รถหลบหลีกสิ่งกีดขวางอัตโนมัติ

AUTOMATIC ESCHEWING CAR

โดย

นายจิรสิญจน์ กระเช้าเพ็ชร

นายชนะ บริพนธ์มงคล

นายวรกิจ แต้มทอง

วัน เดือน ปี -1 ตค 2541

เลขทะเบียน 038370

เลขเรียกหนังสือ T 54310 ว5 จ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2539

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

รถหลบหลีกสิ่งกีดขวางอัตโนมัติ

AUTOMATIC ESCHEWING CAR

โดย

นายจิรสิญจน์ กระเช้าเพ็ชร เลขประจำตัว 37013192

นายชนะ บริพนธ์มงคล เลขประจำตัว 37013239

นายวรกิจ แต้มทอง เลขประจำตัว 37013261

อาจารย์ที่ปรึกษา

ดร.กิติพล ชิตสกุล

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2539

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2539

ภาควิชา อิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง รถหลบหลีกสิ่งกีดขวางอัตโนมัติ

ผู้จัดทำ

1. นาย จิรสิญจน์ กระเช้าเพ็ชร เลขประจำตัว 37013192
2. นาย ชนะ บริพนธ์มงคล เลขประจำตัว 37013239
3. นาย วรกิจ แต้มทอง เลขประจำตัว 37013261

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ดร. กิตติพล ชิตสกุล)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

รถหลบหลีกสิ่งกีดขวางอัตโนมัติ

นายจิรสิญจน์ กระเช้าเพ็ชร
นายชนะ บริพนธ์มงคล
นายวรกิจ แต้มทอง
ดร.กิติพล ชิตสกุล อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2539

บทคัดย่อ

โครงงานนี้ได้นำเอาหลักการของไมโครคอนโทรลเลอร์ การควบคุมการทำงานของดีซีมอเตอร์ชนิดสนามแม่เหล็กถาวรคงที่ และหลักการของโซลีนอยส์มาประยุกต์ใช้เพื่อให้เกิดการขับเคลื่อนวัตถุในทิศทางที่ต้องการได้ในชื่อว่า " รถหลบหลีกสิ่งกีดขวางอัตโนมัติ "

รถหลบหลีกสิ่งกีดขวางอัตโนมัตินี้ มีโหมดการทำงานสองโหมดคือโหมดหลบหลีกสิ่งกีดขวางอัตโนมัติและโหมดโปรแกรมระยะและเส้นทาง ในโหมดอัตโนมัติอาศัยหลักการสะท้อนคลื่นอุลตร้าโซนิคเพื่อตรวจจับวัตถุรอบตัวรถ และใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ 8031 ทำหน้าที่ประมวลผลข้อมูลที่ตรวจจับได้ เพื่อควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่ของตัวรถในโหมดโปรแกรมผู้ใช้จะทำการโปรแกรมเส้นทางและระยะทาง รถจะวิ่งไปตามเส้นทางที่โปรแกรมด้วยความเร็วคงที่ จะหยุดรอเมื่อมีสิ่งกีดขวาง หรือเมื่อได้ระยะทางที่กำหนด การควบคุมการเคลื่อนที่ใช้ดีซีมอเตอร์ที่เป็นต้นกำลัง และโซลีนอยส์ซึ่งทำหน้าที่ตัดต่อการส่งกำลังของล้อสายพานด้านซ้ายและด้านขวา

AUTOMATIC ESCHEWING CAR

Jirasin Krachoupetch
Chana Boriphonmongkol
Worakit Taemthong
Kitipol Chitsakul Advisor
1996

ABSTRACT

The automatic eschewing car can move by its own drive electric motor and a chain-gear combination. Two modes of operation are avariable; the programmable mode and the automatic mode. Based on microcontroller, 8031 the programmable mode permet the car moving to any programmed distances and directons. In the automatic mode, The car moves freely but it can eschew any obtructions. This achieves by the operation of an ultrasonic sensing system cooperating with driving system. In this thesis, we detail the design and construction of our automatic eschewing car.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
Abstract	II
สารบัญรูป	III
สารบัญตาราง	IV
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	1
1.2 แนวทางในการทำโครงงาน	1
1.3 โครงสร้างของปริญญานิพนธ์	2
บทที่ 2 โครงสร้างและกลไกขับเคลื่อนของตัวรถ	3
2.1 กลไกขับเคลื่อนตัวรถ	3
2.2 ระบบบังคับทิศทางการเลี้ยวของรถ	6
2.3 ตัวรถ	8
บทที่ 3 ระบบอิเล็คทรอนิคส์ควบคุมการขับเคลื่อนและควบคุมการเลี้ยว	10
3.1 โครงสร้างของระบบอิเล็คทรอนิคส์ควบคุม	10
3.2 ระบบอิเล็คทรอนิคส์ควบคุม	10
3.3 การใช้ 8255 กับ 8031	16
3.4 การออกแบบระบบไมโครคอนโทรลเลอร์	18
3.5 วงจรเชื่อมต่อระหว่างกลไกกับระบบควบคุม	20
3.6 โปรแกรมควบคุมการทำงาน	30
บทที่ 4 การทดสอบและผลการทดสอบของโครงงาน	31
4.1 การทดสอบการทำงานของตัวรถ	31
4.2 การทดสอบวงจรอุลตร้าโซนิค	32
4.3 การทดสอบการเคลื่อนที่ของตัวรถด้วยโปรแกรมควบคุมการทำงาน	34
4.4 การทดสอบความเร็วในการเคลื่อนที่	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

หน้า

4.5 การทดสอบน้ำหนักบรรทุกในการเคลื่อนที่ 40

4.6 การทดสอบการเคลื่อนที่ขึ้นพื้นลาดเอียง 40

4.7 การทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้า 41

บทที่ 5 ปัญหาสาเหตุและแนวทางการแก้ไข 43

5.1 มุมบอดในการตรวจจับวัตถุ 43

5.2 มุมการเลี้ยวของรถไม่เป็น 90° 44

5.3 ค่าผิดพลาดของระยะทางที่เกิดจากการเลี้ยว 90° 44

5.4 ความผิดพลาดที่เกิดจากพลังงานในแบตเตอรี่ลดลง 45

บทที่ 6 บทสรุปและแนวทางการพัฒนา 46

6.1 คุณสมบัติของโครงงาน 46

6.2 สรุปผลที่ได้จากโครงงาน 46

6.3 แนวทางการพัฒนา 47

บรรณานุกรม

ภาคผนวก

กิตติกรรมประกาศ

สารบัญรูป

	หน้า
รูป 1.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมของโครงงาน	1
รูป 2.1 แสดงระบบขับเคลื่อนของรถแบบ 3 ล้อ	3
รูป 2.2 แสดงระบบขับเคลื่อนของรถแบบ 4 ล้อ	4
รูป 2.3 แสดงการส่งกำลังระบบขับเคลื่อนด้วยโซ่	5
รูป 2.4 แสดงการส่งกำลังจากมอเตอร์ไปยังเพลาด้วยเฟืองและโซ่	5
รูป 2.5 แสดงการควบคุมการเลี้ยวด้วยสายพาน	6
รูป 2.6 แสดงลักษณะของเพลาที่ประกอบด้วยคลัชสลักควบคุมการเลี้ยว	7
รูป 2.7 แสดงขนาดและภาพมิติต่าง ๆ ของรถหลบหลีกสิ่งกีดขวางอัตโนมัติ	8
รูป 2.8 ภาพถ่ายแสดงลักษณะของตัวรถ	9
รูป 3.1 แสดงโครงสร้างของระบบอิเล็คทรอนิคส์ควบคุม	10
รูป 3.2 แผนภาพแสดงหน่วยทำงานพื้นฐานของ 8031	11
รูป 3.3 แสดงการกำหนดหน้าที่ขาสัญญาณของไอซี 8031	12
รูป 3.4 แสดงการจัดพื้นที่หน่วยความจำข้อมูลภายในเพื่อใช้ทำงานเป็นรีจีสเตอร์	14
รูป 3.5 แสดงแผนผังวงจรภายในและการจัดขาของไอซี 8255	16
รูป 3.6 แสดงวงจรสมบูรณ์ของระบบไมโครคอนโทรลเลอร์	19
รูป 3.7 แสดงวงจรภาคส่งและรับคลื่นอุลตร้าโซนิค	21
รูป 3.8 แสดงวงจรภาค Keyboard & Interrupt	23
รูป 3.9 แสดงรูปแบบคำสั่งการควบคุมการเคลื่อนที่	27
รูป 3.10 แสดงวงจรภาคขับมอเตอร์และโซลีนอยส์	28
รูป 4.1 แสดงสัญญาณที่ภาคส่งขณะที่ไม่ต่อทรานสดิวเซอร์ตัวส่ง (Tx)	32
รูป 4.2 แสดงสัญญาณที่ภาคส่งเมื่อต่อทรานสดิวเซอร์ตัวส่ง (Tx) แล้ว	33
รูป 4.3 แสดงสัญญาณที่ภาครับ	33
รูป 4.4 แสดงมุมและระยะทางในการตรวจพบวัตถุ	34
รูป 4.5 แสดงแนวทางการเคลื่อนที่	36
รูป 4.6 รูปแสดงการเคลื่อนที่ของตัวรถ	37
รูป 5.1 ภาพแสดงบริเวณ A และ B ซึ่งตัวรถไม่สามารถตรวจจับวัตถุ	43
รูป 5.2 ภาพแสดงการผิดพลาดซึ่งเกิดจากการเลี้ยว 90°	44

สารบัญตาราง

	หน้า
ตาราง 3.1 แสดงขาสัญญาณของ LCD Module	25
ตาราง 4.1 แสดงระยะทางการเคลื่อนที่ของตัวรถ	37
ตาราง 4.2 แสดงเป้าหมายและข้อมูลเส้นทางการเคลื่อนที่	38
ตาราง 4.3 แสดงการทดสอบการเคลื่อนที่ไปยังจุดหมาย	39
ตาราง 4.4 ลักษณะสมบัติทางไฟฟ้า	41

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บทที่ 1
บทนำ

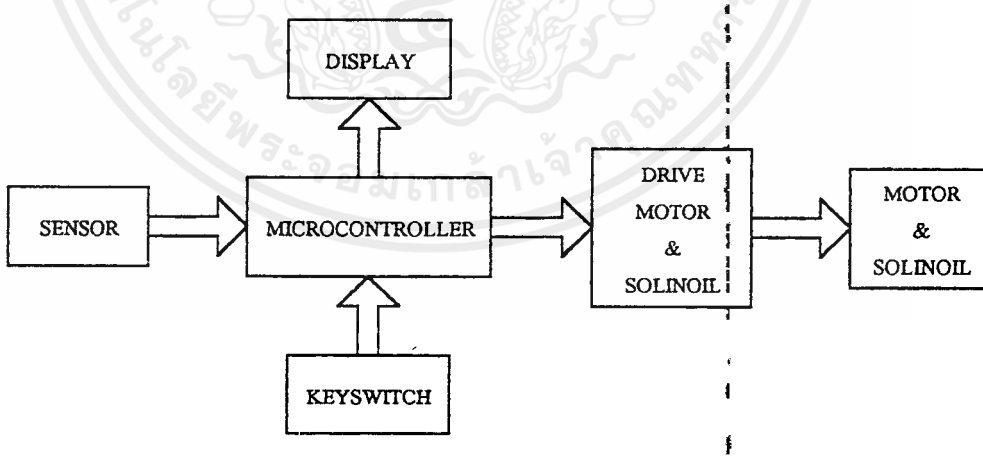
1.1 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

ปัจจุบันนี้มีการนำเอาหุ่นยนต์ (Robot) มาใช้งานแทนมนุษย์ในการทำงานง่าย ๆ ที่ซ้ำซากจำเจ และอำนวยความสะดวกต่าง ๆ อย่างกว้างขวาง หุ่นยนต์เหล่านี้มีอยู่หลายรูปแบบแล้วแต่ลักษณะการใช้งาน เช่น แขนกล จะทำหน้าที่เสมือนมือของมนุษย์ สามารถหยิบ จับ ยก สิ่งของต่าง ๆ ได้ เป็นต้น

รถหลบหลีกสิ่งกีดขวางอัตโนมัตินี้ถือว่าเป็นหุ่นยนต์รูปแบบหนึ่ง ซึ่งสามารถกำหนดจุดหมายปลายทางให้รถวิ่งไปถึงได้ โดยไม่ชนกับวัตถุสิ่งของใด ๆ ที่กีดขวางการเคลื่อนที่ ซึ่งในโครงงานนี้มุ่งพัฒนาโครงสร้างของตัวรถ และระบบขับเคลื่อนให้มีความแข็งแรงให้สามารถรับน้ำหนักได้มากขึ้นเพื่อนำไปใช้งานได้จริง เช่น ขนส่งวัสดุในโรงงานอุตสาหกรรม เป็นหุ่นยนต์ทำความสะอาด หรืออื่น ๆ แล้วแต่ว่าจะเอาไปใช้งานอย่างไร

1.2 แนวทางในการทำโครงงาน

ลักษณะโครงงานรถหลบหลีกสิ่งกีดขวางอัตโนมัตินี้ จะต้องประกอบไปด้วยภาคตรวจจับวัตถุ (Sensor) , ภาคควบคุมการทำงาน (Control System) , ภาคแสดงผล (Display) , Keyswitch , ภาคขับเคลื่อนและการควบคุมการเลี้ยว , ภาคขับรีเลย์และโซลินอยส์



รูปที่ 1.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมของโครงงาน

Sensor

ทำหน้าที่ตรวจจับวัตถุและส่งสัญญาณมาให้กับ Microcontroller

Microcontroller

นำสัญญาณที่ไดรับมาจาก Sensor มาทำการประมวลผลและส่งสัญญาณไปควบคุมวงจรภาค Drive Motor & Solinoil

Drive Motor & Solinoil

เป็นภาคที่ทำหน้าที่ขับ Motor และ Solinoil

Motor & Solinoil

ทำหน้าที่บังคับการเคลื่อนที่และการเลี้ยวของรถหลบหลีกสิ่งกีดขวางอัตโนมัตินี้

Display

ทำหน้าที่แสดงสภาวะและหน้าที่การทำงานของตัวรถ

Keyswitch

เป็นตัวกำหนดค่าตัวเลขและสภาวะการทำงานของตัวรถ

1.3 โครงสร้างของปริญญานิพนธ์

สำหรับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จะกล่าวถึง การออกแบบโครงสร้าง และกลไกการขับเคลื่อนของตัวรถ ในบทที่ 2 ส่วนในบทที่ 3 นั้นจะกล่าวถึงระบบอิเล็คทรอนิคส์ที่ใช้ควบคุมการขับเคลื่อนและควบคุมการเลี้ยวของรถ ซึ่งจะประกอบด้วย รายละเอียดของไมโครคอนโทรลเลอร์ 8031, วงจรภาคขับมอเตอร์และโซลีนอยส์, วงจรภาคตรวจจับวัตถุ, วงจรภาค Keyswitch และภาคแสดงผล สำหรับในบทที่ 4 นั้นจะเป็นการทดสอบการทำงาน และผลการทดสอบของโครงงานที่ได้ทำมา และในส่วนของบทที่ 5 นั้นจะเป็นปัญหาสาเหตุและแนวทางการแก้ไขที่เกิดขึ้นกับโครงงาน สำหรับในบทที่ 6 จะเป็นบทสรุปและแนวทางการพัฒนา ส่วนของภาคผนวกจะประกอบด้วย โปรแกรมการควบคุม, รายละเอียดของวงจรต่างๆในโครงงาน

บทที่ 2

โครงสร้างและกลไกขับเคลื่อนของตัวรถ

สำหรับโครงสร้างและกลไกตัวรถนั้นได้แบ่งเป็น 3 ส่วนดังนี้

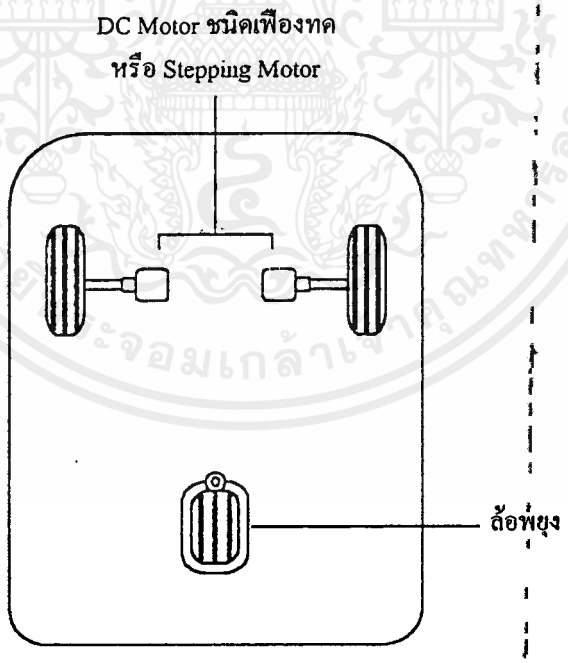
2.1 กลไกขับเคลื่อนตัวรถ

2.2 ระบบบังคับทิศทางการเลี้ยวของรถ

2.3 ตัวรถ

2.1 กลไกขับเคลื่อนตัวรถ

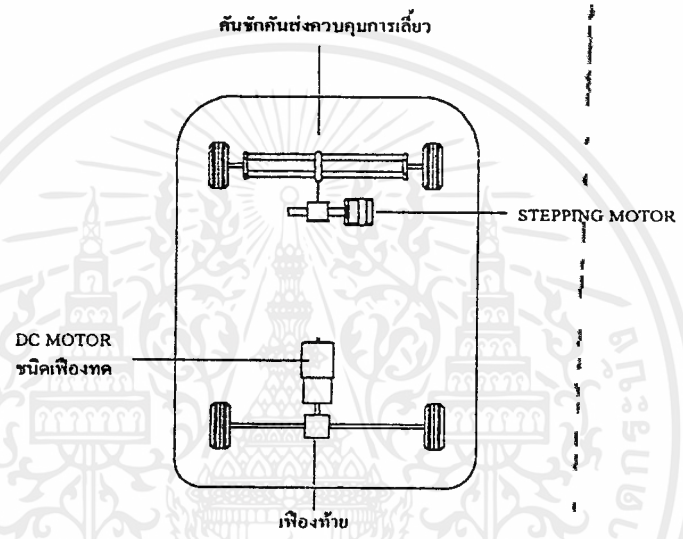
มักจะพบว่าการออกแบบการเคลื่อนที่และการทรงตัวของรถมักจะใช้ล้อเลื่อนซึ่งอาจจะเป็นชนิด 3 ล้อ หรือ 4 ล้อ จากโครงงาน[1]จะใช้ DC Motor หรือ Stepping Motor เป็นต้นกำลัง ในรถที่เป็นชนิด 3 ล้อนั้น มักจะออกแบบให้มี Motor ต้นกำลัง 2 ตัว อยู่ที่ล้อทางด้านซ้ายและขวา และล้อที่เหลือจะเป็นล้อพยุง ดังรูปที่ 2.1



รูป 2.1 แสดงระบบขับเคลื่อนของรถแบบ 3 ล้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ซึ่งต้นกำลังของรถ 3 ล้อนี้อาจจะเป็นได้ทั้ง Stepping Motor หรือ DC Motor ชนิดที่มีเฟืองทด ส่วนการบังคับการเลี้ยวนั้น จะใช้วิธีให้ Motor หมุนในทิศทางตรงกันข้าม ซึ่งมีข้อดีคือวงเลี้ยวจะแคบ สำหรับในรถที่เป็นระบบ 4 ล้อนั้น โดยทั่วไปจะมีลักษณะการทำงานเหมือนรถยนต์ คือมีล้อบังคับการเลี้ยว 2 ล้อและล้อขับเคลื่อนอีก 2 ล้อ ซึ่งการควบคุมการเลี้ยวนั้น จะใช้ระบบคันชักคันส่งเหมือนรถยนต์ ซึ่งจะมีส่วนประกอบคร่าวๆ ดังรูปที่ 2.2

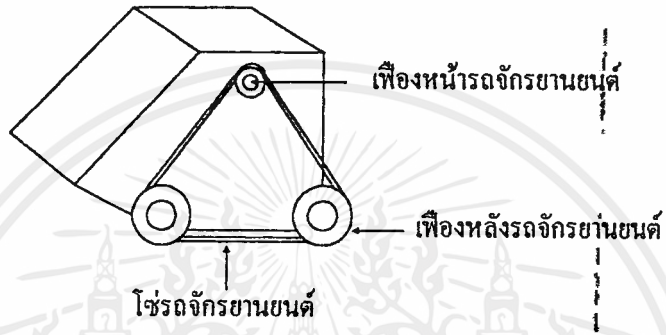


รูป 2.2 แสดงระบบขับเคลื่อนของรถแบบ 4 ล้อ

ในรถชนิด 3 ล้อนั้น มักจะประสบปัญหาในการเคลื่อนที่ในทิศทางตรงซึ่งจะไม่เป็นเส้นตรง เนื่องจาก Motor ทั้งสองทำงานไม่เท่ากัน ถึงแม้จะมีระบบตรวจเช็คการเคลื่อนที่ก็ตาม แต่ในระบบรถ 4 ล้อ นั้นปัญหาดังกล่าวจะไม่เกิดขึ้น

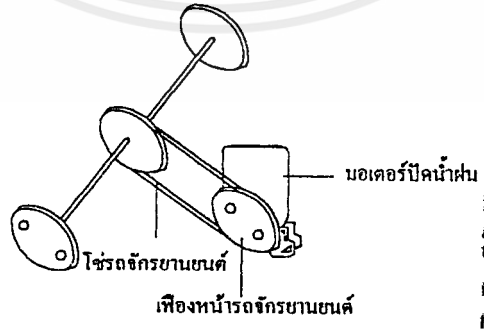
สำหรับโครงงานนี้ เนื่องจากต้องการตัวรถที่มีความแข็งแรงและสามารถที่จะรับน้ำหนักได้มากพอสมควร เพื่อที่จะนำไปประยุกต์ใช้งานได้ในอนาคตต่อไป จึงไม่เหมาะสมที่จะออกแบบเป็นชนิด 3 ล้อ และ 4 ล้อ ทั้งนี้เนื่องจากอุปกรณ์ที่จะนำมาใช้นั้นมีความแข็งแรงไม่เพียงพอและมอเตอร์ที่จะนำมาใช้ในงานที่รับโหลดมากๆนั้น จะหาขนาดของมอเตอร์และแรงดันที่ใช้งานอย่างเหมาะสมได้ยาก ประกอบกับความต้องการในการแก้ปัญหาในการเคลื่อนที่ในทิศทางที่ไม่ตรงในรถชนิด 3 ล้อนี้ จึงได้มีความคิดที่จะสร้างรถให้เคลื่อนที่ด้วยล้อสายพานขึ้นแทน โดยมีความคิดที่จะใช้โซ่ทำหน้าที่เป็น

สายพานของรถ เพื่อความเหมาะสมในการใช้งานที่จะต้องรับน้ำหนักพอสมควร จึงนำโซ่ที่ใช้กับรถจักรยานยนต์มาใช้และเฟืองที่ใช้ในการส่งกำลังนั้น ก็จะใช้เฟืองท้ายและเฟืองหน้าของรถจักรยานยนต์มาใช้งานด้วย ซึ่งทั้งโซ่และเฟืองนั้นสามารถที่จะจัดซื้อและหาได้ง่ายตามท้องตลาดทั่วไป รวมทั้งราคาไม่แพง ซึ่งมีลักษณะดังรูปที่ 2.3



รูป 2.3 แสดงการส่งกำลังระบบขับเคลื่อนด้วยโซ่

สำหรับตัวต้นกำลังในการขับเคลื่อนนั้นจะเลือกใช้เป็น DC Motor ซึ่งเป็นมอเตอร์ปัดน้ำฝนที่ใช้กับรถยนต์ทั่วไป โดยจะมีเฟืองทดติดอยู่ที่ตัวมอเตอร์ด้วย ซึ่งจะทำให้มอเตอร์มีกำลังในการขับมากพอที่จะนำมาใช้ขับตัวรถให้เคลื่อนที่ไปได้รวมทั้งมีความเร็วรอบในการหมุนอย่างเหมาะสม โดยสามารถที่จะหาซื้อตามร้านขายอะไหล่รถยนต์ทั่วไปหรือร้านขายอะไหล่เก่าๆ สำหรับมอเตอร์ตัวที่ใช้ในโครงงานนี้หาซื้อจากร้านขายอะไหล่ของเก่า ซึ่งจะเป็นมอเตอร์ปัดน้ำฝนของรถยนต์กระบะยี่ห้อ TOYOTA การส่งกำลังจากมอเตอร์นั้นจะใช้โซ่และเฟือง เป็นตัวส่งกำลังไปยังเพลาขับของตัวรถ โดยจะนำโซ่และเฟืองหน้าของรถจักรยานยนต์มาใช้งาน ซึ่งมีลักษณะดังรูปที่ 2.4

