสัญญาณจาก 5 โวลต์ เป็น 3.3 โวลต์ เนื่องจากตัว Zigbee สามารถรับระดับแรงดันของสัญญาณได้ 3.3 โวลต์ จึงจำเป็นต้องทำการแปลงระดับแรงดันก่อน ซึ่งในโครงงานนี้เลือกใช้ตัว MOSFET แบบ N-Channel เบอร์ 2N7000 ทำหน้าที่เป็นสวิตซ์ในการเปลี่ยนแรงดัน วงจรนี้สามารถทำงานได้สองทิศทาง คือสามารถเปลี่ยนจาก 5 โวลต์ เป็น 3.3 โวลต์ หรือ 3.3 โวลต์ เป็น 5 โวลต์ ได้ นำสัญญาณที่แปลงได้นี้ ไปป้อนเป็นอินพุตให้กับตัว Zigbee ในลำดับถัดไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

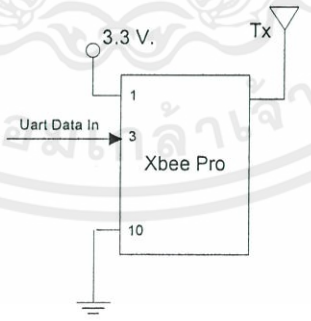


รูปที่ 3.4 วงจรแปลงระดับสัญญาณจาก 5 โวลต์ เป็น 3.3 โวลต์

3.1.4 ภาคส่งสัญญาณเพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

ในส่วนนี้จะนำเอาสัญญาณข้อมูล ที่เป็นรหัสแอสกี ที่ผ่านการแปลงระดับแรงดันเป็น 3.3 โวลต์แล้ว มาป้อนเป็นอินพุตให้กับตัว Zigbee เพื่อส่งสัญญาณออกไปยัง Zigbee ฝั่งรับที่ติดอยู่กับตัวหุ่นยนต์ และทำการประมวลผลในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ในลำดับต่อไป ในโครงงานนี้เลือกใช้ Xbee Pro ในการส่งสัญญาณ ที่ย่านความถี่ 2.4 GHz และสามารถรับส่งข้อมูลด้วยอัตราความเร็ว 250 Kbps ซึ่งในการใช้งาน Xbee Pro นั้น จะต้องทำการกำหนดค่าอัตราการส่งข้อมูล (Baud rate) และกำหนดแอดเดรสของ Xbee Pro ปลายทางที่ต้องการติดต่อ โดยใช้โปรแกรม X-CTU ในการกำหนดค่าต่างๆ ในที่นี้กำหนดให้ค่าอัตราการส่งข้อมูล (Baud rate) เท่ากับ 9,600 บิตต่อวินาทีและต้องกำหนดให้ Xbee Pro ฝั่งหนึ่งเป็น End-point และอีกฝั่งหนึ่งเป็น Coordinate เนื่องจากเป็นการส่งสัญญาณแบบ จุดต่อจุด (Point-to-Point)

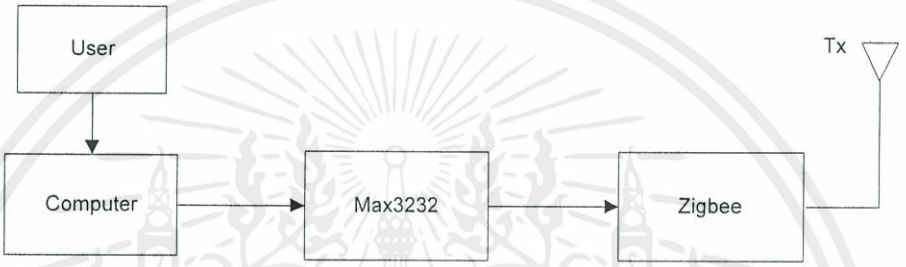
ในการต่อใช้งาน Xbee Pro จะต้องป้อนไฟเลี้ยง 3.3 โวลต์ เข้าที่ขา1 และป้อนสัญญาณอินพุตที่ต้องการจะส่งเข้าที่ขา3 ซึ่งเป็นขาอินพุตที่รับสัญญาณข้อมูลอนุกรม (UART Data In) แต่สัญญาณที่ต้องการจะส่งนี้ ต้องมีระดับแรงดันเท่ากับ 3.3 โวลต์ ลักษณะการต่อใช้งาน แสดงดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 การต่อใช้งาน Xbee Pro ในการส่งสัญญาณข้อมูลอนุกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานในส่วนของภาคส่งสัญญาณควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์แบบไร้สายนั้น จะเริ่มต้นจากการที่ผู้ใช้กดปุ่มบังคับหุ่นยนต์ที่คอมพิวเตอร์ จากนั้นสัญญาณข้อมูล ที่เป็นรหัสแอสกีของปุ่มนั้นๆ ก็จะถูกส่งออกทางพอร์ตอนุกรม RS-232 และจะทำการแปลงสัญญาณนี้ ให้มีระดับแรงดันของสัญญาณจาก 5 โวลต์ เป็น 3.3 โวลต์ เพื่อป้อนเป็นอินพุตให้กับตัว Xbee Pro และทำการส่งสัญญาณออกทางสายอากาศ ซึ่งบล็อกไดอะแกรมรวมของภาคส่งสัญญาณควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์แบบไร้สาย แสดงได้ดังรูปที่ 3.6



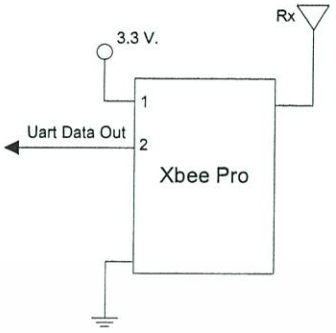
รูปที่ 3.6 บล็อกไดอะแกรมรวมของภาคส่งสัญญาณควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์แบบไร้สาย

3.2 การออกแบบภาครับสัญญาณและประมวลผลสำหรับควบคุมภาคการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์แบบไร้สาย

3.2.1 ภาครับสัญญาณเพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

ในส่วนนี้จะทำหน้าที่รับสัญญาณข้อมูล โดยใช้ตัว Xbee Pro เหมือนกันกับฝั่งส่ง และต้องกำหนดค่าต่างๆ ก่อนนำมาใช้งาน โดยใช้โปรแกรม X-CTU ในการกำหนดอัตราการรับข้อมูล ในโครงงานนี้กำหนดให้เท่ากับ 9,600 บิตต่อวินาที และกำหนดแอดเดรสของ Xbee Pro ต้นทางที่ต้องการติดต่อให้ถูกต้อง ในการต่อใช้งานจะต้องป้อนไฟเลี้ยง 3.3 โวลต์ เข้าที่ขา1 และขาที่ 2 จะเป็นขาเอาท์พุตของสัญญาณข้อมูลอนุกรม (UART Data Out) ที่ถูกส่งมา ซึ่งสัญญาณข้อมูลที่ได้นี้ มีระดับแรงดันเท่ากับ 3.3 โวลต์และนำไปป้อนเป็นอินพุตให้กับส่วนถัดไป ลักษณะการต่อใช้งาน แสดงดังรูปที่ 3.7

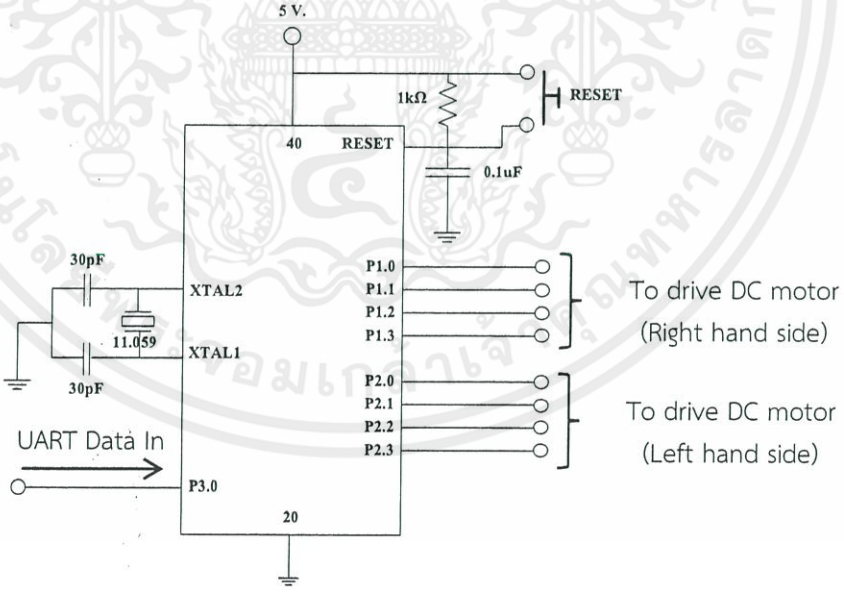
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 การต่อใช้งาน Xbee Pro ในการรับสัญญาณข้อมูลอนุกรม

3.2.2 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์

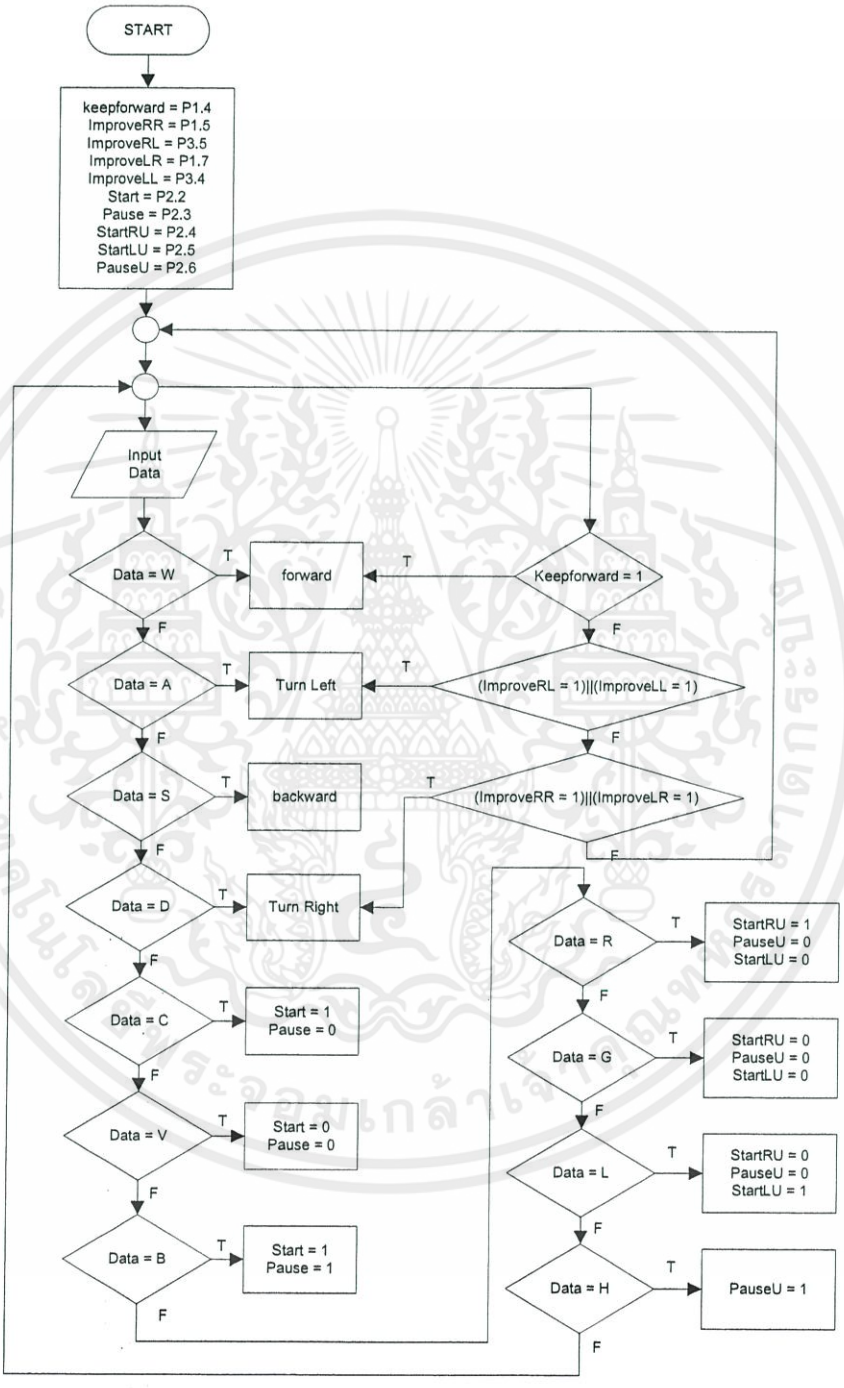
ในส่วนนี้จะเป็นการรับเอาสัญญาณข้อมูล ที่ผ่านการแปลงระดับแรงดันเป็น 5 โวลต์แล้ว มาประมวลผล โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ AT89C52 ในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์จะถูกประจุโปรแกรมที่เขียนขึ้นเอาไว้ สำหรับตรวจสอบว่าสัญญาณข้อมูลที่เข้ามา ซึ่งเป็นปุ่มควบคุมที่ผู้ใช้กดนั้น ตรงกับคำสั่งเดินหน้า หรือถอยหลัง หรือเลี้ยวซ้าย หรือเลี้ยวขวา หรือคำสั่งใดๆ ที่ถูกกำหนดไว้ในโปรแกรม และเมื่อตัวไมโครคอนโทรลเลอร์รู้แล้วว่าผู้ใช้ต้องการสั่งให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่อย่างไร ก็จะทำการส่งคำสั่งนั้นไปยังวงจรขับมอเตอร์กระแสตรงให้ทำงานตามที่ต้องการ ซึ่งวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ แสดงดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการเขียนโปรแกรมรับค่าสัญญาณข้อมูลอนุกรมและตรวจสอบค่าที่รับเข้ามานั้น ลำดับแรกจะต้องทำการเขียนโฟลว์ชาร์ตของโปรแกรมขึ้นมาก่อน แสดงดังรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 โฟลว์ชาร์ตแสดงการทำงานของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมจะทำหน้าที่รับข้อมูลอนุกรมเข้ามาด้วยอัตราการส่งข้อมูล (Baud rate) 9,600 บิตต่อวินาที ซึ่งข้อมูลที่เข้ามาจะถูกเก็บอยู่ในรีจิสเตอร์ที่ชื่อ SBUF จากนั้นทำการกำหนดตัวแปร data1 ขึ้นมา เพื่อรับค่าที่อยู่ในรีจิสเตอร์ SBUF นำค่าที่อยู่ในตัวแปร data1 ไปเปรียบเทียบกับเงื่อนไขที่สร้างขึ้น โดยแต่ละเงื่อนไข จะทำการตรวจสอบว่าข้อมูลที่รับเข้ามานั้น ตรงกับรหัสแอสกีของตัวอักษรตัวใด หากตรงกับเงื่อนไขใด ก็จะทำคำสั่งภายใต้เงื่อนไขนั้น เช่น ผู้ใช้กดปุ่มเดินหน้า รหัสแอสกีของตัวอักษร W (77H) ก็จะถูกเก็บอยู่ในตัวแปร data1 และนำไปตรวจสอบเงื่อนไข ซึ่งจะตรงกับเงื่อนไขที่สั่งให้มอเตอร์กระแสตรงทั้งสองตัวหมุนไปข้าหน้า

ตัวอย่างโปรแกรมในการตรวจสอบเงื่อนไข สามารถแสดงได้ดังนี้

```
if(data1 == 0x77)
{
        motorL1 = 0     ;
        motorL2 = 1     ;
        motorR1 = 0     ;
        motorR2 = 1     ;
}
else if(data1 == 0x61)
{
        motorL1 = 0     ;
        motorL2 = 0     ;
        motorR1 = 0     ;
        motorR2 = 1     ;
}
```

จากตัวอย่างโปรแกรม เป็นการตรวจสอบว่าค่าในตัวแปร data1 ตรงกับเงื่อนไขใด หากผู้ใช้กดปุ่มเลี้ยวซ้าย รหัสแอสกีของตัวอักษร A (61H) ก็จะถูกเก็บอยู่ในตัวแปร data1 และจะตรงกับเงื่อนไขที่สองคือ สั่งให้มอเตอร์ข้างซ้ายหยุดหมุนและสั่งให้มอเตอร์ข้างขวาหมุนไปข้างหน้า ในที่นี้กำหนดให้ตัวแปร motorL1,motorL2,motorR1,motorR2 เป็นพอร์ตที่ต่ออยู่กับมอเตอร์ซ้ายและขวา ตามลำดับ

ในส่วนของการกำหนดอัตราการส่งข้อมูลให้เท่ากับ 9,600 บิตต่อวินาที สามารถทำได้โดยการกำหนดค่ารีจิสเตอร์ต่างๆ ดังนี้

1.) รีจิสเตอร์ SCON (Serial Port Control) เป็นรีจิสเตอร์ขนาด 8 บิตที่สามารถเข้าถึงข้อมูลในระดับบิตได้ ซึ่งมีโครงสร้างดังนี้

บิตที่ 7

SM0	SM1	SM2	REN	TB8	RB8	Ti	Ri

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้าที่และการทำงานในแต่ละบิตในรีจิสเตอร์ SCON สามารถแสดงได้ดังนี้

1.1) บิตที่ 7 (SM0) และ 6 (SM1) ของรีจิสเตอร์ SCON เป็นตัวกำหนดโหมดการทำงาน ซึ่งจะมีทั้งหมด 4 โหมด ในที่นี้เลือกทำงานในโหมดที่ 1 คือบิตที่ 7 เป็นลอจิก 0 และบิตที่ 6 เป็นลอจิก 1 โดยจะเป็นการรับข้อมูลขนาด 10 บิต ซึ่งจะเริ่มจากบิตเริ่ม (Start Bit) ต่อด้วยบิตข้อมูล (D0-D7) จำนวน 8 บิต และบิตหยุด (Stop Bit) สำหรับอัตราการส่งข้อมูลในโหมด 1 นี้ สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 3.1 และ3.2 ดังนี้

$$\text{อัตราการส่งข้อมูล} = (2^{\text{SMOD}} \times \text{Freq. OSC})/(32 \times 12 \times (256 - \text{TH1})) \quad (3.1)$$

$$\text{TH1} = 256 - ((2^{\text{SCON}} \times \text{Freq. OSC})/(32 \times 12 \times \text{Baudrate})) \quad (3.2)$$

กำหนดให้ความถี่คริสตัลที่ใช้เท่ากับ 11.059 MHz และกำหนดให้อัตราการส่งข้อมูลเท่ากับ 9,600 บิต ต่อวินาที หาค่าของ TH1 จากสมการที่ 3.2 จะได้ค่า TH1 เท่ากับ FDH

1.2) บิตที่ 5 (SM2) ของรีจิสเตอร์ SCON เป็นตัวกำหนดว่าจะใช้ CPU ตัวเดียวหรือหลายๆ ตัว หากกำหนดให้เป็นลอจิก 0 จะเป็นการใช้ CPU ตัวเดียว แต่ถ้ากำหนดให้เป็นลอจิก 1 จะเป็นการใช้ CPU หลายๆตัว ในที่นี้กำหนดให้เป็นลอจิก 0 สำหรับใช้ CPU เพียงตัวเดียว

1.3) บิตที่ 4 (REN) ของรีจิสเตอร์ SCON เป็นตัวกำหนดว่าจะใช้หรือไม่ใช้การสื่อสารผ่านพอร์ตอนุกรม หากกำหนดให้เป็นลอจิก 0 จะเป็นการบอกให้ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์รู้ว่า ไม่ใช้การสื่อสารผ่านพอร์ตอนุกรม แต่ถ้ากำหนดให้เป็นลอจิก 1 จะเป็นการบอกให้ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์รู้ว่า ใช้การสื่อสารผ่านพอร์ตอนุกรม ในที่นี้กำหนดให้เป็นลอจิก 1 สำหรับการสื่อสารผ่านพอร์ตอนุกรม

