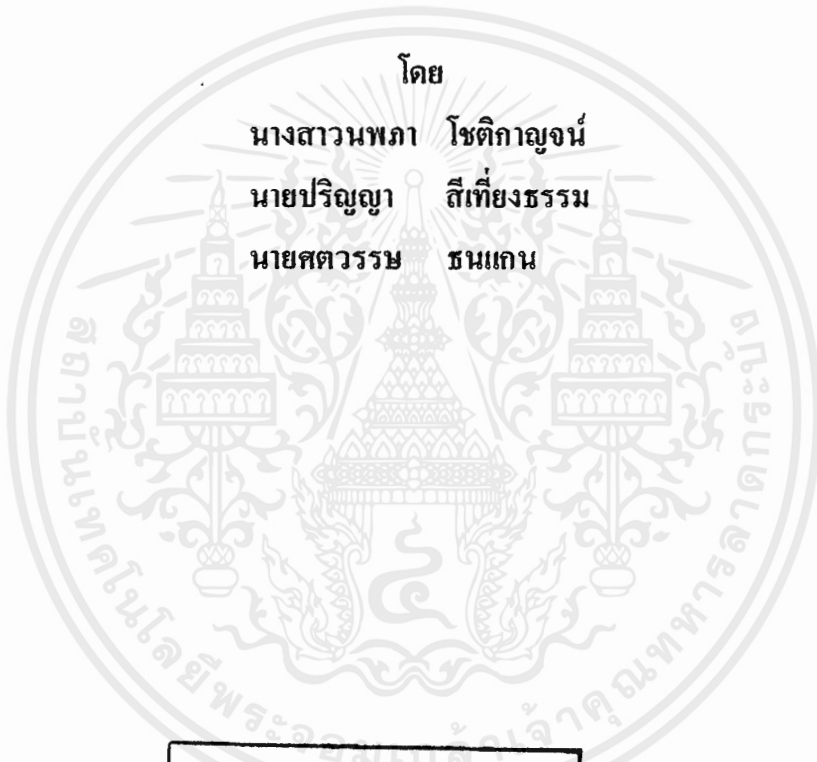




รถเคลื่อนที่อัตโนมัติ
AUTOMATIC CAR



โดย
นางสาวนพลา โชติกาญจน์
นายปริญญา สีเที่ยงธรรม
นายศตวรรษ ธนแกน

วัน เดือน ปี.....	-1. ค.ค 2544
เลขทะเบียน.....	038392
เลขเรียกหนังสือ.....	T. 99.41.2. ๖. ๑๖๘ ๕

ปริญญาบัตรนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2539

รถเคลื่อนที่อัตโนมัติ
AUTOMATIC CAR

โดย

นางสาวนพภา โชติกาญจน์ 37013248

นายปริญญา สีเที่ยงธรรม 37013252

นายศตวรรษ ธนแกน 37013266

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์จิรวุฒิ ปานกลาง

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2539

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2539

ภาควิชา อิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง รถเคลื่อนที่อัตโนมัติ

ผู้จัดทำ

1. นางสาวนพภา โชติกาญจน์
2. นายปริญญา สีเที่ยงธรรม
3. นายศตวรรษ ชนแกน



(อาจารย์จิววัฒน์ ปานกลาง)

อาจารย์ที่ปรึกษา

รถเคลื่อนที่อัตโนมัติ

AUTOMATIC CAR

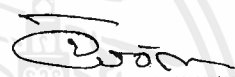
นางสาวนพภา โชติกาญจน์ 37013248

นายปริญญา สีเที่ยงธรรม 37013252

นายศตวรรษ ธนแกน 37013266

โครงการได้รับการตรวจสอบแล้ว พร้อมทั้งจะทำการสอบได้





(อาจารย์จิรวัดน์ ปานกลาง)

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รถเคลื่อนที่อัตโนมัติ

นพภา โชติกาญจน์

ปริญญา ตรี เกษตรกรรม

ศตวรรษ ธนแกน

อ.จิรวัดน์ ปานกลาง อาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2539

บทคัดย่อ

ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้ ได้กล่าวถึงรายละเอียดของการประดิษฐ์รถเคลื่อนที่อัตโนมัติ โดยให้สามารถทำงานได้ในโหมดการทำงานแบบอัตโนมัติ ซึ่งต้องการให้หุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่ไปสู่เป้าหมายได้ด้วยตัวเอง เพียงแต่ผู้ใช้กำหนดเป้าหมายให้เท่านั้น มีการกำหนดเส้นทางอ้างอิงด้วยการลากเส้นบนพื้น การเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ใช้เซ็นเซอร์ในการขับเคลื่อนด้วยระบบขับเคลื่อนล้อหลัง 2 ล้อ และล้อหน้าอิสระอีก 1 ล้อ การควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่ด้วยระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ การตรวจจับเส้นทางนำร่องใช้เซ็นเซอร์อินฟราเรด และมีการตรวจจับสิ่งกีดขวางโดยใช้เซ็นเซอร์อัลตราโซนิก

AUTOMATIC CAR

Noppa Chotikan

Parinya Sritiengtham

Satawat Thanagan

Jirawath Parnklang Advisor

1996

Abstract

This thesis deal the invention of mobile robot with automatic controlling mode are present. The mobile robot can move to the target by itself with ours controll target. The reference line on the floor is use for navigation. Mobile robot move by DC motor, controll by Microcontroller system. The navigation method used infrared sensor and detect object by ultrasonic sensor.

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ชนิดของหุ่นยนต์	1
1.2 ระบบการทำงานของรถเคลื่อนที่อัตโนมัติ	1
1.3 วัตถุประสงค์	2
1.4 คุณสมบัติของโครงงาน	3
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	4
2.1 คุณสมบัติของ MCS-51	4
2.2 โครงสร้างภายนอกของ MCS-51	5
2.3 โครงสร้างภายในของ MCS-51	8
บทที่ 3 การต่อใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ 8031	19
3.1 คุณสมบัติของ 8031	19
3.2 การต่อ CPU กับหน่วยความจำภายนอก	19
3.3 พอร์ตสื่อสารข้อมูลอนุกรม	22
3.4 สร้างสายเชื่อมต่อ RS-232 กับบอร์ด	23
บทที่ 4 มอเตอร์กระแสไฟตรง	24
4.1 หลักการของมอเตอร์	24
4.2 คุณลักษณะประจำของมอเตอร์แบบขนาน	25
บทที่ 5 ทฤษฎีเกี่ยวกับอุลตราโซนิก	28
5.1 การเกิดอุลตราโซนิก	28
5.2 อุลตราโซนิกทรานสดิวเซอร์	30
5.3 การทำงานของทรานสดิวเซอร์ตัวส่งและตัวรับ	32
5.4 ข้อควรรู้ในการใช้งานตัวส่งและตัวรับทรานสดิวเซอร์	33

บทที่ 6 หลักการและแนวคิด	36
6.1 ระบบแหล่งจ่ายไฟ	36
6.2 แนวคิดและหลักการในการทำงานของตัวรับส่งอุตสาหกรรมไร้สาย	36
6.3 วงจรตัวส่งคลื่นอุตสาหกรรมไร้สาย	37
6.4 วงจรภาครับอุตสาหกรรมไร้สาย	37
6.5 วงจรตรวจจับเส้นทางโดยใช้อินฟราเรด	39
6.6 โครงสร้างและตำแหน่งการติดตั้งเซ็นเซอร์	40
6.7 เทคนิคการควบคุมการทำงาน	42
6.8 วงจรส่วนขับเคลื่อนมอเตอร์	49
บทที่ 7 การทดลองและผลการทดลอง	50
7.1 การทดลองวงจรเซ็นเซอร์อินฟราเรด	50
7.2 ผลการทดลองวงจรเซ็นเซอร์อุตสาหกรรมไร้สาย	50
บทที่ 8 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง	56
ภาคผนวก ก. รายการอุปกรณ์ และคุณสมบัติของอุปกรณ์ที่ใช้	
ภาคผนวก ข. โปรแกรมควบคุมการทำงาน	
ภาคผนวก ค. วงจรควบคุมการทำงานของระบบ	
กิตติกรรมประกาศ	
เอกสารอ้างอิง	

๖ ๖ ๖

สารบัญรูป

ชื่อรูป	หน้า
รูปที่ 1.1 ระบบการทำงานของรถเคลื่อนที่อัตโนมัติ	1
รูปที่ 1.2 แสดงโครงสร้างของรถอย่างง่าย	2
รูปที่ 2.1 แสดงตำแหน่งขาของชิปไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51	5
รูปที่ 2.2 โครงสร้างของหน่วยความจำภายใน MCS-51	8
รูปที่ 2.3 แสดงโครงสร้างหน่วยความจำทั้งหมดของ MCS-51	9
รูปที่ 2.4 แผนภาพแสดงหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลภายในชิป MCS-51	10
รูปที่ 2.5 แสดงหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลทั่วไปภายในชิปทั้งสองส่วน	11
รูปที่ 2.6 แสดงตำแหน่งหน่วยความจำของโปรแกรมบริการอินเตอร์รัปต์แต่ละชนิด ใน MCS-51	14
รูปที่ 2.7 รีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ (IE)	15
รูปที่ 2.8 รีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ (IP)	16
รูปที่ 3.1 การต่อ 8031 กับ EPROM	20
รูปที่ 3.2 การต่อ 8031 กับ ROM และ RAM	21
รูปที่ 3.3 การต่อ 8031 กับหน่วยความจำโปรแกรมและหน่วยความจำข้อมูล	21
รูปที่ 3.4 การขยาย I/O พอร์ตด้วย 8255	22
รูปที่ 3.5 การต่อสัญญาณ RS-232	23
รูปที่ 4.1 หลักการของมอเตอร์	24
รูปที่ 4.2 กราฟแสดงคุณสมบัติของมอเตอร์แบบขนาน	26
รูปที่ 5.1 ผลของเบี่ยงโซฮิเลคทริก	31
รูปที่ 5.2 วงจรเสมือนของเบี่ยงโซฮิเลคทริก	31
รูปที่ 5.3 แสดงลักษณะการเป็นลำของคลื่น	34
รูปที่ 6.1 วงจรเรกกูเรเตอร์ไฟบวก 5 โวลต์	36
รูปที่ 6.2 แสดงบล็อกไดอะแกรมหลักการทำงานของตัวรับส่งอุตสาหกรรม	36
รูปที่ 6.3 วงจรภาคส่งอุตสาหกรรม	37
รูปที่ 6.4 วงจรภาครับอุตสาหกรรม	38
รูปที่ 6.5 วงจรตรวจจับเส้นทางโดยใช้อินฟราเรด	40
รูปที่ 6.6 โครงสร้างของรถอย่างง่าย	40

รูปที่ 6.7 ตำแหน่งการติดตั้งเซ็นเซอร์	41
รูปที่ 6.8 แสดงแนวคิดของการควบคุมการเคลื่อนที่ของรถ	42
รูปที่ 6.9 แผนผังแสดงการเลือกฟังก์ชันการทำงาน	43
รูปที่ 6.10 แผนผังแสดงการทำงานของฟังก์ชันที่ 2	43
รูปที่ 6.11 แสดงแนวคิดของการตรวจเช็คเส้นแถบและสิ่งกีดขวาง	44
รูปที่ 6.12 แสดงการเช็คตำแหน่งของอินฟราเรด	46
รูปที่ 6.13 แสดงการควบคุมการทำงานของรถ	48
รูปที่ 6.14 แสดงวงจรขับมอเตอร์	49
รูปที่ 6.15 แสดงส่วนของการควบคุมทิศทางการหมุนของมอเตอร์	49
รูปที่ 7.1 แสดงสัญญาณที่ภาคส่ง	52
รูปที่ 7.2 สัญญาณที่ภาครับที่ขา 3 ของ TBA 120S	52
รูปที่ 7.3 สัญญาณที่เอาต์พุตมีค่าเท่ากับ 5 โวลต์ เมื่อไม่มีวัตถุกีดขวาง	53
รูปที่ 7.4 แสดงสัญญาณเอาต์พุตมีค่าเท่ากับ 5 โวลต์ เมื่อไม่มีวัตถุกีดขวาง	53
รูปที่ 7.5 แสดงค่าของมมรังสี Ultrasonic ที่สามารถแผ่กระจายออกไปในกรณี ที่ไม่มีวัตถุกีดขวาง	54
รูปที่ 7.6 สัญญาณที่เอาต์พุตมีค่าเท่ากับ 0 โวลต์ เมื่อมีวัตถุกีดขวาง	54
รูปที่ 7.7 แสดงสัญญาณเอาต์พุตมีค่าเท่ากับ 0 โวลต์ เมื่อมีวัตถุกีดขวาง	55
รูปที่ 7.8 แสดงค่าของมมรังสี Ultrasonic ที่สามารถแผ่กระจายออกไปในกรณี ที่มีวัตถุกีดขวาง	55

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 5.1 แสดงความสัมพันธ์ความเร็วของคลื่นในก๊าซต่างๆ	29
ตารางที่ 6.1 แสดงสภาวะการทำงานของมอเตอร์และการทำงานของรีเลย์แต่ละตัว	50
ตารางที่ 7.1 แสดงผลการทดลองวงจรอินฟราเรด	51
ตารางที่ 7.2 แสดงผลการทดลองวงจรอุลตราโซนิก	51



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ชนิดของหุ่นยนต์

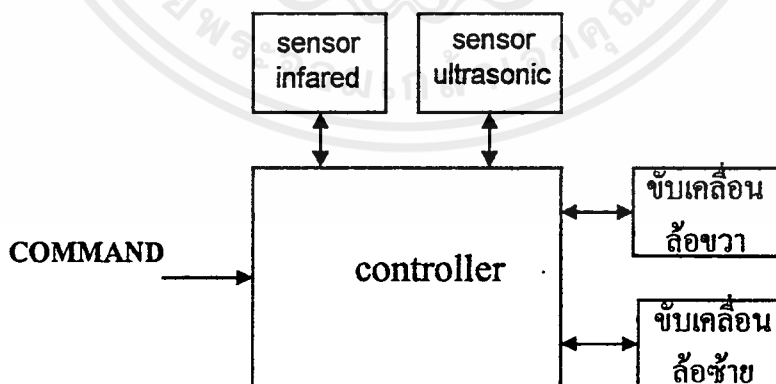
สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

1. Fixed Robots คือ หุ่นยนต์ที่ถูกตรึงกับฐานที่ถูกยึดคงที่ ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้อิสระ
2. Mobile Robots คือ หุ่นยนต์ที่ถูกตรึงกับฐานที่สามารถเคลื่อนที่ได้โดยอิสระ โดยที่ฐานมีล้อหรือคันระบบ

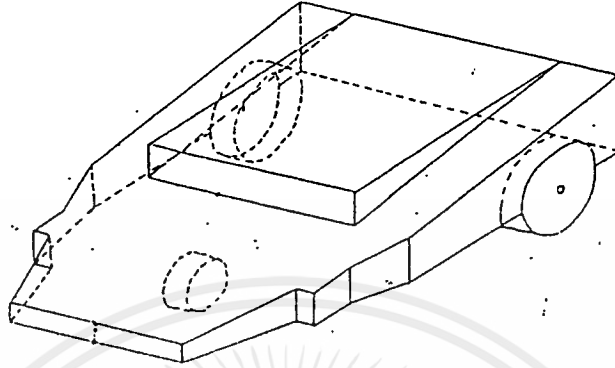
จะเห็นได้ว่าหุ่นยนต์ประเภทที่สอง จะมีความยืดหยุ่นสูงกว่าแบบแรก และโครงการฉบับนี้ได้สร้างหุ่นยนต์ประเภทนี้ โดยใช้ชื่อว่า รถควบคุมอัตโนมัติ หรือ AUTOMATIC CAR

1.2 ระบบการทำงานของรถเคลื่อนที่อัตโนมัติ

ลักษณะโครงการนี้เป็นรถที่เคลื่อนที่ได้ตามเส้น ซึ่งเป็นรถ 3 ล้อ ประกอบด้วย ล้ออิสระ 1 ล้อ ติดอยู่ด้านหน้าของตัวรถ และล้อกำลังที่ใช้ขับอีก 2 ล้อ แรงขับได้ใช้คีมอเตอร์เป็นตัวขับเคลื่อน ระบบควบคุมจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ 8031 เป็นตัวควบคุม ระบบการทำงานของรถเคลื่อนที่อัตโนมัติ แสดงดังรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 ระบบการทำงานของรถเคลื่อนที่อัตโนมัติ



รูปที่ 1.2 แสดง โครงสร้างของรถอย่างง่าย

สำหรับส่วนหลักๆ ของรถประกอบด้วย

1. วงจรขับเคลื่อนมอเตอร์
2. วงจรเซ็นเซอร์ ซึ่งประกอบด้วย
 - อัลตราโซนิก (Ultrasonic) เพื่อตรวจจับสิ่งกีดขวาง
 - อินฟราเรด (Infrared) เพื่อตรวจเช็คแถบเส้น
3. แหล่งจ่ายพลังงาน (Battery)
4. ส่วนฮาร์ดแวร์ของไมโครคอนโทรลเลอร์
5. โปรแกรม (Softwear) ที่ใช้ควบคุมการทำงานของระบบ (Hardwear)

1.3 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาทฤษฎีและการทำงานเบื้องต้นของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51
2. สามารถนำไมโครคอนโทรลเลอร์ มาประยุกต์ใช้งานในด้านอุตสาหกรรม
3. เพื่อเป็นต้นแบบในการออกแบบใช้งานในโรงงาน เช่น รถเก็บไข่ , ถังขยะเคลื่อนที่
4. เพื่อศึกษาการทำงานของวงจรเซ็นเซอร์ประเภทต่างๆ
5. เพื่อสามารถนำไปประยุกต์ในขั้นสูงต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 คุณสมบัติของโครงการ

1. การเคลื่อนที่ใช้ดีซีมอเตอร์ ด้วยระบบขับเคลื่อนล้อหลัง 2 ล้อ และล้อหน้าอิสระ 1 ล้อ ใช้รีเลย์ในการตัดต่อการจ่ายไฟแก่มอเตอร์ โดยควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์
2. มีระบบตรวจจับสิ่งกีดขวางด้วยเซ็นเซอร์อัลตราโซนิก ในระยะประมาณ 25 - 30 เซนติเมตร
3. มีระบบตรวจจับเส้นทางอ้างอิงด้วยเซ็นเซอร์อินฟราเรด
4. ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ 8031 ควบคุมการทำงานของระบบ
5. สามารถทำงานตามที่ต้องการตามโปรแกรมที่กำหนดได้

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้แบบจำลองรถเคลื่อนที่อย่างง่ายที่สามารถวิ่งได้ตามเส้นทางที่กำหนด
2. ได้เพิ่มพูนความรู้ ในเรื่องของการใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมการทำงานของระบบที่ต้องการ
3. ได้เรียนรู้ทักษะในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นกับชิ้นงาน และเป็นการฝึกความอดทนในการทำงาน
4. สามารถนำหลักการที่ได้ไปประยุกต์ใช้กับงานด้านอื่น เช่นงานด้านอุตสาหกรรมได้อย่างกว้างขวาง

บทที่ 2

ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

2.1 คุณสมบัติของ MCS-51

คุณสมบัติที่สำคัญๆ ของชิปไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 มีดังนี้

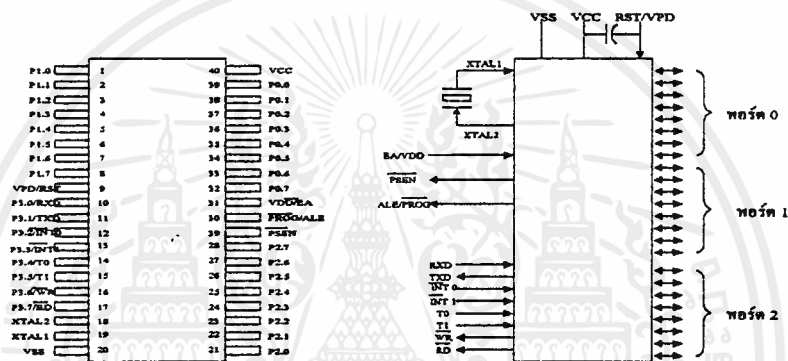
1. ต้องการแหล่งจ่ายไฟ 5 โวลต์ เพียงชุดเดียว
2. มีหน่วยความจำสำหรับเก็บ โปรแกรมควบคุมการทำงานอยู่ในชิปจำนวน 4 กิโลไบต์ (เบอร์ 8031,8032 ไม่มีหน่วยความจำส่วนนี้ ส่วนเบอร์ 8052 มีหน่วยความจำส่วนนี้ 8 กิโลไบต์)
3. มีหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลทั่วไป (RAM) อยู่ในชิปจำนวน 128 ไบต์ (ใน 8031,8051) หรือ 256 ไบต์ (ในเบอร์ 8032,8052)
4. สามารถใช้หน่วยความจำสำหรับ โปรแกรมและข้อมูลที่อยู่ภายนอกชิปได้อย่างละ 64 กิโลไบต์ แยกจากกัน
5. คำสั่งส่วนใหญ่ใช้เวลาทำงานเพียง 1 ไมโครวินาที เมื่อใช้คริสตอลความถี่ 12 เมกะเฮิรตซ์
6. มีพอร์ตที่สามารถรับหรือส่งข้อมูลได้ทั้ง 2 ทิศทาง จำนวน 4 พอร์ตๆ ละ 8 บิต หรือสามารถใช้งานเป็นพอร์ตขนาด 1 บิตแยกจากกัน ทำให้เสมือนมีพอร์ตขนาด 1 บิตใช้งานรวมทั้งสิ้น 32 พอร์ต
7. รับและส่งข้อมูลแบบอนุกรมได้ในตัว โดยสามารถกำหนดอัตราเร็วในการรับและส่งข้อมูล (baud rate) ได้ตั้งแต่ 300 ถึง 375 กิโลบิตต่อวินาที
8. จัดลำดับความสำคัญของสัญญาณอินเทอร์รัพต์ได้ 2 ระดับ
9. มีรีจิสเตอร์สำหรับใช้งานเป็น ไทม์เมอร์หรือเคาน์เตอร์เพื่อนับจำนวนสัญญาณนาฬิกาภายในชิป หรือนับการเปลี่ยนแปลงสถานะของสัญญาณภายนอกขนาด 16 บิต จำนวน 2 ตัว เพื่อใช้สำหรับนับจำนวนพัลส์ วัดความกว้างของพัลส์หรือใช้วัดช่วงเวลา (ในเบอร์ 8052 จะมี 3 ตัว)
10. หน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลภายในบางส่วนสามารถเข้าถึงข้อมูลได้ทั้งระดับ ไบต์และระดับ บิต เพื่อให้การออกแบบ โปรแกรมและการควบคุมระบบทำได้ง่ายขึ้น
11. มีคำสั่งคูณและหารเลขขนาด 8 บิตในตัวเอง
12. สามารถประมวลผลแบบบูลีนเพื่อใช้ในงานควบคุม โดยเฉพาะ
13. ใช้โปรแกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-48 (upwardly compatible) ได้

ในโครงการครั้งนี้จะใช้เบอร์ 8031 ซึ่งเบอร์นี้จะไม่มีความจำสำหรับเก็บโปรแกรมภายในชิป แต่สามารถใช้หน่วยความจำเพื่อเก็บ โปรแกรมที่อยู่ภายนอกได้มากถึง 64 กิโลไบต์ เบอร์ 8031 นี้มีไว้ใช้ในกรณีที่โปรแกรมมีขนาดเล็กกว่า 4 กิโลไบต์ หรือมากกว่า 4 กิโลไบต์มาก

สำหรับเบอร์ 8051 และ 8751 เราสามารถทำให้มีคุณสมบัติเหมือน 8031 ได้โดยการต่อขา EA ลงกราวด์ คือให้ใช้โปรแกรมจากหน่วยความจำภายนอกเพียงอย่างเดียว

2.2 โครงสร้างภายนอกของ MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ทุกเบอร์จะมีตำแหน่งขาพื้นฐานที่เหมือนกัน ดังแสดงในรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 แสดงตำแหน่งขาของชิปไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เบอร์ 8051

หน้าที่การใช้งานแต่ละขาของชิปไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล MCS-51 มีดังนี้

- ขา Vss (ขา 20) สำหรับต่อลงกราวด์
- ขา Vcc (ขา 40) สำหรับต่อแหล่งจ่ายแรงดันกระแสตรงขนาด 5 โวลต์
- ขาพอร์ต 0 (ขา 32-39) มี 8 ขา ใช้เป็นขาสำหรับพอร์ต 0 ขนาด 8 บิต (P0.0 - P0.7) แบบ Open Drain Bidirectional พอร์ตนี้สามารถใช้งานเป็นอินพุตเอาต์พุตพอร์ตทั่วไปได้ โดยหากใช้งานเป็นอินพุตพอร์ต ต้องโหลดค่า 1 ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตนี้เพื่อบังคับให้ขาอยู่ในสถานะถูกปล่อยลอย (มีสถานะ high impedance) นอกจากใช้งานเป็นอินพุตเอาต์พุตแล้ว พอร์ต 0 ยังใช้ในการติดต่อหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมและข้อมูลภายนอกชิปด้วย โดยส่งค่าแอดเดรสไบต์ต่ำ (A0-A7) และมัลติเพล็กซ์กับการรับส่งข้อมูล (D0-D7) จากหน่วยความจำภายนอกในระหว่างการเขียนหรืออ่านข้อมูลโดยมีวงจรพูลอัพภายใน

- ขาพอร์ต 1 (ขา 1-8) มี 8 ขา ใช้เป็นขาสำหรับพอร์ต 1 (P1.0 - P1.7) สามารถใช้งานเป็นอินพุตหรือเอาต์พุตพอร์ตทั่วไปได้ หากต้องการใช้งานเป็นอินพุตพอร์ต ต้องโหลดค่า 1 ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตนี้ เพื่อให้มีสถานะ high impedance โดยมีวงจรพูลอัพภายใน
- ขาพอร์ต 2 (ขา 21-28) มี 8 ขา ใช้เป็นขาสำหรับพอร์ต 2 (P2.0 - P2.7) ขนาด 8 บิต แบบ Open Drain Birectional พอร์ตนี้สามารถใช้งานเป็นอินพุตเอาต์พุตพอร์ตทั่วไปได้ โดยหากใช้งานเป็นอินพุตพอร์ต ต้องโหลดค่า 1 ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตนี้ เพื่อบังคับให้ขาอยู่ในสถานะ high impedance นอกจากนี้ยังใช้งานเป็นอินพุตเอาต์พุตพอร์ตทั่วไปแล้ว พอร์ต 2 ยังใช้ในการติดต่อหน่วยความจำสำหรับเก็บ โปรแกรมและข้อมูลภายนอกด้วย โดยใช้สำหรับส่งค่าแอดเดรสไบต์สูง (A8 - A15) และมีวงจรพูลอัพภายใน
- ขาพอร์ต 3 (ขา 10 - 17) มี 8 ขา ใช้เป็นขาสำหรับพอร์ต 2 (P3.0 - P3.7) สามารถใช้งานเป็นอินพุตเอาต์พุตพอร์ตทั่วไปได้ หากต้องการใช้งานเป็นอินพุตพอร์ต ต้องโหลดค่า 1 ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตนี้ เพื่อให้มีสถานะ high impedance โดยใช้วงจรพูลอัพภายใน นอกจากนี้ยังใช้งานในหน้าที่พิเศษต่างๆ อีกหลายอย่างดังนี้

ขา P3.0 ใช้รับข้อมูลจากภายนอกแบบอนุกรม

ขา P3.1 ใช้ส่งข้อมูลออกไปภายนอกแบบอนุกรม

ขา P3.2 ใช้เป็นอินพุตเพื่อรับสัญญาณอินเตอร์รัปต์ชนิดที่ 0

ขา P3.3 ใช้เป็นอินพุตเพื่อรับสัญญาณอินเตอร์รัปต์ชนิดที่ 1

ขา P3.4 สัญญาณอินพุตให้เคาน์เตอร์ของไทม์เมอร์ 0

ขา P3.5 สัญญาณอินพุตให้เคาน์เตอร์ของไทม์เมอร์ 1

ขา P3.6 ใช้เป็นสัญญาณควบคุมการเขียนข้อมูลไปยังหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลภายนอกชิป

ขา P3.7 ใช้เป็นสัญญาณควบคุมการอ่านข้อมูล จากหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลภายนอกชิป

การใช้งานพอร์ต 3 ในหน้าที่พิเศษดังกล่าวนี้จะต้องโหลดค่า 1 ไปยังแต่ละบิตที่ต้องการใช้ก่อนทุกครั้ง

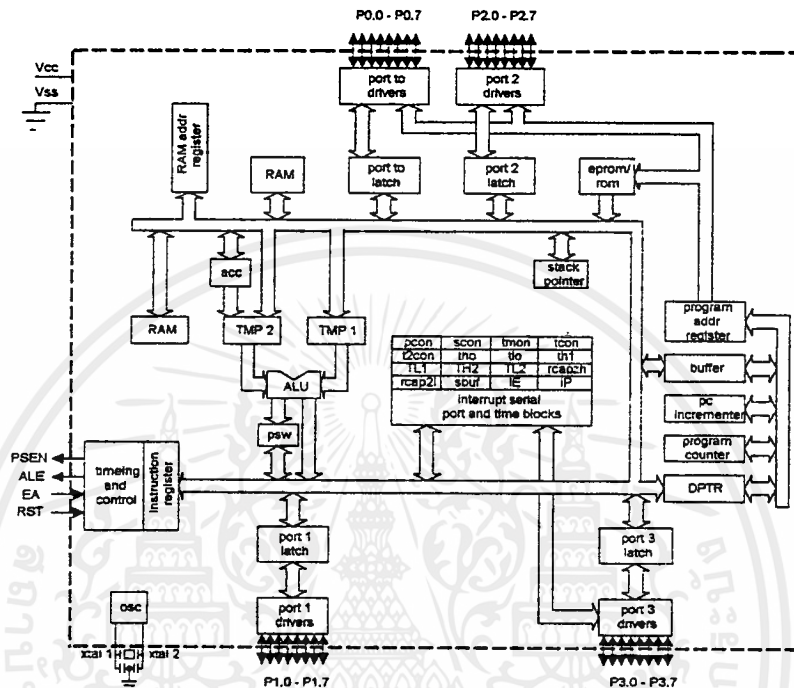
- ขา RST (ขา 9) ใช้สำหรับการรีเซ็ตวงจรทุกอย่างภายในชิป เพื่อเริ่มต้นการทำงานใหม่ การรีเซ็ตใช้เมื่อเริ่มจ่ายพลังงานหรือเมื่อ โปรแกรมเกิดทำงานผิดพลาด เมื่อต้องการรีเซ็ตชิป MCS-51 ขานี้ต้องมีสถานะ 1 เป็นเวลาอย่างน้อย 2 แมกซีนไซเกิลระหว่างที่ออสซิลเลเตอร์ยังทำงานอยู่ โดยต้องคอตตัวต้านทานค่า 8.2 กิโลโห์มเพื่อทำหน้าที่พูลดาวน์ (รักษาค่าแรงดันไฟฟ้าให้มี

สถานะเป็นกราวด์) และเพื่อให้ตัวชิปรีเซตเองเมื่อเริ่มจ่ายพลังงานให้ต่อตัวเก็บประจุขนาด 10 ไมโครฟารัดคร่อมระหว่างขา RST กับ Vcc