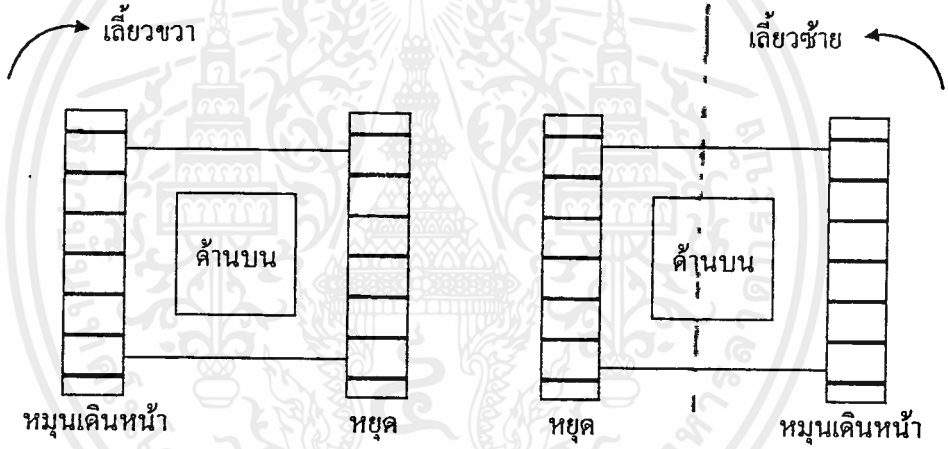


รูป 2.4 แสดงการส่งกำลังจากมอเตอร์ไปยังเพลาด้วยเฟืองและโซ่

เฟืองที่ใช้ในการส่งกำลังที่ใช้ในตัวรถนี้มีขนาดที่เท่ากันดังนั้นจึงทำให้ความเร็วที่เพลากับตัวมอเตอร์นั้น จะมีความเร็วเท่ากัน ซึ่งหากต้องการปรับเปลี่ยนความเร็วของรถก็สามารถที่จะทำการปรับเปลี่ยนขนาดของเฟืองส่งกำลังทั้ง 2 ตัวนี้ให้มีขนาดใหญ่ขึ้นหรือเล็กลง ซึ่งจะมีขนาดมาตรฐาน หลายขนาดให้เลือกพอสมควร โดยเป็นเฟืองหน้าที่ใช้กับรถจักรยานยนต์ยี่ห้อต่าง ๆ ซึ่งสามารถหาได้ตามร้านอะไหล่

2.2 ระบบบังคับทิศทางการเลี้ยวของรถ

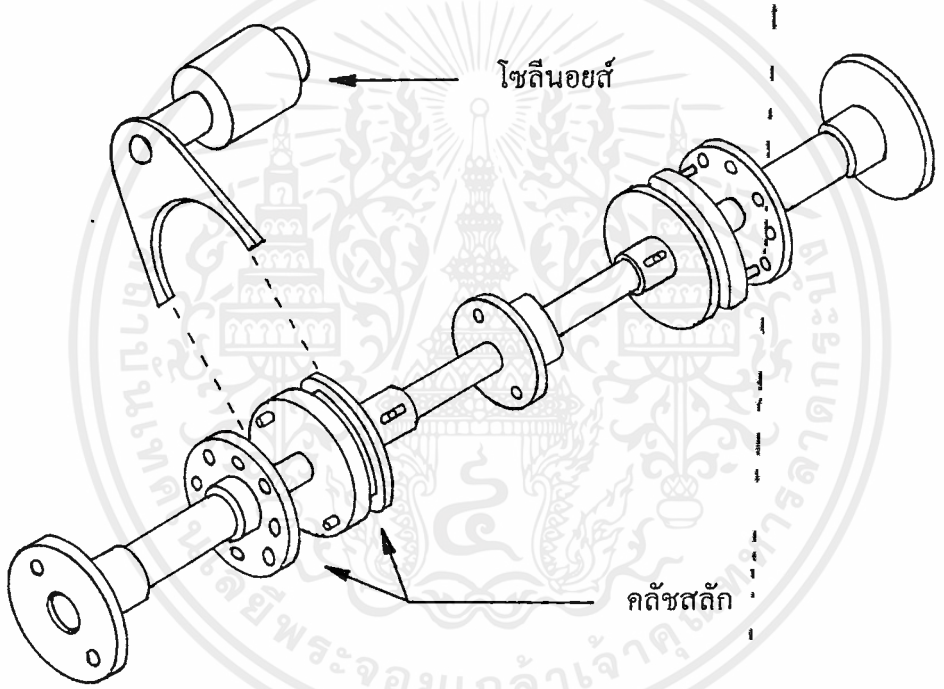
รถสายพานโดยทั่วไปนั้นการบังคับการเลี้ยวสามารถทำได้ด้วย การบังคับให้สายพานข้างใดข้างหนึ่งให้หยุดหมุนล้อสายพานอีกข้างก็สามารถที่จะทำให้เกิดการเลี้ยวของตัวรถได้



รูป 2.5 แสดงการควบคุมการเลี้ยวด้วยสายพาน

ซึ่งการบังคับการเลี้ยวนอกจากจะสั่งหยุดสายพานข้างเดียวกับที่ต้องการเลี้ยวและให้สายพานที่อีกข้างหมุนเดินหน้าแล้ว ก็ยังสามารถที่จะสั่งการเลี้ยวโดยสั่งให้สายพานด้านตรงข้ามที่จะเลี้ยวหยุดและสั่งสายพานอีกข้างหมุนถอยหลังก็กระทำได้เช่นกัน หรือจะบังคับให้เลี้ยวโดยสั่งให้สายพานแต่ละข้างหมุนในทิศทางตรงกันข้ามก็จะทำให้เกิดการเลี้ยวได้

สำหรับรถแบบล้อสายพานที่สร้างขึ้นมานี้ จะออกแบบให้เกิดการเลี้ยวโดยการหยุดล้อสายพานข้างหนึ่งและหมุนล้อสายพานข้างหนึ่ง โดยการออกแบบเพลาส่งกำลังมีลักษณะพิเศษที่สามารถทำการตัดต่อการส่งกำลังที่ส่งไปยังล้อสายพานแต่ละข้างด้วยลักษณะการทำงานแบบคลัชสลักเหมือนกับที่ใช้งานกับผลานของรถแทรคเตอร์ ซึ่งการตัดต่อการส่งกำลังของเพลานั้นจะอาศัยโซลีนอยส์เข้าช่วยในการปลดคลัชสลัก ลักษณะรูปแบบของเพลาที่ออกแบบจะมีลักษณะดังรูปที่ 2.6



รูป 2.6 แสดงลักษณะของเพลาที่ประกอบด้วยคลัชสลักควบคุมการเลี้ยว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

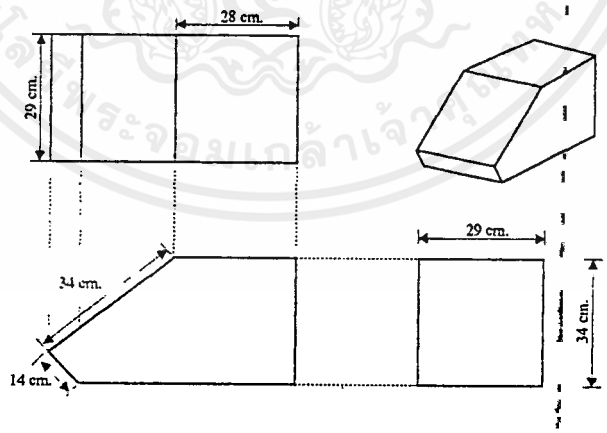
ก้านชักของโซลีนอยส์จะถูกยึดติดกับแผ่นเหล็กที่มีลักษณะเป็นก้ามปู สำหรับใส่ลงไปในร่องของคลัชสลักเมื่อจ่ายไฟให้แก่โซลีนอยส์ ก็จะทำให้โซลีนอยส์ปลดคลัชสลักออกตัดการส่งกำลังจากเพลาไปยังล้อสายพาน

โซลีนอยส์ที่นำมาใช้เป็นโซลีนอยส์ที่ใช้กับแรงดันขนาด 12 V ซึ่งใช้อยู่ภายในรถยนต์ซึ่งทำหน้าที่เลื่อนเฟืองของมอเตอร์สตาร์ท ให้ต่อกับเพลาของรถยนต์ขณะทำการสตาร์ทรถ ซึ่งหาได้ง่ายตามร้านขายอะไหล่โซลีนอยส์รถยนต์ทั่วไป

2.3 ตัวรถ

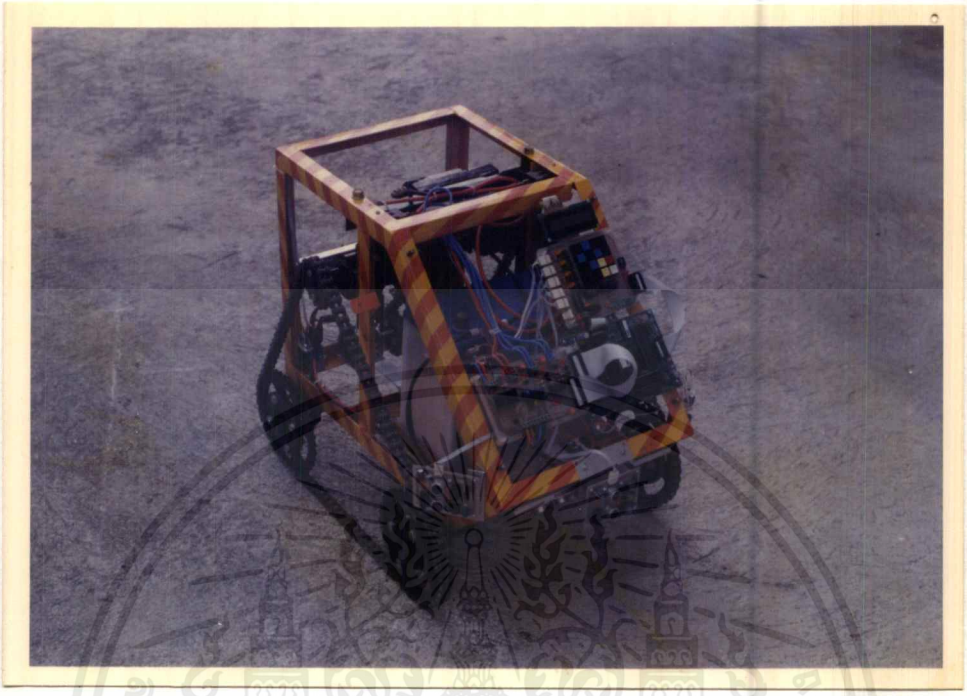
เนื่องจากรถแบบล้อสายพานที่ได้ทำการออกแบบมานี้เป็นการใช้อุปกรณ์ที่ใช้กับรถยนต์ส่วนใหญ่ คือ มอเตอร์ปัดน้ำฝนและโซลีนอยส์ ซึ่งต้องการแรงดันขนาด 12 V จึงจะต้องนำเอาแบตเตอรี่ที่ใช้กับรถยนต์มาใช้ ด้วยเหตุผลที่ว่าโซลีนอยส์และมอเตอร์ปัดน้ำฝนที่นำมาใช้งานนั้นต้องใช้กระแสมากพอสมควรในการทำงาน เพื่อปลดคลัชสลักและขับเคลื่อนตัวรถ ดังนั้นจึงเลือกที่จะใช้แบตเตอรี่รถยนต์ขนาด 45 Ah เพื่อให้รถสามารถทำงานได้นานขึ้น

ในการออกแบบตัวรถซึ่งต้องการความแข็งแรง เพื่อสามารถรับน้ำหนักของแบตเตอรี่และส่วนประกอบที่เป็นเหล็กในส่วนต่าง ๆ จึงเลือกใช้เหล็กฉากขนาด 1 นิ้ว มีความหนาประมาณ 1 หุนมาใช้ โดยจะมีน้ำหนักไม่มากนักและราคาไม่แพง สำหรับลักษณะรูปแบบและขนาดของตัวรถนั้นออกแบบให้มีขนาดพอเหมาะที่จะใส่แบตเตอรี่ขนาด 45 Ah ได้ดังรูปที่ 2.7 สำหรับด้านหน้าของตัวรถที่ออกแบบให้มีลักษณะเป็นมุมป้านขึ้น เพื่อประโยชน์ในการวิ่งขึ้นทางลาดและข้ามสิ่งกีดขวางบางชนิดได้



รูป 2.7 แสดงขนาดและภาพมิติต่าง ๆ ของรถหลบหลีกสิ่งกีดขวางอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



รูป 2.8 ภาพถ่ายแสดงลักษณะของตัวรถ

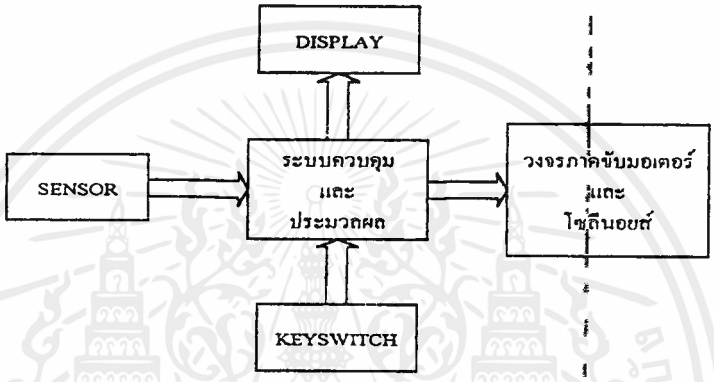
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

ระบบอิเล็คทรอนิคส์ควบคุมการขับเคลื่อนและควบคุมการเลี้ยว

3.1 โครงสร้างของระบบอิเล็คทรอนิคส์ควบคุม

สำหรับระบบอิเล็คทรอนิคส์ควบคุม เพื่อให้รถเคลื่อนที่ไปในทิศทางที่ต้องการได้นั้น ต้องมีส่วนประกอบดังรูปที่ 3.1



รูป 3.1 แสดงโครงสร้างของระบบอิเล็คทรอนิคส์ควบคุม

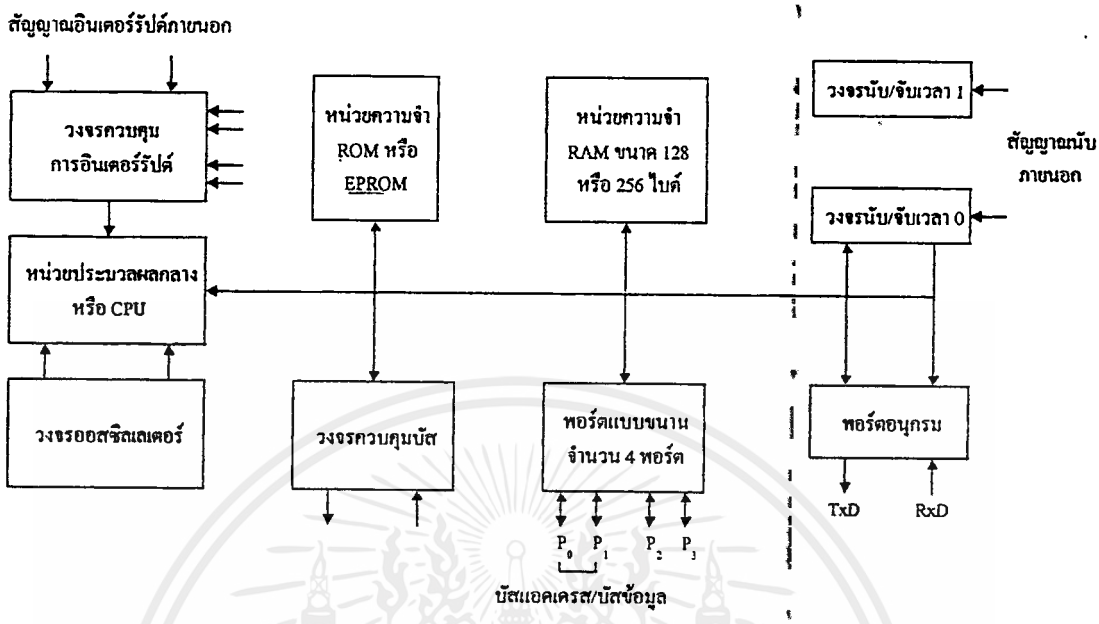
การทำงานเริ่มจาก วงจรภาคอินพุทรับคำสั่งจากการตรวจจับสัญญาณด้วยอุลตร้าโซนิค แล้วส่งสัญญาณไประบบควบคุมและประมวลผล ซึ่งอาศัยระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ 8031 มาประมวลผลให้ระบบทำงานตามโปรแกรมที่กำหนดไว้ และส่งข้อมูลออกไปวงจรภาคขับมอเตอร์และโซลีนอยส์เพื่อบังคับให้ตัวรถเคลื่อนที่ไปในทิศทางที่ต้องการ โดยมีภาค Keyswitch ทำหน้าที่เป็นวงจรอินพุทให้กับระบบควบคุมอีกส่วนหนึ่งด้วย เพื่อกำหนดสภาวะหน้าที่การทำงานและค่าต่าง ๆ ที่ใช้และแสดงผลค่าต่าง ๆ ด้วย LCD Display

3.2 ระบบอิเล็คทรอนิคส์ควบคุม

ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ของรถใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8031 มีการต่อขยายพอร์ต 8255 และส่วนแสดงผลเป็นจอแอลซีดี (Dot Matrix LCD Module), ซึ่งรายละเอียดของส่วนต่าง ๆ เป็นดังนี้

หน่วยการทำงานพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8031 แสดงดังแผนภาพในรูปที่ 3.2 ซึ่งประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 3.2 แผนภาพแสดงหน่วยทำงานพื้นฐานของ 8031

- หน่วยประมวลกลางขนาด 8 บิท
- หน่วยประมวลผลสำหรับข้อมูลแบบบิท (Boolean Processor)
- ความสามรถในการอ้างตำแหน่งของหน่วยความจำโปรแกรม 64 กิโลไบต์
- ความสามารถในการอ้างตำแหน่งของหน่วยความจำข้อมูล 64 กิโลไบต์
- หน่วยความจำแบบแรม (RAM) ภายในจำนวน 128 ไบต์
- พอร์ตอินพุท แบบขนานจำนวน 32 เส้น ซึ่งสามารถแยก การทำงานได้อย่างอิสระ
- วงจรนับ/จับเวลาขนาด 16 บิทจำนวนสองวงจร
- วงจรสื่อสารแบบอนุกรมแบบฟูลดูเพล็กซ์ (Full Dupiex)
- วงจรควบคุมการอินเตอร์รัปต์จากแหล่งกำเนิดสัญญาณ 6 ประเภทพร้อมการกำหนดลำดับความสำคัญได้สองระดับ
- วงจรออสซิลเลเตอร์ภายในใช้สร้างสัญญาณนาฬิกาควบคุมการทำงานในตัวเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1 การกำหนดหน้าที่ขาสัญญาณของ 8031

ไมโครคอนโทรลเลอร์ 8031 มีรูปร่างของไอซีเป็นแบบดิพ (DIP) ขนาด 40 ขาแสดงเป็นแผนภาพรูปที่ 3.3 แต่ละขาสัญญาณจะมีหน้าที่ระบุชัดเจนตามสัญญลักษณ์ชื่อย่อที่กำกับในแต่ละขา แต่จะมีบางขาสัญญาณที่อาจจะทำหน้าที่ได้มากกว่าหนึ่งอย่างซึ่งไม่สามารถใช้งานในเวลาเดียวกันได้ การกำหนดว่าจะทำงานในลักษณะใดจะขึ้นอยู่กับการเชื่อมต่อวงจรเข้ากับขาสัญญาณและโปรแกรมควบคุมของระบบนั้น

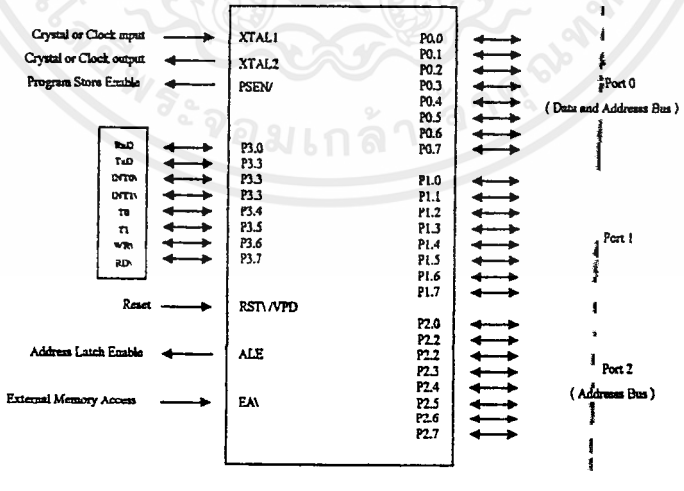
3.2.2 หน่วยความจำของ 8031

1.หน่วยความจำโปรแกรม

ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8031 ไม่มีหน่วยความจำโปรแกรมอยู่ภายในตัวไอซี ดังนั้นในการใช้งานต้องใช้หน่วยความจำโปรแกรมภายนอกเสมอ

2.หน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูล

เป็นหน่วยความจำประเภทแรม หน่วยความจำข้อมูลของ 8031 จะมีอยู่ 2 ชุดคือหน่วยความจำข้อมูลภายในมีอยู่จำนวน 128 ไบต์ (OOH ถึง 7FH) ถูกแบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือของรีจิสเตอร์แบงก์ (OOH-1FH) ส่วนพิเศษที่สามารถเข้าถึงตำแหน่งบิทได้โดยตรง (20F-2FH) และส่วนใช้งานทั่วไป (3H-7FH) ใน 128 ไบต์บน (80H-FFH) เป็นที่อยู่ของรีจิสเตอร์ฟังก์ชั่นพิเศษ และอีกชุดหนึ่งเป็นหน่วยความจำข้อมูลภายนอกมีได้สูงสุด 64 กิโลไบต์



รูป 3.3 แสดงการกำหนดหน้าที่ขาสัญญาณของไอซี 8031

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 รีจิสเตอร์สำหรับใช้งานทั่วไป

รีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไป R_0-R_7 อยู่ในหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลทั่วไปภายในชิปบริเวณ 128 ไบต์แรก รีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไป R_0-R_7 มีอยู่ด้วยกันทั้งหมด 4 กลุ่ม ซึ่งมีชื่อเหมือนกัน ในการทำงานขณะใด ๆ รีจิสเตอร์ทั้ง 4 กลุ่มจะถูกใช้งานเพียงกลุ่มเดียวเท่านั้น การเลือกใช้งานรีจิสเตอร์ R_0-R_7 กลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง ทำได้โดยการเซ็ตหรือเคลียร์บิท RS_0 , RS_1 ในรีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ PSW ซึ่งค่าที่เปลี่ยนแปลงไปในรีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไปที่ถูกเลือกใช้งานขณะนั้นจะไม่มีผลต่อรีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไปที่มีชื่อเดียวกันแต่จะอยู่คนละกลุ่มเลย แสดงการจัดพื้นที่ของรีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไปในรูป 3.4 (a)

3.2.4 รีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ

รีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะหรือ SFR (Special Function Register) ข้อมูลที่ถูกนำเก็บไว้ในรีจิสเตอร์เหล่านี้จะมีความหมายเฉพาะตัวของรีจิสเตอร์ ที่แต่ละตำแหน่งของ SFR อาจไม่ใช่เป็นหน่วยความจำ (RAM) แต่อาจจะเป็นตัวนับ (count register) ชิฟท์รีจิสเตอร์หรือ แลตช์ ซึ่งการอ้างข้อมูลในแต่ละตำแหน่งนั้น 8031 จะถือเสมือนว่าเป็นหน่วยความจำตำแหน่งหนึ่งรีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะทั้งหมดใน 8031 อาจจะแยกตามประเภทการใช้งานดังนี้

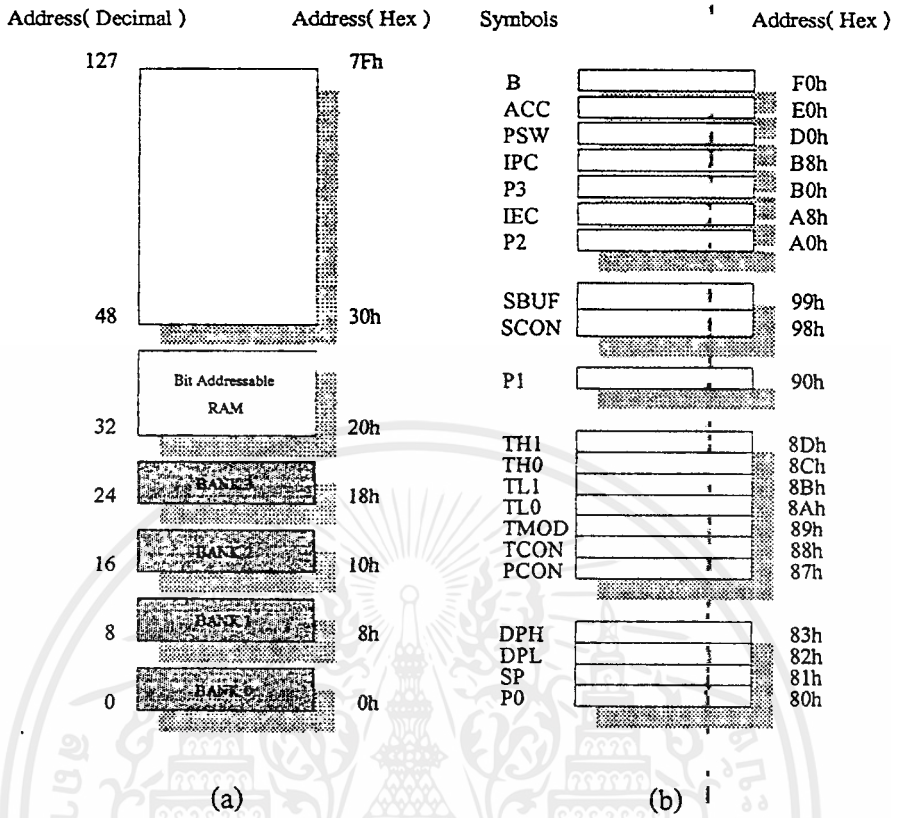
-รีจิสเตอร์ที่ใช้ควบคุมการทำงานของ 8031 โดยรวม ได้แก่ รีจิสเตอร์ PSW, PCON

-รีจิสเตอร์ที่ใช้ควบคุมการตอบสนองสัญญาณอินเตอร์รัปต์ ได้แก่ รีจิสเตอร์ IE,IP

-รีจิสเตอร์ที่ใช้ควบคุมการทำงานของไทม์เมอร์/เคาน์เตอร์ ได้แก่ รีจิสเตอร์ TCON,TMOD