1.4) บิตที่ 3 (TB8) ของรีจิสเตอร์ SCON เป็นบิตของข้อมูลบิตที่ 9 ในการส่งข้อมูลใช้งานโหมด 2 และโหมด 3 แต่เนื่องจากในโครงงานนี้กำหนดให้ทำงานในโหมด 1 จึงไม่ใช้งานในบิตนี้

1.5) บิตที่ 2 (RB8) ของรีจิสเตอร์ SCON เป็นบิตของข้อมูลบิตที่ 9 ในการรับข้อมูล โดยใช้งานโหมด 2 และโหมด 3 แต่เนื่องจากในโครงงานนี้กำหนดให้ทำงานในโหมด 1 และกำหนดให้บิต SM2 เท่ากับ 0 บิตนี้จึงเป็นค่าของบิตหยุดที่รับเข้ามา

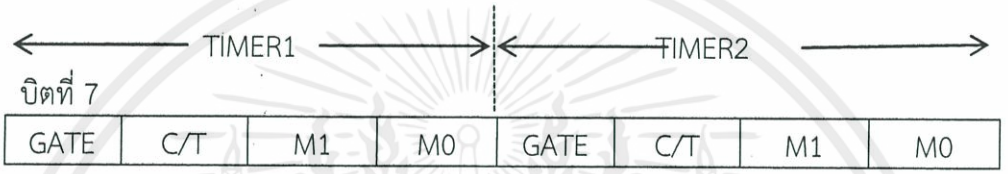
1.6) บิตที่ 1 (Ti) ของรีจิสเตอร์ SCON เป็นบิตที่ใช้งานในการอินเตอร์รัพท์ด้านส่งข้อมูล และจะถูกเซต เมื่อเริ่มต้นส่งบิตหยุด ในโหมด 1,2 หรือ 3 และจะต้องเคลียร์บิตนี้ด้วยซอฟต์แวร์ทุกครั้ง เมื่อโปรแกรมทำการส่งข้อมูลเรียบร้อยแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ ห้ามมิให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.7) บิตที่ 0 (Ri) ของรีจิสเตอร์ SCON เป็นบิตที่ใช้งานในการอินเตอร์รัพท์ด้านส่งข้อมูล โดยบิตนี้จะถูกเซตเป็น 1 เมื่อมีข้อมูลเข้ามาเก็บในรีจิสเตอร์ SBUF ครบทั้ง 8 บิตแล้ว และสามารถที่จะอ่านข้อมูลจากรีจิสเตอร์ SBUF ได้โดยตรง

จากหน้าที่และการทำงานในแต่ละบิตในรีจิสเตอร์ SCON ในโครงงานนี้จึงกำหนดให้ค่าในรีจิสเตอร์ SCON เท่ากับ 0101000B หรือ 50H และกำหนดให้ค่า TH1 เท่ากับ FDH

2.) รีจิสเตอร์ TMOD เป็นรีจิสเตอร์ขนาด 8 บิต โดย 4 บิตล่าง ใช้เป็น Timer 0 ส่วน 4 บิตบนใช้เป็นTimer 1 ซึ่งมีโครงสร้างดังนี้



หน้าที่และการทำงานในแต่ละบิตในรีจิสเตอร์ TMOD สามารถแสดงได้ดังนี้

2.1) บิตที่ 7 (GATE) ของรีจิสเตอร์ TMOD ในโครงงานนี้กำหนดให้บิตนี้เป็นลอจิก 0 จะเป็นการใช้ TIMER ภายใน ซึ่งจะทำงานเมื่อบิต TR ในรีจิสเตอร์ TCON เป็นลอจิก 1

2.2) บิตที่ 6 (C/T) ของรีจิสเตอร์ TMOD เป็นตัวกำหนดว่าจะใช้เป็น TIMER หรือ COUNTER ในโครงงานนี้กำหนดให้บิตนี้เป็นลอจิก 0 เพื่อใช้งานเป็น TIMER

2.3) บิตที่ 5 (M1) และ 4 (M0) ของรีจิสเตอร์ TMOD เป็นการกำหนดโหมดการทำงานของ TIMER ในโครงงานนี้กำหนดให้ทำงานในโหมด 2 คือบิตที่ 5 เป็นลอจิก 1 และบิตที่ 4 เป็นลอจิก 0

2.4) บิตที่ 3 ถึงบิต 0 ไม่ได้ใช้งานเนื่องจากใช้งานเป็น TIMER 1

จากหน้าที่และการทำงานในแต่ละบิตของรีจิสเตอร์ TMOD ในโครงงานนี้จึงกำหนดให้ค่าในรีจิสเตอร์ TMOD เท่ากับ 20H

ตัวอย่างโปรแกรมการรับค่าข้อมูลผ่านพอร์ตอนุกรม โดยใช้อัตราการส่งข้อมูลเท่ากับ 9,600 สามารถแสดงได้ดังนี้

```
void main(void)
{
        TR1 = 0;
        ET1 = 0;
        TMOD = 0x20;
```