- ขา ALE/PROG (ขา 30) เป็นขาสำหรับใช้ส่งสัญญาณออกไปภายนอก เพื่อควบคุมการแลตช์ค่าแอดเดรสไบต์ต่ำ (address latch enable) จากพอร์ต 0 ในระหว่างการติดต่อหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมหรือข้อมูลภายนอก ปกติเมื่อไม่มีการติดต่อหน่วยความจำภายนอก ขานี้จะส่งสัญญาณพัลส์ออกมาด้วยความถี่ 1/8 ของความถี่ออสซิลเลเตอร์ที่ใช้ตลอดเวลา ดังนั้นเราสามารถใช้ความถี่ที่ได้จากขานี้ไปใช้งานอย่างอื่นได้ แต่ความถี่ที่ขานี้จะลดลงครึ่งหนึ่งในระหว่างติดต่อกับหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลที่อยู่ภายนอกชิป นอกจากนี้ขา ALE สำหรับควบคุมการเขียนโปรแกรมลงไปใน EPROM สำหรับ MCS-51 เบอร์ที่มีหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมภายในชิปเป็น EPROM
- ขา PSEN (ขา 29) ใช้ส่งสัญญาณสโตรบเพื่ออ่านคำสั่งจากโปรแกรมที่เก็บไว้ในหน่วยความจำภายนอกชิป (Program strobe enable) เมื่อชิปทำงานด้วยโปรแกรมจากภายนอก ขานี้จะส่งสัญญาณสโตรบสองครั้งในแต่ละแมชชีนไซเคิล แต่ในช่วงการเขียนหรืออ่านข้อมูลกับหน่วยความจำภายนอกหรือเมื่อใช้โปรแกรมจากหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมภายในชิปจะไม่มีสัญญาณออกมาจากขานี้
- ขา EA/Vpp (ขา 31) เป็นขาสำหรับใช้เลือกให้ MCS-51 ทำงานจากโปรแกรมที่อยู่ภายในหรือภายนอกชิป โดยหากขานี้มีสถานะเป็น 0 หมายถึงให้ใช้โปรแกรมจากหน่วยความจำที่เก็บโปรแกรมภายนอก หากขานี้มีสถานะเป็น 1 หมายถึงบังคับให้ MCS-51 ใช้โปรแกรมจากหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมภายในชิป และสำหรับ MCS-51 ที่มีหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมภายในชิป สามารถเลือกให้ทำงานได้ทั้งจากโปรแกรมที่เก็บในหน่วยความจำภายในชิปหรือจากโปรแกรมที่เก็บไว้ในหน่วยความจำภายนอกชิป ด้วยการต่อขา EA กับไฟเลี้ยงหรือกราวด์ตามลำดับ ส่วนใน MCS-51 ที่ไม่มีหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมภายในชิปให้ต่อขานี้ลงกราวด์เสมอ
- ขา XTAL 1 (ขา 19) ใช้ต่อคริสตัลภายนอก โดยเป็นอินพุตเข้าสู่วงจรออสซิลเลเตอร์
- ขา XTAL 2 (ขา 18) ใช้ต่อคริสตัลภายนอก โดยเป็นเอาต์พุตออกจากวงจรออสซิลเลเตอร์

2.3 โครงสร้างภายในของ MCS-51

โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 แสดงดังในรูป 2.2



รูปที่ 2.2 โครงสร้างหน่วยความจำภายใน MCS-51

ในไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 แบ่งชนิดหรือหน้าที่ของหน่วยความจำออกเป็น 2 ส่วนคือ

- หน่วยความจำโปรแกรม (Program memory)
- หน่วยความจำข้อมูล (Data memory)

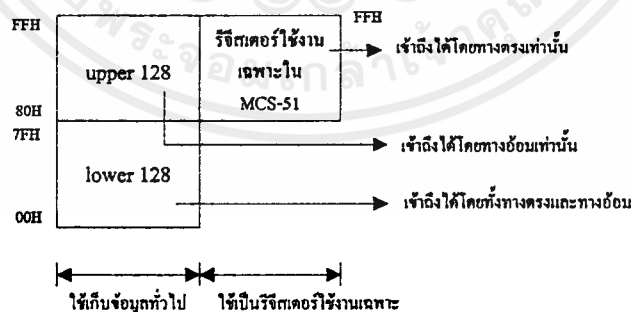
หน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมจะใช้เก็บโปรแกรมควบคุมการทำงานของชิป MCS-51 บางเบอร์จะมีหน่วยความจำส่วนนี้อยู่ภายในชิป แต่บางเบอร์จะไม่มี ทำให้ต้องเก็บโปรแกรมไว้ในหน่วยความจำภายนอกทั้งหมด ส่วนหน่วยความจำส่วนที่สองคือ หน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลซึ่งใช้สำหรับเก็บข้อมูลระหว่างการทำงาน MCS-51 ทุกเบอร์จะมีหน่วยความจำส่วนนี้อยู่ภายในชิปจำนวนหนึ่ง แต่จะมีมากหรือน้อยขึ้นกับเบอร์ของชิป โครงสร้างของหน่วยความจำทั้งหมดของ MCS-51 มักดังแสดงในรูปที่ 2.3

หน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรม หน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมใน MCS-51 จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ หน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมภายในชิป (internal program memory) และหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมภายนอกชิป (external program memory) ขนาดของหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมภายในชิปมีได้ตั้งแต่ 0,4,8,16 กิโลไบต์ ขึ้นอยู่กับเบอร์ของชิป

หน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูล หน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลของ MCS-51 จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ หน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลภายในชิปของ MCS-51 ยังแบ่งออกเป็น 2 ส่วนย่อยดังนี้

- ส่วนที่ใช้เก็บข้อมูลทั่วไป (internal ram)
- ส่วนที่ใช้เป็นรีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ (special function register)

หน่วยความจำส่วนที่ใช้เก็บข้อมูลทั่วไปภายในชิปเป็นหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลที่มีอยู่ภายใน MCS-51 หน่วยความจำส่วนนี้มีไว้สำหรับเก็บข้อมูลในขณะที่ทำงาน ส่วนหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลภายในชิปที่ใช้เป็นรีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะเป็นหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลภายใน MCS-51 ซึ่งถูกกำหนดให้เป็นรีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะเพื่อควบคุมการทำงานและบอกสถานะของซีพียู แผนภาพแสดงหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลภายในชิปทั้งสองบริเวณมีดังในรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 แผนภาพแสดงหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลภายในชิป MCS-51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MCS-51 ทุกเบอร์จะมีหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลทั่วไปภายในชิปอย่างน้อย 128 ไบต์ ไปจนถึง 256 ไบต์ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเบอร์ของชิป หน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลทั่วไปภายในชิปบริเวณ 128 ไบต์แรกมีชื่อเรียกว่า lower 128 และในบริเวณ 128 ไบต์หลังที่มีเพิ่มในบางเบอร์มีชื่อเรียกว่า upper 128 ดังแสดงในรูปที่ 2.4

FFH	หน่วยความจำ สำหรับเก็บข้อมูลภายในส่วนนี้ มีใน MCS-51 บางเบอร์เท่านั้น
80H	
7FH	บริเวณหน่วยความจำที่ใช้ได้ถึงระดับบิต จำนวน 16 ไบต์ $\times 8 = 128$
2FH	
20H	รีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไป R0-R7 กลุ่มที่ 4
18H	รีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไป R0-R7 กลุ่มที่ 3
10H	รีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไป R0-R7 กลุ่มที่ 2
08H	รีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไป R0-R7 กลุ่มที่ 1
00H	

รูปที่ 2.5 แสดงหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลทั่วไปภายในชิปทั้งสองส่วน

หน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลทั่วไปภายในชิปบริเวณ 128 ไบต์หลัง (ตำแหน่ง 80 H ขึ้นไป) จะมีตำแหน่งตรงกับหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลภายในชิปที่ใช้เป็นรีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ (ตำแหน่ง 80H ขึ้นไปเช่นกัน) โดยมีวิธีเข้าถึงข้อมูลในหน่วยความจำทั้งสองส่วนไม่เหมือนกัน

รีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ เนื่องจาก MCS-51 ถูกออกแบบไว้สำหรับใช้ควบคุมระบบโดยเฉพาะ จึงทำให้มีความสามารถเฉพาะตัวหลายอย่าง ซึ่งจำเป็นต่อองศาอิสระภายในชิปที่มีเพิ่มขึ้นจากไมโครโปรเซสเซอร์ทั่วไป การควบคุมการทำงานของวงจรรภายในไมโครคอนโทรลเลอร์จะกระทำผ่านรีจิสเตอร์ที่ถูกกำหนดหน้าที่ไว้แล้ว ดังนั้นหากต้องการใช้ MCS-51 ให้มีประสิทธิภาพ

จำเป็นต้องทราบหน้าที่การทำงานของรีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะแต่ละตัวให้ละเอียด รีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะทั้งหมดจะอยู่ในหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลภายในชิปบริเวณที่ใช้เป็นรีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ

ในส่วนของหน่วยความจำสำหรับเก็บ โปรแกรมและหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลที่อยู่นอกชิป จะเป็นหน่วยความจำส่วนที่อยู่ภายนอกชิป MCS-51 ซึ่งผู้ใช้ต้องติดตั้งเพิ่มเอง การติดต่อระหว่าง MCS-51 กับหน่วยความจำทั้งสองส่วนจะใช้ขา 32 ถึง 39 (พอร์ต 0) เป็นตัวส่งค่าแอดเดรสไบต์ต่ำ (A0-A7) และใช้รับส่งข้อมูลกับหน่วยความจำด้วย (ใช้เป็นคาต้าบัส) ส่วนค่าแอดเดรสไบต์สูง (A8 - A15) จะใช้ขา 21 - 28 (พอร์ต 2) ดังนั้นเมื่อพอร์ต 0 และพอร์ต 2 ถูกใช้ในการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอก (ทั้งหน่วยความจำสำหรับเก็บ โปรแกรมและหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูล) จะทำให้เหลือพอร์ตสำหรับใช้งานอื่น ๆ น้อยลง

รีจิสเตอร์สำหรับใช้งานทั่วไป รีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไปมีไว้สำหรับให้ผู้เขียนโปรแกรมสามารถนำข้อมูลไปพักไว้ชั่วคราวหรือใช้งานทั่วไปได้ตามต้องการ ซึ่งรีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไปนี้มีอยู่ด้วยกัน 8 ตัวคือรีจิสเตอร์ R0-R7 โดยรีจิสเตอร์ทั้ง 8 ตัวถูกจัดให้อยู่รวมกันและมีให้เลือกใช้ถึง 4 แบนก์ (bank) นั่นคือรีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไปถึง 32 ตัวให้ใช้งาน เพียงแค่การเลือกรีจิสเตอร์ R0 - R7 ในแบนก์ใดแบนก์หนึ่งจะถูกกำหนดจากบิต RS0, RS1 ในรีจิสเตอร์หน้าที่พิเศษ PSW ดังนั้นการเลือกจึงเลือกได้เพียงแบนก์เดียวในขณะใดขณะหนึ่ง อย่างไรก็ตามค่าข้อมูลที่เก็บไว้ในรีจิสเตอร์แบนก์ใดก็ตามที่มีชื่อเดียวกันแต่อยู่คนละแบนก์ จะไม่มีผลซึ่งกันและกันเลย ทำให้ผู้เขียนโปรแกรมใช้งานรีจิสเตอร์ทั่วไปนี้ได้ทั้ง 32 ตัว อย่างเต็มที่และไม่ยุ่งยากในการเขียนโปรแกรม

โครงสร้างพอร์ต MCS-51 ทุกเบอร์จะมีพอร์ตขนาด 8 บิตจำนวน 4 พอร์ต (P0,P1,P2,P3) โดยสามารถกำหนดให้ทำงานแบบพอร์ตขนานขนาด 8 บิต 4 พอร์ต หรือจะใช้เป็นพอร์ตขนาด 1 บิตได้ถึง 32 พอร์ต ทั้งนี้ผู้ใช้สามารถกำหนดให้แต่ละพอร์ต ใช้งานเป็นอินพุตพอร์ตหรือเอาต์พุตพอร์ตอย่างใดอย่างหนึ่งได้อย่างอิสระ

ในกรณีที่ผู้ออกแบบต้องการใช้หน่วยความจำภายนอก ไม่ว่าจะ เป็นหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลหรือสำหรับโปรแกรม พอร์ต 0 จะถูกกำหนดการใช้งานเป็นคาต้าบัสและแอดเดรสไบต์ต่ำ ส่วนพอร์ต 2 จะถูกกำหนดการใช้งานเป็นตัวส่งค่าแอดเดรสไบต์สูง และบางส่วนของพอร์ต 3 จะถูกใช้ส่งสัญญาณควบคุมหรือคอนโทรลบัส (สัญญาณที่ใช้ควบคุมการอ่านหรือเขียนข้อมูล) แต่หากหน่วยความจำที่ใช้ภายนอกต้องการไม่ถึง 64 กิโลไบต์ พอร์ต 2 ที่ใช้เป็นแอด

เครตส์ไบต์สูงจะไม่ถูกนำมาใช้ทั้งหมด แต่พอร์ต 0 จะถูกใช้หมดทั้ง 8 เส้นเพราะต้องใช้เป็นคาต้าบัส ส่วนพอร์ต 3 จะนำมาใช้ติดต่อกับหน่วยความจำด้วยหรือไม่ นั่นขึ้นอยู่กับหน่วยความจำที่ใช้ภายนอกว่ามีหน่วยความจำส่วนที่ใช้เก็บข้อมูลด้วยหรือไม่ (ต้องการสัญญาณควบคุมการอ่านหรือเขียนข้อมูลหรือไม่นั่นเอง) ดังนั้นในการออกแบบระบบ หากต้องการใช้หน่วยความจำภายนอกมากขึ้นเพียงใด ก็จะต้องทำให้เหลือจำนวนพอร์ตที่จะนำมาใช้งานลดลง ในการออกแบบจริงจึงต้องพยายามลดขนาดหน่วยความจำภายนอกให้เหลือน้อยที่สุด

พอร์ต 3 ซึ่งมีขนาด 8 บิต นอกจากจะใช้ส่งสัญญาณสำหรับการอ่านหรือเขียนข้อมูลในการติดต่อกับหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลภายนอกชิปแล้ว มันยังถูกใช้เป็นตัวรับสัญญาณอินเตอร์รัปต์ (INT0 , INT1) สัญญาณอินพุตที่ต้องการนับสำหรับเคาน์เตอร์ (T0 ,T1)รวมทั้งใช้ในการติดต่อสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมกับอุปกรณ์ภายนอก (รับและส่งข้อมูลผ่านขา RXD , TXD) อีกด้วย

ภายในแต่ละพอร์ตที่ใช้เป็นอินพุตหรือเอาต์พุต ผู้ใช้สามารถกำหนดให้ทำงานเป็นอินพุตหรือเอาต์พุตพอร์ตได้อย่างอิสระ โดยอาศัยการควบคุมจากโปรแกรม ซึ่งสามารถควบคุมให้แต่ละพอร์ตถูกใช้เป็นอินพุตในช่วงเวลาหนึ่ง และเป็นเอาต์พุตในอีกช่วงเวลาหนึ่งได้

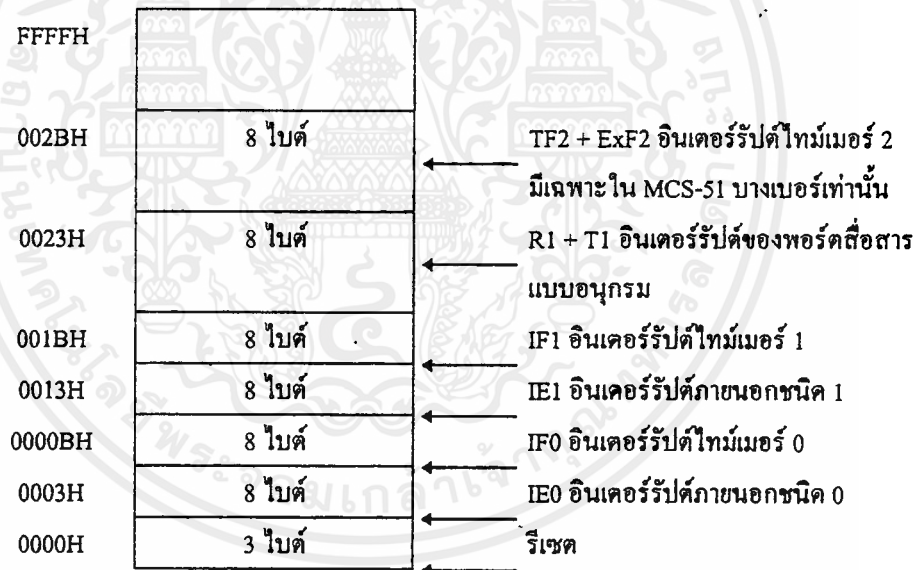
ไทม์เมอร์/ เคาน์เตอร์ ใน MCS-51 มีรีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะที่สามารถนับจำนวนสัญญาณนาฬิกาหรือเมกซ์ซินไซเกิลของวงจรรอสซิงสเตเตอร์ภายใน (ทำงานเป็นไทม์เมอร์) หรือนับจำนวนครั้งของการเปลี่ยนสถานะของสัญญาณภายนอก (นับจำนวนพัลส์ภายนอก) ที่ขา T0 , T1 ของพอร์ต 3 (ทำงานเป็นเคาน์เตอร์ รีจิสเตอร์ที่ใช้เป็นไทม์เมอร์หรือเคาน์เตอร์มีขนาด 16 บิต จำนวน 2 ตัว คือรีจิสเตอร์ไทม์เมอร์ 0 และรีจิสเตอร์ไทม์เมอร์ 1 ตามลำดับ (ในเบอร์ 8052 มีรีจิสเตอร์ไทม์เมอร์ 2 เพิ่มให้อีก 1 ตัว) เมื่อต้องการใช้ไทม์เมอร์ 0 หรือไทม์เมอร์ 1 จะต้องโหลดค่าที่ต้องการนับไปไว้ในรีจิสเตอร์ไทม์เมอร์ 0 หรือรีจิสเตอร์ไทม์เมอร์ 1 และเมื่อนับได้ครบจำนวนที่ตั้งไว้จะมีสัญญาณอินเตอร์รัปต์เพื่อบอกให้ซีพียูทราบ

การควบคุมการทำงานไทม์เมอร์หรือเคาน์เตอร์ สามารถควบคุมได้จากวงจรมานอก (ควบคุมด้วยสัญญาณที่ขา INT0 , INT1) หรือควบคุมจากคำสั่งในโปรแกรม ดังนั้นรีจิสเตอร์ที่ใช้เป็นไทม์เมอร์ใน MCS- 51 จะสามารถวัดช่วงห่างของเวลา วัดความกว้างของพัลส์ หรือนับจำนวนครั้งของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นภายนอกที่เปลี่ยนให้อยู่ในรูปของสัญญาณไฟฟ้าแล้ว รวมทั้งใช้กำเนิดสัญญาณอินเตอร์รัปต์ที่มีคาบเวลาแน่นอนได้

พอร์ตสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม MCS-51 สามารถรับและส่งข้อมูลแบบอนุกรมได้โดยไม่ต้องพึ่งอุปกรณ์ภายนอกอื่นๆ แต่อย่างไรก็ตามในด้านอัตราเร็วของการรับส่งข้อมูลก็สามารถกำหนดค่า

ได้ตามความต้องการของผู้ใช้ โดยสามารถเลือกอัตราเร็วในการรับส่งข้อมูล (baud rate) มาตรฐานได้ตั้งแต่ 110 , 1.2K , 2.4K , 4.8K , 9.6K , 19.2K , 375K ตามมาตรฐานของ UART นอกจากนี้ยังสามารถกำหนดการทำงานที่แตกต่างกันได้ถึง 4 รูปแบบ ตามความเหมาะสมในแต่ละงาน

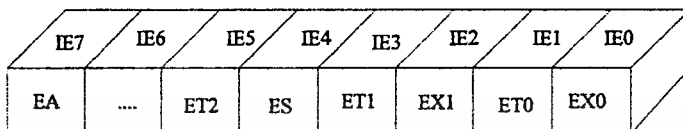
โครงสร้างการอินเทอร์รัปต์ MCS-51 สามารถรับสัญญาณอินเทอร์รัปต์ได้ถึง 5 ชนิด โดยจะเป็นสัญญาณอินเทอร์รัปต์ที่เกิดจากภายนอก 2 ชนิด และที่เกิดจากภายในชิปอีก 3 ชนิด เมื่อมีสัญญาณอินเทอร์รัปต์เกิดขึ้น MCS-51 จะละการทำงานโปรแกรมที่กำลังทำอยู่และข้ามไปทำงานโปรแกรมบริการอินเทอร์รัปต์ (interrupt service routine) ที่อยู่ในหน่วยความจำตำแหน่งต่างๆ ขึ้นอยู่กับชนิดของสัญญาณอินเทอร์รัปต์ดังแสดงในรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 แสดงตำแหน่งหน่วยความจำของ โปรแกรมบริการอินเทอร์รัปต์แต่ละชนิดใน MCS-51

เราสามารถเลือกให้ชิพพียูใน MCS-51 ถูกอินเทอร์รัปต์โดยสัญญาณอินเทอร์รัปต์ที่เกิดขึ้นได้ โดยการกำหนดค่าในรีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ IE นอกจากนี้ยังสามารถควบคุมลำดับความสำคัญในการตอบสนองต่อสัญญาณอินเทอร์รัปต์ของ MCS-51 ได้ด้วยรีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ IP

รีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ IE (Interrupt Enable-Register) เข้าถึงข้อมูลได้ในระดับบิต รายละเอียดมีดังแสดงในรูปที่ 2.7

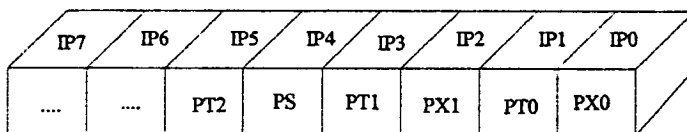


รูปที่ 2.7 รีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ (IE)

บิต	บิต	
IE7	EA	ใช้ควบคุมการตอบสนองต่อสัญญาณอินเทอร์รัปต์ทั้งหมด 0 : MCS-51 จะไม่ตอบสนองต่อสัญญาณอินเทอร์รัปต์ใดๆ ทั้งสิ้น 1 : การตอบสนองต่อสัญญาณอินเทอร์รัปต์แต่ละชนิดจะถูกควบคุมโดยตรงจากบิตที่ทำหน้าที่ควบคุมการตอบสนองต่อสัญญาณอินเทอร์รัปต์ ซึ่งอยู่ในรีจิสเตอร์เช่นกัน
IE6		ไม่ถูกกำหนดการใช้งาน (สำรองไว้ใช้ใน MCS-51 เบอร์ใหม่ๆ ในอนาคต)
IE5	ET2	ควบคุมการตอบสนองต่อสัญญาณอินเทอร์รัปต์ของไทม์เมอร์ 2 เมื่อเกิด overflow (มีเฉพาะ MCS-51 บางเบอร์ที่มีไทม์เมอร์ 2 เช่น 8052)
IE4	ES	ควบคุมการตอบสนองต่อสัญญาณอินเทอร์รัปต์ของพอร์ตสื่อสารอนุกรม
IE3	ET1	ควบคุมการตอบสนองต่อสัญญาณอินเทอร์รัปต์ของไทม์เมอร์ 1 เมื่อเกิด overflow
IE2	EX1	ควบคุมการตอบสนองต่อสัญญาณอินเทอร์รัปต์ภายนอกชนิด 1
IE1	ET0	ควบคุมการตอบสนองต่อสัญญาณอินเทอร์รัปต์ของไทม์เมอร์ 0 เมื่อเกิด overflow
IE0	EX0	ควบคุมการตอบสนองต่อสัญญาณอินเทอร์รัปต์ภายนอกชนิด 0

หมายเหตุ ถ้าบิตที่ควบคุมการตอบสนองสัญญาณอินเทอร์รัปต์แต่ละบิต มีค่าเป็น 1 หมายถึงอนุญาตให้ MCS-51 ตอบสนองต่อสัญญาณอินเทอร์รัปต์ได้ หากมีค่าเป็น 0 หมายถึงไม่ให้ MCS-51 ตอบสนองต่อสัญญาณอินเทอร์รัปต์ที่เกิดขึ้น

รีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ IP (Interrupt Priority Register) เข้าถึงข้อมูลได้ในระดับบิต รายละเอียดมีดังแสดงในรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 รีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ IP

บิต	ชื่อบิต
IP7	-- ไม่ถูกกำหนดการใช้งาน (สำรองไว้ใช้ใน MCS-51 เบอร์ใหม่ๆ ในอนาคต)
IP6	-- ไม่ถูกกำหนดการใช้งาน (สำรองไว้ใช้ใน MCS-51 เบอร์ใหม่ๆ ในอนาคต)
IP5	PT2 กำหนดลำดับความสำคัญในการตอบสนองต่อสัญญาณอินเทอร์รัปต์ของ ไทม์เมอร์ 2
IP4	PS กำหนดลำดับความสำคัญ ในการตอบสนองต่อสัญญาณอินเทอร์รัปต์ของพอร์ตสื่อสารอนุกรม
IP3	PT1 กำหนดลำดับความสำคัญในการตอบสนองต่อสัญญาณอินเทอร์รัปต์ของ ไทม์เมอร์ 1
IP2	PX1 กำหนดลำดับความสำคัญในการตอบสนองต่อสัญญาณอินเทอร์รัปต์ของ ไทม์เมอร์ 1
IP1	PT0 กำหนดลำดับความสำคัญในการตอบสนองต่อสัญญาณอินเทอร์รัปต์ของ ไทม์เมอร์ 0
IP0	PX0 กำหนดลำดับความสำคัญในการตอบสนองต่อสัญญาณอินเทอร์รัปต์ของ ไทม์เมอร์ 0

หมายเหตุ ค่าในบิตที่กำหนดลำดับความสำคัญของสัญญาณอินเทอร์รัปต์แต่ละชนิด หากเป็น 1 หมายถึงกำหนดให้มีลำดับความสำคัญสูง หากเป็น 0 หมายถึงกำหนดให้มีลำดับความสำคัญต่ำ

กลุ่มคำสั่งใน MCS-51 คำสั่งที่ใช้ควบคุมการทำงานของ MCS-51 มีสองประเภทคือ คำสั่งที่ต้องการข้อมูลมาดำเนินการเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ และคำสั่งที่ไม่ต้องการข้อมูลมาดำเนินการ คำสั่งที่ต้องการข้อมูลจะมีวิธีในการเข้าถึงข้อมูลได้หลายวิธีดังนี้

วิธีการเข้าถึงข้อมูลในคำสั่ง

- วิธีการเข้าถึงข้อมูล โดยตรง (Direct addressing)
- วิธีการเข้าถึงข้อมูล โดยทางอ้อม (Indirect addressing)
- วิธีการเข้าถึงข้อมูลในรีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไป (Register instructions)
- วิธีการเข้าถึงข้อมูลในรีจิสเตอร์เฉพาะของตัวคำสั่ง (Register-specific instructions)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- วิธีการเข้าถึงข้อมูลที่กำหนดเอง โดยตรง (Immediate constants)
- วิธีการเข้าถึงข้อมูลที่มีตัวชี้อ้างอิง (Indexed addressing)

คำสั่งแต่ละคำสั่งที่ต้องการข้อมูลหรือโอเปอเรนด์ (operand) อาจจะมีวิธีในการเข้าถึงข้อมูลในโอเปอเรนด์ได้วิธีเดียวหรือหลายวิธีขึ้นกับคำสั่งแต่ละคำสั่ง รายละเอียดของวิธีการเข้าถึงข้อมูลของโอเปอเรนด์แต่ละวิธีมีดังนี้

วิธีการเข้าถึงข้อมูลโดยตรง (Direct Addressing) เป็นวิธีกำหนดตำแหน่งหน่วยความจำโดยตรงในคำสั่ง บริเวณหน่วยความจำที่สามารถอ้างอิงได้โดยวิธีนี้จะเป็นหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลทั่วไปภายในชิปเฉพาะบริเวณ 128 ไบต์แรก และหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลที่อยู่ภายนอกชิป รวมทั้งหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลภายในชิปที่ใช้เป็นรีจิสเตอร์ที่ใช้งานเฉพาะ

วิธีการเข้าถึงข้อมูลโดยทางอ้อม (Indirect Addressing) เป็นวิธีการเข้าถึงข้อมูลโดยทางอ้อม โดยค่าตำแหน่งหน่วยความจำอยู่ในรีจิสเตอร์เฉพาะบางตัว นั่นคือวิธีนี้จะใช้ค่าในรีจิสเตอร์เป็นตัวชี้ตำแหน่งหน่วยความจำ หน่วยความจำที่สามารถใช้วิธีการเข้าถึงแบบนี้ได้คือ หน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลที่ใช้เก็บข้อมูลทั่วไปบริเวณ 128 ไบต์ล่างและ 128 ไบต์บน และทั้งหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลที่อยู่ภายนอกชิป รีจิสเตอร์ที่สามารถนำมาใช้เป็นตัวชี้ตำแหน่งของหน่วยความจำมีดังต่อไปนี้

- รีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไป R0, R1 ของแต่ละกลุ่ม
- รีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ SP (Stack pointer)
- รีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ DPTR (Data pointer)

การใช้วิธีการเข้าถึงข้อมูลโดยทางอ้อมนี้ รีจิสเตอร์ที่เก็บค่าตำแหน่งหน่วยความจำจะต้องระบุเครื่องหมาย "@" ไว้ข้างหน้า ดังตัวอย่าง

```
MOV A,@R0
```

```
MOV X @DPTR,A
```

วิธีการเข้าถึงข้อมูลในรีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไป (Register Instruction) ข้อมูลที่ต้องการจะอยู่ในรีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไป R0 -R7 ของแต่ละกลุ่มรีจิสเตอร์ที่ถูกเลือกใช้งานในขณะนั้น โดยในการทำงานจริงๆ ซีพียูจะตรวจสอบกลุ่มรีจิสเตอร์ที่ถูกเลือกใช้งานจากบิต RS0,RS1 ในรีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ PSW เอง

วิธีการเข้าถึงข้อมูลในรีจิสเตอร์เฉพาะของคำสั่ง (Register - Specific) คำสั่งบางคำสั่งของ MCS-51 จะระบุไว้แล้วว่าต้องดำเนินการกับข้อมูลในรีจิสเตอร์ตัวใด เช่น ACCUMULATOR, DPTR, SP ดังนั้นในรหัสคำสั่ง (opcode) ของคำสั่งประเภทนี้ MCS-51 จะรู้ได้เองว่าต้องประมวลผลกับรีจิสเตอร์ตัวใด ด้วยเหตุนี้คำสั่งในกลุ่มนี้จึงไม่ต้องบอกตำแหน่งของรีจิสเตอร์ที่ใช้งานเฉพาะคำสั่งนี้แต่อย่างใดเลย เช่น

```
MOV A,#data
```

```
MOV DPTR,#data
```

จากตัวอย่างนี้ เราไม่จำเป็นต้องระบุตำแหน่งของรีจิสเตอร์ A, DPTR ในรหัสคำสั่งของคำสั่งทั้งสองแต่อย่างใด เพราะ MCS-51 จะทราบเองว่าเป็นรีจิสเตอร์ทั้งสองจากรหัสของคำสั่ง

วิธีการเข้าถึงข้อมูลที่กำหนดเองโดยตรง (Immediate Constants) เป็นการกำหนดค่าข้อมูลให้กับคำสั่งโดยตรง ข้อมูลที่นำมาประมวลผลในคำสั่งจะอยู่ตามหลังรหัสคำสั่ง ทั้งนี้ต้องใช้เครื่องหมาย “#” ระบุหน้าข้อมูลที่ต้องการ เช่น

```
MOV A,#100
```

