

รถหลบหลีกสิ่งกีดขวางอัตโนมัติ

(THE AUTOMATIC SIDESTEP VEHICLE)



โดย

นายกรัณย์ บุญศรีโรจน์ 40010014

นายนั้นชวดี ขวลิตวงศ์สกุล 40010384

เลขหม.....
เลขทะเบียน..... 42338
วัน, เดือน, ปี 17 พ.ค. 2545

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

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมระบบควบคุม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้ 01573

รถหลบหลีกสิ่งกีดขวางอัตโนมัติ
(THE AUTOMATIC SIDESTEP VEHICLE)



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมระบบควบคุม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาโทปีการศึกษา 2543

ภาควิชา วิศวกรรมระบบควบคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง รถหลบหลีกสิ่งกีดขวางอัตโนมัติ
(THE AUTOMETIC SIDESTEP VEHICLE)

ผู้จัดทำ

1. นายกรณ์ย์ บุญศรีโรจน์ 40010014
2. นายณัฏฐวุฒิ ชวลิตวงษ์สกุล 40010384



..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์สว่าง เติศธิรสุนทร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รทหลบหลีกสิ่งกีดขวางอัตโนมัติ

นายกรัณย์ บุญศรี โรจน์ 40010014
 นายณันธวุฒิ ชวทิศวงศ์สกุล 40010384
 อาจารย์สว่าง เลิศอิสรสุนทร อาจารย์ที่ปรึกษา
 ปีการศึกษา 2543

บทคัดย่อ

ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เรียบเรียงขึ้นจากผลงานที่ได้พัฒนาขึ้นเป็นรถที่สามารถหลบหลีกสิ่งกีดขวางได้โดยอัตโนมัติ โดยนำเอาไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ 89C51 มาทำการควบคุมและประมวลผลเพื่อขับเคลื่อนมอเตอร์กระแสตรง ที่สามารถควบคุมความเร็วได้ มีอัลตราโซนิกทรานสดิวเซอร์ทำหน้าที่ตรวจจับสิ่งกีดขวาง วงจรเอนโคเดอร์ทำหน้าที่กำหนดระยะทางการเดินของรถ และวงจรเซนเซอร์ทำหน้าที่ค้นหาตำแหน่งหยุดการทำงานของรถ รถหลบหลีกสิ่งกีดขวางนี้ถูกออกแบบให้มีลักษณะเป็นวงกลม ขับเคลื่อนด้วยล้อ 2 ล้อ มีคุณสมบัติพิเศษ คือ สามารถเดินเก็บพื้นที่ได้ทั้งหมด หลบหลีกสิ่งกีดขวางในพื้นที่นั้นๆ และหยุดการทำงานในตำแหน่งที่กำหนดให้ได้

Abstract

This thesis was arranged from the automatic sidestep vehicle which controlled by no.89C51 microcontroller and process the data to drive any direct current motors that can control their speed . There are ultrasonic transducers for acting as obstacle sensors , encoder circuits to make the direction distances for the vehicle including the sensor circuits to find where the position that the vehicle should be stop . This sidestep vehicle was desired in the circular – shape that driven by 2 wheels system , an especially qualification is it can move in all directions and avoid the obstacles also stop their function for the specified position .

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	I
สารบัญ	II
สารบัญรูปภาพ	III
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	3
2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	3
2.2 มอเตอร์กระแสตรง	8
2.3 อัลตราโซนิกทรานสดิวเซอร์	10
2.4 เอนโคเดอร์	15
บทที่ 3 การออกแบบและการสร้าง	17
3.1 การออกแบบฮาร์ดแวร์	17
3.1.1 ลักษณะของรถ	17
3.1.2 วงจรขับมอเตอร์	20
3.1.3 วงจรปรับระดับความเร็วมอเตอร์	21
3.1.4 วงจรอัลตราโซนิก	22
3.1.5 วงจรเซนเซอร์อินฟราเรด	24
3.1.6 ส่วนควบคุมและจัดการข้อมูล	24
3.2 การออกแบบซอฟต์แวร์	26
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	33
4.1 ส่วนวงจรขับเคลื่อนและวงจรปรับความเร็ว	33
4.2 ส่วนวงจรอัลตราโซนิก	35
4.3 การทำงานของระบบโดยรวม	37
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและบทวิจารณ์	46
ภาคผนวก	
กิตติกรรมประกาศ	
เอกสารอ้างอิง	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 สัญลักษณ์ของอัลตราโซนิกทรานสดิวเซอร์แบบต่าง ๆ	12
รูปที่ 2.2 แสดงรัศมีทำการของ Ultrasonic Transducer	15
รูปที่ 2.3 ตัวอย่างกลไกของออฟโตอินคริเมนท์	16
รูปที่ 2.4 ตัวอย่างลูกคลื่นเอ้าท์พุทสี่เหลี่ยมของอุปกรณ์เอนโคเดออร์ช่องเดียว (ไปโคเร็กซ์)	16
รูปที่ 3.1 โคจรรถ 3 มิติ	18
รูปที่ 3.2 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างตัวรถที่เป็นรูวงกลมกับตัวรถรูปแบบอื่น	18
รูปที่ 3.3 แสดงลักษณะการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์โดยอาศัยมอเตอร์ 2 ตัว	19
รูปที่ 3.4 วงจรขับเคลื่อนและควบคุมทิศทางมอเตอร์	20
รูปที่ 3.5 วงจรปรับระดับความเร็วมอเตอร์	21
รูปที่ 3.6 วงจรอัลตราโซนิกภาคส่ง	22
รูปที่ 3.7 วงจรอัลตราโซนิกภาครับ	23
รูปที่ 3.8 วงจรเซนเซอร์อินฟาเรด	24
รูปที่ 3.9 วงจรแสดงการใช้งานของไมโครคอนโทรลเลอร์	25
รูปที่ 3.10 บล็อกไดอะแกรมแสดงการทำงานของระบบโดยรวม	29
รูปที่ 4.1 แสดงสัญญาณแรงดันความเร็วระดับ 8	33
รูปที่ 4.2 แสดงสัญญาณแรงดันความเร็วระดับ 12	34
รูปที่ 4.3 แสดงสัญญาณแรงดันความเร็วระดับ 15	34
รูปที่ 4.4 แสดงสัญญาณแรงดันความถี่ 40 kHz เมื่อยังไม่ต่อ transducer	35
รูปที่ 4.5 แสดงสัญญาณแรงดันความถี่ 40 kHz เมื่อต่อ transducer	35
รูปที่ 4.6 กราฟเปรียบเทียบสัญญาณการส่งและการรับ ultrasonic เมื่อยังไม่ขยายสัญญาณ	36
รูปที่ 4.7 กราฟเปรียบเทียบสัญญาณการส่งและการรับ ultrasonic เมื่อขยายสัญญาณแล้ว	37
รูปที่ 4.8 – รูปที่ 4.23 รูปการทำงานของรถในสถานการณ์จริง	38-45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

ปัจจุบันวิวัฒนาการทางด้านเทคโนโลยีได้มีการนำหุ่นยนต์มาใช้ในลักษณะงานต่างๆกัน อย่างแพร่หลาย ซึ่งสามารถแบ่งหุ่นยนต์ได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

1. Fixed Robot
2. Mobile Robot

Fixed Robot คือ หุ่นยนต์ที่ฐานถูกยึดอยู่กับที่ ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้อิสระ เช่น แขนกล ซึ่งทำหน้าที่ในการประกอบชิ้นส่วนอุปกรณ์ต่างๆ ในโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น

Mobile Robot คือ หุ่นยนต์ที่ถูกตรึงกับฐาน สามารถเคลื่อนที่ได้โดยอิสระ โดยฐานอาจมีล้อหรือระบบการเคลื่อนที่อื่นก็ได้ โดยงานที่สำคัญอย่างหนึ่งของหุ่นยนต์ชนิดนี้ก็คืองานปฏิบัติการตามพื้นที่ที่กำหนด

การที่นำ Mobile Robot มาใช้งานสำรวจหรือปฏิบัติงาน เช่น งานที่เกี่ยวข้องอันตรายต่อชีวิตมนุษย์ หรืองานต่างๆที่มนุษย์ไม่สามารถเข้าไปปฏิบัติงานด้วยตัวเองได้ จึงจำเป็นต้องใช้ Robot เข้าไปปฏิบัติงานแทน โดยถ้าพื้นที่ที่เข้าไปปฏิบัติงานมีสิ่งกีดขวาง Robot ของเราก็จะต้องหลบหลีกสิ่งกีดขวางนั้นๆ ได้ การที่เราจะได้ข้อมูลชนิดใดจะขึ้นอยู่กับการติดตั้ง Sensor หรืออุปกรณ์สำรวจต่างๆ

วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อทำหน้าที่ในการปฏิบัติงานแทนมนุษย์ในสถานที่ที่มีอันตราย หรือสถานที่ที่มนุษย์ไม่สามารถเข้าไปปฏิบัติงานเองได้
2. เพื่อปฏิบัติงานได้ทุกบริเวณภายในพื้นที่ที่กำหนดให้ได้ และสามารถหลบ หลีกสิ่งกีดขวางภายในพื้นที่นั้นๆ ได้
3. สามารถเดินหรือสำรวจพื้นที่ได้ทั้งหมดและสามารถหยุดได้เมื่อเดินหรือสำรวจพื้นที่ทั้งหมดและปฏิบัติหน้าที่เสร็จแล้ว

ขอบข่ายของโครงการ

1. สามารถควบคุมการทำงานทั้งหมดโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์
2. ใช้วงจรอัลตราโซนิกเป็นตัวตรวจจับสิ่งกีดขวางภายในพื้นที่ปฏิบัติงานและสามารถหลบหลีกสิ่งกีดขวางนั้นได้
3. สามารถประยุกต์การใช้งานได้โดยติดตั้งชุดอุปกรณ์เสริมติดกับตัวรถ เช่น ชุดมอเตอร์ สำหรับคู่คู้

จากหลักการทั้งหมดทำให้สามารถออกแบบตัวรถซึ่งประกอบด้วยส่วนประกอบต่างๆที่สำคัญดังนี้

1. ตัวรถ
2. มอเตอร์ เพื่อขับเคลื่อนตัวรถ
3. วงจรควบคุมทิศทางและความเร็วของมอเตอร์
4. วงจรตรวจจับระยะห่างระหว่างวัตถุกับตัวรถ
5. วงจรนับพัลส์ เพื่อควบคุมมอเตอร์ให้รถเดินหลบสิ่งกีดขวาง
6. หน่วยประมวลผลกลาง เพื่อทำการประมวลผลและควบคุมรถ

ซึ่งรายละเอียด , ทฤษฎี และการออกแบบวงจรจะกล่าวถึงในบทต่อไป

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการ

2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

MCS-51 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์แบบชิพเดี่ยวที่มีข้อดีเมื่อเทียบกับไมโครโปรเซสเซอร์ขนาด 8 บิตตระกูลอื่น ดังนี้

1. มีหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลทั่วไป (RAM) บรรจุไว้ใน 128-256 กิโลไบต์
2. มีหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมควบคุมการทำงานอยู่ภายในจำนวน 4 กิโลไบต์
3. มีวงจรตั้งเวลาวงจรมีขนาด 16 บิต 2 ตัว อยู่ภายใน
4. มีวงจรรับส่งข้อมูลอนุกรมได้ 2 ทิศทาง
5. มีสัญญาณนาฬิกาภายในตัว
6. มีพอร์ทที่สามารถรับหรือส่งข้อมูลได้ 2 ทิศทาง จำนวน 4 พอร์ทๆละ 8 บิต

นอกจากนี้ MCS-51 ยังมีคุณสมบัติอื่นๆที่น่าสนใจ คือ

- ต้องการแหล่งจ่ายไฟ 5 โวลต์เพียงชุดเดียว
- มีหน่วยความจำสำหรับเก็บ โปรแกรมควบคุมการทำงานอยู่ภายในชิพ
- สามารถใช้หน่วยความจำสำหรับ โปรแกรมและข้อมูลที่อยู่ภายนอกชิพได้อย่างละ 64 กิโลไบต์
- มีคำสั่งคูณและหารเลขขนาด 8 บิตในตัวเอง
- จัดลำดับความสำคัญของสัญญาณอินเทอร์รัปต์ได้ 2 ระดับ
- รับและส่งข้อมูลแบบอนุกรมได้ในตัว โดยสามารถกำหนดอัตราเร็วในการรับและส่งข้อมูลได้ตั้งแต่ 300 ถึง 375 กิโลบิตต่อวินาที
- สามารถประมวลผลแบบบูลีนเพื่อใช้ในงานควบคุมโดยเฉพาะ
- มีรีจิสเตอร์สำหรับใช้งานเป็น ไทม์เมอร์หรือเคาน์เตอร์เพื่อบันทึกจำนวนสัญญาณนาฬิกาภายในชิพ หรือนับการเปลี่ยนสถานะของสัญญาณภายนอกขนาด 16 บิต จำนวน 2 ตัว เพื่อใช้สำหรับนับจำนวนพัลส์ วัดความกว้างของพัลส์หรือใช้วัดช่วงเวลา
- หน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลภายในบางส่วนสามารถเข้าถึงข้อมูลได้ทั้งระดับไบต์และระดับบิต เพื่อให้การออกแบบ โปรแกรมและการควบคุมระบบงานทำได้ง่ายขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1 รีจิสเตอร์สำหรับใช้งานทั่วไปใน MCS-51

รีจิสเตอร์ A,B และรีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไป R0-R7 ซึ่งอยู่ในหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลทั่วไปภายในชิพบริเวณ 128 ไบต์แรกรีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไป R0-R7 ใน MCS-51 มีอยู่ด้วยกันทั้งหมด 4 กลุ่ม แต่ละกลุ่มประกอบด้วยรีจิสเตอร์จำนวน 8 ตัว (R0-R7) ซึ่งมีชื่อเรียกเหมือนกัน ดังนั้นรีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไป R0-R7 ใน MCS-51 จึงมีทั้งหมด 32 ตัว ในการทำงานขณะใดๆ รีจิสเตอร์ทั้ง 4 กลุ่ม (R0-R7) จะถูกเลือกใช้งานเพียงกลุ่มเดียวเท่านั้น การเลือกใช้งานรีจิสเตอร์ R0-R7 กลุ่มใดกลุ่มหนึ่งใน 4 กลุ่มกระทำโดยการเซตหรือเคลียร์บิต RS0, RS1 ในรีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ PSW

1). รีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ IE (Interrupt Enable-Register) เข้าถึงข้อมูลได้ในระดับบิต

IE.7	IE.6	IE.5	IE.4	IE.3	IE.2	IE.1	IE.0
EA	-	ET2	ES	ET1	EX1	ET0	EX0

บิต	ชื่อบิต	
IE.7	EA	ใช้ควบคุมการตอบสนองต่อสัญญาณอินเทอร์รัปต์ทั้งหมด 0 : MCS-51 จะไม่ตอบสนองต่อสัญญาณอินเทอร์รัปต์ใดๆทั้งสิ้น 1 : อินเทอร์รัปต์แต่ละชนิดถูกควบคุมการตอบสนองจากบิตในรีจิสเตอร์นี้
IE.6	-	ไม่ถูกกำหนดการใช้งาน (สำรองไว้ใช้ใน MCS-51 เวอร์ใหม่ๆในอนาคต)
IE.5	ET2	ควบคุมการตอบสนองต่อสัญญาณอินเทอร์รัปต์ของไทม์เมอร์ 2 เมื่อเกิด overflow หรือเกิดอินเทอร์รัปต์ของไทม์เมอร์ 2
IE.4	ES2	ควบคุมการตอบสนองต่อสัญญาณอินเทอร์รัปต์ของพอร์ตสื่อสารอนุกรม
IE.3	ET1	ควบคุมการตอบสนองต่อสัญญาณอินเทอร์รัปต์ของไทม์เมอร์ 1 เมื่อเกิด overflow
IE.2	EX1	ควบคุมการตอบสนองต่อสัญญาณอินเทอร์รัปต์ภายนอกชนิด 1
IE.1	ET.0	ควบคุมการตอบสนองต่อสัญญาณอินเทอร์รัปต์ของไทม์เมอร์ 1 เมื่อเกิด overflow
IE.0	EX0	ควบคุมการตอบสนองต่อสัญญาณอินเทอร์รัปต์ภายนอกชนิด 0

2). รีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ TCON (Timer/Counter Control Register) เข้าถึงข้อมูลได้ในระดับบิต

TCON.7	TCON.6	TCON.5	TCON.4	TCON.3	TCON.2	TCON.1	TCON.0
TF1	TR1	TF0	TR0	IE1	IT0	IE0	IT0

บิต ชื่อบิต

TCON.7	TF1	บิตแสดงการเกิด overflow ของไทม์เมอร์ 1 ถูกเซตเองเมื่อไทม์เมอร์ 1 เกิด overflow และถูกเคลียร์เองเมื่อซีพียูย้ายไปทำงานที่โปรแกรมการอินเทอร์รัปต์
TCON.6	TR1	บิตควบคุมการนับของไทม์เมอร์ 1 1 ไทม์เมอร์ 1 เริ่มทำงานต่อ 0 ไทม์เมอร์ 1 หยุดทำงาน
TCON.5	TF0	บิตแสดงการเกิด overflow ของไทม์เมอร์ 0 ถูกเซตเองเมื่อไทม์เมอร์ 0 เกิด overflow และถูกเคลียร์เองเมื่อซีพียูย้ายไปทำงานที่โปรแกรมการอินเทอร์รัปต์
TCON.4	TR0	บิตควบคุมการนับของไทม์เมอร์ 0 1 ไทม์เมอร์ 0 เริ่มทำงานต่อ 0 ไทม์เมอร์ 0 หยุดทำงาน
TCON.3	IE1	บิตแสดงสถานะสัญญาณอินเทอร์รัปต์ภายนอกชนิดที่ 1 ถูกเซตเองโดยฮาร์ดแวร์เมื่อมีสัญญาณอินเทอร์รัปต์ที่ได้จากการตรวจสอบการเปลี่ยนสถานะของสัญญาณ และจะถูกเคลียร์เองโดยคำสั่ง RETI ที่อยู่ใน โปรแกรมส่วนบริการอินเทอร์รัปต์
TCON.2	IT1	บิตเลือกประเภทการตรวจสอบสัญญาณอินเทอร์รัปต์ที่เกิดขึ้นที่ขา INT1 โดย 1 ตรวจสอบการเปลี่ยนระดับสัญญาณจาก 1 เป็น 0 ที่ขา INT1 0 ตรวจสอบระดับของสัญญาณที่ขา INT1
TCON.1	IE0	บิตแสดงสถานะสัญญาณอินเทอร์รัปต์ภายนอกชนิดที่ 0 ถูกเซตเองโดยฮาร์ดแวร์เมื่อมีสัญญาณอินเทอร์รัปต์ที่ได้จากการตรวจสอบการเปลี่ยนสถานะของสัญญาณ และจะถูกเคลียร์เองโดยคำสั่ง RETI ที่อยู่ใน โปรแกรมส่วนบริการอินเทอร์รัปต์
TCON.0	IT0	บิตเลือกประเภทการตรวจสอบสัญญาณอินเทอร์รัปต์ที่เกิดขึ้นที่ขา INT0 เหมือนบิต IT1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3). รีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ TMOD (Timer/Counter Mode Control Register) ไม่สามารถเข้าถึงข้อมูลในระดับบิตได้

TMOD.7	TMOD.6	TMOD.5	TMOD.4	TMOD.3	TMOD.2	TMOD.1	TMOD.0
GATE	C/T	M1	M0	GATE	C/T	M1	M0

บิต

GATE บิตเลือกการควบคุมให้รีจิสเตอร์สำหรับใช้เป็น ไทม์เมอร์หรือเคาน์เตอร์ทำงาน โดยควบคุมจากฮาร์ดแวร์หรือซอฟต์แวร์ดังนี้

- เมื่อบิต TR_x (TR₀,TR₁) และ GATE ถูกเซต ไทม์เมอร์หรือเคาน์เตอร์จะทำงานต่อเมื่อสถานะที่ขา INT_x (INT₀,INT₁) มีค่าเป็น 1
- เมื่อบิต GATE ถูกเคลียร์ ไทม์เมอร์หรือเคาน์เตอร์จะทำงานก็ต่อเมื่อบิต TR_x ถูกเซต โดยไม่ขึ้นกับสถานะสัญญาณที่ขา INT_x

C/T บิตเลือกการทำงานของรีจิสเตอร์สำหรับใช้เป็น ไทม์เมอร์หรือเคาน์เตอร์ดังนี้

- 0 หมายถึงทำงานเป็น ไทม์เมอร์
- 1 หมายถึงทำงานเป็นเคาน์เตอร์

M1 บิตสำหรับเลือกโหมดการทำงานของ ไทม์เมอร์ 0 ไทม์เมอร์ 1

M0 บิตสำหรับเลือกโหมดการทำงานของ ไทม์เมอร์ 0 ไทม์เมอร์ 1

0 0 โหมด 0 : ไทม์เมอร์หรือเคาน์เตอร์ขนาด 13 บิต

0 1 โหมด 1 : ไทม์เมอร์หรือเคาน์เตอร์ขนาด 16 บิต

1 0 โหมด 2 : ไทม์เมอร์หรือเคาน์เตอร์ขนาด 8 บิต
ที่มีการ โหลดค่าเองเมื่อเกิด overflow

1 1 โหมด 3 : ไทม์เมอร์ 0

รีจิสเตอร์ TLO ใช้เป็น ไทม์เมอร์หรือเคาน์เตอร์ขนาด 8 บิต ที่ควบคุมการทำงานได้จากบิตของ ไทม์เมอร์ 0 เอง

รีจิสเตอร์ TLO ใช้เป็น ไทม์เมอร์ขนาด 8 บิต ที่ควบคุมการทำงานได้จากบิตของ ไทม์เมอร์ 1