-รีจิสเตอร์ที่ใช้ควบคุมการทำงานของพอร์ตสื่อสารอนุกรม ได้แก่ รีจิสเตอร์ SCON

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 3.4 แสดงการจัดพื้นที่หน่วยความจำข้อมูลภายในเพื่อใช้ทำงานเป็นรีจิสเตอร์

(a) ช่วงตั้งแต่แอดเดรส 00-19H เป็นแบงก์ของรีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไป

(b) ช่วงแอดเดรส 80-FFH เป็นพื้นที่ของรีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ

การจัดพื้นที่สำหรับรีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะเหล่านี้ แสดงดังในรูป 3.4 (b)

3.2.5 ชุดคำสั่งของ 8031

สามารถจัดกลุ่มคำสั่งตามลักษณะหน้าที่การทำงานคล้ายคลึงกัน ดังนี้

1.กลุ่มคำสั่งทางคณิตศาสตร์ (Arithmetic Instructions) ประกอบด้วยคำสั่งในการบวก ลบ คูณ หาร รวมทั้งคำสั่งในหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลทั่วไปภายในชิป

2.กลุ่มคำสั่งทางตรรกศาสตร์ (Logical Instructions) ประกอบด้วยกลุ่มคำสั่งทางตรรกศาสตร์ เช่น แอนด์ , ออร์ , เอกซ์คลูซีฟ-ออร์ , คอมพลีเมนต์ รวมทั้งคำสั่งสำหรับเลื่อนบิทข้อมูลไปทางซ้ายหรือขวาโดยผ่านบิทแคร์รี่แฟลกซ์หรือไม่ก็ได้ นอกนี้ยังมีคำสั่งพิเศษที่ใช้ในการสลับที่ข้อมูล 4 บิทบนและ 4 บิทล่าง (SWAP)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.กลุ่มคำสั่งเคลื่อนย้ายข้อมูล (Data Transfer Instructions) เป็นคำสั่งที่ใช้สำหรับการเคลื่อนย้ายข้อมูล หรือนำข้อมูลที่ได้จากการประมวลไปเก็บในหน่วยความจำบริเวณใดบริเวณหนึ่ง หรือย้ายข้อมูลไปยังรีจิสเตอร์เพื่อประมวลผล เนื่องจากคำสั่งบางคำสั่งจำเป็นต้องทำงานที่รีจิสเตอร์เฉพาะตัวเท่านั้น เช่น คำสั่งในการคูณหรือหารที่ทำงานกับรีจิสเตอร์ A , B เท่านั้นคำสั่งชุดในกลุ่มนี้แบ่งออกเป็นกลุ่มคำสั่งย่อย ๆ ดังนี้

-กลุ่มคำสั่งสำหรับเคลื่อนย้ายข้อมูลในหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลที่อยู่ภายในชิป

-กลุ่มคำสั่งสำหรับเคลื่อนย้ายข้อมูลในหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลที่อยู่ภายนอกชิป

-กลุ่มคำสั่งสำหรับเคลื่อนย้ายข้อมูลในหน่วยความจำเก็บโปรแกรมภายนอกชิป

4.กลุ่มคำสั่งในการควบคุมลำดับการทำงานของโปรแกรม (Program Control Instructions) เป็นคำสั่งที่ใช้ในการควบคุมลำดับการทำงานของโปรแกรม ในกลุ่มคำสั่งนี้แบ่งออกเป็นคำสั่งที่มีเงื่อนไขและไม่มีเงื่อนไขทำให้การเขียนโปรแกรมสะดวกมากขึ้น

5.กลุ่มคำสั่งสำหรบการประมวลผลแบบบูลีน (Boolean Instructions) การประมวลผลแบบบูลีนเป็นการประมวลผลด้วยข้อมูลขนาด 1 บิท โดยมีหน่วยความจำขนาด 1 บิทสำหรับประมวลผลซึ่งสามารถอ้างตำแหน่งได้โดยตรง หน่วยความจำนี้จะอยู่ในบริเวณเดียวกับหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลทั่วไปภายในชิปและที่ใช้เป็นรีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะบางตัว

3.2.6 เวลาของการประมวลชุดคำสั่ง

เวลาในการประมวลผลคำสั่งหนึ่งจนเสร็จสิ้นของ 8031 จะนับเป็นหน่วยของแมชชีนไซเคิล (Machine Cycle) การคำนวณหาว่าเวลาที่ใช้ในการทำคำสั่งใดจนจนเสร็จสิ้นจะต้องดูว่าคำสั่งนั้นใช้จำนวนแมชชีนไซเคิลเป็นเท่าใดในการประมวลผลเวลาที่ใช้จะคำนวณตามสูตร

$$T = (C * 12) / \text{Crystal Frequency}$$

C คือ ค่าจำนวนแมชชีนไซเคิล

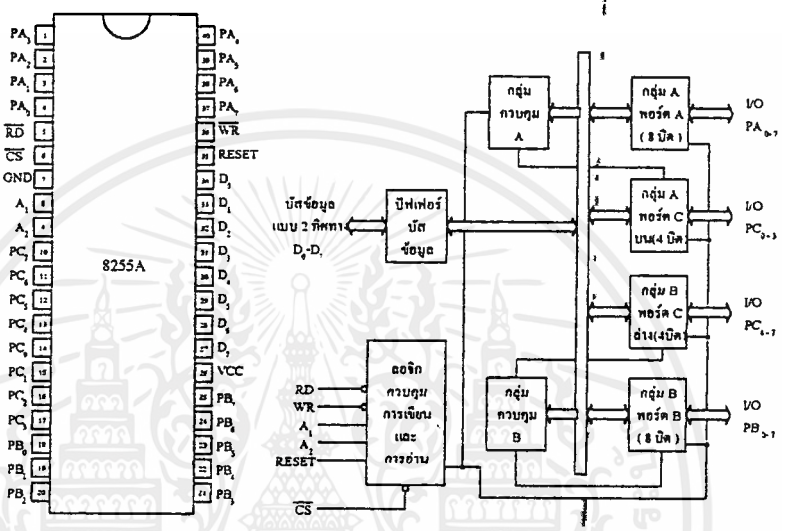
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การใช้ 8255 กับ 8031

3.3.1 รายละเอียดเกี่ยวกับ 8255

ไอซี 8255 เป็นอุปกรณ์ LSI (Large Scale Integrated Circuit) บรรจุอยู่ในแพคเก็จ (Package) 40 ขาแบบดิพ (Dual-In-Line Package: DIP)

รูป 3.5 แสดงบล็อกไดอะแกรมของ 8255 ซึ่งหน้าที่ของแต่ละบล็อกมีดังต่อไปนี้



รูป 3.5 แสดงแผนผังวงจรภายในและการจัดขาของไอซี 8255

บล็อกกลุ่มแรกมีจำนวน 4 บล็อกอยู่ทางด้านขวาของรูป เป็นส่วนที่เชื่อมต่อกันกับอุปกรณ์ภายนอกอื่น ๆ โดยมีสาย PA_0-PA_7 , PB_0-PB_7 และ PC_0-PC_7 เป็นทางผ่านของข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ภายนอกกับ 8255 สายสัญญาณเหล่านี้ถูกแบ่งออกเป็น 3 พอร์ตได้แก่ พอร์ต A (PA), พอร์ต B (PB) และพอร์ต C (PC) พอร์ตอินพุทและเอ้าท์พุท และแต่ละบล็อกจะมีสายสัญญาณเชื่อมเข้ากับบัสข้อมูลภายในของ 8255

บล็อกกลุ่มถัดมาได้แก่ กลุ่มควบคุม A และ กลุ่มควบคุม B ซึ่งจะเป็นตัวกำหนดลักษณะการทำงานของทั้งสาม I/O พอร์ต (8255 มีลักษณะการทำงานที่แตกต่างกันอยู่ 3 โหมด สามารถกำหนดได้โดยการโปรแกรมส่งคอนโทรลเวิร์ดให้กับ 8255) จากรูป 3.5 จะเห็นว่าพอร์ต C นี้จะประกอบด้วยพอร์ตขนาด 4 บิท 2 พอร์ต กลุ่มหนึ่งจะถูกควบคุมโดยกลุ่มควบคุม A และอีกกลุ่มหนึ่งจะถูกควบคุมโดยกลุ่มควบคุม B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บล็อกสุดท้ายที่จะกล่าวถึงได้แก่ ดาต้าบัสบัฟเฟอร์ และ ลอจิกควบคุมการอ่านและการเขียน ซึ่งบล็อกเหล่านี้จะเป็นส่วนที่ต่อกับซีพียู ดาต้าบัสบัฟเฟอร์นี้จะเป็นบัฟเฟอร์ให้กับบัสข้อมูลของซีพียู ส่วนลอจิกควบคุมการอ่านและการเขียน จะเป็นส่วนที่ควบคุมให้ข้อมูลเข้าหรือออกจากรีจิสเตอร์ภายในตัวที่ถูกต้องและในเวลาที่เหมาะสม

3.3.2 รายละเอียดการจัดเรียงขาของ 8255

ในส่วนนี้เราจะพิจารณาหน้าที่ของขาแต่ละขาของ 8255 ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะมีประโยชน์ในการเชื่อมต่อเข้ากับระบบบัสของซีพียู สำหรับการจัดขาแสดงรูป 3.5 รายละเอียดของแต่ละขาดังนี้คือ

D_0-D_7 : เป็นสายข้อมูลอินพุทแบบสองทิศทาง (Bidirectional Bus) จะเป็นทางผ่านของข้อมูลพอร์ตต่าง ๆ ของ 8255 กับบัสข้อมูลของ 8031

CS (Chip Select Input) : เมื่อขานี้สถานะลอจิกเป็น 0 ซีพียูจะสามารถอ่านหรือเขียนข้อมูลกับ 8255 ได้

RD (Read Input) : เมื่อขานี้มีสถานะลอจิกเป็น 0 และสัญญาณ CS มีลอจิกเป็น 0 ข้อมูลจาก 8255 จะปรากฏสู่ระบบบัสข้อมูลซีพียูก็จะสามารถอ่านข้อมูลออกไปได้

WR (Write Input) : เมื่อขาสัญญาณ CS มีลอจิกเป็น 0 ข้อมูลจากระบบบัสข้อมูลจะถูกเขียนเข้าไปยัง 8255 ได้

A_0-A_1 (Address Input) : จะเป็นตัวกำหนดการเลือกใช้รีจิสเตอร์ภายในของ 8255

RESET : เมื่อขานี้มีสถานะเป็น " 1 " 8255 จะอยู่ในสภาวะรีเซ็ตทุก ๆ พอร์ตของ 8255 จะถูกเซ็ตให้อยู่ใน โหมดอินพุท

PA_0-PA_7 , PB_0-PB_7 : ขาสัญญาณเหล่านี้จะถูกใช้เป็นพอร์ต I/O ขนาด 8 บิทใช้ต่อเข้ากับอุปกรณ์ภายนอกอื่น ๆ

PC_0-PC_7 : ขาสัญญาณนี้ถูกใช้เป็นพอร์ต I/O ขนาด 8 บิท ใช้ต่อเข้ากับอุปกรณ์ภายนอกเช่นเดียวกับ PA_0-PA_7 , PB_0-PB_7 แต่ละกลุ่มของขาสัญญาณเหล่านี้สามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มโดยแต่ละกลุ่มมีขนาด 4 บิทได้ กลุ่มแรกจะใช้ควบคุม PB_0-PB_7 และกลุ่มที่สองใช้ควบคุม PA_0-PA_7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การออกแบบระบบไมโครคอนโทรลเลอร์

จากการที่ไมโครคอนโทรลเลอร์แบบชิปเดียวเบอร์ 8031 สามารถหาได้ง่ายและมีราคาค่อนข้างถูกแต่มีข้อเสียคือ ภายในเบอร์ 8031 ไม่มีหน่วยความจำจึงต้องต่อหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมขนาด 8 กิโลไบต์ โดยใช้ EPROM เบอร์ 8764 เป็นตัวเก็บโปรแกรมควบคุมการทำงานตั้งแต่ ADDRESS 0000H-1FFFH และใช้ RAM เบอร์ 6264 ทำหน้าที่เก็บข้อมูลจากโปรแกรมใช้งานและมี CRYSTAL ในวงจรออสซิเลเตอร์ทำหน้าที่ผลิตความถี่ 11.0591 MHz เป็นสัญญาณนาฬิกาแก่ระบบ

และเนื่องจาก 8031 ใช้งานพอร์ต 0 เป็นพอร์ต ADDRESS (8 บิท ล่างคือ AD_0-AD_7) สลับกับเป็นพอร์ต DATA (ขนาด 8 บิท) จึงใช้ IC 74 HC 373 ทำหน้าที่เก็บค่าของ ADDRESS 8 บิท ไว้ในขณะที่มีการส่ง DATA ระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับหน่วยความจำหรือกับพอร์ตภายนอก

ในหน่วยของพอร์ต I/O ใช้ IC 8155 จำนวน 3 ตัวโดยให้

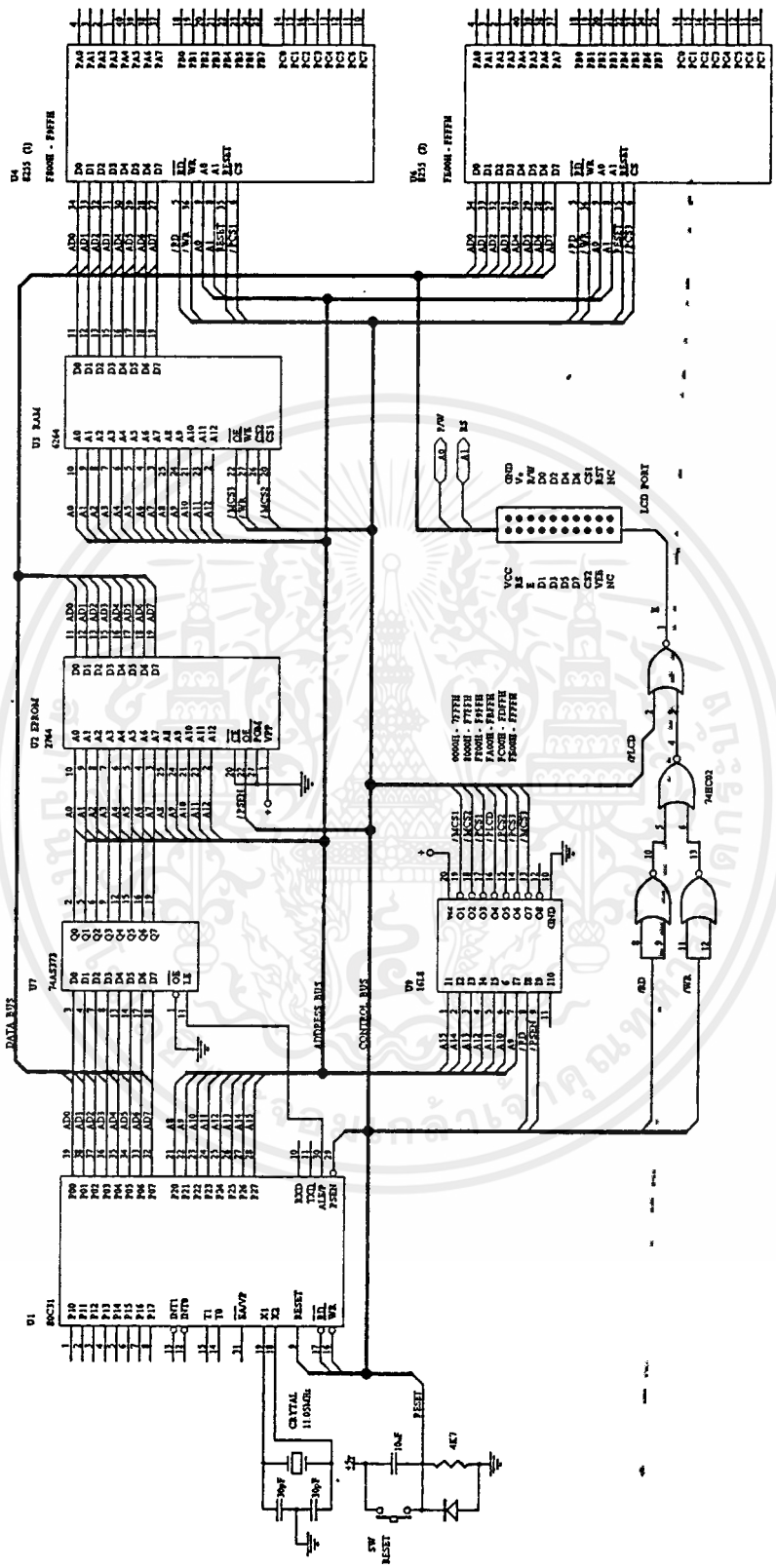
IC 8255 # 1 มีช่วงตำแหน่ง ADDRESS 8000H-8003H

IC 8255 # 2 มีช่วงตำแหน่ง ADDRESS FA00H-FA03H

IC 8255 # 3 มีช่วงตำแหน่ง ADDRESS FC00H-FC03H

วงจรสมบูรณ์ของระบบไมโครคอนโทรลเลอร์แสดงไว้ในรูปที่ 3.6 และในส่วนของการติดต่อกับอุปกรณ์อินพุทและเอ้าท์พุทภายนอกโดยผ่าน IC 8255 จะนำเสนอในบทต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 3.6 แสดงวงจรสมมูลย์ของระบบไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

038370

3.5 วงจรเชื่อมต่อระหว่างกลไกกับระบบควบคุม

โดยทั่วไปการใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์นั้นเป็นการส่งข้อมูลอินพุทให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ประมวลผลเพื่อทำงานอย่างใดอย่างหนึ่ง โดยมีคำสั่งออกทางเอ้าท์พุทพอร์ตซึ่งทำให้ต้องมีส่วนของอินพุทและเอ้าท์พุทดังนี้

3.5.1 วงจรภาคส่งและรับคลื่นอุลตร้าโซนิค

โดยอาศัยอุปกรณ์ทรานสดิวเซอร์อุลตร้าโซนิคที่ใช้กับความถี่ประมาณ 40 kHz เป็นตัวแปลงสัญญาณไฟฟ้าเป็นคลื่นเสียงซึ่งใช้วงจรภาครับและส่งดังรูปที่ 3.7

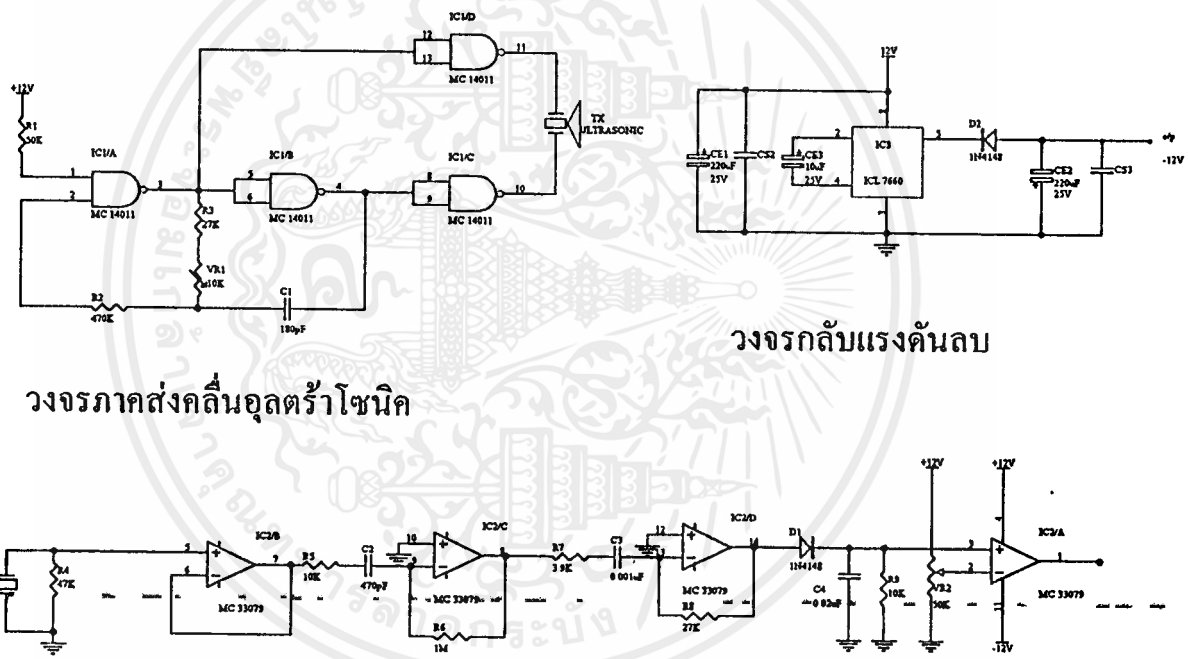
จากวงจรภาคส่งคลื่นเสียงอุลตร้าโซนิค ประกอบด้วย IC_1 MC14011 ใช้ $IC_{1/A}$, $IC_{1/B}$ และตัวต้านทาน R_3 , VR_1 และ คาปาซิเตอร์ C_1 ในการกำหนดค่าความถี่ซึ่งคำนวณได้จากสมการ

$$f = \frac{1}{2\pi R C}$$

สร้างสัญญาณ Square Wave ความถี่ประมาณ 40 kHz ไปขับทรานสดิวเซอร์ T_x ส่งคลื่นเสียงออกไป

จากรูปที่ 3.7 วงจรภาครับคลื่นเสียงอุลตร้าโซนิค ประกอบด้วยทรานสดิวเซอร์ R_x แปลงคลื่นเสียงที่มีความถี่ประมาณ 40 kHz เป็นสัญญาณไฟฟ้าซึ่งมีขนาดประมาณ 20-200 mV ต้องอาศัยวงจรขยายโดยใช้ Op-Amp MC33079 ต่อวงจรแบบ Inverting Amp ซึ่งมี Gain ประมาณ 100 และ7 เท่า ตามลำดับ สัญญาณที่ได้จะถูกแปลงเป็นระดับแรงดันไฟตรง โดยไดโอด D_1 และคาปาซิเตอร์ C_4 เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับระดับแรงดันไฟตรงจาก VR_2 ให้เป็นสัญญาณส่งไป Interupt แก่ไมโครคอนโทรลเลอร์ 8031

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 3.7 แสดงวงจรภาคส่งและรับคลื่นอุลตร้าโซนิค

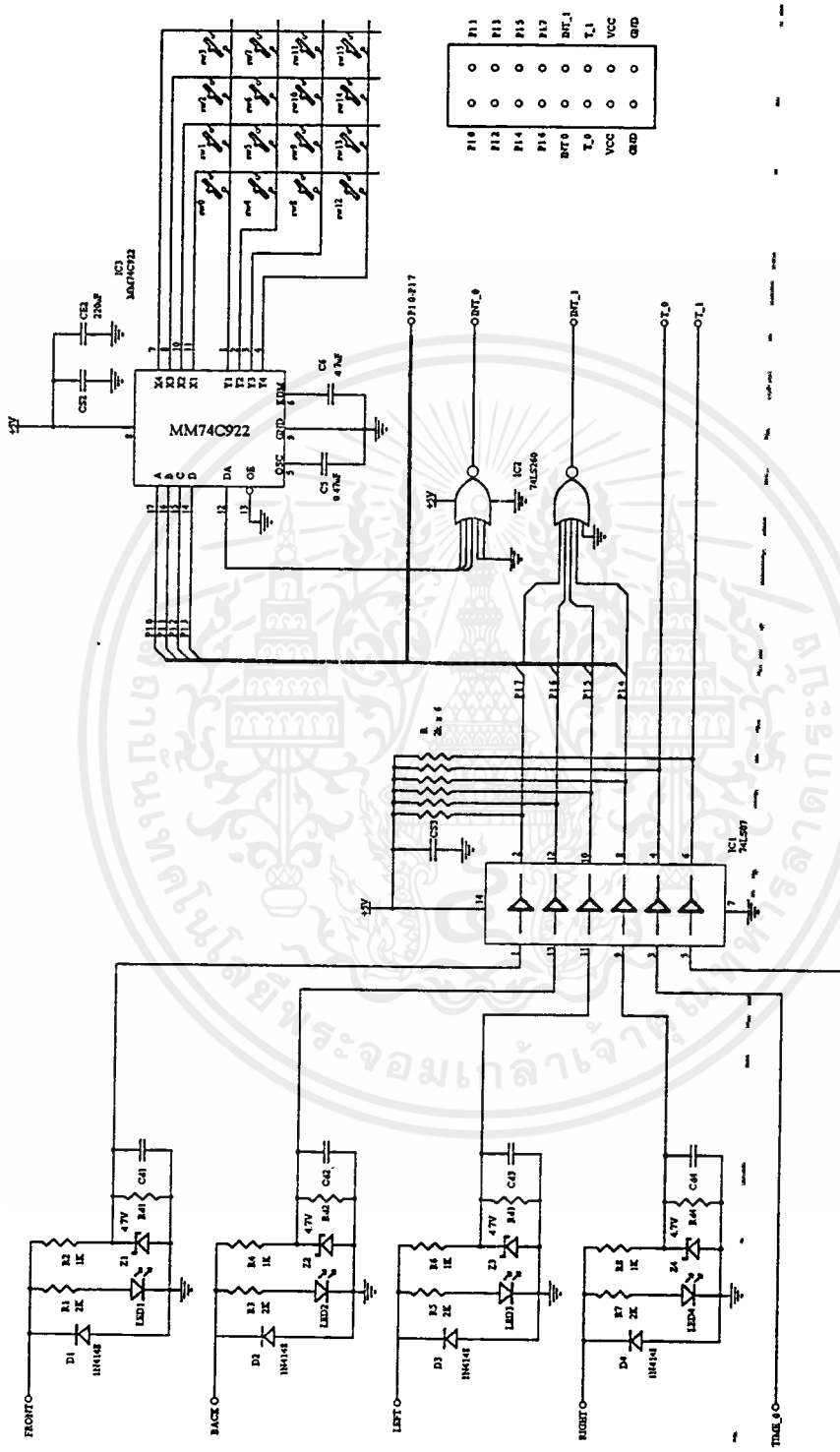
3.5.2 วงจรภาค Keyboard & Interrupt

ในการใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ จะมีการับข้อมูลจากแหล่งข้อมูล ภายนอกตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อนำไปประมวลผลการทำงาน ตามโปรแกรมที่ได้กำหนดไว้ และในโครงงานนี้แหล่งข้อมูลที่ป้อนให้แก่ ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ คือ Keyboard และสัญญาณที่มีมาจากวงจรภาครับคลื่นอุลตร้าโซนิค ซึ่งมีวงจรดังรูปที่ 3.8