วิธีการเข้าถึงข้อมูลโดยใช้ตัวชี้อ้างอิง (Indexed Addressing) ข้อมูลที่ใช้วิธีการอ้างแบบนี้จะเป็นข้อมูลที่อยู่ในหน่วยความจำ สำหรับเก็บโปรแกรมภายในหรือภายนอกชิปเท่านั้น จุดประสงค์ของการอ้างข้อมูลแบบนี้ มีไว้เพื่อใช้ในการเปิดหาค่าข้อมูลที่เก็บไว้ในหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรม ซึ่งข้อมูลไม่สูญหายแม้ไม่มีพลังงาน ในการทำงานของคำสั่งที่ใช้ในการอ้างวิธีนี้ จะใช้ค่าของรีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ DPTR หรือ PC มารวมกับค่าในรีจิสเตอร์ A เพื่อชี้ไปยังตำแหน่งของหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมซึ่งเก็บข้อมูลไว้ ดังนั้นค่าในรีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ DPTR, PC จะต้องมีค่าเท่ากับตำแหน่งต้นของหน่วยความจำส่วนที่เก็บข้อมูลที่ต้องการ ส่วนค่าของรีจิสเตอร์ A จะเป็นตัวเลือกข้อมูลที่อยู่ในหน่วยความจำ เช่น

```
MOVC A,@A+DPTR
```

```
MOVC A,@A+PC
```

ความจริงการอ้างอิงข้อมูลวิธีนี้ยังมีที่ใช้ในกลุ่มคำสั่งควบคุมลำดับการทำงานของโปรแกรม โดยการบังคับให้โปรแกรมกระโดดข้ามไปทำงานที่ตำแหน่งใดๆ ในหน่วยความจำซึ่งมีค่าตำแหน่งเท่ากับผลรวมของค่าในรีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ DPTR กับรีจิสเตอร์ A ดังตัวอย่างต่อไปนี้

```
JMP @A+DPTR
```



หน้าที่ 3

การต่อใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ 8031

3.1 คุณสมบัติของ 8031

คุณสมบัติของ 8031 มีดังนี้

- CPU ขนาด 8 บิต
- หน่วยความจำภายใน 128 ไบต์ (RAM)
- พอร์ตสื่อสารข้อมูลอนุกรม 1 ช่อง
- TIMER/COUNTER 2 ช่อง
- พอร์ต I/O ขนาด 8 บิต 4 พอร์ต
- ขาอินเทอร์รัปต์ภายนอก 2 ช่อง
- มีวงจรกำเนิดสัญญาณคัล็อกภายในตัว
- ติดต่อหน่วยความจำภายนอกได้ 128 KB (แยกเป็นหน่วยความจำโปรแกรม และหน่วยความจำข้อมูลอย่างละ 64 KB)

3.2 การต่อ CPU 8031 กับหน่วยความจำภายนอก

1. ขา 31 ของ CPU (EA/VP) ถ้าต่อขานี้ลงกราวด์จะเป็นการติดต่อกับ โปรแกรมภายนอกซึ่งจะมีผลต่อพอร์ต P_0 และ P_2 ดังนี้

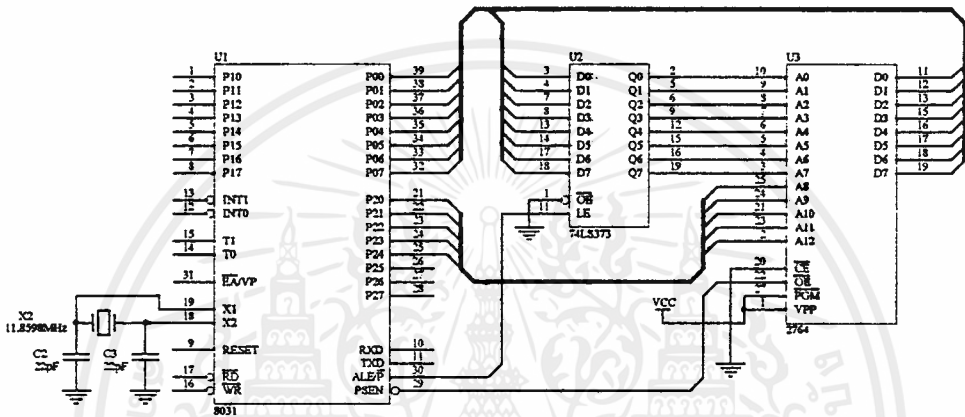
P_0 (ขา 32-39) จะมีมัลติเพล็กซ์ระหว่างค่า $D_0 - D_7$ และแอดเดรส $A_0 - A_7$

P_2 (ขา 21-28) จะเป็นแอดเดรส $A_8 - A_{15}$ ในการใช้งานลักษณะนี้ พอร์ต P_0 จะต้องมีตัวต้านทานพูลอัพด้วย

2. ขา 30 (ALE/P) จะเป็นสัญญาณแอดเดรสแลตซ์อื่นาเบิลออกจากตัวชิพ บอกรูปกรณ์ภายนอกให้ทำการแลตซ์ค่าแอดเดรสไบต์ต่ำที่ถูกส่งออกมาในขณะเฟลซ์คำสั่ง
3. ขา 17 (RD) เป็นขาสัญญาณการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำข้อมูลภายนอก
4. ขา 16 (WR) เป็นขาสัญญาณการเขียนข้อมูลจากชิพไปยังหน่วยความจำข้อมูลภายนอก
5. ขา 29 (PSEN : Program Store Enable) เป็นขาสัญญาณออกจากชิพขณะทำการเฟลซ์สัญญาณจากหน่วยความจำโปรแกรม

จากรูปที่ 3.1 พอร์ต P_0 จะทำหน้าที่เป็นทั้งแอดเดรสและค่า โดยเมื่อชิพต้องการอ่านโปรแกรมจะส่งแอดเดรสไบต์ต่ำออกทางพอร์ต P_0 และส่งสัญญาณ ALE ให้กับ 74LS373 ทำการแลตซ์เพื่อเป็นแอดเดรสของหน่วยความจำต่อไป ส่วน $A_8 - A_{15}$ จะออกทางพอร์ต P_2 เมื่อถึง

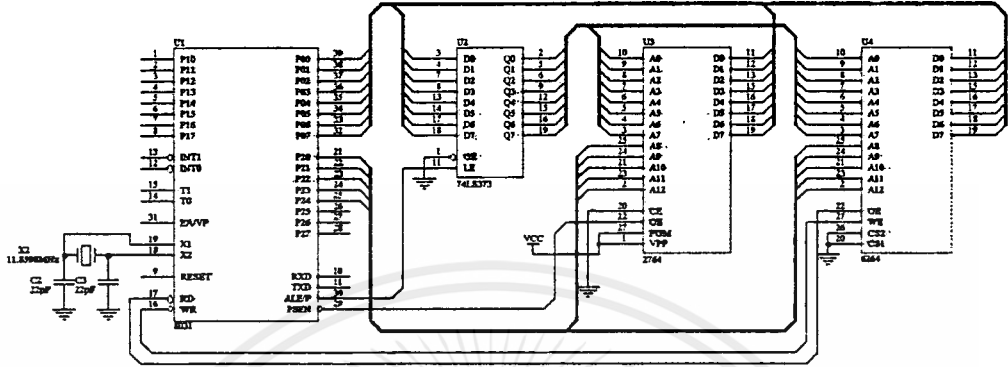
ไซเกิลของการแพตช์คำสั่ง ที่ขา PSEN (29) ของ CPU จะส่งพัลส์ลอจิก "0" ออกมา ซึ่งจาก วงจร ขา PSEN ถูกต่ออยู่กับ 2764 ข้อมูลใน 2764 จะถูกส่งออกทาง D₀ - D₇ ไปยังพอร์ต P₀ ของ ซีพียู เพื่อนำคำสั่ง ไปแปลต่อไป



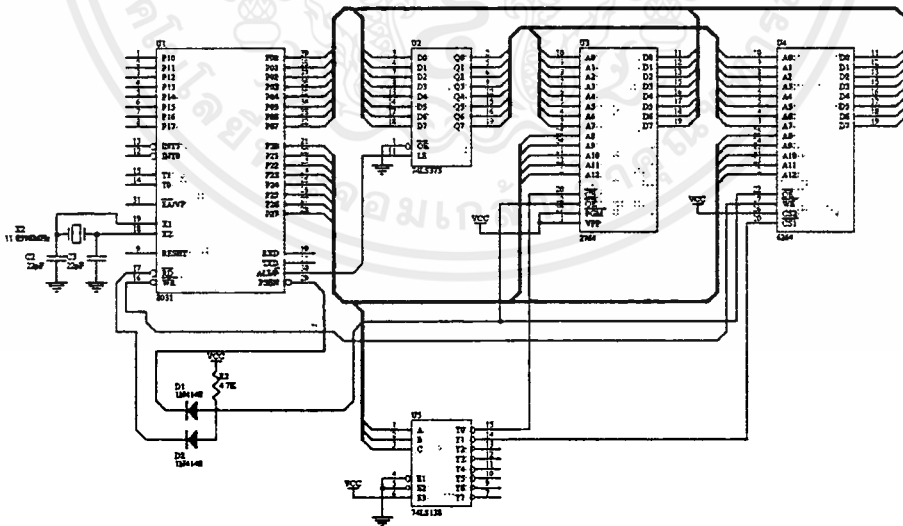
รูปที่ 3.1 การต่อ 8031 กับ EPROM

จากวงจรในรูปที่ 3.2 การทำงานของวงจรยังคงเหมือนกับวงจรในรูปที่ 3.1 แต่มีการเพิ่ม หน่วยความจำข้อมูล (data memory) ซึ่งเป็น RAM จากวงจรจะเห็นว่าซีพียูจะติดต่อกับ RAM ด้วย สัญญาณ RD/WR ซึ่งสัญญาณทั้งสองนี้จะมียอกมาที่ต่อเมื่อซีพียูทำคำสั่งเกี่ยวกับการ อ่าน/ เขียน หน่วยความจำภายนอก ดังนั้นทั้งหน่วยความจำโปรแกรมและหน่วยความจำข้อมูลจึงสามารถอยู่ใน ตำแหน่งเดียวกันได้ (0000 - 1FFFH) เพราะในขณะที่ CPU อ่านโปรแกรมจาก ROM สัญญาณ PSEN จะแยกที่พ ส่วนการ อ่าน/เขียน RAM ซีพียูจะใช้สัญญาณ RD/WR ในการติดต่อ จึงทำให้ สามารถใช้หน่วยความจำอยู่ในตำแหน่งเดียวกันได้

จากรูปที่ 3.3 เป็นการต่อ 8031 กับหน่วยความจำ ROM และ RAM โดยหน่วยความจำทั้งสองชนิดจะอยู่หน้าเดียวกัน และการต่อแบบนี้จะอ้างหน่วยความจำได้สูงสุด 64 KB วิธีการต่อ กระทำโดยการนำสัญญาณ PSEN และ RD มา AND กัน แต่วงจรในรูปที่ 3.3 ใช้ไดโอดมาแทน แอนด์เกต เมื่อมีตำแหน่งหน่วยความจำอยู่ในหน้าเดียวกัน จำเป็นจะต้องกำหนดตำแหน่งของหน่วย



รูปที่ 3.2 การต่อ 8031 กับ ROM และ RAM



รูปที่ 3.3 การต่อ 8031 กับหน่วยความจำโปรแกรมและหน่วยความจำข้อมูล

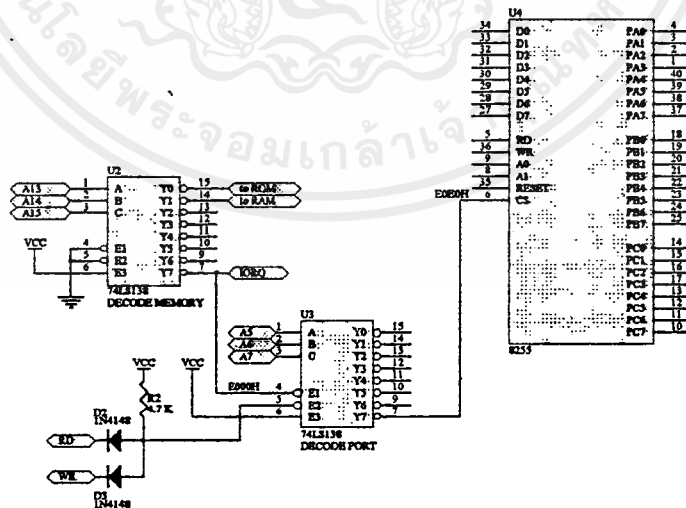
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความจำแต่ละตัวอยู่ที่ตำแหน่งใด วงจรในรูปที่ 3.3 จึงใช้ 74LS138 เป็นตัวดีโค้ด โดย ROM มีตำแหน่งอยู่ที่ 0000-1FFFH และ RAM มีตำแหน่งอยู่ที่ 2000-3FFFH

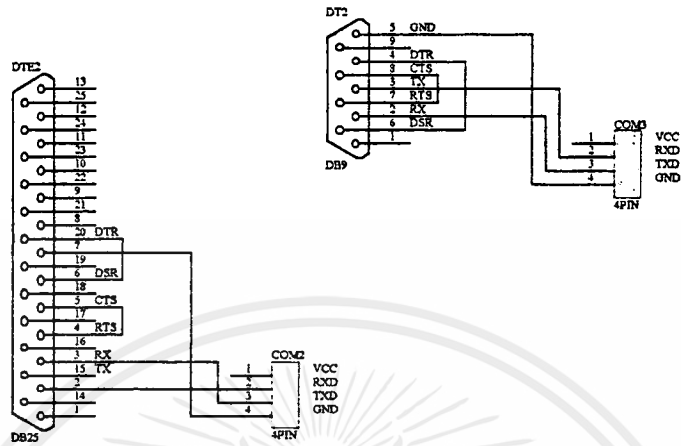
ถึงแม้ว่าจะเหลือพอร์ตอินพุต/เอาต์พุต ขนาด 8 บิต ไว้ใช้ (P₇) แต่ในบางครั้งก็ไม่เพียงพอกับความต้องการของผู้ใช้ จำเป็นต้องต่อพอร์ตขยายออกไปอีก เราจึงเลือกขยายด้วย 8255 แต่ 8031 ไม่มีสัญญาณ IORQ เหมือน Z80 ที่ใช้ติดต่อกับพอร์ตภายนอก ดังนั้นเราจึงเลือกใช้วิธี "I/O map memory" คือการให้ CPU มองหน่วยความจำตำแหน่งหนึ่งเป็นพอร์ต ในที่นี้เราใช้หน่วยความจำตำแหน่ง E000H เป็นต้นไปเป็นตำแหน่งของ I/O และที่ตำแหน่ง E000H นี้เราใช้เป็นสัญญาณ IORQ เทียม เพื่อให้บอร์ดสามารถใช้กับอุปกรณ์ที่ต้องการสัญญาณ IORQ ด้วย ส่วนตำแหน่งของพอร์ตจะถูกกำหนดด้วยแอดเดรสไบต์ต่ำ A₇ - A₀ โดยผ่าน 74LS138 เป็นตัวดีโค้ดเบอร์พอร์ต

3.3 พอร์ตสื่อสารข้อมูลอนุกรม

8031 มีขา TX และ RX สำหรับส่งและรับข้อมูลอนุกรมตามลำดับ ซึ่งอยู่ที่ขา 11 และขา 10 แต่เนื่องจากสัญญาณที่ขาทั้งสองนี้อยู่ในระดับ TTL แต่สัญญาณที่ช่อง RS-232 อยู่ในช่วง ±15 โวลต์ ฉะนั้นจึงต้องมีวงจรอินเวอร์ตเพื่อจัดระดับสัญญาณให้เหมาะสม (จากวงจรสมบูรณในภาคผนวก) จะได้ระดับสัญญาณประมาณ ± 8 โวลต์ ซึ่งก็เพียงพอกับการสื่อสารข้อมูลในระยะที่ไม่ไกลนัก



รูปที่ 3.4 การขยาย I/O พอร์ตด้วย 8255



รูปที่ 3.5 การต่อสัญญาณ RS-232

3.4 สร้างสายเชื่อมต่อ RS-232 กับบอร์ด

การสื่อสารข้อมูลอนุกรมระหว่างบอร์ด 8031 กับ PC นั้นเราใช้สัญญาณเพียง 3 เส้น คือ TX, RX และ GND แต่ในการส่ง-รับข้อมูลของ PC นั้น โปรแกรมจะทำแฮนด์เช็ด ทางฮาร์ดแวร์ด้วย แต่เนื่องจากบอร์ด 8031 ไม่มีสัญญาณที่จะทำการแฮนด์เช็ดโดยตรง เราจึงจำเป็นต้องหลอก PC ด้วยการทำการป้อนกลับสัญญาณนี้ให้กับตัวเอง โดยต่อขา RST เข้ากับขา CTS (ขา 4 กับขา 5) และต่อขา DSR เข้ากับขา DR (ขา 6 กับขา 20) ดังรูปที่ 3.5

บทที่ 4

มอเตอร์กระแสไฟตรง

(DIRECT CURRENT MOTORS)

4.1 หลักการของมอเตอร์

มอเตอร์ก็คือตัวเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกล เพื่อนำพลังงานกลที่ได้ไปขับเคลื่อนสิ่งต่างๆ ตามที่ต้องการ อาการทางกลที่เกิดขึ้นนี้ ก็อาศัยหลักการที่ว่า เมื่อมีกระแสไหลในตัวนำ ซึ่งอยู่ในสนามแม่เหล็กนั้น ย่อมทำให้เกิดแรงขึ้นในทิศทางที่หาได้จากกฎมือซ้ายของเฟลมมิ่ง ขนาดของแรงที่เกิดขึ้นนี้ หาได้จาก

$$F = Bil$$

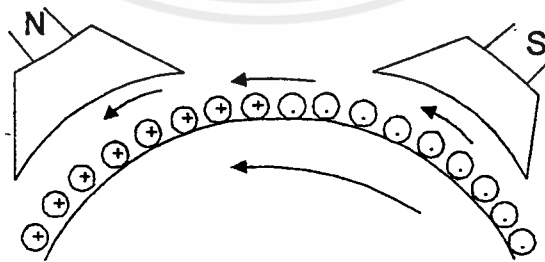
เมื่อ F = แรงที่เกิดขึ้นบนตัวนำหนึ่งตัว (นิวตัน)

B = ความหนาแน่นสนามแม่เหล็ก (เวเบอร์/ เมตร²)

i = กระแสที่ไหลในตัวนำ (แอมป์)

l = ความยาวของตัวนำ (เมตร)

แรง F ที่เกิดขึ้น จะอยู่ในแนวที่ตั้งฉากกับสนามแม่เหล็ก และกระแสที่ไหลผ่านในตัวนำนั้นๆ



รูปที่ 4.1 หลักการของมอเตอร์

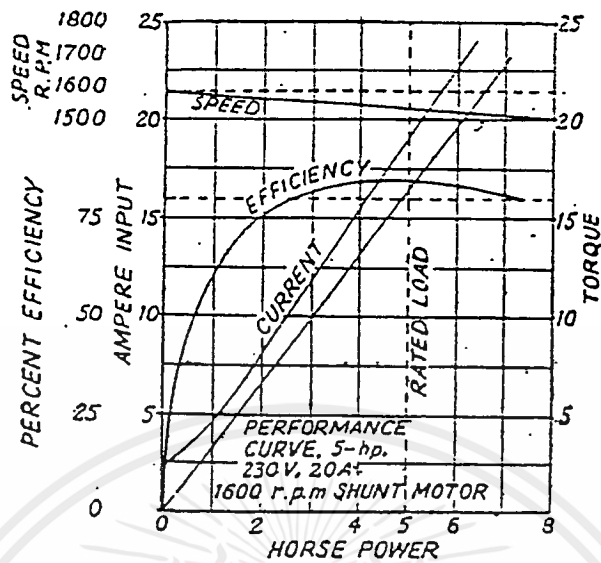
ตามรูป แสดงส่วนหนึ่งของมอเตอร์กระแสไฟตรง ที่มีหลายขั้วแม่เหล็ก เมื่อใส่ไฟเข้าไปที่สนามกระตุ้น ขอมทำให้เกิดอำนาจแม่เหล็กขึ้นที่ขั้วแม่เหล็ก และเมื่อป้อนกระแสให้ไหลผ่านในตัวนำที่อาร์มาเจอร์ ก็จะทำให้เกิดแรงขึ้นในตัวนำที่อยู่ในสนามแม่เหล็ก นั่นคือ ทำให้อาร์มาเจอร์หมุนในที่นี้ ได้กำหนดให้กระแสที่ไหลในตัวนำของอาร์มาเจอร์ที่อยู่ภายใต้ขั้วเหนือ N มีทิศทางของกระแสพุ่งเข้าไปข้างในคังทางลูกศรที่เป็นกากะบาท ส่วนตัวนำที่อยู่ภายใต้ขั้วใต้นั้น ให้กระแสพุ่งออกมาข้างนอกคังหัวลูกศรที่เป็นจุด เมื่อเป็นเช่นนี้จึงหาทิศทางการเคลื่อนที่ของตัวนำทุกๆ ตัวที่อยู่ภายใต้ขั้วแม่เหล็กทั้ง N และ S ได้ โดยใช้กฎมือซ้ายของเฟลมมิ่ง วิธีหาก็คือ กางมือซ้ายออก โดยให้นิ้วหัวแม่มือ นิ้วชี้และนิ้วกลางตั้งฉากซึ่งกันและกัน (ทำแบบเดียวกับกฎมือขวาซึ่งใช้หาทิศแรงเคลื่อนไฟที่เกิดขึ้น) จากนั้นให้ใช้นิ้วชี้ ชี้ไปตามทิศทางของสนามแม่เหล็ก คือชี้จากขั้ว N ไป S ให้นิ้วกลางชี้ไปตามทิศทางการไหลของกระแส ณ ที่ตัวนำที่ต้องการหาทิศทางการเคลื่อนที่นั้นๆ นั่นคือ นิ้วหัวแม่มือจะชี้ทิศการเคลื่อนที่ของตัวนำนั้นๆ จะพบว่าแรงที่เกิดขึ้นบนตัวนำทุกๆ ตัว ภายใต้ขั้วแม่เหล็กเดียวกัน จะมีทิศไปในทางเดียวกัน และจะอยู่ในแนวสัมผัสกับเส้นรอบวงของอาร์มาเจอร์นั้นๆ และพบว่า แรงที่เกิดขึ้นภายใต้ขั้วแม่เหล็กทุกๆ ขั้ว ที่สลับกันไปนั้น จะมีทิศทางไปทางเดียวกันทั้งสิ้น โดยแต่ละแรงจะอยู่ในแนวสัมผัสกับเส้นรอบวงของอาร์มาเจอร์ นั่นคือ ภายใต้ขั้วแม่เหล็กแต่ละขั้วก็จะเกิดแรงลัพธ์ขึ้นแรงหนึ่ง ฉะนั้นเมื่อมีหลายขั้วก็มีหลายแรง และทุกๆ แรงต่างก็รวมกันเป็นแรงบิดขึ้นมาแรงหนึ่ง ฉะนั้นจึงทำให้มอเตอร์หมุนไปได้จากแรงที่เกิดขึ้น

4.2 คุณลักษณะประจำของของมอเตอร์แบบขนาน (Charecteristics of Shunt Motors)

มอเตอร์แบบนี้มีคุณลักษณะประจำตัวที่สำคัญๆ อยู่ 4 อย่างคือ แรงบิด กระแส ความเร็ว และประสิทธิภาพ ลักษณะประจำตัวแต่ละตัวเหล่านี้ ต่างก็ plot กับกำลังม้าที่มอเตอร์ส่งออกไป ดังรูปที่ 4.2

จากรูป พบว่าในขณะที่มอเตอร์ไม่ได้รับภาระทางกล (mechanical load) นั้น จะมีค่าความเร็วที่ค่าๆ หนึ่งและความเร็วของมอเตอร์จะไม่วิ่งเตลิดไป (run away) จากความเร็วปกติ เมื่อทำการตัดภาระทางกลออกไปทันที อย่างไรก็ตาม ความเร็วของมอเตอร์ขณะไม่มีภาระ และขณะมีภาระเต็มทีนั้น ไม่ได้แตกต่างจากกันไปมากนัก ฉะนั้นจึงถือว่ามอเตอร์แบบนี้มีความเร็วคงที่ อย่างไรก็ตามความเร็วในช่วงที่นำไปใช้งานนี้ สามารถปรับให้เร็วได้โดยการต่อความต้านทานอนุกรมเข้ากับสนามขนาน (Shunt field)

จากรูปพบว่า มอเตอร์จะกินกระแสไฟจำนวนหนึ่ง ในขณะที่มอเตอร์ยังไม่จ่าย Load ออกไป ทั้งนี้เพราะต้องนำกำลังไฟจำนวนหนึ่งไปจ่ายให้ส่วนสูญเสียกำลังที่คงที่นั่นเอง



รูปที่ 4.2 กราฟแสดงคุณสมบัติของมอเตอร์แบบขนาน

ในการใช้มอเตอร์ ให้เริ่มหมุน (starting) ภาระหรือ load ของมอเตอร์แบบนี้ จะพบว่า มอเตอร์แบบขนานนี้ มีแรงเริ่มหมุนต่ำกว่า มอเตอร์แบบอื่น (มอเตอร์แบบอนุกรมหรือแบบผสม) นั่นคือมีแรงเริ่มหมุนต่ำ ซึ่งไม่ได้หมายความว่า มอเตอร์แบบขนานนี้จะไม่สามารถเริ่มหมุน ภาระทางกลที่หนักๆ หมุนได้ โดยที่กินกระแสไฟขณะที่ทำให้เริ่มหมุนน้อยกว่าเมื่อเป็นแบบ มอเตอร์ขนาน นั่นก็คือ การเสื่อมราคาของมอเตอร์แบบขนานจะมีการเสื่อมราคามากกว่า ถ้าหากว่า นำไปใช้ในการหมุนภาระที่หนักๆ ในขณะเริ่มแรก ตัวอย่างเช่น ถ้ามอเตอร์แบบขนานต้องเริ่มหมุน ภาระที่มีขนาดเป็น 2 เท่าของแรงบิดตามพิคัก (full load torque) นั่นก็หมายความว่า มอเตอร์แบบ ขนานนี้จะต้องใช้กระแสเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่าด้วย (เพราะว่า $T \propto I_a$) แต่ถ้าต้องเริ่มหมุนภาระที่มี ขนาดเป็น 2 เท่าของแรงบิดตามพิคักของมอเตอร์แบบอนุกรมมันจะปรากฏว่า กระแสที่ใช้จะมีค่า ประมาณเพียง 1.5 เท่าของกระแสที่พิคัก (เพราะว่า $I \propto I_a^2$)

สามารถที่จะสรุปคุณลักษณะประจำตัวของมอเตอร์ขนานนี้ได้ดังนี้

1. มอเตอร์แบบนี้ถือว่ามีความเร็วคงที่อย่างพอเพียงในการใช้งาน
2. แรงบิดเริ่มแรกของมอเตอร์แบบนี้ ไม่สูงเหมือนกับมอเตอร์แบบอนุกรม เมื่อเปรียบเทียบกับ ภาระที่ต้องกินกระแสไฟเท่าๆ กัน
3. สามารถนำไปใช้กับงานที่ต้องการให้มีความเร็วคงที่โดยประมาณ จากช่วงที่ไม่ได้รับภาระทาง กล จนถึงช่วงที่ได้รับภาระทางกลเต็มที่ (full load)

4. เมื่อต้องการนำไปหมุนหรือไปขับโหลด ณ ที่ความเร็วต่างๆ กัน โดยที่แต่ละความเร็วนั้นก็คงที่อยู่กับงานแบบหนึ่ง เป็นเวลานานเท่าที่ต้องการใช้กับงานชนิดนั้น ดังเช่น นำไปใช้กับเครื่องกลึง ซึ่งต้องการให้ความเร็วในการกลึงหรือตัดโลหะแต่ละชนิดที่ความเร็วคงที่ที่แตกต่างกัน จนกว่าจะสำเร็จเป็นงานๆ ไป ในกรณีเช่นนี้ มอเตอร์แบบขนานนี้ เหมาะที่จะนำมาใช้กับงานชนิดนี้ ทั้งนี้เพราะสามารถทำการควบคุมความเร็วที่ค่าต่างๆ ที่มอเตอร์ได้อย่างเหมาะสมกับลักษณะของงานแต่ละอย่าง รวมทั้งยังง่ายและประหยัดดีในการบังคับมอเตอร์ด้วย



บทที่ 5

ทฤษฎีเกี่ยวกับอุลตราโซนิก

เซ็นเซอร์เพื่อตรวจเช็คสิ่งกีดขวาง เป็นส่วนประกอบที่สำคัญอย่างหนึ่งของรถเคลื่อนที่อัตโนมัติ เพราะเป็นส่วนที่ทำหน้าที่บอกให้ส่วนควบคุมทราบว่ามีวัตถุมากีดขวางแนวการเคลื่อนที่หรือไม่เพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้น สำหรับโครงการนี้ได้ใช้เซ็นเซอร์อุลตราโซนิก (Ultrasonic sensor) เป็นตัวตรวจจับ ซึ่งทฤษฎีเกี่ยวกับอุลตราโซนิกมีดังต่อไปนี้

5.1 การเกิดอุลตราโซนิก

อุลตราโซนิกเป็นคลื่นที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงพลังงานรูปอื่นให้มาเป็นพลังงานกล โดยการสั่นไปมาหรือเกิดจากการเปลี่ยนแปลงพลังงานไฟฟ้ากับพลังงานกลทำให้เกิดคลื่นย่านอุลตราโซนิกกระจายออกไปในอากาศ ดังนั้นจึงถือได้ว่าคลื่นที่เกิดขึ้นเป็นคลื่นกล (Mechanical wave) อุลตราโซนิก สามารถสร้างได้โดยตัวทรานสดิวเซอร์ ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล หลักการสร้างมีหลายวิธีดังนี้

1. แบบเปียโซอิเล็กทริก (Piezo-electric transducer) ซึ่งแปลงไปมาระหว่างพลังงานไฟฟ้าและพลังงานกล โดยมีความถี่เรโซแนนท์คงที่อยู่ที่ค่าหนึ่ง
2. แบบแมกนีโตสตริกทีฟ (Magnetostrictive transducer) ซึ่งแปลงไปมาระหว่างพลังงานไฟฟ้าในขดลวดกับตำแหน่งความยาวของแกนเหล็กที่สวมขดลวดนั้นอยู่
3. แบบอิเล็กโตรสตริกทีฟ (Electrostrictive transducer) ซึ่งแปลงไปมาระหว่างพลังงานไฟฟ้ากับพลังงานกล

สำหรับแบบเปียโซอิเล็กทริกเป็นแบบที่นิยมใช้เพราะมีราคาถูก หาซื้อง่ายรายละเอียดของเปียโซอิเล็กทริกจะกล่าวถึงภายหลัง

5.1.1 ความถี่และความยาว (Frequency and Wave length)

ความถี่ คือ จำนวนของการออสซิลเลทที่สมบูรณ์จากแหล่งกำเนิดคลื่นภายในหนึ่งวินาที คลื่นที่ถูกส่งจากแหล่งกำเนิดจะเดินทางด้วยความถี่ที่เดียวกัน

ความยาวคลื่น คือ ระยะทางที่คลื่นเดินทางระหว่างการสั่นที่สมบูรณ์หรือการเดินทางครบหนึ่งรอบ (1 cycle) สามารถกล่าวได้ว่า ความยาวคลื่นเป็นระยะทางระหว่างการอัดอย่างต่อเนื่อง (succeseive compressions) หรือการเบาบางของอากาศ (rarefactions) การอัดคือ การที่บริเวณนั้นมี

ความหนาแน่นของโมเลกุลและแรงดันมากกว่าบริเวณรอบๆ ส่วนการมาบางเป็นบริเวณเฉพาะที่เกิดการลดความหนาแน่นของโมเลกุลและแรงดันสัมพันธ์กับแรงดันของบรรยากาศปกติ

ความถี่และความยาวคลื่นมีความสัมพันธ์ตามสมการข้างล่าง

$$C = f\lambda$$

C : ความเร็วของการเดินทาง (m/s)

f : ความถี่ (Hz)

λ : ความยาวคลื่น (m)

5.1.2 ความเร็วของคลื่นอุลตราโซนิค

ความเร็วที่ยอมรับของคลื่นในอากาศที่อุณหภูมิปกติความสัมพันธ์ที่ใช้จะเป็นดังสมการ

$$v = 331.45 + 0.607t \quad (\text{m/s})$$

v : ความเร็วของคลื่นในตัวกลางอากาศ (m/s)

t : อุณหภูมิของอากาศ ($^{\circ}\text{C}$)