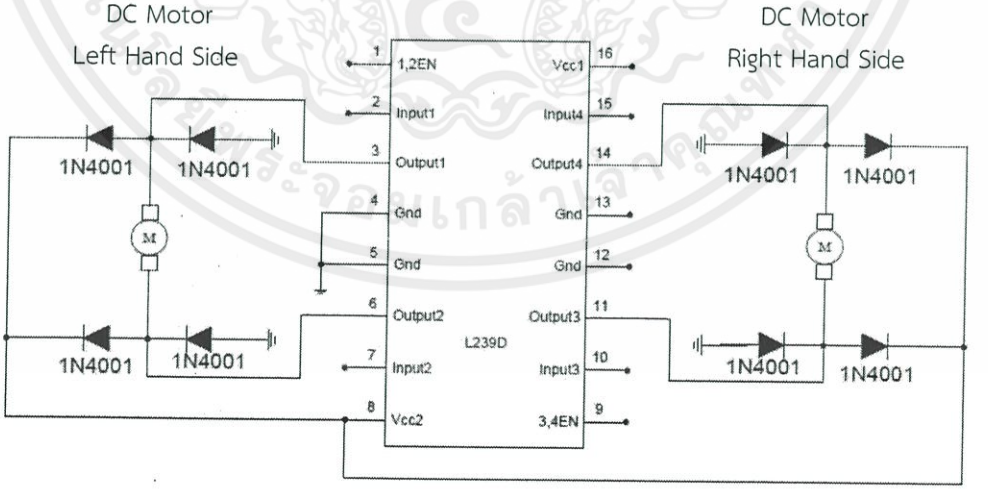
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    TH1 = 0xFD;
    TR1 = 1;
    SCON = 0x50;
    TI = 1;
}
```

ตัวอย่างโปรแกรมข้างต้น เป็นการรับข้อมูลผ่านพอร์ตอนุกรม โดยใช้อัตราการส่งข้อมูลเท่ากับ 9,600 ข้อมูลที่เข้ามาจะถูกเก็บอยู่ในรีจิสเตอร์ SBUF ซึ่งค่าในบิต RI ของรีจิสเตอร์ SCON จะเป็นตัวบ่งบอกว่าเมื่อใดที่มีข้อมูลเข้ามาครบทั้ง 8 บิต โดยตัวโปรแกรมจะทำการตรวจสอบค่าของ RI ถ้าค่าใน RI เท่ากับ 0 ก็จะทำการวนรับค่าจากรีจิสเตอร์ SBUF ต่อไปเนื่องจากยังไม่มีข้อมูลเข้ามาและเมื่อค่าใน RI เท่ากับ 1 จะเป็นการบอกว่ามีข้อมูลเข้ามาครบทั้ง 8 บิต จากนั้นจะนำตัวแปร data1 มารับค่าจากรีจิสเตอร์ SBUF เพื่อนำไปตรวจสอบเงื่อนไขในลำดับต่อไป ซึ่งได้กล่าวไว้แล้วในข้างต้น

3.2.3 วงจรขับมอเตอร์กระแสตรง

ในส่วนนี้จะใช้ไอซีเบอร์ L239D ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นไอซีไดรเวอร์กระแสสูง ที่สามารถสร้างหรือขับกระแสได้แบบ 2 ทิศทาง สามารถเลือกแรงดันได้กว้าง 4.5-36 V จ่ายกระแสได้สูงกว่า 600 mA ต่อขาเอาท์พุตหนึ่งขา และมีไดโอดที่ป้องกันกระแสย้อนกลับอยู่ภายในไอซี โดยจะนำสัญญาณข้อมูลแบบขนานขนาด 1 บิตจากไมโครคอนโทรลเลอร์ป้อนเป็นอินพุตให้กับมอเตอร์กระแสตรงเพื่อเป็นการสั่งให้มอเตอร์หมุนไปในทิศทางที่เราต้องการ ในปริญญานิพนธ์นี้ใช้มอเตอร์กระแสตรง 2 ตัว โดยไอซี L239D สามารถขับกระแสเพื่อป้อนให้กับโหลดมอเตอร์ได้ถึง 2 โหลดจึงใช้วงจรขับมอเตอร์กระแสตรงเพียง 1 วงจร เท่านั้น ซึ่งวงจรขับมอเตอร์กระแสตรงแบบ 2 ทิศทาง สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 วงจรขับมอเตอร์กระแสตรงแบบ 2 ทิศทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งการควบคุมมอเตอร์ให้หมุนไปในทิศทางที่เราต้องการนั้น ขึ้นอยู่กับอินพุตที่เราป้อนให้กับไอซี L239D โดยที่อินพุต 1A, 2A และ 1,2EN เป็นอินพุตที่ควบคุมการหมุนของมอเตอร์ทางด้านซ้าย และอินพุต 3A, 4A, และ 3,4EN เป็นอินพุตที่ควบคุมการหมุนของมอเตอร์ทางด้านขวา ซึ่งอินพุตทั้งหมดที่ป้อนนั้นเป็นสัญญาณ TTL ลอจิกสูง (H) หรือลอจิกต่ำ (L) ขนาด 1 บิต ซึ่งการควบคุมมอเตอร์ให้หมุนตามทิศทางที่ต้องการนั้นสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ควบคุมมอเตอร์กระแสตรงแบบ 2 ทิศทาง

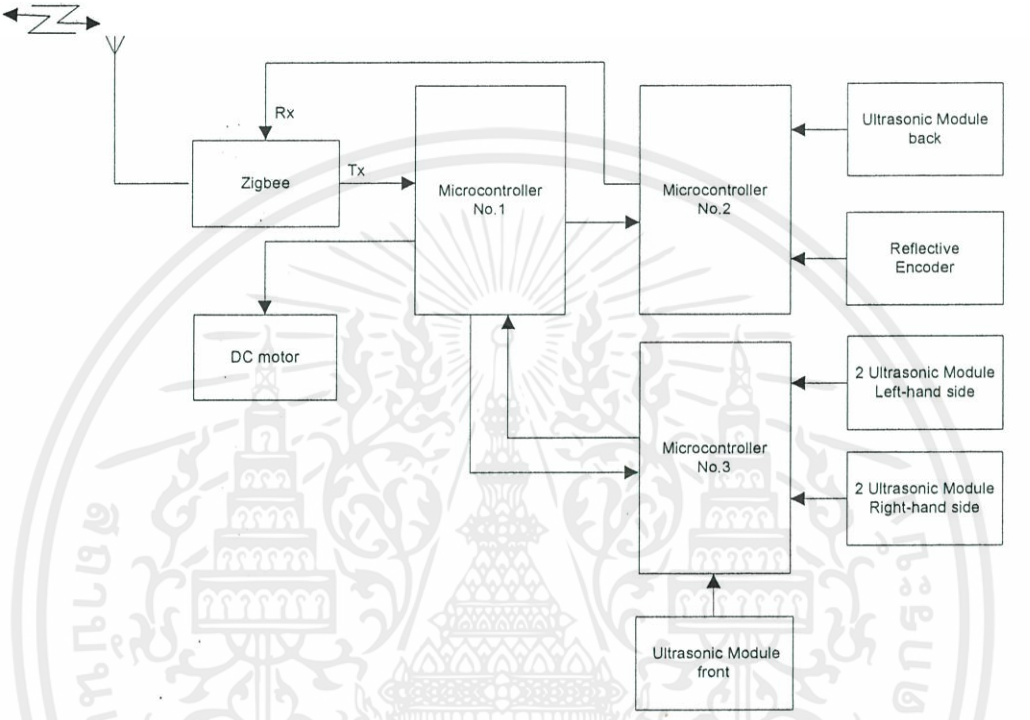
Input – Logic					Motor output		Function
1,2EN - 3,4EN	Left Motor		Right Motor				
	1A	2A	3A	4A	Left	Right	
H	L	H	H	L	Straight	Straight	Straight
H	L	H	L	L	Straight	No move	Turn - Right
H	L	L	H	L	No move	Straight	Turn - Left
H	L	H	L	H	Straight	Reverse	Sharp - Right
H	H	L	H	L	Reverse	Straight	Sharp - Left
H	H	L	L	H	Reverse	Reverse	Reverse

3.3 การออกแบบภาคตรวจสอบระยะทาง

ในส่วนนี้มีหน้าที่ตรวจวัดระยะทาง โดยจะแบ่งการทำงานออกเป็น 2 โหมด คือ โหมดสำรวจและโหมดตรวจสอบระยะทาง ซึ่งโหมดสำรวจมีหลักการทำงานคือ เมื่อผู้ใช้กดปุ่มเริ่มการทำงานในโหมดนี้ โปรแกรมจะเริ่มวัดระยะทางที่หุ่นยนต์วิ่งไปได้เพียงอย่างเดียว โดยอาศัยการทำงานของเซ็นเซอร์ตรวจจับรหัสล้อ ผู้ใช้สามารถบังคับหุ่นยนต์ได้อย่างอิสระและค่าระยะทางที่หุ่นยนต์วิ่งไปได้ จะถูกส่งกลับมายังผู้ใช้ เมื่อผู้ใช้กดปุ่มหยุดการทำงานในโหมดนี้ ในส่วนของโหมดตรวจสอบระยะทาง มีหลักการทำงานคือ เมื่อผู้ใช้กดปุ่มเริ่มการทำงานในโหมดนี้ โปรแกรมจะเริ่มวัดระยะทางที่หุ่นยนต์วิ่งได้และวัดระยะห่างจากตัวหุ่นยนต์ถึงผนังห้องข้างหลัง จากนั้นโปรแกรมจะสั่งให้หุ่นยนต์วิ่งขนานไปกับความยาวของผนังห้อง โดยอัตโนมัติ โดยอาศัยโมดูลอัลตร้าโซนิกที่ติดอยู่ทั้ง 2 ข้างของตัวหุ่นยนต์ เมื่อหุ่นยนต์วิ่งไปจนสุดความยาวของผนังห้อง โมดูลอัลตร้าโซนิกที่ติดอยู่ข้างหน้าของตัวหุ่นยนต์จะทำการวัดระยะห่างจากตัวหุ่นยนต์ถึงผนังห้องข้างหน้า หากระยะเท่ากับค่าที่กำหนดไว้ในโปรแกรม โปรแกรมจะสั่งให้หุ่นยนต์หยุดวิ่ง จากนั้นโปรแกรมจะนำค่าที่หุ่นยนต์วิ่งไปได้บวกกับระยะห่างจากตัวหุ่นยนต์ถึงผนังห้องข้างหลังก่อนเริ่มวิ่งบวกกับระยะห่างจากตัวหุ่นยนต์ถึงผนังห้องข้างหน้าหลังหุ่นยนต์หยุดวิ่งและส่งค่ากลับมายังผู้ใช้ เมื่อผู้ใช้กดปุ่มหยุดในทำงานโหมดนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการทำงานทั้ง 2 โหมด จะถูกควบคุมผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์ 3 ตัว ซึ่งแต่ละตัวจะถูกกำหนดให้มีหน้าที่แตกต่างกัน ไมโครคอนโทรลเลอร์ทั้งสามตัวจะทำงานร่วมกัน บล็อกไดอะแกรมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ทั้งสามตัว แสดงดังรูปที่ 3.11

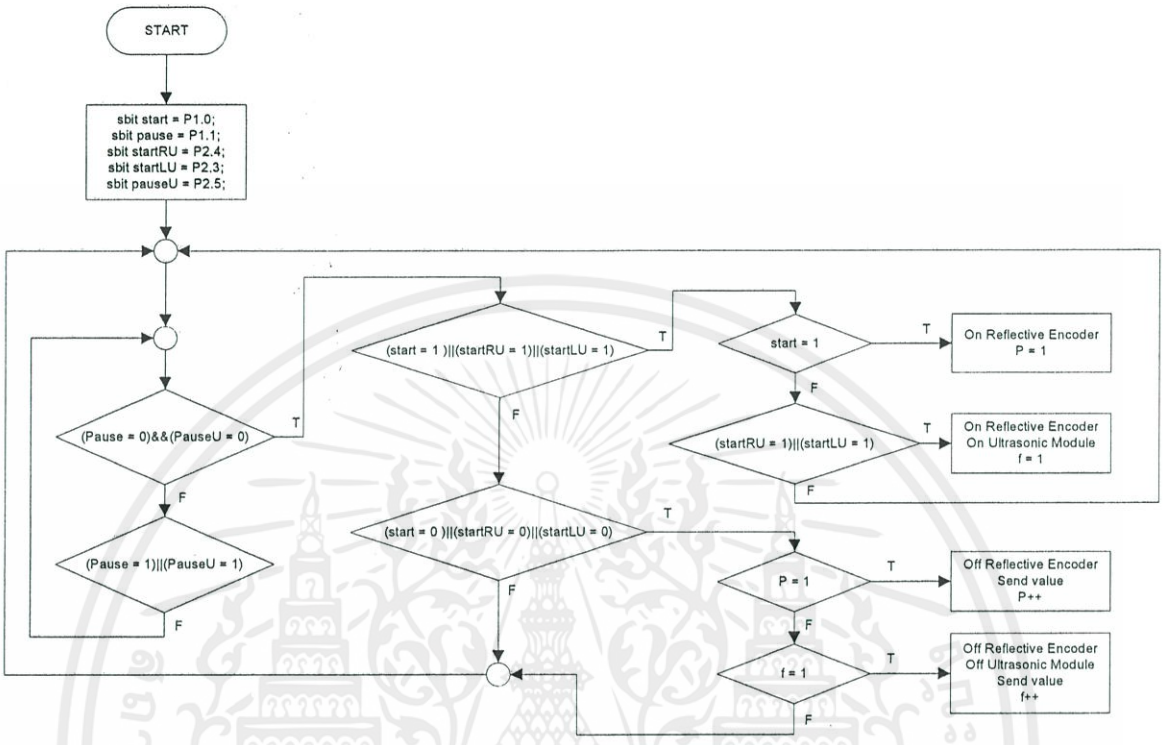


รูปที่ 3.11 บล็อกไดอะแกรมการทำงานในส่วนตรวจสอบระยะทาง

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวที่หนึ่ง มีหน้าที่รับคำสั่งจากผู้ใช้และตรวจสอบคำสั่งนั้น หากตรงกับเงื่อนไขใด ก็จะทำคำสั่งภายใต้เงื่อนไขนั้น เช่นผู้ใช้กดปุ่มเริ่มการทำงานในโหมดสำรวจรหัสแอสกีของตัวอักษร C จะถูกส่งมายังไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวหนึ่ง จากนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวที่หนึ่งจะส่งลอจิก 1 ไปยังพอร์ต P1.0 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวที่สอง เพื่อให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวที่สอง เริ่มการทำงานของเซ็นเซอร์ตรวจจับรหัสล้อ และเมื่อผู้ใช้กดปุ่มหยุดการทำงานในโหมดนี้ ไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวที่หนึ่งจะส่งลอจิก 0 ไปยังพอร์ต P1.0 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวที่สอง เพื่อให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวที่สองหยุดการทำงานของเซ็นเซอร์ตรวจจับรหัสล้อและส่งค่าระยะทางที่หุ่นยนต์วิ่งไปได้กลับมายังผู้ใช้

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวที่สอง มีหน้าที่ควบคุมการทำงานของเซ็นเซอร์ตรวจจับรหัสล้อและโมดูลตรวจวัดระยะทางอัลตร้าโซนิกที่ติดข้างหลังของตัวหุ่นยนต์ และมีหน้าที่ส่งค่าระยะทางที่วัดได้กลับมายังผู้ใช้ โฟลว์ชาร์ตแสดงการทำงานของโปรแกรมในไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวที่สอง แสดงดังรูปที่ 3.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

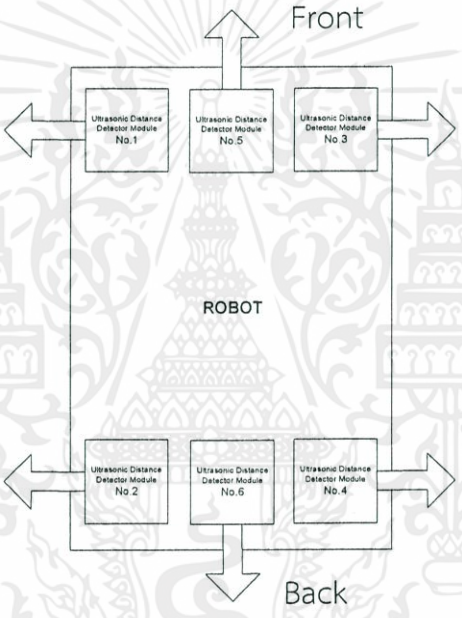


รูปที่ 3.12 โฟลว์ชาร์ตแสดงการทำงานของโปรแกรมในไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวที่สอง

จากรูปที่ 3.12 เป็นโฟลว์ชาร์ตแสดงการทำงานของโปรแกรมในไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวที่สอง ในลำดับแรกจะทำการกำหนดพอร์ตต่างๆ และจะทำการตรวจสอบเงื่อนไข เช่น ผู้ใช้กดปุ่มเริ่มการทำงานในโหมดสำรวจ ไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวที่หนึ่งจะส่งลอจิก 1 เข้ามายังพอร์ต P1.0 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวสอง ซึ่งจะทำให้ค่าในตัวแปร start เท่ากับ 1 เนื่องจากกำหนดให้พอร์ต P1.0 ถูกแทนด้วยตัวแปร start จากนั้นโปรแกรมจะทำการตรวจสอบเงื่อนไขและเริ่มการทำงานของเซ็นเซอร์ตรวจจับรหัสล้อ เมื่อผู้ใช้กดปุ่มหยุดการทำงานในโหมดนี้ ไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวที่หนึ่งจะส่งลอจิก 0 เข้ามายังพอร์ต P1.0 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวที่สอง ซึ่งจะทำให้ค่าในตัวแปร start เท่ากับ 0 โปรแกรมจะทำการตรวจสอบเงื่อนไขและหยุดการทำงานของเซ็นเซอร์ตรวจจับรหัสล้อ พร้อมกับส่งค่าระยะทางที่หุ่นยนต์วิ่งไปได้ กลับมายังผู้ใช้

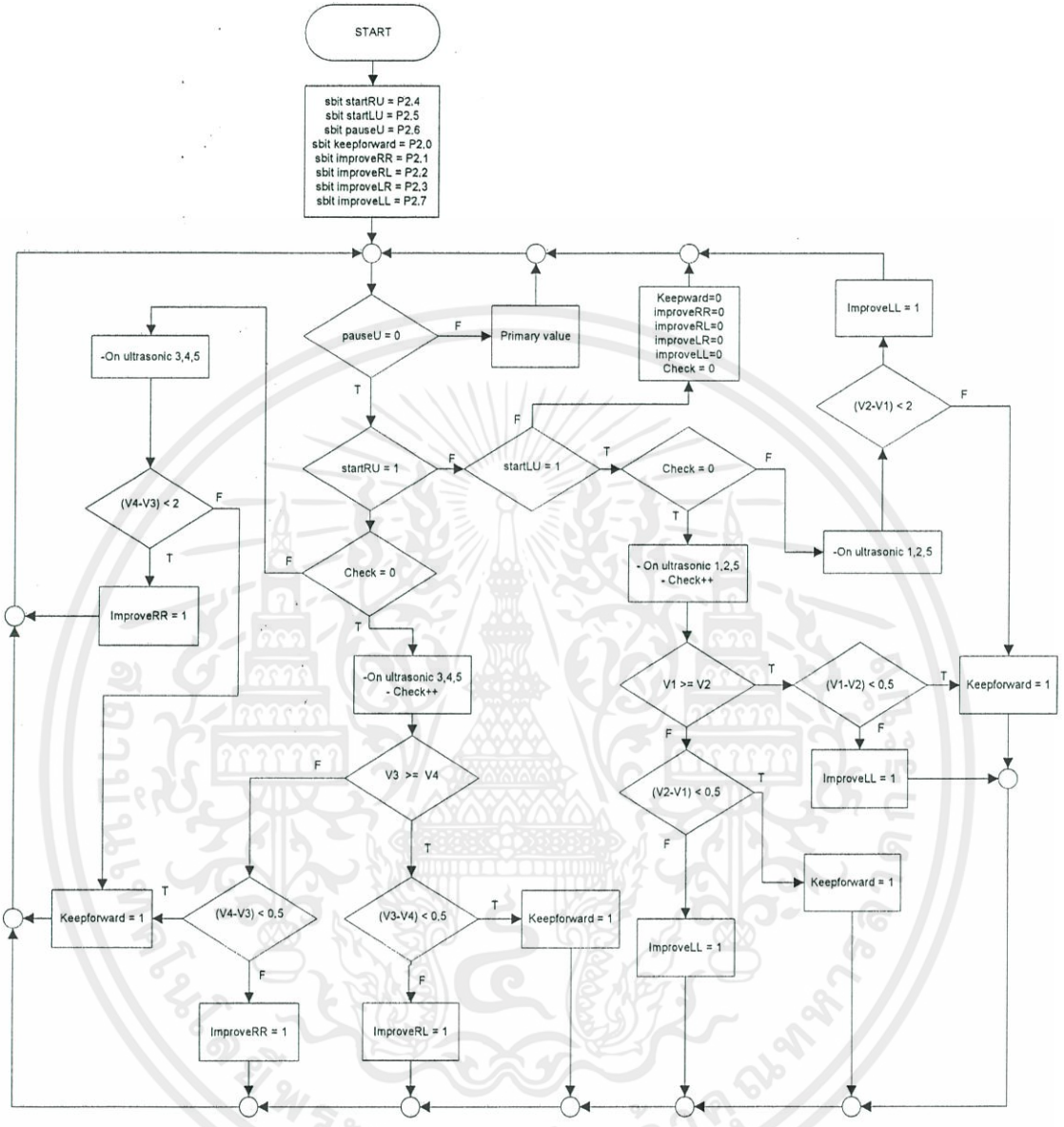
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวที่สาม มีหน้าที่ควบคุมโมดูลตรวจวัดระยะทางอัลตร้าโซนิกที่ติดอยู่ทั้งสองข้างของตัวหุ่นยนต์เพื่อควบคุมการวิ่งขนานกับผนังห้อง และที่ติดอยู่ข้างหน้าของตัวหุ่นยนต์ ไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวที่สามจะเริ่มทำงานเมื่อผู้ใช้กดปุ่มเริ่มการทำงานในโหมดตรวจสอบระยะทาง เมื่อผู้ใช้เริ่มการทำงานในโหมดนี้ โปรแกรมจะควบคุมให้หุ่นยนต์วิ่งขนานกับความยาวของผนังห้อง โดยอาศัยโมดูลตรวจวัดระยะทางอัลตร้าโซนิกที่ติดอยู่ด้านข้างของตัวหุ่นยนต์ หากโปรแกรมตรวจพบว่า หุ่นยนต์วิ่งไม่ขนานกับผนังห้อง โปรแกรมจะควบคุมให้หุ่นยนต์กลับมาวิ่งขนานกับผนังห้อง โดยส่งคำสั่งไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวที่หนึ่ง เพื่อควบคุมการหมุนของมอเตอร์ รูปแบบการติดตั้งโมดูลตรวจวัดระยะทางอัลตร้าโซนิกและโฟลว์ชาร์ตแสดงการทำงานของโปรแกรมในไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวที่สาม แสดงดังรูปที่ 3.13 และ 3.14 ตามลำดับ