จากรูปวงจรในส่วนของแหล่งข้อมูลจากการกด SW_0-SW_{15} อาศัย IC_3 MM74C922 ในการถอดรหัสข้อมูล ขนาด 4 บิท เข้าที่พอร์ต P1.0-P1.3 และทุกการกด SW ตัวใดๆ IC_3 นี้จะสร้างสัญญาณ Interrupt ผ่าน IC_2 ทำหน้าที่ Not Gate เป็นสัญญาณ INT_0

และวงจรสร้างสัญญาณ Interrupt จากสัญญาณที่มาจากวงจภาครับคลื่นอุลตร้าโซนิค นั้นใช้ไดโอด D_1 ทำหน้าที่กันไฟลบ , Z_1 ทำหน้าที่รักษาระดับแรงดัน 4.7 V เพื่อจัดแรงดันแบบ TTL และ IC_1 74LS07 เป็น Buffer เพื่อป้องกันแรงดันที่อาจผิดจากระดับ TTL เข้าไปในไมโครคอนโทรลเลอร์ ส่วน Or Gate ใน IC_2 ทำหน้าที่รวมสัญญาณ Interrupt จากวงจรภาครับคลื่นอุลตร้าโซนิค ที่ตำแหน่งติดตั้งต่าง ๆ สร้างเป็นสัญญาณ INT_1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 3.8 แสดงวงจรภาค Keyboard & Interrupt

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.3 ภาคแสดงผล LCD Module

ปัจจุบัน LCD เป็นที่นิยมกันอย่างมาก สำหรับการแสดงผลในเครื่องมือเครื่องใช้ต่าง ๆ ทั้งนี้เนื่องจากมีความเหมาะสมด้วยประการทั้งปวง ทั้งในด้านของการกินกระแสต่ำ สามารถแสดงผลเป็นตัวอักษรและตัวเลข หรือแสดงเป็นกราฟฟิคได้ (เฉพาะรุ่น) จะติดปัญหาก็คือ ในด้านวงจร ซึ่งมีระบบการทำงานที่ซับซ้อน และหาอุปกรณ์ได้ค่อนข้างยาก แต่ขณะนี้ผู้ผลิต LCD จะทำรุ่นที่เป็น LCD Module ออกมา คือเป็น Module ที่มีตัว LCD และวงจรควบคุมมาให้พร้อม (เรียกว่า LCM) ซึ่งทำให้ผู้ใช้สามารถต่อเข้ากับระบบไมโครได้ง่าย และสะดวกสำหรับการเขียนโปรแกรม รวมทั้งมีจำหน่ายกันอย่างกว้างขวาง และมีราคาที่เหมาะสม ทำให้ผู้ใช้ทางด้านไมโครหันมาใช้แผงแสดงด้วย LCD Module กันมากขึ้น

LCD Module มีอยู่มากมายหลายรุ่น และมีคุณสมบัติแตกต่างกันไป ซึ่งแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มหลักคือ แบบ Dot Matrix และ Graphic โดยแบบ Dot Matrix จะแสดงผลเป็นตัวอักษรขนาด 5*8 Dot และมีจำนวนอักษรและบรรทัดแตกต่างกันไปในแต่ละรุ่น ส่วนแบบ Graphic จะสามารถแสดงผลในแบบ BIT-MAP คือจะสร้างเป็นภาพใด ๆ ก็ได้ตามต้องการ แนวทางในการใช้งานของทั้ง 2 แบบ จะมีลักษณะใกล้เคียงกัน การใช้งานโดยทั่วไปมักจะใช้แบบ Dot Matrix มากกว่า เนื่องจากมีราคาถูก และเพียงพอต่องานส่วนใหญ่ ส่วนคุณสมบัติของ Dot Matrix LCD Module สามารถสรุปเป็นข้อ ๆ ได้ดังนี้

1. มีให้เลือกหลายรุ่นตามการใช้งาน โดยมีจำนวนตัวอักษรและบรรทัดแตกต่างกันไป
2. ตัวอักษรแสดงด้วย Dot Matrix ขนาด 5*8 Dot
3. สามารถต่อเข้ากับระบบไมโครได้ 2 ลักษณะ คือแบบ Memory Map (20-Pin LCD Bus) และแบบผ่าน 8255 Port (26-Pin 8255 Bus) โดยกรณี 26-Pin 8255 Bus จะใช้แผ่น PCB (DMCAD) เป็นตัว Adapter ทำให้เป็น 8255 Bus อีกที
4. การใช้งานง่ายและสะดวก ระบบไมโครเพียงแค่ส่งข้อมูลให้กับ LCD Module เท่านั้น ข้อความก็จะปรากฏบนแผงแสดง และจะคงค้างไว้ตลอด ทำให้ไม่ต้องเสียเวลาหลักของระบบไมโคร
5. มีคำสั่งพิเศษสำหรับอำนวยความสะดวกมากมาย เช่น Clear Display , Home Cursor , On Off Cursor , Blank Character และอื่น ๆ อีก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. สามารถแสดงผลเป็นตัวอักษรภาษาอังกฤษและตัวเลขได้ 160 ตัว และสัญญลักษณ์พิเศษอีก 32 ตัว รวมทั้งสามารถกำหนดอักษรที่ออกแบบเองได้อีก 8 ตัว
7. กินกระแสน้อย และมีน้ำหนักเบา รวมทั้งทำงานได้ด้วยไฟเลี้ยงระดับ 5 V เท่านั้น

PIN	SYMBOL	LEVEL	FUNCTION
1	Vss	-------	0 V GND
2	Vcc	-------	+ 5 V POWER SUPPLY
3	Vee	-------	+ V FOR LIQUID CRYSTAL DRIVE
4	RS	H/L	REGISTER SELECT H:DATA INPUT L:INSTRUCTION INPUT
5	R/W	H/L	H:DATA READ L:DATA WRITE
6	E	H	ENABLE SIGNAL (L → H)
7	DB 0	H/L	DATA BUS BIT 0
8	DB 1	H/L	DATA BUS BIT 1
9	DB 2	H/L	DATA BUS BIT 2
10	DB 3	H/L	DATA BUS BIT 3
11	DB 4	H/L	DATA BUS BIT 4
12	DB 5	H/L	DATA BUS BIT 5
13	DB 6	H/L	DATA BUS BIT 6
14	DB 7	H/L	DATA BUS BIT 7

ตาราง 3.1 แสดงขาสัญญาณของ LCD Module

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การต่อเข้ากับระบบไมโครคอนโทรลเลอร์

LCD Module จะต่อเข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ 2 ลักษณะ คือแบบ Memory Map โดยผ่าน LCD Bus ขนาด 20 Pin และแบบ I/O Port โดยผ่าน 8255 Bus ขนาด 26 Pin ซึ่งทั้งสองแบบนี้จะมีข้อดีและข้อด้อยแตกต่างกันไป โดยแต่ละแบบจะมีหลักการดังนี้

<u>การต่อแบบ Memory Map</u>

1. สามารถต่อเข้ากับ Chip เบอร์ทั่ว ๆ ไปได้ เช่น 8051 หรือ Z80 โดยจะทำให้ระบบไมโครมองเห็น LCD Mdule ในลักษณะของ Memory ได้ทันที
2. ผู้ใช้สามารถเขียนและอ่านข้อมูลจาก LCD Module ได้ ทำให้มองเสมือนว่าเป็น Memory Buffer ไปในตัว
3. เนื่องจากสามารถอ่านข้อมูลกลับได้ จึงทำให้สามารถตรวจสอบ Flag ความพร้อมในขณะที่ LCD Module กำลังทำงานได้
4. ใช้ได้กับบอร์ดที่มี LCD Bus มาให้พร้อมเท่านั้น
5. ทำให้กินพื้นที่ของหน่วยความจำไปส่วนหนึ่ง และต้องมีการ Decode ละเอียดพอควร
6. การจัดขาสัญญาณจะต้องเป็นไปตามแบบของ Chip แต่ละเบอร์ด้วย

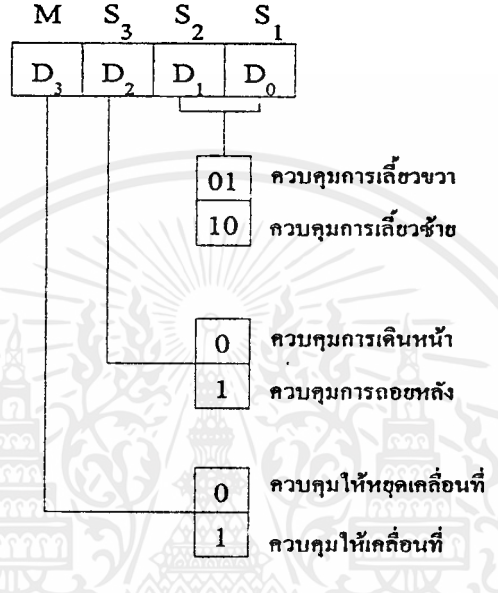
<u>การต่อแบบ I/O Port</u>

1. สามารถต่อเข้ากับ I/O Port ใด ๆ ก็ได้ โดยใช้สายสัญญาณจำนวน 11 เส้น และใช้โปรแกรมเป็นตัวสร้างสัญญาณขึ้นมาให้ตรงกับข้อกำหนดของ LCD Module
2. ผู้ใช้จะเขียนข้อมูลให้ LCD Module ได้อย่างเดียว ซึ่งผู้ใช้ควรจะกำหนด Memory ส่วนหนึ่งให้เป็นเสมือน Buffer ให้กับ LCD Module อีกที
3. เนื่องจากไม่สามารถอ่านข้อมูลกลับได้ จึงต้องใช้การหน่วงเวลาของระบบไมโครเอง เพื่อรอให้ LCD Module กระทำขบวนการต่าง ๆ
4. ใช้ได้กับบอร์ดทั่ว ๆ ไปที่มี Port
5. ไม่เปลืองส่วนของ Memory ในการใช้งาน
6. การจัดขาสัญญาณกระทำได้อย่างอิสระ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.4 วงจรภาคขับมอเตอร์และโซลีนอยล์

จากการที่ออกแบบโครงสร้างของตัวรถให้มีระบบขับเคลื่อนโดยอาศัยมอเตอร์ DC 12 V และใช้โซลีนอยส์เป็นตัวควบคุมให้เกิดการเลี้ยวและเพื่อให้สามารถประยุกต์ใช้งานกับโปรแกรมในการควบคุมระบบการเคลื่อนที่ของตัวรถ จึงต้องอาศัยข้อมูลดิจิตอล ขนาด 4 บิท เพื่อควบคุมการทำงานของตัวรถดังนี้

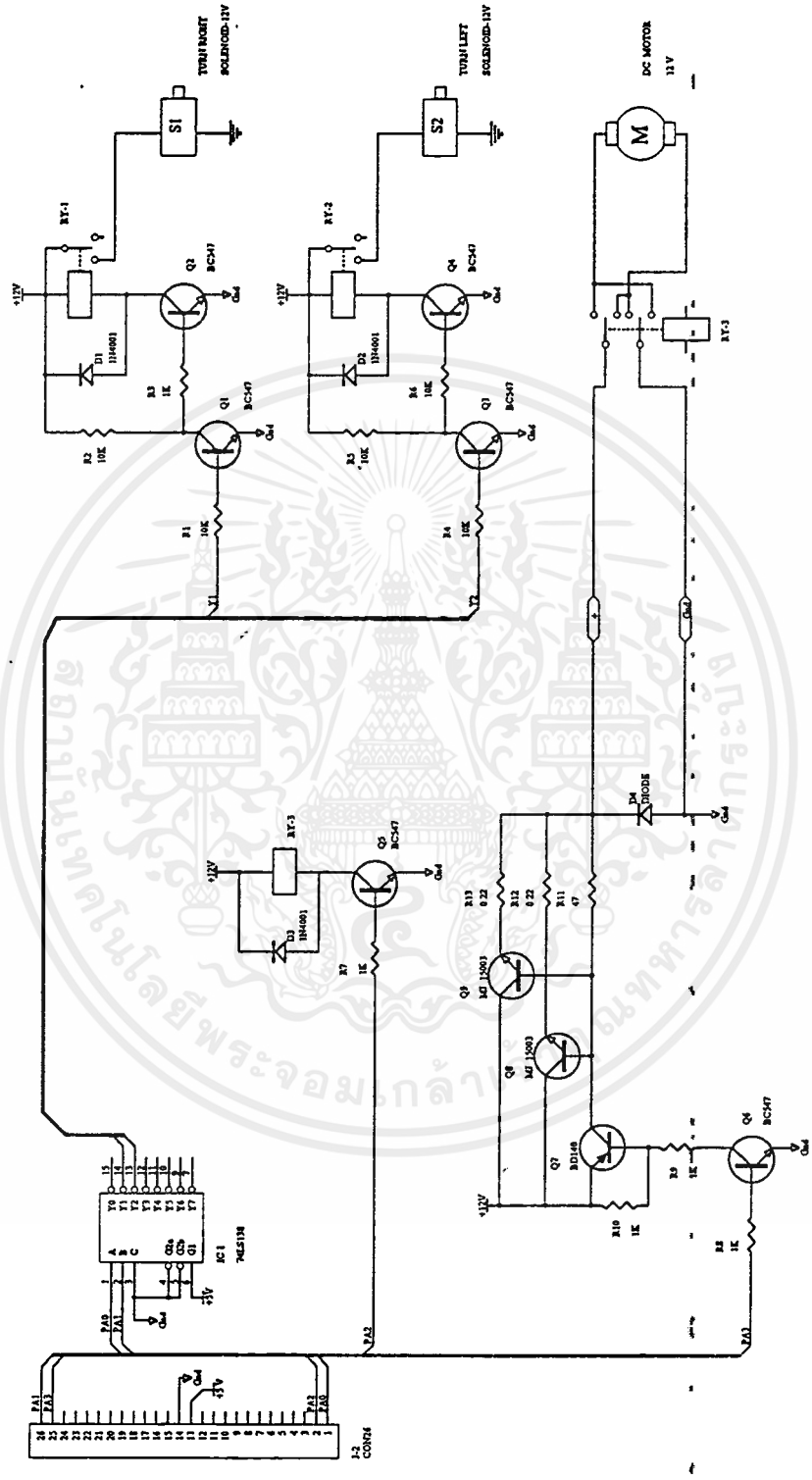


รูปที่ 3.9 แสดงรูปแบบคำสั่งการควบคุมการเคลื่อนที่

จากรูปแบบคำสั่งสามารถอธิบายการทำงานได้ดังนี้

- บิท D_1 และ D_0 เป็นบิทควบคุมโซลีนอยส์ เพื่อให้เกิดการเลี้ยวซ้ายและขวา ซึ่งหาก $D_1 = D_0$ จะไม่เป็นคำสั่งใช้งาน
- บิท D_2 เป็นบิทควบคุมรีเลย์ที่ทำหน้าที่สลับขั้วไฟฟ้าของมอเตอร์ เพื่อเป็นตัวกำหนดการหมุนมอเตอร์ไปด้านหน้าหรือหมุนถอยหลัง
- บิท D_3 เป็นบิทควบคุมการทำงานของมอเตอร์ให้ทำงาน และหยุดการทำงาน หรือให้มอเตอร์หมุนช้าหรือเร็วโดยสัญญาณอินพุทที่บิทนี้เป็นพัลซ์จากรูปแบบคำสั่งที่ได้ สามารถนำออกแบบเป็นวงจรสมบูรณ์ได้ดังรูปที่ 3.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 3.10 แสดงวงจรภาคขับมอเตอร์และโซลินอยด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากวงจรในรูปที่ 3.10 สามารถอธิบายการทำงานได้โดยเริ่มจากสัญญาณคำสั่งขนาด 4 บิท จะถูกส่งมาจากไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยใช้พอร์ต PA ตำแหน่งบิทที่ PA_0 - PA_3 เทียบเป็น D_0-D_3 ตามลำดับเพื่อควบคุมส่วนต่างๆ ซึ่งเริ่มจาก PA_0 และ PA_1 เป็นสัญญาณอินพุทให้ IC Decoder 74LS138 ทำการถอดรหัสเลือกให้โซลีนอยส์ S_1 ทำงานให้เกิดคำสั่งเลี้ยวขวาเมื่ออินพุท PO_0 และ PO_1 เป็นลอจิก " 1 " และ " 0 " ตามลำดับ ซึ่งจะได้สัญญาณลอจิก " 0 " Y_1 และทรานซิสเตอร์ Q_1 ทำหน้าที่กลับระดับลอจิกเป็น " 1 " เพื่อให้ขับให้ทรานซิสเตอร์ Q_2 ทำงานนำกระแสให้ Relay - 1 ทำงานเป็นผลให้มีกระแสไหลผ่าน โซลีนอยส์ S_1

และจากการทำงานในลักษณะเดียวกัน เมื่ออินพุท PA_0 และ PA_1 เป็นลอจิก " 0 " และ " 1 " จะทำให้โซลีนอยส์ S_2 ทำงานเกิดเป็นคำสั่งในการเลี้ยวซ้าย และหาก PA_0 และ PA_1 มีระดับลอจิก นอกเหนือจากทั้ง 2 กรณีนี้ โซลีนอยส์ทั้ง 2 จะไม่ทำงาน

สัญญาณ PA_2 จะเป็นสัญญาณควบคุมให้ทรานซิสเตอร์นำกระแสเมื่อมีลอจิก " 1 " เพื่อให้ Relay - 3 ทำงานสลับขั้วของมอเตอร์ให้เกิดการเตรียมพร้อมในการเดินหน้าหรือถอยหลัง

สัญญาณ PA_3 เป็นสัญญาณควบคุมทางเดินของกระแสจากแหล่งจ่ายไปมอเตอร์ เพื่อให้มอเตอร์ทำงานโดยอาศัย ลอจิก " 1 " ควบคุมให้ Q_6 นำกระแสให้ Q_7 , Q_8 และ Q_9 นำกระแสไปสู่มอเตอร์ โดยมีแรงดันที่คร่อม R_{11} ทำให้ Q_8 และ Q_9 นำกระแสในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน

* <u>หมายเหตุ</u> เมื่อให้ PA_0 และ PA_1 มีลอจิกเป็น " 01 " หรือ " 10 " ตัวรถจะไม่เคลื่อนที่จนกว่าสัญญาณที่ PA_3 จะเป็นลอจิก " 1 "

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 โปรแกรมควบคุมการทำงาน

โปรแกรมควบคุมการทำงานของรถหลบหลีกสิ่งกีดขวางอัตโนมัตินี้ จะใช้การประมวลผลข้อมูลที่รับมาจากแหล่งข้อมูล 2 แหล่ง คือ Keyswitch และ ภาคตรวจจับ (Sensor) โดยจะแบ่งการทำงานของตัวถังรถออกเป็น 2 ลักษณะคือ การทำงานในโหมดการเคลื่อนที่อัตโนมัติและการทำงานในโหมดการโปรแกรมการเคลื่อนที่

3.6.1 การทำงานในโหมดการเคลื่อนที่อัตโนมัติ

เป็นโปรแกรมที่กำหนดหน้าที่ให้กับภาคควบคุมทำการรับข้อมูลจากภาคตรวจจับวัตถุ (SENSOR) ทั้ง 4 ด้านของตัวรถ ซึ่งเป็นข้อมูล 4 บิท แล้วทำการถอดรหัสข้อมูลว่าพบสิ่งกีดขวางในทิศทางใดหรือไม่ ถ้าไม่พบสิ่งกีดขวางใด ๆ ก็จะทำการสั่งให้ตัวรถเคลื่อนที่เดินหน้าไปเรื่อย ๆ ต่อเมื่อพบสิ่งกีดขวางจะทำการถอดรหัสข้อมูลว่าพบในทิศทางใด จากนั้นก็จะสั่งให้ตัวรถเคลื่อนที่เพื่อหลบหลีกสิ่งกีดขวางในทิศทางนั้น ๆ และการทำงานของโปรแกรมจะเป็นการวนลูปการทำงานเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะยกเลิกการทำงานในโหมดนี้

3.6.2 การทำงานในโหมดการโปรแกรมการเคลื่อนที่

เป็นโปรแกรมการกำหนดเส้นทางการเคลื่อนที่ โดยเส้นทางที่กำหนดจะไม่มีสิ่งกีดขวางหรือวัตถุอยู่ซึ่งในคำสั่งที่กำหนดจะประกอบด้วย ทิศทางการเคลื่อนที่ ระยะทาง และค่าหน่วยเคลื่อนที่ โดยสามารถตั้งโปรแกรมคำสั่งไว้ล่วงหน้าได้จำนวน 99 คำสั่ง ตั้งค่าระยะทางได้สูงสุด 99 หน่วยต่อคำสั่ง และตั้งค่าหน่วยการเคลื่อนที่เป็น เมตร หรือ 10 เซนติเมตร และในขณะที่ตัวรถเคลื่อนที่มีการตรวจพบวัตถุกีดขวางเส้นทางเคลื่อนที่ ตัวรถจะหยุดการทำงานและรอจนกว่าวัตถุนั้นจะหายไปจึงจะเคลื่อนที่ตามเส้นทางเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดสอบและผลการทดสอบของโครงงาน

การทดสอบการทำงานของรถหลบหลีกสิ่งกีดขวางอัตโนมัติแบ่งเป็น

4.1 การทดสอบการทำงานของตัวรถ

ในการทดสอบการทำงานเบื้องต้นของรถภายหลังจากการประกอบระบบขับเคลื่อนและระบบควบคุมการเลี้ยวเข้ากับตัวรถ โดยการทดลองจะใช้แหล่งจ่ายพลังงานนี้เป็นแบตเตอรี่ 12V 45Ah ซึ่งแบ่งการทดสอบออกเป็น 2 ส่วนด้วยกัน คือ

4.1.1 การทดสอบระบบขับเคลื่อนของรถ

ทำโดยการจ่ายไฟ DC 12V โดยตรงให้กับมอเตอร์ พบว่าสามารถเคลื่อนที่ได้โดยไม่มีปัญหากับระบบขับเคลื่อน แม้ว่าจะรับน้ำหนักจากแบตเตอรี่มาก

4.1.2 การทดสอบระบบควบคุมการเลี้ยว

ทำได้โดยการจ่ายไฟ DC 12V โดยตรงให้กับโซลีนอยส์ เพื่อปลดคลัชสลัก แล้วจ่ายไฟให้กับมอเตอร์ตามมา พบว่าเกิดความผิดพลาดขึ้น เนื่องจากโซ่สายพานในข้างที่สั่งปลดคลัชสลักเพื่อหยุดการเคลื่อนที่นั้นไม่หยุดหมุนจึงทำให้ไม่สามารถเลี้ยวได้ และบางครั้งโซลีนอยส์มีแรงไม่พอในการปลดคลัชสลักออกในจังหวะแรก ทั้งนี้ปัญหาทั้งสองที่เกิดขึ้นนี้เกิดจาก ความผิดที่เกิดขึ้นกับตัวเพลา ซึ่งอาจเกิดจากการติดตั้งเพลาไม่ได้ระดับ หรือความตึงของโซ่สายพาน แต่ปัญหาในกรณีหลังไม่ค่อยจะมีผลกับการบังคับทิศทางมากนัก เนื่องจากเมื่อมอเตอร์หมุน จะทำให้โซลีนอยส์สามารถปลดคลัชสลักได้ ดังนั้นในเบื้องต้นจึงทำการติดตั้งเบรค ซึ่งจะใช้ก้านเหล็กในการขัดเพื่องส่งกำลังด้านที่ต้องการเลี้ยวไม่ให้หมุน โดยจะใช้สลักเป็นตัวส่งกำลังจากโซลีนอยส์มาควบคุมการเบรค ซึ่งการทดสอบการทำงานพบว่าสามารถทำงานได้ดีพอสมควร แต่ลักษณะการติดตั้งตัวเบรค จึงมีผลต่อการควบคุมการเลี้ยว โดยในขณะที่จะเลี้ยวจะต้องให้มอเตอร์หมุนถอยหลัง ทั้งนี้เนื่องจากมีอุปสรรคในการติดตั้ง และเมื่อนำมาใช้งานพบว่าการควบคุมการเลี้ยวทำได้อย่างไม่คล่องตัวจึงได้ทำการออกแบบควบคุมการเบรคใหม่ทั้งหมด โดยทำการติดตั้งเขี้ยวโลหะเพิ่มเข้าไปบนตัวก้ามปู เมื่อสั่งให้โซลีนอยส์ทำงานก็จะส่งกำลังผ่านตัวก้ามปูให้ปลดคลัชสลักออก ขณะเดียวกันตัวเขี้ยวโลหะที่อยู่บนตัวก้ามปูก็จะทำหน้าที่ล็อคตัวแกนเพลาไม่ให้หมุนตาม และเมื่อทำการทดสอบการทำงานพบว่าสามารถทำการควบคุมการเลี้ยวของตัวรถได้ดีและมีความคล่องตัวเป็นอย่างมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การทดสอบวงจรอุลตร้าโซนิค