GAS	Velocity (m/s)
AIR (DRY 0 องศาเซลเซียส)	331.45
ARGON	319
CARBON MONOXIDE	338
CARBON DIOXIDE	259
HELIUM	965
HYDROGEN METHANE	1284
METHANE	430
NEON	435
NITROGEN	334
OXYGEN	316
STREAM (134 องศาเซลเซียส)	494

ตารางที่ 5.1 แสดงความสัมพันธ์ความเร็วของคลื่นในก๊าซต่างๆ

- เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.3 ปริมาณพลังงานของคลื่นอุลตราโซนิก

ปริมาณพลังงานของคลื่นอุลตราโซนิกจะถูกวัดในรูปความเข้มของคลื่นอุลตราโซนิกจะมีหน่วยเป็นวัตต์ต่อตารางเซนติเมตร (W/cm^2) เป็นการไหลของพลังงานผ่านพื้นที่ 1 ตารางเซนติเมตร ซึ่งตั้งฉากกับทิศทางการเดินทางของคลื่นใน 1 วินาที

5.1.4 การลดทอนของคลื่นอุลตราโซนิก (Attenuation)

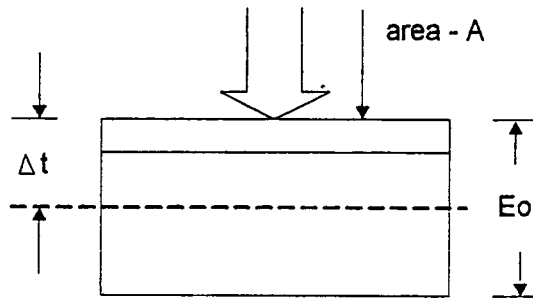
เมื่อคลื่นเดินทางผ่านตัวกลาง ลำคลื่น (Beam) ของคลื่นอุลตราโซนิกจะสูญเสียความเข้มซึ่งเกิดจากการสูญเสียของลำคลื่นอุลตราโซนิก หรือเกิดจากการกระจายพลังงานของคลื่นออกจากลำคลื่น เนื่องจากความไม่ต่อเนื่องในตัวกลาง และอาจเกิดจากการดูดซับพลังงานส่วนหนึ่งของคลื่นโดยตัวกลางที่คลื่นเคลื่อนที่ผ่าน พลังงานที่ดูดซับนี้จะเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน การดูดซับพลังงานความร้อนนี้ขึ้นอยู่กับคุณลักษณะของวัตถุ ความยืดหยุ่นและความหนาแน่น รวมทั้งความถี่ของคลื่นที่ใช้ ยิ่งความถี่สูงพลังงานจะยิ่งถูกดูดซับมาก

5.2 อุลตราโซนิกทรานสดิวเซอร์

5.2.1 ปรากฏการณ์เพียโซอิเล็กทริก

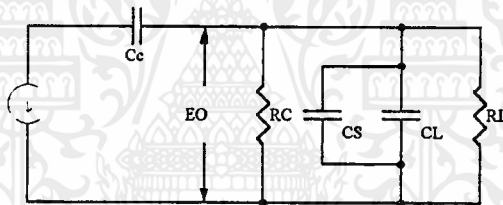
เพียโซอิเล็กทริก เป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติอย่างหนึ่ง ซึ่งทำให้พลังงานสามารถเปลี่ยนแปลงจากรูปหนึ่งไปเป็นพลังงานอีกรูปหนึ่งได้ กล่าวคือ ถ้าป้อนแรงกล ได้แก่ solid crystalline dielectric ดังในรูปที่ 5.1 ก็จะทำให้เกิดความเค้น (stress) ภายในคริสตอล และทำให้ผลึกของคริสตอล ผิดรูปไป เช่น พวควอทซ์ (Quartz) ผลก็คือ ประจุเปลี่ยนไป การผิดรูปร่างของแลททิซ เป็นผลให้ความสัมพันธ์ระหว่างการแทนที่ (Displacement) ของประจุบวกและลบในแลททิซเปลี่ยนไป การแทนที่ของประจุภายใน จะเท่ากับประจุภายนอกของขั้วที่ตรงกันข้ามบนด้านตรงกันข้ามของคริสตอล เรียกว่า ผลของเพียโซอิเล็กทริก (Piezoelectric effect)

การวัดประจุทำได้โดยการต่ออิเล็กโทรด (electrod) เข้าที่ผิวด้านนอกแล้ววัดความต่างศักย์ระหว่างขั้วทั้งสอง ขนาด (magnetude) และการมีขั้ว (polarity) ของประจุบนผิวที่ถูกเหนี่ยวนำ (induced surface charge) เป็นสัดส่วนโดยตรงกับขนาดและทิศทาง (direction) ของแรง (F) ที่มากระทำ



รูปที่ 5.1 ผลของเบี่ยงโซอิเล็กทริก

5.2.2. วงจรเสมือนของเบี่ยงโซอิเล็กทริกทรานสดิวเซอร์



รูปที่ 5.2 วงจรเสมือนของเบี่ยงโซอิเล็กทริก

C_c : คาปาซิแตนซ์ของชั้นส่วนเบี่ยงโซอิเล็กทริก

R_k : leakage resistance ของเบี่ยงโซอิเล็กโซนิค ปกติจะมีค่าสูงประมาณ $10^8 - 10^{10}$ ความต้านทานระหว่างเทอร์มินอล โดยทั่วไปจะเป็นไปความต้านทานทางโหลด R_L (ในช่วง $10^6 - 10^7$)

C_L : คาปาซิแตนซ์ ของ subsequent stage (load) ร่วมกับ connecting cable

ที่ความถี่ปานกลางและความถี่สูง โวลเตจ E_o ที่คร่อมโหลด หาได้โดย C_c และ C_L ค่าเหล่านี้มาได้โดยการใช้การแบ่งโวลเตจ โดยโวลเตจ E_o ได้มาจากสมการ

$$E = \frac{EC_c}{(C_c + C_L)}$$

โดยขึ้นกับความถี่ ถ้าเอาต์พุตโวลเตจมีค่ามาก สามารถทำให้ลดลงได้โดยการเพิ่มค่า C_L เช่นการนำค่า C_c ต่อขนานเข้าไป ที่ความถี่ต่ำโวลเตจ E_o คร่อมโหลดหาได้โดยค่ารีแอคแตนซ์ของ C_c และอิมพีแดนซ์ของ C_L และ R_L ที่ต่อขนานกัน โวลเตจ E_o ขึ้นกับความถี่และจะลดลงถ้าความถี่ลดลง การตอบสนองต่อความถี่สามารถปรับปรุงได้โดยการใช้ทรานสดิวเซอร์ที่มีค่าคาปาซิแตนซ์สูงหรือโดยการเพิ่มความต้านทานทางโหลด R_L

5.2.3 วัสดุเปียโซอิเล็กทริก

วัสดุเปียโซอิเล็กทริกที่ใช้กันอย่างกว้างขวาง เช่น Quartz , Tourmaline sulphate , Barium Titanate และ Lead Zirconate Titanate (TZI) โดยทั่วไปแล้วพวกควอทซ์ และคริสตอลที่เป็นเปียโซอิเล็กทริกธรรมชาติมันจะมีขั้วของมันเองตามธรรมชาติ แต่พวกวัสดุเปียโซอิเล็กทริกที่สังเคราะห์ขึ้นมา เช่น แบเรียม ไททานเนต เซรามิค จะต้องนำมาทำการอบคริสตอลภายในแรงดัน และวางวัสดุที่ได้ในสนามไฟฟ้าที่มีความแรงของ DC มาก หลังจากชิ้นส่วนนี้ถูกนำในสนามไฟฟ้าแล้ว คริสตอลนี้จะมีขั้วตามแนวของทิศทางของสนามและประพจน์ตัวตามคุณสมบัติของเปียโซอิเล็กทริก สำหรับชิ้นส่วนที่ทำจากวัสดุสังเคราะห์นี้ไม่มีข้อจำกัดทางขนาด โดยโครงสร้างของคริสตอลและยังสามารถทำให้มีรูปร่างและขนาดต่างๆและทิศทางของขั้วก็จะถูกสร้างขึ้นระหว่างขั้นตอนการผลิต

5.2.4 ชนิดของเปียโซอิเล็กทริกทรานสดิวเซอร์

เปียโซอิเล็กทริกทรานสดิวเซอร์สามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1. แบบ generation-action transducer ใช้เป็นตัวรับโดยแรงดันไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจะหาได้จากแรงดันและความถี่ที่มากระทำต่อวัสดุเปียโซอิเล็กทริก
2. แบบ motor-action transducer ใช้เป็นตัวส่งโดยการเปลี่ยนแปลงของรูปร่างที่ทำให้เกิดคลื่นอุลตราโซนิคจะขึ้นอยู่กับขนาดความสูงและความถี่ของแรงดันไฟฟ้าที่ป้อนให้ในทั้ง 2 กรณีค่าแรงดันไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจะขึ้นกับขนาดของวัสดุ

5.3 การทำงานของทรานสดิวเซอร์ตัวส่งและตัวรับ

เมื่อเซรามิคได้รับสัญญาณแรงดันมาคคร่อมจะทำให้ชิ้นสารเซรามิคโค้งงอทำให้เกิดการอัดอากาศโดยรอบเกิดเป็นคลื่นขึ้นมา ดังนั้นถ้าป้อนสัญญาณเป็นห้วงๆ (electrically pulse) จากออสซิลเลเตอร์ก็จะทำให้ชิ้นสาร โค้งงอมากขึ้นหรือทิศทางใดตามขนาดและทิศทางการเปลี่ยนแปลงขนาดของสัญญาณไฟฟ้าจากออสซิลเลเตอร์นั้นออกไป โดยทั่วไปกำลังเอาต์พุตที่ออกมาจะตกลงประมาณ 10 % ของกำลังไฟฟ้าที่ป้อนให้แต่เอาต์พุตจะสูงที่ค่านี้ โดยประมาณก็ต่อเมื่อความ

ถี่ของสัญญาณออสซิลเลเตอร์ที่ป้อนเข้าเซ็นเซอร์รามิคตรงกับความถี่เรโซแนนซ์ที่เป็นความถี่ทางกลตามธรรมชาติของเซ็นเซอร์รามิคนั้นๆ ส่วนที่ความถี่อื่นๆ กำลังเอาที่พุ่งจะลดลงกว่านี้ ส่วนการทำงานของทรานสดิวเซอร์ตัวรับ มักมีการทำงานตรงข้ามกับตัวส่ง คือเมื่อมีคลื่นเสียงที่มีความถี่ต่างกับความถี่เรโซแนนซ์ของเซ็นเซอร์รามิคเข้ามา จะทำให้สารโค้งตัวไปมาและเกิดสัญญาณแรงดันไฟฟ้าซึ่งมีขนาดเล็กขึ้นคร่อมขั้วทั้งสองของตัวมัน

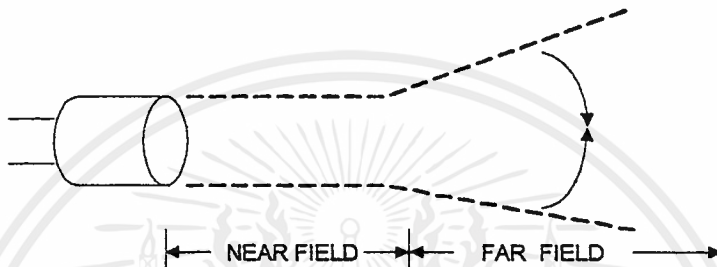
คุณสมบัติโดยทั่วไปของอุลตราโซนิคทรานสดิวเซอร์ แบบเปียโซอิเล็กทริกก็คือ มีความต้านทานทางไฟตรงสูงมากอาจสูงถึง $100\text{ M}\Omega$ เรียกว่าถ้าเอาอิมพีแดนซ์หรือความต้านทานต่อความต้านทานสูงๆ เข็มจะไม่กระดิกเลย แต่ขณะที่มันทำงานความต้านทานไฟสลบจะลดลง

5.4 ข้อควรรู้ในการใช้งานตัวส่งและตัวรับทรานสดิวเซอร์

1. ไม่ควรให้ตัวทรานสดิวเซอร์ได้รับการกระแทกหรือตกจากที่สูงเพื่อป้องกันโครงสร้างภายในมิให้เสียหาย
2. ทรานสดิวเซอร์ที่มีขายกัน โดยทั่วไปจะทนแรงดันตกคร่อมตัวมันสูงสุดได้ไม่เกิน 20 V_{rms} ดังนั้นขนาดของสัญญาณที่จะป้อนให้กับตัวทรานสดิวเซอร์ก็ควรอยู่ในขีดจำกัดนี้
3. ความถี่เรโซแนนซ์ (ความถี่ที่ตัวมันทำงานอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด) ของทรานสดิวเซอร์ 40 kHz (bandwidth) ที่มีขายกัน โดยทั่วไปจะผิดพลาดไปไม่เกิน $+1\text{ kHz}$ และมีแถบความถี่ประมาณ 4.5 kHz (bandwidth) สำหรับตัวส่งและมีแถบความถี่ประมาณ 5.0 kHz สำหรับตัวรับ จะเห็นได้ว่าแถบความถี่ของตัวรับจะกว้างกว่าตัวส่งเล็กน้อย เพื่อให้แน่ใจว่าตัวรับจะสามารถรับความถี่ทั้งหมดที่ออกมาจากตัวส่งได้
4. อุณหภูมิใช้งานของตัวทรานสดิวเซอร์ควรอยู่ในช่วง -20 ถึง 60 องศาเซลเซียส
5. ทั้งตัวส่งและตัวรับจะมีทิศทางคล้ายคลึงกันมาก กล่าวคือ ที่ตำแหน่งเบนจากแนวแกนของตัวส่งไปประมาณ 30 องศา ความแรงของคลื่นเสียงที่ถูกส่งออกไปจะลดลงจากแนวแกนประมาณ 10 dB ในทำนองเดียวกันถ้าคลื่นเสียงพุ่งเข้ามาในแนวที่เบี่ยงเบนไปจากแนวแกนของตัวรับไปประมาณ 30 องศา ความไวหรือขนาดแรงดันที่ออกมา ก็จะลด จึงควรพยายามทำให้ทั้งตัวรับและตัวส่งอยู่ในแนวที่พุ่งตรงเข้าหากันให้มากที่สุด อย่างไรก็ตาม ในกรณีที่อยู่ในห้องอาจจะเบี่ยงเบนจากกันได้มาก เพราะคลื่นเสียงอุลตราโซนิคสามารถสะท้อนกับกำแพง และวัตถุที่อยู่ในห้อง ทำให้คลื่นเสียงเข้าไปหาตัวรับได้หลายทาง

อุลตราโซนิคนี้สามารถทำให้เป็นลำแคบได้โดยใช้เลนส์ที่เรียกว่า Planoconcave lens วางข้างหน้าของทรานสดิวเซอร์ แต่การทำให้เป็นลำแคบ (Beam) นี้จะทำให้ near field ตื้นลงและ far

field กระจายกว้างขึ้น การทำให้เป็นลำคลื่นเหมาะสำหรับการใช้ทรานสดิวเซอร์ที่สร้างความถี่สูงที่เหมาะสมสำหรับใช้ในงานแพทย์ (Ultrasound) ที่มีความถี่ตั้งแต่ 2 - 5 Mhz เพื่อใช้ตรวจเนื้อเยื่อ มีการส่งเป็นลำแคบ ดังแสดงในรูปที่ 5.3



รูปที่ 5.3 แสดงลักษณะการเป็นลำของคลื่น

6. ในกรณีที่ใช้งานตัวรับจะต้องมีตัวต้านทานต่อขานานกับตัวรับ เพื่อทำหน้าที่เป็นโหลด ตามปกติแล้วตัวต้านทานนี้ควรมีค่าอยู่ในช่วง 10 k Ω ถึง 100 k Ω จากการทดลองพบว่าถ้าเปลี่ยน โหลดจาก 100 k Ω มาเป็น 10 k Ω ความไวจะลดลงประมาณ 10 ถึง 12 dB แต่ความถี่จะกว้างขึ้น ถ้าใช้ค่าความต้านทานต่ำลงไปอีก ความถี่ไซเนนธ์ (ความถี่กลาง) จะลดลงไปจากที่ระบุไว้ ถ้าการใช้งานมีสัญญาณรบกวนมากควรใช้โหลดที่มีความต้านทานสูงสักหน่อย เพื่อให้ตัวส่งมีความไวสูงและมีแถบความถี่แคบ

7. ตามปกติแล้วเราสามารถนำเอาตัวส่งและตัวรับมาใช้งานแทนกันได้ ในการใช้งานส่วนใหญ่ และตัวส่งหรือตัวรับของยี่ห้อใด รุ่นใด ก็สามารถใช้แทนกันได้ในงานส่วนใหญ่ ขอเพียงแต่ให้มีความถี่ไซเนนธ์เดียวกันเท่านั้นเอง อย่างไรก็ตามในบางกรณีอาจต้องเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานสมมูลทางด้านไฟฟ้าสลับเพื่อให้ลักษณะผลตอบสนองทางความถี่สอดคล้องกับของเดิม

8. ประโยชน์การใช้งานคลื่นอุลตราโซนิก คลื่นอุลตราโซนิกเป็นคลื่นที่มีทิศทาง ทำให้สามารถเล็งคลื่นไปยังเป้าหมายที่ต้องการได้โดยเจาะจง ยิ่งคลื่นมีความถี่สูงขึ้น ความยาวคลื่นจะยิ่งสั้นลง ถ้าความยาวคลื่นยาวกว่าช่องเปิด (ที่ให้เสียงนี้ออกมา) ของตัวที่ทำให้กำเนิดเสียงความถี่นี้ เช่น คลื่นความถี่ 300 Hz ในอากาศ จะมีความยาวคลื่นถึงประมาณ 1 เมตรเศษๆ ซึ่งจะยาวกว่าช่อง

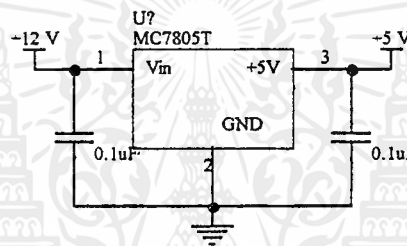
เปิดที่ให้คลื่นเสียงออกมาจากตัวกำเนิดเสียงโดยทั่วไปมากมาย คลื่นจะหักเหที่ขอบด้านนอกของตัวกำเนิดเสียงที่ทำให้เกิดการกระจายทิศทางของคลื่น แต่ถ้าความถี่สูงขึ้นมาอยู่ในย่านอุลตราโซนิก อย่างเช่น 40 KHz จะมีความยาวคลื่นในอากาศเพียง 8 มม เท่านั้น ซึ่งเล็กกว่าตัวที่ให้กำเนิดเสียง ความถี่นี้มากๆ คลื่นเสียงจะมีการเลี้ยวเบนที่ขอบ จึงพุ่งออกมาเป็นลำแคบๆ หรือที่เราเรียกว่า มีทิศทางนั่นเอง การมีทิศทางของคลื่นเสียงย่านอุลตราโซนิกทำให้เราสามารถนำไปใช้งานได้หลายอย่าง เช่น เครื่องวัดความหนาของวัตถุ โดยตั้งเกตุระยะเวลาที่คลื่นสะท้อนกลับมา เครื่องวัดความลึกและ ทำแผนที่ใต้ท้องทะเล ใช้ในเรือหาตำแหน่งอวัยวะบางส่วนในร่างกาย ใช้ทดสอบการรั่วของท่อ เป็นต้น โดยความถี่ที่ใช้ขึ้นกับการใช้งานเช่น ถ้าคลื่นเสียงต้องเดินทางผ่านอากาศแล้วความถี่ที่ใช้ก็มักจะจำกัดอยู่เพียงไม่เกิน 50 KHz เพราะที่ความถี่สูงขึ้นกว่านี้ อากาศจะดูดคลื่นเสียงได้เพิ่มมากขึ้น ทำให้ระดับความแรงของคลื่นเสียงที่ระยะห่างออกไปลดลงอย่างรวดเร็ว ส่วนการใช้งานด้านการแพทย์ ซึ่งต้องการรัศมีทำการสั้นๆ ก็อาจใช้ความถี่ในช่วง 1 MHz ถึง 10 MHz ขณะที่ความถี่เป็น GHz (10^9 Hz) ก็มีใช้กันหลายๆ การใช้งานที่ตัวกลางที่คลื่นเสียงเดินทางผ่านไม่ใช่อากาศ

บทที่ 6

หลักการและแนวคิด

6.1 ระบบแหล่งจ่ายไฟ

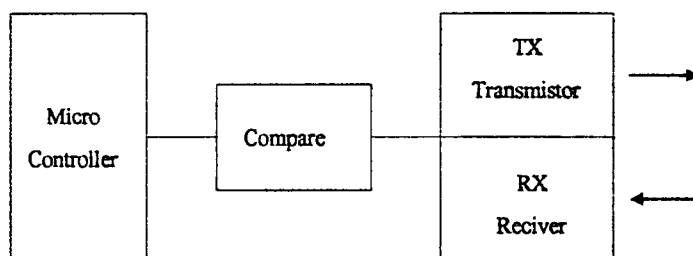
สำหรับแหล่งจ่ายพลังงานที่ใช้ในโครงการนี้ ใช้เบตเตอรี่ เป็นตัวกำเนิดพลังงาน โดยใช้เบตเตอรี่จำนวน 2 ลูก ต่อขนานกันเพื่อเพิ่มกระแส โดยค่าศักดาที่ใช้ในวงจรต่างๆ ได้แก่ 12,0 -12,5 โวลต์ สำหรับวงจร 5 โวลต์ เราใช้ไอซีเบอร์ 7805 เป็นตัวเรกกูเรเตอร์ สร้างค่าศักดาที่ต้องการ ดังรูปวงจรที่ 6.1



รูปที่ 6.1 วงจรเรกกูเรเตอร์ไฟบวก 5 โวลต์

6.2 แนวคิดและหลักการในการทำงานของตัวรับส่งอุลตราโซนิก

สำหรับแนวทางที่ใช้ในการออกแบบนั้น เราจะใช้หลักการเปรียบเทียบว่าวัตถุที่เข้ามาถึงขวางนั้นอยู่ห่างจากรถเคลื่อนที่อัตโนมัติในระยะที่กำหนดไว้หรือไม่ ถ้าอยู่ในช่วงที่กำหนดก็จะส่งสัญญาณไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ เมื่อให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำงานตามโปรแกรมที่ต้องการ เช่น หยุดการทำงาน เป็นต้น ถ้ายังไม่อยู่ในช่วงที่กำหนดก็ให้รถเคลื่อนที่ต่อไป

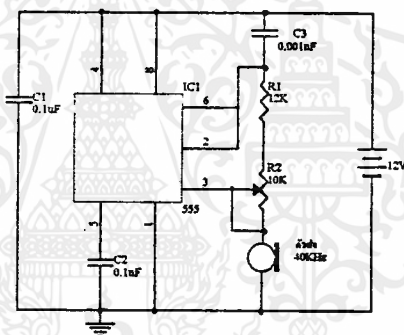


รูปที่ 6.2 แสดงบล็อกไดอะแกรมหลักการทำงานของตัวรับส่งอุลตราโซนิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.3 วงจรตัวส่งคลื่นอุลตราโซนิก

สำหรับวงจรตัวส่งในที่นี่ จะใช้วงจรกำเนิดสัญญาณรูปสี่เหลี่ยมที่สร้างเวลาที่ตรงกับความถี่เรโซแนนซ์ของอุลตราโซนิกทรานสดิวเซอร์ตัวส่งที่จะใช้ ซึ่งได้ใช้ไอซีตั้งเวลาเบอร์ 555 มาต่อเป็นวงจรออสเตเบิลมัลติไวเบเรเตอร์ (Astable Multivibrator) ที่ให้สัญญาณสี่เหลี่ยมออกมา ป้อนแก่ทรานสดิวเซอร์ตัวส่งความถี่ 40 KHz ซึ่งคือเป็นโหลดที่ขาเอาท์พุทของไอซี วงจรก็จะส่งสัญญาณอุลตราโซนิกที่มีความถี่เท่ากับ 40 KHz ออกมา โดยที่ R_2 มีไว้เพื่อใช้ปรับแต่งความถี่ของการออสซิลเลท สำหรับวงจรที่นำมาใช้นั้นจะทำให้ช่วงเวลากการทำงาน (Duty cycle) ของสัญญาณสี่เหลี่ยมเป็น 1:1 คงที่ตลอดไม่ว่าจะปรับ R_2 ไปอย่างไรก็ตาม

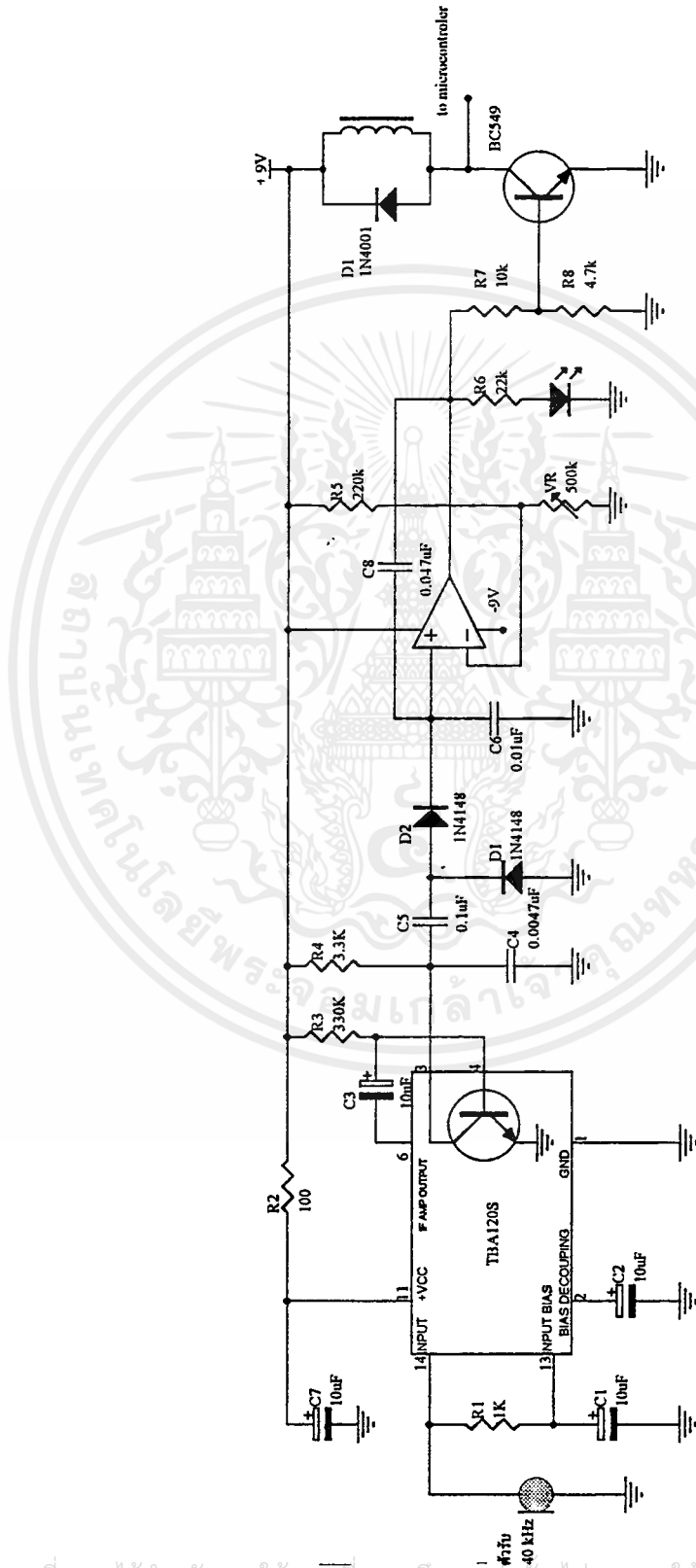


รูปที่ 6.3 วงจรภาคส่งอุลตราโซนิก

6.4 วงจรภาครับอุลตราโซนิก

เมื่อมีคลื่นอุลตราโซนิกมากระทบทรานสดิวเซอร์ตัวรับ จะเกิดแรงดันขนาดเล็กขึ้นมาคร่อมตัวทรานสดิวเซอร์ โดยแรงดันนี้จะมีรูปคลื่นออกมาเป็นคลื่นไซน์ (SINE WAVE) แต่จากการทดลองสัญญาณที่วัดได้จะเป็นรูปสามเหลี่ยม โดยที่มีความถี่เดียวกับคลื่นที่มาตกกระทบตัวมัน และจะมีขนาดสูงสุดเมื่อความถี่ของคลื่นเสียงที่เข้ามาตรงกับความถี่เรโซแนนซ์ ของตัวรับ ส่วนที่ความถี่อื่นๆขนาดสัญญาณที่ออกมาจะน้อยมาก

ส่วนสาเหตุที่ทำให้คลื่นที่ออกมาจากตัวรับเป็นคลื่นไซน์ แทนที่จะเป็นคลื่นสี่เหลี่ยม เนื่องจากว่าคลื่นสี่เหลี่ยมที่เราเห็นนั้น จริงๆ ประกอบด้วยคลื่นรูปไซน์หลายๆ ความถี่ประกอบกันขึ้นมา ซึ่งตัวรับจะสนใจเพียงความถี่เรโซแนนซ์ของมันเท่านั้น (40 kHz) ที่มันยอมให้ผ่าน



รูปที่ 6.3 วงจรภาครับอุลตราโซนิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

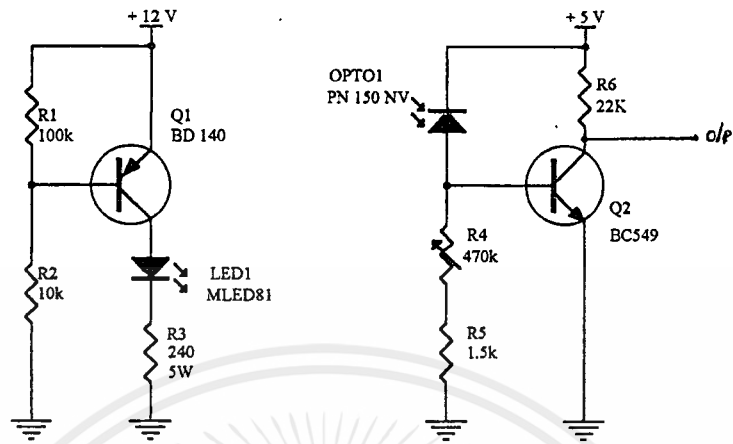
ส่วนคลื่นขายนอื่นๆ นั้นก็จะถูกตัดทิ้งออกไป ส่วนวงจรที่ใช้นั้นได้นำไอซีเบอร์ TBA120S ซึ่งทำหน้าที่ขยายสัญญาณ IF และดีเทกเตอร์ในโทรทัศน์ มาสร้างเป็นภาคขยายดังรูปที่ 6.4

โดยหลักการการทำงานของมันทำโดยขา 6 ส่งสัญญาณเอาต์พุตผ่านตัวเก็บประจุ $10 \mu\text{F}$ เพื่อนำมาให้ขาเบสของทรานซิสเตอร์ซึ่งอยู่ภายในตัวไอซี เพื่อช่วยขยายสัญญาณให้ใหญ่ขึ้น R_4 ทำหน้าที่เป็นโหลดให้แก่ตัวทรานซิสเตอร์ และมี C_4 ช่วยป้องกันวงจรออสซิลเลชันเนื่องจากสัญญาณรบกวน จากนั้นสัญญาณก็จะถูกส่งผ่านมาให้กับไดโอดเพื่อทำให้เป็นแรงดันไฟตรง มีการบายพาสไฟลบลงกราวด์ สัญญาณที่ได้จะนำไปเข้าวงจรเปรียบเทียบ (Comparator) อีกที โดยที่ระดับดิจิตที่ได้จะมีขนาดเปลี่ยนแปลงตามความแรงของสัญญาณอยู่ในช่วง 3 - 6 โวลท์