รูปที่ 3.13 รูปแบบการติดตั้งโมดูลตรวจวัดระยะทางอัลตร้าโซนิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

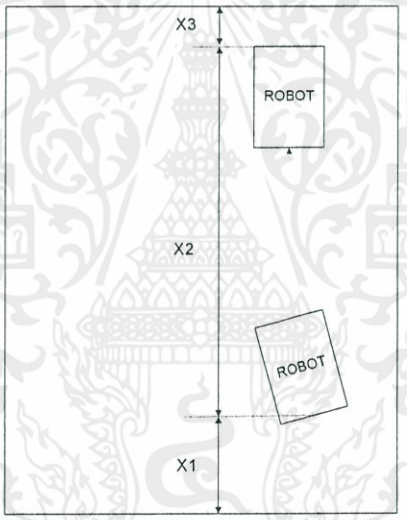


รูปที่ 3.14 โฟลว์ชาร์ตแสดงการทำงานของโปรแกรมในไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวที่สาม

จากรูปที่ 3.13 และ 3.14 หากผู้ใช้กดปุ่มเริ่มการทำงานในโหมดตรวจสอบระยะทางและผนังห้องอยู่ทางด้านขวาของตัวหุ่นยนต์ โมดูลตรวจวัดระยะทางอัลตร้าโซนิกตัวที่ 3 และ 4 จะทำงาน และโปรแกรมจะคอยตรวจสอบค่าที่วัดได้จากโมดูลทั้ง 2 ตัว โดยตรวจสอบว่าค่าที่ได้จากโมดูลตัวที่ 3 มากกว่าเท่ากับหรือน้อยกว่า ค่าที่ได้จากโมดูลตัวที่ 4 จากนั้นจะนำค่าที่ได้จากโมดูลทั้ง 2 ตัวมาลบกัน หากผลลัพธ์ที่ได้มีค่าน้อยกว่า 0.5 โปรแกรมจะสั่งหุ่นยนต์วิ่งต่อไปข้างหน้า แต่หากผลลัพธ์ที่ได้มีค่ามากกว่า 0.5 และค่าที่ได้จากโมดูลตัวที่ 3 มากกว่าเท่ากับค่าที่ได้จากโมดูลตัวที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ หาประโยชน์เชิงพาณิชย์ จัดพิมพ์เผยแพร่ หรือเพื่อการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมจะสั่งให้หุ่นยนต์เลี้ยวขวา แต่ถ้าผลลัพธ์ที่ได้มีค่ามากกว่า 0.5 และค่าที่ได้จากโมดูลตัวที่ 3 น้อยกว่าค่าที่ได้จากโมดูลตัวที่ 4 โปรแกรมจะสั่งให้หุ่นยนต์เลี้ยวซ้าย เพื่อทำให้หุ่นยนต์วิ่งขนานกับผนัง ในขณะที่หุ่นยนต์วิ่งขนานไปกับผนังนั้น โปรแกรมจะคอยตรวจสอบค่าที่ได้จากโมดูลด้านข้างทั้งสองตัว หากค่าที่ได้จากโมดูลทั้งสองตัวมีค่าต่างกันมากกว่า 2 ซม. โปรแกรมจะสั่งให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ต่อไป โดยไม่สนใจสิ่งกีดขวางนั้น แต่หากผลต่างระหว่างโมดูลทั้งสองตัวน้อยกว่า 2 ซม. โปรแกรมจะสั่งให้หุ่นยนต์ปรับตัวเอง ให้ไปในทิศทางที่ถูกต้อง และเมื่อหุ่นยนต์วิ่งไปจนสุดความยาวของผนัง โปรแกรมจะคอยตรวจสอบค่าที่ได้จากโมดูลตัวที่ 5 ซึ่งติดอยู่ข้างหน้าของตัวหุ่นยนต์ หากค่าที่ได้ต่ำกว่าค่าที่กำหนดไว้ในโปรแกรม โปรแกรมจะสั่งให้หุ่นยนต์หยุดวิ่ง และเมื่อผู้ใช้กดปุ่มหยุดการทำงานในโหมดนี้ ระยะทางที่หุ่นยนต์วิ่งไปได้บวกกับระยะห่างจากตัวหุ่นยนต์ถึงผนังห้องข้างหลัง (ก่อนเริ่มวิ่ง) บวกกับระยะห่างจากตัวหุ่นยนต์ถึงผนังห้องข้างหน้า (หลังหุ่นยนต์หยุดวิ่ง) แสดงดังรูปที่ 3.15



รูปที่ 3.15 ระยะทางที่หุ่นยนต์ตรวจสอบ

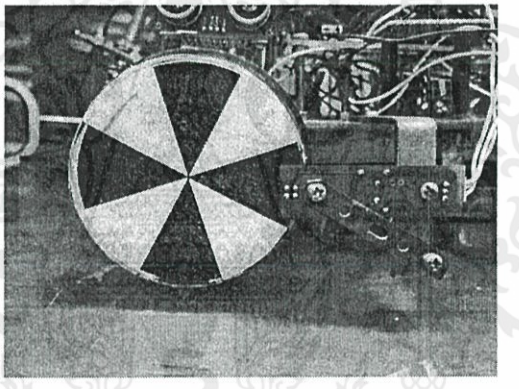
จากรูปที่ 3.15 เมื่อเริ่มการทำงานโหมดตรวจสอบระยะทาง หุ่นยนต์จะปรับให้ขนานกับผนังห้องและทำการเก็บค่าที่ได้จากโมดูลตัวที่ 6 (X1) ซึ่งติดอยู่ข้างหลังหุ่นยนต์ จากนั้นหุ่นยนต์จะวิ่งขนานกับผนังห้อง ในขณะที่หุ่นยนต์วิ่ง เซ็นเซอร์ตรวจจับรหัสล้อจะทำงานและเก็บค่าที่ได้ไว้ (X2) เมื่อหุ่นยนต์วิ่งไปจนค่าที่จากโมดูลตัวที่ 5 ซึ่งติดอยู่ข้างหน้าของตัวหุ่นยนต์ มีค่าเท่ากับค่ากำหนดไว้ในโปรแกรม หุ่นยนต์จะหยุดวิ่ง และเก็บค่าที่ได้จากโมดูลตัวที่ 5 (X3) เอาไว้ และเมื่อผู้ใช้หยุดการทำงานในโหมดนี้ โปรแกรมจะนำค่า X1 ,X2 และ X3 รวมกัน แล้วส่งกลับมายังผู้ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1 เซ็นเซอร์ตรวจจับรหัสล้อ (Reflective Encoder Sensor)

ในส่วนนี้จะเป็นส่วนของการวัดระยะทางโดยจะวัดจากระยะที่หุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปโดยการหมุนของล้อ จึงทำการวัดระยะทางนั้นโดยการวัดจากจำนวนรอบของล้อที่หมุนไป ในโครงงานนี้ เราจะใช้ชุดโมดูลสำเร็จรูปเพื่อวัดจำนวนรอบล้อ นั่นคือชุดโมดูล Reflective Encoder Sensors ZX-21 โดยการทำงานของเซ็นเซอร์ชนิดนี้จะอาศัยหลักการสะท้อนกลับของแสงเมื่อมีการยิงแสงจากเซ็นเซอร์ไปตกกระทบกับวัตถุ

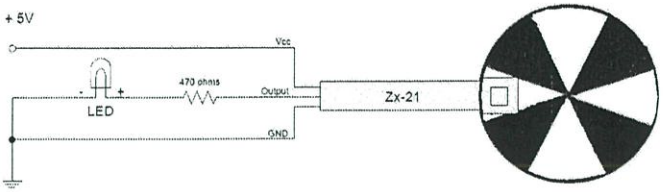
การออกแบบในส่วนนี้จะทำการออกแบบสติ๊กเกอร์รูปวงกลมขนาดรัศมี 4 cm. โดยแบ่งวงกลมออกเป็น 8 ส่วนเท่าๆ กันแบ่งเป็นสีขาว 4 ส่วน สีดำ 4 ส่วน สลับกันไปแล้วนำไปติดที่ล้อที่เราจะทำการวัดให้วงกลมอยู่ในจุดศูนย์กลางเดียวกับล้อ จากนั้นทำการติดชุดโมดูลยื่นออกมาจากตัวหุ่นยนต์โดยให้ตัวเซ็นเซอร์อยู่ในแนวเดียวกับวงกลม เพราะสติ๊กเกอร์วงกลมนี้จะเป็นตัวสะท้อนแสงกลับมาดังรูปที่ 3.16



รูปที่ 3.16 ออกแบบการวัดรอบล้อโดยใช้ชุดโมดูลสำเร็จรูป

โมดูลเซ็นเซอร์ตรวจจับรหัสล้อ มีทั้งหมดสามขา คือขาไฟเลี้ยง (Vcc), กราวด์ (Ground) และเอาท์พุต (Output) โดยที่ขาเอาท์พุต จะมีการส่งสัญญาณแรงดันออกมาเมื่อเซ็นเซอร์สะท้อนกับวัตถุ การออกแบบวงจรทดสอบในส่วนนี้จะทำการสร้างวงจรโดยให้หลอด LED เป็นตัววัดว่าเอาท์พุตที่ออกมาเป็นสัญญาณลอจิกสูง หรือลอจิกต่ำ แสดงดังรูปที่ 3.17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.17 วงจรทดสอบเซ็นเซอร์วัดรอบล้อ

จากรูปที่ 3.17 เมื่อเซ็นเซอร์ไปกระทบกับสีดำ เอาท์พุตที่ได้จะเท่ากับ 5 โวลต์ จึงทำให้หลอดแอลอีดีติด แต่หากเซ็นเซอร์ไปกระทบกับสีขาว เอาท์พุตที่ได้จะเท่ากับ 0 โวลต์ ทำให้หลอดแอลอีดีดับ หลักการทำงานคือ หากเซ็นเซอร์ได้รับแสงสะท้อนกลับน้อย เอาท์พุตที่ได้จะเป็นลอจิก 1 หรือแรงดัน 5 โวลต์ แต่ถ้าเซ็นเซอร์ได้รับแสงสะท้อนกลับมาก เอาท์พุตที่ได้จะเป็นลอจิก 0 หรือแรงดัน 0 โวลต์ นำขาเอาท์พุตนี้ไปต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อทำการคำนวณและประมวลผลระยะทางที่หุ่นยนต์วิ่งได้ ดังสมการที่ 3.3

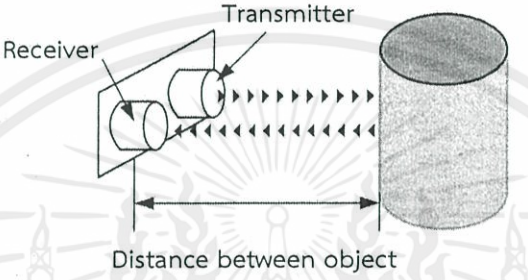
$$Distance = N \times 3.14 \qquad (3.3)$$

จากสมการที่ 3.3 N คือจำนวนครั้งที่เซ็นเซอร์ตัดผ่านแถบสีดำหรือสีขาว หากเริ่มแรกเซ็นเซอร์ตกกระทบแถบสีดำ โปรแกรมจะนับขอบขาขึ้นของเอาท์พุตที่ออกจากตัวเซ็นเซอร์ แต่ถ้าเริ่มแรกเซ็นเซอร์ตกกระทบแถบสีขาว โปรแกรมจะนับขอบขาลงของเอาท์พุตที่ออกจากเซ็นเซอร์ และ 3.14 คือ ค่าความกว้างของแถบสีดำและสีขาว วัดตามแนวเส้นรอบวง Distance คือ ระยะทางที่หุ่นยนต์วิ่งไปได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

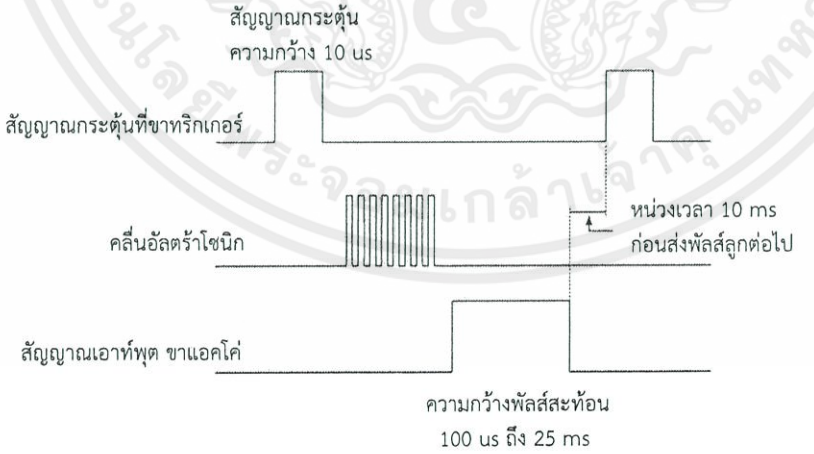
3.3.2 โมดูลตรวจวัดระยะทางอัลตร้าโซนิก

ในโครงงานใช้โมดูลตรวจวัดระยะทางอัลตร้าโซนิก รุ่น SFR-04 มีหลักการทำงาน คือ จะส่งคลื่นอัลตร้าโซนิกออกไป แล้ววัดระยะเวลาที่มีสัญญาณสะท้อนตอบกลับมา เอาท์พุตที่ได้จากโมดูลจะอยู่ในรูปของความกว้างพัลส์ ซึ่งจะสัมพันธ์กับระยะทางของวัตถุที่ตรวจจับได้ ความถี่ของคลื่นอัลตร้าโซนิกที่ส่งออกไป มีค่าเท่ากับ 40KHz หลักการทำงานของโมดูลแสดงดังรูปที่ 3.18



รูปที่ 3.18 หลักการทำงานของโมดูลตรวจวัดระยะทางอัลตร้าโซนิก

โมดูลตรวจวัดระยะทางอัลตร้าโซนิก มีจุดต่อใช้งาน 4 ขา ได้แก่ ขาไฟเลี้ยง (Vcc), ทริกเกอร์ (Trigger), แอคโค่ (Echo), กราวด์ (Ground) ซึ่งขาทริกเกอร์เป็น ขาอินพุตรับสัญญาณพัลส์ที่มีความกว้างไม่น้อยกว่า 10 ไมโครวินาที เพื่อกระตุ้นการสร้างคลื่นอัลตร้าโซนิกความถี่ 40 KHz ออกสู่อากาศจากตัวส่ง ดังนั้นเมื่อคลื่นอัลตร้าโซนิกเคลื่อนที่ไปกระทบสิ่งกีดขวางที่อยู่เบื้องหน้าก็จะเกิดการสะท้อนกลับเข้ามายังตัวรับ และถูกแปลงออกมาเป็นความกว้างของสัญญาณพัลส์ที่จะส่งออกไปทางขาแอคโค่ ไดอะแกรมแสดงเวลาเมื่อขาทริกเกอร์ได้รับการกระตุ้น ดังรูปที่ 3.19



รูปที่ 3.19 ไดอะแกรมแสดงเวลาเมื่อขาทริกเกอร์ได้รับการกระตุ้นและสัญญาณที่สะท้อนกลับมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.19 เมื่อขาทริกเกอร์ ได้รับการกระตุ้นเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 10 ไมโครวินาที โมดูลจะส่งคลื่นอัลตร้าโซนิกออกไป 8 ไซเคิล ด้วยความถี่ 40 KHz และเมื่อคลื่นเดินทางไปกระทบกับวัตถุ จะเกิดการสะท้อนกลับเข้ามายังตัวรับ และถูกแปลงออกมาเป็นความกว้างของสัญญาณพัลส์ที่จะส่งออกไปทางขาแอคโค่ นำขาแอคโค่ต่อเข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อทำการคำนวณระยะทางของวัตถุ จากนั้นหน่วงเวลา 10 มิลลิวินาที แล้วจึงส่งพัลส์ไปกระตุ้นที่ขาทริกเกอร์ เพื่อเริ่มการทำงานอีกครั้ง ตัวอย่างโปรแกรมการส่งพัลส์ไปกระตุ้นที่ขาทริกเกอร์ และการนับระยะเวลาความกว้างพัลส์ที่ขาแอคโค่ แสดงได้ดังนี้