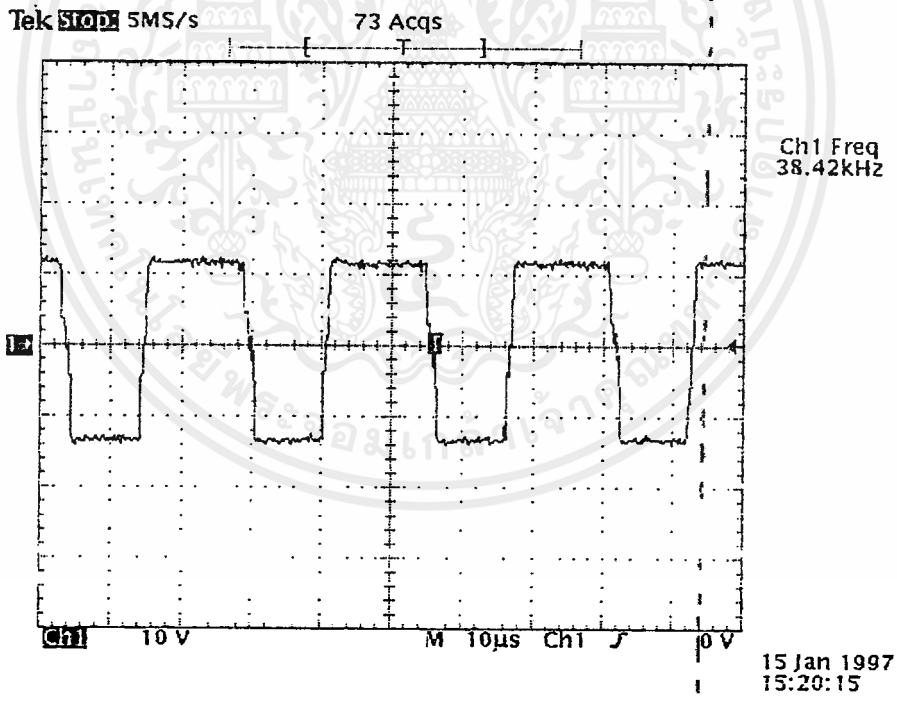
4.2.1 การวัดสัญญาณ

อุปกรณ์ที่ใช้

- Oscilloscope Tektronix TDS 360
- แหล่งจ่ายไฟตรง 12 V
- วัตถุผิวเรียบ

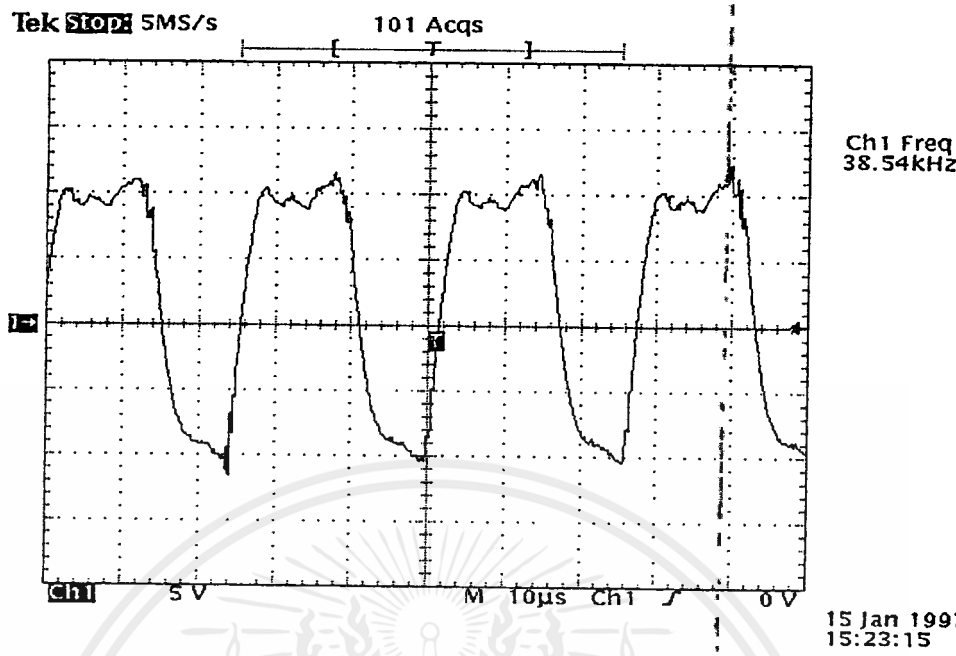
การทดสอบ

- ป้อนไฟเลี้ยงแก่วงจร
- ตั้งระยะห่างจาก ทรานสดิวเซอร์ ถึงวัตถุผิวเรียบ ประมาณ 5 ซม.
- ปรับค่า VR_1 (10 KΩ) เพื่อเปลี่ยนความถี่ของคลื่นเสียงที่ส่งสัญญาณให้ตรงความถี่รีโซแนนซ์ของตัวส่งและรับ โดยใช้ Scope วัดสัญญาณสูงสุดที่ตัวรับสัญญาณ
- บันทึกรูปสัญญาณ ณ. ค่าต่าง ๆ

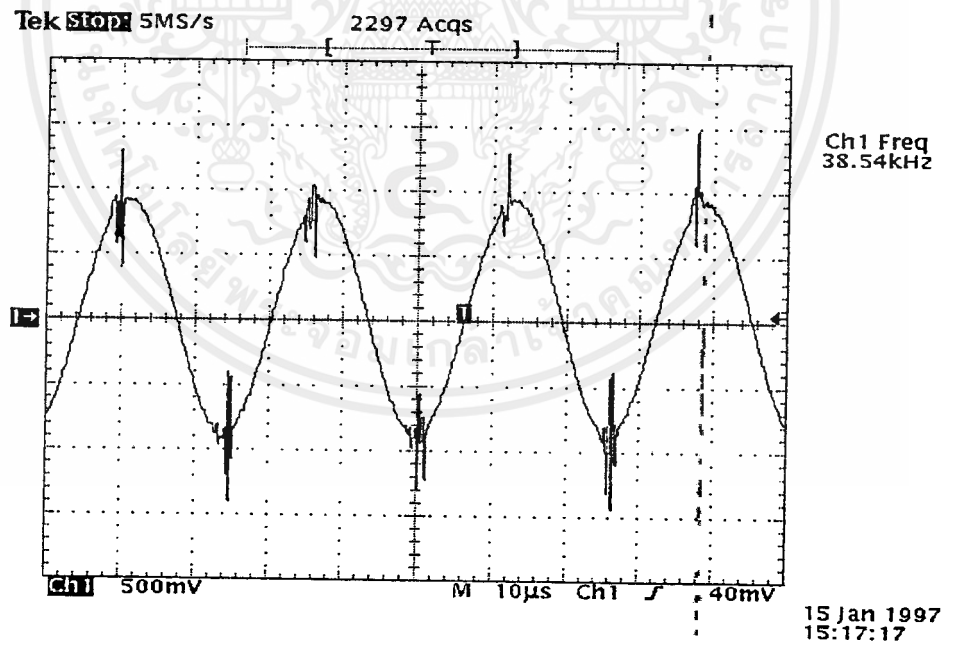


รูป 4.1 แสดงสัญญาณที่ภาคส่ง (ระหว่างขา 10 และ 11 ของ IC_1)
ขณะที่ไม่ต่อทรานสดิวเซอร์ตัวส่ง TX

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 4.2 แสดงสัญญาณที่ภาคส่ง (ระหว่างขา 10 และ 11 ของ IC_1)
เมื่อต่อทรานสดิวเซอร์ตัวส่ง TX แล้ว

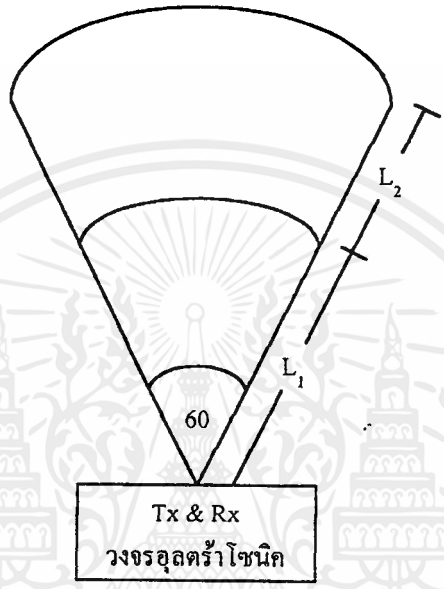


รูป 4.3 แสดงสัญญาณที่ภาครับ (ระหว่างขา 5 ของ IC_2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 การวัดมุมและระยะทาง ในการตรวจจับวัตถุ

- การทดลองทำโดยให้ชุดส่งและรับคลื่นอุลตร้าโซนิคอยู่กับที่ และเคลื่อนย้ายวัตถุ จากชุดตัวรับ-ส่งในระยะทางและมุมต่าง ๆ กันและวัดแรงดันที่ขา 1 ของ IC_2 หากตรวจพบวัตถุจะมีแรงดันเป็น +12 V. ซึ่งได้บริเวณในการตรวจพบวัตถุดังรูปที่ 4.4



รูป 4.4 แสดงมุมและระยะทางในการตรวจพบวัตถุ

L_1 เป็นระยะที่สามารถตรวจพบวัตถุได้อย่างมีประสิทธิภาพ L_1 ประมาณ 2 เมตร

L_2 เป็นระยะที่ยังสามารถตรวจพบวัตถุได้ แต่มีประสิทธิภาพต่ำ L_2 ประมาณ 2 เมตร

4.3 การทดสอบการเคลื่อนที่ของตัวรถด้วยโปรแกรมควบคุมการทำงาน

4.3.1 การทดสอบการเคลื่อนที่ของตัวรถในโหมดการเคลื่อนที่แบบอัตโนมัติ

- เขียนโปรแกรมควบคุมการเคลื่อนที่ของตัวรถแบบอัตโนมัติบนโปรแกรม QEDIT โดยกำหนดชื่อไฟล์เป็น AUTOMATIC.ASM

- แปลงไฟล์ AUTOMATIC.ASM เป็น AUTOMATIC.HEX โดยใช้โปรแกรม SXA51 โดยพิมพ์ SXA51 AUTOMATIC.ASM

- โหลด AUTOMATIC.HEX ลงใน EPROMEMULATOR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ประกอบ EPROMEMULATOR กับไมโครคอนโทรลเลอร์

- ต่อระบบไมโครคอนโทรลเลอร์เข้ากับภาคขับรีเลย์ , ภาค Keyswitch , ภาคแสดงผล , ภาค Sensor และภาคขับรีเลย์และโซลีนอยส์ พร้อมกับทำการประกอบส่วนต่าง ๆ เหล่านี้ลงบนตัวรถ

- ทำการเปิด Switch แล้วปล่อยให้ตัวรถทำงานตามโปรแกรม

การทดลอง

ก) ทดสอบเงื่อนไขการทำงานของโปรแกรม

- ใช้มือทำการบังตัว Sensor เพื่อให้เกิดการตรวจจับขึ้นในตำแหน่งต่างๆของ Sensor ทั้ง 4 จุด รอบตัวรถ

<u>ผลการทดลอง (ก)</u>

- ในการทดสอบพื้นฐานโดยทั่วไป เมื่อทำการใช้มือบัง Sensor ในด้านใดด้านหนึ่งของตัวรถ พบว่าตัวรถหลบและเคลื่อนไปในทิศทางตรงข้ามได้ เช่น เมื่อตรวจจับพบทางด้านซ้าย ตัวรถจะทำการเลี้ยวขวาให้พ้นสิ่งกีดขวางนั้นทันที เมื่อตรวจพบวัตถุทางด้านขวาก็จะเลี้ยวไปทางด้านซ้าย และเมื่อพบทางด้านหน้าก็จะทำการถอยหลัง โดยมีการตรวจเช็คทางด้านหลังก่อน ถ้าพบว่าด้านหลังไม่ว่างก็จะทำการเลี้ยวทางด้านขวาหรือซ้าย โดยขึ้นอยู่กับว่าทางด้านใดว่าง โดยตัวรถสามารถเลี้ยวไปในด้านที่ถูกต้อง แต่เมื่อทางด้านหลังว่างก็จะทำการถอยแล้วทำการเลี้ยวทางด้านขวา แต่ถ้าทางด้านขวาไม่ว่างก็สามารถเลี้ยวไปทางด้านซ้าย โดยจะมีการตรวจสอบวัตถุจากทั้งสองด้านก่อนจะตัดสินใจเลี้ยว และเมื่อทดสอบกั้น Sensor ทั้ง 4 ตัวพร้อมกันพบว่าตัวรถจะไม่เคลื่อนที่จะหยุดนิ่งจนกว่าทางด้านหนึ่งด้านใดว่างก็สามารถเคลื่อนที่ออกไปทางด้านนั้นได้ และได้ทำการทดสอบเงื่อนไขย่อยอื่น ๆ ที่สามารถเกิดขึ้นกับ Sensor ทั้ง 4 ตัว เช่น พบวัตถุทางด้านหน้าและด้านซ้ายพร้อมกัน หรือพบวัตถุทางด้านหน้าและด้านขวาพร้อมกัน และพบวัตถุทางด้านหน้า , ซ้าย , ขวา พร้อมกัน เป็นต้น พบว่าตัวรถสามารถทำงานตามเงื่อนไขของโปรแกรมที่ตั้งเอาไว้อย่างถูกต้อง

ข) ทดสอบหลบหลีกสิ่งกีดขวาง

- นำวัตถุ เช่น กล่องกระดาษมาตั้งไว้ในจุดต่าง ๆ ในสนามทดสอบ แล้วทำการปล่อยให้ตัวรถทำงานตามโปรแกรม

<u>ผลการทดลอง (ข)</u>

- ตัวรถสามารถตรวจจับวัตถุและหลบหลีกสิ่งกีดขวางได้ในระยะใกล้ มุมในการเลี้ยวหลบวัตถุยังน้อยเกินไป

- มีบางมุมของตัวรถที่ไม่สามารถตรวจจับวัตถุได้ ซึ่งเกิดจากตำแหน่งที่ติดตั้งด้วย Sensor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค) ทดสอบการเข้ามุมอับ

- ปล่อยให้รถวิ่งเข้าไปสู่มุมอับ (มุมกำแพง)

<u>ผลการทดลอง (ค)</u>

- ตัวรถสามารถที่จะตัดสินใจเลือกเส้นทางในการเดินทางออกจากมุมได้อย่างถูกต้อง แต่เนื่องจากยังมีบางมุมของตัวรถที่ยังไม่สามารถตรวจจับวัตถุได้ จึงทำให้เกือบจะเกิดการชนขึ้น

4.3.2 การทดสอบโดยใช้โปรแกรมกำหนดเส้นทาง

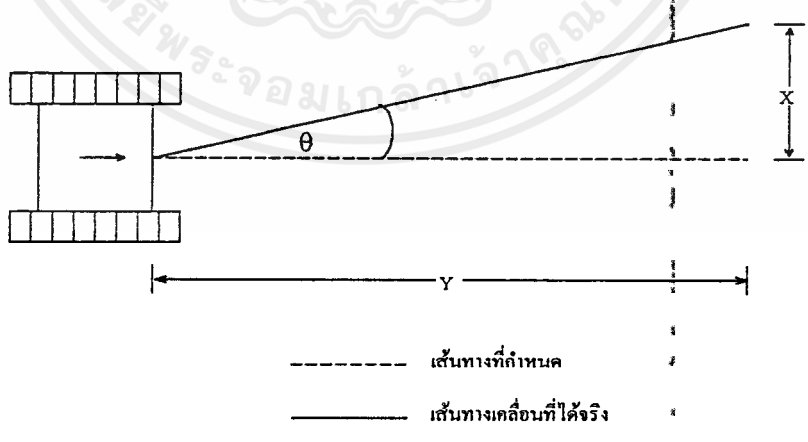
- เขียนโปรมแกรมการทำงาน โดยกำหนดชื่อไฟล์เป็น MANUAL.ASM
- แปลงไฟล์ MANUAL.ASM เป็น MANUAL.HEX โดยใช้โปรแกรม SXA51 โดยพิมพ์ SXA51 MANUAL.ASM
- โหลด MANUAL.HEX ลงใน EPROMEMULATOR
- ประกอบ EPROMEMULATOR กับไมโครคอนโทรลเลอร์
- ต่อระบบควบคุมต่าง ๆ บนตัวรถต้นแบบ
- เปิดสวิทช์เครื่องและกำหนดเส้นทางเพื่อบันทึกผลดังนี้

<u>การทดลอง</u>

ก) ความผิดพลาดของระยะทางและแนวทางการเคลื่อนที่

- ป้อนข้อมูลของเส้นทางเพื่อให้ตัวรถเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงระยะทาง 10 เมตร ดังนี้

บรรทัดที่ 1 FRONT X = 10 m.



รูป 4.5 แสดงแนวทางการเคลื่อนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง (ก)

ตาราง 4.1 แสดงระยะทางการเคลื่อนที่ของตัวรถ

การทดลอง ครั้งที่	ระยะทาง X [เมตร(m)]	เปอร์เซ็นต์ (%) ผิดพลาด	ระยะทาง (Y) [เมตร(m)]	θ
1	9.98	0.2	0.16	0.91
2	10	0	0.15	0.859
3	9.99	0.1	0.16	0.91
4	9.975	0.25	0.18	1.03
5	9.99	0.1	0.16	0.91
ค่าเฉลี่ย	9.987	0.13	0.162	0.923

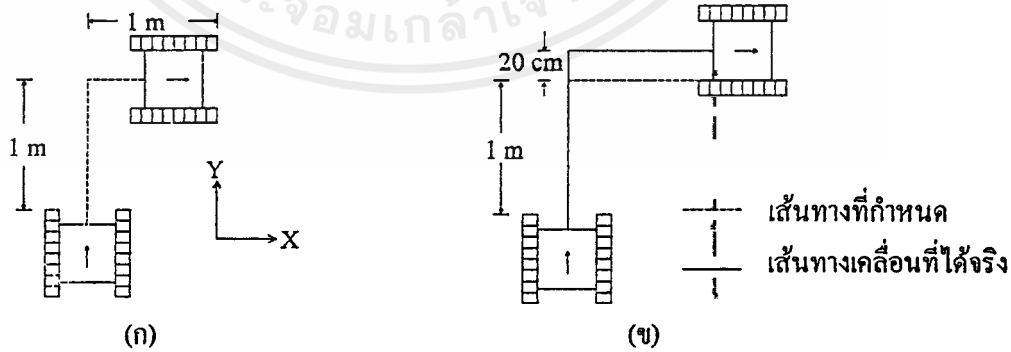
- เปอร์เซ็นต์ผิดพลาดของระยะทางการเคลื่อนที่เป็น 0.13 %
- มุมผิดพลาดในการเคลื่อนที่ (θ) เป็น 0.923°

ข) ความผิดพลาดของระยะทางที่เกิดจากการเลี้ยว

- ป้อนข้อมูลของเส้นทางการเคลื่อนที่ เพื่อให้ตัวรถเคลื่อนที่ไปข้างหน้า 1 เมตร แล้วเลี้ยวขวา เพื่อทดสอบตำแหน่งของตัวรถดังนี้

บรรทัดที่ 1 FORNT X = 1 m.

RIGHT X = 1 m.



รูป 4.6 รูปแสดงการเคลื่อนที่ของตัวรถ (ก) เส้นทางและเป้าหมายที่กำหนด (ข) เส้นทางที่เคลื่อนที่จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง (ข)

- ผลที่ได้จากการให้รถเคลื่อนที่ตามโปรแกรมที่ตั้งไว้จะมีค่าผิดพลาดไปจากที่กำหนดไว้ดังรูปที่ 4.6 (ข)

จากรูปมีค่าผิดพลาด ทางแกน X ประมาณ 50 cm.

ค่าผิดพลาด ทางแกน Y ประมาณ 20 cm.

ค) ทดสอบค่าผิดพลาดที่เกิดจากการเคลื่อนที่

- ป้อนข้อมูลของเส้นทางการเคลื่อนที่ของตัวรถตามตารางที่ 4.2 เพื่อกำหนดจุดเป้าหมายและเส้นทางในการเคลื่อนที่ของตัวรถ

- ทำการทดลองซ้ำกัน 5 ครั้ง และเปลี่ยนจุดเป้าหมายและทำการทดลองซ้ำ

ตาราง 4.2 แสดงเป้าหมายและข้อมูลเส้นทางการเคลื่อนที่ (คำนวณระยะผิดพลาดจากการเลี้ยว)

เป้าหมาย (X,Y) / เส้นทาง	(3,3)	(5,3)	(-3,2)
บรรทัดที่ 1	FRONT 2 m.	FRONT 4 m.	FRONT 1 m.
บรรทัดที่ 2	FRONT 8 dm.	FRONT 8 dm.	FRONT 8 dm.
บรรทัดที่ 3	RIGHT 5 dm.	RIGHT 5 dm.	RIGHT 5 dm.
บรรทัดที่ 4	FRONT 2 m.	FRONT 2 m.	FRONT 2 m.

*หมายเหตุ dm : Decimeter หรือ 10 Centimeters

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง (ค)

ตาราง 4.3 แสดงผลการทดสอบการเคลื่อนที่ไปยังจุดหมาย

การทดลองครั้งที่	พิกัดเป้าหมาย (3,3)		พิกัดเป้าหมาย (5,3)		พิกัดเป้าหมาย (-3,2)	
	พิกัดเคลื่อนที่ (X,Y)	% ผิดพลาด	พิกัดเคลื่อนที่ (X,Y)	% ผิดพลาด	พิกัดเคลื่อนที่ (X,Y)	% ผิดพลาด
1	(3,2.8)	(0,6.67)	(2.95,5)	(1.67,0)	(-3,1.7)	(0,15)
2	(2.9,3.1)	(3.3,3.3)	(3,4.8)	(0,4)	(-3,2.2)	(0,10)
3	(2.9,2.7)	(3.3,10)	(3.1,4.6)	(3.3,8)	(-2.9,2.1)	(3.33,5)
4	(3,3)	(0,0)	(3.2,4.9)	(6.67,2)	(-3.1,1.8)	(3.33,10)
5	(3.15,2.93)	(5,2.3)	(3,4.8)	(0,4)	(-3.2,1.7)	(6.667,15)
ค่าเฉลี่ย	(2.99,2.9)	(2.32,4.454)	(3.05,4.82)	(2.3,3.6)	(3.04,1.9)	(2.66,11)

- % ผิดพลาดในการเคลื่อนที่สู่เป้าหมาย

ทางแกน X เป็น 2.426%

ทางแกน Y เป็น 6.351%

4.4 การทดสอบความเร็วในการเคลื่อนที่

อุปกรณ์

- นาฬิกาจับเวลา
- ตลับเมตรใช้วัดระยะทาง

การทดลอง

- กำหนดระยะทาง 10 เมตร
- บังคับให้รถเคลื่อนที่ในระยะทางที่กำหนด พร้อมจับเวลาในขณะที่รถเคลื่อนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลที่ได้จากการทดลอง

ในระยะทาง 10 เมตร ใช้เวลาในการเคลื่อนที่ 60.6 วินาที นำมาคำนวณเป็นความเร็วของการเคลื่อนที่ เท่ากับ 594 เมตร/ชม.

4.5 การทดสอบน้ำหนักบรรทุกในการเคลื่อนที่

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

- ลูกตุ้มน้ำหนัก 3 กิโลกรัม จำนวน 10 ลูก

การทดลอง

- ใช้ลูกตุ้มน้ำหนัก 1 ลูก
- วัดความเร็วในการเคลื่อนที่และบันทึกผลการทดลอง
- ทำการเพิ่มน้ำหนัก แล้ววัดความเร็วในการเคลื่อนที่ใหม่จนครบจำนวน 10 ลูก

ผลการทดลอง

แม้จะทำการใส่ลูกตุ้มน้ำหนักจนครบ 10 ลูกหรือน้ำหนัก 30 กิโลกรัม ความเร็วในการเคลื่อนที่ไม่ลดลง คือ มีความเร็วเท่ากับ 594 เมตร/ชม.

4.6 การทดสอบการเคลื่อนที่ขึ้นพื้นลาดเอียง

อุปกรณ์

- พื้นที่ลาดเอียง 15°, 30°, 45° (พื้นลาดเอียงที่ใช้ในการทดสอบเป็นพื้นปูนซีเมนต์)

การทดลอง

- บังคับรถให้เคลื่อนที่บนพื้นลาดเอียง ที่มีความชัน 15°
- วัดความเร็วและทิศทางในการเคลื่อนที่
- ทำการทดลองซ้ำ โดยเปลี่ยนพื้นที่ลาดเอียงเป็น 30° และ 45° ตามลำดับ

ผลการทดลอง

พื้นลาดเอียงที่ความชัน 15° และ 30° ตัวรถยังสามารถรักษาทิศทางในการเคลื่อนที่ได้ตรงและมีความเร็วเท่ากับ 594 เมตร/ชม.