วงจรเปรียบเทียบใช้เพื่อตรวจสอบว่า เอาต์พุตของตัวส่งอุณหภูมิตัวโซนิก มากกว่าหรือน้อยกว่าค่าที่ตั้งค่าไว้ (V set point) ซึ่งจะเป็นตัวบอกว่าตอนนี้ข้างหน้ารถของเรานั้น มีวัตถุเข้ามาขวางอยู่หรือไม่ สำหรับวงจรที่ใช้นั้นใช้ไอซีเบอร์ 741 เป็นวงจรเปรียบเทียบ โดยที่ขา 2 ได้รับการจัดไบอัสไว้ประมาณ 4 โวลท์จากวงจรแบ่งแรงดัน ถ้าเมื่อไรที่ตัวทรานสดิวเซอร์ได้รับสัญญาณเข้ามา ระดับดิจิตที่ขา 3 ก็จะมีการเปลี่ยนแปลง ถ้าสัญญาณที่รับได้มีค่าเกินกว่า 4 โวลท์ เอาต์พุตที่ขา 6 ของออปแอมป์ ก็จะมีค่าเป็นบวก ทำให้ LED คัด ทรานซิสเตอร์ทำงาน ได้เอาต์พุตของทรานซิสเตอร์เป็น 0 (low) ถ้าหากตัวทรานสดิวเซอร์ไม่ได้รับสัญญาณเข้ามา จะได้เอาต์พุตของทรานซิสเตอร์ เป็นลอจิก 1 (high) ค่าที่ได้จะนำไปอินเตอร์รัปต์ไมโครคอนโทรลเลอร์ ระยะสำหรับตรวจเช็คสิ่งกีดขวางสามารถกำหนดได้ด้วย VR 500K สำหรับการทดลองครั้งนี้ได้กำหนดไว้ที่ 20 - 25 เซนติเมตร สำหรับภาคจ่ายไฟ ได้ใช้รีเลย์เป็นตัวแยกกราวด์ออกจากวงจรขั้วมอเตอร์เพื่อไม่ให้เกิดการรบกวนกัน เมื่อวงจรขั้วมอเตอร์ทำงาน

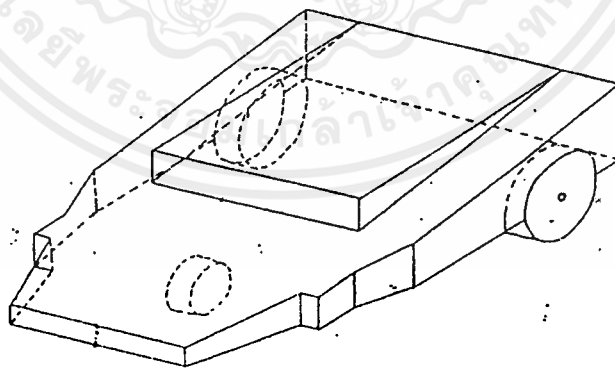
6.5 วงจรตรวจจับเส้นทางโดยใช้อินฟราเรด

ระบบตรวจจับเส้นทางการเดินรถในทิศทางต่างๆ ใช้ LED แบบอินฟราเรด ทำหน้าที่เป็นตัวส่งและมีโฟโตดีเทกเตอร์ ทำหน้าที่เป็นตัวรับ จำนวนตัวส่ง 1 ตัวต่อตัวรับ 1 ตัว ทั้งหมด 10 ชุด จากรูปที่ 6.5 ที่ภาคส่ง เมื่อทรานซิสเตอร์ได้รับกระแสไบอัส โดยมีค่า R 100K และ R 10K เป็นตัวจำกัดค่ากระแสไบอัส ทรานซิสเตอร์ BD140 ก็จะทำงาน LED อินฟราเรดก็จะส่งสัญญาณไปให้ตัวรับ ที่ภาครับ เมื่อโฟโตดีเทกเตอร์ได้รับแสงอินฟราเรด ก็จะทำให้ความต้านทานของตัวรับลดลง ทำให้ทรานซิสเตอร์ BC549 เริ่มนำกระแส เอาต์พุตที่ได้ตกลงเป็นศูนย์ ค่าเอาต์พุตที่ได้นี้ก็จะถูกนำไปป้อนให้แก่ไมโครคอนโทรลเลอร์อีกทีหนึ่ง โดยเราสามารถปรับความไวในการทำงานของทรานซิสเตอร์ตัวรับได้ โดยการปรับที่ VR 470K และมี R 1.5K เป็นตัวจำกัดกระแสในกรณีที่ปรับ VR เท่ากับศูนย์



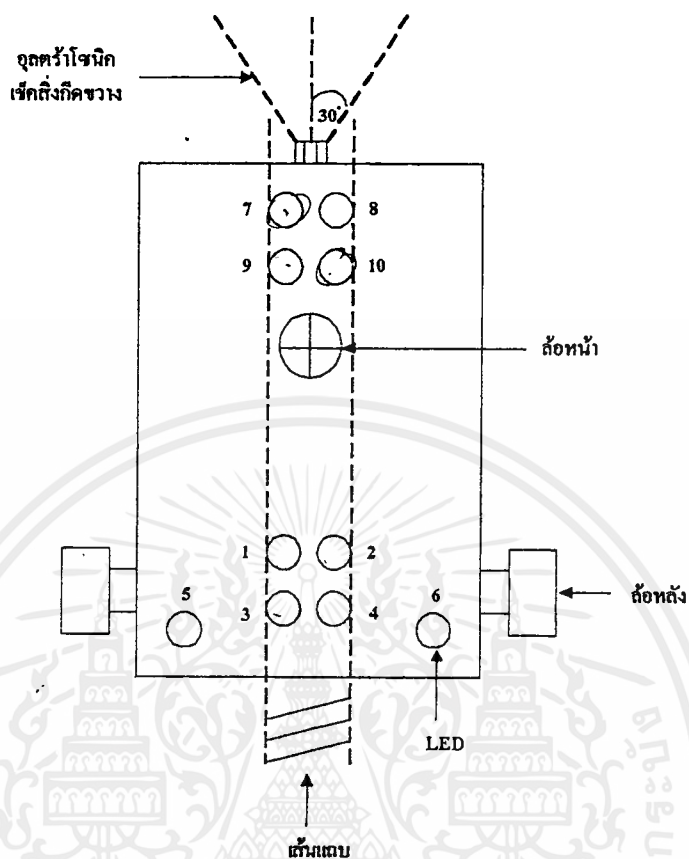
รูปที่ 6.5 วงจรตรวจจับเส้นทางโดยใช้อินฟราเรด

6.6 โครงสร้างและตำแหน่งการติดตั้งเซ็นเซอร์



รูปที่ 6.6 โครงสร้างของรถอย่างง่าย

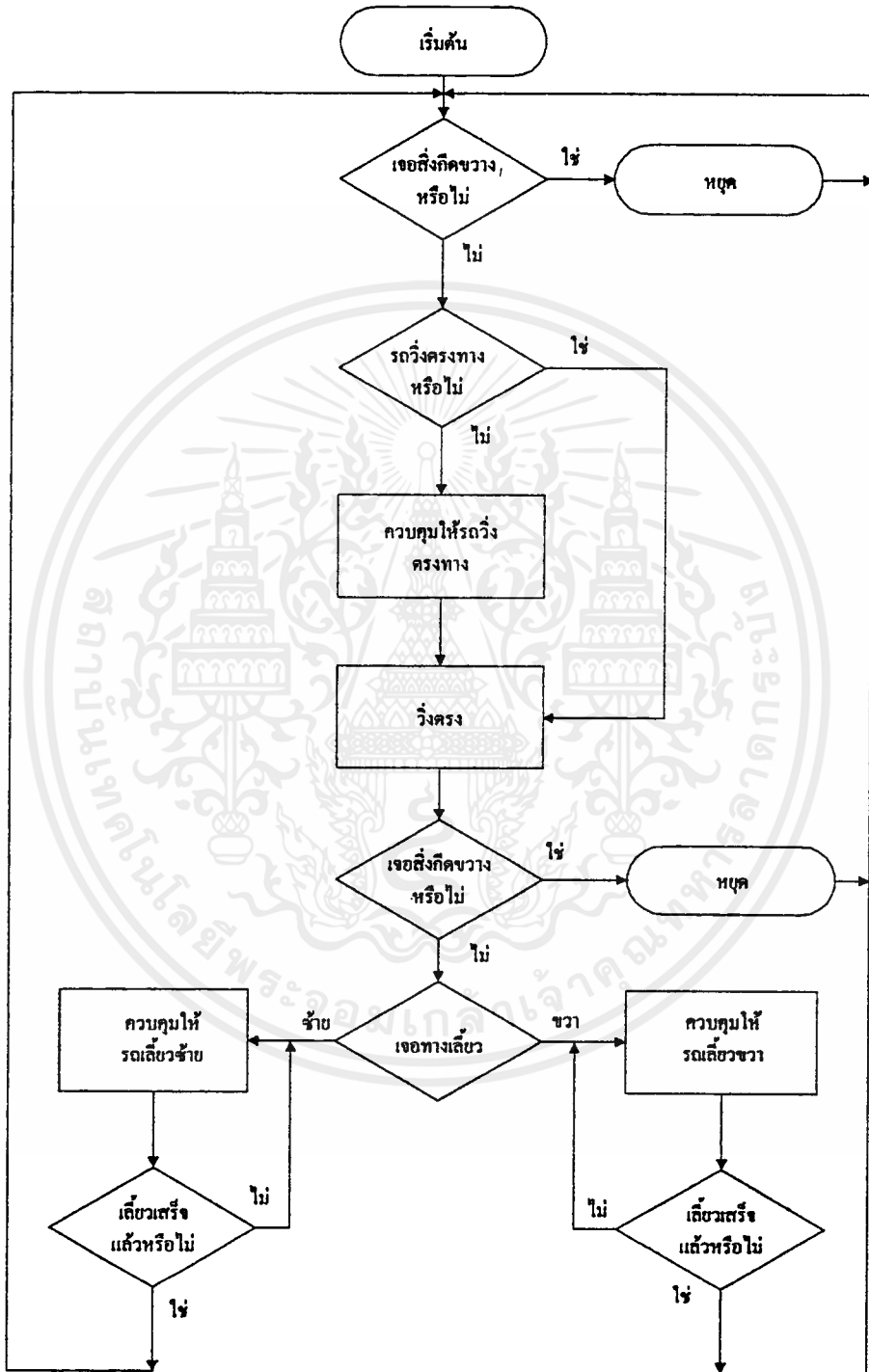
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.7 ตำแหน่งการติดตั้งเซ็นเซอร์

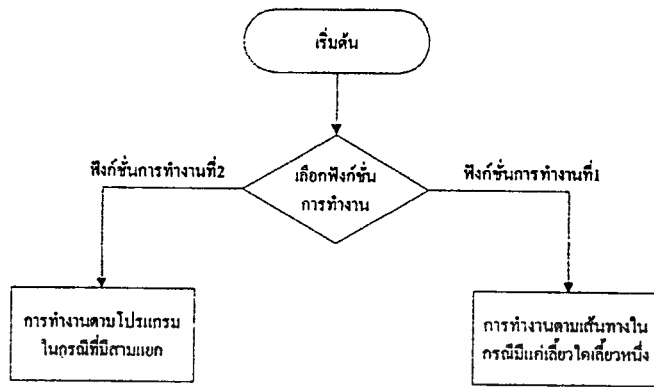
จากรูปแสดงตำแหน่งการติดตั้งเซ็นเซอร์จุดตรวจโฟกัส ซึ่งมีการติดตั้งไว้ทางด้านหน้า โดยจากการทำการทดลองจะได้มุมที่รังสีจุดตรวจโฟกัสแผ่กระจายออกไปประมาณ 30 องศา และระยะที่ทำการเซ็คตั้งกึ่งขวางประมาณ 20 - 25 เซนติเมตร ขึ้นอยู่กับค่าเปรียบเทียบที่ตั้งไว้ ดังได้อธิบายไว้แล้ว ส่วนตำแหน่งการติดตั้งเซ็นเซอร์อินฟราเรด ได้มีการติดตั้งไว้จำนวน 10 ตำแหน่ง โดยตำแหน่งที่ 1,2,3,4 และ 7,8,9,10 สำหรับการเซ็คการเดินตรง ตำแหน่งที่ 7,8,9,10 สำหรับการเซ็คตำแหน่งที่สิ้นสุดในการเลี้ยว ส่วนตำแหน่งที่ 5 และ 6 สำหรับการเซ็คการเลี้ยวซ้าย และเลี้ยวขวา ตามลำดับ

6.7 เทคนิคการควบคุมการทำงาน



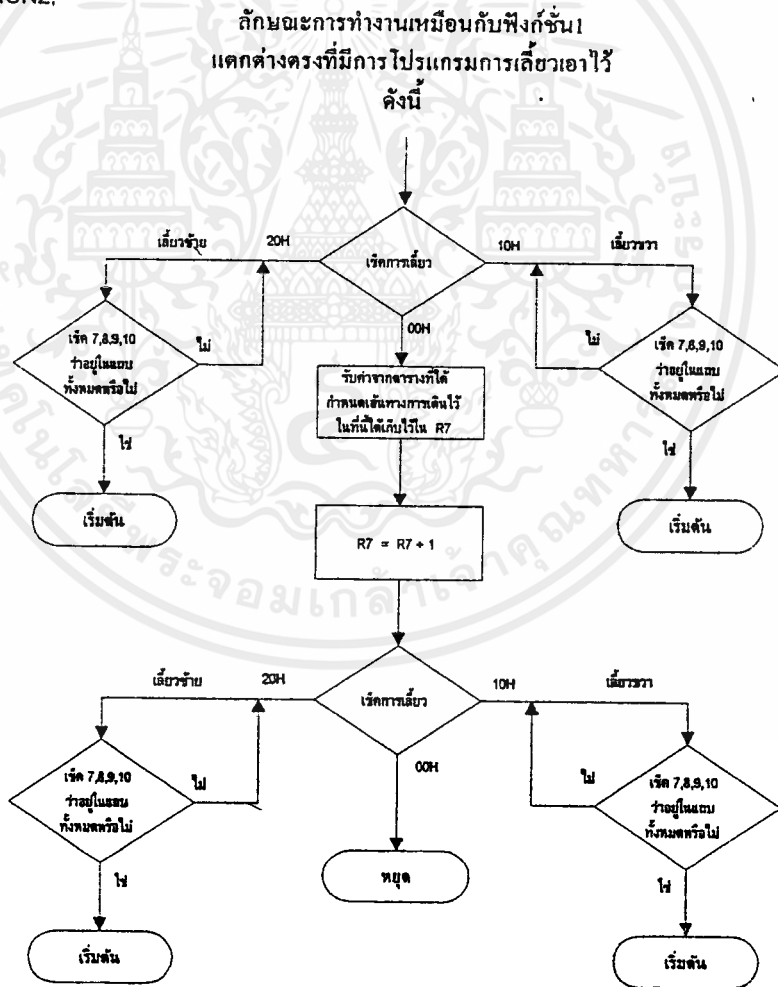
รูปที่ 6.8 แสดงแนวคิดของการควบคุมการเคลื่อนที่ของรถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น มิอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.9 แผนผังแสดงการเลือกฟังก์ชันการทำงาน

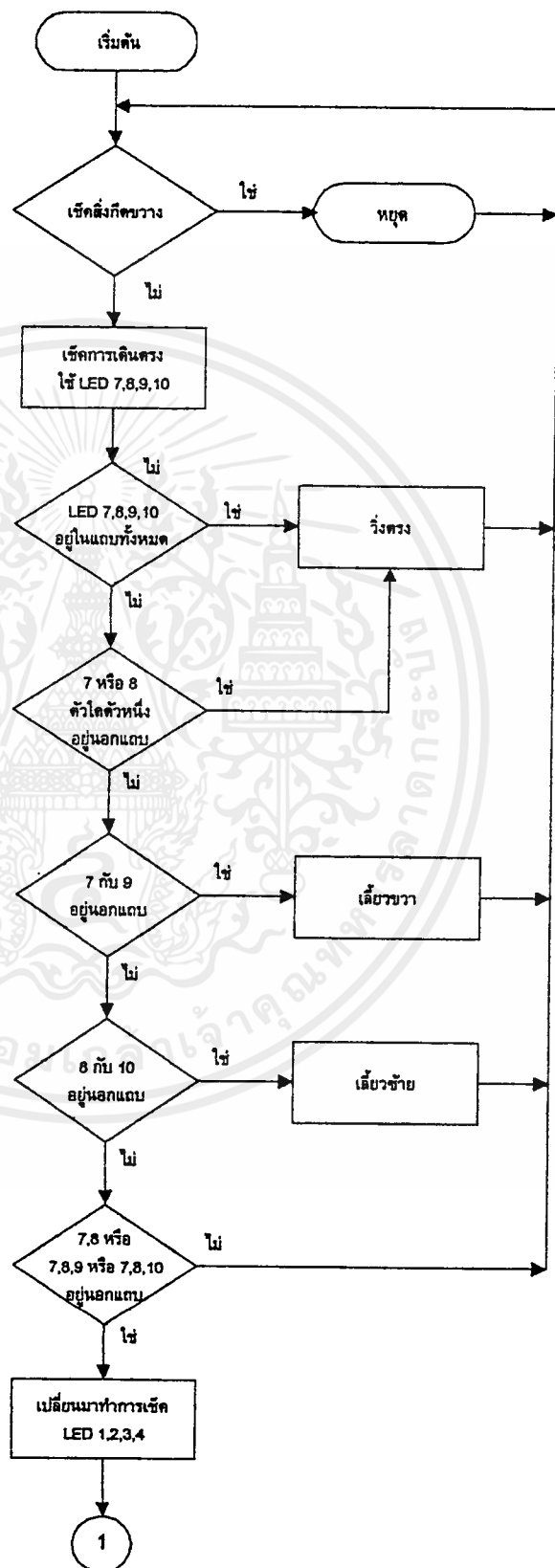
FUNCTION2:



รูปที่ 6.10 แผนผังแสดงการทำงานของฟังก์ชันที่ 2

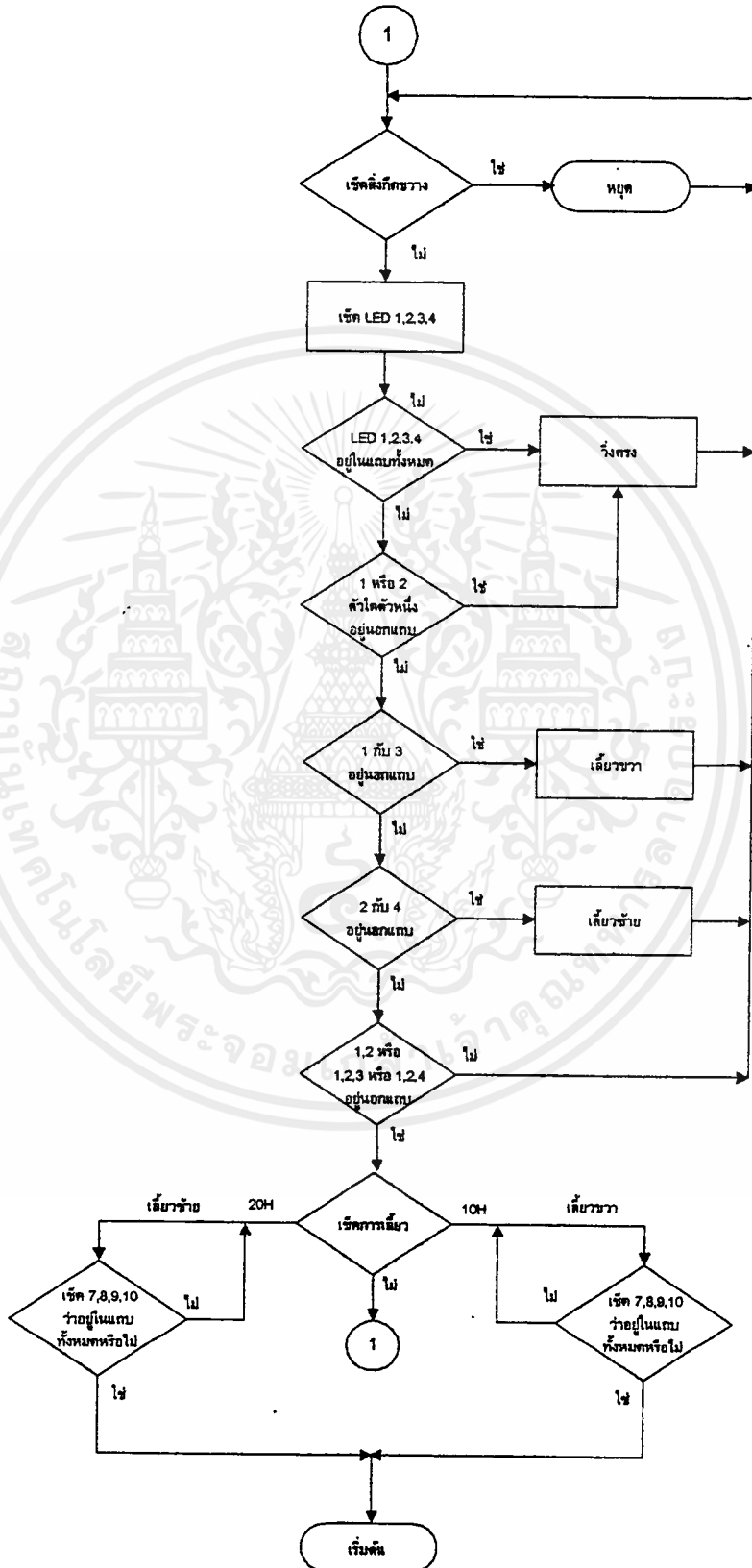
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FUNCTION1;



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

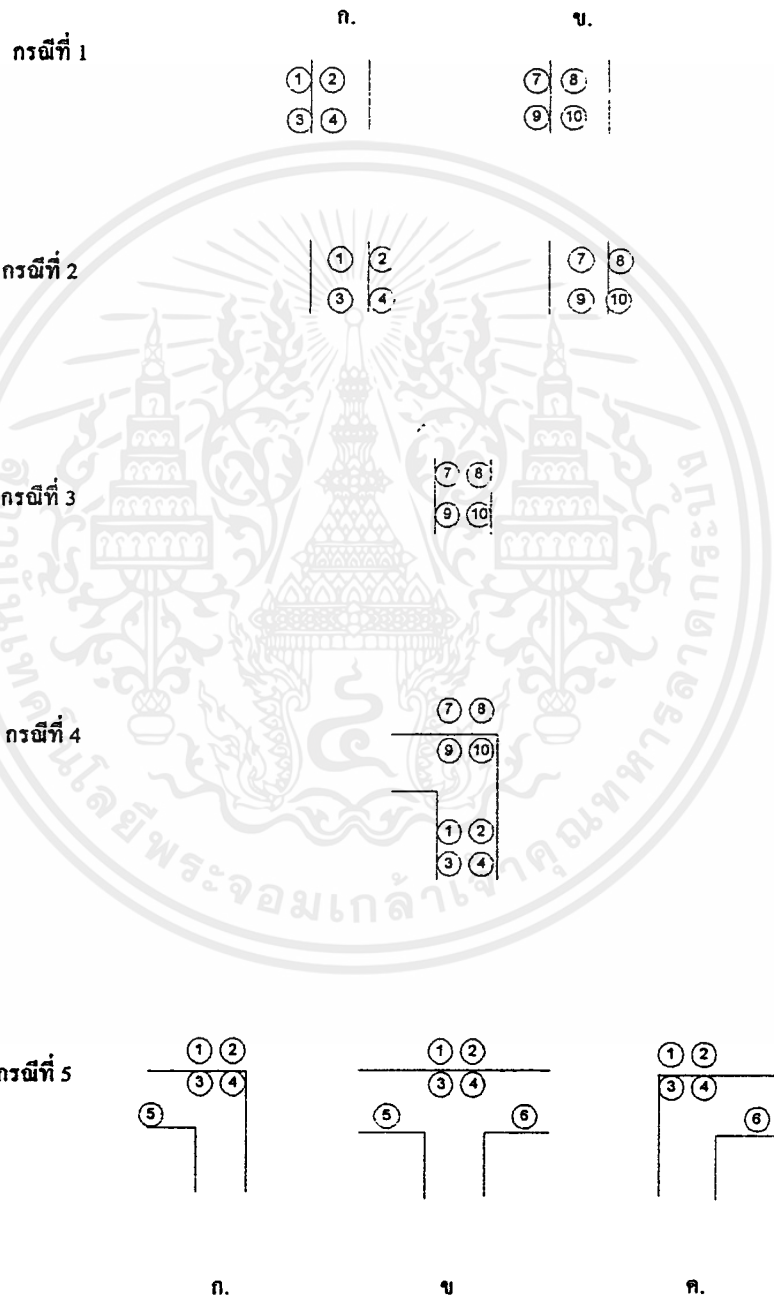
FUNCTION1;



รูปที่ 6.11 แสดงแนวคิดของการตรวจเช็คเส้นแถบและสิ่งกีดขวาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาด้านนี้ เมื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากแผนภูมิแสดงการทำงานของเครื่องเช็คเส้นแถบ รูปที่ 6.10 และ 6.11 เราสามารถอธิบายการทำงานได้เป็น 5 ลักษณะดังรูปที่ 6.12 ดังนี้



รูปที่ 6.12 แสดงการเช็คตำแหน่งของอินฟราเรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรณีที่ 1. รถเกิดการเอียงด้านซ้าย เกิดได้เป็น 2 แบบตามรูป ก. และ ข.

- รูป ก. อธิบายได้ว่า เนื่องจากรถเกิดการเอียงด้านซ้าย ทำให้ LED1,3 ไม่อยู่ในแถบอ้างอิง เพราะฉะนั้นต้องควบคุมให้รถหาเส้นแถบอ้างอิงให้พบ โดยการหักเลี้ยวไปด้านขวาจน LED1,3 อยู่ในแถบอ้างอิง รถจึงจะวิ่งตรง
- รูป ข. อธิบายได้ว่า เนื่องจากรถเกิดการเอียงด้านซ้าย ทำให้ LED7,9 ไม่อยู่ในแถบอ้างอิง เพราะฉะนั้นต้องควบคุมให้รถหาเส้นแถบอ้างอิงให้พบ โดยการหักเลี้ยวไปด้านขวาจน LED7,9 อยู่ในแถบอ้างอิง รถจึงจะวิ่งตรง

กรณีที่ 2. รถเกิดการเอียงด้านขวา เกิดได้เป็น 2 แบบตามรูป ก. และ ข.

- รูป ก. อธิบายได้ว่า เนื่องจากรถเกิดการเอียงด้านขวา ทำให้ LED2,4 ไม่อยู่ในแถบอ้างอิง เพราะฉะนั้นต้องควบคุมให้รถหาเส้นแถบอ้างอิงให้พบ โดยการหักเลี้ยวไปด้านซ้ายจน LED2,4 อยู่ในแถบอ้างอิง รถจึงจะวิ่งตรง
- รูป ข. อธิบายได้ว่า เนื่องจากรถเกิดการเอียงด้านขวา ทำให้ LED8,10 ไม่อยู่ในแถบอ้างอิง เพราะฉะนั้นต้องควบคุมให้รถหาเส้นแถบอ้างอิงให้พบ โดยการหักเลี้ยวไปด้านซ้ายจน LED8,10 อยู่ในแถบอ้างอิง รถจึงจะวิ่งตรง

กรณีที่ 3. เมื่อ LED 7,8,9,10 อยู่ในแถบอ้างอิง รถจึงวิ่งตรง

กรณีที่ 4. รถทำการเปลี่ยนตำแหน่ง LED ในการเช็ค เป็น LED 1,2,3,4

- จากรูป เมื่อ LED 7,8 อยู่บนอกเส้นแถบทั้งสองดวง หรืออาจเกิดขึ้นในกรณีออกนอกเส้นแถบ 3 ดวง คือ 7,8,9 หรือ 7,8,10 ตำแหน่งในการเช็คจะเปลี่ยนมาเป็น LED 1,2,3,4 แทน เพื่อที่จะให้รถสามารถเคลื่อนที่ไปข้างหน้าต่อไป แล้วเข้าสู่กรณีที่ 5

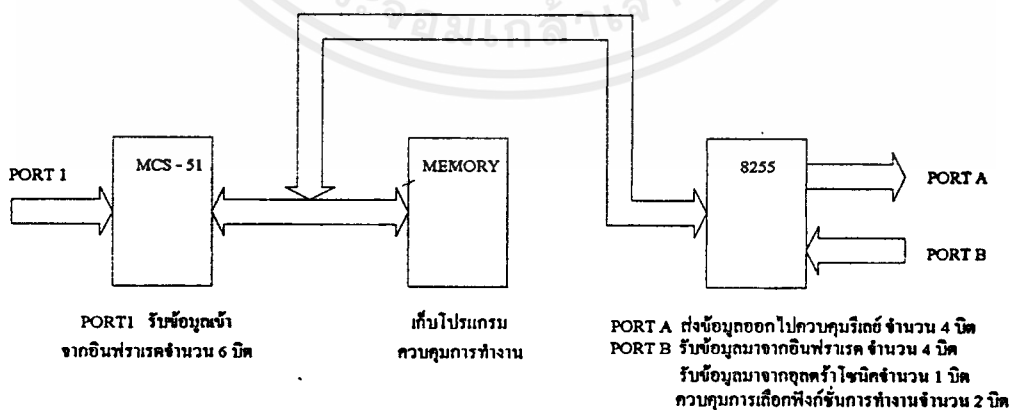
กรณีที่ 5. รถเลี้ยวซ้ายและเลี้ยวขวา

- จากรูป ก. โดยรถจะเลี้ยวซ้ายเมื่อ LED5 ทำการเช็คเส้นแถบอ้างอิงเจอ รถก็จะทำการเลี้ยวซ้าย จากนั้นทำการเช็ค LED 7,8,9,10 ตามกรณีที่ 3 ว่าอยู่ในแถบอ้างอิงหรือไม่ ถ้า LED 7,8,9,10 ทำการเช็คเส้นแถบเจอ ก็แสดงว่าการเลี้ยวสิ้นสุดลง รถก็ตรงไปแล้วทำการเช็คการเอียงของรถคล้ายกรณีที่ 1 และ 2

- จากรูป ข. เป็นการทำงานของฟังก์ชันการทำงานที่ 2 ในกรณีที่มีทางแยกเป็น 3 ทางแยก โดยการทำงานฟังก์ชันนี้มีการโปรแกรมการทำงานไว้ล่วงหน้าว่าจะให้เลี้ยวทางด้านไหน
- จากรูป ค. โดยรถจะเลี้ยวขวาเมื่อ LED6 ทำการเช็คเส้นแถบอ้างอิงเจอ รถก็จะทำการเลี้ยวขวา จากนั้นทำการเช็ค LED 7,8,9,10 ตามกรณีที่ 3 ว่าอยู่ในแถบอ้างอิงหรือไม่ ถ้า LED 7,8,9,10 ทำการเช็คเส้นแถบเจอ ก็แสดงว่าการเลี้ยวสิ้นสุดลง รถก็ตรงไปแล้วทำการเช็คการเอียงของรถ คล้ายกรณีที่ 1 และ 2

หมายเหตุ ถ้า LED ตัวใดทำการเช็คเส้นแถบเจอ จะส่งค่าเอาต์พุต 0 ไปยังคอนโทรลเลอร์ ถ้าเช็คเส้นแถบไม่เจอก็จะทำการส่งค่าเอาต์พุต 1 ไปยังคอนโทรลเลอร์ เพื่อทำการประมวลผลในโปรแกรมควบคุมต่อไป