1 1 โหมด 3 : ไทม์เมอร์ 1 หยุดทำงาน

2.1.2 ไทม์เมอร์ / เคน์เตอร์

ในไมโครคอนโทรลเลอร์ มีรีจิสเตอร์พิเศษที่สามารถเลือกใช้งานเป็นไทม์เมอร์หรือ เคน์เตอร์ได้อย่างใดอย่างหนึ่ง รีจิสเตอร์ประเภทนี้มีอยู่ด้วยกัน 2 ตัว แต่ละตัวขนาด 16 บิต เรียก ไทม์เมอร์ 0 และ ไทม์เมอร์ 1 ตามลำดับ

- ไทม์เมอร์นั้นค่าในรีจิสเตอร์ที่ใช้เป็นไทม์เมอร์ที่ถูกเลือกใช้งานจะถูกเพิ่มขึ้นทุกแมชชีนไซเคิล
- เคน์เตอร์นั้นค่าในรีจิสเตอร์ที่ใช้เป็นเคน์เตอร์ที่ถูกเลือกใช้งานจะถูกเพิ่มค่าทีละ 1 เมื่อมีการเปลี่ยนสถานะ

เคน์เตอร์ 0 และ เคน์เตอร์ 1

สามารถเลือกการทำงานให้เป็นไทม์เมอร์ / เคน์เตอร์ได้โดยการกำหนดค่าบิต ใน รีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ TCON

ในการทำงานของโครงการนี้จะใช้เคน์เตอร์ 0 และเคน์เตอร์ 1 ในโหมด 1 เท่านั้น
 โหมด 1 : จะใช้รีจิสเตอร์ขนาด 8 บิตเป็นตัวนับโดยมีการเพิ่มค่าครั้งละ 1 ทุกครั้งนับ สัญญาณได้ครบ 32 ครั้ง โดยในโหมดนี้รีจิสเตอร์ที่ใช้นับมีขนาด 16 บิต

2.1.3 การอินเตอร์รัปต์

คือการขัดจังหวะ โปรแกรมชั่วคราวแล้วมาทำโปรแกรมบริการอินเตอร์รัปต์ (Interrupt Service Routine : ISR) อินเตอร์รัปต์ของ MCS-51 ได้มาจาก 8 แหล่ง แต่มีเพียง 6 เวกเตอร์ (TI และ RI ใช้ตำแหน่งเดียวกัน) ตำแหน่งของอินเตอร์รัปต์เวกเตอร์แสดงดังตาราง

ลำดับ	ชื่อสัญญาณอินเตอร์รัปต์	Vector Address	Priority
1	$\overline{\text{INT0}}$	0003H	Highest ↓ Lowest
2	TF0	000BH	
3	$\overline{\text{INT1}}$	0013H	
4	TF1	001BH	
5	TI+RI	0023H	
6	TF2+EXF2	002BH	

ในโครงการนี้จะใช้อินเตอร์รัปต์เวกเตอร์ TF0 และ TF1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 มอเตอร์กระแสตรง

มอเตอร์สามารถจำแนกได้ 2 ระบบ ตามหน้าที่การทำงานของโครงสร้างทางไฟฟ้าซึ่งจะแบ่งเป็นมอเตอร์กระแสตรงและมอเตอร์กระแสสลับ และแบ่งย่อยเป็นชนิดต่าง ๆ ออกไปอีก ด้วยลักษณะการทำงานที่แตกต่างกัน

2.1.1 ชนิดของมอเตอร์กระแสตรง

มอเตอร์กระแสตรงมีลักษณะ โครงสร้างที่ประกอบด้วย ขดสนามแม่เหล็ก และพุ่มตัวนำ เป็นตัวหมุน พุ่มตัวนำคือพุ่มอาร์เมเจอร์ หรือเรียกสั้นๆว่า "พุ่ม"

ไฟฟ้ากระแสตรงจะต้องไหลผ่านเข้าไปใน "พุ่ม" โดยไฟฟ้าจะไหลผ่านคอมมิวเตเตอร์เป็นสะพานไปเสมอ มอเตอร์กระแสตรงมี 3 ชนิดหลักๆตามลักษณะการต่อไฟเข้าขดสนามแม่เหล็ก และพุ่ม คือ

- มอเตอร์ขดสนามแม่เหล็กอนุกรม หรือเรียกสั้นๆว่า "มอเตอร์อนุกรม"
- มอเตอร์ขดสนามแม่เหล็กขนาน หรือเรียกสั้นๆว่า "ขั้วนมอเตอร์"
- มอเตอร์ขดสนามแม่เหล็กอนุกรม-ขนาน หรือเรียกสั้นๆว่า "มอเตอร์ประสม"

2.1.2 ข้อดีและข้อเสียของมอเตอร์กระแสตรง

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงมีข้อดี คือ

1. มีพิสัยของความเร็วกว้างมาก ซึ่งสามารถเพิ่มความเร็วให้สูงหรือต่ำกว่าความเร็วปกติได้
2. มีแรงบิดขณะเริ่มหมุนสูงมาก ซึ่งเหมาะสมกับงานยกของ ลุด ตาก และขับเคลื่อน
3. มีวิธีการควบคุมความเร็วที่ง่ายและนุ่มนวลกว่ามอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับที่ทำงานคล้ายกัน

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงมีข้อเสีย คือ

1. ต้องจัดหาแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงไว้ใช้งานเป็นพิเศษ
2. ในขนาดแรงม้าที่เท่ากันมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงมีขนาดใหญ่และมีราคาสูงกว่ามอเตอร์เหนี่ยวนำ
3. ในการเริ่มหมุนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงต้องมีวิธีพิเศษและยุ่งยากกว่ามอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ ยกเว้นมอเตอร์ขนาดเล็กมากๆเท่านั้นที่ไม่ต้องใช้วิธีเริ่มหมุนแบบพิเศษ
4. ต้องการการบำรุงรักษามากกว่ามอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ ทั้งนี้เนื่องมาจากผลของ

คอมมิวเตเตอร์(commutator) เพราะฉะนั้นจึงไม่สามารถสร้างมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้มีขนาดแรงดันสูงกว่า 600 โวลต์ และมีขนาดหลายพันแอมป์ได้

5. สมรรถนะของมอเตอร์จะลดลงขณะที่ความเร็วเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นข้อเสียที่สำคัญสำหรับการใช้งานในช่วงความเร็วสูง
6. ในช่วงภาระที่เพิ่มขึ้นของมอเตอร์เป็นช่วงๆ เช่น การเร่งความเร็ว กระแสอาร์เมเจอร์จะต้องป้อนให้กับมอเตอร์ในขณะที่ภาระเพิ่มขึ้นในแต่ละครั้งเป็นช่วงๆ ซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดความสูญเสียโดยเปล่าประโยชน์
7. การนำเอาพลังงานระหว่างการเบรกกลับคืนมาใช้ประโยชน์จะเป็นไปได้ที่ประสิทธิภาพการใช้งานต่ำเท่านั้น

ถึงแม้ว่ามอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงมีข้อดีเพียง 2-3 ข้อ แต่ก็ยังเป็นข้อได้เปรียบที่สำคัญมากทำให้การใช้งานมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงมีมาจนถึงทุกวันนี้

2.2.3 ลักษณะงานที่นิยมใช้มอเตอร์กระแสตรง

ลักษณะงานที่นิยมใช้มอเตอร์กระแสตรงเป็นต้นกำลังขับ ได้แก่

1. งานที่ต้องใช้ค่าความเร็วรอบต่ำสุดและสูงสุดที่แตกต่างกันได้มาก กล่าวคือ เป็นงานที่ต้องใช้พิสัยความเร็วรอบกว้าง และสามารถปรับค่าความเร็วรอบได้ตามต้องการ
2. งานที่ต้องการแรงบิดคงที่หรือปรับค่าได้ หรือกระทำทั้งสองอย่างพร้อมกัน
3. งานที่ต้องการการเร่งหรือลดความเร็วรอบได้เร็ว หรือกลับทางหมุนได้เร็ว
4. งานที่ต้องการควบคุมความเร็วรอบได้ละเอียดใกล้ความต้องการได้มากที่สุด และเร็วที่สุด เช่น ล้อคิงลวดด้วยแรงคิงที่สม่ำเสมอ
5. งานที่ต้องการแรงบิด โอเวอร์ โหลดจำนวนมาก
6. งานที่ต้องการแรงบิดห้ามลื้อ

เนื่องจากมอเตอร์กระแสตรงมีน้ำหนักมาก เราจึงสามารถใช้งานได้ด้วยความเร็วจำกัด ด้วยข้อจำกัดนี้การใช้งานมอเตอร์ เราจึงนำมาใช้กับรถที่มีขนาดเล็ก เพราะถ้าจะนำไปใช้งานในรถทั่วไปแล้ว เราจะต้องใช้มอเตอร์ที่มีขนาดใหญ่และมีน้ำหนักมาก อีกทั้งจะเกิดปัญหาเรื่องการระบายความร้อน ด้วยเหตุนี้มอเตอร์กระแสตรงจึงถูกจำกัดการใช้งานในรถที่เคลื่อนที่ช้าและมีขนาดใหญ่มาก หรือในรถสมรรถนะต่ำที่มีขนาดเล็ก มอเตอร์อนุกรมจะมีการใช้งานกันอย่างกว้างขวาง ในรถขนาดเล็กในประเทศญี่ปุ่น ทวีปยุโรป และประเทศสหรัฐอเมริกา สำหรับรถทั่วไปที่มีขนาดใหญ่กว่านั้น เราจะต้องใช้มอเตอร์ที่มีกำลังมาก ซึ่งในกรณีนี้มอเตอร์กระแสลับจะเป็นตัวเลือกที่ดีกว่า

2.3 อัลตราโซนิกทรานสดิวเซอร์

อัลตราโซนิก (Ultrasonic) หมายถึงคลื่นเสียงที่มีความถี่สูงเกินกว่าที่มนุษย์จะได้ยิน โดยทั่วไปแล้วหูของมนุษย์โดยเฉลี่ยจะได้ยินเสียงสูงถึงเพียงแค่ประมาณ 15 kHz เท่านั้น!

สาเหตุที่มีการนำเอาคลื่นย่านอัลตราโซนิกมาใช้ก็เพราะว่า เป็นคลื่นที่มีทิศทาง ทำให้เราสามารถเล็งคลื่นเสียงไปยังเป้าหมายที่ต้องการได้ ยิ่งคลื่นมีความถี่สูงขึ้น ความยาวคลื่นก็จะสั้นลง ถ้าความยาวคลื่นยาวกว่าช่องเปิด (ที่ทำให้เสียงนั้นออกมา) ของตัวที่ให้กำเนิดเสียงความถี่นั้น คลื่นจะหักเบนที่ขอบด้านนอกของตัวกำเนิดเสียงทำให้เกิดการกระจายทิศทางทางคลื่น แต่ถ้าความถี่สูงขึ้นมาอยู่ในย่านอัลตราโซนิก เช่น 40 kHz จะมีความยาวคลื่นในอากาศเพียง 8 มม. ซึ่งเล็กกว่ารูเปิดของตัวที่ให้กำเนิดเสียงความถี่นี้มาก ๆ คลื่นเสียงจะไม่มี การเลี้ยวเบนที่ขอบ จึงพุ่งออกมาเป็นลำแคบๆ หรือที่เราเรียกว่า มีทิศทาง นั่นเอง

การมีทิศทางของคลื่นเสียงย่านอัลตราโซนิกทำให้เรานำไปใช้งานได้หลายอย่าง โดยความถี่ที่ใช้ขึ้นกับการใช้งาน เช่น ถ้าคลื่นเสียงต้องเดินทางผ่านอากาศแล้ว ความถี่ที่ใช้จะไม่เกิน 50 kHz เพราะความถี่สูงเกินกว่านี้ อากาศจะดูดคลื่นเสียงเพิ่มขึ้นมาก ทำให้ระดับความแรงของคลื่นเสียงที่ระยะห่างออกไปลดลงอย่างรวดเร็ว

อุปกรณ์ที่สามารถแปลงพลังงานในรูปอื่นให้มาเป็นพลังงานทางกลโดยการสั่นไปมา ซึ่งทำให้เกิดคลื่นเสียงย่านอัลตราโซนิกกระจายไปในอากาศได้หรือแปลงพลังงานทางกลให้มาเป็นพลังงานในรูปอื่นๆได้ มีชื่อเรียกเป็นภาษาเทคนิคว่า “อัลตราโซนิกทรานสดิวเซอร์ (ultrasonic transducer)” ในปัจจุบันอัลตราโซนิกทรานสดิวเซอร์มีหลายแบบขึ้นกับหลักการที่ใช้ แบบที่นิยมใช้กันมาก ได้แก่ แบบเพียโซอิเล็กทริก (piezoelectric transducer) ซึ่งแปลงไปมาระหว่างพลังงานไฟฟ้าและพลังงานทางกล โดยมีความถี่เรโซแนนท์คงที่อยู่ค่าหนึ่ง แบบแมกนีโตสตริกตีฟ ซึ่งแปลงไปมาระหว่างพลังงานไฟฟ้าในขดลวดกับตำแหน่งความยาวของแกนเหล็กที่สวมขดลวดนั้นอยู่ และแบบอเล็กโตรสตริกตีฟ ซึ่งแปลงไปมาระหว่างพลังงานไฟฟ้ากับพลังงานทางกล

2.3.1 ชนิดของเพียโซอิเล็กทริกทรานสดิวเซอร์

เพียโซอิเล็กทริกทรานสดิวเซอร์สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ

1. แบบ **generation-action transducer** ใช้เป็นตัวรับ โดยแรงดันไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจะสามารถหาได้จาก แรงดันและความถี่ที่มากกระทำต่อวัตถุเพียโซอิเล็กทริก
2. แบบ **motor-action transducer** ใช้เป็นตัวส่ง โดยการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของวัสดุที่ทำให้เกิดคลื่นอัลตราโซนิกนั้นขึ้นกับขนาดแอมพลิจูดและความถี่ของแรงดันไฟฟ้าที่ป้อนให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 ตัวส่งและตัวรับ

ทรานสดิวเซอร์แบบเปียชโซอิเล็กทริกที่ใช้สารเซรามิกจะมีอยู่ 2 อย่าง คือ ตัวส่ง หรือ transmitter และ ตัวรับ หรือ receiver

ตัวส่ง ก็คืออัลตราโซนิคทรานสดิวเซอร์ที่ถูกออกแบบเจาะจงมาให้แปลงสัญญาณไฟฟ้าที่ให้แก่ตัวมัน ให้ออกมาเป็นคลื่นเสียงย่านอัลตราโซนิค หน้าที่ของตัวส่งจึงคล้ายๆกับเป็นลำโพง ส่วน ตัวรับ ก็คืออัลตราโซนิคทรานสดิวเซอร์ที่ถูกออกแบบเจาะจงมาให้แปลงคลื่นเสียงย่านอัลตราโซนิคที่มากระทบตัวมัน ให้ออกมาเป็นสัญญาณไฟฟ้า หน้าที่ของตัวรับจึงคล้ายๆกับเป็น ไมโครโฟน

2.3.3 การทำงานของทรานสดิวเซอร์ตัวรับและตัวส่ง

เมื่อเซรามิกได้รับสัญญาณแรงดันมาตกคร่อมตัวมัน จะทำให้สารเซรามิกโค้งงอ ซึ่งจะทำให้เกิดการอัดอากาศโดยรอบ เกิดเป็นคลื่นเสียงขึ้นมา ดังนั้น ถ้าเราป้อนสัญญาณไฟฟ้าเป็นช่วงๆ (electrically pulse) จากออสซิลเลเตอร์ โดยทั่วไปกำลังของเอาต์พุตที่ออกมาจะตกลงประมาณ 10% ของกำลังไฟฟ้าที่ป้อนให้ แต่กำลังเอาต์พุตจะมีค่าสูงสุดที่ค่าโดยประมาณก็คือเมื่อความถี่ทางกลตามธรรมชาติของชิ้นสารเซรามิกนั้นๆ ส่วนที่ความถี่อื่นๆนั้นกำลังของเอาต์พุตก็จะมีค่าลดลง

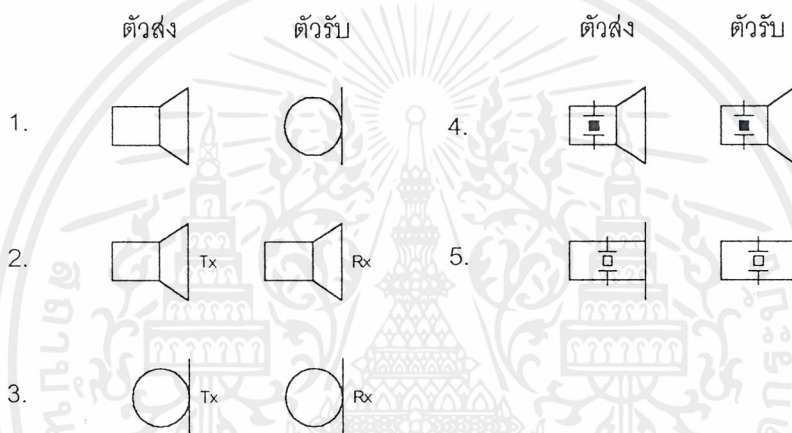
ส่วนการทำงานของทรานสดิวเซอร์ตัวรับมีการทำงานตรงกันข้ามกับตัวส่ง กล่าวคือ เมื่อมีคลื่นเสียงที่มีความถี่ตรงกับความถี่เรโซแนนท์ของชิ้นสารเซรามิกมากกระทบ จะทำให้ชิ้นสาร โค้งงอไปมา ทำให้สัญญาณแรงดันไฟฟ้าขึ้นคร่อมขั้วทั้งสองของตัวมันได้

คุณสมบัติโดยทั่วไปของคลื่นอัลตราโซนิคทรานสดิวเซอร์แบบเปียชโซอิเล็กทริกก็คือมีความต้านทานไฟตรงสูงมาก อาจมีค่าสูงถึง 100 M เรียกว่าถ้าเอาอิมิตติเตอร์ธรรมดาตั้งเสถียรค่าความต้านทานสูงๆ เข้มจะไม่กระดิกเลย แต่ในขณะที่มันทำงานค่าความต้านทานจะมีค่าลดลง

2.3.4 สัญลักษณ์ของทรานสดิวเซอร์ตัวส่งและตัวรับ

เนื่องจากทรานสดิวเซอร์ตัวส่งถูกออกแบบให้แปลงสัญญาณไฟฟ้าที่ป้อนให้แก่ตัวมันออกมาเป็นคลื่นเสียงย่านอัลตราโซนิค หน้าที่ของมันจึงคล้ายเป็นลำโพง ส่วนตัวรับถูกออกแบบเจาะจงให้แปลงคลื่นเสียงในย่านความถี่ของอัลตราโซนิคที่มาตกกระทบตัวมันให้เป็นสัญญาณไฟฟ้า ทำให้หน้าที่ของตัวรับคล้ายเป็นไมโครโฟน ด้วยเหตุนี้สัญลักษณ์ของอัลตราโซนิคทรานสดิวเซอร์จึงนิยมเขียนตามหน้าที่ของมันดังแบบที่ 1 ในรูปที่ 2.1 แต่ก็มีหนังสือบางเล่มเขียนสัญลักษณ์

ของทั้งตัวรับและตัวส่งเป็นไมโครโฟนหรือลำโพงอย่างใดอย่างหนึ่งไปเลย ดังแบบที่ 2 และ 3 แต่เขียนอักษรย่อว่า Tx (transmitter), (receiver) กำกับอยู่ด้วย หรืออาจจะใช้คำพูดกำกับให้ชัดเจนไปเลย ที่มีการใช้สัญลักษณ์เหมือนกันก็เพราะว่า หน้าตาของตัวส่งและตัวรับที่ออกแบบมาให้ใช้งานคู่กันนั้นเหมือนกันแต่มีเบอร์กำกับมาด้านข้างให้รู้ว่าตัวใดเป็นตัวส่งและตัวใดเป็นตัวรับ และคุณสมบัติของทั้งสองตัวนั้นคล้ายคลึงกันมากจนสามารถนำมาใช้งานแทนกันได้โดยตรงในการใช้งานหลายรูปแบบ



รูปที่ 2.1 สัญลักษณ์ของอัลตราโซนิกทรานสดิวเซอร์แบบต่างๆ

2.3.5 ข้อควรรู้ในการใช้งานอัลตราโซนิกทรานสดิวเซอร์ตัวส่งและตัวรับ

ข้อควรรู้ในการใช้งานตัวส่งและตัวรับนั้นพอที่จะสรุปเป็นแนวทางการใช้งานได้ ดังนี้

1. ไม่ควรให้ตัวทรานสดิวเซอร์ได้รับการกระแทกหรือตกจากที่สูงเพื่อป้องกันโครงสร้างภายในมิให้เกิดการเสียหายได้

2. ทรานสดิวเซอร์ทั่วไปที่มีขายกันอยู่นั้น จะสามารถทนแรงดันตกคร่อมตัวมันสูงสุดได้ไม่เกิน 20 V ดังนั้น ขนาดของสัญญาณที่ป้อนให้กับตัวทรานสดิวเซอร์ก็ควรอยู่ในขีดจำกัดนี้

3. ความถี่เรโซแนนซ์ (ความถี่ที่ตัวมันสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด) ของทรานสดิวเซอร์ 40 กิโลเฮิร์ต ที่มีขายอยู่ทั่วไปจะผิดพลาดไม่เกิน 1 กิโลเฮิร์ต และมีความถี่ประมาณ 4.5 กิโลเฮิร์ต สำหรับตัวส่งและตัวรับจะมีแถบความถี่ประมาณ 5 กิโลเฮิร์ต สำหรับตัวรับจะเห็นได้ว่าแถบความถี่ของตัวรับจะมีความกว้างกว่าตัวส่งเล็กน้อย เพื่อให้แน่ใจได้ว่า