และพื้นที่ลาดเอียงที่ความชัน 45° ตัวรถไม่สามารถเคลื่อนที่ขึ้นไปได้ เนื่องจากน้ำหนักของตัวรถ ทำให้ตัวรถลื่นไถล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7 การทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้า

อุปกรณ์

- มิเตอร์ SANWA YX-361TR
- ตัวต้านทาน 0.055 Ω 20 W (ขนานตัวต้านทาน 0.22 Ω 5 W จำนวน 4 ตัว)

การทดลอง

- ทำการต่ออนุกรมตัวต้านทาน 0.055 Ω เข้ากับ DC มอเตอร์ ที่ใช้เป็นตัวต้นกำลัง
- วัดแรงดันตกคร่อมที่เกิดขึ้นกับตัวต้านทาน 0.055 Ω พร้อมคำนวณค่ากระแสที่ไหลผ่านและบันทึกผล
- ทำการทดลองซ้ำโดยเปลี่ยนตำแหน่งตัวต้านทาน 0.055 Ω ไปอนุกรมกับโซลีนอยส์

ผลการทดลอง

ตาราง 4.4 ลักษณะสมบัติทางไฟฟ้า

อุปกรณ์	แรงดันตกคร่อมความต้านทาน 0.055 Ω (V)	กระแสที่ไหลผ่านอุปกรณ์ (A)	กำลังตกคร่อมตัวอุปกรณ์ (W)
มอเตอร์ DC 12 V	0.2	3.7	44.4
โซลีนอยส์	1.32	24	288
วงจรควบคุมการทำงาน	0.021	0.363	5.77

- หาเวลาใช้งานเฉลี่ยต่อการประจุแบตเตอรี่

แบตเตอรี่ที่ใช้งานเป็นแบตเตอรี่ขนาด 12 V 45 Ah

ระยะเวลาที่ใช้งานนานที่สุดคิดจากกระแสที่ไหลผ่านมอเตอร์เพียงอย่างเดียว

$$\frac{\text{ปริมาณกระแสจากแบตเตอรี่}}{\text{ปริมาณกระแสที่ไหลผ่านมอเตอร์}} = \frac{45}{3.7} = 12.16 \text{ ชม.}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะเวลาที่ใช้งานสั้นที่สุดคิดจากกระแสที่ไหลผ่านอุปกรณ์ มอเตอร์ , โซลีนอยส์ และวงจรควบคุมการทำงาน

$$\frac{\text{ปริมาณกระแสในแบตเตอรี่}}{\text{ปริมาณกระแสรวมทั้งหมด}} = \frac{45}{28.063} = 1.6 \text{ ชม.}$$

ระยะเวลาใช้งานเฉลี่ย $\frac{12.16+1.6}{2} = 6.88$ ชม.

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

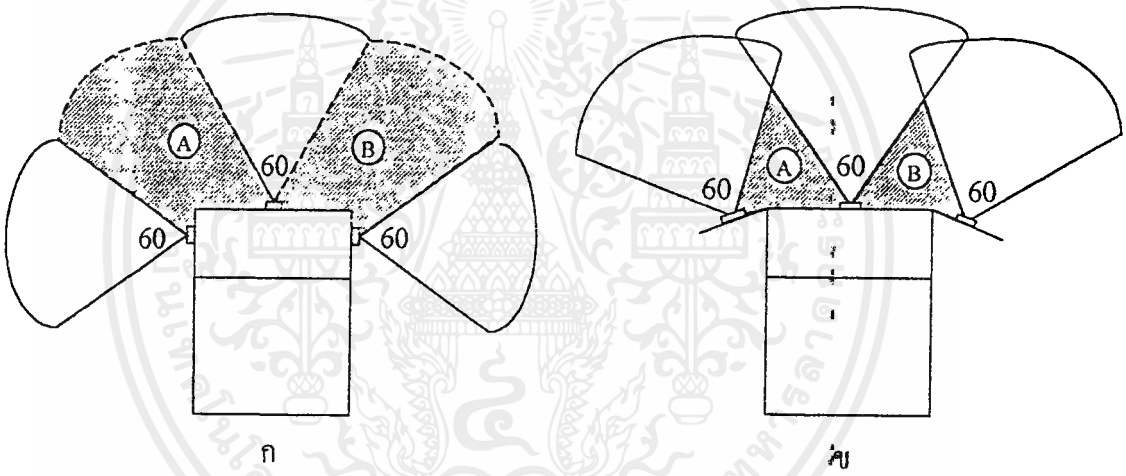
บทที่ 5
ปัญหาสาเหตุและแนวทางการแก้ไข

5.1 มุมบอดในการตรวจจับวัตถุ

มีบางมุมของตัวรถไม่สามารถตรวจจับวัตถุในแนวนั้นได้ จึงทำให้เกิดการชนขึ้น ซึ่งอาจมีผลให้โปรแกรมทำงานผิดพลาด

สาเหตุ

- ตำแหน่งการติดตั้งของตัว Sensor ไม่เหมาะสม
- ระยะหวังผลในการตรวจจับวัตถุน้อยเกินไป



รูป 5.1 ภาพแสดงบริเวณ A และ B ซึ่งตัวรถไม่สามารถตรวจจับวัตถุ
ก. ตำแหน่ง Sensor ห่างกัน 90°
ข. ตำแหน่ง Sensor ห่างกัน 45°

แนวทางการแก้ไข

- ทำการติดตั้ง Sensor ตามตำแหน่งดังรูป 5.1 ข. เพื่อลดพื้นที่ A และ B ลง

5.2 มุมการเลี้ยวของรถไม่เป็น 90°

ในการควบคุมให้ตัวรถเลี้ยว 90° โดยอาศัยการนับสัญญาณพัลซ์ Optocouple ที่ต่ออยู่กับเฟืองตรวจจับการหมุนของมอเตอร์ มุมการเลี้ยวจะเกิดการความผิดพลาดไม่เป็น 90°

<u>สาเหตุ</u>

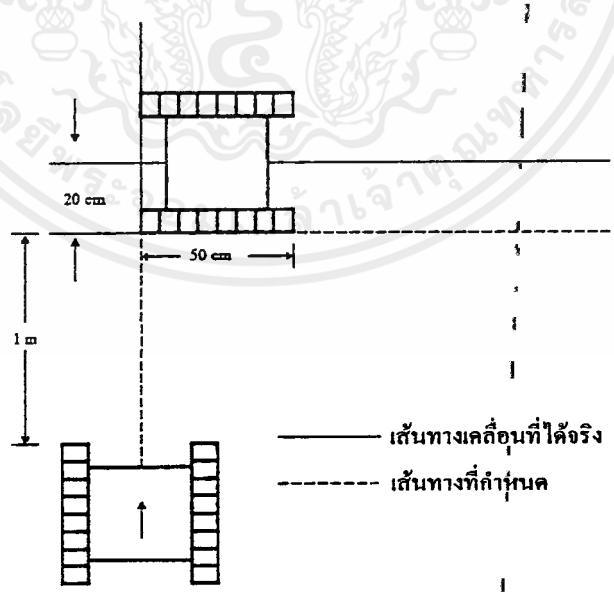
- ลักษณะของพื้นผิวที่ใช้ในการทดสอบ จะมีผลต่อจำนวนพัลซ์ที่ใช้งาน ในการสั่งเพื่อกำหนดมุมการเลี้ยว
- การติดตั้งเฟืองตรวจจับการหมุนของมอเตอร์หลวมเกินไป

<u>แนวทางการแก้ไข</u>

- ทำการกำหนดจำนวนพัลซ์ในการควบคุมการเลี้ยวในโปรแกรมการควบคุมการทำงานให้มีความสัมพันธ์กับพื้นผิวที่จะนำไปใช้งาน
- ทำการปรับปรุงเฟืองตรวจจับการหมุนให้ยึดติดแน่นพอดีกับมอเตอร์ต้นกำลัง

5.3 ค่าผิดพลาดของระยะทางที่เกิดจากการเลี้ยว 90°

ในการกำหนดให้ตัวรถเคลื่อนที่ไปยังเป้าหมายที่กำหนดการเลี้ยวของรถ จะทำให้เกิดความผิดพลาดในการเคลื่อนที่ไปถึงเป้าหมายดังรูปที่ 5.2



รูป 5.2 ภาพแสดงการผิดพลาดซึ่งเกิดจากการเลี้ยว 90°

สาเหตุ

- เนื่องจากการเลี้ยวใช้การหยุดโซ่สายพานข้างหนึ่งและหมุนอีกข้างหนึ่ง ซึ่งจะทำให้เกิดการลื่นไหล ทำให้จุดหมุนไม่อยู่ตรงกลางรถ

แนวทางการแก้ไข

- อาศัยการกำหนดค่าระยะการเคลื่อนที่ในโปรแกรมโดยทำการลดค่าระยะทางในการเคลื่อนที่ลงตามแนวที่ต้องการเคลื่อนที่ โดยลดค่าระยะทางก่อนเลี้ยวลงเป็นครึ่งหนึ่งของความกว้างของตัวรถและภายหลังการเลี้ยวแล้วให้ลดค่าระยะทางในแนวการเคลื่อนที่ลงเท่ากับความยาวของตัวรถ

5.4 ความผิดพลาดที่เกิดจากพลังงานในแบตเตอรี่ลดลง

เมื่อสั่งให้ตัวรถทำงานไปสักระยะหนึ่ง พบว่าจะเกิดความผิดพลาดขึ้นในการเลี้ยว เพื่อหลบหลีกสิ่งกีดขวาง

สาเหตุ

- เนื่องจากใช้โซลีนอยส์ของรถยนต์เป็นตัวปลดคลัชสลัก เพื่อควบคุมการเลี้ยวของตัวรถ ซึ่งจะกินกระแสประมาณ 24 A ซึ่งจะก่อให้เกิดการสูญเสียพลังงานมากในการสั่งให้ตัวรถเลี้ยว

แนวทางการแก้ไข

- หมั่นชาร์ทแบตเตอรี่ให้มีพลังงานพอใช้ตลอดเวลา
- ทำการปรับปรุงโดยใช้โซลีนอยส์ที่มีขนาดเล็กลงให้กินกระแสลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

บทที่ 6

บทสรุปและแนวทางการพัฒนา

6.1 คุณสมบัติของโครงงาน

จากการทดลองในบทที่ 4 สามารถสรุปเป็นลักษณะสมบัติของโครงงานดังนี้

ความเร็วในการเคลื่อนที่	594	เมตร/ชั่วโมง
น้ำหนักบรรทุกในการเคลื่อนที่	30	กิโลกรัม
การเคลื่อนที่บนพื้นที่ลาดเอียง	30°	
กำลังงานที่ใช้ทั้งหมด	336.76	W
ระยะเวลาใช้งานโดยเฉลี่ยต่อการประจุแบตเตอรี่	6.88	ชั่วโมง
น้ำหนักของตัวรถ	21.7	กิโลกรัม
น้ำหนักของแบตเตอรี่ ขนาด 12 V 45 Ah	13	กิโลกรัม
ระยะตรวจจับของอุลตร้าโซนิค	4	เมตร
มุมในการตรวจจับวัตถุของอุลตร้าโซนิค	60°	
ระยะผิดพลาดในการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง	0.13	%
มุมการเคลื่อนที่เบี่ยงเบน	0.923°	
ค่าผิดพลาดของพิกัดเป้าหมายในการกำหนดเส้นทางการเคลื่อนที่		
ค่าผิดพลาดในแนวแกน X	2.426	%
ค่าผิดพลาดในแนวแกน Y	6.351	%

6.2 สรุปผลที่ได้จากโครงการ

จากคุณสมบัติของโครงงานจะเห็นได้ว่าความเร็วในการเคลื่อนที่ค่อนข้างช้า แต่สามารถปรับปรุงให้มีความเร็วมากขึ้น โดยเปลี่ยนเฟืองส่งกำลังที่มอเตอร์ให้มีขนาดใหญ่กว่าที่ใช้งานอยู่ ส่วนการรับน้ำหนักบรรทุกของตัวรถสามารถรับน้ำหนักได้ถึง 30 กิโลกรัม และสามารถเคลื่อนที่ไปบนพื้นที่ลาดเอียงที่ความชัน 30° โดยความเร็วและทิศทางไม่เปลี่ยนแปลง แต่จากโครงสร้างของตัวรถที่จำเป็นต้องใช้โซลีนอยส์ เพื่อทำการปลดคลัชสลักให้เกิดการเลี้ยวนั้น ใช้กระแสสูงถึง 24 แอมป์ ทำให้เกิดกำลังสูญเสีย 288 วัตต์ ทำให้ระยะเวลาใช้งานเฉลี่ยมีค่าต่ำ ซึ่งถ้าโซลีนอยส์ใช้กระแสเพียง 12 แอมป์ ระยะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลาใช้งานเฉลี่ยจะเพิ่มขึ้นเป็น 7.47 ชั่วโมง ดังนั้นถ้าสามารถหาโซลินอยส์ที่ใช้กระแสน้อยได้ก็จะทำให้ระยะเวลาเฉลี่ยใช้งานจะมากขึ้น

ในการเคลื่อนที่ของตัวรถมีเปอร์เซ็นต์ผิดพลาด 0.13 % และมุมเบี่ยงเบนไป 0.923° ประกอบกับระยะทางผิดพลาดที่เกิดจากการเลี้ยว ทำให้การเคลื่อนที่ของรถตามเส้นทางที่กำหนด เพื่อให้ไปถึงเป้าหมายมีค่าผิดพลาดทางแกน X เป็น 2.426 % และในทางแกน Y เป็น 6.531 %

ในการติดตั้งตำแหน่งของ Sensor บนตัวรถเพื่อตรวจจับวัตถุ จะมีผลต่อการทำงานของโปรแกรมการหลบหลีกสิ่งกีดขวางอัตโนมัติ ทั้งนี้ทั้งนั้นจะเกิดมุมอับในการตรวจจับวัตถุ ดังนั้นจึงควรเลือกและทดสอบมุมในการติดตั้ง Sensor เพื่อให้เกิดมุมอับน้อยที่สุด เพื่อให้ตัวรถสามารถทำงานตามโปรแกรมอย่างถูกต้อง

6.3 แนวทางการพัฒนา

ในการพัฒนารถหลบหลีกสิ่งกีดขวางอัตโนมัตินี้ สามารถที่จะนำไปประยุกต์ติดกล้องโทรทัศน์และระบบควบคุมด้วยสัญญาณวิทยุ ให้สามารถเคลื่อนที่ตามทิศทางที่ผู้บังคับต้องการหรือนำไปใช้ในการโปรแกรมเส้นทางเดินเพื่อใช้ลำเลียงชิ้นงานในโรงงานอุตสาหกรรม สำหรับในการเคลื่อนที่แบบอัตโนมัติสามารถที่จะนำมาติดตั้งเครื่องดูดฝุ่นเพิ่มเติมเข้าไป เพื่อใช้ในการทำความสะอาดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

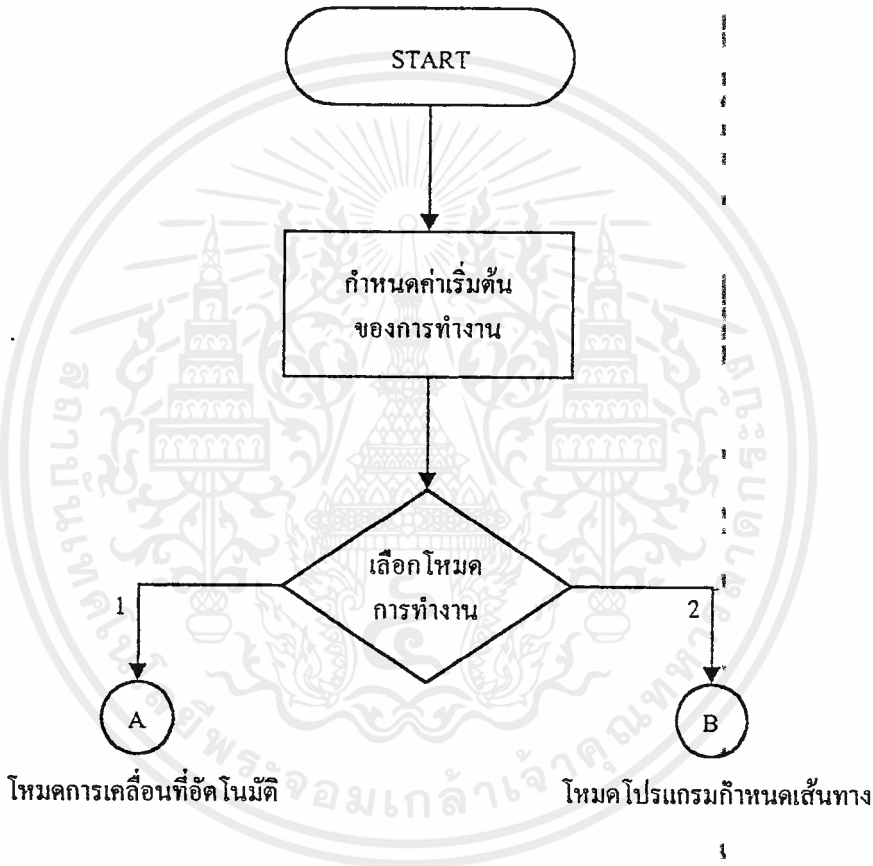
บรรณานุกรม

1. เทพขนิษฐ์ ยงเกียรติกานต์, ธวัชชัย วิษณุโยธิน, ศิริพร นาคอุดม, "รถหลบหลีกสิ่งกีดขวางอัตโนมัติ", คณะวิศวกรรมศาสตร์,สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, ปีการศึกษา 2538
2. สุนทร วิทูสุรพจน์," การโปรแกรมภาษาแอสแซมบลีของไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล 8051 ", บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด(มหาชน)
3. สมยศ โลหะวิทยาวิกรานต์, " เพาเวอร์ซัพพลาย 0-50 V/4A ชั้นเยี่ยม ", วารสารเซมิคอนดัคเตอร์อิเล็คทรอนิคส์, ฉบับที่ 90 เดือน มกราคม-กุมภาพันธ์, พ.ศ.2532 หน้า 189-197
4. รัชนัย อินทุใส, ไตรภพ อินทุใส, "ไมโครคอนโทรลเลอร์ 8051 ", บจก.สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์

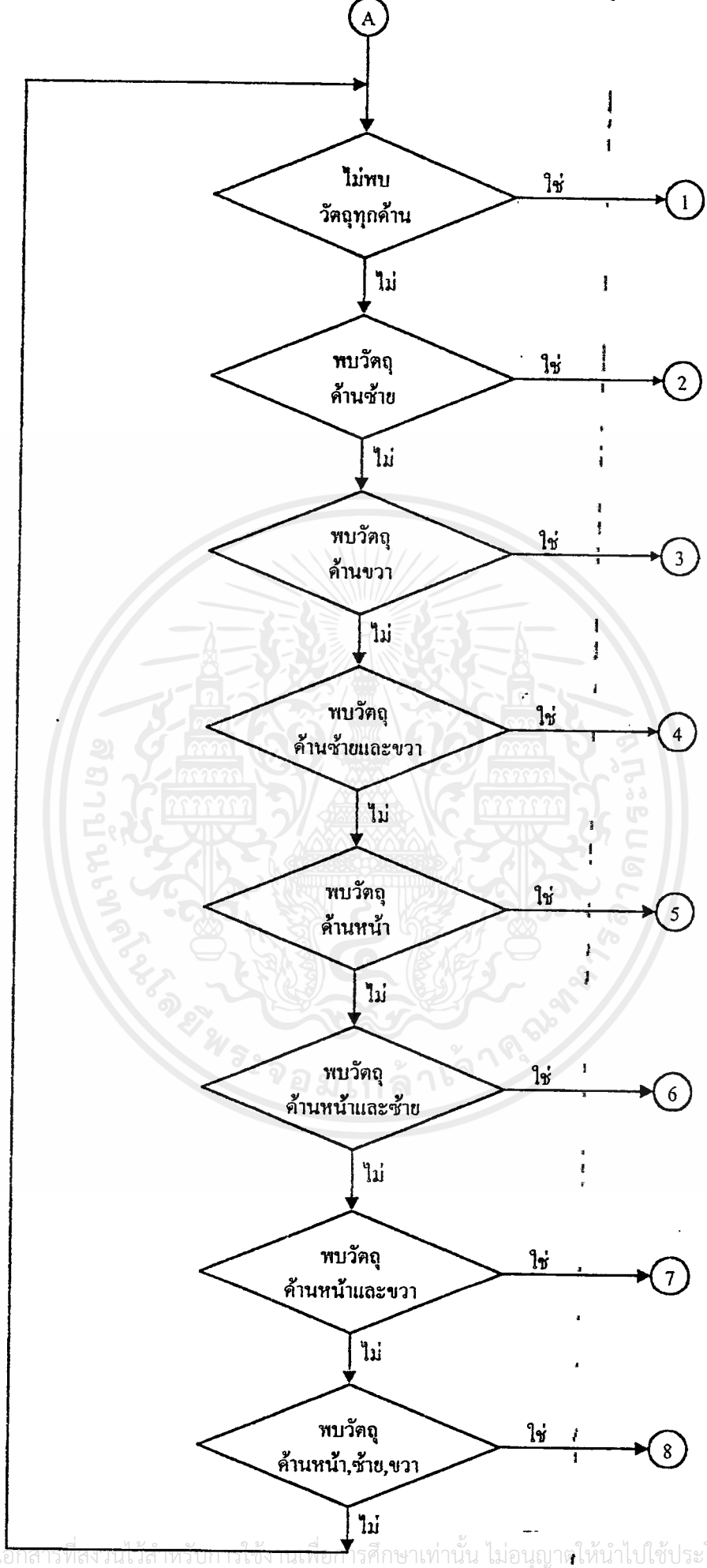
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

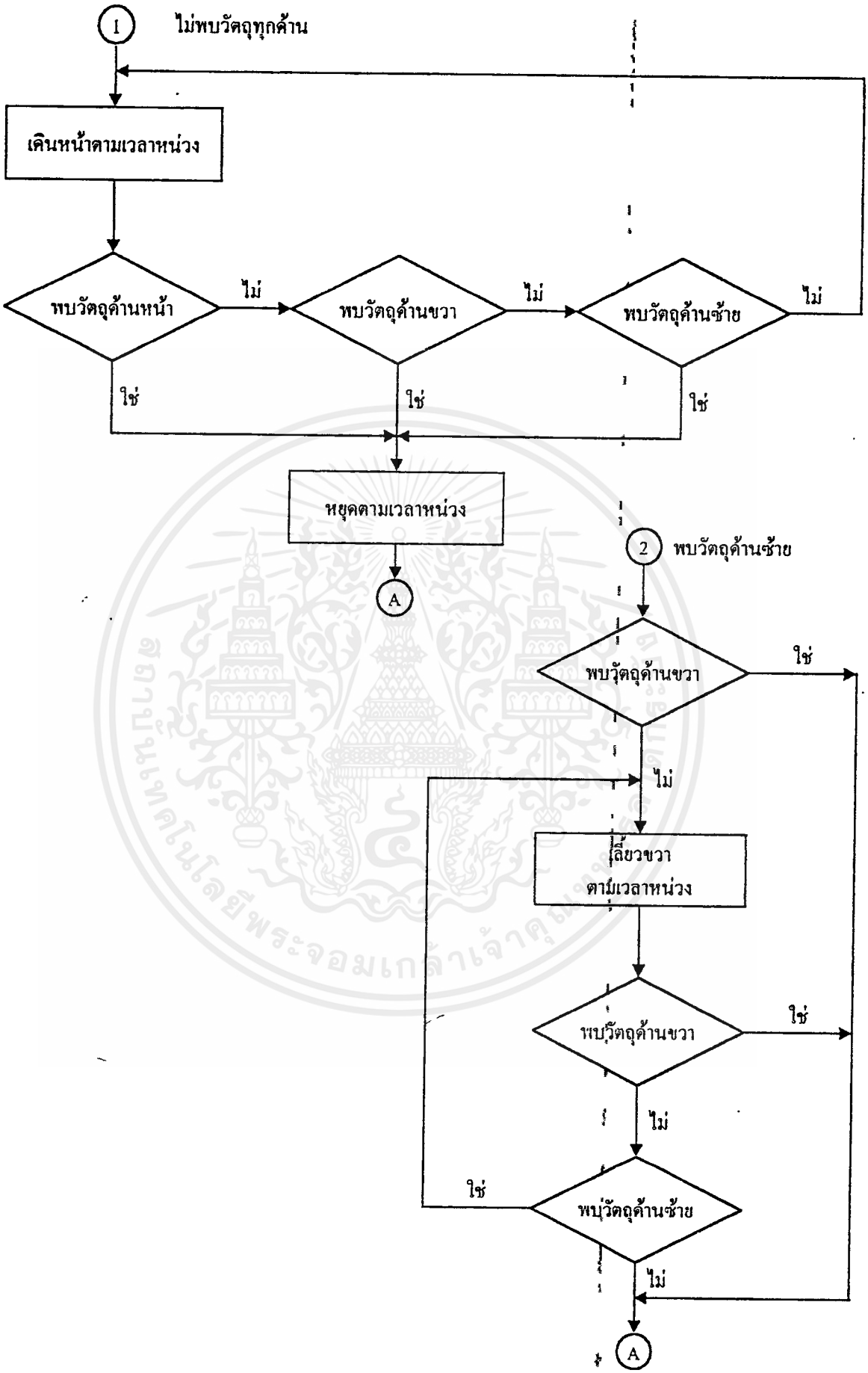
1. Flow Chart ของโปรแกรมควบคุมการทำงาน



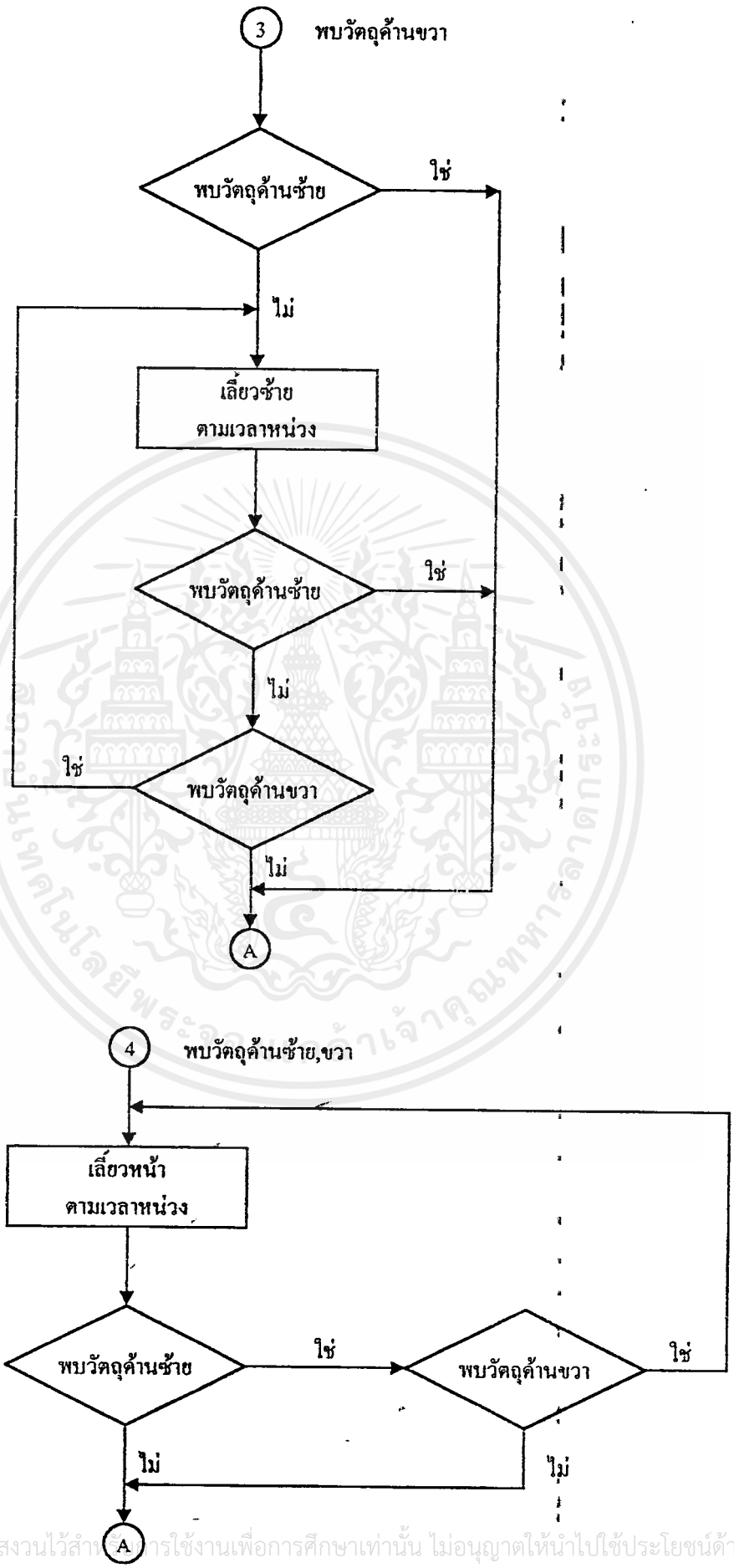
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