จากรูปที่ 6.13 จะแสดงบล็อกไดอะแกรมการควบคุมการทำงานของรถโดยย่อ อธิบายได้ดังนี้ เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์รับข้อมูลเข้ามาที่พอร์ต 1 (จำนวน 6 บิต) จากภาครับของชุดตรวจจับเส้นทางจากตำแหน่ง LED ที่ 1,2,3,4,5,6 และรับข้อมูลจากพอร์ต B ของ 8255 จากตำแหน่ง LED ที่ 7,8,9,10 เข้ามาจากภาครับของชุดตรวจจับเส้นทาง ชุดตรวจเช็คอุณหภูมิต่อรถ และฟังก์ชันเลือกการทำงาน จากนั้นนำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบกับเงื่อนไขต่างๆ ตามโปรแกรมที่เขียนไว้ แล้วส่งค่าเอาต์พุตที่ได้ผ่าน 8255 ที่พอร์ต A เพื่อนำค่าที่ได้ส่งไปให้ส่วนวงจรขับรีเลย์ เพื่อให้รีเลย์ทำการตัดต่อแรงดันไฟตรง เพื่อควบคุมทิศทางการหมุนของมอเตอร์ต่อไป

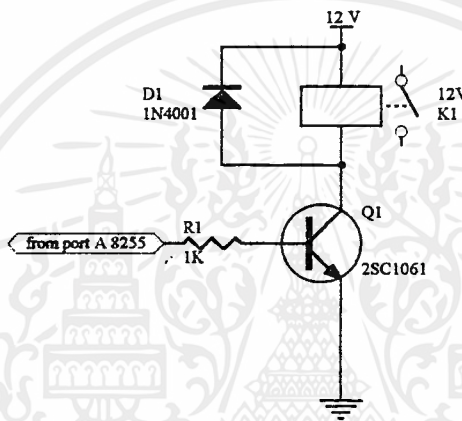


รูปที่ 6.13 แสดงการควบคุมการทำงานของรถ

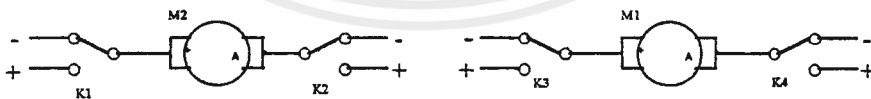
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.8 วงจรส่วนขับเคลื่อนมอเตอร์

ในโครงการนี้เราใช้ดีซีมอเตอร์ 12 โวลท์ จำนวน 2 ตัว ซึ่งมีความเร็ว 20 รอบต่อนาที เป็นตัวขับเคลื่อน เส้นผ่านศูนย์กลางของล้อประมาณ $2 \frac{1}{2}$ นิ้ว โดยใช้รีเลย์จำนวน 4 ตัว ที่มีการต่อแบบขนาน จ่ายกระแสจำนวน 4 แอมป์แก้มอเตอร์ เป็นตัวตัดต่อไฟที่จ่ายแก้มอเตอร์เพื่อการทำงานตามโปรแกรม เช่น เดินหน้า เลี้ยวซ้าย เลี้ยวขวา หรือหยุด เป็นต้น ดังรูปที่จะอธิบายดังต่อไปนี้



รูปที่ 6.14 แสดงวงจรขับมอเตอร์



รูปที่ 6.15 แสดงส่วนของการควบคุมทิศทางการหมุนของมอเตอร์

จากรูปที่ 6.15 มอเตอร์ 2 ตัว จะใช้รีเลย์ในการควบคุมทิศทางการหมุนทั้งหมด จำนวน 4 ตัวต่อกับทรานซิสเตอร์จำนวน 4 ตัว โดยต่อเข้าที่ Port A ของ 8255 (D0-D3) ตามลำดับ โดยมีวงจรขับมอเตอร์ ตามรูปที่ 6.14 และสามารถอธิบายถึงการควบคุมการหมุนดังตารางที่ 6.1 ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทิศทางการเคลื่อน ที่ของรถ	การหมุนของมอเตอร์		การตัดต่อไฟของรีเลย์				เทียบเป็น ไบนารีบิต
	M1	M2	K1	K2	K3	K4	
ตรง	หน้า	หลัง	ON	OFF	OFF	ON	1001
ขวา	หน้า	หน้า	ON	OFF	ON	OFF	1010
ซ้าย	หลัง	หลัง	OFF	ON	OFF	ON	0101

ตารางที่ 6.1 แสดงสภาวะการทำงานของมอเตอร์และการทำงานของรีเลย์แต่ละตัว

ค่าไบนารีที่ได้จะนำไปเป็นค่าที่ต้องป้อนให้แก่วงจรรีเลย์ในส่วนของโปรแกรม เพื่อนำไปควบคุมหมุนของมอเตอร์ ตามลักษณะที่ต้องการตาม โปรแกรมที่กำหนดไว้



บทที่ 7

การทดลองและผลการทดลอง

7.1 การทดลองวงจรเซ็นเซอร์อินฟราเรด

ทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างแถบสี กับเอาต์พุตที่ออกจากวงจรอินฟราเรด เมื่อวางเซ็นเซอร์ห่างจากพื้น 2 เซนติเมตร

ลักษณะแถบสี	ค่าเอาต์พุตที่ได้ (V)
ดำ	5
ขาว	0

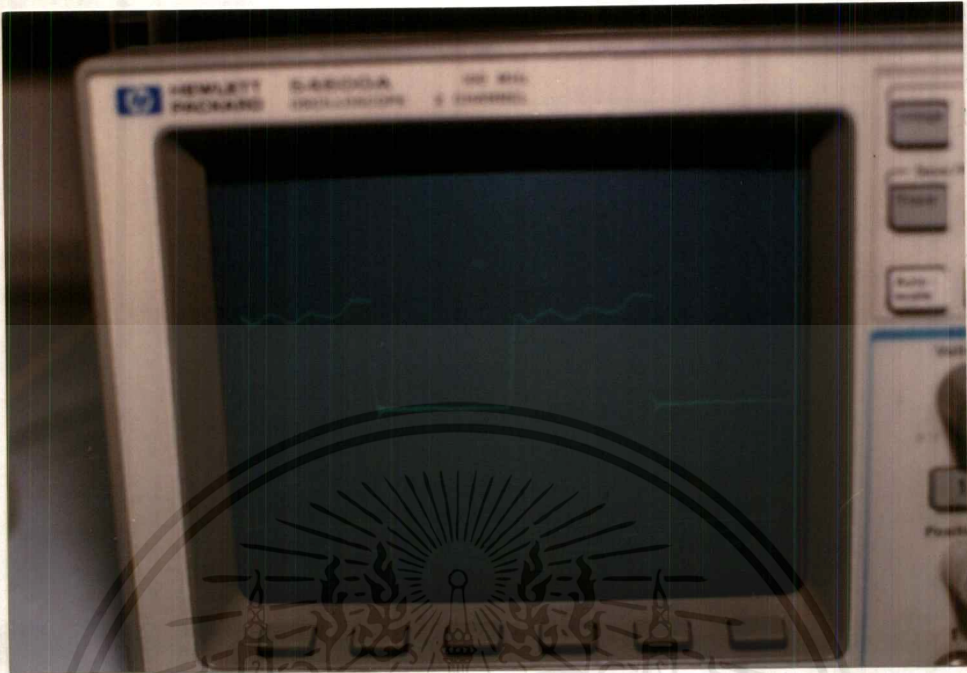
ตารางที่ 7.1 แสดงผลการทดลองวงจรอินฟราเรด

7.2 ผลการทดลองวงจรอุลตราโซนิก

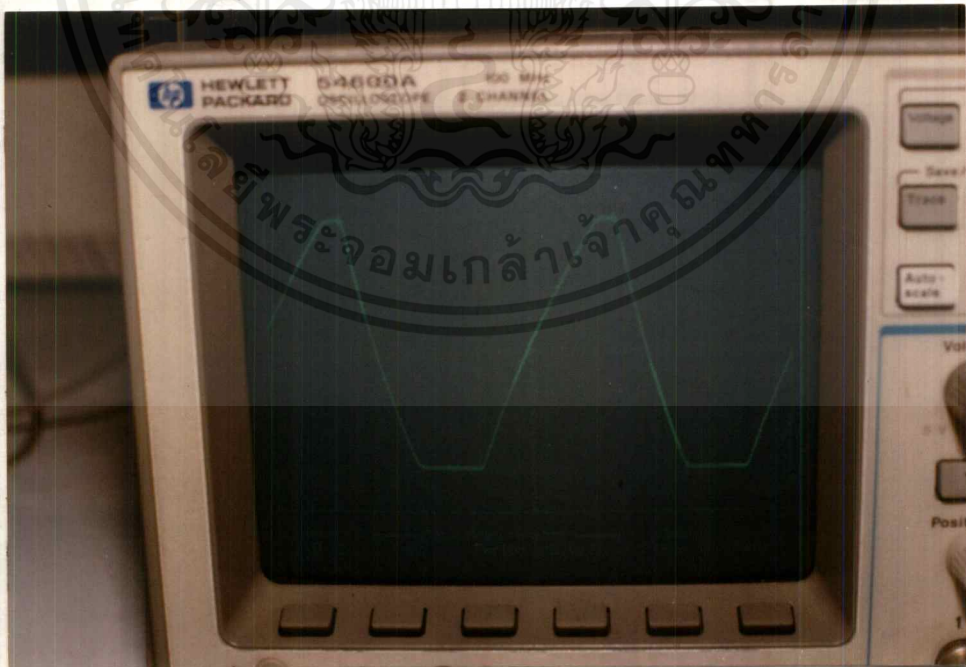
ทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างของวัตถุที่กีดขวาง กับค่าเอาต์พุตที่ออกจากวงจร สำหรับค่าที่ได้ปรับไว้คือประมาณที่ 20 - 25 เซนติเมตร

ระยะห่างระหว่างรถกับวัตถุ	ค่าเอาต์พุตที่ได้ (V)
น้อยกว่า 60 เซนติเมตร	0
มากกว่า 60 เซนติเมตร	5

ตารางที่ 7.2 แสดงผลการทดลองของวงจรอุลตราโซนิก

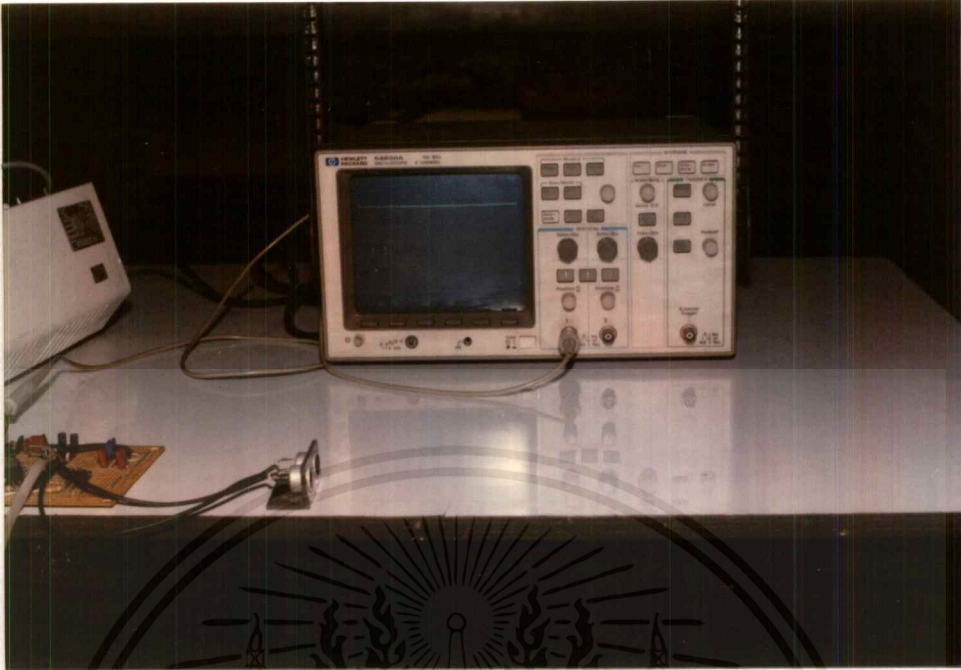


รูปที่ 7.1 แสดงสัญญาณที่ภาคส่ง

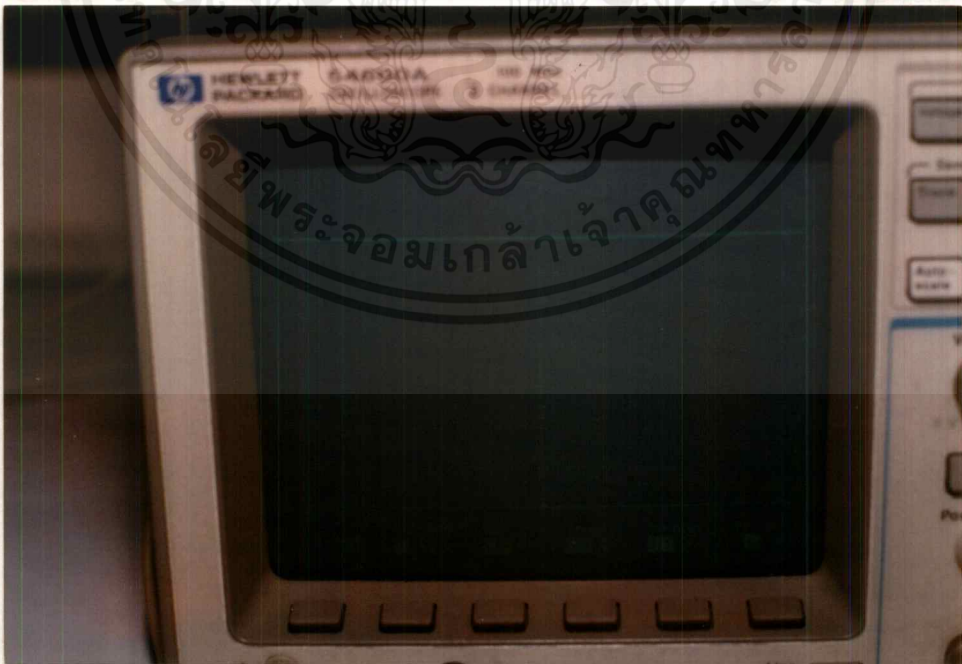


รูปที่ 7.2 สัญญาณที่ภาครับที่ขา 3 ของ TBA 120S

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

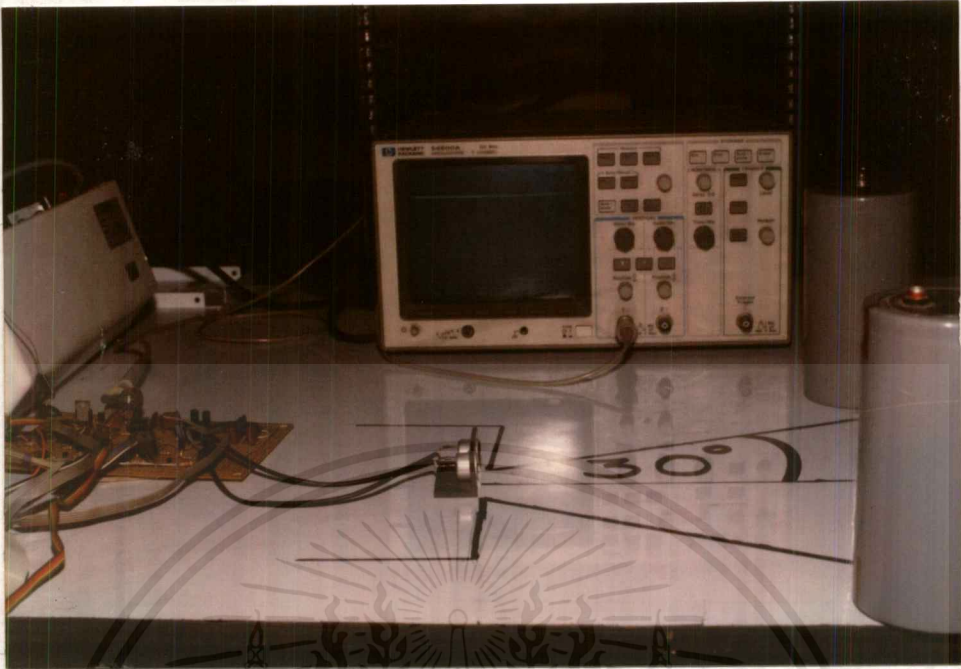


รูปที่ 7.3 สัญญาณที่เอาท์พุทมีค่าเท่ากับ 5 โวลต์ เมื่อไม่มีวัตถุคีดขวาง

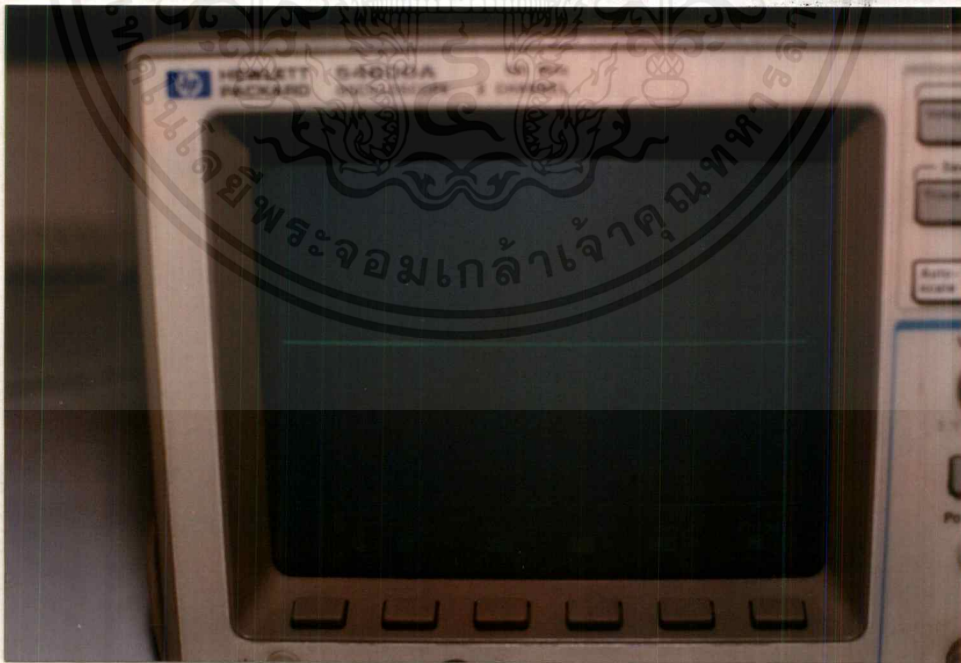


รูปที่ 7.4 แสดงสัญญาณเอาท์พุทมีค่าเท่ากับ 5 โวลต์ เมื่อไม่มีวัตถุคีดขวาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

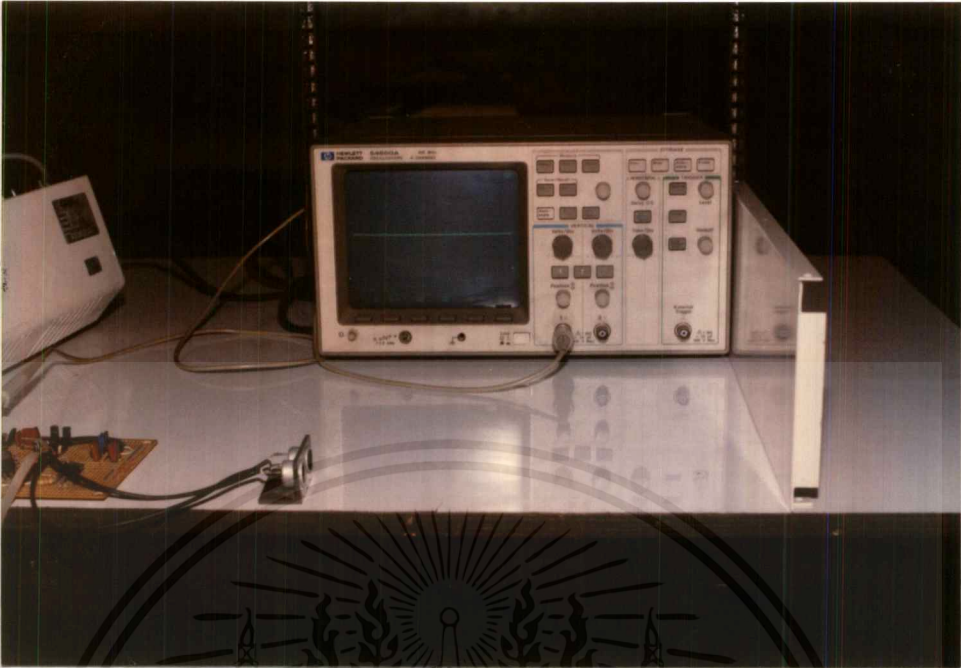


รูปที่ 7.5 แสดงค่าของมมรังสี Ultrasonic ที่สามารถแผ่กระจายออกไป ในกรณีที่ไม่มีวัตถุคขวาง

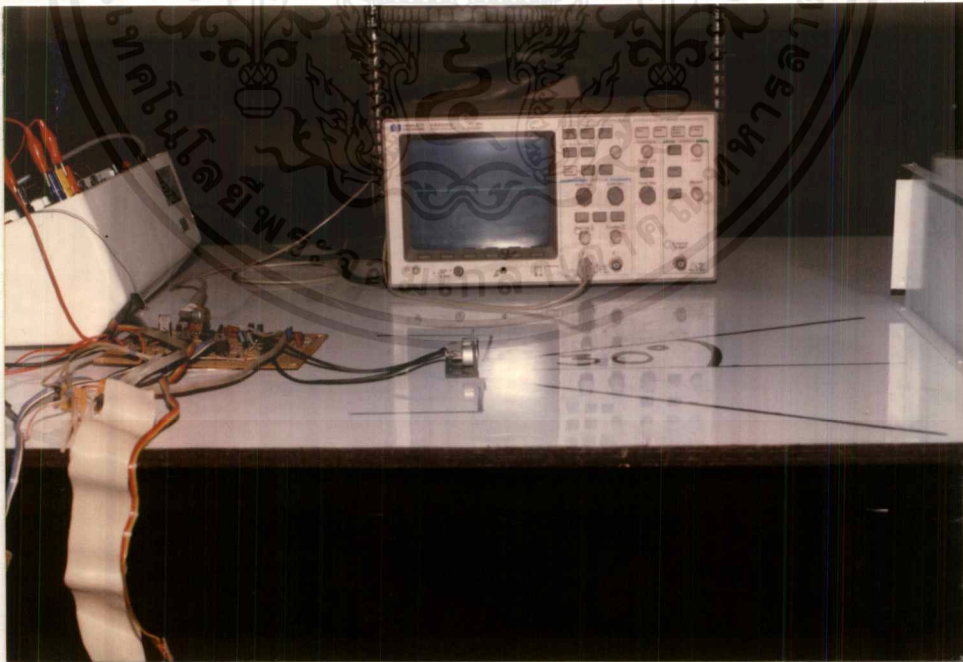


รูปที่ 7.6 สัญญาณที่เอาท์พุทมีค่าเท่ากับ 0 โวลต์ เมื่อมีวัตถุคขวาง

- เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 7.7 แสดงสัญญาณเอาต์พุตที่มีค่าเท่ากับ 0 โวลต์ เมื่อมีวัตถุคขวาง



รูปที่ 7.8 แสดงค่าของมมรังสี Ultrasonic ที่สามารถแผ่กระจายออกไป ในกรณีที่มีวัตถุคขวาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 8

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. วงจรตรวจจับเส้นทาง

เราใช้ เซ็นเซอร์อินฟราเรดในการตรวจเช็คเส้นทางการเคลื่อนที่ โดยมีทั้งหมด 10 จุด ได้ทำการติดตั้งไว้ได้ห้องรถ โดยจะอาศัยหลักการการสะท้อนของพื้นผิว และในโครงการนี้ได้ทำการตรวจเช็คเส้นแถบที่เป็นสีขาว แล้วส่งค่าที่ได้ไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อทำการประมวลผลในโปรแกรมต่อไป จากการทดลองระยะที่สามารถตรวจเช็ค จะไม่สูงมากนัก แต่เนื่องจากโครงสร้างของรถ มีลักษณะที่ต่ำ จึงสามารถใช้งาน ได้เป็นอย่างดี

2. วงจรตรวจเช็คสิ่งกีดขวาง

เราใช้อัลตราโซนิกในการตรวจเช็คสิ่งกีดขวาง อาศัยหลักการการสะท้อนของคลื่นของวัตถุที่ไปตกกระทบกับสิ่งกีดขวาง โดยส่งคลื่นความถี่ 40 KHz ออกไปยังวัตถุเพื่อสะท้อนกลับมายังตัวรับ จากการทดลองจะได้มุมที่รังสีทำการแผ่กระจายออกไปเป็นมุมประมาณ 30 องศา และเราสามารถทำการปรับแต่งระยะที่ต้องการตรวจเช็ค ได้จากการตั้งค่าแรงดันเปรียบเทียบในส่วนของวงจรถ่ายรับ ในโครงการนี้ได้ตั้งระยะที่จะทำการตรวจเช็ค คือประมาณ 20 - 25 เซนติเมตร การจ่ายไฟเลี้ยงแก่ภาครับอัลตราโซนิกได้ทำการแยกจ่ายไว้ต่างหาก เพื่อเป็นการป้องกันการกวนของสัญญาณที่ทำการจับมอเตอร์ โดยใช้รีเลย์เป็นตัวแยกกราวด์ออกจากกัน จากการทดลอง วงจรอัลตราโซนิกที่ได้เมื่อได้ทำการติดตั้งบนรถแล้ว ปรากฏว่าเมื่อรถเกิดการสั่นหรือสะเทือน จะทำให้อัลตราโซนิกเกิดการทำงาน รถจึงหยุดการเคลื่อนที่ตามโปรแกรมที่ควบคุมไว้ จึงได้ทำการแก้ไข โดยการต่อเอาท์พุทของภาครับไว้ที่ 1 หรือ ไฟเลี้ยงตลอด (เมื่อเกิดเช็คเจอสิ่งกีดขวาง เอาท์พุทจะคั่งลงเป็น 0) เพื่อให้รถสามารถเคลื่อนที่ได้อย่างสม่ำเสมอ แต่อย่างไรก็ตาม วงจรอัลตราโซนิกที่ได้ ก็สามารถจะทำงานได้ดีเมื่อ ไม่ได้ทำการติดตั้งบนรถ

3. วงจรจับเคลื่อนมอเตอร์

ในโครงการนี้เราได้ใช้รีเลย์เป็นตัวตัดต่อภาคจ่ายไฟแก่มอเตอร์ โดยรีเลย์ถูกควบคุมผ่านตัวทรานซิสเตอร์อีกทีหนึ่ง ซึ่งมอเตอร์ที่ใช้ในโครงการเป็นมอเตอร์คิซี 2 ตัว แต่ละตัวมีความเร็ว 20 รอบต่อนาที โดยภาคจ่ายไฟในส่วนของมอเตอร์ ได้ใช้เบตเตอรี่ 12 โวลท์ 3 แอมป์จำนวน 2 ลูก ต่อขนานกันเพื่อเพิ่มขนาดของกระแส สำหรับทิศทางการหมุนของมอเตอร์จะถูกควบคุมด้วยค่าที่ส่งมาจากไมโครคอนโทรลเลอร์ ผ่าน 8255 ซึ่งเป็นส่วนเอาท์พุทพอร์คที่ต่อกับวงจรจับมอเตอร์

จากการทดลองในส่วนของวงจรขั้วมอเตอร์นี้ สิ่งที่ได้คือ เป็นการประยุกต์การใช้งานอย่างง่ายโดยใช้รีเลย์ในการควบคุมการจ่ายไฟ แต่ส่วนใหญ่ในการใช้งานทางอุตสาหกรรม มักจะเป็นวงจรที่ซับซ้อน

4. การควบคุมระบบโดยรวม

เราใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ 8031 เป็นตัวควบคุม มีการเขียนโปรแกรมกำหนดเงื่อนไขการทำงานของรถ โดยมีลักษณะการทำงานอยู่สองฟังก์ชัน ฟังก์ชันแรกคือการเลี้ยวโดยที่ทางเลี้ยวมีแค่เลี้ยวใดเลี้ยวหนึ่ง ฟังก์ชันที่สองคือการโปรแกรมการเลี้ยวให้แกردد ในกรณีที่เป็นการสามแยกกว่าจะให้เลี้ยวไปทางด้านไหน โดยการใช้ EPROM 2764 ซึ่งจากการทดลอง รถสามารถทำงานได้ตามเงื่อนไขที่ได้กำหนดไว้ แต่จะเกิดปัญหาคือ เมื่อรถเกิดการสั่นเนื่องจากแบตเตอรี่ที่ใช้มีน้ำหนักพอสมควร ตั้งอยู่กลางตัวรถ ทำให้ด้านหน้าของรถต่ำ เวลาวิ่งจึงทำให้ด้านหลังรถเกิดอาการสั่น ทำให้ชุดรื้อโซนิคทำงานตามโปรแกรมควบคุม รถจึงหยุดเดิน จึงได้มีการแก้ไขเบื้องต้น ดังที่ได้กล่าวไว้แล้ว



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการอุปกรณ์

ทรานซิสเตอร์	- BD 140	10	ตัว
	- BC 549	11	ตัว
	- 2SC1061	4	ตัว
สารกึ่งตัวนำ	- MLED81	10	ตัว
	- Photo sensor PN150NV	10	ตัว
	- RELAY 12 V 1 A	4	ตัว
	- 1N4001	4	ตัว
	- 1N4148	2	ตัว
	- MC 8031	1	ตัว
	- UM 2764	1	ตัว
	- UM 8255	1	ตัว
	- UM 6264	1	ตัว
	- MC 7805 CT	1	ตัว
	- LM 555	1	ตัว
	- LM 741	1	ตัว
	- TBA 120S	1	ตัว
	ตัวต้านทาน	- 100K	16
- 10K		12	ตัว
- 240 5 W		10	ตัว
- 500K		10	ตัว
- 22K		11	ตัว
- 1K		5	ตัว
- 12K		1	ตัว
- 100		1	ตัว
- 330K		1	ตัว
- 3.3 K		1	ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	- 220K	1	ตัว
	- 4.7K	1	ตัว
	- VR 470K	10	ตัว
	- VR 10K	1	ตัว
	- VR 50K	1	ตัว
คาปาซิเตอร์	- 0.1uF	5	ตัว
	- 0.001uF	1	ตัว
	- 0.0047uF	1	ตัว
	- 0.01uF	1	ตัว
	- 0.047uF	1	ตัว
	- 10 uF 16 V	4	ตัว
อื่นๆ	- แบตเตอรี่ 12 V	2	ตัว
	- ตัวรับส่งอุลตราโซนิก 40 KHz	2	ตัว
	- มอเตอร์ดีซี 12 V	2	ตัว
	- ล้อรถ	3	ล้อ
	- อุปกรณ์ต่อพ่วงอื่นๆ		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MOTOROLA
SEMICONDUCTOR
TECHNICAL DATA

Infrared LED

This device is designed for infrared remote control and other sensing applications, and can be used in conjunction with the MRD821 photodiode. It features high power output, using long-life gallium arsenide technology.