ทรานสดิวเซอร์ตัวนั้นจะสามารถรับความถี่ทั้งหมดที่ส่งออกมาจากทรานสดิวเซอร์ตัวส่งได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. อุณหภูมิที่ใช้ในการทำงานของตัวทรานสดิวเซอร์จะอยู่ในช่วง -20 องศาเซลเซียส ถึง 60 องศาเซลเซียส

5. ทรานสดิวเซอร์ตัวส่งและตัวรับจะมีทิศทางที่คล้ายคลึงกันมาก กล่าวคือที่ตำแหน่งเบี่ยงเบนจากแนวแกนของตัวส่งประมาณ 30 องศา ความแรงของคลื่นเสียงที่ถูกส่งออกไปจะลดออกจากแนวแกนประมาณ 10 เดซิเบล ในทำนองเดียวกันถ้าคลื่นเสียงพุ่งเข้ามาในแนวแกนที่เบี่ยงเบนออกไปจากแนวแกนของตัวรับไปประมาณ 30 องศา ความไวหรือขนาดของแรงดันที่ได้รับก็จะลดลงไปประมาณ 10 เดซิเบลเช่นเดียวกัน ดังนั้น ในการใช้งานที่เป็นการควบคุมระยะไกลในทีโลงแข็ง จึงควรพยายามให้ทั้งตัวรับและตัวส่งอยู่ในแนวที่พุ่งตรงเข้าหากันให้มากที่สุด แต่อย่างไรก็ตาม ในกรณีที่อยู่ในห้องอาจเบี่ยงเบนจากกันได้มากหน่อย เพราะคลื่นเสียงอัลตราโซนิคสามารถสะท้อนกับกำแพงพื้นและวัตถุที่อยู่ในห้อง ทำให้คลื่นเสียงเข้าไปหาตัวรับได้หลายทิศทาง

คลื่นอัลตราโซนิคที่ปล่อยออกมาจากตัวทรานสดิวเซอร์ ในช่วงใกล้ ๆ กับตัวทรานสดิวเซอร์ (near field) จะมีลักษณะบีบเหมือนทรงกระบอก แต่ในระยะที่ไกลออกไป (far field) ลักษณะบีบจะกระจายกว้างออกไปด้วยมุมค่าหนึ่ง ซึ่งค่าของมุมที่กว้างออกและความยาวของ near field จะขึ้นกับเส้นผ่าศูนย์กลางของตัวทรานสดิวเซอร์ โดยความยาวของ near field จะแปรผันตามขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ส่วนค่าของมุมที่กว้างออกจะแปรผกผันกับขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลาง

6. ในการใช้งานจริง ทรานสดิวเซอร์ตัวรับจะต้องมีตัวต้านทานต่อขนานกับตัวรับเพื่อทำหน้าที่เป็นโหลดตามปกติ แล้วตัวต้านทานตัวนี้ควรมีค่าอยู่ในช่วง 10 K จากการทดลองพบว่า เปลี่ยนจาก 100 K เป็น 10 K ความไวจะลดลงประมาณ 10-12 เดซิเบล แต่แถบความถี่จะกว้างขึ้น ถ้าใช้ตัวต้านทานที่ต่ำลงไปอีก ความถี่เรโซแนนซ์จะลดลงจากที่ระบุไว้ ถ้าการใช้งานมีสัญญาณมากควรใช้โหลดที่มีความต้านทานสูงหน่อยเพื่อให้ตัวส่งมีความไวสูงและแถบความถี่แคบ

7. ตามปกติแล้ว เราสามารถนำเอาตัวส่งและตัวรับมาใช้แทนกันได้ ในการใช้งานส่วนใหญ่ขอแต่เพียงให้มีความถี่เรโซแนนซ์เดียวกันเอง อย่างไรก็ตาม ในบางกรณีอาจต้องมีการเปลี่ยนค่าตัวต้านทานสมมูลย์ทางค่านไฟสลบ เพื่อให้ลักษณะผลตอบสนองทางความถี่สอดคล้องกับของเดิม

2.3.6 ประโยชน์การใช้งานของคลื่นอัลตราโซนิค

คลื่นอัลตราโซนิคเป็นคลื่นที่มีทิศทาง ทำให้สามารถเล็งคลื่นไปยังเป้าหมายที่ต้องการได้ โดยเจาะจง ยิ่งคลื่นมีความถี่สูงขึ้น ความยาวคลื่นจะยิ่งสั้นลง ถ้าความยาวคลื่นมากกว่าช่องเปิด (ที่ทำให้เสียงนั้นออกมา) ของตัวที่ให้กำเนิดเสียงความถี่นั้น เช่น คลื่นความถี่ 300 เฮิรท์ในอากาศ จะมีความยาวคลื่นประมาณ 1 เมตรเศษๆ ซึ่งจะยาวกว่าช่องที่เปิดให้คลื่นเสียงออกมาจากตัวกำเนิดเสียงโดยทั่วไปมากมาย คลื่นจะหักเบนที่ขอบด้านนอกของตัวกำเนิดเสียง ทำให้เกิดการกระจาย เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออกรอบทิศทาง แต่ถ้าความถี่สูงขึ้นมาจนอยู่ในย่านของอัลตราโซนิก อย่างเช่น 40 กิโลเฮิร์ต ซึ่ง จะมีความยาวคลื่นเพียง 8 มิลลิเมตรเท่านั้น ซึ่งเล็กกว่ารูเปิดของตัวที่ทำให้กำเนิดเสียงความถี่นี้มาก คลื่นเสียงจะไม่มี การเลี้ยวเบนที่ขอบ คลื่นนี้จึงพุ่งออกมาเป็นลำแคบๆหรือที่เราเรียกว่า เป็นคลื่นที่ บิทิศทางนั่นเอง

การมีทิศทางของคลื่นอัลตราโซนิกนั้น ทำให้เราสามารถใช้งานได้หลายอย่าง เช่น

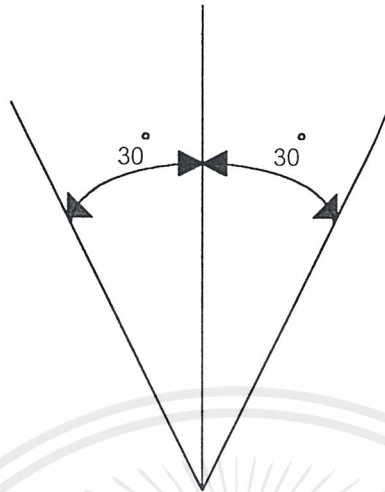
- การนำไปใช้ในเครื่องควบคุมระยะไกล (Ultrasonic remote control)
- เครื่องล้างอุปกรณ์ (Ultrasonic cleaner) โดยทำให้น้ำมีการสั่นสะเทือนที่ความสูง
- เครื่องวัดความหนาของวัตถุโดยส่งกระแยะเวลาที่คลื่นสะท้อนกลับมา
- เครื่องวัดความลึกและทำแผนที่ใต้น้ำ
- ใช้ในเครื่องหาค่าแห่งอวัยวะบางส่วนภายในร่างกาย
- ใช้ทดสอบการรั่วของท่อ เป็นต้น

โดยความถี่ที่ใช้ขึ้นกับการใช้งาน เช่น ถ้าคลื่นเสียงต้องเดินทางผ่านอากาศแล้ว ความถี่ที่ ใช้ก็มักจะจำกัดอยู่เพียงไม่เกิน 50 กิโลเฮิร์ต เพราะความถี่สูงขึ้นไป อากาศจะดูดกลืนคลื่นเสียง เพิ่มมากขึ้นทำให้ระดับความแรงของคลื่นเสียงที่ระยะห่างออกไปลดลงอย่างรวดเร็ว ส่วนการ ใช้งานด้านการแพทย์ซึ่งต้องการรัศมีทำการสั้นๆก็อาจใช้ความถี่ในช่วง 1 เมกกะเฮิร์ตถึง 10 เมกกะ- เฮิร์ต ขณะที่ความถี่เป็นจิกะเฮิร์ต ก็มีใช้กัน ในหลายๆการใช้งานที่ตัวกลางที่คลื่นเสียงเดินทางไม่ ใช้อากาศ

2.3.7 การติดตั้ง Ultrasonic Transducer

การติดตั้ง Ultrasonic Transducer มีผลกระทบอย่างมากต่อการตั้งกรณีและ algorithm ใน การติดตามวัตถุ

คุณสมบัติของ Ultrasonic Transducer ที่นำมาใช้นั้น ตัวรับจะมีกรอบในการรับเป็นรูป กรวยสมมาตร มีมุมวัดจากแนวกลางเป็นมุม 30 องศา โดยรอบ นำไปพิจารณาเพื่อหาค่าแห่งที่ เหมาะสมในการติดตั้ง sensor ดังรูปข้างล่าง



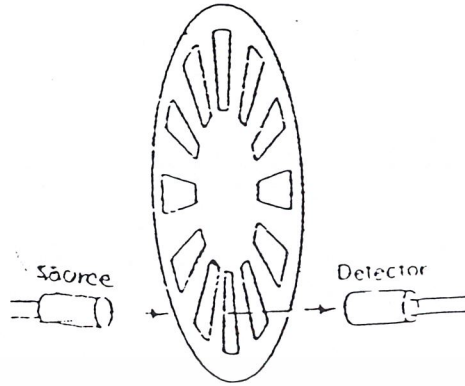
รูปที่ 2.2 แสดงรัศมีทำการของ Ultrasonic Transducer

รถหลบสิ่งกีดขวางนี้ใช้ Ultrasonic Transducer 6 ชุด (3 ด้าน) โดยทั้ง 3 ชุดนี้ นอกจากต้องติดตั้งตัวรับให้สูงจากระดับพื้นพอสมควรแล้ว ยังต้องติดตั้ง transducer แต่ละชุดทำมุมเงยขึ้นจากแนวระดับให้กรอบในการรับเงยขึ้นพอที่พื้นที่ในการรับจะไม่ตรวจจับพื้น แทนที่จะตรวจจับวัตถุเป้าหมาย ซึ่งจะส่งผลให้เกิดการผิดพลาดในการติดตาม

2.4 เอนโคเดอร์

เอนโคเดอร์เป็นอุปกรณ์ที่สร้างสัญญาณพัลส์แปรผันตรงกับการหมุนของเพลา (ความถี่ของพัลส์เปลี่ยนตามความเร็ว) โดยพัลส์ที่ได้สามารถนำไปหาความเร็วในการหมุนได้

เอนโคเดอร์ประกอบด้วยส่วนที่สำคัญคือ ตัวกำเนิดแสง จานหมุน (rotary disk) จานอยู่กับที่ และตัวเซนเซอร์ บนแผ่นจานหมุนทำเป็นช่องโคจรอบดั่งแสดงในรูปที่ 2.3 และแผ่นอยู่กับที่ที่มีช่องสำหรับให้แสงผ่านตรงเข้าไปยังตัวเซนเซอร์ ถ้าเป็นเอนโคเดอร์ที่ใช้วัดความเร็วต่ำไม่ต้องมีแผ่นอยู่กับที่ก็ได้ ส่วนตัวกำเนิดแสงอาจจะเป็นหลอดไฟฟ้าหรือตัวแสดงผล (LED) ก็ได้



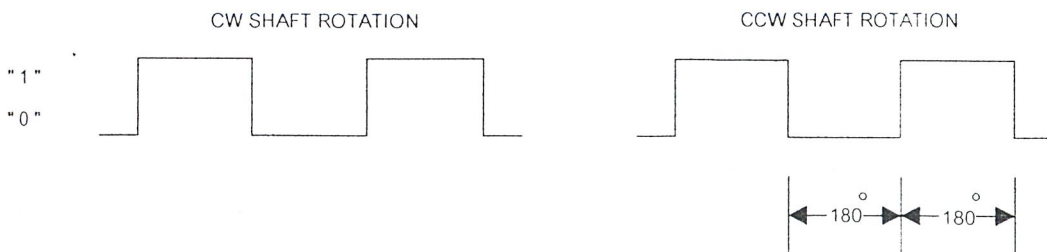
รูปที่ 2.3 ตัวอย่างกลไกของออปโตอินคริเมนต์

เอาต์พุตของเอนโคเดอร์

โดยทั่วไปแล้วสัญญาณเอาต์พุตที่ออกจากเอนโคเดอร์โดยตรง จะมีระดับไม่เพียงพอในการควบคุมหรือสำหรับการประมวลสัญญาณ ดังนั้นจึงต้องมีวงจรมายาย และแปลงรูปร่างลูกคลื่นต่อไว้ในตัวเอนโคเดอร์ด้วยเสมอ สัญญาณลูกคลื่นที่ได้จากตัวเซนเซอร์ ปกติแล้วจะเป็นรูปสัญญาณสามเหลี่ยมหรือรูปสัญญาณซายน์ขึ้นอยู่กับความละเอียดที่ต้องการ รูปสัญญาณเหล่านี้สามารถทำให้เป็นรูปสัญญาณสี่เหลี่ยมได้ โดยการต่อตัวคอมพาราเตอร์เข้ากับลิเนียร์แอมพลิฟายด์ของเอนโคเดอร์ก็จะได้อาต์พุตเป็นรูปคลื่นสี่เหลี่ยมตามต้องการ

รูปที่ 2.4 แสดงถึงลูกคลื่นเอาต์พุตสี่เหลี่ยมของเอนโคเดอร์ชนิดหนึ่งช่องไม่ว่าเพลจะหมุนในทิศทางใดก็ได้สัญญาณออกมาเหมือนกัน จึงเหมาะที่จะใช้กับงานที่ไม่กำหนดทิศทางเท่านั้น

ในอินคริเมนต์เอนโคเดอร์บางชนิดจะมีพัลส์ที่แสดงถึงจำนวนรอบของการหมุนสำหรับใช้เป็นศูนย์ในการอ้างอิงพัลส์ที่ใช้แสดงจำนวนรอบนี้จะเกิดขึ้นหนึ่งพัลส์ต่อหนึ่งรอบ โดยทั่วไปแล้วใช้บอกถึงตำแหน่งเชิงกลหรือใช้เป็นสัญญาณเคลียร์จำนวนที่นับไว้ในหน่วยเก็บข้อมูล



รูปที่ 2.4 ตัวอย่างลูกคลื่นเอาต์พุตสี่เหลี่ยมของอุปกรณ์เอนโคเดอร์ช่องเดียว (ไบไดเรกชัน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบและการสร้าง

3.1 การออกแบบส่วนฮาร์ดแวร์

ในส่วนของการออกแบบฮาร์ดแวร์จะประกอบด้วยส่วนต่างๆที่สำคัญ คือ ลักษณะของรถ , วงจรขับเคลื่อน , วงจรปรับระดับความเร็วมอเตอร์ , วงจรอัลตราโซนิก และวงจรส่วนควบคุมและจัดการข้อมูล

3.1.1 ลักษณะของรถ

ตัวรถหลักสิ่งกีดขวางประกอบด้วยส่วนต่างๆดังนี้

1. โครงรถมีลักษณะเป็นวงกลม
2. เคลื่อนที่ใช้ DC MOTOR ขนาด 12 โวลต์ ต่อกับล้อทั้งซ้าย-ขวา
3. ชั้นวางวงจรขับเคลื่อน, วงจรปรับความเร็ว, วงจรอัลตราโซนิกและวงจรประมวลผลกลาง
4. ชุด Ultrasonic Transducer ด้านหน้า, ซ้ายและขวา

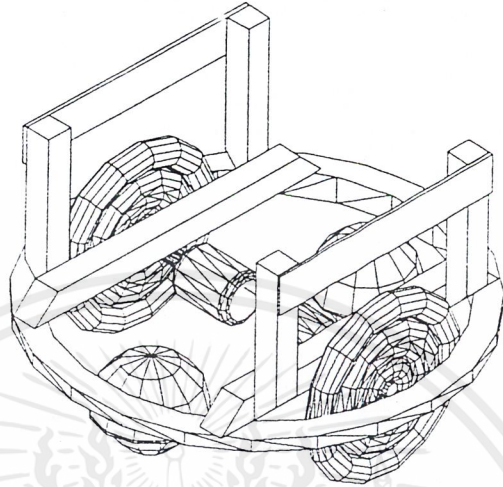
อธิบายลักษณะสำคัญได้ดังนี้

1. โครงรถ

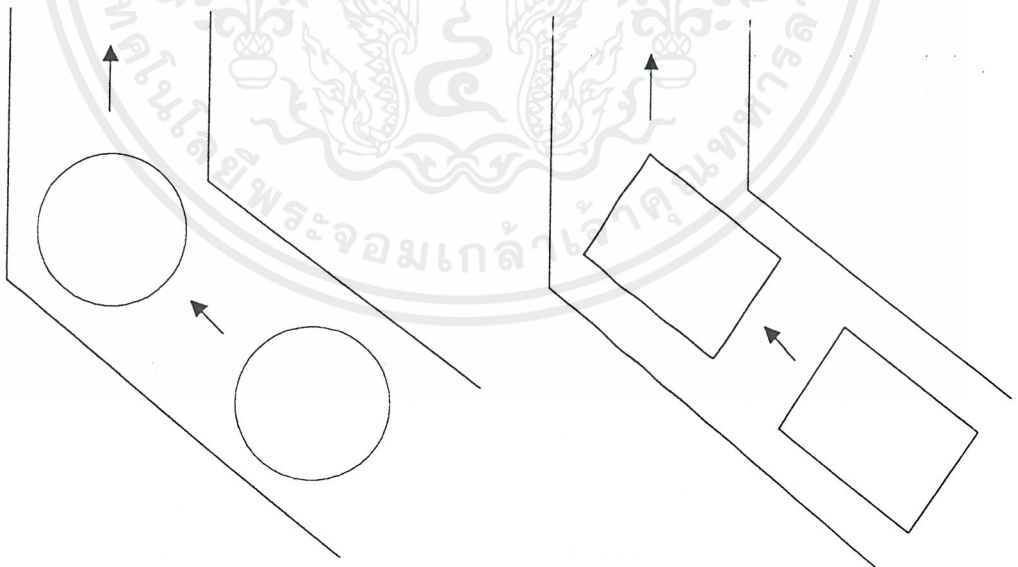
โครงรถทำจากอลูมิเนียม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 32 ซม. มีลักษณะเป็นวงกลม ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ที่ต่อกับล้อซ้ายและขวาที่เป็นอิสระต่อกัน และมีชั้นวางวงจ 2 ชั้น

สาเหตุที่ออกแบบรถให้เป็นวงกลมเนื่องจากรถนี้จะวิ่งเองโดยอัตโนมัติ สามารถออกจากทุกๆที่ารถเข้าไปได้อย่างสะดวก

การที่รถเป็นวงกลมมันจะสามารถหมุนตัวเพื่อเลี้ยวโดยไม่กินเนื้อที่มากไปกว่าที่มันใช้อยู่เลย และการที่นำรถมาวิ่งให้ทั่วพื้นที่นั้นถ้ารถสามารถเข้าไปในทุกซอกทุกมุมให้ได้มากที่สุดนั้น เป็นสิ่งที่แสดงถึงความสามารถที่ดี



รูปที่ 3.1 โครงรถ 3 เมตร



รูปที่ 3.2 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างตัวรถที่เป็นรูปวงกลมกับตัวรถรูปแบบอื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

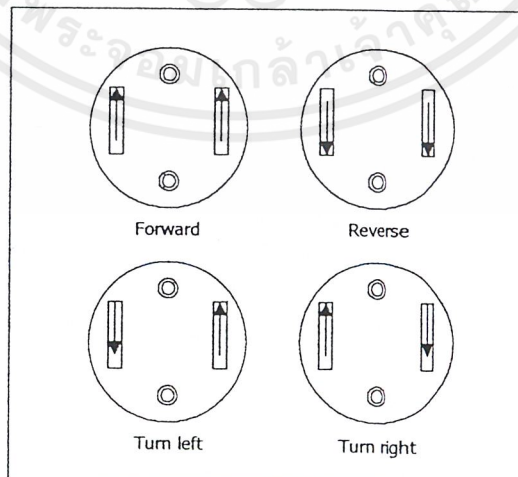
จากรูปที่ 3.2 จะเห็นว่าถ้ารูปทรงของรถไม่ใช่วงกลม การที่จะเข้าไปในที่ๆมีพื้นที่จำกัดนั้นทำได้ยาก หรืออาจจะเข้าไม่ได้เลยก็ได้

เนื่องจากการที่รถจะเปลี่ยนมุมในการเคลื่อนที่ ในกรณีที่ไม่ใช่การเลี้ยว 180 องศา (กลับหัว : ใช้ในการถอยหลัง) และถ้าจะให้พื้นที่ในการเลี้ยวมีขนาดเล็กที่สุด มันจะต้องหมุนตัวเอง ถ้าในกรณีที่รถไม่ใช่เป็นรูปวงกลม การหมุนรอบตัวเองจะทำให้มันต้องกินพื้นที่มากกว่าที่มันใช้อยู่ ก่อนหน้าการหมุนจึงเป็นผลทำให้เป็นอุปสรรคในการเข้าถึงบริเวณที่มีพื้นที่จำกัด

ในกรณีที่รถเป็นรูปวงกลมถ้าทำการเปลี่ยนทิศการเคลื่อนที่ โดยการหมุนตัวมันเอง พื้นที่ๆใช้ในการหมุน (เปลี่ยนทิศ) จะคงที่เท่ากับที่ๆมันตั้งอยู่ขณะนั้น ซึ่งคุณสมบัตินี้ทำให้มันมีความสามารถในการเข้าถึงบริเวณที่มีพื้นที่จำกัดสูงขึ้น