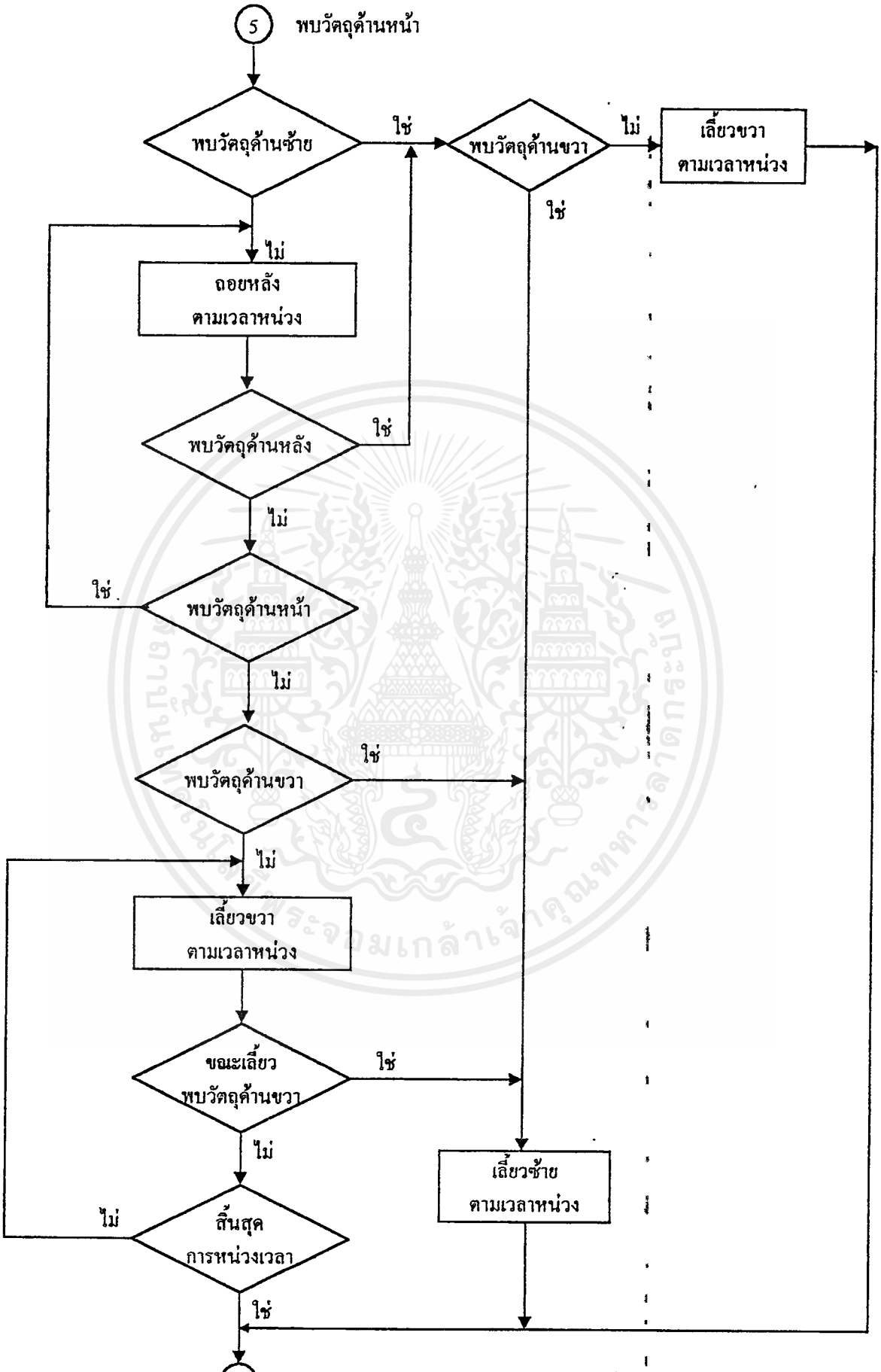
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



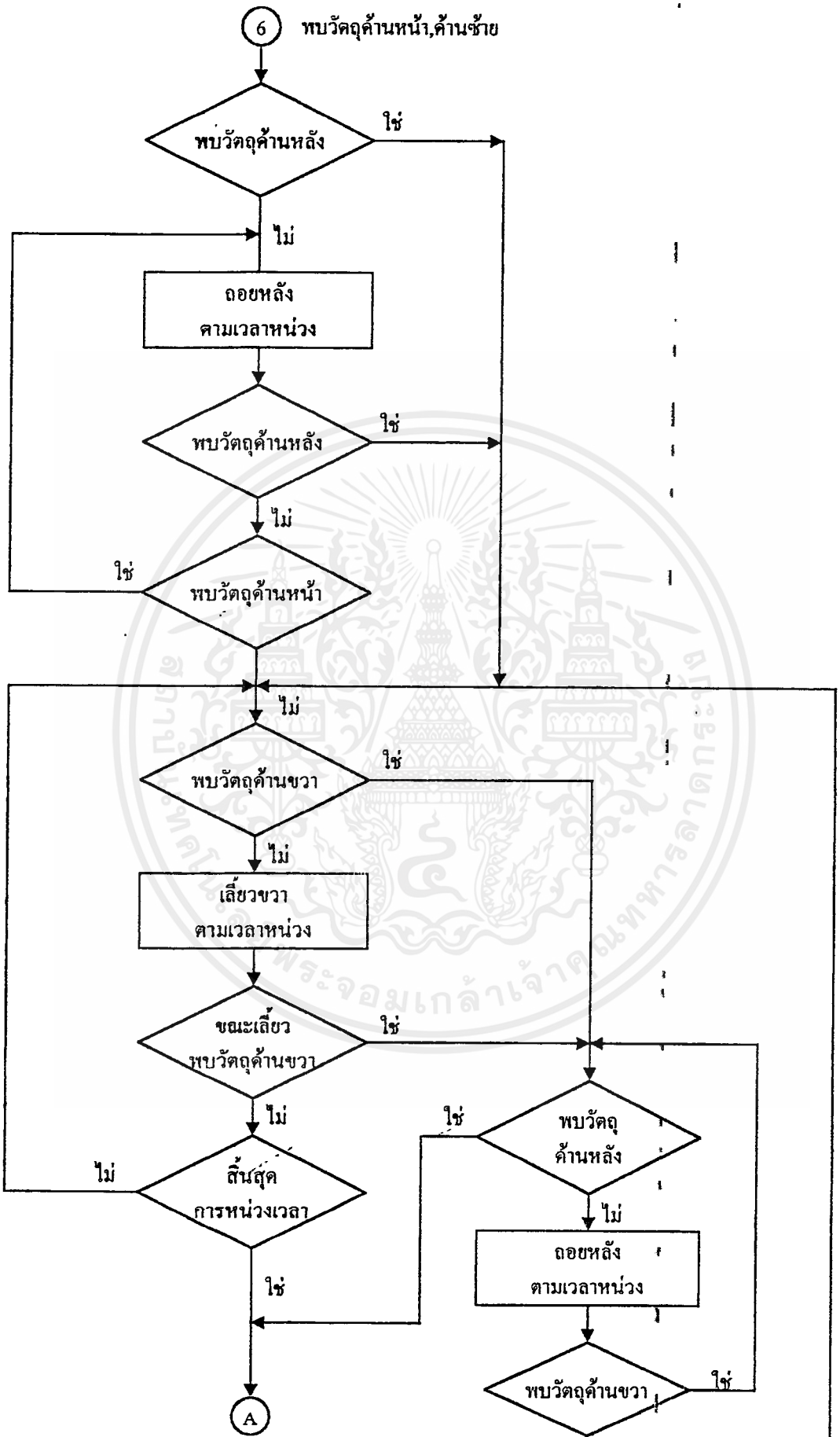
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



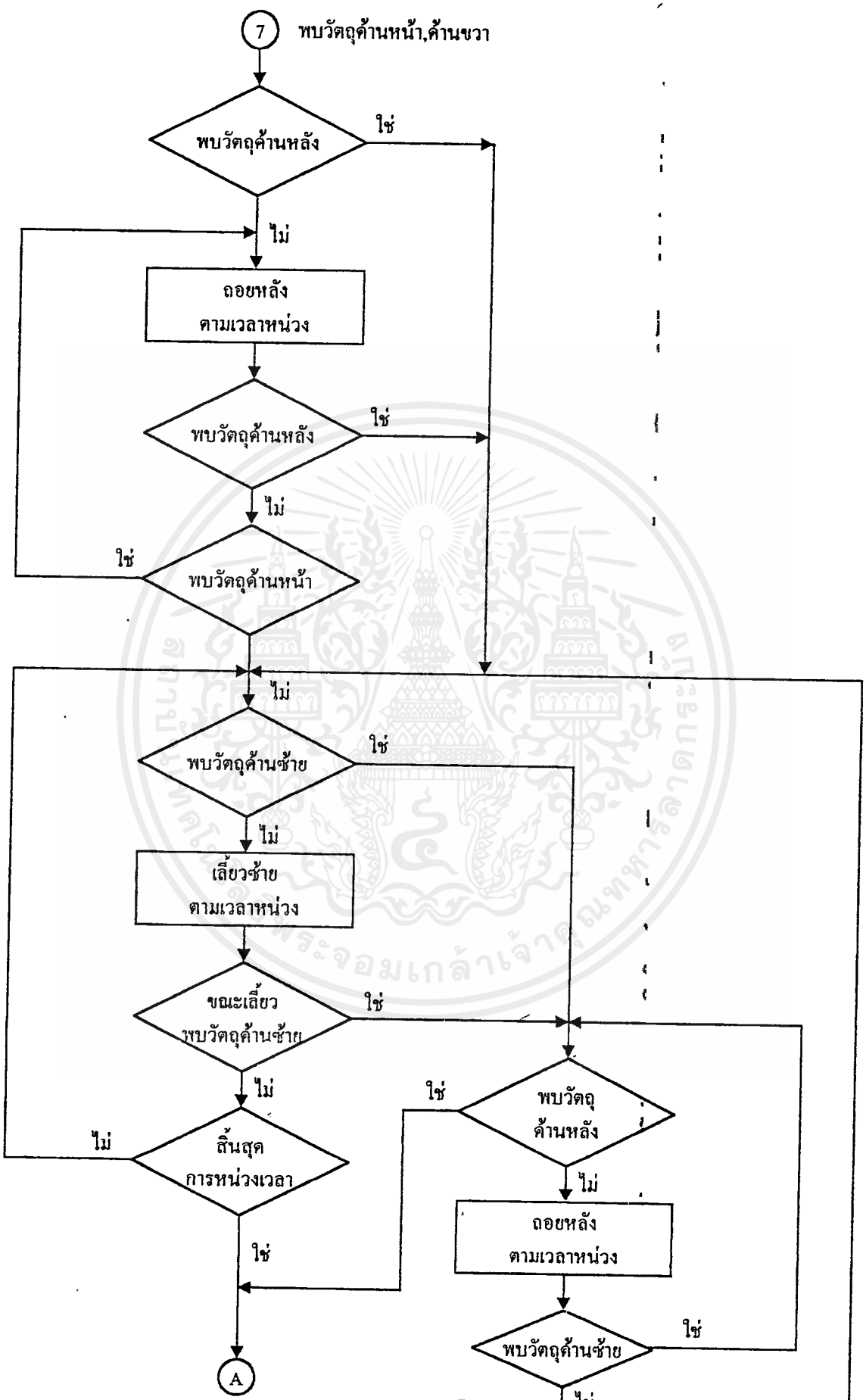
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



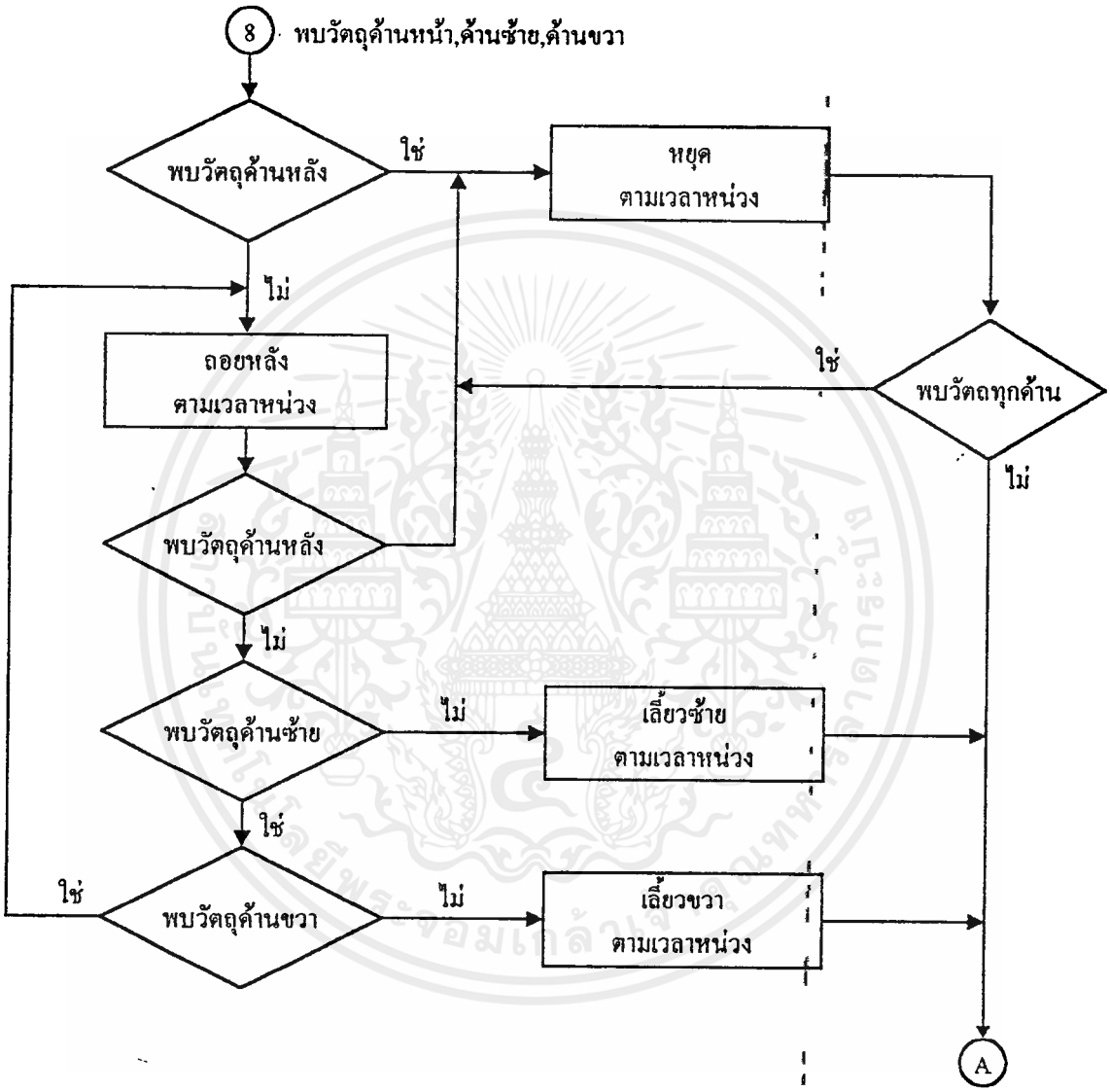
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



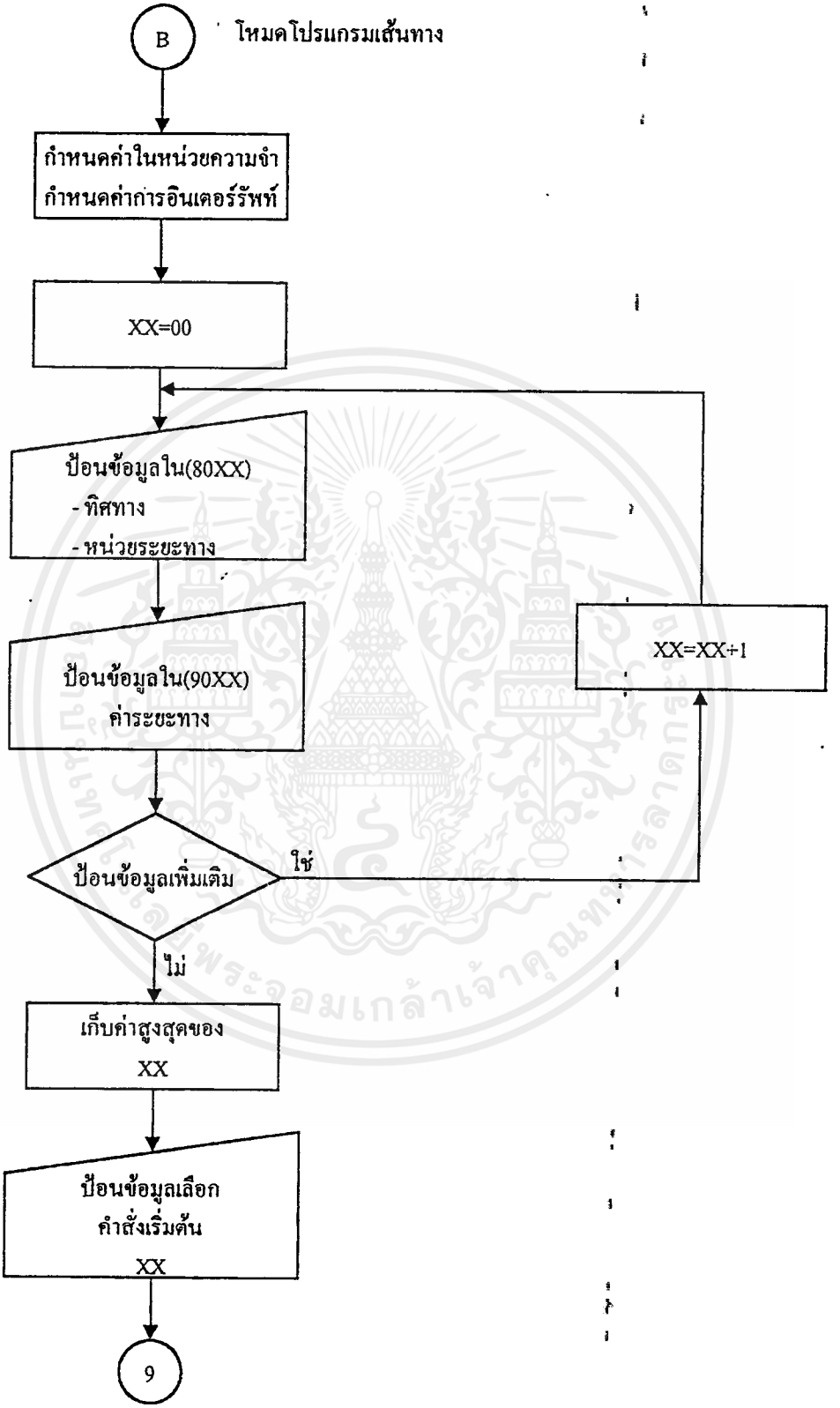
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