- Low Cost
- Popular T-1 1/4 Package
- Ideal Beam Angle for Most Remote Control Applications
- Uses Stable Long-Life LED Technology
- Clear Epoxy Package

MAXIMUM RATINGS

Rating	Symbol	Value	Unit
Reverse Voltage	V_R	5	Volts
Forward Current — Continuous	I_F	100	mA
Forward Current — Peak Pulse	I_F	1	A
Total Power Dissipation (at $T_A = 25^\circ\text{C}$ Derate above 25°C)	P_D	100 2.2	mW mW/°C
Ambient Operating Temperature Range	T_A	-30 to +70	°C
Storage Temperature	T_{stg}	-30 to +80	°C
Lead Soldering Temperature, 5 seconds max, 1/16 inch from case	—	260	°C

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted)

Characteristic	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
Reverse Leakage Current ($V_R = 3\text{ V}$)	I_R	—	10	—	nA
Reverse Leakage Current ($V_R = 5\text{ V}$)	I_R	—	1	10	μA
Forward Voltage ($I_F = 100\text{ mA}$)	V_F	—	1.35	1.7	V
Temperature Coefficient of Forward Voltage	ΔV_F	—	-1.6	—	mV/K
Capacitance ($f = 1\text{ MHz}$)	C	—	25	—	pF

OPTICAL CHARACTERISTICS ($T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted)

Characteristic	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
Peak Wavelength ($I_F = 100\text{ mA}$)	λ_p	—	940	—	nm
Spectral Half-Power Bandwidth	$\Delta\lambda$	—	50	—	nm
Total Power Output ($I_F = 100\text{ mA}$)	θ_e	—	16	—	mW
Temperature Coefficient of Total Power Output	$\Delta\theta_e$	—	-0.25	—	%/K
Axial Radiant Intensity ($I_F = 100\text{ mA}$)	I_e	10	15	—	mW/sr
Temperature Coefficient of Axial Radiant Intensity	ΔI_e	—	-0.25	—	%/K
Power Half-Angle	ϕ	—	± 30	—	°

MLED81

**INFRARED
LED
940 nm**



CASE 2798-01

MLED81

TYPICAL CHARACTERISTICS

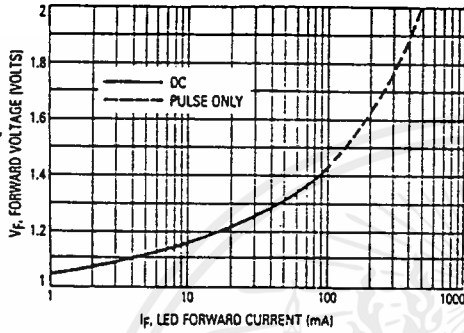


Figure 1. LED Forward Voltage versus Forward Current

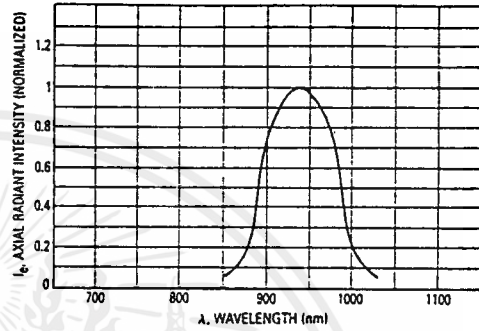


Figure 2. Relative Spectral Emission

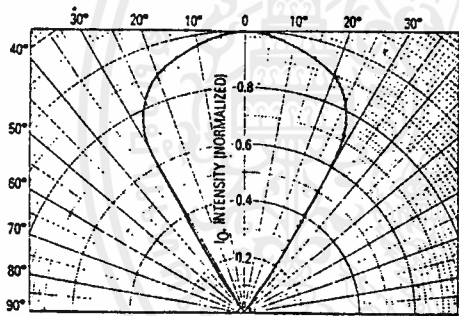


Figure 3. Spatial Radiation Pattern

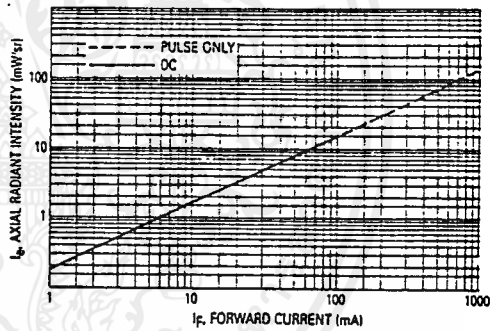


Figure 4. Intensity versus Forward Current

OUTLINE DIMENSIONS

CASE 2798-01

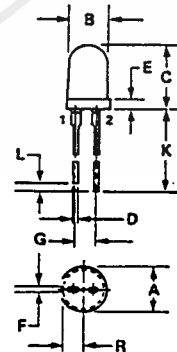
DIM	MILLIMETERS		INCHES	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	5.52	5.96	0.217	0.235
B	4.80	5.20	0.189	0.205
C	8.13	9.14	0.320	0.360
D	0.51	0.71	0.020	0.028
E	1.15	1.39	0.045	0.055
F	0.51	0.76	0.020	0.030
G	2.29	2.79	0.090	0.110
K	25.40	26.67	1.00	1.05
L	0.18	1.82	0.007	0.072
R	2.42	2.79	0.095	0.110

NOTES:

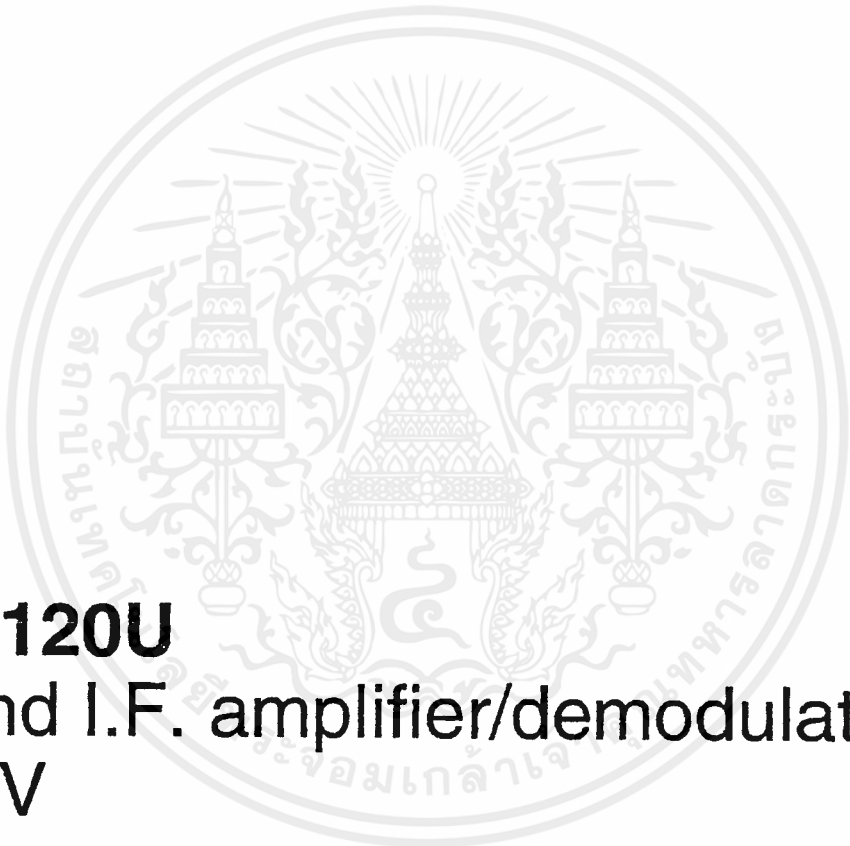
1. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5M, 1982.
2. CONTROLLING DIMENSION: INCH.

STYLE 1:

- PIN 1. CATHODE
2. ANODE



DATA SHEET



TBA120U Sound I.F. amplifier/demodulator for TV

Product specification
File under Integrated Circuits, IC02

March 1986

Philips

Semiconductors

ที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น



PHILIPS

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Sound I.F. amplifier/demodulator for TV

TBA120U

GENERAL DESCRIPTION

The TBA120U is an i.f. amplifier with a symmetrical FM demodulator and an a.f. amplifier with adjustable output voltage. The a.f. amplifier is also provided with an output for volume control and an input for VCR operation.

The input and output of the TBA120U are especially designed for LC-circuits, but the input can also be used with a ceramic filter.

QUICK REFERENCE DATA

Supply voltage (pin 11)	V_p	typ.	12	V
Supply current	I_p	typ.	13,5	mA
I.F. voltage gain at $f = 5,5$ MHz	$G_{v\text{ if}}$	typ.	68	dB
Input voltage starting limiting	V_i	typ.	30	μV
AM suppression at $\Delta f = \pm 50$ kHz	α	typ.	60	dB
A.F. output voltage adjustment range (pin 8)	$\Delta V_{o\text{ af}}$	typ.	85	dB
A.F. output voltage at $\Delta f = \pm 50$ KHz (r.m.s. value)				
at pin 8	$V_{o\text{ af}}(\text{rms})$	typ.	1,2	V
at pin 12	$V_{o\text{ af}}(\text{rms})$	typ.	1,0	V

PACKAGE OUTLINE

14-lead DIL; plastic (SOT27); SOT27-1; 1996 November 19.

Sound I.F. amplifier/demodulator for TV

TBA120U

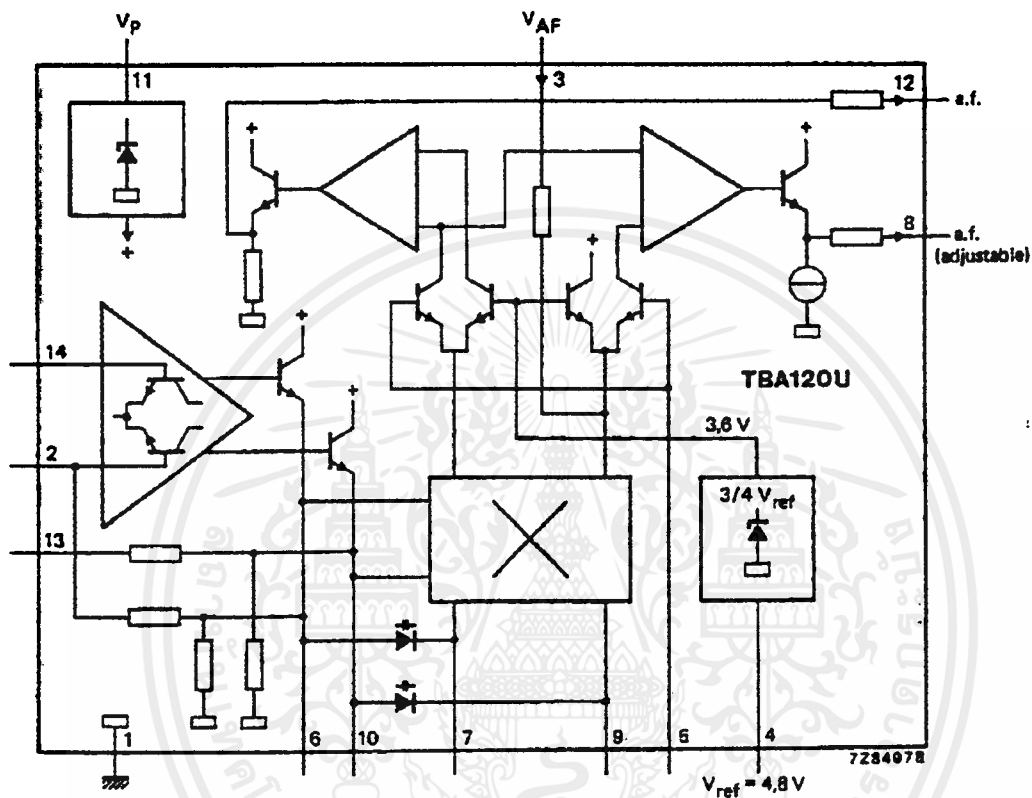


Fig.1 Block diagram.

Sound I.F. amplifier/demodulator for TV

TBA120U

RATINGS

Limiting values in accordance with the Absolute Maximum System (IEC 134)

Supply voltage (pin 11)	$V_P = V_{11-1}$	max.	18	V ⁽¹⁾
Adjustment voltage (pin 5)	V_{5-1}	max.	6	V
Total power dissipation	P_{tot}	max.	400	mW
By-pass resistance	R_{13-14}	max.	1	k Ω
Storage temperature range	T_{stg}		-40 to +125	$^{\circ}\text{C}$
Operating ambient temperature range	T_{amb}		0 to +70	$^{\circ}\text{C}$

CHARACTERISTICS

 $V_P = 12\text{ V}$; $T_{amb} = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$; $f = 5,5\text{ MHz}$

I.F. voltage gain	G_v if 6-14	typ.	68	dB
Input voltage starting limiting at $\Delta f = \pm 50\text{ kHz}$; $f_m = 1\text{ kHz}$	V_i	typ.	30	μV
		<	60	μV
I.F. output voltage at limiting (peak-to-peak value)	V_o if (p-p)	typ.	250	mV
AM suppression at $\Delta f = \pm 50\text{ kHz}$; $V_i = 500\text{ }\mu\text{V}$; $f_m = 1\text{ kHz}$; $m = 30\%$	α	>	50	dB
		typ.	60	dB
I.F. residual voltage without de-emphasis at pin 12	$V_{if\ 12}$	typ.	30	mV
at pin 8	$V_{if\ 8}$	typ.	20	mV
A.F. voltage gain	G_v af 8-3	typ.	7,5	
A.F. adjustment			20 to 36	dB
at $R_{4-5} = 5\text{ k}\Omega$; $R_{5-1} = 13\text{ k}\Omega$	$\Delta V_{o\ af}$	typ.	28	dB
A.F. output voltage control range	$\Delta V_{o\ af}$	>	70	dB
		typ.	85	dB
Adjustment resistor(note 2)	R_{4-5}		1 to 10	k Ω
D.C. voltage portion at the a.f. outputs pin 12	V_{12-1}	typ.	5,6	V
pin 8	V_{8-1}	typ.	4,0	V
Output resistance of the a.f. outputs pin 12	$R_o\ 12-1$	typ.	1,1	k Ω
pin 8	$R_o\ 8-1$	typ.	1,1	k Ω
Input resistance of the a.f. input	$R_i\ 3-1$	typ.	2	k Ω
			4,2 to 5,3	V
Stabilized reference voltage	$V_{4-1} = V_{ref}$	typ.	4,8	V
Source resistance of reference voltage source	R_{4-1}	typ.	12	Ω

Sound I.F. amplifier/demodulator for TV

TBA120U

Hum suppression

at pin 12

V_{12}/V_{11} typ. 30 dB

at pin 8

V_8/V_{11} typ. 35 dB

Supply current (pin 11)

$I_P = I_{11}$ 9,5 to 17,5 mA

typ. 13,5 mA

I.F. input impedance

$|Z_i|$ typ. 40 k Ω /4,5 pF

> 15 k Ω / < 6 pF

A.F. output voltage at $\Delta f = \pm 50$ kHz; $f_m = 1$ kHz;

$V_i = 10$ mV; $Q_o = 45$; r.m.s. value

at pin 12

$V_{o\text{ af (rms)}}$ typ. 1,0 V

at pin 8

$V_{o\text{ af (rms)}}$ typ. 1,2 V

Distortion at $\Delta f = \pm 50$ kHz; $f_m = 1$ kHz;

$V_i = 10$ mV; $Q_o = 20$

d_{tot} typ. 1 %

Notes

1. Supply voltage operating range is 10 to 18 V.
2. Pin 5 must be connected to pin 4, when volume control adjustment is not applicable.

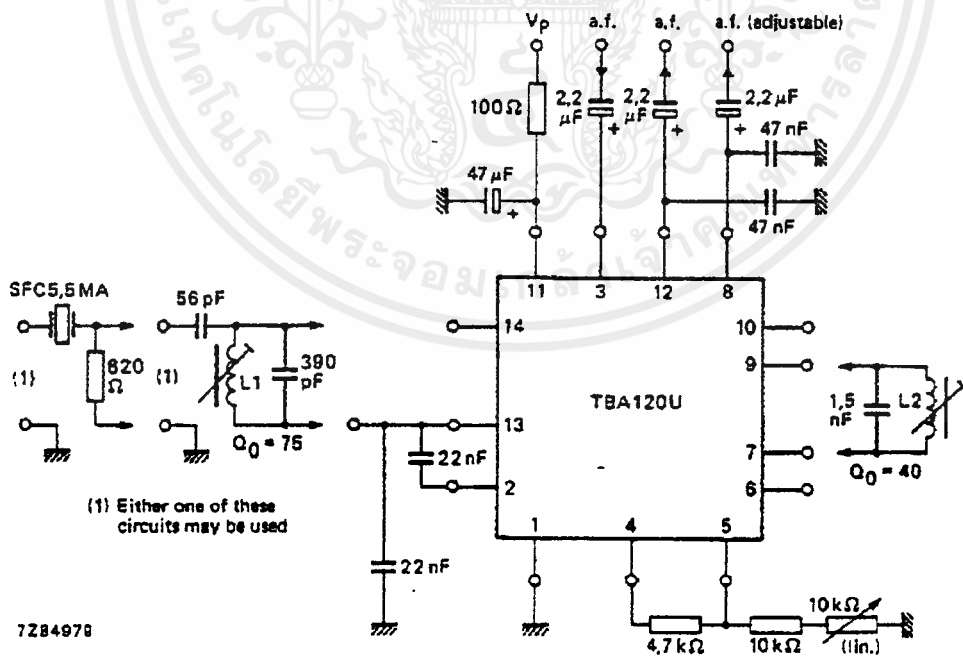


Fig.2 Application example using TBA120U.

Sound I.F. amplifier/demodulator for TV

TBA120U

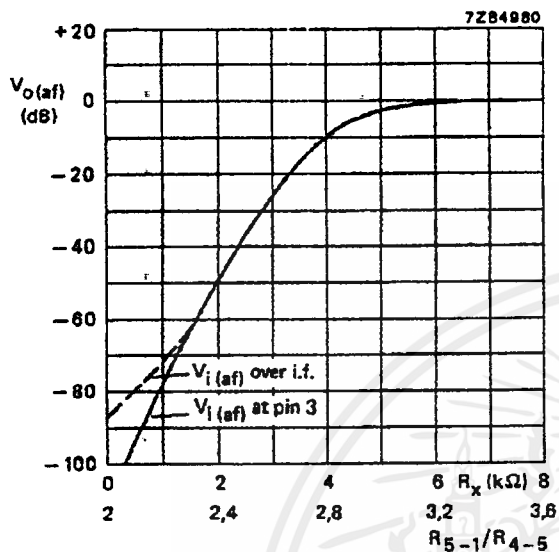


Fig.3 The a.f. output voltage at pin 8 as a function of the resistance values as shown in Fig.4.

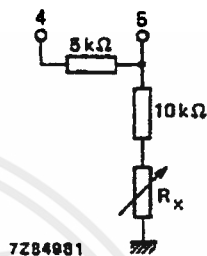
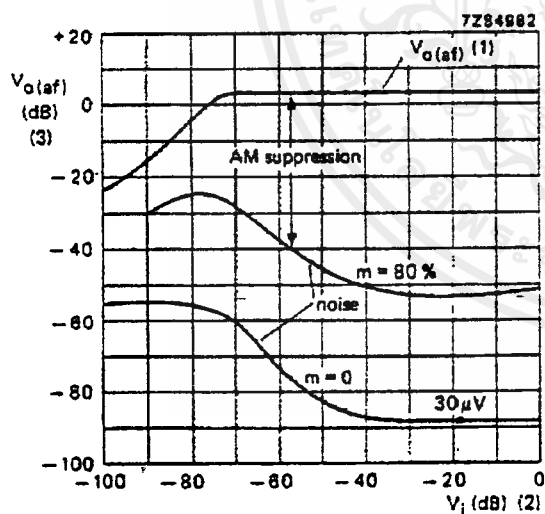
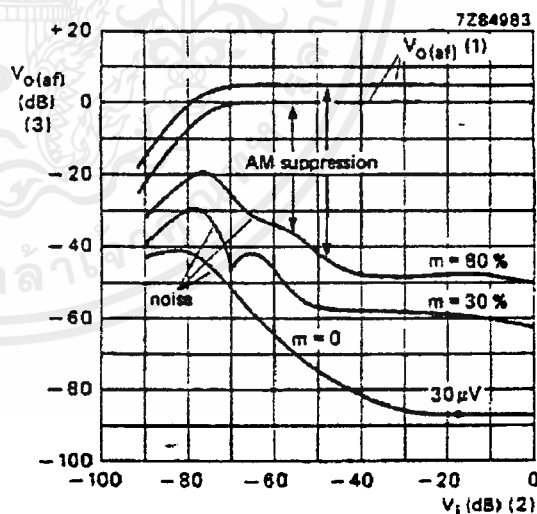


Fig.4 Resistor conditions for curves in Fig.3.



- (1) $V_{o\ af}$ with de-emphasis at $\Delta f = \pm 50$ kHz; $f_m = 1$ kHz; $d_{tot} = 1,5\%$; 0 dB \cong 770 mV.
- (2) V_i : 0 dB \cong 200 mV at 60 Ω .

Fig.5 The a.f. output voltage at pin 8 as a function of the input voltage with SFC 5,5 MA at the input (see Fig.2).



- (1) $V_{o\ af}$ with de-emphasis at $f_m = 1$ kHz; 0 dB \cong 770 mV; curve a: $\Delta f = \pm 50$ kHz; $d_{tot} = 3\%$; curve b: $\Delta f = \pm 25$ kHz; $d_{tot} = 1\%$.
- (2) V_i : 0 dB \cong 200 mV at pin 14.

Fig.6 The a.f. output voltage at pin 8 as a function of the input voltage with broadband input (60 Ω).

Sound I.F. amplifier/demodulator for TV

TBA120U

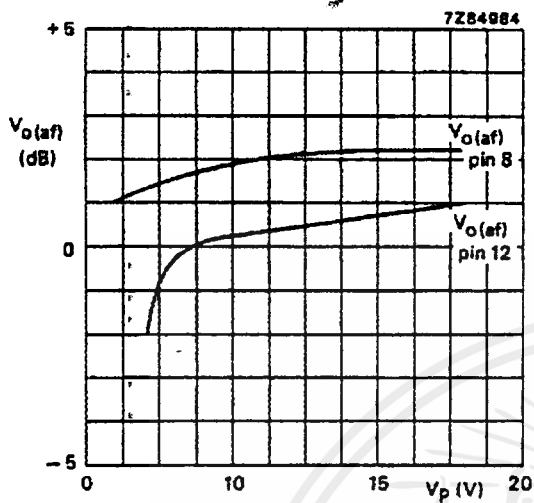


Fig.7 The a.f. output voltages at pins 8 and 1 as a function of the supply voltage; 0 dB \equiv 770 mV.

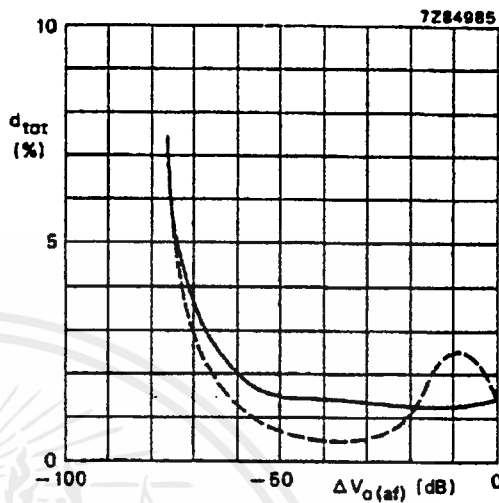


Fig.8 Total distortion as a function of the a.f. output voltage change.
 — 0 dB \equiv 900 mV over i.f. (pin 8)
 - - - 0 dB \equiv 1,15 V (pin 8)

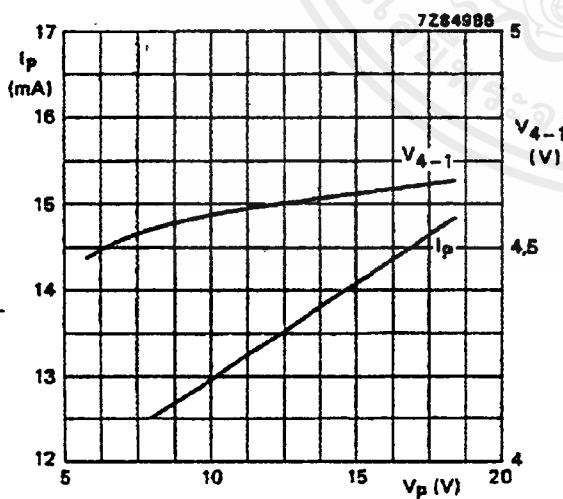


Fig.9 Supply current and the reference voltage at pin 4 as a function of supply voltage.

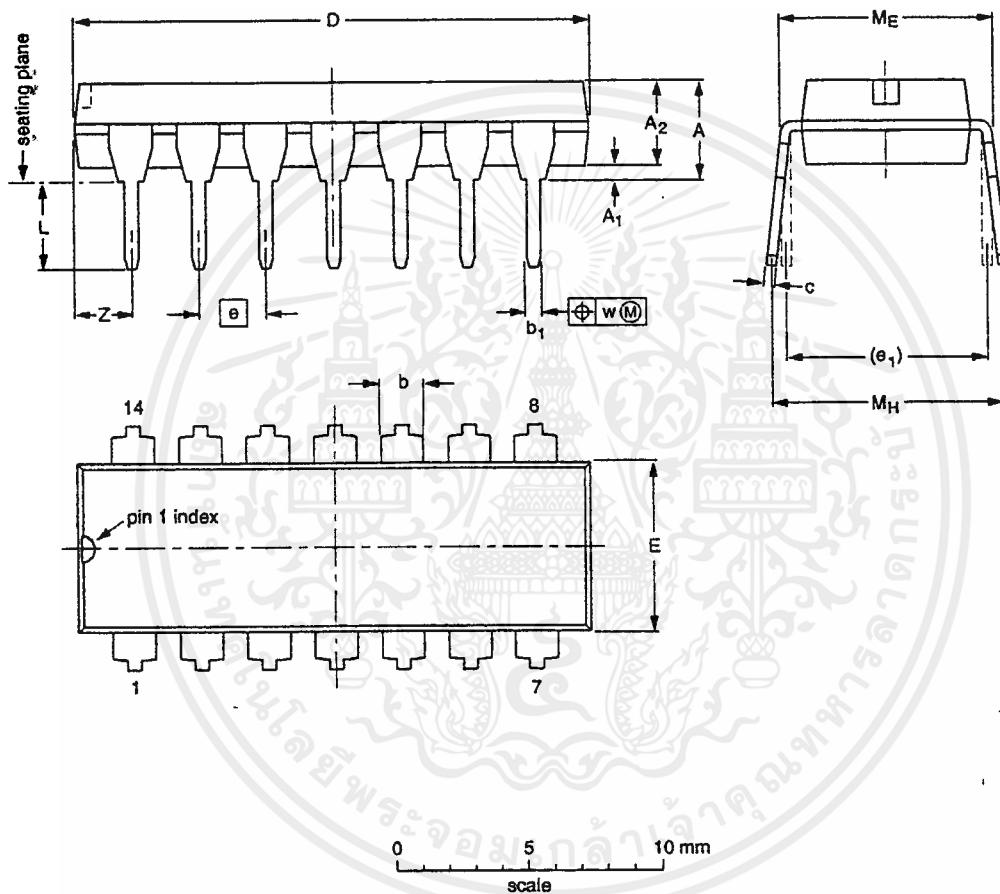
Sound I.F. amplifier/demodulator for TV

TBA120U

PACKAGE OUTLINE

DIP14: plastic dual in-line package; 14 leads (300 mil)

SOT27-1



DIMENSIONS (inch dimensions are derived from the original mm dimensions)

UNIT	A max.	A ₁ min.	A ₂ max.	b	b ₁	c	D ⁽¹⁾	E ⁽¹⁾	e	e ₁	L	M _E	M _H	w	Z ⁽¹⁾ max.
mm	4.2	0.51	3.2	1.73 1.13	0.53 0.38	0.36 0.23	19.50 18.55	6.48 6.20	2.54	7.62	3.60 3.05	8.25 7.80	10.0 8.3	0.254	2.2
inches	0.17	0.020	0.13	0.068 0.044	0.021 0.015	0.014 0.009	0.77 0.73	0.26 0.24	0.10	0.30	0.14 0.12	0.32 0.31	0.39 0.33	0.01	0.087

Note

1. Plastic or metal protrusions of 0.25 mm maximum per side are not included.

OUTLINE VERSION	REFERENCES				EUROPEAN PROJECTION	ISSUE DATE
	IEC	JEDEC	EIAJ			
SOT27-1	050G04	MO-001AA				92-11-17 95-03-11

Sound I.F. amplifier/demodulator for TV

TBA120U

SOLDERING**Introduction**

There is no soldering method that is ideal for all IC packages. Wave soldering is often preferred when through-hole and surface mounted components are mixed on one printed-circuit board. However, wave soldering is not always suitable for surface mounted ICs, or for printed-circuits with high population densities. In these situations reflow soldering is often used.

This text gives a very brief insight to a complex technology. A more in-depth account of soldering ICs can be found in our "IC Package Databook" (order code 9398 652 90011).

Soldering by dipping or by wave

The maximum permissible temperature of the solder is 260 °C; solder at this temperature must not be in contact with the joint for more than 5 seconds. The total contact time of successive solder waves must not exceed 5 seconds.

The device may be mounted up to the seating plane, but the temperature of the plastic body must not exceed the specified maximum storage temperature ($T_{stg\ max}$). If the printed-circuit board has been pre-heated, forced cooling may be necessary immediately after soldering to keep the temperature within the permissible limit.

Repairing soldered joints

Apply a low voltage soldering iron (less than 24 V) to the lead(s) of the package, below the seating plane or not more than 2 mm above it. If the temperature of the soldering iron bit is less than 300 °C it may remain in contact for up to 10 seconds. If the bit temperature is between 300 and 400 °C, contact may be up to 5 seconds.

DEFINITIONS

Data sheet status	
Objective specification	This data sheet contains target or goal specifications for product development.
Preliminary specification	This data sheet contains preliminary data; supplementary data may be published later.
Product specification	This data sheet contains final product specifications.
Short-form specification	The data in this specification is extracted from a full data sheet with the same type number and title. For detailed information see the relevant data sheet or data handbook.

Limiting values

Limiting values given are in accordance with the Absolute Maximum Rating System (IEC 134). Stress above one or more of the limiting values may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only and operation of the device at these or at any other conditions above those given in the Characteristics sections of the specification is not implied. Exposure to limiting values for extended periods may affect device reliability.

Application information

Where application information is given, it is advisory and does not form part of the specification.