2. การเคลื่อนที่

มอเตอร์ขับเคลื่อนจัดได้ว่าเป็นส่วนที่ยากส่วนหนึ่งของตัวรถ เนื่องจากว่าเราจะต้องพิจารณาจุดที่จะติดตั้ง รวมทั้งต้องคำนึงถึงน้ำหนักของตัวรถด้วย การออกแบบโดยทั่วไปจะใช้มอเตอร์ 2 ตัวเพื่อที่ขับเคลื่อน 2 ข้าง แล้วอาศัยการหมุนล้อไปหน้าหรือย้อนหลังเพื่อควบคุมทิศทางในการเคลื่อนที่เคลื่อนหน้า, ถอยหลัง, เลี้ยวซ้ายหรือขวาดังแสดงในรูปที่ 3.3 ซึ่งสามารถเลี้ยวซ้ายหรือขวาโดยการหมุนกลับทิศทางการหมุนของล้อข้างเดียวกับด้านที่ต้องการให้เลี้ยว ส่วนล้ออีกด้านหนึ่งให้หมุนไปหน้าเหมือนเดิม คือถ้าต้องการเลี้ยวซ้าย ล้อซ้ายจะหมุนถอยหลังและล้อขวาจะหมุนไปหน้าในทางตรงข้าม ถ้าต้องการเลี้ยวขวา ล้อขวาจะหมุนถอยหลังและล้อซ้ายจะหมุนไปหน้า ซึ่งทำให้สามารถเลี้ยวได้เป็นมุม 90 องศา และใช้พื้นที่ในการเลี้ยวน้อยลง



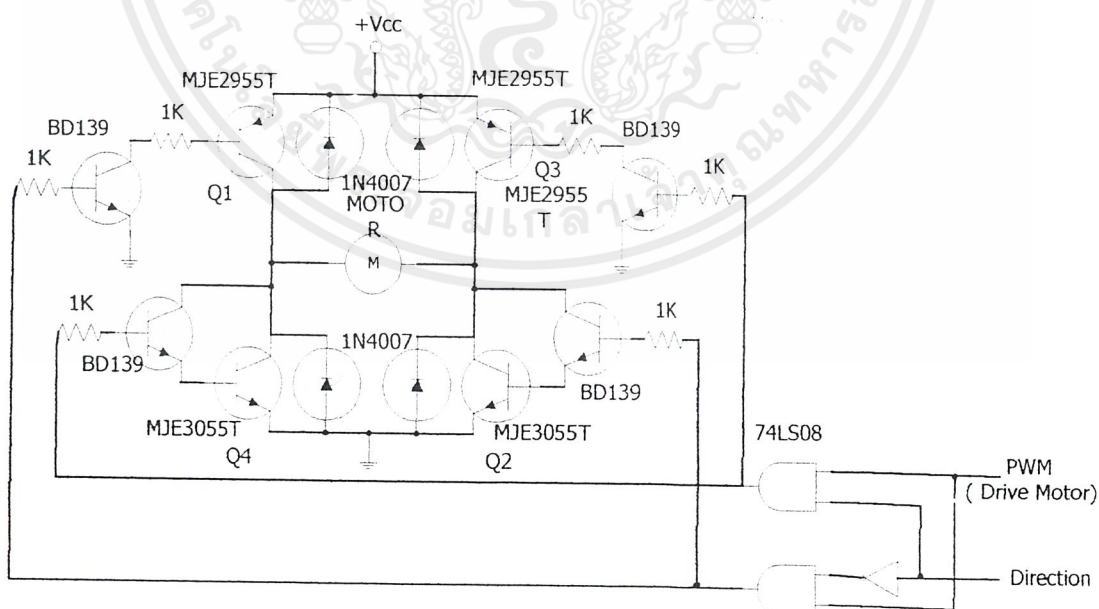
รูปที่3.3 แสดงลักษณะการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์โดยอาศัยมอเตอร์ 2 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 วงจรขับมอเตอร์

จากรูปที่ 3.4 วงจรขับเคลื่อนและควบคุมทิศทางมอเตอร์เป็นอินเวอร์เตอร์แบบบริดจ์เต็มเฟสเดียว (Single Phase Full-Bridge Inverters) ประกอบด้วยทรานซิสเตอร์ MJE2955T 2 ตัว เมื่อทรานซิสเตอร์ Q1 , Q2 ON ในเวลาเดียวกันด้วยสัญญาณพัลส์และทิศทางจากคอมพิวเตอร์จะทำให้เกิดแรงดันอินพุท V_{cc} ต่อกะโรมมอเตอร์ ถ้าทรานซิสเตอร์ Q3 , Q4 ON ในเวลาเดียวกันแรงดันต่อกะโรมมอเตอร์จะกลับขั้วเป็น $-V_{cc}$ ทำให้มอเตอร์หมุนทิศทางตรงกันข้ามกับในกรณีที่ทรานซิสเตอร์ Q1 , Q2 ON

สัญญาณควบคุมทิศทางจากคอมพิวเตอร์ จะส่งผ่านมายังแอนด์เกต 74LS08 ทำให้เกิดเป็นสัญญาณควบคุมการสวิทซ์โดยการ ON Q1 , Q2 ในเวลาเดียวกัน หรือ ON Q3 , Q4 ในเวลาเดียวกัน โดยถ้าส่งลอจิก "0" ออกมาจะทำให้ Q1 , Q2 ON ในเวลาเดียวกัน ถ้าส่งลอจิก "1" ออกมาจะทำให้ Q3 , Q4 ON ในเวลาเดียวกัน ทำให้มอเตอร์หมุนกลับทิศทางกัน ส่วนไดโอดป้องกันกลับ 1N4007 นั้น (Feedback Diode) ต่อเพื่อลดการกระชากของกระแส ป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นแก่อุปกรณ์ สำหรับความเร็วในการหมุนมอเตอร์จะควบคุมโดยสัญญาณพัลส์ PWM ที่ส่งมาจากคอมพิวเตอร์ ถ้าพัลส์มีช่วง ON มาก (Duty cycle มาก) มอเตอร์จะหมุนเร็ว ถ้าพัลส์มี ช่วง ON น้อย (Duty cycle น้อย) มอเตอร์จะหมุนช้าลง



รูปที่ 3.4 วงจรขับเคลื่อนและควบคุมทิศทางมอเตอร์

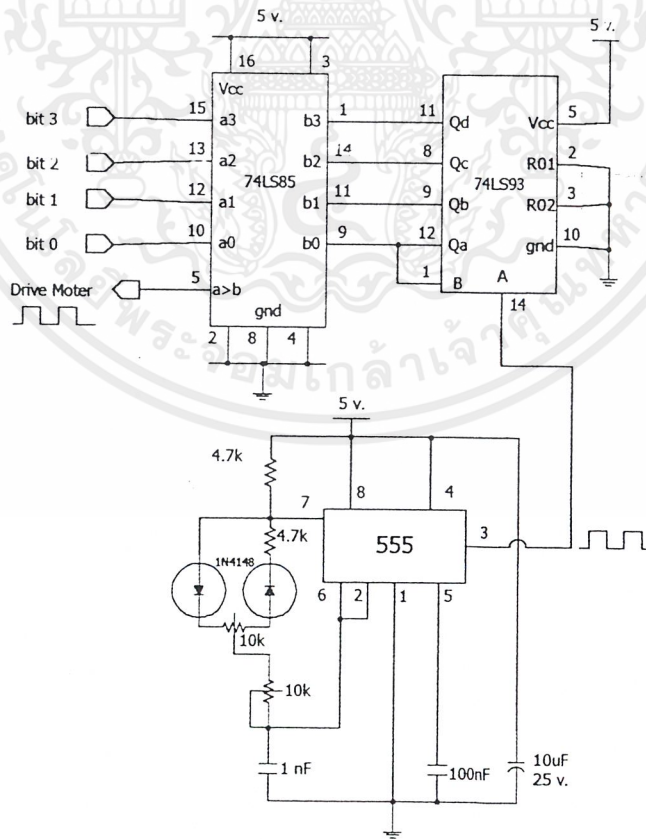
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 วงจรปรับระดับความเร็วมอเตอร์

จากรูป 3.5 สร้างสัญญาณนาฬิกาจาก IC 555 และสร้างความถี่ 32 kHz ป้อนให้กับ IC counter 4 บิต 74LS93 เพื่อแปลงความถี่ให้ได้ 16 ระดับ เมื่อนำสัญญาณ 16 ระดับจาก 4 บิตของ 74LS93 ไปเปรียบเทียบกับระดับความเร็วที่เราต้องการควบคุมจาก CPU โดยใช้ IC 74LS85 เป็นตัวเปรียบเทียบ ก็จะได้ output ออกมาเป็นระดับความเร็วที่เราต้องการ โดยระดับความเร็วที่ออกมา นั้นจะเหลือความถี่ 2 k เพราะแบ่งความถี่เป็น 16 ระดับ จากสมการ $f_o / 2^n = f$

ระดับความเร็วที่ความถี่ 2 kHz ที่ได้จะต่อเข้ากับ PWM ของวงจรขับมอเตอร์ตลอดเวลา โดยเราควบคุมการ ON-OFF ของมอเตอร์จาก 4 บิตของ CPU ที่ต่อเข้ากับ IC 74LS85 ระดับความเร็วระดับ 0 แสดงว่าวงจร OFF ส่วนระดับ 1-15 แสดงว่าวงจร ON ในระดับความเร็วต่างๆ

เหตุที่เราต้องสร้างวงจรปรับระดับความเร็ว ก็เพื่อความนิ่มนวลในการเคลื่อนที่ของตัวรถ ใช้สร้างความเร็วในการออกตัวของรถให้เคลื่อนที่จากระดับ 0 ไปจนถึงระดับที่เราต้องการ และใช้ความหน่วงในการหยุดรถเช่นเดียวกัน

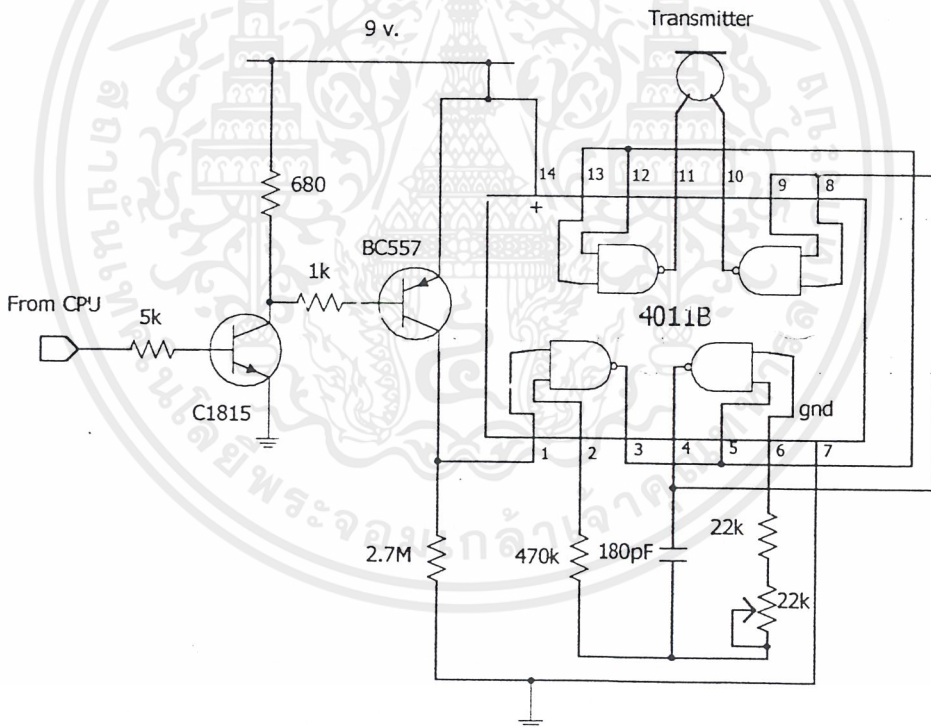


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เฉพาะในรายวิชาเท่านั้น หากท่านใดนำเอกสารนี้ไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตถือว่าผิดกฎหมาย
รูปที่ 3.5 วงจรปรับระดับความเร็วมอเตอร์
ญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.4 วงจรอัลตราโซนิก

1) วงจรภาคส่ง

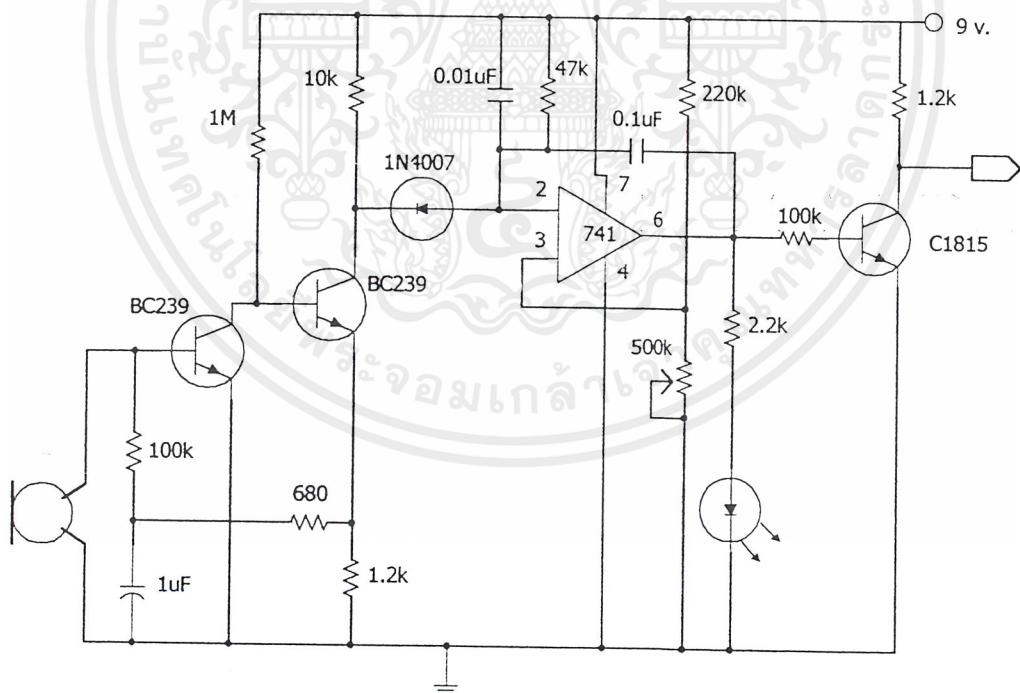
จากรูป 3.6 ใช้ IC เบอร์ 4011B ซึ่งภายในประกอบด้วย (NAND Gate) 4 ตัว แทนก็ได้เอา Gate 2 ตัว มาทำเป็นวงจรออสซิลเลเตอร์สร้างคลื่นรูปสี่เหลี่ยมขึ้นมา Gate อีก 2 ตัวที่เหลือ เป็นภาคบัฟเฟอร์เพื่อกัน โหลดไม่ให้มีผลต่อวงจรออสซิลเลเตอร์ บัฟเฟอร์แต่ละตัวจะนำเอาสัญญาณสี่เหลี่ยมสองสัญญาณซึ่งมีเฟสต่างกันมาป้อนให้แต่ละขาของตัวส่งในลักษณะของพหุคูณเพื่อเพิ่มขนาดของสัญญาณคร่อมตัวส่ง ให้สูงขึ้นเป็นประมาณสองเท่าเมื่อเทียบกับการต่อตัวส่งเข้ากับเอาต์พุตของบัฟเฟอร์เพียงตัวเดียว ความถี่ของออสซิลเลเตอร์ที่เหมาะสมปรับได้โดยการปรับค่าตัวต้านทานปรับค่าได้



รูปที่3.6 วงจรอัลตราโซนิกภาคส่ง

2) วงจรภาครับ

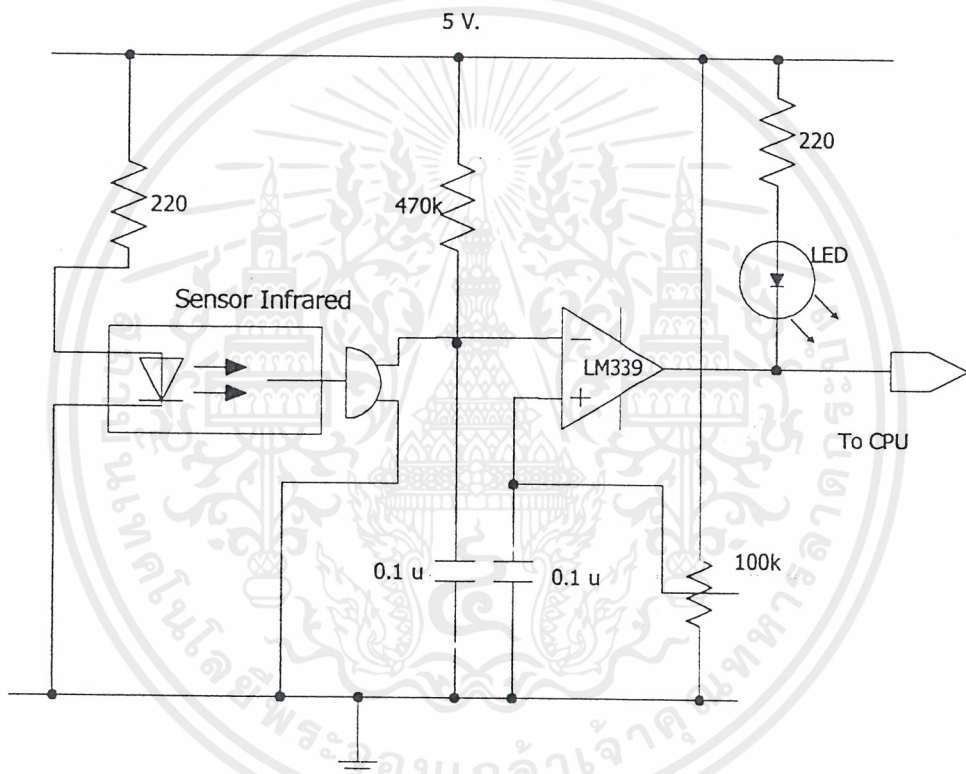
จากรูป 3.7 ทรานซิสเตอร์เบอร์ BC 239 สองตัว ทำการขยายสัญญาณคลื่นอัลตราโซนิก รูปขายน้ขนาดเล็กๆ ที่ออกมาจากตัวรับให้โตขึ้นแล้วนำมาเร็คตีไฟร์ด้วยไดโอด 1N4007 โดยมีตัวเก็บประจุ 0.01 μF และตัวต้านทาน 47k แปลงให้สัญญาณออกมาเป็นพัลส์ลบมาป้อนให้แก่ขาสองของออปแอมป์ 741 อินพุทขาสองนี้จะเปรียบเทียบกับสูงสุดของพัลส์นี้กับแรงดันที่ขา 3 ซึ่งถูกกำหนดโดยการแบ่งแรงดันของตัวต้านทาน 220k และตัวต้านทานปรับค่าได้ 500k โดยตัวต้านทานปรับค่าได้นี้เป็นตัวปรับแต่งความไวให้เหมาะสม เมื่อไม่มีสัญญาณปรากฏที่ขาคอลเล็กเตอร์ของ ทรานซิสเตอร์ BC239 ขาสองจะมีแรงดันเป็น “สูง” ทำให้แรงดันเอาท์พุทที่ขา 6 ของออปแอมป์เป็น 0 โวลต์ แต่เมื่อมีสัญญาณพัลส์ลบเข้ามาที่ขา 2 จะทำให้แรงดันที่ขา 2 ต่ำกว่าที่ขา 3 แรงดันเอาท์พุทจะเปลี่ยนไปเป็น “สูง” ทันที โดยมี LED แสดงให้รู้ว่า มีสัญญาณอัลตราโซนิกเข้ามาอยู่ในขณะนั้น ส่วนตัวเก็บประจุ 0.1 μF ทำหน้าที่ช่วยลดการทำงานผิดพลาดของออปแอมป์เนื่องจากสัญญาณรบกวน โดยสัญญาณพัลส์จะต้องเข้ามาเป็นปริมาณหนึ่งวงจรจึงจะรับรู้



รูปที่ 3.7 วงจรอัลตราโซนิกภาครับ

3.1.5 วงจรเซนเซอร์อินฟราเรด

ใช้หลักการสะท้อนแสงอินฟราเรด ซึ่งแสงอินฟราเรดจะสะท้อนแสงได้ดีเมื่อพื้นผิวสะท้อนเป็นสีขาว เมื่อตัวส่งอินฟราเรดส่งแสงออกไป ตัวรับจะทำหน้าที่รับแสง สัญญาณจากตัวรับจะนำไปเปรียบเทียบกับวงจรเปรียบเทียบ ได้สัญญาณเอาต์พุตส่งไปยังซีพียู โดยมีตัวต้านทาน 100 K ใช้ปรับค่าระยะใกล้ไกลของการสะท้อนของเซนเซอร์



รูปที่ 3.8 วงจรเซนเซอร์อินฟราเรด

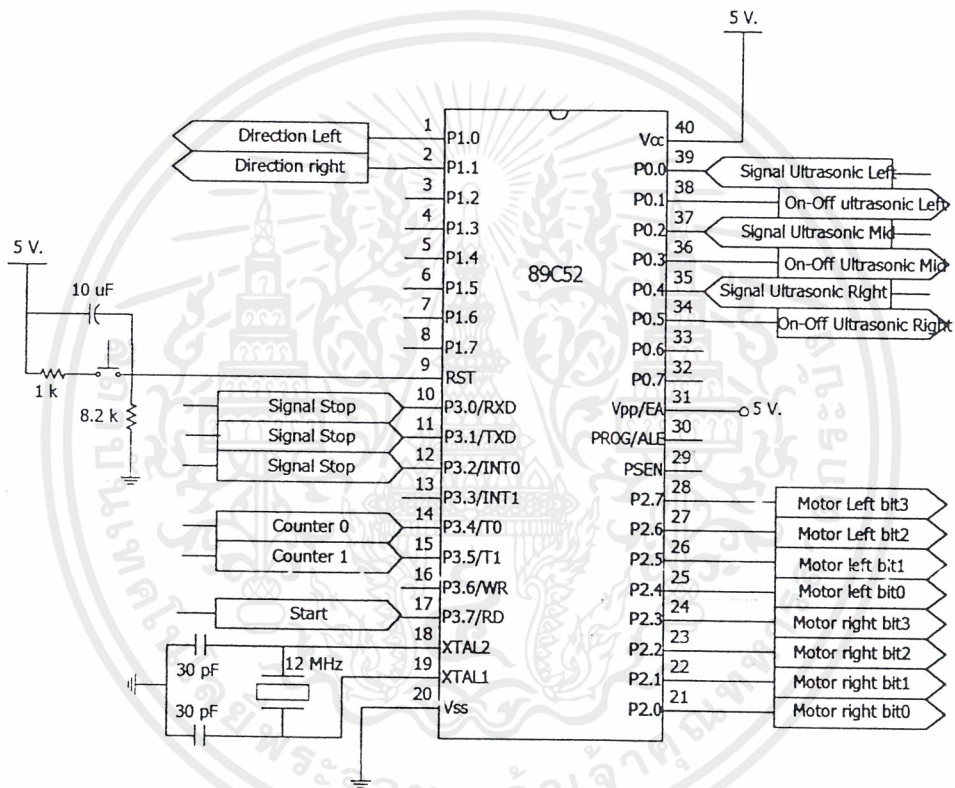
3.1.6 ส่วนควบคุมและจัดการข้อมูล

ในส่วนนี้ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ไอซีเบอร์ 89C52 ซึ่งทำหน้าที่ควบคุมส่วนต่างๆ ดังนี้