```
void main(void)
{
        trigger = 0;
        TMOD &=0x0F;
        TMOD |=0x10;
        TH1 = 0x00;
        TL1 = 0x00;
        TF1 = 0;
        TR1 = 0;
        trigger = 1;
        delay_db(1);
        trigger = 0;
        while(echo == 0);
        delay_db(1);
        TR1 = 1;
        while(echo == 1);
        delay_db(1);
        TR1 = 0;
        TF1 = 0;
        mc = TH1;
        mc <<= 8 ;
        mc += TL1;
        value = mc;
        delay_db(800);
}
```

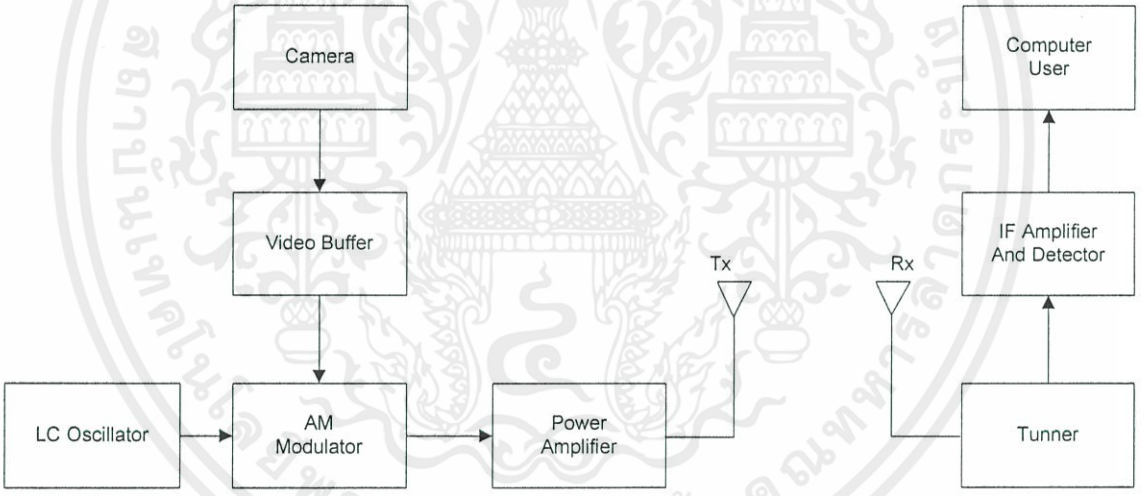
จากตัวอย่างโปรแกรม ในลำดับแรกส่งลอจิก 0 ไปยังขาทริกเกอร์ของโมดูล และทำการกำหนดไทม์เมอร์ที่จะใช้ในการนับระยะเวลา ความกว้างพัลส์ที่จะส่งกลับมายังขาแอคโค่ ในโครงงานนี้ กำหนดเป็นไทม์เมอร์ 1 โหมด 2 จากนั้นส่งลอจิก 1 ไปยังขาทริกเกอร์เป็นเวลาอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้อย 10 ไมโครวินาที เพื่อเป็นการกระตุ้นการทำงาน เมื่อสัญญาณสะท้อนกลับเข้ามายังตัวรับและถูกแปลงออกมาเป็นความกว้างของสัญญาณพัลส์ที่ส่งออกมาทางขาแอคโค่ ซึ่งโปรแกรมจะคอยตรวจสอบระดับแรงดันที่ขาแอคโค่ หากเกิดการเปลี่ยนแปลงแบบขอบขาขึ้น ก็จะเริ่มนับเวลา และเมื่อโปรแกรมตรวจพบว่าระดับแรงดันที่ขาแอคโค่ เกิดการเปลี่ยนแปลงแบบขอบขาลง ก็จะหยุดนับเวลา ดังนั้นช่วงเวลาที่นับได้ จะเป็นช่วงที่ระดับแรงดันที่ขาแอคโค่เป็นลอจิก 1 หรือเท่ากับแรงดัน 5 โวลต์ นำค่าที่นับได้ ไปคำนวณค่าหาระยะทาง ซึ่งค่าที่นับได้นั้น จะแปรผันตรงกับระยะทางของวัตถุ

นำค่าที่ได้จากการนับไปหารด้วย 52.42 จะเป็นค่าประมาณที่ใกล้เคียงจากการแปลงข้อมูลระยะทางที่ได้จากโมดูลตรวจวัดระยะทางอัลตร้าโซนิก ซึ่งได้มาจากการทดลอง และไทม์เมอร์ของไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้นั้นจะอ้างอิงสัญญาณนาฬิกา ความถี่ 11.059 MHz และในโครงงานนี้ ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ AT89C52 ทำงานด้วยความเร็ว 12 สัญญาณนาฬิกาต่อไซเคิล

3.4 ภาควงจรส่งและรับภาพวิดีโอแบบไร้สาย



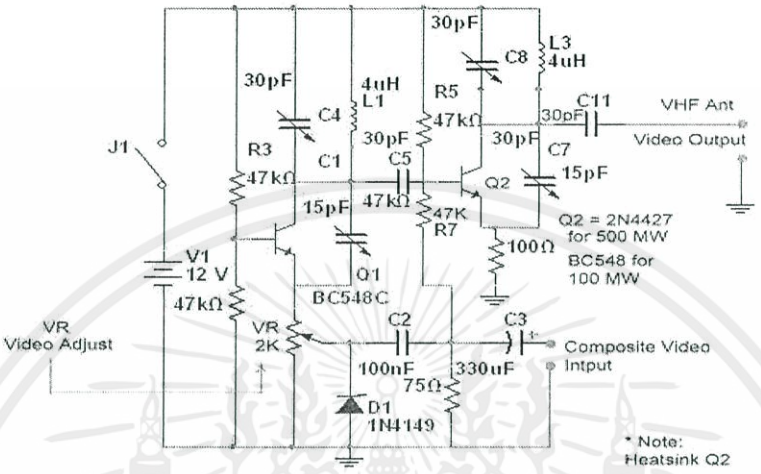
รูปที่ 3.20 บล็อกไดอะแกรมรวมของเครื่องรับและส่งวิดีโอแบบไร้สาย

3.4.1 การทำงานของวงจรส่งภาพวิดีโอแบบไร้สาย

ในส่วนของวงจรส่งภาพวิดีโอไร้สายจะเริ่มจากการนำสัญญาณวิดีโอไปผ่านวงจรขยายแรงดัน (Video Buffer) แล้วนำไปทำการมอดูเลทกับคลื่นพาห์ ที่สร้างขึ้นโดยวงจร RC Oscillator โดยทำการมอดูเลทเชิงแอมพลิจูด (Amplitude Modulation) หลังจากนั้นนำสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ได้จากการมอดูเลทไปทำการขยายกำลัง เพื่อส่งสัญญาณออกทางสายอากาศ โดยวงจรการส่งสัญญาณวิดีโอไร้สายสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.21



รูปที่ 3.21 วงจรส่งสัญญาณวิดีโอแบบไร้สาย [9]

จากวงจรส่งสัญญาณวิดีโอแบบไร้สายดังรูปที่ 3.21 ซึ่งจะทำการส่งสัญญาณในความถี่ย่าน VHF หรือความถี่ในช่วง 30 -300 MHz สามารถแบ่งและอธิบายหลักการทำงานแต่ละภาคส่วนของวงจรได้ดังนี้

1.) ภาควงจรบัฟเฟอร์ (Video Buffer) ทำหน้าที่ขยายแรงดันไฟฟ้าของสัญญาณ Composite Video ให้มีแรงดันไฟฟ้าสูงขึ้น เพื่อส่งสัญญาณต่อให้กับภาค AM (Amplitude Modulation)

2.) ภาควงจรกำเนิดความถี่ (LC Oscillator) ทำหน้าที่ผลิตสัญญาณรูปไซน์ ที่มีความถี่ตามที่กำหนด เรียกสัญญาณนี้ว่าคลื่นพาห์ ซึ่งในโครงงานนี้จะทำการส่งสัญญาณที่ความถี่ประมาณ 40-50 MHz หรือในย่าน VHF จากรูปวงจรที่ 3.21 ตัวขดลวดเหนี่ยวนำ L_1 กับตัวทริมเมอร์ C_4 จะเป็นตัวผลิตความถี่หรือคลื่นพาห์ที่จะใช้ในการมอดูเลทในภาคส่วนของวงจรมอดูเลทเชิงแอมพลิจูดต่อไป โดยสามารถคำนวณความถี่ออสซิเลตได้จากสมการที่ 3.3

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_1(C_1+C_4)}} \qquad (3.4)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อแทนค่า L_1 = 0.4 uH, C_1 = 15 pf, C_4 = 30 pf และคำนวณตามสมการได้ความถี่ที่ผลิตออกมาประมาณ 35 – 55 MHz ซึ่งใกล้เคียงกับผลที่ต้องการ

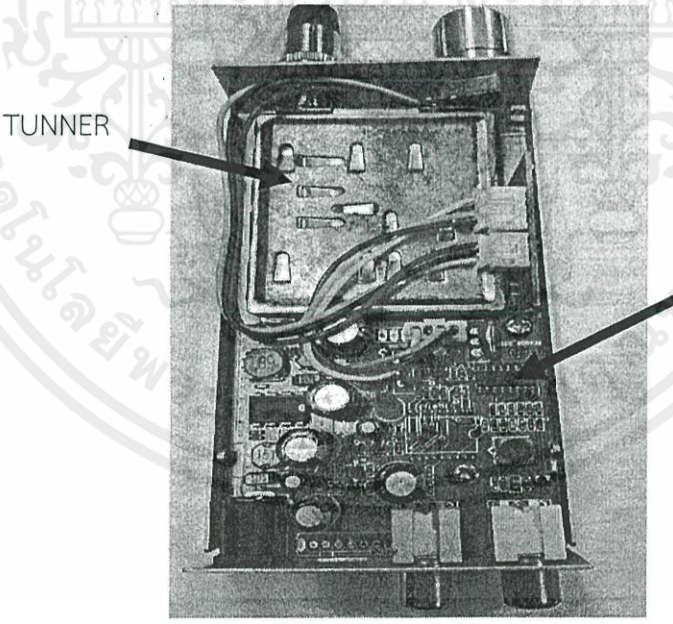
3.) ภาควงจรมอดูเลทเชิงแอมพลิจูด ทำหน้าที่มอดูเลทหรือการเปลี่ยนแปลง แอมพลิจูดของสัญญาณจากวงจรออสซิเลเตอร์ ตามการเปลี่ยนแปลงแอมพลิจูดของสัญญาณ Video Composite โดยสัญญาณเอาท์พุตที่ได้จะยังคงมีความถี่เท่ากับสัญญาณคลื่นพาห์โดยจะเปลี่ยนแปลงเฉพาะแอมพลิจูดเท่านั้น

4.) ภาควงจรขยายกำลัง (Power Amplifier) ทำหน้าที่ขยายกำลังไฟฟ้าของสัญญาณเอาท์พุตของภาควงจรมอดูเลทเชิงแอมพลิจูด เพื่อให้มีกำลังสูงขึ้น

5.) ภาคส่วนสายอากาศฝั่งส่ง (Antenna Transmitter) ทำหน้าที่เปลี่ยนจากพลังงานไฟฟ้าของสัญญาณเอาท์พุตของภาคส่วนวงจรขยายกำลังให้เป็นพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าแพร่กระจายออกไป โดยอาศัยอากาศเป็นตัวกลางในการส่ง

3.4.2 การทำงานของวงจรรับภาพวิดีโอแบบไร้สาย

ในส่วนของภาครับสัญญาณวิดีโอแบบไร้สายนั้นเราจะใช้กล่องรับสัญญาณ Radio AV Receiver ดังรูปที่ 3.22



รูปที่ 3.22 กล่องรับสัญญาณ Radio AV Receiver

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการรับสัญญาณจากวงจรส่งภาพ โดยใช้กล่องรับสัญญาณ Radio AV Receiver จะแบ่งการทำงานเป็น 4 ส่วนดังนี้

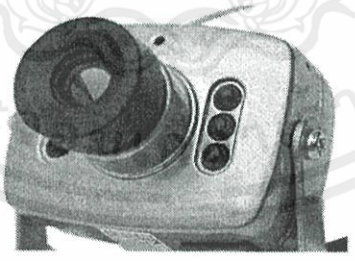
1.) ภาคส่วนสายอากาศฝั่งรับ (Antenna Receiver) ทำหน้าที่ในการเปลี่ยนพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นพลังงานไฟฟ้าเพื่อส่งต่อไปยังภาคส่วนวงจรจูนเนอร์ต่อไป

2.) ภาคส่วนวงจรจูนเนอร์ (Tunner) หน้าที่หลักคือการรับสัญญาณจากภาคส่งเปลี่ยนไปเป็นสัญญาณภาพขึ้นที่เครื่องรับโทรทัศน์ หรือที่คอมพิวเตอร์ของผู้ใช้ โดยสรุปหน้าที่การทำงานของตัวจูนเนอร์ได้ดังนี้ เปลี่ยนสัญญาณจากสายอากาศเป็นความถี่ไอเอฟค่าหนึ่ง จากนั้นทำการขยายสัญญาณที่รับมาให้แรงขึ้น ซึ่งขึ้นอยู่กับความแรงของสัญญาณที่รับเข้ามา และทำการขจัดสัญญาณที่อยู่นอกย่านความถี่สัญญาณโทรทัศน์และสัญญาณรบกวนต่างๆ

3.) ภาคส่วนขยายกำลัง IF และตรวจจับสัญญาณ หรือภาค IF รวมซึ่งเป็นผลจากการบีตในภาคจูนเนอร์มาขยาย โดยทั่วไปภาค ณ IF รวมนี้จะมีวงจรขยาย IF อยู่ 3 สเตจ คุณสมบัติทางด้านความถี่ของภาค IF รวมนี้จะมีผลต่อคุณภาพของภาพที่ปรากฏบนจอ ในเครื่องรับโทรทัศน์สีภาค IF รวมนี้จะต้องระเอียดกว่าภาค IF รวมในเครื่องรับขาวดำ เนื่องจากต้องให้อัตราขยายของสัญญาณโครมิแนนซ์และลูมิแนนซ์ที่เพียงพอ

4.) ภาคส่วนแสดงผลหรือรับภาพ ในภาคส่วนนี้เราจะทำการรับสัญญาณภาพที่ได้แล้วนำไปแสดงผลออกทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ของผู้ใช้หรือผู้บังคับหุ่น ซึ่งจะทำให้สามารถบังคับหุ่นยนต์พร้อมกับเห็นภาพจากกล้องวิดีโอที่ส่งกลับมาได้ในเวลาเดียวกัน

3.5 การทำงานของการส่งภาพด้วยกล้องไร้สาย

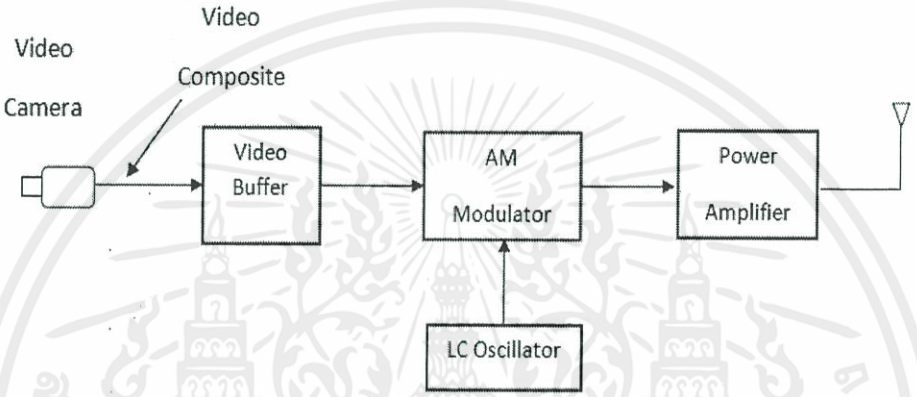


รูปที่ 3.23 กล้องส่งภาพไร้สาย [15]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

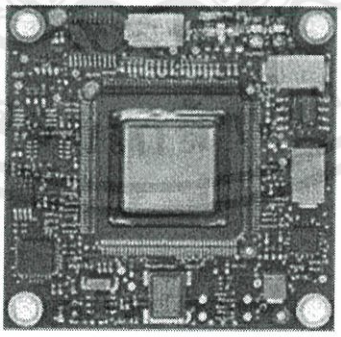
จากรูปที่ 3.23 เป็นรูปแสดงกล้องส่งภาพไร้สาย โดยกล้องไร้สายจะส่งสัญญาณภาพที่ความถี่ประมาณ 2.4 GHz หรือในย่าน UHF กล้องไร้สายชนิดนี้จะใช้แหล่งจ่ายไฟขนาด 8 Volt DC 500 mA

หลักการทำงานในการส่งสัญญาณภาพของกล้องไร้สาย จะคล้ายกับการส่งสัญญาณภาพวิดีโอทั่วไป ซึ่งบล็อกไดอะแกรมหลักการทำงานการส่งภาพแสดงได้ดังรูปที่ 3.24



รูปที่ 3.24 บล็อกไดอะแกรมหลักการทำงานของกล้องส่งภาพไร้สาย

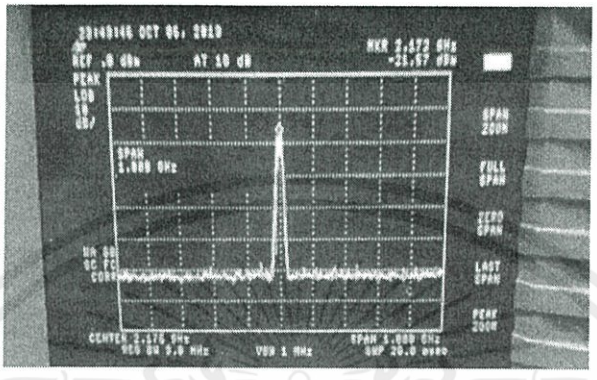
จากรูปที่ 3.24 แสดงบล็อกไดอะแกรมหลักการทำงานของกล้องส่งภาพไร้สาย โดยหลักการส่งสัญญาณภาพจะคล้ายกับวงจรส่งภาพวิดีโอทั่วไป แต่การทำงานของภาคส่วนต่างๆ จะทำงานภายในโมดูลกล้องไร้สาย 1 ตัว ตัวอย่างโมดูลของกล้องไร้สายแสดงได้ดังรูปที่ 3.25 เป็นโมดูลกล้องไร้สายชนิด CMOS



รูปที่ 3.25 โมดูลกล้องไร้สายชนิด CMOS [16]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเก็บผลการทดลองในส่วนนี้ จะทำการผลโดยการวัดสเปกตรัมของสัญญาณที่ส่งออกโดยกล้องไร้สาย ซึ่งผลการวัดค่าสเปกตรัมของสัญญาณที่ส่งจากกล้องไร้สายแสดง ดังรูปที่ 3.26



รูปที่ 3.26 สเปกตรัมของสัญญาณที่ส่งจากกล้องไร้สาย

จากผลลองในรูปที่ 3.26 พบว่าสเปกตรัมของสัญญาณที่ส่งจากกล้องไร้สายที่วัดโดยใช้เครื่อง Spectrum Analyzer มีความถี่ประมาณ 2.172 GHz และกำลังของสัญญาณที่วัดได้ประมาณ -21.57 dB

3.6 การจัดเก็บผลการทดลอง

3.6.1 ภาคส่งสัญญาณควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์แบบไร้สาย

วัตถุประสงค์ของการทดลองในส่วนนี้คือ เพื่อต้องการทราบรูปร่างลักษณะของสัญญาณข้อมูลที่เป็นรหัสแอสกีของตัวอักษร ที่ผู้ใช้กดเพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ โดยจะแบ่งการทดลองออกเป็น 2 การทดลองย่อย ดังนี้

1.) การเก็บผลการทดลองที่ได้จากสัญญาณที่ผ่านพอร์ตอนุกรม RS-232

การทดลองในส่วนนี้จะทำการทดสอบโปรแกรมสำหรับติดต่อระหว่างผู้ใช้กับคอมพิวเตอร์และเก็บผลการทดลองจากสัญญาณที่ออกจากคอมพิวเตอร์ โดยผ่านพอร์ตอนุกรม RS-232 ซึ่งจะทำการทดลอง โดยให้ผู้ใช้กดปุ่มควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ คือ ปุ่มเดินหน้า (W), ปุ่มถอยพลัง (S), ปุ่มเลี้ยวขวา (A) และปุ่มเลี้ยวซ้าย (D) จากนั้นทำการเก็บผลการทดลองที่ขา Tx ของพอร์ตอนุกรม RS-232

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.) การเก็บผลการทดลองที่ได้จากเอาท์พุตของวงจรแปลงสัญญาณที่ผ่านพอร์ตอนุกรม RS-232 เป็นสัญญาณที่มีระดับแรงดันเท่ากับ 3.3 โวลต์

การทดลองในส่วนนี้ จะทำการเก็บผลการทดลองจากขาที่ 12 ของไอซีเบอร์ MAX3232 ซึ่งสัญญาณที่ออกมาจากขานี้ จะเป็นสัญญาณที่มีระดับแรงดันเท่ากับ 3.3 โวลต์

3.6.2 ภาครับสัญญาณควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์แบบไร้สาย

วัตถุประสงค์ของการทดลองในส่วนนี้ คือ เพื่อต้องการทราบถึงรูปร่างลักษณะของสัญญาณข้อมูลที่รับได้ และตรวจสอบว่าโปรแกรมที่บรรจุอยู่ในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ ทำงานตามที่ต้องการหรือไม่ โดยจะแบ่งการทดลองออกเป็น 2 การทดลองย่อย ดังนี้

1.) การเก็บผลการทดลองที่ได้จากเอาท์พุตของตัว Xbee Pro

การทดลองในส่วนนี้ จะทำการเก็บผลการทดลองจากขาที่ 2 ซึ่งเป็นขาเอาท์พุตของสัญญาณข้อมูลอนุกรม (UART Data Out) ของตัว Xbee Pro นำสัญญาณที่รับได้ มาเปรียบเทียบกับสัญญาณของฝั่งส่ง เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล

2.) การเก็บผลการทดลองจากวงจรแปลงระดับแรงดันจาก 3.3 โวลต์เป็น 5 โวลต์

การทดลองในส่วนนี้ จะทำการเก็บผลการทดลองจากขา Drain ของตัว MOSFET แบบ N-Channel เบอร์ 2N7000 ซึ่งสัญญาณที่ออกมาจากขานี้ เป็นสัญญาณที่ทำการแปลงระดับแรงดันเป็น 5 โวลต์แล้ว

3.6.3 ภาคส่งและรับภาพวิดีโอแบบไร้สาย

วัตถุประสงค์ของการทดลองในส่วนนี้ คือ เพื่อต้องการทราบถึงรูปร่างลักษณะของสัญญาณภาพที่ส่งมาจากกล้องวิดีโอ และสเปกตรัมของสัญญาณภาพที่จะทำการส่งออกไปยังภาครับ โดยจะแบ่งการทดลองออกเป็น 4 การทดลองย่อย ดังนี้

1.) การเก็บผลการทดลองที่ได้จากสัญญาณของกล้องวิดีโอ

การทดลองในส่วนนี้จะทำการเก็บผลการทดลองที่ได้จากสัญญาณวีดิโอ ที่ส่งมาจากตัวกล้องวิดีโอ โดยจะทำการวัดที่เอาท์พุตของวงจรวิดีโอบัฟเฟอร์ โดยสัญญาณที่ได้จากเอาท์พุตนี้คือการนำสัญญาณภาพที่กล้องจับได้มาทำการขยายแรงดันทางไฟฟ้าเพื่อส่งต่อให้กับภาควงจรมอดูเลทเชิงแอมพลิจูดในลำดับต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.) การเก็บผลการทดลองที่ได้จากเอาท์พุตของวงจรมอดูเลทเชิงแอมพลิจูด

การทดลองในส่วนนี้จะทำการเก็บผลการทดลองจาก ขาคอลเลคเตอร์ของทรานซิสเตอร์ Q1 BC548C ซึ่งเป็นขาเอาท์พุตของการมอดูเลทเชิงแอมพลิจูด ระหว่างสัญญาณภาพกับสัญญาณคลื่นพาห์

3.6.4 ภาคตรวจสอบระยะทาง

วัตถุประสงค์ของการทดลองในส่วนนี้ เพื่อต้องทราบถึงรูปร่างลักษณะของสัญญาณเอาท์พุตของโมดูลตรวจวัดระยะทางอัลตร้าโซนิก และตรวจสอบว่าโปรแกรมที่บรรจุอยู่ในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ ทำงานตามที่ต้องการหรือไม่ โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 การทดลองย่อยดังนี้

1.) การเก็บผลการทดลองจากขาเอาท์พุตของโมดูลตรวจวัดระยะทางอัลตร้าโซนิก

การทดลองในส่วนนี้จะทำการเก็บผลการทดลองจากขาแอคโค่ ซึ่งเป็นค่าเอาท์พุตของโมดูลตรวจวัดระยะทางอัลตร้าโซนิก โดยสัญญาณที่วัดได้นี้จะต้องมีความกว้างพัลส์ที่ขึ้นอยู่ระยะทางระหว่างวัตถุ

2.) การทดลองการทำงานโปรแกรมที่อยู่ในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์

การทดลองในส่วนนี้ จะทำการจำลองวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยใช้โปรแกรม Proteus 7 Professional เพื่อทดลองและทดสอบการทำงานของโปรแกรม ก่อนนำไปต่อใช้งานจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

การทดลองและการจัดเก็บผลการทดลอง จะถูกแบ่งเป็น 3 การทดลอง ได้แก่

1.) ภาคส่งสัญญาณควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์แบบไร้สาย

2.) ภาครับสัญญาณควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์แบบไร้สาย

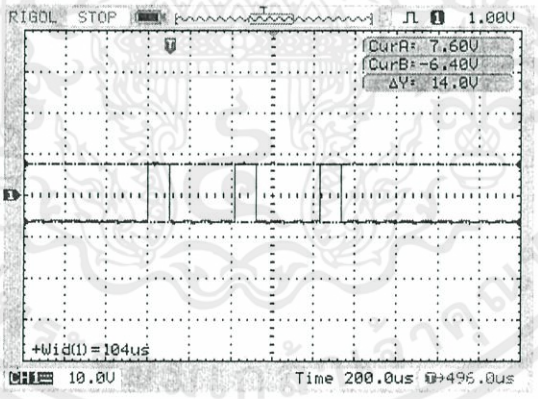
3.) ส่วนของวงจรส่งและรับภาพวีดีโอแบบไร้สาย

4.) ส่วนตรวจสอบระยะทาง

4.1 ภาคส่งสัญญาณควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์แบบไร้สาย

4.1.1 ผลการทดลองที่ได้จากสัญญาณที่ผ่านพอร์ตอนุกรม RS-232

เป็นการเก็บผลการทดลองจากขา Tx ของพอร์ตอนุกรม RS-232 โดยผู้ใช้จะกดปุ่มควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ จากโปรแกรมสำหรับติดต่อระหว่างผู้ใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ และสัญญาณที่ต้องการวัดจะออกทางพอร์ตอนุกรม RS-232 เมื่อผู้ใช้กดปุ่มเดินหน้า (w) สัญญาณข้อมูลรหัสแอสกีของตัวอักษร w จะถูกส่งออกมาทางขา Tx ของพอร์ตอนุกรม RS-232 ซึ่งสัญญาณที่วัดได้นี้ แสดงดังรูปที่ 4.1



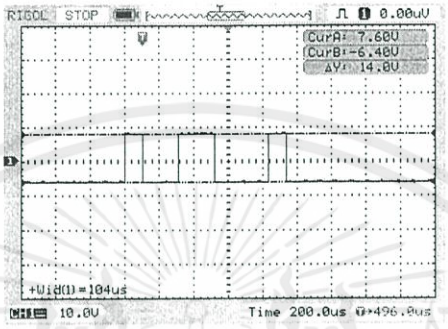
รูปที่ 4.1 สัญญาณข้อมูลรหัสแอสกีของตัวอักษร w

จากรูปที่ 4.1 พบว่าสัญญาณที่ได้นั้น มีระดับแรงดันที่ -6.40 โวลต์ถึง 7.60 โวลต์ โดยลอจิก 1 จะมีระดับแรงดันประมาณเท่ากับ -6.40 โวลต์และลอจิก 0 จะมีแรงดันเท่ากับ 7.60 โวลต์ ซึ่งสัญญาณที่ได้นี้ เป็นรหัสแอสกีของตัวอักษร w ขนาด 8 บิต ซึ่งมีค่าเท่ากับ 01110111B โดยมีบิตเริ่มต้น (Start Bit) เป็นลอจิก 0 และบิตหยุด (Stop Bit) เป็นลอจิก 1 รวมเป็น 10 บิต โดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่ละบิตมีความกว้าง 104 μs ดังนั้นเมื่อนำมาคำนวณหาความถี่ จะได้เท่ากับ 9615.38 บิตต่อวินาที

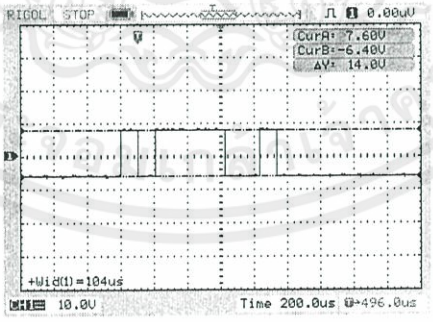
เมื่อผู้ใช้กดปุ่มถอยหลัง (s) สัญญาณข้อมูลรหัสแอสกีของตัวอักษร s จะถูกส่งออกมาทางขา Tx ของพอร์ตอนุกรม RS-232 ซึ่งสัญญาณที่วัดได้นี้ แสดงดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 สัญญาณข้อมูลรหัสแอสกีของตัวอักษร s