LIFE SUPPORT APPLICATIONS

These products are not designed for use in life support appliances, devices, or systems where malfunction of these products can reasonably be expected to result in personal injury. Philips customers using or selling these products for use in such applications do so at their own risk and agree to fully indemnify Philips for any damages resulting from such improper use or sale.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
ORG 0000H
CONA EQU 0E0E0H
CONB EQU 0E0E1H
CONC EQU 0E0E2H
ST EQU 0009H
TR EQU 0005H
TL EQU 000AH
STP EQU 0000H
DISPA EQU 0F800H
DISPB EQU 0F801H
```

```
MOV DPTR,#CONC ;CONTROL PORT 8255
MOV A,#82H
MOVX @DPTR,A
```

SELECT:

```
MOV R0,#0F8H ; DISPLAY
MOV R1,#71H
LCALL DISP
MOV R0,#0F9H
MOV R1,#0D4H
LCALL DISP
MOV R0,#0FBH
MOV R1,#86H
LCALL DISP
MOV R0,#0FDH
MOV R1,#0DBH
LCALL DISP
MOV DPTR,#CONB ; SELECT FUNCTION 1,2
MOVX A,@DPTR
```

ANL A,#60H

CJNE A,#40H,SEL1

LJMP FUNC1

SEL1:

CJNE A,#20H,SELECT

LJMP FUNC2

FUNC1:

SJMP STARTA

STARTA: ; CHECK ULTRA SONIC

MOV DPTR,#CONB

MOVX A,@DPTR

ANL A,#10H

CJNE A,#00H,SEC1

MOV R0,#0F8H ; DISPLAY ULTRA SONIC

MOV R1,#0BEH

LCALL DISP

MOV DPTR,#CONA ; STOP (ULTRA SONIC)

MOV A,#STP

MOVX @DPTR,A

SJMP STARTA

*****SEC1*****

SEC1: ; CHECK INFRARED 7,8,9,10

MOV R0,#0F8H

MOV R1,#06H

LCALL DISP

MOV DPTR,#CONB ; INPUT FROM INFRARED 7,8,9,10

MOVX A,@DPTR

ANL A,#0FH

```
MOV R0,A
CJNE R0,#00H,CK1A ; CONTROL RELAY
MOV DPTR,#CONA
MOV A,#ST
MOVX @DPTR,A
LJMP STARTA
```

CK1A:

```
CJNE R0,#01H,CK2A
MOV DPTR,#CONA
MOV A,#ST
MOVX @DPTR,A
LJMP STARTA
```

CK2A:

```
CJNE R0,#02H,CK3A
MOV DPTR,#CONA
MOV A,#ST
MOVX @DPTR,A
LJMP STARTA
```

CK3A:

```
CJNE R0,#03H,CK4A
LJMP SEC2
```

CK4A:

```
CJNE R0,#05H,CK5A
MOV DPTR,#CONA
MOV A,#TR
MOVX @DPTR,A
LJMP STARTA
```

CK5A:

```
CJNE R0,#07H,CK6A
LJMP SEC2
```

CK6A:

```
CJNE R0,#0AH,CK7A
MOV DPTR,#CONA
MOV A,#TL
MOVX @DPTR,A
LJMP STARTA
```

CK7A:

```
CJNE R0,#0BH,CK8A
LJMP SEC2
```

CK8A:

```
CJNE R0,#0FH,CK9A
LJMP SEC2
```

CK9A:

```
LJMP STARTA
```

```
*****
;*****
;***** SEC2*****
;*****
```

SEC2:

```
MOV R0,#0F8H ;DISPLAY SEC2
MOV R1,#5BH
LCALL DISP
MOV DPTR,#CONB ;ULTRA SONIC
MOVX A,@DPTR
ANL A,#10H
CJNE A,#00H,SC2
MOV R0,#0F8H ; DISPLAY ULTRA SONIC
MOV R1,#0BEH
LCALL DISP
MOVX @DPTR,A ; STOP ( ULTRA SONIC )
MOV DPTR,#CONA
```

```
MOV A,#STP
MOVX @DPTR,A
LJMP SEC2
```

SC2: ; CHECK INFRARED 5,6

```
MOV A,P1
ANL A,#0FH
MOV R1,A
CJNE R1,#00H,CHK1A ; CONTROL RELAY
MOV DPTR,#CONA
MOV A,#ST
MOVX @DPTR,A
LJMP SEC2
```

CHK1A:

```
CJNE R1,#01H,CHK2A
MOV DPTR,#CONA
MOV A,#ST
MOVX @DPTR,A
LJMP SEC2
```

CHK2A:

```
CJNE R1,#02H,CHK3A
MOV DPTR,#CONA
MOV A,#ST
MOVX @DPTR,A
LJMP SEC2
```

CHK3A:

```
CJNE R1,#03H,CHK4A
LJMP TURN
```

CHK4A:

```
CJNE R1,#05H,CHK5A
MOV DPTR,#CONA
```

```
MOV A,#TR
MOVX @DPTR,A
LJMP SEC2
```

CHK5A:

```
CJNE R1,#07H,CHK6A
LJMP TURN
```

CHK6A:

```
CJNE R1,#0AH,CHK7A
MOV DPTR,#CONA
MOV A,#TL
MOVX @DPTR,A
LJMP SEC2
```

CHK7A:

```
CJNE R1,#0BH,CHK8A
LJMP TURN
```

CHK8A:

```
CJNE R1,#0FH,CHK9A
LJMP TURN
```

CHK9A:

```
LJMP SEC2
```

```
*****
,
*****TURN*****
,
*****
```

TURN:

```
MOV A,P1
ANL A,#30H
MOV R2,A
CJNE R2,#10H,N1
LJMP TURN_RA
```

N1;

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

CJNE R2,#20H,N2
LJMP TURN_LA
N2: LJMP SEC2
TURN_RA:      ; TURN RIGHT
MOV R0,#0F8H
MOV R1,#70H
LCALL DISP
MOV DPTR,#CONA
MOV A,#TR
MOVX @DPTR,A
MOV DPTR,#CONB
MOVX A,@DPTR
ANL A,#0FH
CJNE A,#00H,TURN_RA
LJMP STARTA
TURN_LA:      ; TURN LEFT
MOV R0,#0F8H
MOV R1,#38H
LCALL DISP
MOV DPTR,#CONA
MOV A,#TL
MOVX @DPTR,A
MOV DPTR,#CONB
MOVX A,@DPTR
ANL A,#0FH
CJNE A,#00H,TURN_LA
LJMP STARTA

```

```

,*****
,***** DISPLAY *****
,*****

```

;R0 CONTENT CONTROL DIGIT

;R1 CONTENT DATA

DISP:

MOV DPTR,#DISPB ; DISPLAY SELECT FUNCTION

MOV A,R0

MOVX @DPTR,A

MOV DPTR,#DISPA

MOV A,R1

MOVX @DPTR,A

MOV A,#00H

MOVX @DPTR,A

RET

,

,
*****FUNCTION2*****
,

,

FUNC2:

TB1 EQU 20H ; INPUT TABLE CONTROL

TB2 EQU 10H

TB3 EQU 00H

TB4 EQU 00H

MOV 20H,#TB1 ; TABLE CONTROL

MOV 21H,#TB2

MOV 22H,#TB3

MOV 23H,#TB4

MOV R7,#20H

START:

MOV DPTR,#CONB ; CHECK ULTRA SONIC

MOVX A,@DPTR

```

ANL A,#10H
CJNE A,#00H,SEC_1
MOV R0,#0F8H ; DISPLAY ULTRA SONIC
MOV R1,#0BEH
LCALL DISP
MOV DPTR,#CONA ; STOP ( ULTRA SONIC )
MOV A,#STP
MOVX @DPTR,A
SJMP START
;*****
;*****SEC1*****
;*****
SEC_1: ; CHECK INFRARED 7,8,9,10
MOV R0,#0F8H
MOV R1,#06H
LCALL DISP
MOV DPTR,#CONB ; INPUT FROM INFRARED 7,8,9,10
MOVX A,@DPTR
ANL A,#0FH
MOV R0,A
CJNE R0,#00H,CK1 ; CONTROL RELAY
MOV DPTR,#CONA
MOV A,#ST
MOVX @DPTR,A
LJMP START
CK1:
CJNE R0,#01H,CK2
MOV DPTR,#CONA
MOV A,#ST
MOVX @DPTR,A

```

LJMP START

CK2:

CJNE R0,#02H,CK3

MOV DPTR,#CONA

MOV A,#ST

MOVX @DPTR,A

LJMP START

CK3:

CJNE R0,#03H,CK4

LJMP SEC_2

CK4:

CJNE R0,#05H,CK5

MOV DPTR,#CONA

MOV A,#TR

MOVX @DPTR,A

LJMP START

CK5:

CJNE R0,#07H,CK6

LJMP SEC_2

CK6:

CJNE R0,#0AH,CK7

MOV DPTR,#CONA

MOV A,#TL

MOVX @DPTR,A

LJMP START

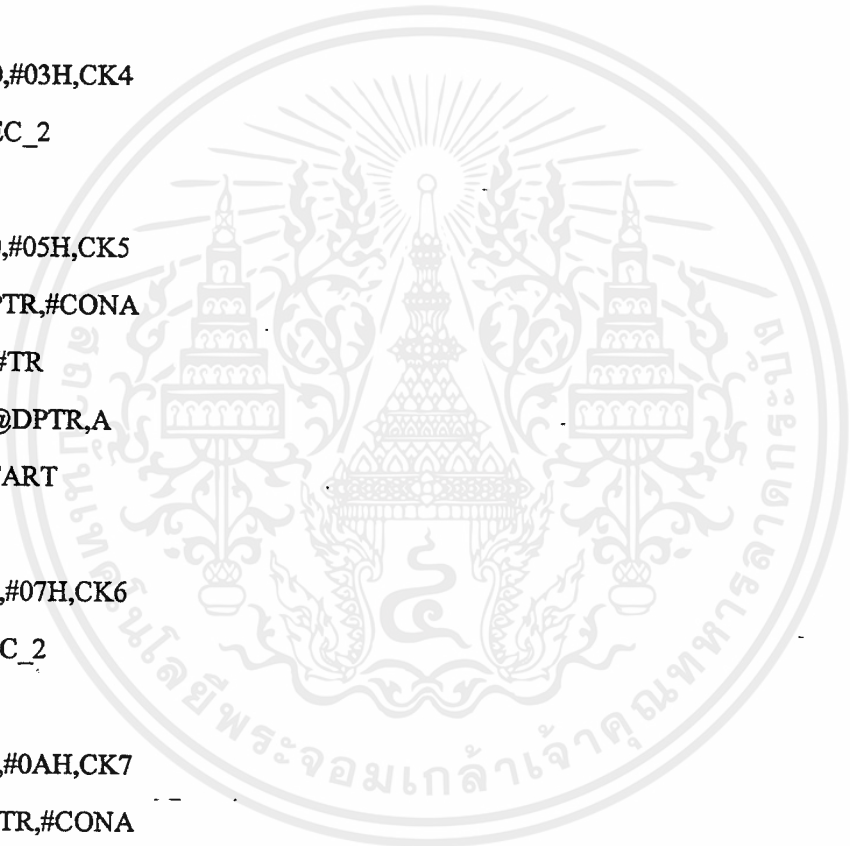
CK7:

CJNE R0,#0BH,CK8

LJMP SEC_2

CK8:

CJNE R0,#0FH,CK9



```

LJMP SEC_2
CK9:
LJMP START
;*****
;***** SEC2*****
;*****

```

```

SEC_2:
MOV DPTR,#CONB ;ULTRA SONIC
MOVX A,@DPTR
ANL A,#10H
CJNE A,#00H,SC_2
MOV R0,#0F8H ; DISPLAY ULTRA SONIC
MOV R1,#0BEH
LCALL DISP
MOVX @DPTR,A ; STOP ( ULTRA SONIC )
MOV DPTR,#CONA
MOV A,#STP
MOVX @DPTR,A
LJMP SEC_2

```

```

SC_2:
MOV R0,#0F8H ;DISPLAY SEC2
MOV R1,#5BH
LCALL DISP
MOV A,P1 ; CHECK INFRARED 1,2,3,4
ANL A,#0FH
MOV R1,A
CJNE R1,#00H,CHK1 ; CONTROL RELAY
MOV DPTR,#CONA
MOV A,#ST
MOVX @DPTR,A

```

LJMP SEC_2

CHK1:

CJNE R1,#01H,CHK2

MOV DPTR,#CONA

MOV A,#ST

MOVX @DPTR,A

LJMP SEC_2

CHK2:

CJNE R1,#02H,CHK3

MOV DPTR,#CONA

MOV A,#ST

MOVX @DPTR,A

LJMP SEC_2

CHK3:

CJNE R1,#03H,CHK4

LJMP TURNN

CHK4:

CJNE R1,#05H,CHK5

MOV DPTR,#CONA

MOV A,#TR

MOVX @DPTR,A

LJMP SEC_2

CHK5:

CJNE R1,#07H,CHK6

LJMP TURNN

CHK6:

CJNE R1,#0AH,CHK7

MOV DPTR,#CONA

MOV A,#TL

MOVX @DPTR,A

LJMP SEC_2

CHK7:

CJNE R1,#0BH,CHK8

LJMP TURNN

CHK8:

CJNE R1,#0FH,CHK9

LJMP TURNN

CHK9:

LJMP SEC_2

```
*****  
,  
*****TURN*****  
,  
*****
```

TURNN:

MOV A,P1

ANL A,#30H

MOV R2,A

CJNE R2,#30H,N_1

MOV DPTR,#CONA

MOV A,#ST

MOVX @DPTR,A

LJMP TURNN

N_1:

CJNE R2,#10H,N_2

LJMP CTURN

N_2:

CJNE R2,#20H,N_3

LJMP CTURN

N_3:

CJNE R2,#00H,N_4

LJMP CTURN

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

N_4:

LJMP SEC_2

CTURN:

MOV A,R7

MOV R0,A

MOV A,@R0

INC R7

CJNE A,#10H,NEXT1

LJMP TURN_R

NEXT1:

CJNE A,#20H,NEXT2

LJMP TURN_L

NEXT2:

CJNE A,#00H,NEXT3

LJMP STOP

NEXT3:

LJMP STOP

TURN_R: ; TURN RIGHT

MOV R0,#0F8H

MOV R1,#70H

LCALL DISP

MOV DPTR,#CONA

MOV A,#TR

MOVX @DPTR,A

MOV DPTR,#CONB

MOVX A,@DPTR

ANL A,#0FH

CJNE A,#00H,TURN_R

LJMP START

TURN_L: ; TURN LEFT

```

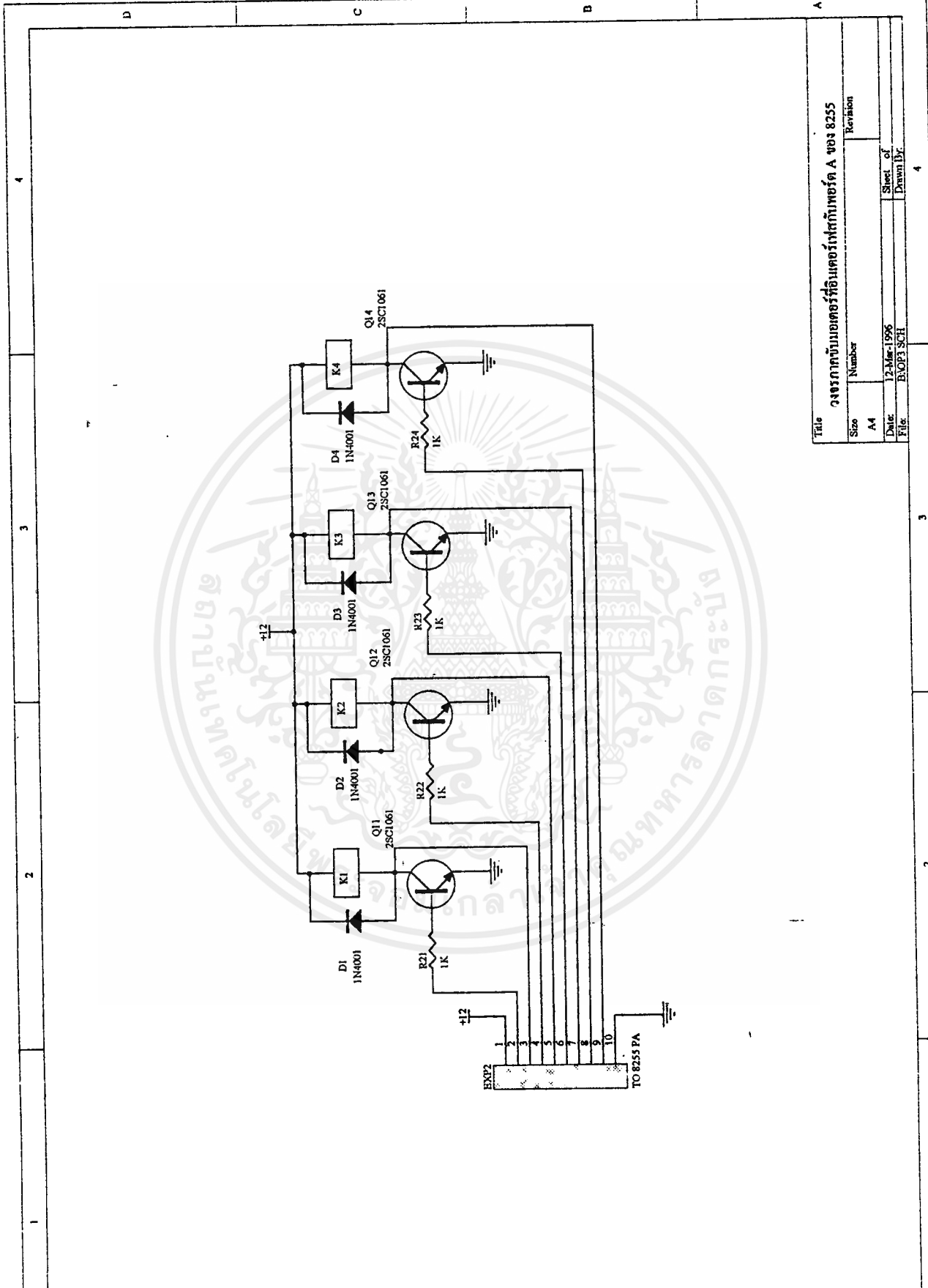
MOV R0,#0F8H
MOV R1,#38H
LCALL DISP
MOV DPTR,#CONA
MOV A,#TL
MOVX @DPTR,A
MOV DPTR,#CONB
MOVX A,@DPTR
ANL A,#0FH
CJNE A,#00H,TURN_L
LJMP START
STOP:
MOV R0,#0F8H ; DISPLAY STOP
MOV R1,#6DH
LCALL DISP
MOV R0,#0F9H
MOV R1,#78H
LCALL DISP
MOV R0,#0FAH
MOV R1,#3FH
LCALL DISP
MOV R0,#0FBH
MOV R1,#0F3H
LCALL DISP
MOV DPTR,#CONA ; CONTROL STOP
MOV A,#STP
MOVX @DPTR,A
LJMP STOP
END

```



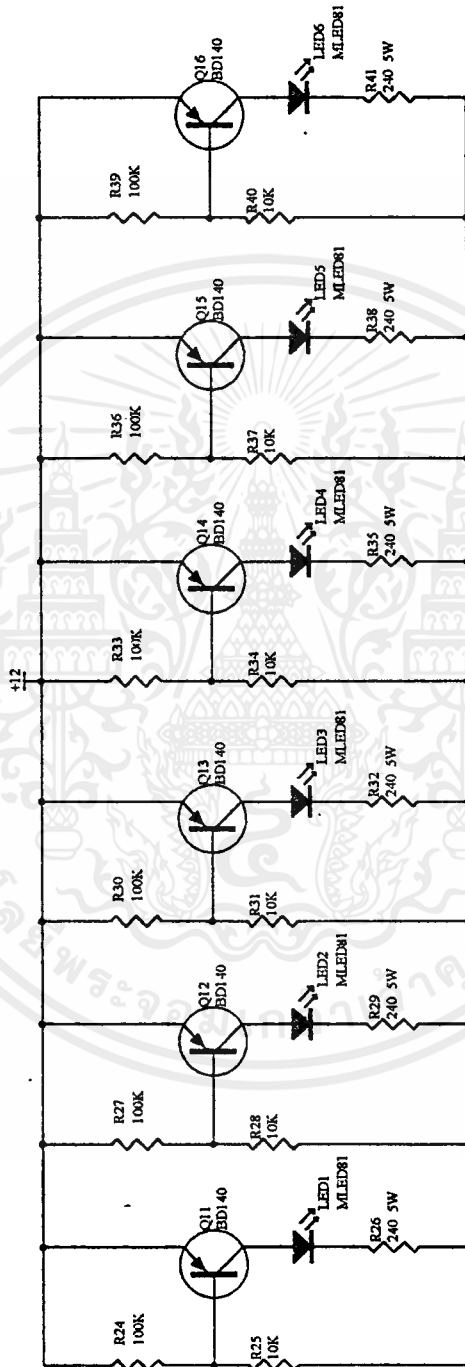
ภาคผนวก ก. วงจรควบคุมการทำงานของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



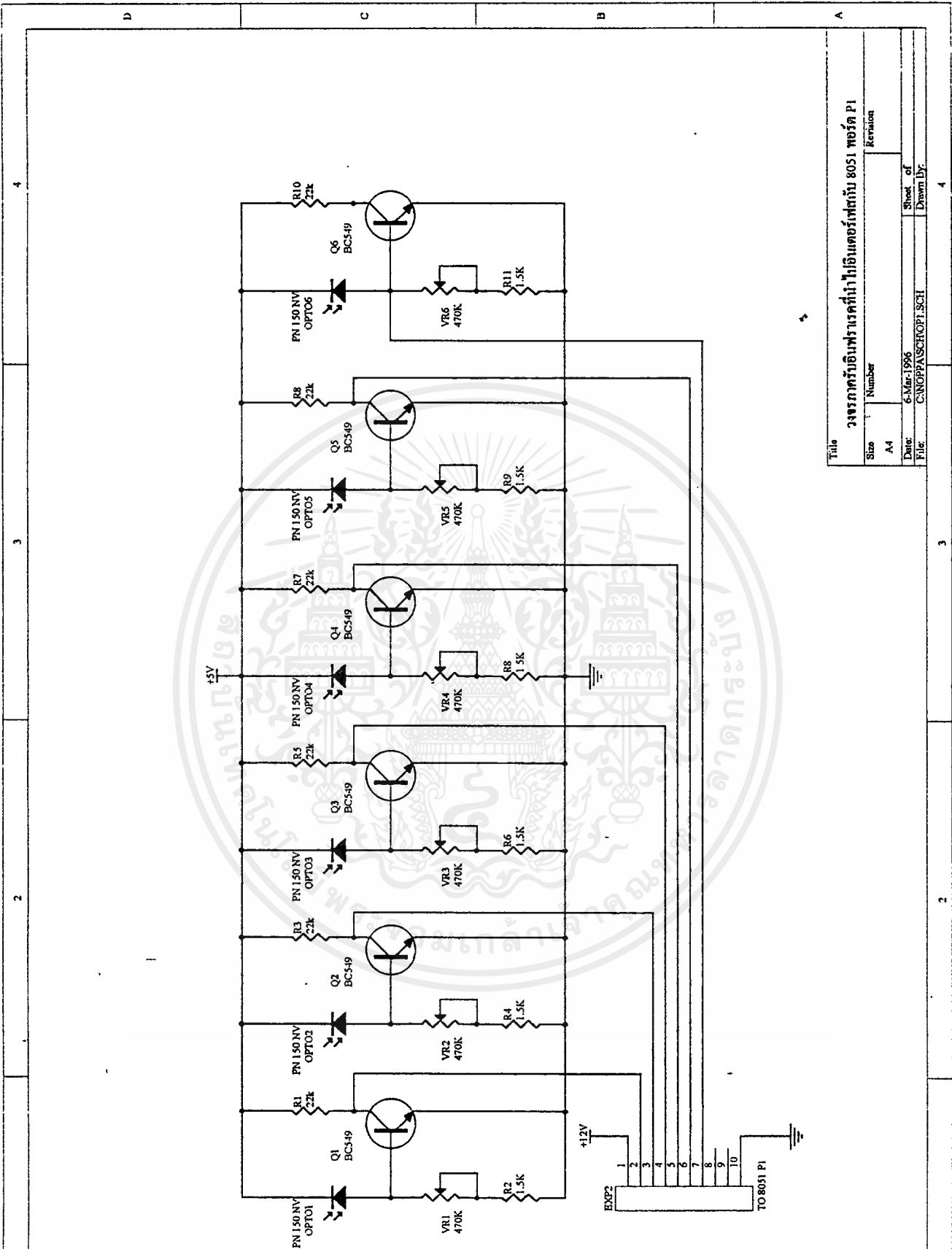
Title		วงจรทาบแบบแอดดิทีฟ 4 บิต	
Size	A4	Number	
Date	12-Mar-1996	Sheet of	4
File	BAOP3 SCH	Drawn By	
Revision			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องขออนุญาตเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



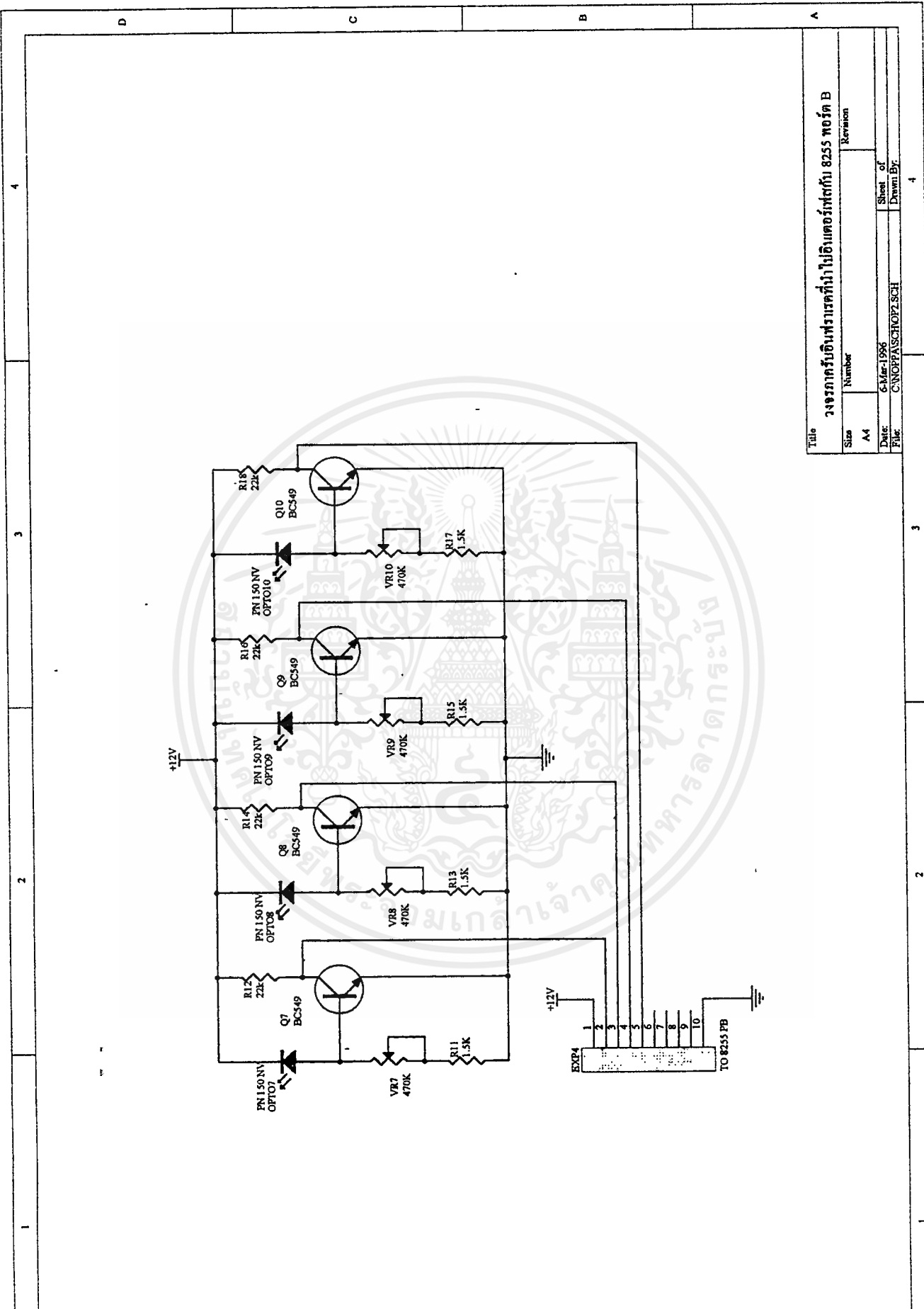
Title		วงจรถักตั้งอินทราทรานส์คอนดักเตอร์ที่ 8031 พอร์ต 1	
Size	Number	Revision	
A4			
Date	6-Mar-1996	Sheet of	
File	C:\NOPPASCH\LED.SCH	Drawn By:	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Title		วงจรภาครับอินพุตที่นำไบเอนคอร์ดเพกับ 8051 พอร์ต P1	
Size	Number	Revision	
A4			
Date	6-Mar-1996	Sheet of	
File	C:\NCP\PARSER\OPT1.SCH	Drawn By:	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่มีการเผยแพร่ทางออนไลน์ ย้ำทั้งที่เรามีให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องขังสิ่งถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีกรณั้ไปใช้

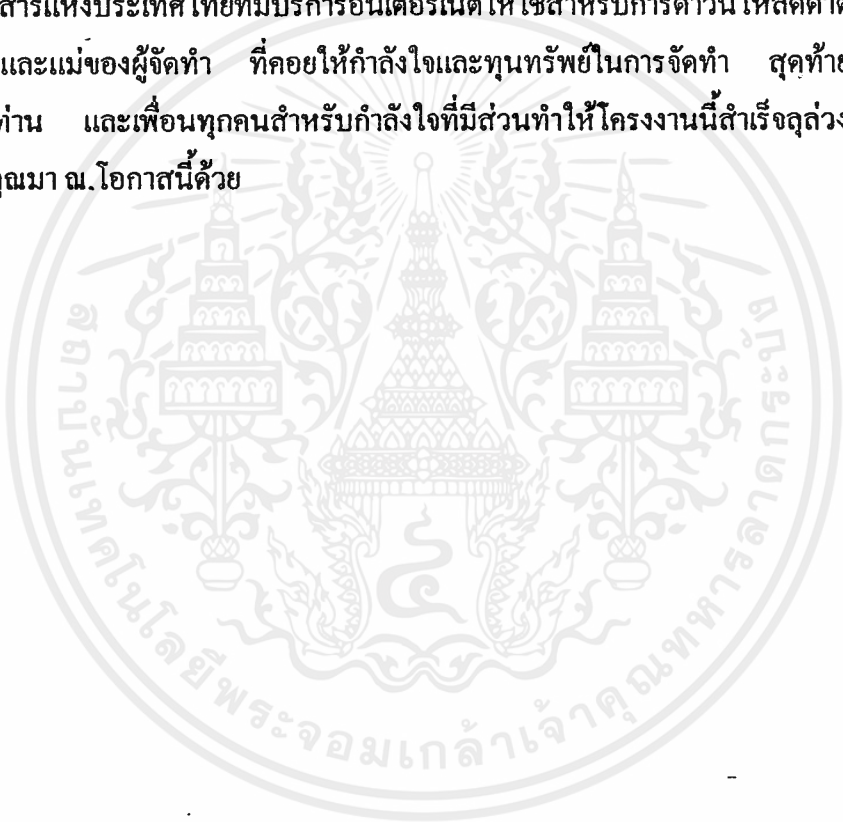


Title		วงจรมารับอินพุตจากที่นำไปเป็นคอนโทรลกับ 8255 พอร์ต B	
Size	Number	Revision	
A4			
Date:	6-Mar-1996	Sheet of	
File:	C:\NOVPAS\CHOP2\SCH	Drawn By:	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่สามารถแก้ไข หรือทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการแก้ไข

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความช่วยเหลือจากหลายท่าน ผู้จัดทำขอขอบคุณ อาจารย์จิรวัดน์ ปานกลาง อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ได้ให้คำแนะนำและให้ความรู้ในการจัดทำมาโดยตลอด รวมทั้งอาจารย์บุญญเกียรติ กิ่งวัชรพงศ์ อาจารย์แผนกอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคยะลา ซึ่งเป็นสถานศึกษาเดิมที่ผู้จัดทำเคยศึกษาอยู่ ที่เป็นกำลังใจและเป็นທີ່ปรึกษาอีกท่านหนึ่ง ขอขอบคุณ โรงเรียนเทคโนโลยีช่างอุตสาหกรรมกรุงเทพ ที่เอื้อเฟื้อสถานที่และเครื่องมือในการทดลอง และการสื่อสารแห่งประเทศไทยที่มีบริการอินเทอร์เน็ตให้ใช้สำหรับการดาวน์โหลดคาถาดำริท ขอขอบคุณพ่อและแม่ของผู้จัดทำ ที่คอยให้กำลังใจและทุนทรัพย์ในการจัดทำ สุดท้ายขอขอบคุณ อาจารย์ทุกท่าน และเพื่อนทุกคนสำหรับกำลังใจที่มีส่วนทำให้โครงการนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี จึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย



หนังสืออ้างอิง

1. ไกรวุฒิ วิจารณ์ประเสริฐสุด, “ไมโครโปรเซสเซอร์ 2”, ซีเอ็ดยูเคชั่นจำกัด, 186 หน้า, 2539
2. ทนง โชติสรยุทธ์, “เทคนิคการใช้งานฮาร์ดแวร์ไอซีทรานซิสเตอร์สำหรับนักทดลอง”, เซมิคอนดักเตอร์อิเล็กทรอนิกส์, หน้า 83 - 95 , ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2536
3. ประเมษฐ์ ประยานันท์, ปิยพงศ์ เผ่าวิช, “ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51”, ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด, 380 หน้า, 2536
4. รศ. สัมพันธ์ หาญชเล, “เครื่องกลไฟฟ้า 1”, ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 178 หน้า, 2519