1. ส่วนวงจรปรับความเร็วใช้ Port 2 บิตที่ P2.0 – P2.3 ใช้ปรับความเร็วมอเตอร์ล้อ ขวา บิตที่ P2.4 - P2.7 ใช้ปรับความเร็วมอเตอร์ล้อซ้าย
2. ส่วน DC MOTOR ใช้บิตที่ P1.0 ปรับทิศทางของมอเตอร์ล้อซ้าย และบิตที่ P1.1 ปรับทิศทางของมอเตอร์ล้อขวา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ส่วนวงจรอัลตราโซนิกใช้บิต P0.1 , P0.3 , P0.5 ควบคุมการ ON-OFF ของวงจรอัลตราโซนิก และบิต P0.0 , P0.2 , P0.4 เป็นบิตรับสัญญาณของวงจรอัลตราโซนิก
4. วงจร SENSOR INFRARED สำหรับหาจุดสิ้นสุด ใช้บิต P3.0 , P3.1 , P3.2 รับ SIGNAL
5. รับสัญญาณ COUNTER0 และ COUNTER1 ที่บิต P3.4 และ P3.5 ตามลำดับ
6. ส่วนบิต P3.7 เป็นบิตสำหรับเริ่มต้นการทำงาน



รูปที่ 3.9 วงจรแสดงการใช้งานของไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การออกแบบส่วนซอฟต์แวร์

ในส่วนของการออกแบบซอฟต์แวร์ จะประกอบด้วย 2 ส่วนที่สำคัญ คือ โหมดการเดินทาง เก็บพื้นที่ที่หัวห้องและหลบทางตัน และโหมดการหลบหลีกเลี่ยงสิ่งกีดขวาง

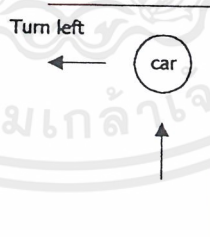
3.2.1 โหมดการเดินทางเก็บพื้นที่ที่หัวห้องและหลบทางตัน

มีขั้นตอนการทำงานดังนี้

1. ปลดจอดรถที่มุมขวาล่างของห้อง เมื่อกดปุ่มสตาร์ทรถจะเดินหน้าพร้อมทั้งทำการตรวจสอบสิ่งกีดขวางด้านหน้าของรถ

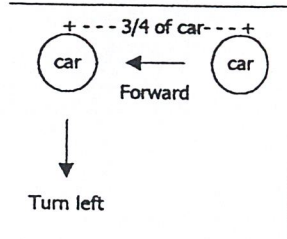


2. เมื่อรถเดินไปเจอทางตันหรือกำแพงที่ไม่ใช่สิ่งกีดขวางจะหยุดก่อนที่จะชน และหมุนทวนเข็มนาฬิกาทำมุม 90° กับทิศทางเดิม



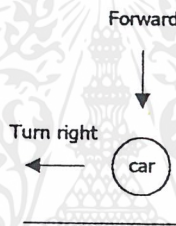
3. เมื่อเลี้ยวแล้วรถจะตรวจสอบสิ่งกีดขวางด้านหน้าพร้อมทั้งเดินหน้าเป็นระยะ $3/4$ ของตัวรถ แล้วหยุด และตรวจสอบสิ่งกีดขวางด้านขวาของรถ ถ้าตรวจพบว่ามีสิ่งกีดขวางอยู่ (แสดงว่าเป็นทางตัน) ก็จะหมุนทวนเข็มนาฬิกาทำมุม 90° กับทิศทางเดิม แต่ถ้าตรวจเจอสิ่งกีดขวางหรือทางตันก่อนที่จะเดินหน้าเป็นระยะ $3/4$ ของตัวรถแล้ว ก็จะหมุนทวนเข็มนาฬิกาทำมุม 90° กับทิศทางเดิมทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



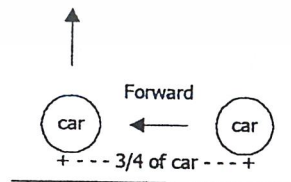
4. เมื่อเลี้ยวแล้วรถจะเดินหน้าต่อไปพร้อมทั้งทำการตรวจสอบสิ่งกีดขวางด้านหน้าของรถจะ
กว่าจะพบทางตันอีกครั้ง

5. เมื่อรถเดินไปเจอทางตันอีกครั้งจะหยุดก่อนที่จะชน และหมุนตามเข็มนาฬิกาทำมุม 90° กับ
ทิศทางเดิม



6. เมื่อเลี้ยวแล้วรถจะตรวจสอบสิ่งกีดขวางด้านหน้าพร้อมทั้งเดินหน้าเป็นระยะ $3/4$ ของตัวรถ
แล้วหยุด และตรวจสอบสิ่งกีดขวางด้านขวาของรถ ถ้าตรวจพบว่ายังมีสิ่งกีดขวางอยู่ (แสดงว่าเป็น
ทางตัน) ก็จะหมุนตามเข็มนาฬิกาทำมุม 90° กับทิศทางเดิม แต่ถ้าตรวจเจอสิ่งกีดขวางหรือทางตัน
ก่อนที่จะเดินหน้าเป็นระยะ $3/4$ ของตัวรถแล้ว ก็จะหมุนตามเข็มนาฬิกาทำมุม 90° กับทิศทางเดิม
ทันที

Turn right

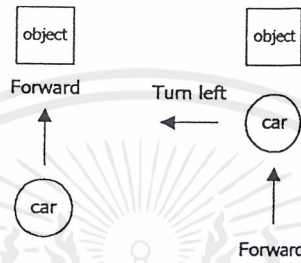


7. เมื่อเลี้ยวแล้วรถจะเดินหน้าต่อไปพร้อมทั้งทำการตรวจสอบสิ่งกีดขวางด้านหน้าของรถจะ
กว่าจะพบทางตันอีกครั้ง ซึ่งเมื่อเจอทางตันอีกครั้งก็จะย้อนกลับไปเริ่มที่ข้อ 2 อีกครั้ง

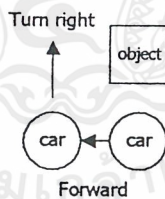
3.2.2 โหมคการหลบหลีกสิ่งกีดขวาง

มีขั้นตอนการทำงานดังนี้

1. เมื่อรถเดินทางมาและตรวจเจอสิ่งกีดขวางจะหยุดก่อนชนสิ่งกีดขวาง แล้วหมุนทวนเข็มนาฬิกาทำมุม 90° กับทิศทางเดิม

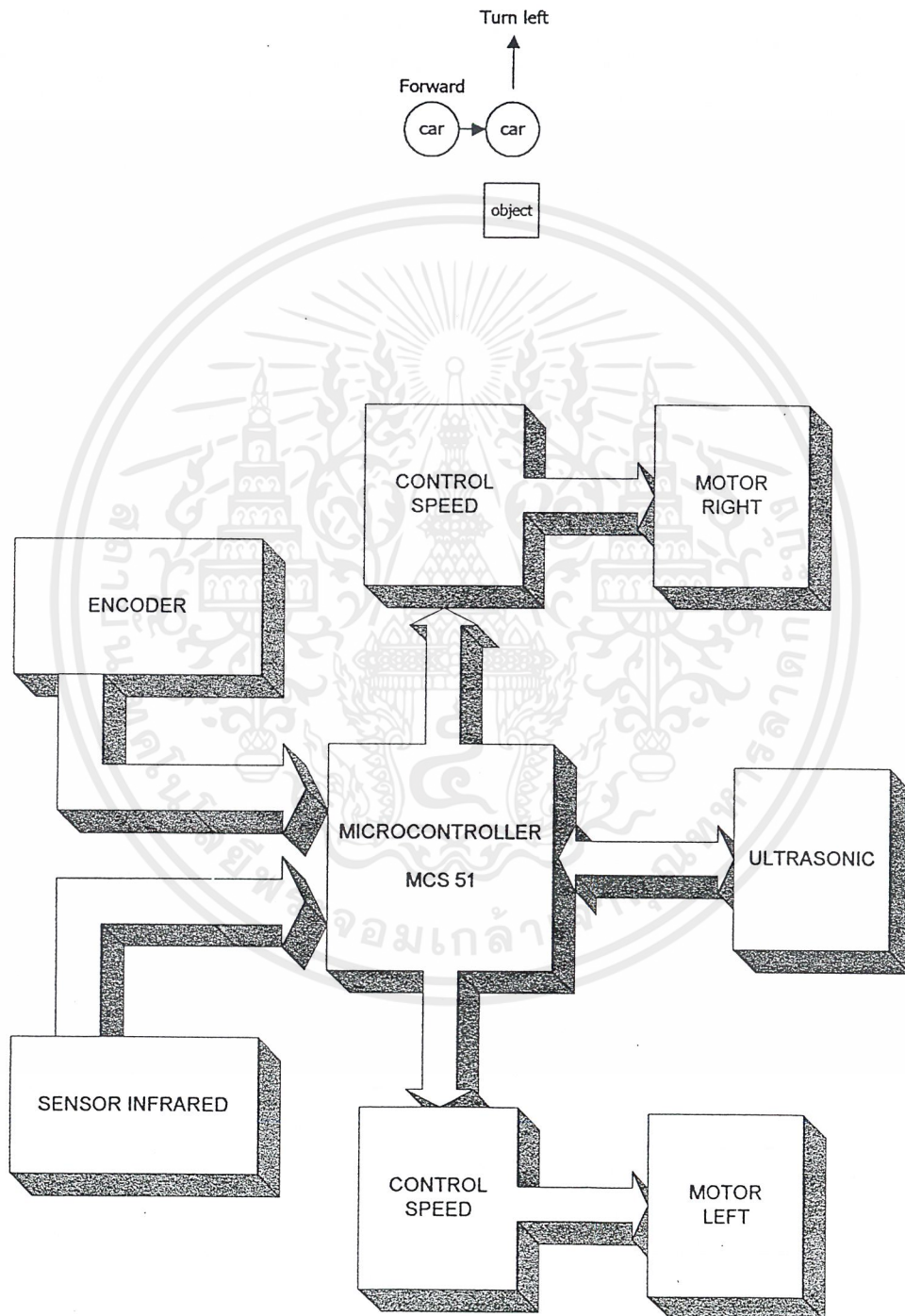


2. เมื่อเลี้ยวแล้วรถจะตรวจสอบสิ่งกีดขวางด้านหน้าพร้อมทั้งเดินทางเป็นระยะ $3/4$ ของตัวรถ แล้วหยุด และตรวจสอบสิ่งกีดขวางด้านขวาของรถ ถ้าตรวจแล้วไม่พบสิ่งกีดขวาง (แสดงว่าเป็นสิ่งกีดขวางไม่ใช่ทางตัน) รถจะเดินทางต่อไปอีกเป็นระยะ $1/4$ ของตัวรถเพื่อป้องกันไม่ให้ส่วนท้ายของรถชนสิ่งกีดขวางเมื่อทำการเลี้ยว แล้วหยุดและหมุนตามเข็มนาฬิกาทำมุม 90° กับทิศทางเดิมทันที



3. เมื่อเลี้ยวแล้วรถจะตรวจสอบสิ่งกีดขวางด้านหน้าของรถพร้อมทั้งเดินทางต่อไปเป็นระยะ $1/2$ ของตัวรถ แล้วตรวจสอบสิ่งกีดขวางด้านขวาของรถ ถ้าตรวจเจอสิ่งกีดขวางทางด้านขวาก็จะเดินทางต่อไปเป็นระยะ $1/2$ ของตัวรถเรื่อยๆ จนกว่าจะตรวจไม่พบสิ่งกีดขวางด้านขวาของรถ (ซึ่งแสดงว่าหลบสิ่งกีดขวางพ้นแล้ว) รถก็จะเดินทางต่อไปอีกเป็นระยะ $1/4$ ของตัวรถเพื่อป้องกันไม่ให้ส่วนท้ายของรถชนสิ่งกีดขวางเมื่อทำการเลี้ยว แล้วหยุดและหมุนตามเข็มนาฬิกาทำมุม 90° กับทิศทางเดิมทันที แต่ถ้าตรวจสิ่งกีดขวางด้านหน้าของรถในขณะที่เดินทางเป็นระยะ $1/2$ ของตัวรถแล้ว รถจะเข้าสู่โหมคหลบทางตันทันที

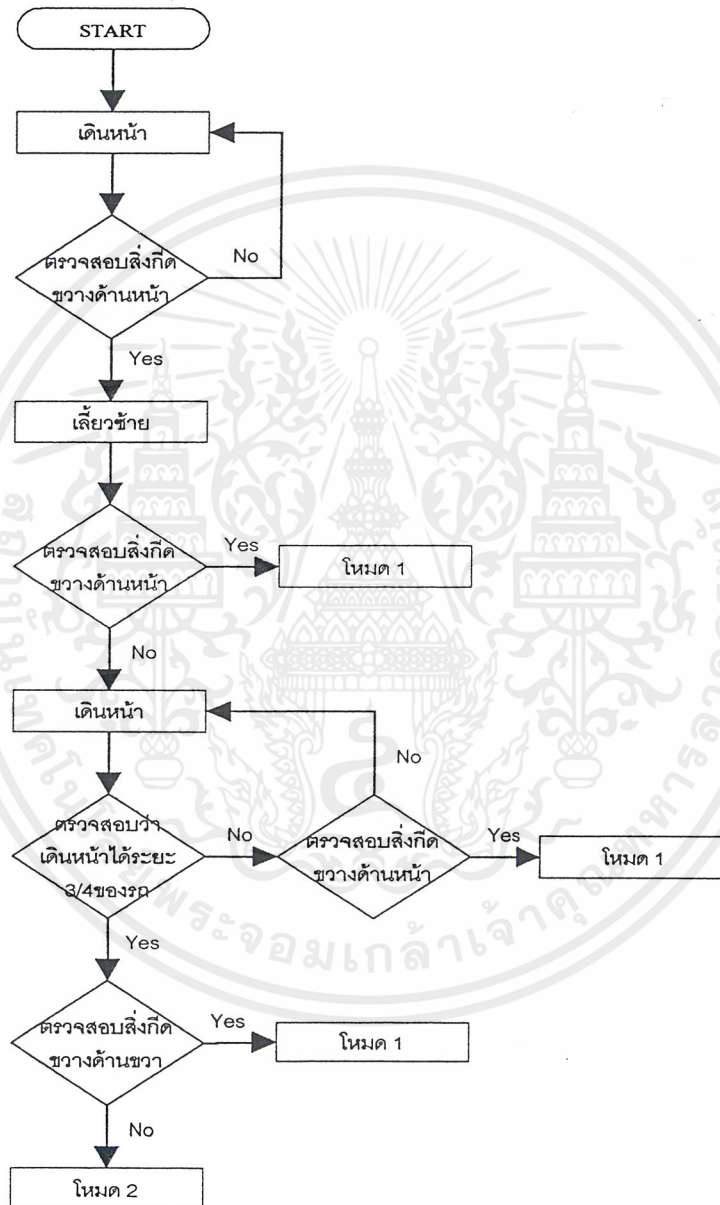
4. เมื่อเลี้ยวแล้วรถจะเดินหน้าต่อไปอีกเป็นระยะ 1 ตัวรถ แล้วหยุดและหมุนทวนตามเข็มนาฬิกาทำมุม 90° กับทิศทางเดิมทันที แล้วเดินหน้าต่อไป



รูปที่ 3.10 บล็อกไดอะแกรมแสดงการทำงานของระบบโดยรวม

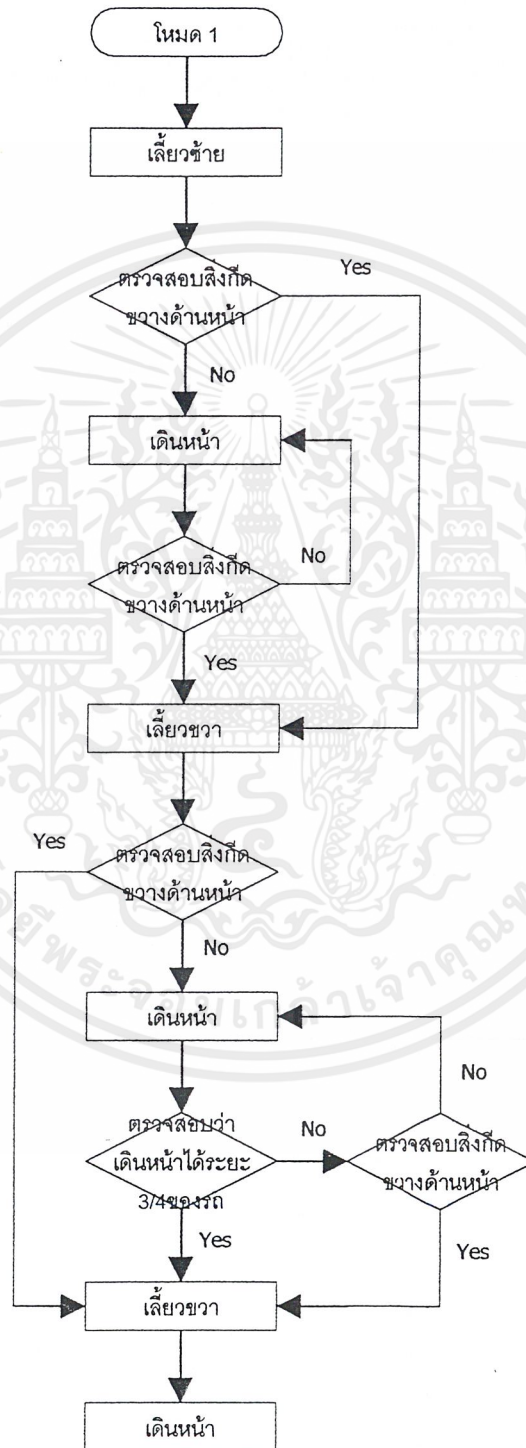
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**FLOWCHART แสดงการเข้าสู่โหมตการเดินเก็บพื้นที่ทั่วห้องและหลบทางตัน(โหมต 1)
และโหมตการหลบหลีกสิ่งกีดขวาง (โหมต 2)**



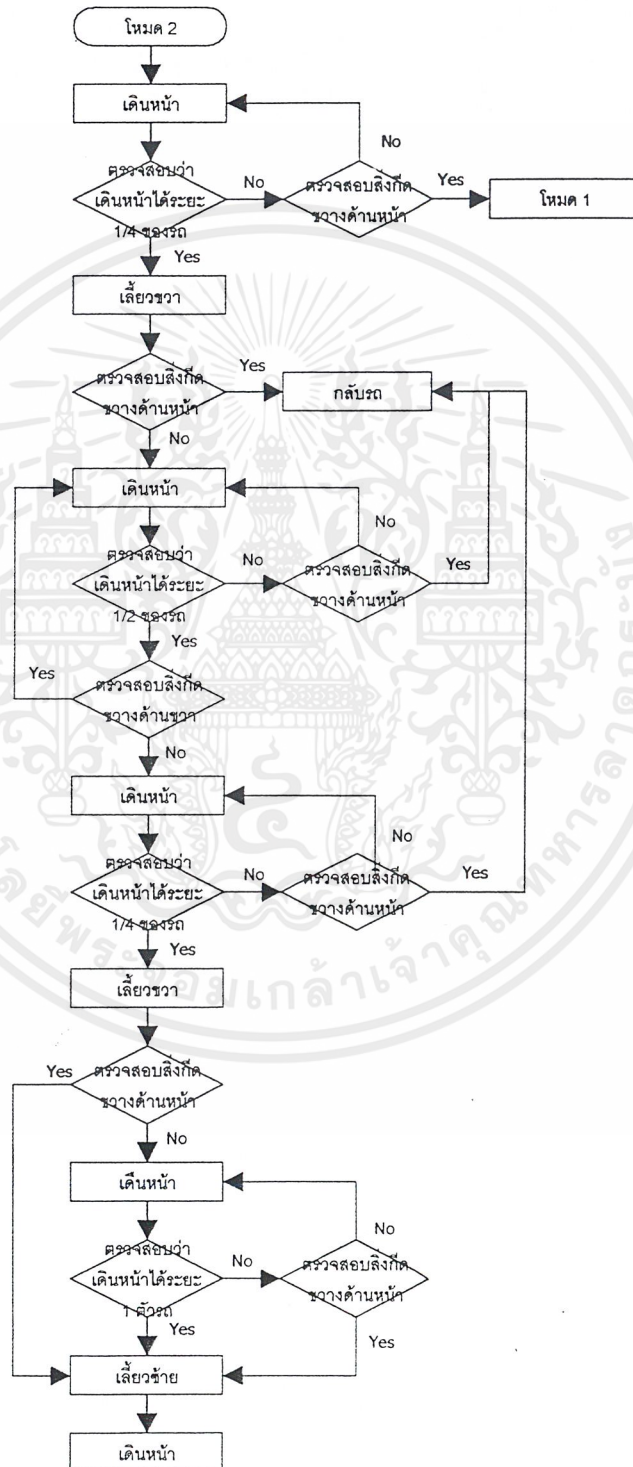
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FLOWCHART แสดงการทำงานในโหมดการเดินเก็บพื้นที่หัวห้องและหลบทางตัน(โหมด 1)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FLOWCHART แสดงการทำงานในโหมดการหลบหลีกสิ่งกีดขวาง (โหมดที่ 2)