จากรูปที่ 4.2 พบว่าสัญญาณที่ได้นั้น มีระดับแรงดันที่ -6.40 โวลต์ถึง 7.60 โวลต์ โดยลอจิก 1 จะมีระดับแรงดันเท่ากับ -6.40 โวลต์และลอจิก 0 จะมีแรงดันเท่ากับ 7.60 โวลต์ ซึ่งสัญญาณที่ได้นี้ เป็นรหัสแอสกีของตัวอักษร s ขนาด 8 บิต ซึ่งมีค่าเท่ากับ 01110011B โดยมีบิตเริ่มต้น (Start Bit) เป็นลอจิก 0 และบิตหยุด (Stop Bit) เป็นลอจิก 1

เมื่อผู้ใช้กดปุ่มถอยหลัง (a) สัญญาณข้อมูลรหัสแอสกีของตัวอักษร a จะถูกส่งออกมาทางขา Tx ของพอร์ตอนุกรม RS-232 ซึ่งสัญญาณที่วัดได้นี้ แสดงดังรูปที่ 4.3

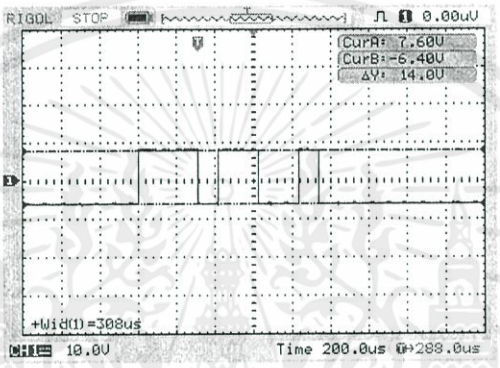


รูปที่ 4.3 สัญญาณข้อมูลรหัสแอสกีของตัวอักษร a

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.3 พบว่าสัญญาณที่ได้นั้น มีระดับแรงดันที่ -6.40 โวลต์ถึง 7.60 โวลต์ โดยลอจิก 1 จะมีระดับแรงดันเท่ากับ -6.40 โวลต์และลอจิก 0 จะมีแรงดันเท่ากับ 7.60 โวลต์ ซึ่งสัญญาณที่ได้นี้ เป็นรหัสแอสกีของตัวอักษร a ขนาด 8 บิต ซึ่งมีค่าเท่ากับ 01100001B โดยมีบิตเริ่มต้น (Start Bit) เป็นลอจิก 0 และบิตหยุด (Stop Bit) เป็นลอจิก 1

เมื่อผู้ใช้กดปุ่มถอยหลัง (d) สัญญาณข้อมูลรหัสแอสกีของตัวอักษร d จะถูกส่งออกมาทางขา Tx ของพอร์ตอนุกรม RS-232 ซึ่งสัญญาณที่วัดได้นี้ แสดงดังรูปที่ 4.4



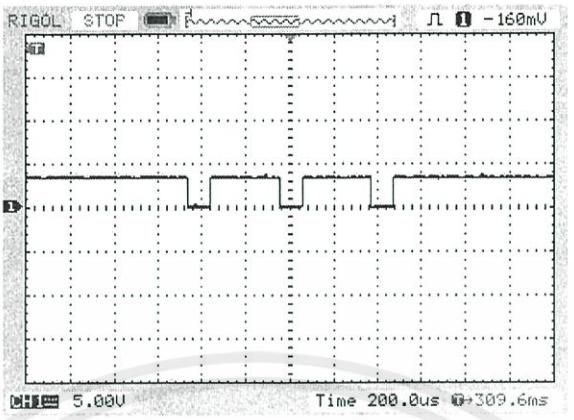
รูปที่ 4.4 สัญญาณข้อมูลรหัสแอสกีของตัวอักษร d

จากรูปที่ 4.4 พบว่าสัญญาณที่ได้นั้น มีระดับแรงดันที่ -6.40 โวลต์ถึง 7.60 โวลต์ โดยลอจิก 1 จะมีระดับแรงดันเท่ากับ -6.40 โวลต์และลอจิก 0 จะมีแรงดันเท่ากับ 7.60 โวลต์ ซึ่งสัญญาณที่ได้นี้ เป็นรหัสแอสกีของตัวอักษร d ขนาด 8 บิต ซึ่งมีค่าเท่ากับ 01100100B โดยมีบิตเริ่มต้น (Start Bit) เป็นลอจิก 0 และบิตหยุด (Stop Bit) เป็นลอจิก 1

4.1.2 ผลการทดลองที่ได้จากเอาท์พุตของวงจรแปลงสัญญาณที่ผ่านพอร์ตอนุกรม RS-232 เป็นสัญญาณที่มีระดับแรงดันเท่ากับ 3.3 โวลต์

เป็นการเก็บผลการทดลองจากขาที่ 12 ของไอซีเบอร์ MAX3232 โดยสัญญาณที่ได้นี้ เป็นสัญญาณที่มีระดับแรงดันเท่ากับ 3.3 โวลต์ ในการทดลองจะให้ผู้ใช้กดปุ่มเดินหน้า (w) และทำการเก็บผลการทดลองที่ขา 12 ของไอซีเบอร์ Max3232 ซึ่งสัญญาณที่ได้ แสดงดังรูปที่ 4.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



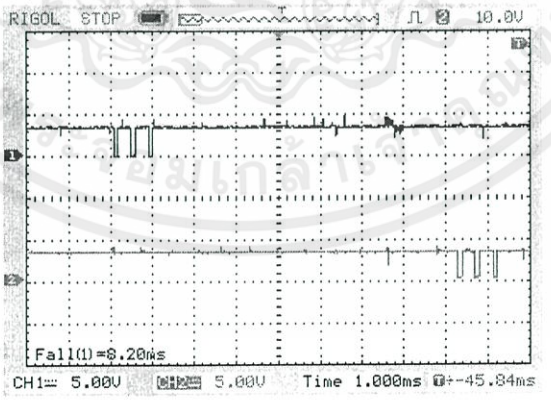
รูปที่ 4.5 สัญญาณเอาท์พุตที่ได้จากการแปลงระดับสัญญาณของรหัสแอสกีตัวอักษร w

จากรูปที่ 4.5 พบว่าสัญญาณที่ได้นั้น มีระดับแรงดันที่ 0 โวลต์ ถึง 3.3 โวลต์ โดยลอจิก 1 จะมีระดับแรงดันเท่ากับ 3.3 โวลต์และลอจิก 0 จะมีแรงดันเท่ากับ 0 โวลต์ นำสัญญาณที่ได้นี้ ไปป้อนเป็นอินพุตให้กับตัว Xbee Pro

4.2 ภาครับสัญญาณควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์แบบไร้สาย

4.2.1 ผลการทดลองที่ได้จากเอาท์พุตของตัว Xbee Pro

เป็นการเก็บผลการทดลองจากขาที่ 2 ซึ่งเป็นขาเอาท์พุตของสัญญาณข้อมูลอนุกรมของตัว Xbee Pro เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล โดยในการทดลองจะให้ผู้ใช้กดปุ่มเดินหน้า (w) และทำการเก็บผลการทดลอง ซึ่งสัญญาณที่รับได้นั้น แสดงดังรูปที่ 4.6



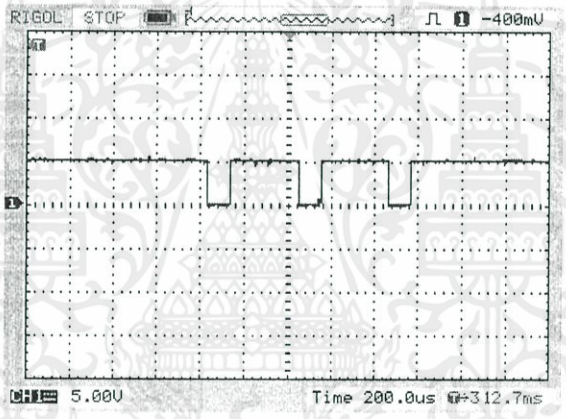
รูปที่ 4.6 สัญญาณที่รับได้ โดยใช้ตัว Xbee Pro (กราฟล่าง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.6 พบว่าสัญญาณที่รับได้ เป็นสัญญาณข้อมูลรหัสแอสกีของตัวอักษร w ขนาด 8 บิต ซึ่งมีค่าเท่ากับ 01110111B และมีระดับแรงดันที่ 0 โวลต์ ถึง 3.3 โวลต์ โดยลอจิก 1 จะมีระดับแรงดันเท่ากับ 3.3 โวลต์และลอจิก 0 จะมีแรงดันเท่ากับ 0 โวลต์ นำสัญญาณที่รับได้นี้ มาเปรียบเทียบกับ รูปที่ 4.6 ซึ่งก็คือ สัญญาณของฝั่งส่ง พบว่าสัญญาณของฝั่งส่งและฝั่งรับ มีลักษณะเหมือนกัน ซึ่งก็คือ ไม่เกิดความผิดพลาดขึ้น

4.2.2 ผลการทดลองจากวงจรแปลงระดับแรงดันจาก 3.3 โวลต์เป็น 5 โวลต์

เป็นการเก็บผลการจากขา Drain ของตัว MOSFET แบบ N-Channel เบอร์ 2N7000 ซึ่งสัญญาณที่ออกมาจากขานี้ เป็นสัญญาณที่ทำการแปลงระดับแรงดันเป็น 5 โวลต์แล้ว ในการทดลองจะให้ผู้ใช้กดปุ่มเดินหน้า (w) และทำการเก็บผลการทดลอง ซึ่งสัญญาณที่ได้ แสดงดังรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 สัญญาณข้อมูลรหัสแอสกีของตัวอักษร w

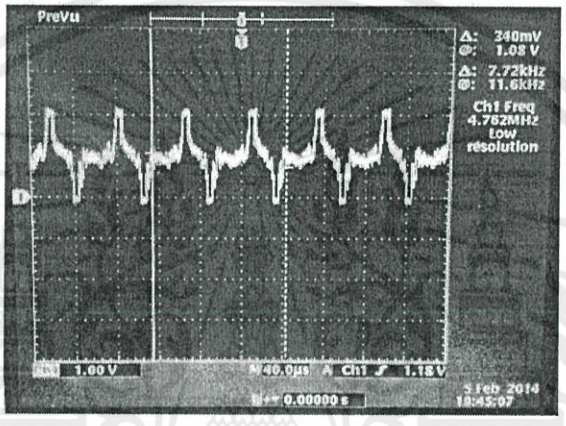
จากรูปที่ 4.7 พบว่าสัญญาณที่ได้นั้น มีระดับแรงดันที่ 0 โวลต์ ถึง 5 โวลต์ โดยลอจิก 1 จะมีระดับแรงดันเท่ากับ 5 โวลต์และลอจิก 0 จะมีแรงดันเท่ากับ 0 โวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ภาคส่วนของวงจรส่ง – รับภาพวิดีโอแบบไร้สาย

4.3.1 ผลการทดลองที่ได้จากสัญญาณของกล้องวิดีโอ

การทดลองในส่วนนี้จะทำการเก็บผลการทดลองจากสัญญาณวิดีโอที่ได้จากกล้อง โดยจะทำการวัดสัญญาณวิดีโอที่เอาท์พุตของภาคส่วนวงจรวิดีโอบัฟเฟอร์ซึ่งเป็นวงจรที่นำสัญญาณภาพวิดีโอมาขยายแรงดันไฟฟ้าก่อนจะส่งสัญญาณต่อไปยังภาคส่วนมอดูเลท ซึ่งสัญญาณที่วัดได้นี้แสดงดังรูปที่ 4.8



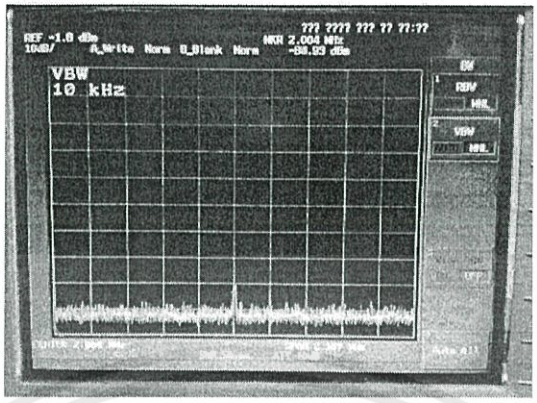
รูปที่ 4.8 สัญญาณวิดีโอจากกล้องวีดีโอ

จากรูปที่ 4.8 พบว่าสัญญาณที่วัดได้นั้นเป็นสัญญาณที่มีหลายความถี่และมีหลายแอมพลิจูดรวมอยู่ในสัญญาณ

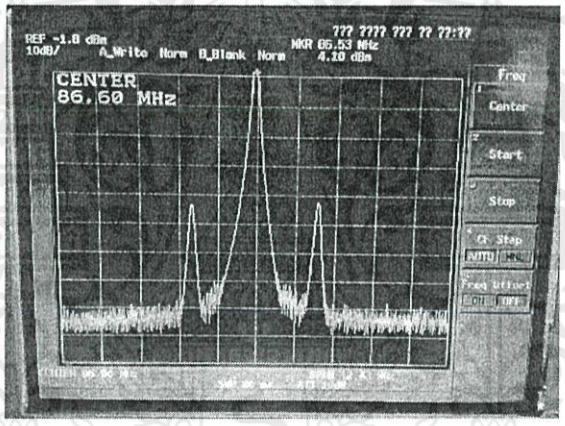
4.3.2 ผลการทดลองที่ได้จากเอาท์พุตของวงจรมอดูเลทเชิงแอมพลิจูด

การทดลองและการเก็บผลการทดลองในส่วนนี้จะเป็นการวัดสัญญาณเอาท์พุตของวงจรมอดูเลทเชิงแอมพลิจูด โดยกำหนดให้สัญญาณอินพุตเป็นสัญญาณที่มีความถี่เท่ากับ 2 MHz แสดงดังรูปที่ 4.9 ซึ่งเอาท์พุตที่ได้แสดงดังรูปที่ 4.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.9 สัญญาณอินพุตความถี่ 2 MHz



รูปที่ 4.10 สัญญาณหลังการทำมอดูเลทเชิงแอมพลิจูด

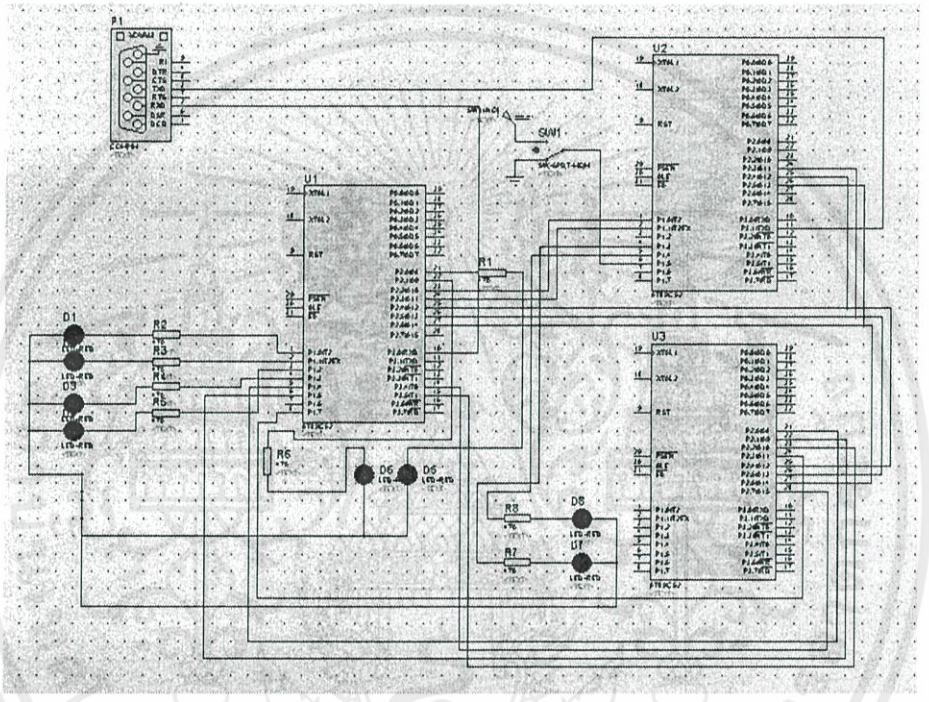
จากรูปที่ 4.10 เป็นสัญญาณที่ได้หลังทำการมอดูเลทเชิงแอมพลิจูด ซึ่งสัญญาณที่ได้เป็นสัญญาณดัลเบิ้ลไซด์แบนด์ (Double Sideband: DSB) โดยมีไซด์แบนด์ต่ำ (Lower Sideband: LSB) อยู่ทางซ้ายของคลื่นพาห์ และไซด์แบนด์สูง (Upper Sideband: USB) อยู่ทางขวาของคลื่นพาห์ ทั้งไซด์แบนด์ต่ำและไซด์แบนด์สูง จะมีความถี่ต่างกับคลื่นพาห์เท่ากับความถี่ของสัญญาณข้อมูลข่าวสาร ในการทดลองพบว่า ความถี่กลางของไซด์แบนด์ต่ำประมาณเท่ากับ 84.54MHz และความถี่กลางของไซด์แบนด์สูงประมาณเท่ากับ 88.52 MHz ซึ่งความถี่ของคลื่นพาห์เท่ากับ 86.53 MHz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ส่วนตรวจสอบระยะทาง

4.4.1 การทดลองการทำงานโปรแกรมที่อยู่ในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์

เป็นการทดลองการทำงานโปรแกรม ซึ่งจะจำลองวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยใช้โปรแกรม Proteus 7 Professional แสดงดังรูปที่ 4.11



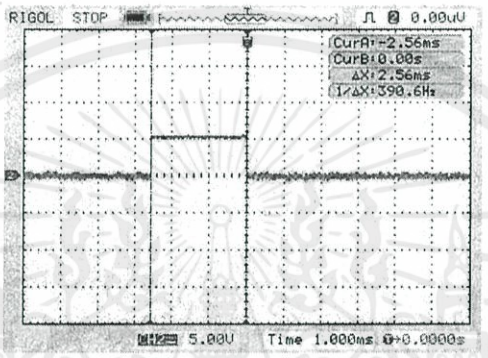
รูปที่ 4.11 ทดสอบการทำงานของโปรแกรมโดยใช้โปรแกรม Proteus 7 Professional

จากรูปที่ 4.11 เป็นการทดสอบการทำงานของโปรแกรม ซึ่งจะจำลองวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยใช้หลอดแอลอีดีแทนขั้วของมอเตอร์กระแสตรง และใช้สวิตช์แทนเซ็นเซอร์ตรวจจับรหัสล้อ จากการทดลองพบว่า โปรแกรมทำงานเป็นไปตามที่ต้องการ เช่น ทดลองให้ผู้ใช้กดปุ่มเดินหน้า (w) ผ่าน COMPIM ผลที่ได้คือ ลอจิกที่ส่งให้กับมอเตอร์กระแสตรงหมุนไปข้างหน้าถูกต้อง จากนั้นทดลองให้ผู้ใช้กดปุ่มเริ่มทำงานในโหมดสำรวจ และทำการกดสวิตช์ แทนการตัดผ่านแถบสีดำของเซ็นเซอร์ตรวจจับรหัสล้อ ผลที่ได้คือ ค่าที่ส่งกลับมายังผู้ใช้ เมื่อผู้ใช้กดหยุดการทำงานในโหมดสำรวจ ถูกต้องไม่ผิดพลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

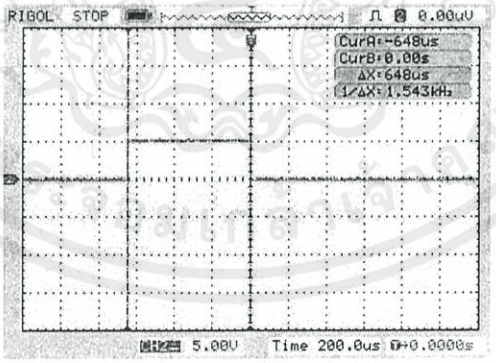
4.4.2 ผลการทดลองจากขาเอาท์พุตของโมดูลตรวจวัดระยะทางอัลตร้าโซนิก

การทดลองและเก็บผลการทดลองในส่วนนี้ จะเก็บผลการทดลองจากขาแอคโค่ ซึ่งเป็นขาเอาท์พุตของโมดูลตรวจวัดระยะทางอัลตร้าโซนิก โดยให้ระยะห่างระหว่างวัตถุกับโมดูลเท่ากับ 45 เซนติเมตร, 12 เซนติเมตร, 8 เซนติเมตรและ 4 เซนติเมตร ได้ผลการทดลองแสดงดังรูปที่ 4.12, 4.13, 4.14 และ 4.15 ตามลำดับ



รูปที่ 4.12 สัญญาณเอาท์พุตที่ขาแอคโค่ ของโมดูลตรวจวัดระยะทางอัลตร้าโซนิก

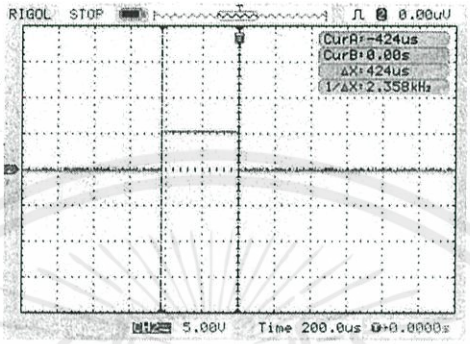
จากรูปที่ 4.12 ทดลองให้ระยะห่างระหว่างวัตถุกับโมดูลเท่ากับ 45 เซนติเมตรพบว่าสัญญาณเอาท์พุตที่ได้ มีความกว้างพัลส์เท่ากับ 2.56 มิลลิวินาที และมีระดับแรงดันเท่ากับ 5 โวลต์



รูปที่ 4.13 สัญญาณเอาท์พุตที่ขาแอคโค่ ของโมดูลตรวจวัดระยะทางอัลตร้าโซนิก

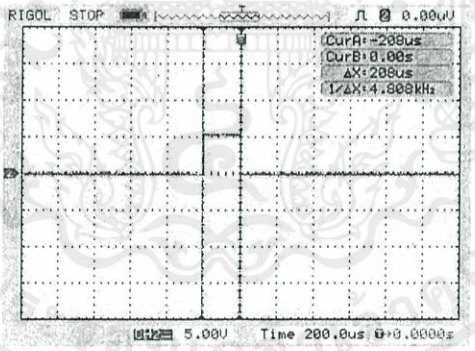
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.13 ทดลองให้ระยะห่างระหว่างวัตถุกับโมดูลเท่ากับ 12 เซนติเมตรพบว่า สัญญาณเอาท์พุตที่ได้ มีความกว้างพัลส์เท่ากับ 648 ไมโครวินาที และมีระดับแรงดันเท่ากับ 5 โวลต์



รูปที่ 4.14 สัญญาณเอาท์พุตที่ขาแอคโค่ ของโมดูลตรวจวัดระยะทางอัลตร้าโซนิก

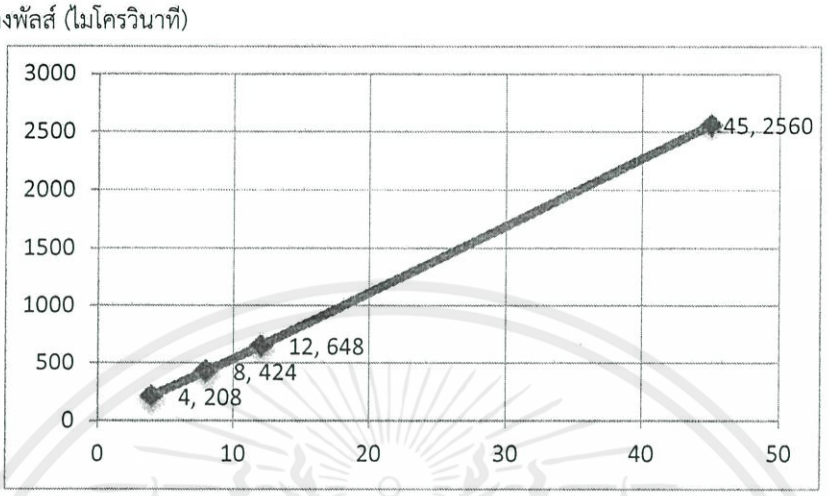
จากรูปที่ 4.14 ทดลองให้ระยะห่างระหว่างวัตถุกับโมดูลเท่ากับ 8 เซนติเมตรพบว่า สัญญาณเอาท์พุตที่ได้ มีความกว้างพัลส์เท่ากับ 424 ไมโครวินาที และมีระดับแรงดันเท่ากับ 5 โวลต์



รูปที่ 4.15 สัญญาณเอาท์พุตที่ขาแอคโค่ ของโมดูลตรวจวัดระยะทางอัลตร้าโซนิก

จากรูปที่ 4.15 ทดลองให้ระยะห่างระหว่างวัตถุกับโมดูลเท่ากับ 4 เซนติเมตรพบว่า สัญญาณเอาท์พุตที่ได้ มีความกว้างพัลส์เท่ากับ 208 ไมโครวินาที และมีระดับแรงดันเท่ากับ 5 โวลต์ จากการทดลอง สามารถนำความกว้างพัลส์ของสัญญาณเอาท์พุตและระยะห่างระหว่างวัตถุกับโมดูล มาเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ ได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.16 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างพัลส์และระยะห่างระหว่างวัตถุกับโมดูล

จากรูปที่ 4.16 สามารถหาความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างพัลส์ของสัญญาณเอาท์พุตและระยะห่างระหว่างวัตถุกับโมดูลได้ดังสมการที่ 4.1

$$Y = 57.36X \qquad 4.1$$

โดยที่ Y คือ ความกว้างพัลส์ของสัญญาณเอาท์พุต (us)
X คือ ระยะห่างระหว่างวัตถุกับโมดูล (cm)

4.4.3 ผลการทดลองวัดระยะทางโดยใช้โมดูลตรวจวัดระยะทางอัลตร้าโซนิก

การทดลองในส่วนนี้ จะทำการวัดระยะทางโดยใช้โมดูลวัดระยะทางอัลตร้าโซนิก และนำมาเปรียบเทียบกับระยะทางจริง เพื่อหาเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน แสดงดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 หาเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของโมดูลวัดระยะทางอัลตร้าโซนิก

ระยะทางจริง (Cm)	ระยะทางที่วัดได้จากโมดูล (Cm)	ค่าความคลาดเคลื่อน (Cm)	เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน (Error)
10	10.13	0.13	1.30 %
20	20.30	0.30	1.50 %
30	30.50	0.50	1.60 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

40	40.19	0.19	0.47 %
50	50.3	0.30	0.6 %
60	60.5	0.50	0.83 %
70	70.22	0.22	0.32 %
80	80.4	0.40	0.50 %
90	90.5	0.50	0.55 %
100	100.4	0.40	0.40 %
110	110.52	0.52	0.47 %

จากการทดลองพบว่า โมดูลตรวจวัดระยะทางอัลตร้าโซนิกสามารถตรวจวัดระยะทางได้ตั้งแต่ 4 – 110 เซนติเมตร หากระยะที่วัดมากกว่า 110 เซนติเมตร จะไม่สามารถวัดได้ และจากตารางที่ 4.1 ได้เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสูงสุดเท่ากับ 1.6 เปอร์เซ็นต์

4.4. ผลการทดลองวัดระยะทางโดยใช้หุ่นยนต์ตรวจสอบระยะทาง

ตารางที่ 4.2 หาเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนจากการวัดของหุ่นยนต์

ระยะทางจริง (Cm)	ระยะทางที่วัดได้ (Cm)	ค่าความคลาดเคลื่อน (Cm)	เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน (Error)
2	193.286	6.714	3.36
4	407.299	7.249	1.81
6	580.519	19.481	3.25
8	783.929	16.071	2.00
10	1020.873	20.873	2.09
20	2033.244	33.244	1.66
25	2601.362	101.362	4.05
30	3120.176	120.176	4.01

จากการทดลองพบว่า เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนโดยใช้หุ่นยนต์ในการตรวจสอบระยะทาง ได้ค่าความคลาดเคลื่อนมากที่สุดเท่ากับ 4.05 เปอร์เซ็นต์ ที่ระยะทาง 2.5 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

จากการดำเนินงาน สรุปได้ว่าหุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่ไปในทิศทางที่ผู้ใช้ต้องการได้ โดยผู้ใช้จะบังคับผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์ เมื่อผู้ใช้กดปุ่มบังคับ สัญญาณควบคุมก็จะถูกส่งไปยังวงจรฝั่งรับที่ติดอยู่กับตัวหุ่นยนต์ และใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการประมวลผลทำให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปในทิศทางที่ต้องการซึ่งหุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่ได้ระยะทางประมาณ 43 เมตรสำหรับภายในอาคาร (Indoor) และระยะทาง 450 เมตรสำหรับนอกอาคาร (Outdoor) ในส่วนของการวัดระยะทางนั้นจะวัดจากระยะที่หุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปโดยจะนำจำนวนรอบของล้อที่หมุนจากการเคลื่อนที่มาคำนวณเป็นระยะทางตรงแล้วรวมกับระยะทางที่วัดได้จากเซ็นเซอร์อัลตร้าโซนิกทางด้านหลังกับด้านหน้าหุ่นยนต์ก็จะทราบระยะความยาวด้านนั้นของห้องที่ทำการวัด การที่จะทำให้การวัดระยะทางนั้นมีความแม่นยำและมีคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด โดยจะให้หุ่นยนต์วิ่งขนานไปกับกำแพงของห้องที่จะทำการวัด ใช้ค่าระยะทางจากผนังห้องกับตัวหุ่นยนต์ที่วัดได้จากเซ็นเซอร์อัลตร้าโซนิกที่ติดอยู่ที่ด้านข้างส่วนหน้ากับด้านข้างส่วนหลังของหุ่นยนต์มาเปรียบเทียบกันเพื่อทำให้รถวิ่งขนานกับกำแพงโดยระยะทางที่เซ็นเซอร์ทั้งสองวัดได้ต่างกันไม่เกิน 0.5 เซนติเมตรหุ่นยนต์ก็จะเคลื่อนไปข้างหน้า แต่เมื่ออัลตร้าโซนิกทั้งสองตัววัดได้แล้วมีค่าต่างกันมากกว่า 0.5 เซนติเมตร หุ่นยนต์ก็จะปรับตัวเองเพื่อให้กลับมาขนานกับกำแพง ในระหว่างที่หุ่นยนต์ปรับตัวให้ขนานกับกำแพงนั้นส่วนของการวัดระยะทางจากการนับจำนวนรอบล้อก็จะหยุดการทำงานชั่วคราว แล้วจะกลับมานับอีกครั้งเมื่อหุ่นยนต์สามารถปรับตัวเองให้กลับมาขนานกับกำแพงและเคลื่อนที่ต่อไปข้างหน้าได้ เมื่อนำค่าระยะทางที่ได้จากการวัดรอบล้อกับค่าจากเซ็นเซอร์อัลตร้าโซนิกด้านหน้ากับด้านหลังมารวมกัน ก็จะทราบระยะความยาวด้านนั้นของห้อง แล้วก็ทำการวัดความยาวด้านที่เหลือด้วยวิธีการวัดแบบเดียวกัน ก็สามารถทราบขนาดความกว้างความยาวของห้องที่ทำการวัดได้ทั้งหมด โดยหุ่นยนต์สามารถวัดระยะทางของห้องที่มีเสาหรือสิ่งกีดขวางยื่นออกมาจากผนังห้องได้ ซึ่งสิ่งกีดขวางนั้นต้องยื่นออกมาจากผนังห้องไม่น้อยกว่า 2 เซนติเมตร จะทำให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ผ่านไปโดยไม่สนใจสิ่งกีดขวางนั้น แต่หากสิ่งกีดขวางยื่นออกมาจากผนังต่ำกว่า 2 เซนติเมตร หุ่นยนต์จะปรับตัวเองให้ขนานกับสิ่งกีดขวางนั้นๆ และสิ่งกีดขวางสามารถยื่นออกมาได้มากที่สุดประมาณ 1 เมตร จากผนัง