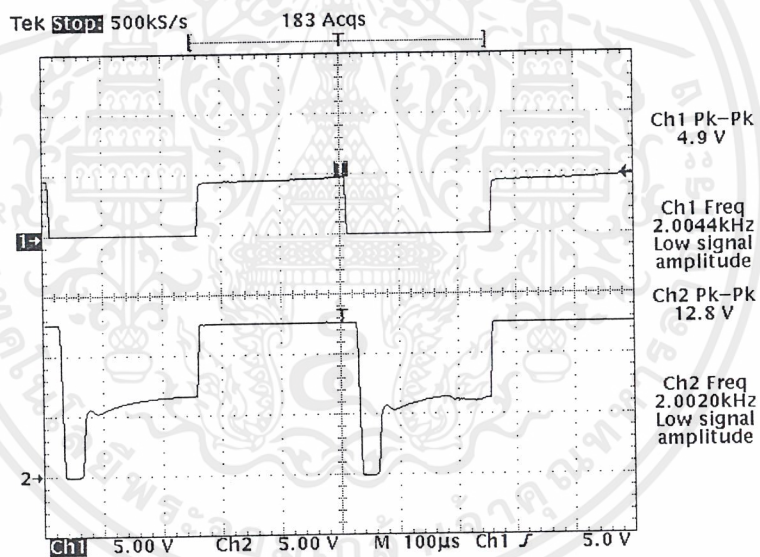
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 ส่วนวงจรขับเคลื่อนและวงจรปรับความเร็ว

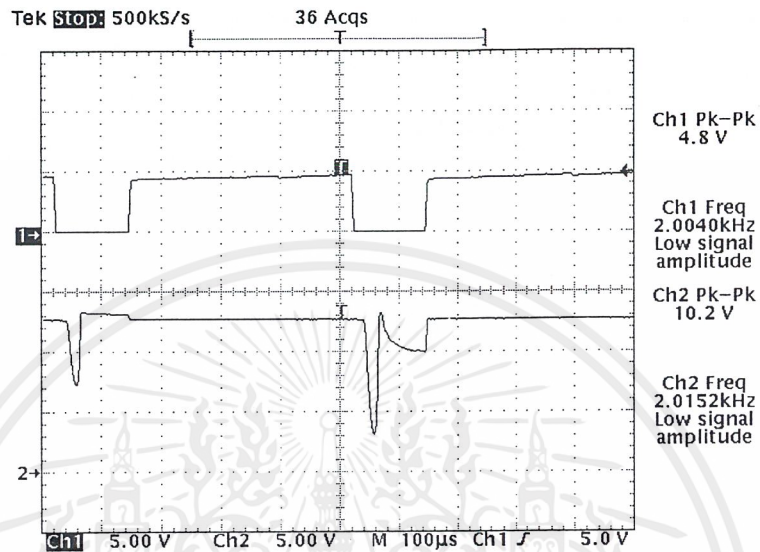
1. ปรับความถี่ของวงจรและปรับความเร็วให้ได้ความถี่เริ่มต้น 32 kHz
2. ต่อชุดวงจรปรับความเร็วและวงจรขับเคลื่อนเข้าด้วยกัน แล้วทดลองป้อนระดับความเร็วระดับ 8 (1000) ให้กับชุดวงจรปรับความเร็ว และป้อนนิททิศทางให้กับวงจรขับเคลื่อน การเคลื่อนที่และระดับความเร็วของมอเตอร์เมื่อเปรียบเทียบกับการต่อโพลจริงแสดงดังรูป 4.1



Ch1 = PWM Ch2 = แรงดันคร่อม MOTOR

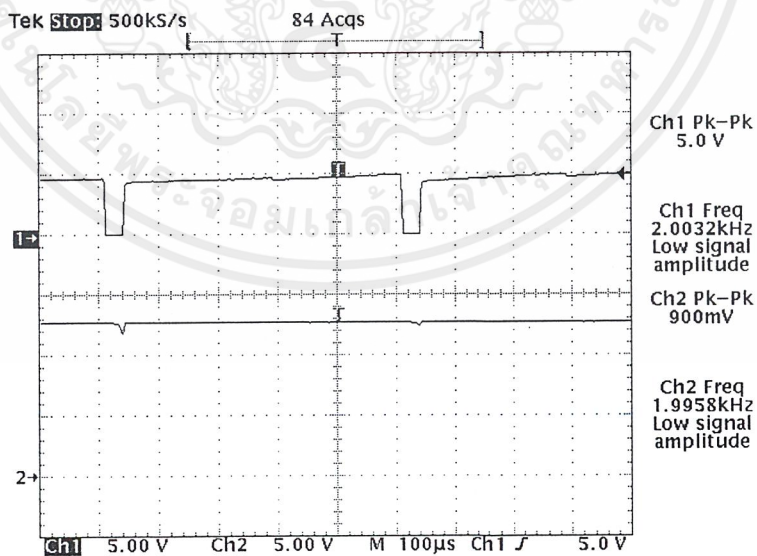
รูปที่ 4.1 สัญญาณแรงดันความเร็วระดับ 8

3. ทำเช่นเดียวกับข้อ 2 แต่เปลี่ยนระดับความเร็วเป็นระดับ 12 (1100) และระดับ 15 (1111) เปรียบเทียบผลที่ได้ดังรูป 4.2 และ 4.3



Ch1 = PWM Ch2 = แรงดันคร่อม MOTOR

รูปที่ 4.2 สัญญาณแรงดันความเร็วระดับ 12



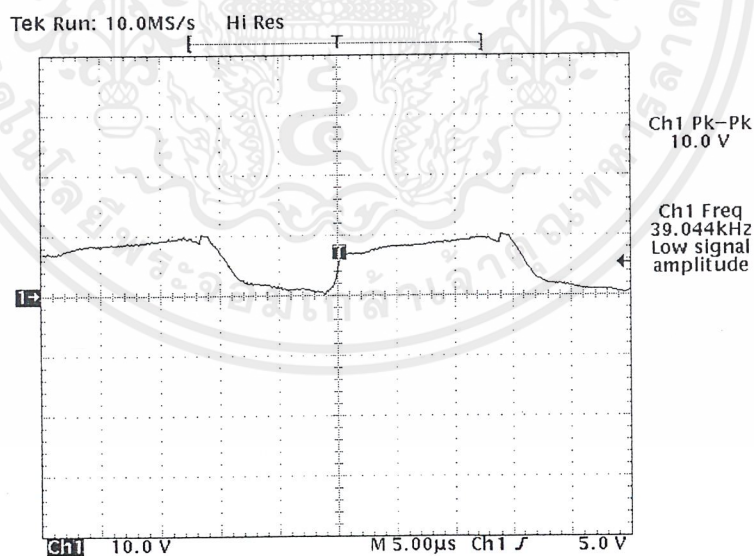
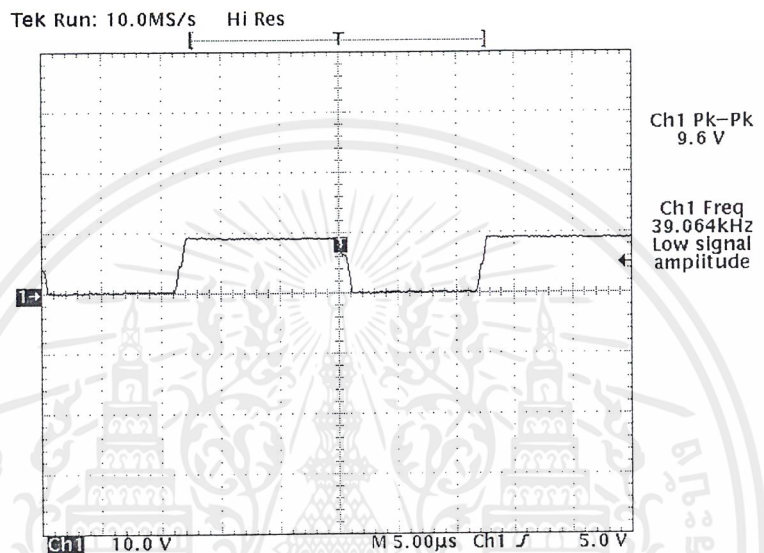
Ch1 = PWM Ch2 = แรงดันคร่อม MOTOR

รูปที่ 4.3 สัญญาณแรงดันความเร็วระดับ 15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ส่วนวงจรอัลตราโซนิค

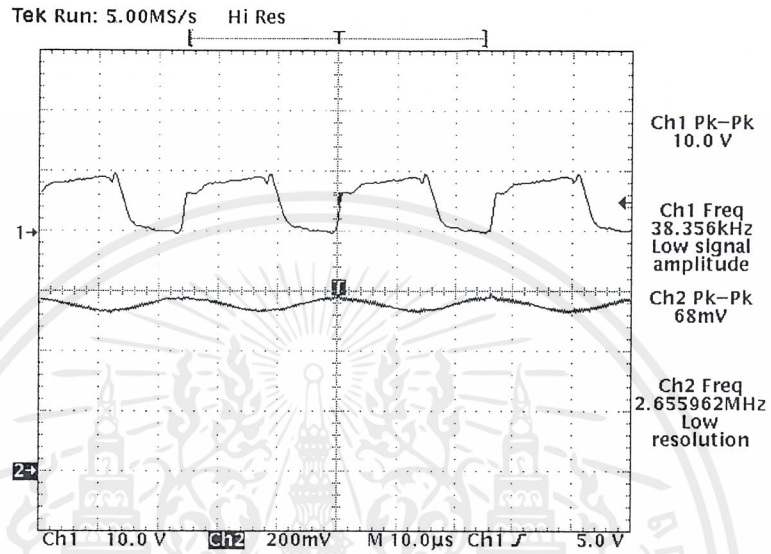
1. ปรับคลื่นความถี่ให้ได้ 40 kHz โดยยังไม่ต่อตัว Transducer วัดสัญญาณ โดยเปรียบเทียบกับสัญญาณที่ต่อ Transducer แล้วดังรูป 4.4 และ 4.5



รูปที่ 4.4 และ รูปที่ 4.5 แสดงสัญญาณแรงดันความถี่ 40 kHz เมื่อยังไม่ต่อและต่อ transducer แล้วตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

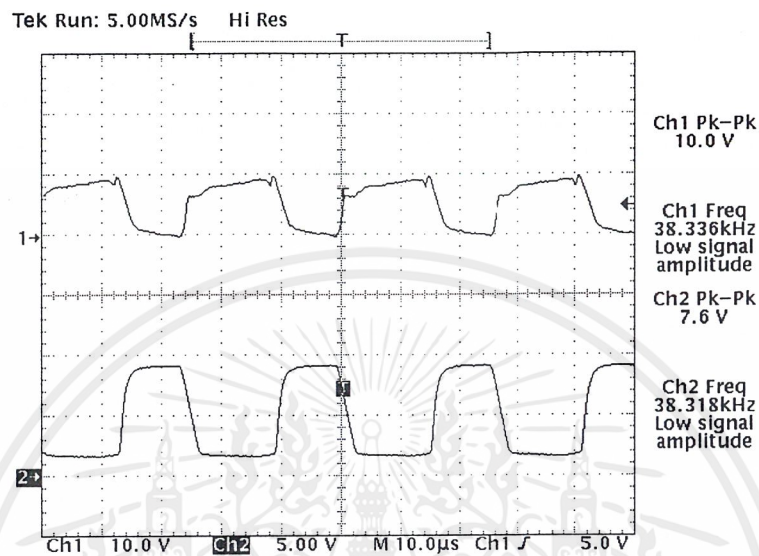
2. วัดสัญญาณที่เกิดขึ้นตรงบริเวณหัวตัวรับของ Transducer เมื่อนำวัตถุไปเข้าใกล้ Transducer (โดยดูความสว่างของ LED) เปรียบเทียบกับสัญญาณที่ตัวส่ง ได้สัญญาณ ดังรูป 4.6



Ch1 = สัญญาณส่ง Ch2 = สัญญาณรับ

รูปที่ 4.6 กราฟเปรียบเทียบสัญญาณการส่งและการรับ ultrasonic เมื่อยังไม่ขยายสัญญาณ

3. จากข้อ 2 วัดสัญญาณของตัวรับเมื่อผ่านชุด Amplifier ชุดแรกและชุดที่สอง เปรียบเทียบกับสัญญาณที่ตัวส่ง ได้สัญญาณดังรูป 4.7

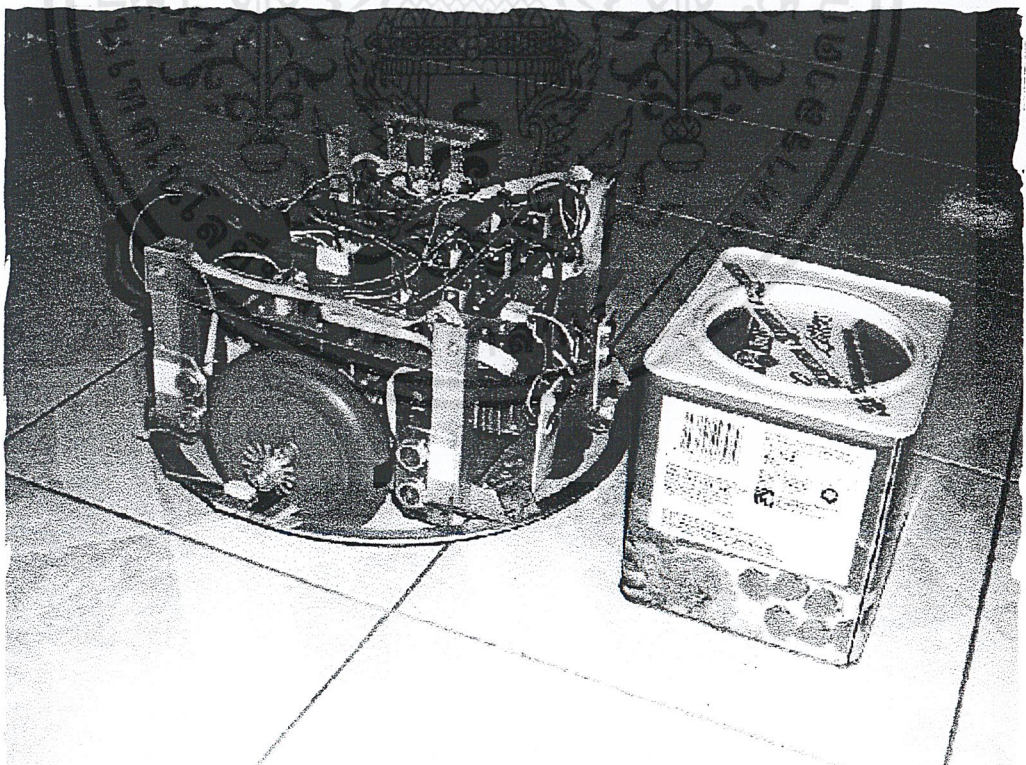
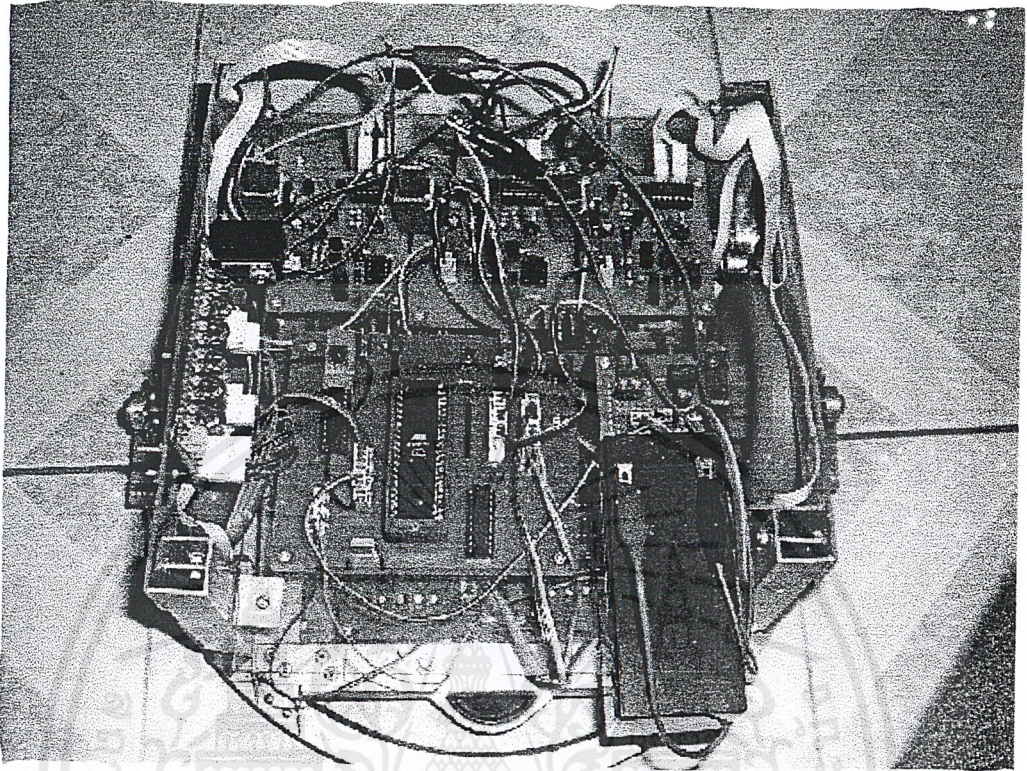


Ch1 = สัญญาณส่ง Ch2 = สัญญาณรับ

รูปที่ 4.7 กราฟเปรียบเทียบสัญญาณการส่งและการรับ ultrasonic เมื่อขยายสัญญาณแล้ว

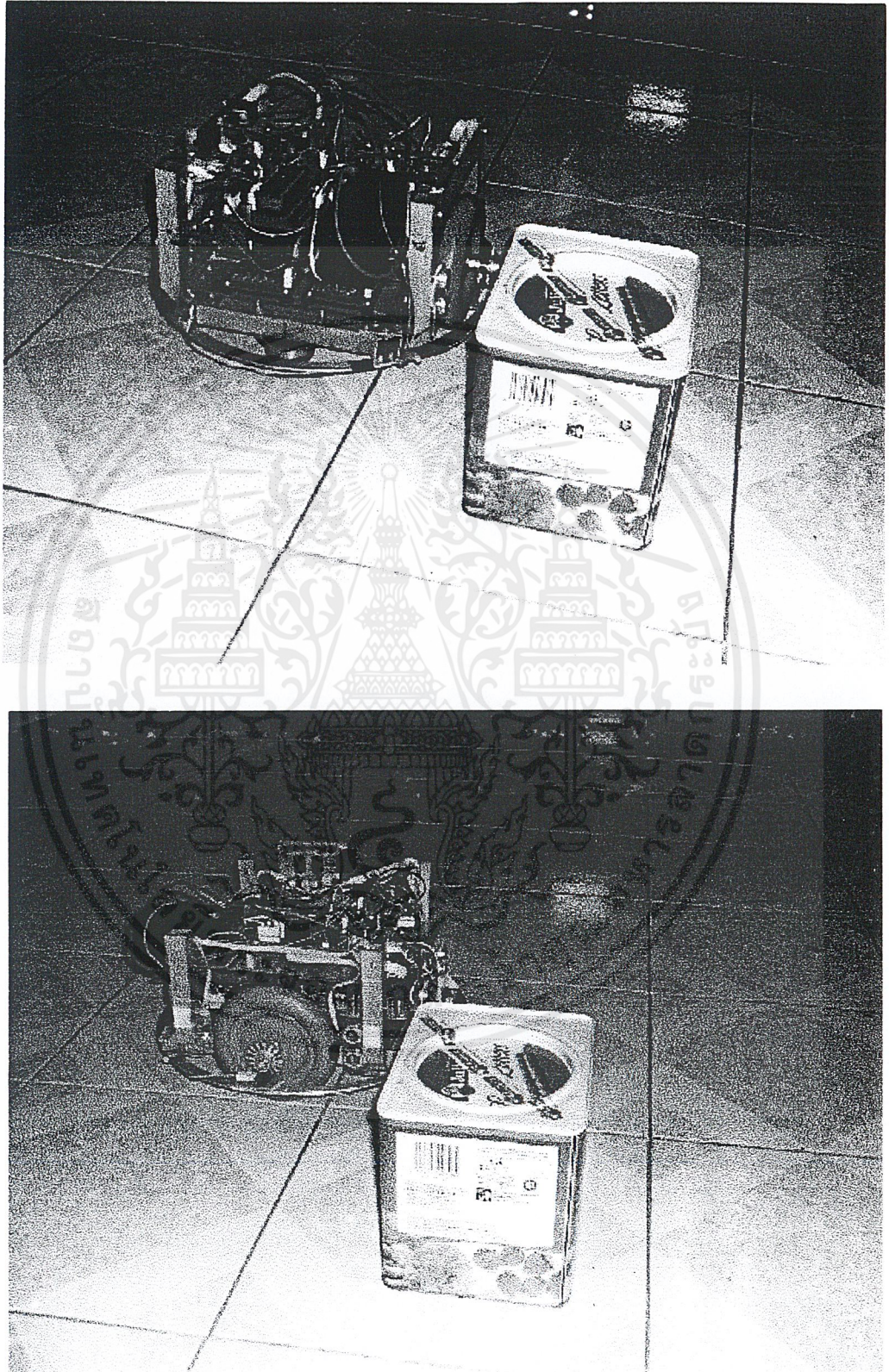
4.3 การทำงานของระบบโดยรวม

เมื่อต่อวงจรทั้งหมดเข้ากับตัวรถแล้วปล่อยให้วิ่งในสถานการณ์จริง โดยมีสิ่งกีดขวางเป็นวัตถุทรงสี่เหลี่ยมขนาดกว้าง 14 ซม. ยาว 17 ซม. ปรากฏว่ารถสามารถเดินเก็บพื้นที่ได้ทั่วบริเวณ และสามารถหลบหลีกสิ่งกีดขวางนั้นได้ ดังรูป 4.8 – รูป 4.23



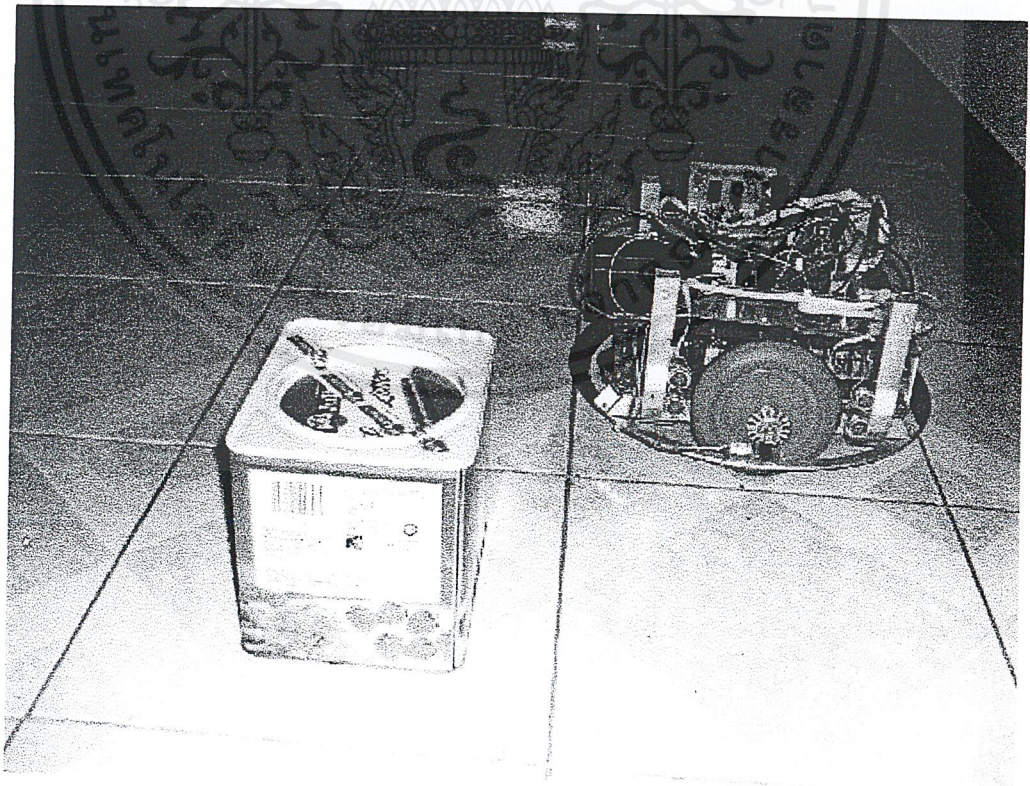
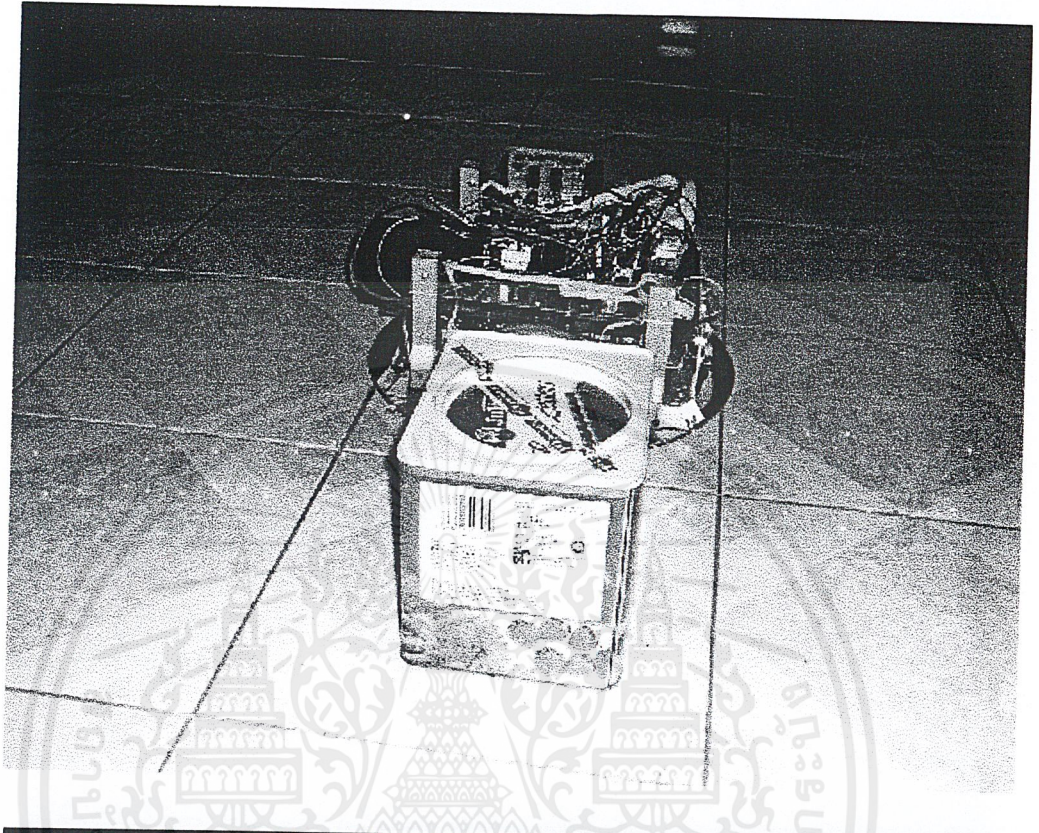
รูปที่ 4.8 และ รูปที่ 4.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



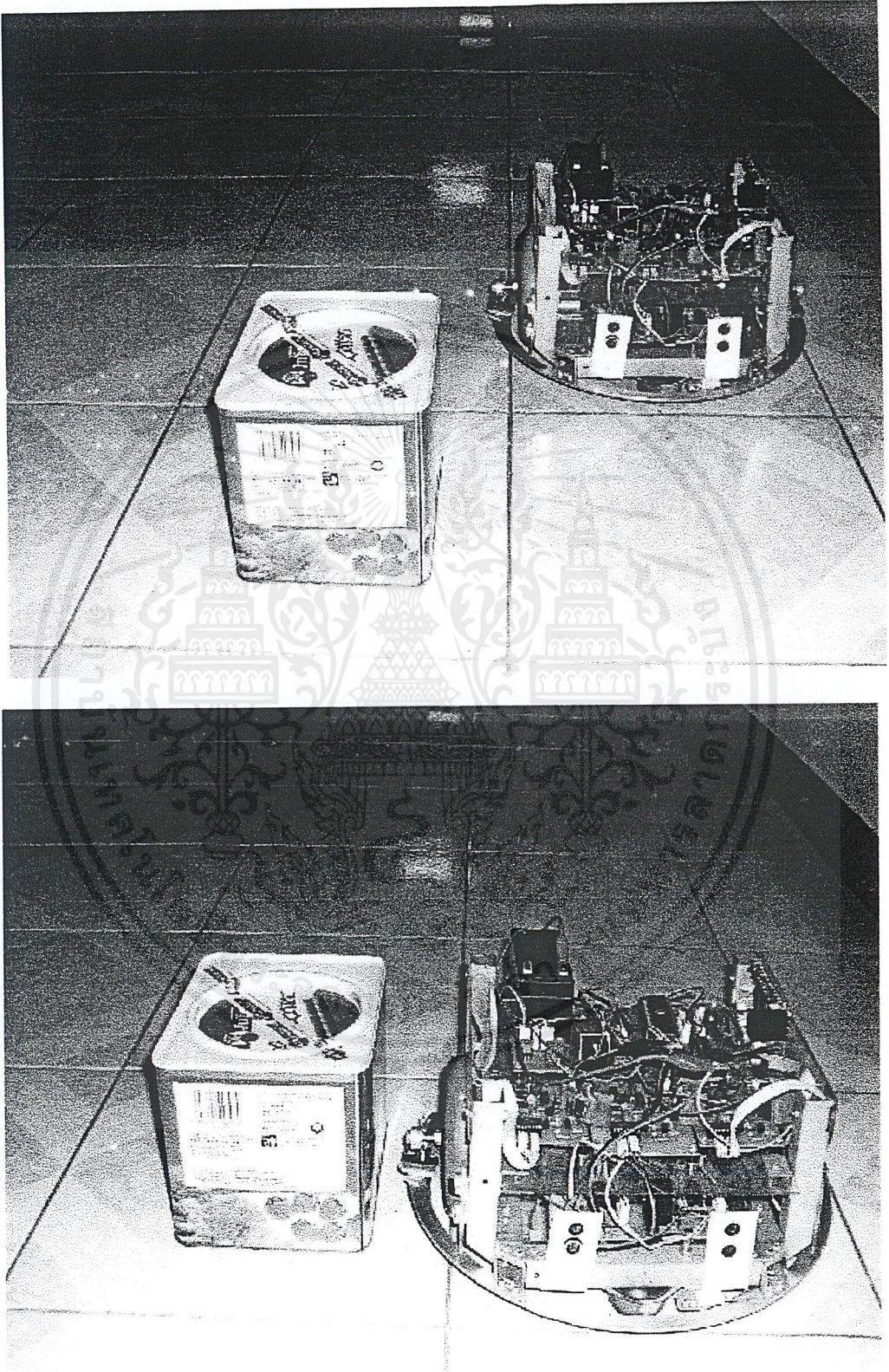
รูปที่ 4.10 และ รูปที่ 4.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



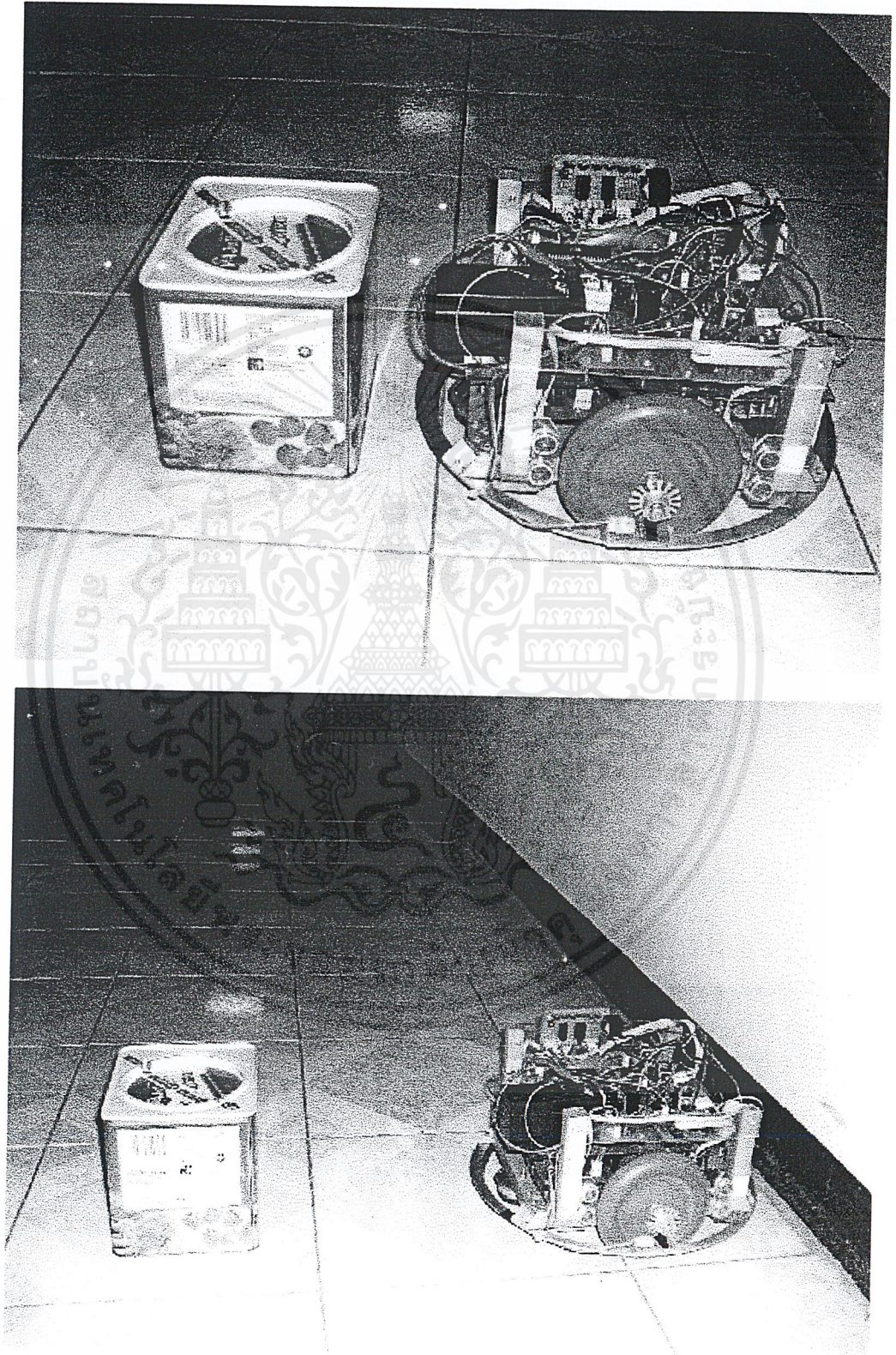
รูปที่ 4.12 และ รูปที่ 4.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



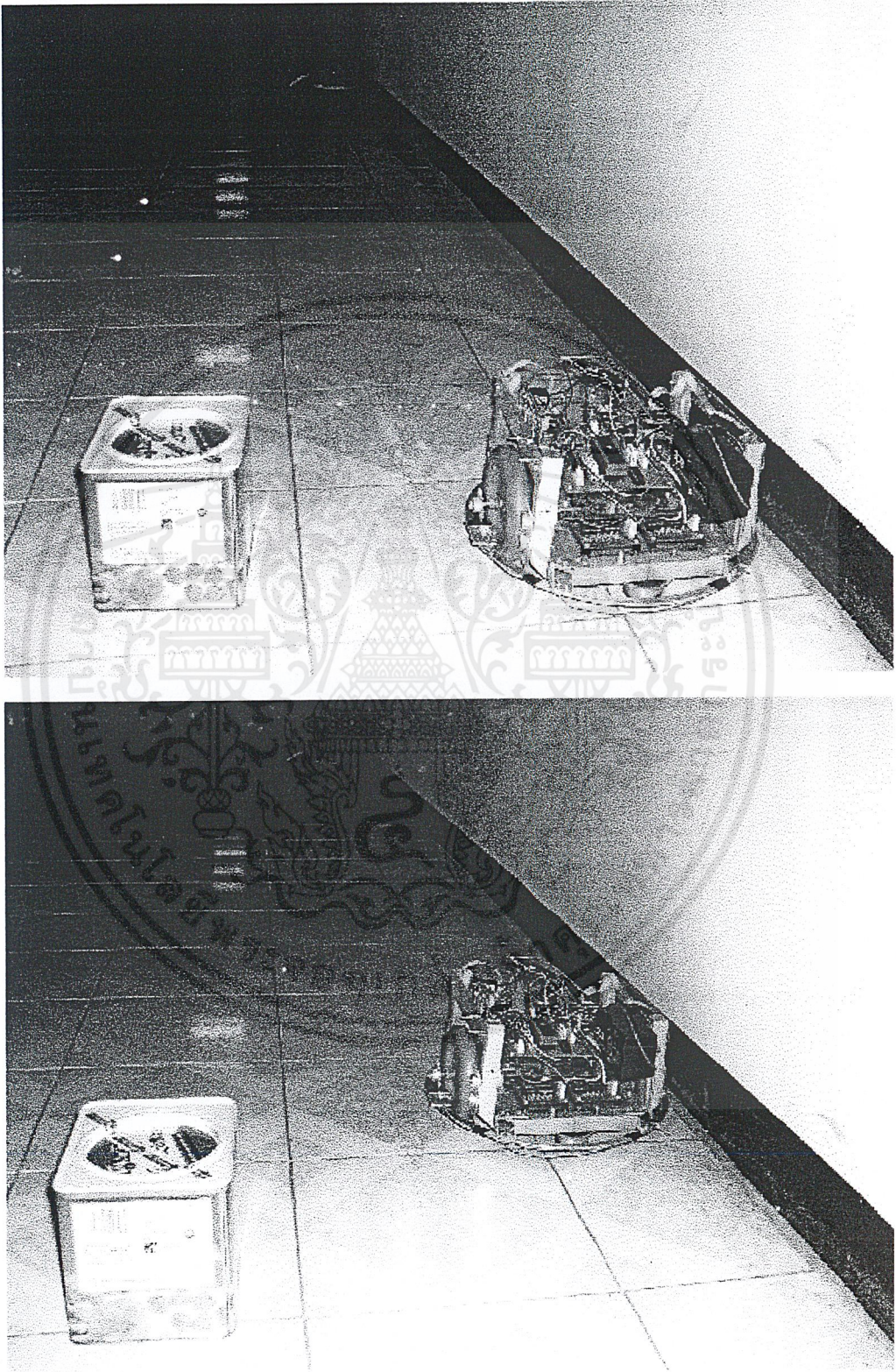
รูปที่ 4.14 และ รูปที่ 4.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



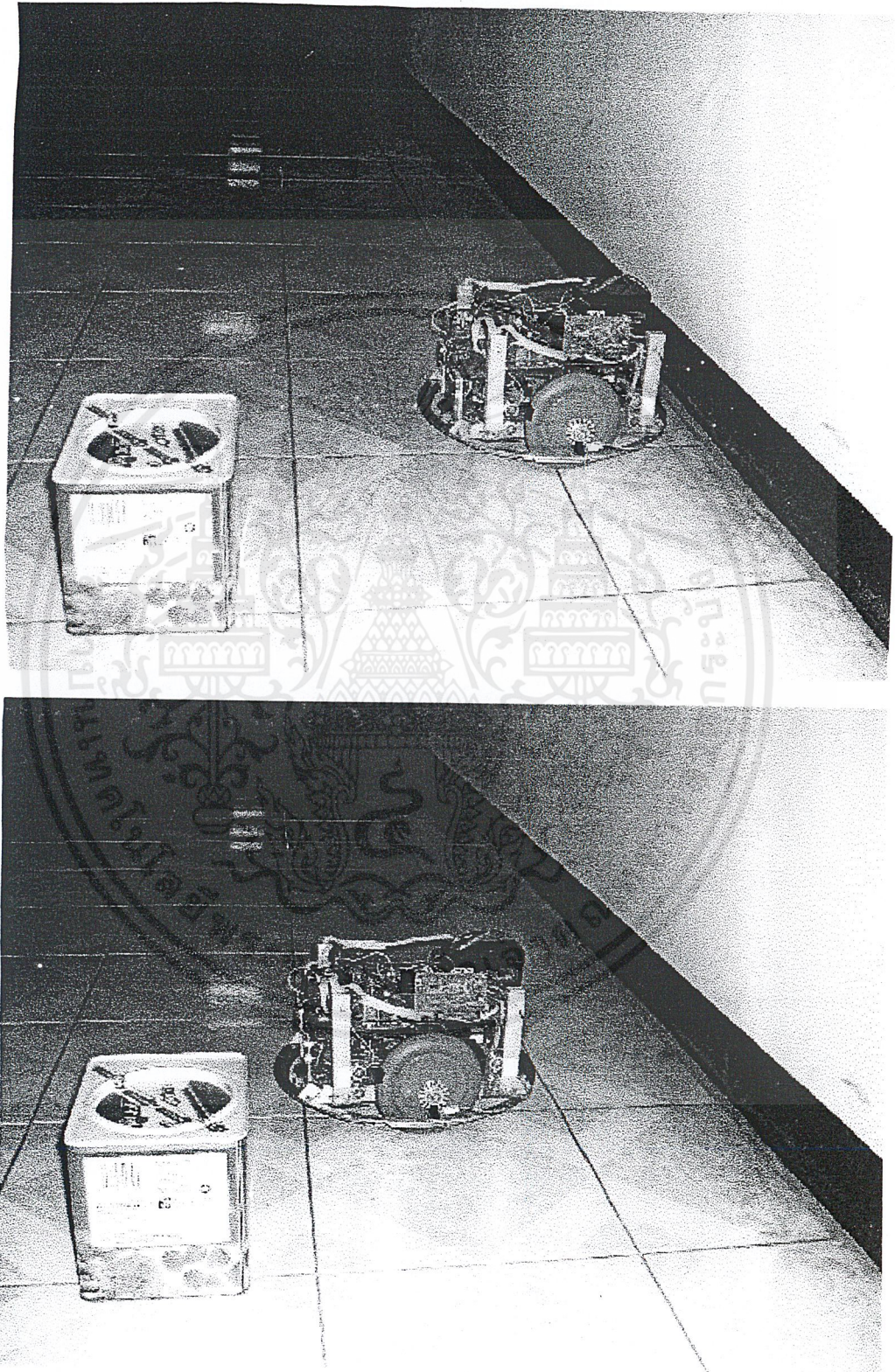
รูปที่ 4.16 และ รูปที่ 4.17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