5.2 ปัญหาที่เกิดขึ้นในการทดลอง

ในส่วนของวงจรส่งภาพแบบไร้สายได้ทำการทดลองรับส่งภาพทั้งในที่โล่งแจ้งและภายในอาคารปรากฏว่าสัญญาณภาพที่รับได้มีคุณภาพของสัญญาณที่ไม่ชัดซึ่งอาจจะเป็นผลมาจากสัญญาณรบกวนภายนอก หรือระดับกำลังของสัญญาณที่ส่งมาต่ำเกินไปจึงทำให้ทางภาครับ รับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณภาพที่ไม่ชัด เราจึงเปลี่ยนมาใช้โมดูลกล้องไร้สายสำเร็จรูป เพราะว่าสัญญาณที่รับได้มีความชัด และสามารถรับส่งภาพได้ไกลขึ้น

5.3 แนวทางในการพัฒนาต่อ

จากปัญหาในการส่งและรับภาพวิดีโอแบบไร้สายที่เกิดขึ้นคือการรับสัญญาณภาพที่ส่งมาไม่ชัดเท่าที่ควร ซึ่งปัญหาดังกล่าวสามารถแก้ไขโดยการใช้กล้องวิดีโอแบบไร้สาย โดยกล้องไร้สายนี้จะมีวงจรส่งสัญญาณภาพภายในตัว จะส่งสัญญาณภาพที่ความถี่ 2.4 GHz จากการทดลองส่งและรับสัญญาณภาพจากกล้องไร้สายพบว่าสัญญาณที่รับได้มีคุณภาพของสัญญาณที่ดีกว่าสัญญาณที่ส่งจากวงจรส่งสัญญาณภาพวิดีโอที่สร้างขึ้นเมื่อใช้คู่กับกล่องรับสัญญาณ Radio AV Receiver ทางคณะผู้จัดทำจึงมีแนวคิดที่จะใช้กล้องไร้สายนี้ติดตั้งที่ตัวหุ่นยนต์เพื่อใช้ในการส่งสัญญาณภาพ และสามารถนำมาพัฒนาและต่อยอดเพื่อที่จะทำให้การส่งสัญญาณภาพจากกล้องไร้สายมีคุณภาพของสัญญาณที่ดีขึ้นและสามารถส่งได้ระยะทางที่ไกลมากขึ้นทั้งที่โล่งแจ้งและภายในอาคาร

ในส่วนของหุ่นยนต์วัดระยะทางสามารถพัฒนาต่อโดยการทำให้หุ่นยนต์มีขนาดที่เล็กลงเพื่อจะง่ายและสะดวกต่อการเข้าไปสำรวจและวัดระยะทางในสถานที่ที่แคบและอันตรายได้ การเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ก็สามารถพัฒนาต่อยอดขึ้นไปได้อีกคือให้เคลื่อนที่นอกจากทางราบเส้นตรง เช่น ทางลาดชัน ทางขรุขระ ทางขึ้น-ลงบันได เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] ทีมงานสมาร์ทเลิร์นนิ่ง. *เรียนรู้ไมโครคอนโทรลเลอร์MCS-51ด้วยภาษาซีพร้อมโครงงาน.*พิมพ์ครั้งที่1. กรุงเทพฯ: สมาร์ทเลิร์นนิ่ง 2552

[2] รศ.ธีรวัฒน์ ประกอบผล. *การพัฒนาไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยภาษาซี.*พิมพ์ครั้งที่ 6 .กรุงเทพฯ: พิมพ์ดีดการพิมพ์, 2548

[3] http://www.thaieasyelec.com/Review-Product-Article/xbee-with-microcontroller-PIC16F877.html

[4] http://www.semi-shop.com/knowledge/knowledge_detail.php?sk_id=33

[5] https://wiki.stjohn.ac.th/groups/poly_electronics/wiki/504a4/

[6] http://www.thaimicrotron.com/CCS-628/Referrence/RS232.htm

[7] https://wiki.stjohn.ac.th/groups/poly_electronics/wiki/0b8e1/

[8] http://troratad.net/_subject_tele/teldata_1.htm

[9] http://www.afiata.com/tv-transmitter-circuit-using-lm1889n/ #.UlFOh_dLIaoU

[10] http://www.tonanasia.com/technical_detail.php?id_tech=82

[11] http://www.tonanasia.com/technical_detail.php?id_tech=85

[12] http://www.vcharkarn.com/lesson/view.php?id=1359

[13] http://www.adisak51.com/page21.html

[14] http://www.inno-ins.com/862580/photoelectric-sensors

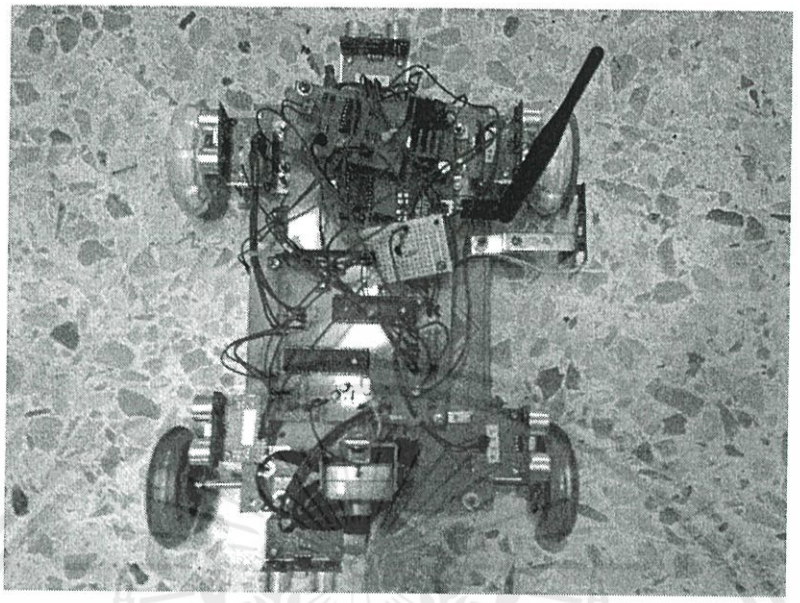
[15] http://www.pk88cctv.com/index.php?mo=30&cid=144744

[16] http://thai.alibaba.com/product-gs/cmos-600tvl-cctv-camera-module.html

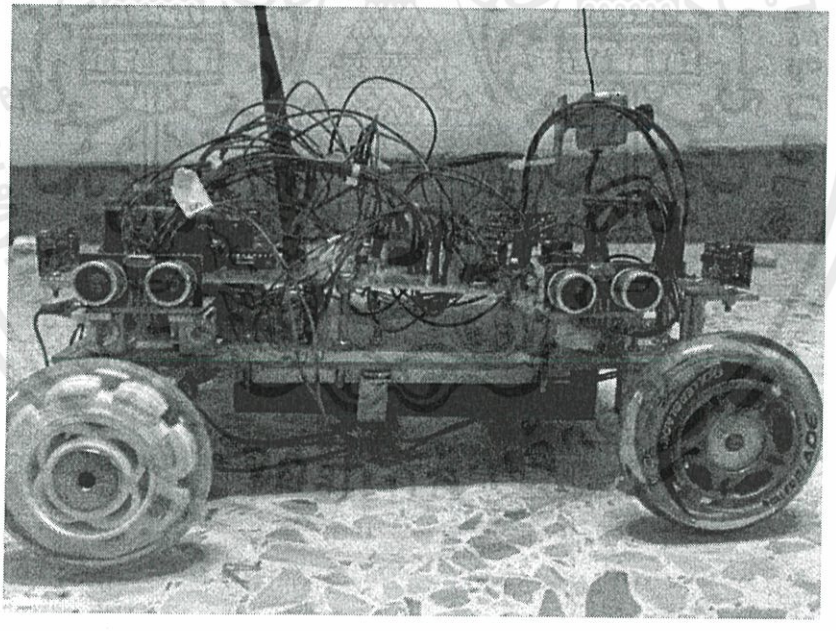
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
หุ่นยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

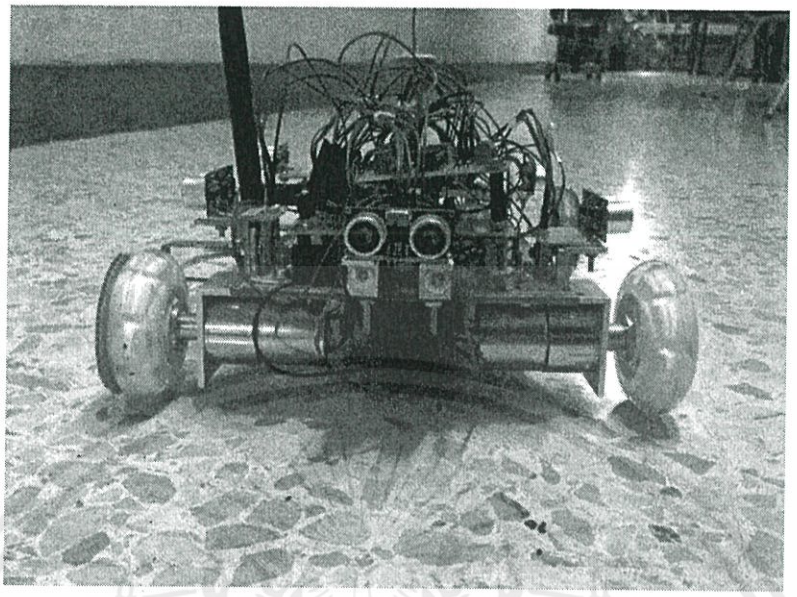


รูปที่ 1 ถ่ายจากมุมบนของหุ่นยนต์

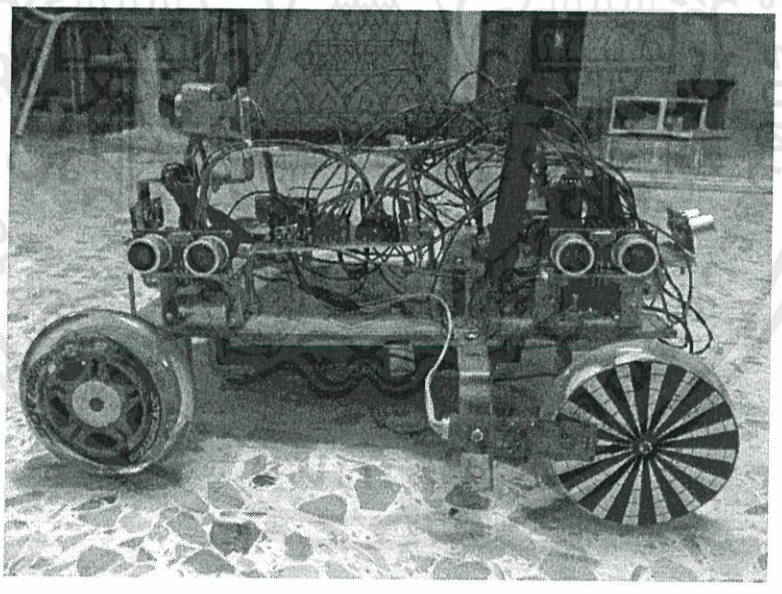


รูปที่ 2 ถ่ายจากมุมข้างของหุ่นยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3 ถ่ายจากมุมหลังของหุ่นยนต์



รูปที่ 4 ถ่ายจากมุมข้างของหุ่นยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
โปรแกรมในไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวที่ 1 ควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
#include <reg52.h>
void uart_init(void);
void delay_db(int time);
void v_speedmotorLeft(unsigned int speedL);
void v_speedmotorRight(unsigned int speedR);
void v_speedmotor(unsigned int speed);
void v_speedmotorb(unsigned int speedb);
void sw_off(void);
void check(void);
sbit EAR=P2^0;
sbit EAL=P2^1;
sbit start=P2^2;
sbit pause=P2^3;
sbit motorL1=P1^0;
sbit motorL2=P1^1;
sbit motorR1=P1^2;
sbit motorR2=P1^3;
sbit startRU = P2^4;
sbit startLU = P2^5;
sbit pauseU = P2^6;
sbit stopulzx = P3^7;
sbit startULzx = P3^6;
sbit keepforward = P1^4;
sbit improveRR = P1^5;
sbit improveRL = P3^5;
sbit improveLR = P1^7;
sbit improveLL = P3^4;
unsigned char data1;
int sw;
void main(void)
{
        int d=0;
        char R=0;
        char L=0;
        int a= 0;
        int checkstart;
        uart_init();
        EAR = 0;
        EAL = 0;
        motorL1 = 0;
        motorL2 = 0;
        motorR1 = 0;
        motorR2 = 0;
        start = 0;
        pause = 0;
        startRU = 0;
        startLU = 0;
        pauseU = 0;
        stopulzx = 0;
        startULzx = 0;
        a = 0;
        while(1)
        {
         if((checkstart == 1))
         {
           if(keepforward == 1)
           {
              a = 1;
               v_speedmotor(10000);

           }
           if((keepforward == 1)&&(a == 1))
           {
              v_speedmotor(10000);

           }
        if((improveRR == 1)||(improveLR == 1))
         {
              EAR = 1;
              EAL = 1;
              motorL1 = 0;
              motorL2 = 1;
              motorR1 = 1;
              motorR2 = 0;
              sw_off();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            }
        if((improveRL == 1)||(improveLL == 1))
         {
                EAR = 1;
                EAL = 1;
                motorL1 = 1 ;
                motorL2 = 0 ;
                motorR1 = 0 ;
                motorR2 = 1 ;
                sw_off();
        }
}
if((RI==1))
{
         data1 = SBUF;
         RI = 0;
         if ( data1 == 0x63 )
         {
                  start = 1;
                 startRU = 0;
                 startLU = 0;
                  pause = 0;
         }
         else if (data1 == 0x76)
         {
                 start = 0;
                 pause = 0;
         }
         else if (data1 == 0x62)
         {
                  pause = 1;
         }
         else if ((data1 == 0x66) && (R == 1))
         {
                  startRU = 1;
                  startLU = 0;
                  pauseU = 0;
                  checkstart = 1;
         }
         else if ((data1 == 0x66) && (L == 1))
         {
                  startLU = 1;
                  startRU = 0;
                  pauseU = 0;
                  checkstart = 1;
         }
         else if (data1 == 0x67)
         {
                  startRU = 0;
                  startLU = 0;
                  pauseU = 0;
                  R = 0;
                  L = 0;
                  a = 0;
                  checkstart = 0;
         }
         else if(data1 == 0x68)
         {
                  pauseU = 1;
                  checkstart = 1;
         }
         else if(data1 == 0x72)
         {
                  R = 1;
         }
         else if(data1 == 0x6C)
         {
                 L = 1;
         }
         else if ((data1 == 0x77)||(data1 ==
0x61) || (data1 == 0x73) || (data1 ==
0x64)||(data1 == 0x71)||(data1 == 0x65))
         {
                  EAR = 1;
                  EAL = 1;
                  check();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        }
        else if( data1 == 0x7A )
        {
                EAR = 1;
                motorR2 = 1;
                motorR1 = 0;
                v_speedmotorLeft(8000);
                if(EAR == 1)
                {
                        EAR = 0;
                }
        }
        else if(data1 == 0x78)
        {
                EAL = 1;
                motorL2 = 1;
                motorL1 = 0;
                v_speedmotorRight(8000);
                if(EAL == 1)
                {
                        EAL = 0;
                }

        }
  }
 }
 }
void uart_init(void)
{
        TR1 = 0;
        ET1 = 0;
        TMOD = 0x20
        TH1 = 0xFD;
        TR1 = 1;
        SCON = 0x50;
        TI = 1;
}
void delay_db(int time)
{
        do
        {
                time--;
        }
        while(time>0
}
void sw_off(void)
{
        delay_db(4500);
        motorL1 = 1     ;
        motorL2 = 1     ;
        motorR1 = 1     ;
        motorR2 = 1     ;
}
void check(void)
{
        f(data1 == 0x77)
        {
                v_speedmotor(9000);
        }
        if(data1 == 0x61)
        {
                sw = 1;
                motorL1 = 0     ;
                motorL2 = 0     ;
                motorR1 = 0     ;
                motorR2 = 1     ;
                sw_off();
        }
        if(data1 == 0x73)
        {
                v_speedmotorb(9000);
        }
        if(data1 == 0x64) /* d right */
        {
                sw = 1;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                motorL1 = 0     ;
                motorL2 = 1     ;
                motorR1 = 0     ;
                motorR2 = 0     ;
                sw_off();
        }
        if(data1 == 0x65)
        {
                sw = 1;
                motorL1 = 0     ;
                motorL2 = 1     ;
                motorR1 = 1     ;
                motorR2 = 0     ;
                sw_off();
        }
        if(data1 == 0x71)
        {
                sw = 1;
                motorL1 = 1     ;
                motorL2 = 0     ;
                motorR1 = 0     ;
                motorR2 = 1     ;
                sw_off();
        }
}
void v_speedmotorLeft(unsigned int speedL)
{
        unsigned int t_on,t_off,b;
        t_on = speedL;
        t_off = 10000-t_on;
        motorL2 = 1;
        motorL1 = 0;
        EAL = 1;
        for(t_on=t_on;t_on>0;t_on--)
        {
                b++;
        }
        EAL = 0;
        for(t_off=t_off;t_off>0;t_off--)
        {
                b++;
        }

}
void v_speedmotorRight(unsigned int speedR)
{
        unsigned int t_on,t_off,b;
        t_on = speedR;
        t_off = 10000-t_on;
        motorR2 = 1;
        motorR1 = 0;
        motorL2 = 1;
        motorL1 = 0;
        EAR = 1;
        for(t_on=t_on;t_on>0;t_on--)
        {
                b++;
        }
        EAR = 0;
        for(t_off=t_off;t_off>0;t_off--)
        {
                b++;
        }
}
void v_speedmotor(unsigned int speed)
{
        unsigned int t_on,t_off,b;
        t_on = speed;
        t_off = 10000-t_on;
        motorR2 = 1;
        motorR1 = 0;
        motorL2 = 1;
        motorL1 = 0;
        EAL = 1;
        EAR = 1;
        for(t_on=t_on;t_on>0;t_on--)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        {
                b++;
        }
        EAL = 0;
        EAR = 0;
        for(t_off=t_off;t_off>0;t_off--)
        {
                b++;
        }
}
void v_speedmotorb(unsigned int speedb)
{
        unsigned int t_on,t_off,b;
        t_on = speedb;
        t_off = 10000-t_on;
        motorR2 = 0;
        motorR1 = 1;
        motorL2 = 0;
        motorL1 = 1;
        EAL = 1;
        EAR = 1;
        for(t_on=t_on;t_on>0;t_on--)
        {
                b++;
        }
        EAL = 0;
        EAR = 0;
        for(t_off=t_off;t_off>0;t_off--)
        {
                b++;
        }
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค
โปรแกรมในไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวที่ 2 ควบคุมเซ็นเซอร์ตรวจจับรหัสล้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
#include <reg52.h>
#include <stdio.h>
#include <absacc.h>
#include <intrins.h>
#include <string.h>
void delay_db(int time);
void sw_off(void);
void sw_off2(void);
void uart_init(void);
void send(void);
void sendU(void);
void distance6(void);
void on_zx21(void);
void trigger_pulse6(void);
sbit start = P1^0;
sbit pause = P1^1;
sbit LED1 = P1^3;
sbit LED2 = P1^4;
sbit zx21 = P1^5;
sbit startRU = P2^4;
sbit startLU = P2^3;
sbit pauseU = P2^5;
sbit trigger6 = P2^0;
sbit echo6 = P2^1;
int
a,n,m,a2,n2,m2,distance,distancew,R,E,R2,E2;
int distanceU,distanceUw;
double distanceUw2;
int p,g,f;
unsigned int mc6,value6;
void main(void)
{
        R = 0;
        E = 0;
        R2 = 0;
        E2 = 0;
        LED2 = 0;
        LED1 = 0;
        a = 0;
        n = 0;
        m = 1;
        a2 = 0;
        n2 = 0;
        m2 = 1;
        distance = 0;
        distancew = 0;
        distanceU = 0;
        distanceUw = 0;
        p = 0;
        f = 0;
while(1)
{
  if((pause == 0)&&(pauseU == 0))
  {
  if (start ==  1 )||(startRU == 1)||(startLU == 1)
   {
        LED1 = 1;
        sw_off();
        if(start == 1)
        {
                f = 1;
                on_zx21();
        }
        else if((startRU == 1)||(startLU == 1))
        {
                distance6();
                p = 1;
                g = 1;
                on_zx21();
        }
   }
  else if (start == 0)||(startRU == 0)||(startLU == 0)
  {
        LED2 = 1;
        sw_off2();