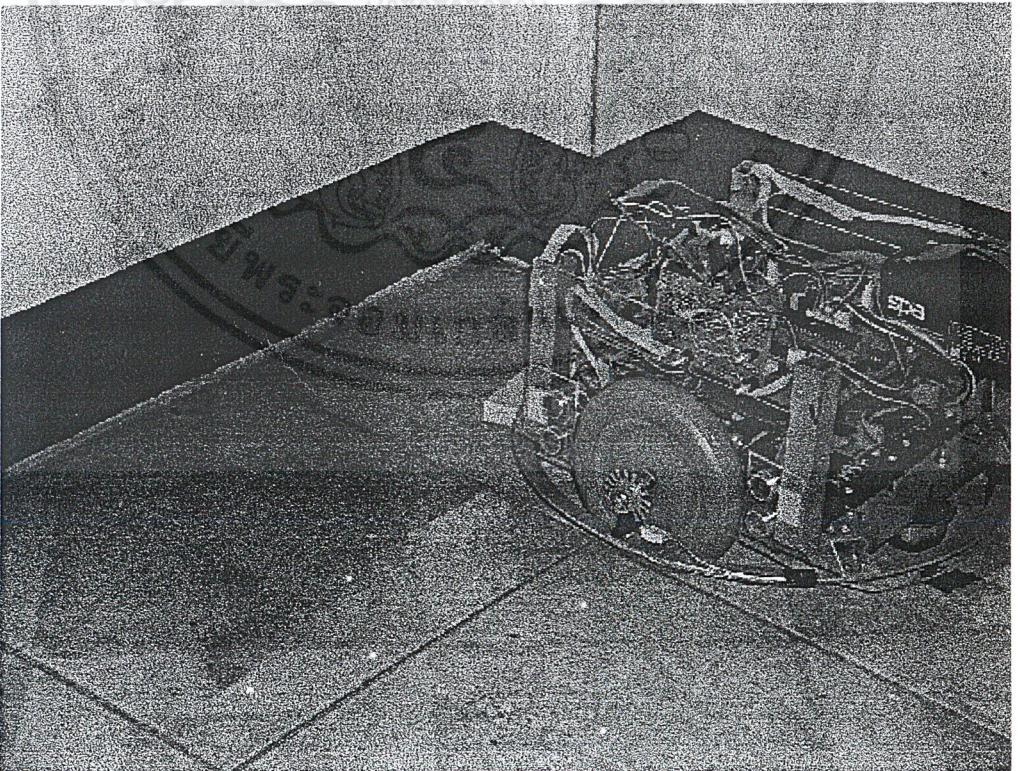
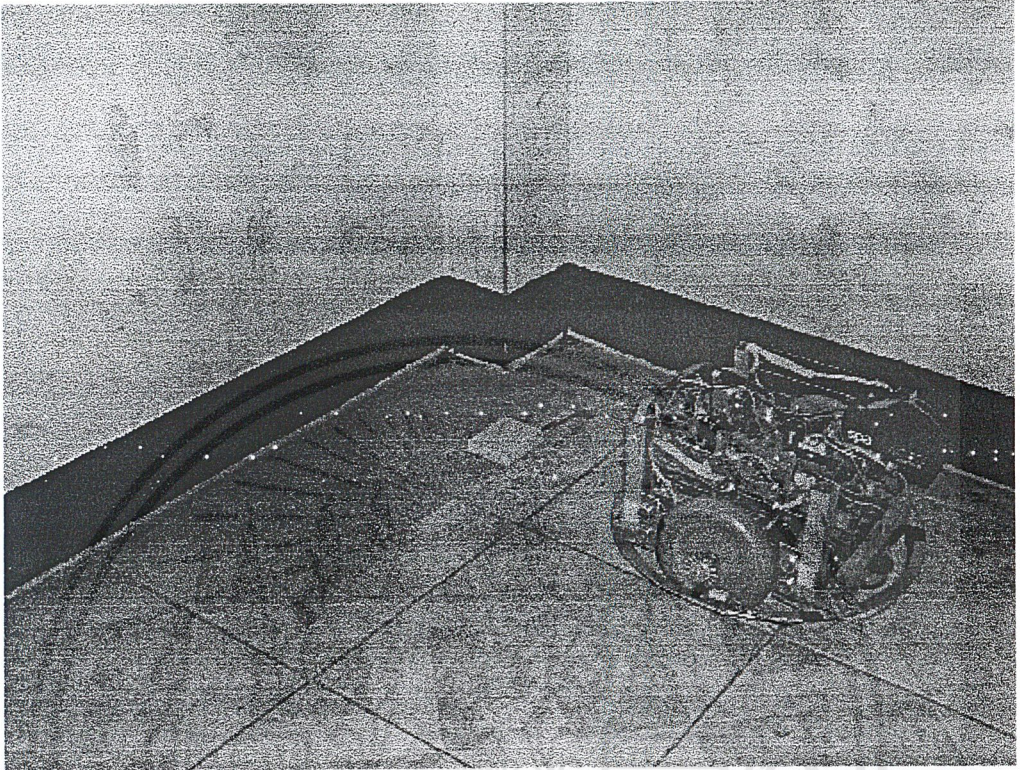
รูปที่ 4.18 และ รูปที่ 4.19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.20 และ รูปที่ 4.21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.22 และ รูปที่ 4.23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและบทวิจารณ์

จากการทดลองพบว่ารถสามารถเดินเก็บพื้นที่ได้ทั่วบริเวณที่กำหนด และสามารถหลบหลีกสิ่งกีดขวางภายในพื้นที่นั้นๆ ได้ อีกทั้งยังสามารถหยุดในตำแหน่งที่กำหนดให้ได้ แต่จากการทดลองพบว่ามีปัญหาเกิดขึ้นเล็กน้อย ซึ่งปัญหาที่เกิดขึ้นและแนวทางแก้ไขต่างๆมีดังนี้

1. การเคลื่อนที่ไม่เป็นเส้นตรง

สาเหตุ

เนื่องจากมอเตอร์ที่ควบคุมล้อซ้ายและขวามีจำนวนรอบไม่เท่ากัน โดยมอเตอร์ที่ควบคุมล้อขวามีความเร็วรอบมากกว่าล้อซ้าย ทำให้ตัวรถเดินเอียงซ้าย

แนวทางการแก้ไข

ออกแบบโปรแกรมให้เดินหน้าไประยะหนึ่ง เมื่อเห็นว่ารถเริ่มเอียงซ้ายก็สั่งโปรแกรมให้ลดความเร็วล้อขวาจนรถเริ่มกลับสู่แนวเส้นตรงก็สั่งให้เพิ่มความเร็วเป็นระดับปกติ ทำอย่างนี้ไปเรื่อยๆตลอดการเคลื่อนที่

2. มุมการเลี้ยวของรถไม่เป็น 90 องศา

สาเหตุ

ในการควบคุมการเลี้ยวของรถจะใช้การนับสัญญาณพัลส์ของเอนโคเดอร์เป็นตัวควบคุมองศาการหมุน ซึ่งในบางครั้งลักษณะของพื้นผิวที่ใช้ในการทดสอบ อาจจะมีผลต่อจำนวนพัลส์ที่ใช้งานในการกำหนดองศาของการเลี้ยว

แนวทางการแก้ไข

ทำการกำหนดจำนวนพัลส์ในการควบคุมการเลี้ยวในโปรแกรมการควบคุมการทำงานให้มีความสัมพันธ์กับพื้นผิวที่จะใช้งาน

3. มุมบอดในการตรวจจับวัตถุ

สาเหตุ

ในบางตำแหน่งของสิ่งกีดขวาง อาจมีบางมุมของตัวรถที่ไม่สามารถตรวจจับวัตถุนั้นได้ เนื่องจากตำแหน่งการติดตั้งของตัว Sensor ไม่เหมาะสมทำให้เกิดมุมบอดในการตรวจจับวัตถุ หรือเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะหวังผลในการตรวจจับวัตถุน้อยเกินไป ทำให้คลื่นอัลตราโซนิกที่ส่งออกไปแล้วไม่สามารถตรวจจับคลื่นที่สะท้อนกลับมาได้ จึงทำให้เกิดการชนสิ่งกีดขวาง ซึ่งอาจทำให้โปรแกรมผิดพลาดได้

แนวทางการแก้ไข

ทำการติดตั้ง Sensor ด้านละ 2 ชุด ซึ่งทำให้มุมบอดในการตรวจจับวัตถุลดลง

4. ความผิดพลาดที่เกิดจากพลังงานในแบตเตอรี่ลดลง

สาเหตุ

เนื่องจากแบตเตอรี่ที่ใช้มีขนาดเล็ก ทำให้อายุการใช้งานสั้นต้องชาร์ตแบตเตอรี่บ่อย ซึ่งอาจทำให้การจ่ายกระแสลดลงและอาจมีผลต่อการทำงานของรถได้

แนวทางการแก้ไข

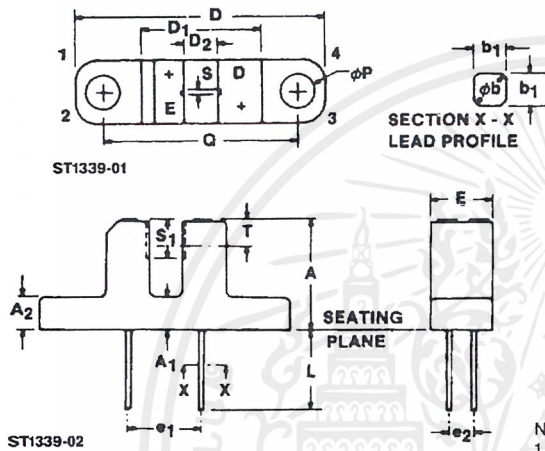
หมั่นชาร์ตแบตเตอรี่ให้มีพลังงานพอใช้ตลอดเวลา และดูแลรักษาสภาพของแบตเตอรี่ให้พร้อมใช้งานเสมอ



ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

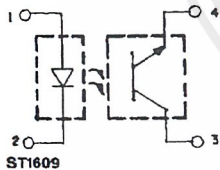
PACKAGE DIMENSIONS



SYMBOL	MILLIMETERS		INCHES		NOTES
	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	
A	10.7	11.0	.422	.433	
A ₁	3.0	3.2	.119	.125	
A ₂	3.0	3.2	.119	.125	
ϕb	.600	.750	.024	.030	2
b ₁	.50 NOM.		.020 NOM.		2
D	24.3	24.7	.957	.972	
D ₁	11.6	12.0	.457	.472	
D ₂	3.0	3.3	.119	.129	
e	6.9	7.5	.272	.295	
e ₁	2.3	2.8	.091	.110	
E	6.15	6.35	.243	.249	
L	8.00		.315		
ϕp	3.2	3.4	.126	.133	
Q	18.9	19.2	.745	.755	
S	.85	1.0	.034	.039	
S ₁	3.45	3.75	.136	.147	
T	2.6 NOM.		.103 NOM.		3

- NOTES:
1. INCH DIMENSIONS ARE DERIVED FROM MILLIMETERS.
 2. FOUR LEADS. LEAD CROSS SECTION IS CONTROLLED BETWEEN 1.27mm (.050") FROM SEATING PLANE AND THE END OF THE LEADS.
 3. THE SENSING AREA IS DEFINED BY THE "S" DIMENSION AND BY DIMENSION "T" ±0.75mm (±.030 INCH).

PACKAGE OUTLINE



DESCRIPTION

The H21A Slotted Optical Switch is a gallium arsenide light emitting diode coupled to a silicon phototransistor in a plastic housing. The packaging system is designed to optimize the mechanical resolution, coupling efficiency, ambient light rejection, cost and reliability. The gap in the housing provides a means of interrupting the signal with an opaque material, switching the output from an "ON" to an "OFF" state.

FEATURES

- Opaque housing
- Low cost
- .035" apertures
- High I_{CON}

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS ($T_A = 25^\circ\text{C}$ Unless Otherwise Specified)	
Storage Temperature	-55°C to +100°C
Operating Temperature	-55°C to +100°C
Soldering:	
Lead Temperature (Iron)	240°C for 5 sec. ^(3,4,5)
Lead Temperature (Flow)	260°C for 10 sec. ^(3,4)
INPUT DIODE	
Continuous Forward Current	60 mA
Reverse Voltage	6.0 Volts
Power Dissipation	100 mW ⁽¹⁾
OUTPUT TRANSISTOR	
Collector-Emitter Voltage	30 Volts
Emitter-Collector Voltage	6 Volts
Power Dissipation	150 mW ⁽²⁾

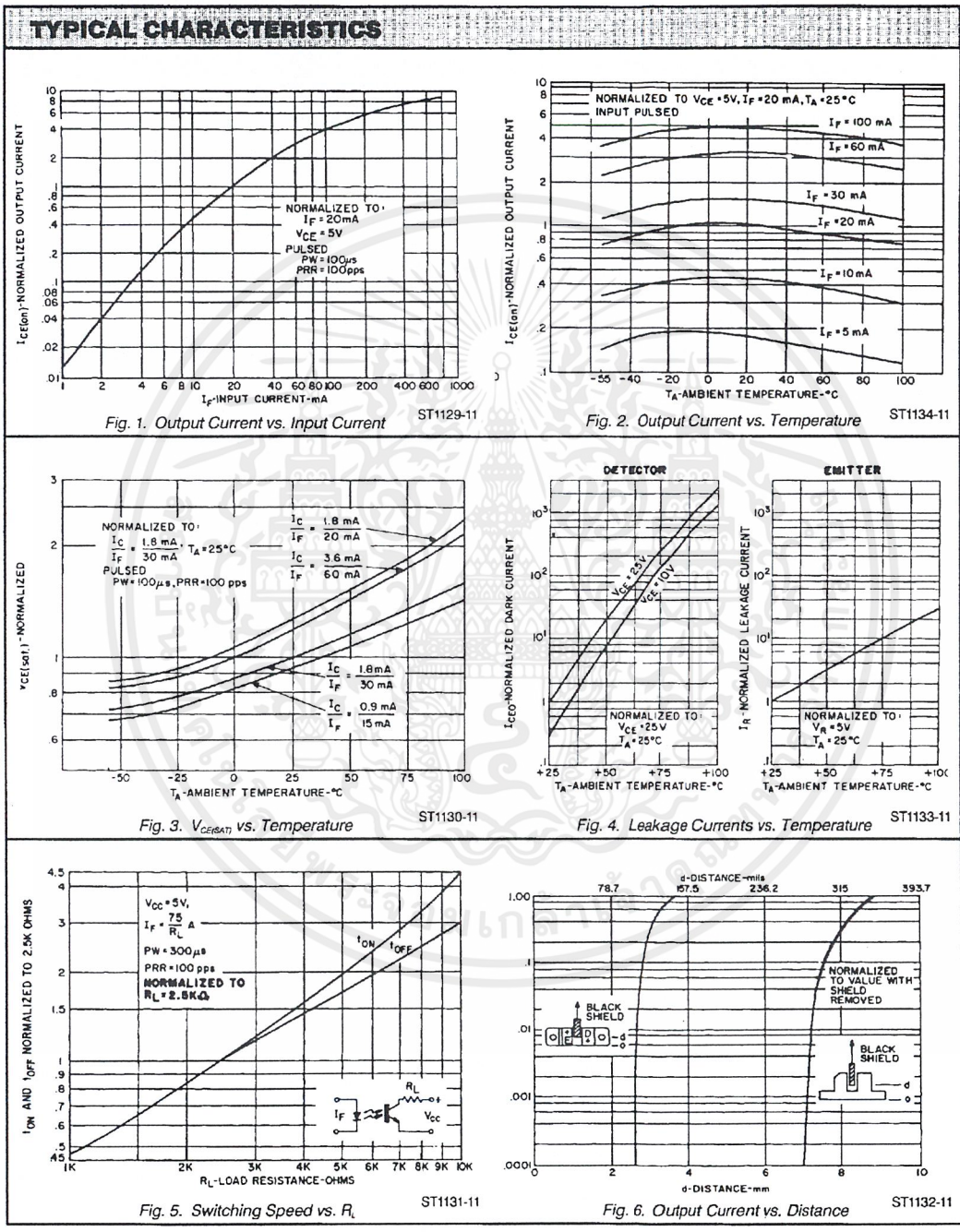
ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($T_A = 25^\circ\text{C}$ Unless Otherwise Specified) (All measurements made under pulse conditions.)						
PARAMETER	SYMBOL	MIN.	TYP.	MAX.	UNITS	TEST CONDITIONS
INPUT DIODE						
Forward Voltage	V_F	—	—	1.7	V	$I_F = 60 \text{ mA}$
Reverse Breakdown Voltage	V_R	6.0	—	—	V	$I_R = 10 \mu\text{A}$
Reverse Leakage Current	I_R	—	—	1.0	μA	$V_R = 3 \text{ V}$
OUTPUT TRANSISTOR						
Emitter-Collector Breakdown	BV_{EC}	6.0	—	—	V	$I_E = 100 \mu\text{A}, E_e = 0$
Collector-Emitter Breakdown	BV_{CE}	30	—	—	V	$I_C = 1 \text{ mA}, E_e = 0$
Collector-Emitter Leakage	I_{CEO}	—	—	100	nA	$V_{CE} = 25 \text{ V}, E_e = 0$
COUPLED						
On-State Collector Current	$I_{CO(ON)}$	—	See page 3.	—	mA	—
Saturation Voltage	$V_{CE(SAT)}$	—	See page 3.	—	V	—
Turn-On Time	t_{on}	—	See page 3.	—	μS	—
Turn-Off Time	t_{off}	—	See page 3.	—	μS	—

NOTES
1. Derate power dissipation linearly 1.33 mW/°C above 25°C.
2. Derate power dissipation linearly 2.00 mW/°C above 25°C.
3. RMA flux is recommended.
4. Methanol or Isopropyl alcohols are recommended as cleaning agents.
5. Soldering iron tip 1/16" (1.6 mm) from housing.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$I_{C(ON)}$, $V_{CE(SAT)}$, I_C, AND t_{ON}						
PARAMETER	SYMBOL	MIN.	TYP.	MAX.	UNITS	TEST CONDITIONS
ON-STATE COLLECTOR CURRENT						
H21A1	$I_{C(ON)}$	0.15	—	—	mA	$I_F = 5\text{mA}$, $V_{CE} = 5\text{V}$
H21A2	$I_{C(ON)}$	0.30	—	—	mA	$I_F = 5\text{mA}$, $V_{CE} = 5\text{V}$
H21A3	$I_{C(ON)}$	0.60	—	—	mA	$I_F = 5\text{mA}$, $V_{CE} = 5\text{V}$
H21A1	$I_{C(ON)}$	1.0	—	—	mA	$I_F = 20\text{mA}$, $V_{CE} = 5\text{V}$
H21A2	$I_{C(ON)}$	2.0	—	—	mA	$I_F = 20\text{mA}$, $V_{CE} = 5\text{V}$
H21A3	$I_{C(ON)}$	4.0	—	—	mA	$I_F = 20\text{mA}$, $V_{CE} = 5\text{V}$
H21A1	$I_{C(ON)}$	1.9	—	—	mA	$I_F = 30\text{mA}$, $V_{CE} = 5\text{V}$
H21A2	$I_{C(ON)}$	3.0	—	—	mA	$I_F = 30\text{mA}$, $V_{CE} = 5\text{V}$
H21A3	$I_{C(ON)}$	5.5	—	—	mA	$I_F = 30\text{mA}$, $V_{CE} = 5\text{V}$
SATURATION VOLTAGE						
H21A2	$V_{CE(SAT)}$	—	—	0.40	V	$I_F = 20\text{mA}$, $I_C = 1.8\text{mA}$
H21A3	$V_{CE(SAT)}$	—	—	0.40	V	$I_F = 20\text{mA}$, $I_C = 1.8\text{mA}$
H21A1	$V_{CE(SAT)}$	—	—	0.40	V	$I_F = 30\text{mA}$, $I_C = 1.8\text{mA}$
Turn-On Time	t_{ON}	—	8	—	μS	$V_{CC} = 5\text{V}$, $I_F = 30\text{mA}$, $R_L = 2.5\text{K}\Omega$
Turn-Off Time	t_{OFF}	—	50	—	μS	$V_{CC} = 5\text{V}$, $I_F = 30\text{mA}$, $R_L = 2.5\text{K}\Omega$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DISCLAIMER

FAIRCHILD SEMICONDUCTOR RESERVES THE RIGHT TO MAKE CHANGES WITHOUT FURTHER NOTICE TO ANY PRODUCTS HEREIN TO IMPROVE RELIABILITY, FUNCTION OR DESIGN. FAIRCHILD DOES NOT ASSUME ANY LIABILITY ARISING OUT OF THE APPLICATION OR USE OF ANY PRODUCT OR CIRCUIT DESCRIBED HEREIN; NEITHER DOES IT CONVEY ANY LICENSE UNDER ITS PATENT RIGHTS, NOR THE RIGHTS OF OTHERS.

LIFE SUPPORT POLICY

FAIRCHILD'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF THE PRESIDENT OF FAIRCHILD SEMICONDUCTOR CORPORATION. As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, and (c) whose failure to perform when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in a significant injury of the user.
2. A critical component in any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีก็เพราะได้รับความกรุณาจาก อาจารย์สว่าง
เลิศศิริสุนทร เป็นอย่างมาก รวมทั้งการให้แนวทาง ข้อคิด ตลอดจนข้อแนะนำต่างๆ ทางผู้จัดทำ
ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์สว่าง เลิศศิริสุนทร เป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

นอกจากนี้ยังต้องขอขอบคุณ พี่ เพื่อน และน้องๆ ทุกคนที่ได้ให้ความช่วยเหลือในเรื่อง
ต่างๆ จนทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่ได้ให้การสนับสนุน ส่งเสริม และให้กำลังใจ
มาโดยตลอด



ผู้จัดทำ

นายภรณ์ชัย

นายนันธวุฒิ

บุญศรี โรจน์

ชวลิตวงศ์สกุล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

1. ประเมษฐ์ ประนยานนพันธ์ , ปิยพงศ์ เผ่าวนิช , “คู่มือและการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51” , บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน) , 379 หน้า , 2536.
1. ทนง โชติสรยุทธ์ , “เทคนิคการใช้งานอัลตราโซนิกทรานสดิวเซอร์” , รวมบทความทฤษฎีและการประยุกต์ใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ , บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน) , หน้า 103-118 , 2538 .
3. จูรพงษ์ นามแดง , “คลังเมตรไร้สายควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์” , เซมิคอนดักเตอร์อิเล็กทรอนิกส์ , ฉบับที่ 194 , หน้า 122-129 , 2542 .



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้