        a = 0;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            n = 0;
            m = 1;
            if(p == 1)
            {
                  sendU();
                  p++;
            }
            if(f == 1)
            {
                  send();
                  f++;
            }
      }
    }
    else if((pause == 1)||(pauseU ==1))
    {
            distancew = distancew ;
            distance = distance;
            a = a;
            n = n;
            m = m;
    }
  }
}
void delay_db(int time)
{
            do
            {
                  time ;
            }
            while(time>0);
  }
void sw_off(void)
{
            if(LED2 == 1)
            {
                  delay_db(4500);
                  LED2 = 0;
            }
  }
  void sw_off2(void)
  {
            if(LED1 == 1)
            {
                  delay_db(4500);
                  LED1 = 0;
            }
  }
  void uart_init(void)
  {
            TR1 = 0;
            ET1 = 0;
            TMOD = 0x20;
            TH1 = 0xFD
            TR1 = 1;
            SCON = 0x50
            TI = 1;
  }
  void send(void)
  {
      int value1,value2;
      floattemp1,temp2,old_temp1,old_temp2;
      uart_init();
            if(R == 1)
            {
                  E = 0;
                  if(TI == 1)
                  {
                        value1 = distancew;
                        temp1 = (value1*1.58);
                        if(temp1 != old_temp1)
                        {
                          printf("  %.3f ",temp1);
                          distancew = 0;
                          delay_db(4500);
                          TI = 0;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    old_temp1 = temp1;
                }
            }
            else if(E == 1)
            {
                R = 0;
                if(TI == 1)
                {
                  value2 = distance;
                  temp2 = ((value2*1.58)-
1.58);
                  if(temp2 !  = old_temp2)
                  {
                      printf("  %.3f ",temp2);
                      distance = 0;
                      delay_db(4500);
                      TI = 0;
                   }
                   old_temp2 = temp2;
                }
            }
}
void sendU(void)
{
        int valueU1,valueU2;
        floatsum1,sum2,old_sum1,old_sum2;
        float temp1,temp11,temp2,temp22;
        uart_init();
        if(R2 == 1)
        {
                E2 = 0;
                if(TI == 1)
                {
                   valueU1 = distanceUw;
                   temp1 = (valueU1*1.58);
                   temp11 = (value6/52.42);
                   sum1 = temp1 + temp11;
                if(sum1 != old_sum1)
                {

                    printf("  %.3f ",sum1);
                    distanceUw = 0;
                    delay_db(4500);
                    TI = 0;
                }
                old_sum1 = sum1;
                }
            }
            else if(E2 == 1)
            {
                R2 = 0;
                if(TI == 1)
                {
                  valueU2 = distanceU;
                  temp2 = ((valueU2*1.58);
                  temp22 = (value6/52.42);
                  sum2 = temp2 + temp22;
                  if(sum2 != old_sum2)
                  {
                        printf("  %.3f ",sum2);
                        distanceU = 0;
                        delay_db(4500);
                        TI = 0;
                  }
                  old_sum2 = sum2;
                }
            }
}
void distance6(void)
{
        trigger6 = 0;
        TMOD &=0x0F;
        TMOD |=0x10;
        TH1 = 0x00;
        TL1 = 0x00;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        TF1 = 0;
        TR1 = 0;
        trigger_pulse6();
        while(echo6 == 0);
        delay_db(1);
        TR1 = 1;
        while(echo6 == 1);
        delay_db(1);
        TR1 = 0;
        TF1 = 0;
        mc6 = TH1;
        mc6 <<= 8 ;
        mc6 += TL1;
        value6 = mc6;
        delay_db(800);
}
void trigger_pulse6(void)
{
        trigger6 = 1;
        delay_db(1);
        trigger6 = 0;
}
void on_zx21(void)
{
        if (a == n)
        {
                if ((zx21 == 1)&& (a != 0))
                {
                        a++;
                        a2++;
                        distance++;
                        distanceU++;
                }
                if ((zx21 == 0) && (a == 0))
                {
                        R = 1;
                        a = a;
                        R2 = 1;
                        a2 = a2;
                }
                if ((zx21 == 1) && (a == 0))
                {
                        E = 1;
                        E2 = 1;
                        a++;
                        a2++;
                        distance++;
                        distanceU++;
                }
        }
        else if( a == m)
        {
                if(zx21 == 0)
                {
                        a++;
                        a2++;
                        distancew++;
                        distanceUw++;
                }
        }
        else
        {
                m=m+2;
                n=n+2;
        }
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง
โปรแกรมในไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวที่ 3
ควบคุมโมดูลตรวจวัดระยะทางอัลตร้าโซนิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
#include <reg52.h>
#include <stdio.h>
#include <intrins.h>
#include <string.h>
void trigger_pulse(void);
void trigger_pulsetwo(void);
void trigger_pulse3(void);
void trigger_pulse4(void);
void trigger_pulse5(void);
void delay_db(int time);
void off(void);
void distance5(void);
void distance4(void);
void distance3(void);
void distance2(void);
void distance(void);
sbit trigger = P1^0;
sbit echo = P1^1;
sbit trigger_two = P1^2;
sbit echo_two = P1^3;
sbit trigger3 = P1^4;
sbit echo3 = P1^5;
sbit trigger4 = P1^6;
sbit echo4 = P1^7;
sbit trigger5 = P3^6;
sbit echo5 = P3^7 ;
sbit startRU = P2^4;
sbit startLU = P2^5;
sbit pauseU = P2^6;
sbit keepforward = P2^0;
sbit improveRR = P2^1;
sbit improveRL = P2^2;
sbit improveLR = P2^3;
sbit improveLL = P2^7;
unsigned int
value,value2,value3,value4,value5;
unsigned int mc,mc2,mc3,mc4,mc5;
float v,v2,v3,v4,v5;
int w=1;
int r=1;
int d=1;
int s = 1;
float result,result2;
void main(void)
{
        improveRR = 0;
        improveRL = 0;
        keepforward = 0;
        improveLR = 0;
        improveLL = 0;
        while(1)
        {
         if(pauseU == 0)
         {
            if(startRU == 1)
            {
               distance3();
               distance4();
               distance5();
               v3 = (mc3/52.42);
               v4 = ((mc4/52.42)+1);
               v5 = (mc5/52.42);
              if(v3 >= v4)
              {
                 result = (v3 - v4);
          if((result < 0.5)&&(v5 > 45))
          {
               keepforward = 1;
               improveRR = 0;
               improveRL = 0;
          }
          if((result >= 0.5)&&(v5 > 45))
          {
               improveRR = 1;
               keepforward = 0;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                improveRL = 0;
            }
            if(v5 <= 45)
            {
                off();
            }
        }
        if(v3 < v4)
        {
            result = (v4 - v3);
            if((result < 0.5)&&(v5 > 45))
            {
                keepforward = 1;
                improveRL = 0;
                improveRR = 0;
            }
            if((result >= 0.5)&&(v5 > 45))
            {
                improveRL = 1;
                improveRR = 0;
                keepforward = 0;
            }
            if(value5 <= 45)
            {
                off();
            }
    }
}
else if(startLU == 1)
{
        distance();
        distance2();
        distance5();
        v = (mc/52.42);
        v2 = (mc2/52.42);
        v5 = (mc5/52.42);
        if(v >= v2)
        {
            result2 = (v - v2);
            if((result2 < 0.5)&&(v5 > 45))
            {
                Keepforward = 1;
                improveLL = 0;
                improveLR = 0;
            }
            if((result2 >= 0.5)&&(v5 > 45))
            {
                improveLL = 1;
                improveLR = 0;
                keepforward = 0;
            }
            if(v5 <= 45)
            {
                off();
            }
        }
        if(v < v2)
        {
            result2 = (v2 - v);
            if((result2 < 0.5)&&(v5 > 45))
            {
                keepforward = 1;
                improveLL = 0;
                improveLR = 0;
            }
            if((result2 >= 0.5)&&(v5 > 45))
            {
                improveLR = 1;
                keepforward = 0;
                improveLL = 0;
            }
            if(v5 <= 45)
            {
                off();
            }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            }
        }
        else if((startLU == 0)&&(startRU == 0))
        {
            off();
        }
    }
    if(pauseU == 1)
    {
            value = value;
            value2  = value2;
            value3 = value3;
            value4 = value4;
            value5 = value5;
            off();
    }
  }
 }
 void trigger_pulse(void)
 {
          trigger = 1;
          delay_db(1);
          trigger = 0;
 }
 void trigger_pulsetwo(void)
 {

          trigger_two = 1;
          delay_db(1);
          trigger_two = 0;
}
void trigger_pulse3(void)
{
          trigger3 = 1;
          delay_db(1);
          trigger3 = 0;
}
void trigger_pulse4(void)
{
          trigger4 = 1;
          delay_db(1);
          trigger4 = 0;
}
void trigger_pulse5(void)
{
          trigger5 = 1;
          delay_db(1);
          trigger5 = 0;
}

void delay_db(int time)
{
          do
          {
                time--;
          }
          while(time>0);
}
void off(void)
{
          keepforward = 0;
          improveRR = 0;
          improveRL = 0;
          improveLR = 0;
          improveLL = 0;
}
void distance(void)
{
          trigger = 0;
          TMOD &=0x0F;
          TMOD |=0x10;
          TH1 = 0x00;
          TL1 = 0x00;
          TF1 = 0;
          TR1 = 0;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        trigger_pulse();
        while(echo == 0);
        delay_db(1);
        TR1 = 1;
        while(echo == 1);
        delay_db(1);
        TR1 = 0;
        TF1 = 0;
        mc = TH1;
        mc <<= 8 ;
        mc += TL1;
        value = mc;
        delay_db(800);
}
void distance2(void)
{
        trigger_two = 0;
        TMOD &=0x0F;
        TMOD |=0x10;
        TH1 = 0x00;
        TL1 = 0x00;
        TF1 = 0;
        TR1 = 0;
        trigger_pulsetwo();
        while(echo_two == 0);
        delay_db(1);
        TR1 = 1;
        while(echo_two == 1);
        delay_db(1);
        TR1 = 0;
        TF1 = 0;
        mc2 = TH1;
        mc2 <<= 8 ;
        mc2 += TL1;
        value2 = mc2;
        delay_db(800);
}
```

```
void distance3(void)
{
        trigger3 = 0;
        TMOD &=0x0F;
        TMOD |=0x10;
        TH1 = 0x00;
        TL1 = 0x00;
        TF1 = 0;
        TR1 = 0;
        trigger_pulse3();
        while(echo3 == 0);
        delay_db(1);
        TR1 = 1;
        while(echo3 == 1);
        delay_db(1);
        TR1 = 0;
        TF1 = 0;
        mc3 = TH1;
        mc3 <<= 8 ;
        mc3 += TL1;
        value3 = mc3;
        delay_db(800);
}
void distance4(void)
{
        trigger4 = 0;
        TMOD &=0x0F;
        TMOD |=0x10;
        TH1 = 0x00;
        TL1 = 0x00;
        TF1 = 0;
        TR1 = 0;
        trigger_pulse4();
        while(echo4 == 0);
        delay_db(1);
        TR1 = 1;
        while(echo4 == 1);
        delay_db(1);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        TR1 = 0;
        TF1 = 0;
        mc4 = TH1;
        mc4 <<= 8 ;
        mc4 += TL1;
        value4 = mc4;
        delay_db(800);
}
void distance5(void)
{
        trigger5 = 0;
        TMOD &=0x0F;
        TMOD |=0x10;
        TH1 = 0x00;
        TL1 = 0x00;
        TF1 = 0;
        TR1 = 0;
        trigger_pulse5();
        while(echo5 == 0);
        delay_db(1);
        TR1 = 1;
        while(echo5 == 1);
        delay_db(1);
        TR1 = 0;
        TF1 = 0;
        mc5 = TH1;
        mc5 <<= 8 ;
        mc5 += TL1;
        value5 = mc5;
        delay_db(800);
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้