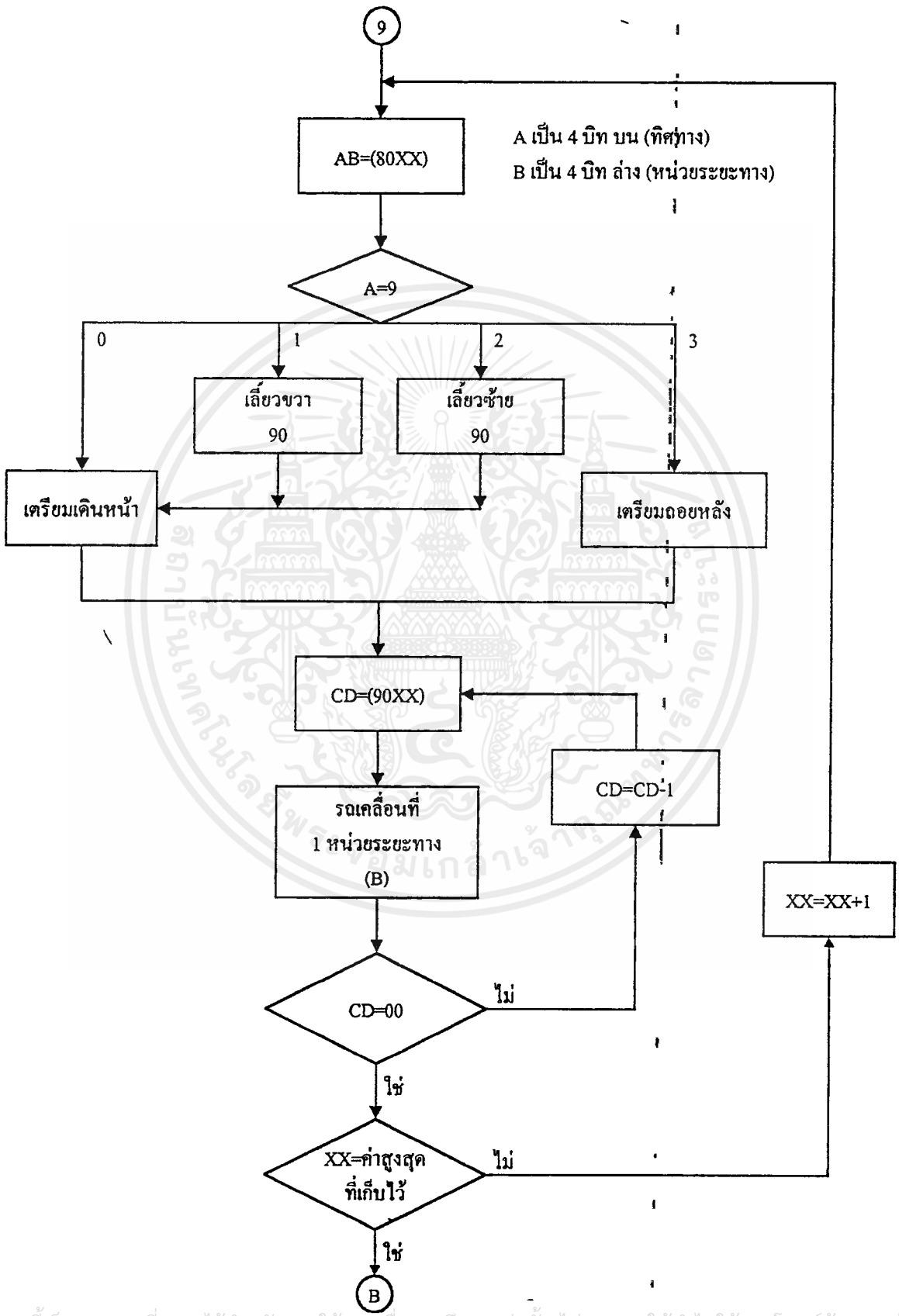
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. โปรแกรมควบคุมการทำงาน

```
                        ORG     0000H
                        LJMP    MAIN
;
;--------VARIABLE SPECIFY-------------
;--LCD PORT--
;
        STRUC   EQU     0FA00H
        BUSY    EQU     0FA01H
        WRITE   EQU     0FA02H
;
;--------VARIABLE SPECIFY MANUAL -----
        V_FRONT         EQU     00H
        V_BACK          EQU     04H
        V_LEFT          EQU     02H
        V_RIGHT         EQU     01H
        V_DELAY         EQU     00H
        METER           EQU     0AFH
        DECIMETER       EQU     0F7H
;
;----PORT DRIVE MOTOR AND RELAY ON BOARD-31(8255)
SPACE1  EQU     0F800H
DRIVE   EQU     0FE00H
SPACE2  EQU     0FE00H
;
;***************----------MAIN  PROGRAM---------***************
;
;INTERRUPT  FROM KEYBOARD AT  P1 OF 8031 [xxxxDCBA]
;
                ORG     0003H
                LJMP    INT_KEYBOARD
;
;INTERRUPT  FORM SENSOR  AT  P1  8031 TOO [BFRLxxxx]
;
                ORG     0013H
                LJMP    INT_SENSOR
;
;- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
;
                ORG     000BH
                LJMP    INT_TIME0
;
;- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
;
               ;ORG     001BH
               ;LJMP    S_TIME1
;
;-----------------------------------------------------------
;
                        ORG     0040H
;
MAIN:                   MOV     SP,#2FH
MAIN1:                  MOV     20H,#00H
                        LCALL   SETPORT
                        LCALL   SETLCD
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                        LCALL   TITLE
                        LCALL   RESETDRIVE
                        MOV     IE,#10000001B
                        MOV     IP,#00000001B
                        MOV     TCON,#00000001B
                        MOV     DPTR,#MENU_L1
                        LCALL   DISPLAY
                        MOV     20H,#80H
                        JB      07H,$
                        MOV     R5,20H
;-------------------------------------------------
;
        LMAIN:  CJNE    R5,#01H,CHMA1
                LJMP    AUTO
        CHMA1:  CJNE    R5,#02H,CHMA2
                LJMP    MANUAL
        CHMA2:  CJNE    R5,#00H,CHMA3
                LJMP    LMAIN
        CHMA3:  CJNE    R5,#03H,CHMA4
                LJMP    LMAIN
        CHMA4:  CJNE    R5,#04H,CHMA5
                LJMP    LMAIN
        CHMA5:  CJNE    R5,#05H,CHMA6
                LJMP    LMAIN
        CHMA6:  CJNE    R5,#06H,CHMA7
                LJMP    LMAIN
        CHMA7:  CJNE    R5,#07H,CHMA8
                LJMP    LMAIN
        CHMA8:  CJNE    R5,#08H,CHMA9
                LJMP    LMAIN
        CHMA9:  CJNE    R5,#09H,CHMA10
                LJMP    LMAIN
        CHMA10: CJNE    R5,#0AH,CHMA11
                LJMP    LMAIN
        CHMA11: CJNE    R5,#0BH,CHMA12
                LJMP    LMAIN
        CHMA12: CJNE    R5,#0CH,CHMA13
                LJMP    LMAIN
        CHMA13: CJNE    R5,#0DH,CHMA14
                LJMP    LMAIN
        CHMA14: CJNE    R5,#0EH,CHMA15
                LJMP    LMAIN
        CHMA15: CJNE    R5,#0FH,LMAIN
                LJMP    MAIN1
;-------------------------------------------------
;
RESETDRIVE:     MOV     DPTR,#DRIVE
                MOV     A,#00H
                MOVX    @DPTR,A
                LCALL   DELAY2
                RET
;-------------------------------------------------
;
SETPORT:        MOV     DPTR,#0F803H    ;8255_1
                MOV     A,#80H
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     DPTR,#0FC03H    ;8255_2
                MOV     A,#80H
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     DPTR,#0FE03H    ;8255_3
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     A,#80H
                MOVX    @DPTR,A
                RET
;-----------------------------------------------
;
SETLCD:         MOV     A,#01H          ;CLEAR  DISPLAY
                LCALL   LOOPSTRUC
                MOV     A,#00111000B    ;FUNCTION SET
                LCALL   LOOPSTRUC
                MOV     A,#00000110B    ;MODE SET
                LCALL   LOOPSTRUC
                MOV     A,#00001110B    ;DISPLAY ON/OFF
                LCALL   LOOPSTRUC
                RET
;-----------------------------------------------
;
DISPLAY:        MOV     A,#80H
                LCALL   LOOPSTRUC
                LCALL   WRITER
                MOV     A,#0C0H
                LCALL   LOOPSTRUC
                LCALL   WRITER
                RET
;-----------------------------------------------
;
LOOPSTRUC:      PUSH    DPH
                PUSH    DPL
                MOV     DPTR,#STRUC
                MOVX    @DPTR,A
              ; LCALL   DELAY0
                PUSH    ACC
        LS1:    MOV     DPTR,#BUSY
                MOVX    A,@DPTR
                CLR     C
                RLC     A
                JC      LS1
                POP     ACC
                POP     DPL
                POP     DPH
                RET
;
;-----------------------------------------------
;
                WRITER:         PUSH    07H
                                MOV     R7,#08H
                        LWRITE: CLR     A
                                MOVC    A,@A+DPTR
                                PUSH    DPH
                                PUSH    DPL
                                MOV     DPTR,#WRITE
                                MOVX    @DPTR,A
                              ; LCALL   DELAY0
                                PUSH    ACC
                        LWR:    MOV     DPTR,#BUSY
                                MOVX    A,@DPTR
                                CLR     C
                                RLC     A
                                JC      LWR
                                POP     ACC
                                POP     DPL
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                                POP     DPH
                                INC     DPTR
                                DJNZ    R7,LWRITE
                                POP     07H
                                RET
;
;-------------------------------------------------------------------
;
TITLE:          MOV     DPTR,#DEMO_L1
                LCALL   TSHOW
                MOV     DPTR,#DEMO_L2
                LCALL   TSHOW
                MOV     DPTR,#DEMO_L3
                LCALL   TSHOW
                RET
;
TSHOW:  LCALL   DISPLAY
        LCALL   DELAY3
        RET
;-------------------------------------------------------------------
;
                        INT_KEYBOARD:   MOV     20H,P1
                                        ANL     20H,#0FH
                                        MOV     R5,20H
                                        RETI
;-------------------------------------------------------------------
;
;
;-------------------------------------------------------------------
;**********PRESS THE BUTTON NUMBER  " 1 "  IN AUTORUN**************
;-------------------------------------------------------------------
;
AUTO:                   MOV     DPTR,#MODE_L1
                        LCALL   DISPLAY
        LAUTO:          MOV     A,#00H
                        MOV     DPTR,#DRIVE
                        MOVX    @DPTR,A
                        LCALL   DELAY1
                        CJNE    R5,#0FH,CONT    ;WHEN PUSH CANCEL(NO.15
                        LJMP    MAIN1
;
;
CONT:           LJMP    CHSENS
;-------------------------------------------------------------------
;
;
;------******** CHECK   SENSOR *********------
;
CHSENS:         CJNE    R5,#0FH,CONT1
                LJMP    MAIN1
CONT1:          MOV     21H,P1
                CLR     08H
                CLR     09H
                CLR     0AH
                CLR     0BH
                MOV     R2,21H
;
                        CHSEN0:  CJNE   R2,#00H,CHSEN1
                                 LJMP   FORW
                        CHSEN1:  CJNE   R2,#80H,CHSEN2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                        LJMP    FORW
                CHSEN2: CJNE    R2,#10H,CHSEN3
                        LJMP    RIGHT
                CHSEN3: CJNE    R2,#90H,CHSEN4
                        LJMP    RIGHT
                CHSEN4: CJNE    R2,#20H,CHSEN5
                        LJMP    LEFT
                CHSEN5: CJNE    R2,#0A0H,CHSEN6
                        LJMP    LEFT
                CHSEN6: CJNE    R2,#30H,CHSEN7
                        LJMP    FORWLR
                CHSEN7: CJNE    R2,#0B0H,CHSEN8
                        LJMP    FORWLR
                CHSEN8: CJNE    R2,#40H,CHSEN9
                        LJMP    REVRILE
                CHSEN9: CJNE    R2,#0C0H,CHSEN10
                        LJMP    REVRILE
                CHSEN10: CJNE   R2,#50H,CHSEN11
                        LJMP    REVRI
                CHSEN11: CJNE   R2,#0D0H,CHSEN12
                        LJMP    REVRI
                CHSEN12: CJNE   R2,#60H,CHSEN13
                        LJMP    REVLE
                CHSEN13: CJNE   R2,#0E0H,CHSEN14
                        LJMP    REVLE
                CHSEN14: CJNE   R2,#70H,CHSEN15
                        LJMP    REVFLERI
                CHSEN15: LJMP   REVFLERI
;
;
;
;-------------------------------------------------------------------
;
;
;-----------------------------------------------
;********************* MOVING  COMMAND ***********************
;-----------------------------------------------
;
;
;-------------------------------------------
;[*FORWARD*]
;-------------------------------------------
FORW:           MOV     22H,#08H
                MOV     DPTR,#DRIVE
        LFORW:  CJNE    R5,#0FH,CONT2
                LJMP    MAIN1
        CONT2:  MOV     A,22H
                MOVX    @DPTR,A
                LCALL   DELAY0
                JB      P1.6,JBFCHS
                JB      P1.5,JBFCHS
                JB      P1.4,JBFCHS
                LJMP    LFORW
;
        JBFCHS:         CJNE    R5,#0FH,CONT3
                        LJMP    MAIN1
        CONT3:          MOV     A,#00H
                        MOV     DPTR,#DRIVE
                        MOVX    @DPTR,A
                        LCALL   DELAY1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                        LJMP    CHSENS
;
;
;
;
;-----------------------------------------
;[*RIGH*]
;-----------------------------------------
RIGHT:          CJNE    R5,#0FH,CONT4
                LJMP    MAIN1
     CONT4:     JB      P1.5,ENDRIG
                MOV     22H,#01H
                MOV     DPTR,#DRIVE
                MOV     A,22H
                MOVX    @DPTR,A
                LCALL   DELAY1
                SETB    13H
       LRIGHT:  CJNE    R5,#0FH,CONT5
                LJMP    MAIN1
      CONT5:    MOV     A,22H
                MOVX    @DPTR,A
                LCALL   DELAY1
                JB      P1.5,ENDRIG
                JB      P1.4,LRIGHT
;
;
ENDRIG: LJMP    CHSENS
;
;
;
;-----------------------------------------
;[*LEFT*]
;-----------------------------------------
LEFT:           CJNE    R5,#0FH,CONT6
                LJMP    MAIN1
      CONT6:    JB      P1.4,ENDLEF
                MOV     22H,#02H
                MOV     DPTR,#DRIVE
                MOV     A,22H
                MOVX    @DPTR,A
                LCALL   DELAY1
                SETB    13H
       LLEFT:   CJNE    R5,#0FH,CONT7
                LJMP    MAIN1
       CONT7:   MOV     A,22H
                MOVX    @DPTR,A
                LCALL   DELAY1
                JB      P1.4,ENDLEF
                JB      P1.5,LLEFT
;
;
ENDLEF: LJMP    CHSENS
;
;
;
;
;-----------------------------------------
;[*FORWARD WHEN FOUND LEFT AND RIGHT*]
;-----------------------------------------
FORWLR:                 MOV     22H,#08H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                        MOV     DPTR,#DRIVE
                        MOV     A,22H
        LFORWLR:        CJNE    R5,#0FH,CONT8
                        LJMP    MAIN1
              CONT8:    MOVX    @DPTR,A
                        LCALL   DELAY0
                        JB      P1.4,SBRIG
                        LJMP    CHSENS
;
;
SBRIG:          JB      P1.5,LFORWLR
                LJMP    CHSENS
;
;
;
;
;-----------------------------------------
;[*REVERSE WHEN FOUND FRONT*]
;-----------------------------------------
REVRILE:                JB      P1.7,LSTOP1
                        MOV     22H,#04H
                        MOV     DPTR,#DRIVE
                        MOV     A,22H
                        MOVX    @DPTR,A
                        LCALL   DELAY2
                        SETB    13H
        LREVRILE:       CJNE    R5,#0FH,CONT9
                        LJMP    MAIN1
        CONT9:          MOV     DPTR,#DRIVE
                        MOV     A,22H
                        MOVX    @DPTR,A
                        LCALL    DELAY2
                        JB      P1.7,LSTOP1
                        JB      P1.6,LREVRILE
;
;- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
;
                JB      P1.5,CTURNLEF
                MOV     22H,#01H
        BCTLEF: MOV     DPTR,#DRIVE
                MOV     A,22H
                MOVX    @DPTR,A
                LCALL   DELAY2
                SETB    13H
                CJNE    R5,#0FH,CONT10
                LJMP    MAIN1
        CONT10: MOV     A,22H
                MOVX    @DPTR,A
                LCALL   DELAY2
;
                CJNE    R5,#0FH,CONT11
                LJMP    MAIN1
        CONT11: JB      P1.5,GOMAIN
                LCALL   DELAY2
;
                CJNE    R5,#0FH,CONT12
                LJMP    MAIN1
        CONT12: JB      P1.5,GOMAIN
                LCALL   DELAY2
;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                CJNE    R5,#0FH,CONT13
                LJMP    MAIN1
        CONT13: JB      P1.5,GOMAIN
                LCALL   DELAY2
                LCALL   DELAY2          ;ADD*****
                LCALL   DELAY2          ;ADD*****
;
                LJMP    CHSENS
;
;- - - - - - - - - - - - - - - - - -
CTURNLEF:       LJMP    TURNLEFT
;- - - - - - - - - - - - - - - - - -
LSTOP1:         LJMP    LSTOP1_1
;- - - - - - - - - - - - - - - - - -
GOMAIN:         LJMP    CHSENS
;- - - - - - - - - - - - - - - - - -
;
;
                LSTOP1_1:       MOV     22H,#00H
                                MOV     DPTR,#DRIVE
                                MOV     A,22H
                                MOVX    @DPTR,A
                                CJNE    R5,#0FH,CONT14
                                LJMP    MAIN1
                CONT14:         LCALL   DELAY2
;                               - - - - - - - - -
                                JB      P1.5,CTURNLEF
                                MOV     22H,#01H
                                MOV     DPTR,#DRIVE
                                MOV     A,22H
                                MOVX    @DPTR,A
                                LCALL   DELAY2
                                SETB    13H
                                CJNE    R5,#0FH,CONT15
                                LJMP    MAIN1
                CONT15:         MOV     A,22H
                                MOVX    @DPTR,A
                                LCALL   DELAY2
;                               - - - - - - - - -
                                CJNE    R5,#0FH,CONT16
                                LJMP    MAIN1
                CONT16:         JB      P1.5,GOMAIN
                                LCALL   DELAY2
;                               - - - - - - - - -
                                CJNE    R5,#0FH,CONT17
                                LJMP    MAIN1
                CONT17:         JB      P1.5,GOMAIN
                                LCALL   DELAY2
;                               - - - - - - - - -
                                CJNE    R5,#0FH,CONT18
                                LJMP    MAIN1
                CONT18:         JB      P1.5,GOMAIN
                                LCALL   DELAY2
                                LCALL   DELAY2          ;ADD*****
                                LCALL   DELAY2          ;ADD*****
;
;
;
;- - - - - - - - - - - - - - - - - -
;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
TURNLEFT:       MOV     22H,#02H
                MOV     DPTR,#DRIVE
                MOV     A,22H
                MOVX    @DPTR,A
                LCALL   DELAY2
                SETB    13H
                CJNE    R5,#0FH,CONT19
                LJMP    MAIN1
    CONT19:     MOV     A,22H
                MOVX    @DPTR,A
                LCALL   DELAY2
;               - - - - - - - -
                CJNE    R5,#0FH,CONT20
                LJMP    MAIN1
    CONT20:     JB      P1.4,GOMAIN1
                LCALL   DELAY2
;               - - - - - - - -
                CJNE    R5,#0FH,CONT21
                LJMP    MAIN1
    CONT21:     JB      P1.4,GOMAIN1
                LCALL   DELAY2
;               - - - - - - - -
                CJNE    R5,#0FH,CONT22
                LJMP    MAIN1
    CONT22:     JB      P1.4,GOMAIN1
                LCALL   DELAY2
                LCALL   DELAY2          ;ADD*****
                LCALL   DELAY2          ;ADD*****,
;
;
GOMAIN1:        LJMP    CHSENS
;
;
;
;
;-------------------------------------------------
;[*REVERSE AND TURNRIGHT WHEN FOUND FRONT AND LEFT*]
;-------------------------------------------------
        REVRI:          JB      P1.7,TURNRIGHT
                        MOV     22H,#04H
                        MOV     DPTR,#DRIVE
                        MOV     A,22H
                        CJNE    R5,#0FH,CONT23
                        LJMP    MAIN1
                CONT23: MOVX    @DPTR,A
                        LCALL   DELAY2
                        SETB    13H
                LREVRI: CJNE    R5,#0FH,CONT24
                        LJMP    MAIN1
                CONT24: MOV     A,22H
                        MOVX    @DPTR,A
                        LCALL   DELAY2
                        JB      P1.7,TURNRIGHT
                        JB      P1.6,LREVRI
;
;- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
;
TURNRIGHT:      JB      P1.5,NTURN
                MOV     22H,#01H
                MOV     DPTR,#DRIVE
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     A,22H
                CJNE    R5,#0FH,CONT25
                LJMP    MAIN1
      CONT25:   MOVX    @DPTR,A
                LCALL   DELAY2
                SETB    13H
                CJNE    R5,#0FH,CONT26
                LJMP    MAIN1
      CONT26:   MOV     A,22H
                MOVX    @DPTR,A
                LCALL   DELAY2
;               - - - - - - - - - - - - -
                CJNE    R5,#0FH,CONT27
                LJMP    MAIN1
      CONT27:   JB      P1.5,GOMAIN2
                LCALL   DELAY2
;               - - - - - - - - - - - - -
                CJNE    R5,#0FH,CONT28
                LJMP    MAIN1
      CONT28:   JB      P1.5,GOMAIN2
                LCALL   DELAY2
;               - - - - - - - - - - - - -
                CJNE    R5,#0FH,CONT29
                LJMP    MAIN1
      CONT29:   JB      P1.5,GOMAIN2
                LCALL   DELAY2
;
;
;- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
GOMAIN2:        LJMP    CHSENS
;- - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
;
;
                NTURN:          JB      P1.7,GOMAIN2
                                MOV     22H,#04H
                                MOV     DPTR,#DRIVE
                                MOV     A,22H
                                CJNE    R5,#0FH,CONT30
                                LJMP    MAIN1
                          CONT30:   MOVX    @DPTR,A
                                    LCALL   DELAY2
                                    SETB    13H
                             RURS:  CJNE    R5,#0FH,CONT31
                                    LJMP    MAIN1
                          CONT31:   MOV     A,22H
                                    MOVX    @DPTR,A
                                    LCALL   DELAY2
                                    JB      P1.5,RURS
                                    LJMP    TURNRIGHT
;
;
;-------------------------------------------------
;[*REVERSE AND TURNLEFT WHEN FOUND FRONT AND RIGHT*]
;-------------------------------------------------
        REVLE:  JB      P1.7,TURNLEFT1
                MOV     22H,#04H
                MOV     DPTR,#DRIVE
                MOV     A,22H
                CJNE    R5,#0FH,CONT32
                LJMP    MAIN1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    CONT32:     MOVX    @DPTR,A
                LCALL   DELAY2
                SETB    13H
       LREVLE:  CJNE    R5,#0FH,CONT33
                LJMP    MAIN1
    CONT33:     MOV     A,22H
                MOVX    @DPTR,A
                LCALL   DELAY2
                JB      P1.7,TURNLEFT1
                JB      P1.6,LREVLE
;
;- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
;
                TURNLEFT1:      JB      P1.4,NTURN1
                                MOV     22H,#02H
                                MOV     DPTR,#DRIVE
                                MOV     A,22H
                                CJNE    R5,#0FH,CONT34
                                LJMP    MAIN1
                    CONT34:     MOVX    @DPTR,A
                                LCALL   DELAY2
                                SETB    13H
                                CJNE    R5,#0FH,CONT35
                                LJMP    MAIN1
                    CONT35:     MOV     DPTR,#DRIVE
                                MOV     A,22H
                                MOVX    @DPTR,A
                                LCALL   DELAY2
;                               - - - - - - - - - - - - - - -
                                CJNE    R5,#0FH,CONT36
                                LJMP    MAIN1
                    CONT36:     JB      P1.4,GOMAIN3
                                LCALL   DELAY2
;                               - - - - - - - - - - - - - - -
                                CJNE    R5,#0FH,CONT37
                                LJMP    MAIN1
                    CONT37:     JB      P1.4,GOMAIN3
                                LCALL   DELAY2
;                               - - - - - - - - - - - - - - -
                                CJNE    R5,#0FH,CONT38
                                LJMP    MAIN1
                    CONT38:     JB      P1.4,GOMAIN3
                                LCALL   DELAY2
;- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
        GOMAIN3:            LJMP    CHSENS
;- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
;- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
;
NTURN1:         JB      P1.7,GOMAIN3
                MOV     22H,#04H
                MOV     DPTR,#DRIVE
                MOV     A,22H
                CJNE    R5,#0FH,CONT39
                LJMP    MAIN1
    CONT39:     MOVX    @DPTR,A
                LCALL   DELAY2
                SETB    13H
        RULS:   CJNE    R5,#0FH,CONT40
                LJMP    MAIN1
    CONT40:     MOV     A,22H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOVX    @DPTR,A
                LCALL   DELAY2
                JB      P1.4,RULS
                LJMP    TURNLEFT1
;
;
;-------------------------------------------------------------
;[*REVERSE AND TURNRIGHT OR TURNLEFT WHEN FOUND FRONT,LEFT,RIGHT*]
;-------------------------------------------------------------
                REVFLERI:       JB      P1.7,SSTOP
                                MOV     22H,#04H
                                MOV     DPTR,#DRIVE
                                MOV     A,22H
                                CJNE    R5,#0FH,CONT41
                                LJMP    MAIN1
                   CONT41:      MOVX    @DPTR,A
                                LCALL   DELAY2
                                SETB    13H
                        NSLR:   CJNE    R5,#0FH,CONT42
                                LJMP    MAIN1
                   CONT42:      MOV     A,22H
                                MOVX    @DPTR,A
                                LCALL   DELAY2
                                JB      P1.7,SSTOP
;                               - - - - - - - - - - - - - - - - -
                                JB      P1.4,CBITRIGH
                                LJMP    TLEFT1
                CBITRIGH:       JB      P1.5,NSLR
                                LJMP    TRIGHT1
;
;- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
        SSTOP:  LJMP    SSTOP_1
;- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
;
TLEFT1: MOV     22H,#02H
        MOV     DPTR,#DRIVE
        MOV     A,22H
        CJNE    R5,#0FH,CONT43
        LJMP    MAIN1
CONT43: MOVX    @DPTR,A
        LCALL   DELAY2
;       - - - - - - - -
        CJNE    R5,#0FH,CONT44
        LJMP    MAIN1
CONT44: JB      P1.4,GOMAIN4
        LCALL   DELAY2
;       - - - - - - - -
        CJNE    R5,#0FH,CONT45
        LJMP    MAIN1
CONT45: JB      P1.4,GOMAIN4
        LCALL   DELAY2
;       - - - - - - - -
        CJNE    R5,#0FH,CONT46
        LJMP    MAIN1
CONT46: JB      P1.4,GOMAIN4
        LCALL   DELAY2
;- - - - - - - - - - - - - - - - -
GOMAIN4:        LJMP    CHSENS
;- - - - - - - - - - - - - - - - -
;- - - - - - - - - - - - - - - - -
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;
                TRIGHT1:        MOV     22H,#01H
                                MOV     DPTR,#DRIVE
                                MOV     A,22H
                                CJNE    R5,#0FH,CONT47
                                LJMP    MAIN1
                    CONT47:     MOVX    @DPTR,A
                                LCALL   DELAY2
;                               - - - - - - - - - - - -
                                CJNE    R5,#0FH,CONT48
                                LJMP    MAIN1
                    CONT48:     JB      P1.5,GOMAIN4
                                LCALL   DELAY2
;                               - - - - - - - - - - - -
                                CJNE    R5,#0FH,CONT49
                                LJMP    MAIN1
                    CONT49:     JB      P1.5,GOMAIN4
                                LCALL   DELAY2
;                               - - - - - - - - - - - -
                                CJNE    R5,#0FH,CONT50
                                LJMP    MAIN1
                    CONT50:     JB      P1.5,GOMAIN4
                                LCALL   DELAY2
;                               - - - - - - - - - - - -
                                LJMP    CHSENS
;
;- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
        SSTOP_1:        MOV     22H,#00H
                        MOV     DPTR,#DRIVE
                        MOV     A,22H
                LSST:   CJNE    R5,#0FH,CONT51
                        LJMP    MAIN1
            CONT51:     MOVX    @DPTR,A
                        LCALL   DELAY2
                        JNB     P1.4,JTSSENS
                        JNB     P1.5,JTSSENS
                        JNB     P1.6,JTSSENS
                        JNB     P1.7,JTSSENS
                        LJMP    LSST
;- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
        JTSSENS:        LCALL   DELAY2
                        LJMP    CHSENS
;
;
;-----------------------------------------------------------------
;-----------------------------------------------------------------
;                   ***END    COMMAND***
;
;-----------------------------------------------------------------
;***********DEFIND BYTE OF CHARACTER AND DELAY***********
;-----------------------------------------------------------------
;
        DEMO_L1:        DB      "   AUTOMATIC   "
        DEMO_L2:        DB      " ESCHEWING  CAR "
        DEMO_L3:        DB      "SELECT THE MENU!"
        MENU_L1:        DB      "1.AUTO, 2.MANUAL"
        MODE_L1:        DB      " AUTOMATIC  RUN "
        MODE_L2:        DB      " STOP STOP STOP "
;
;-----------------------------------------------------------------
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;###(*DELAY*)###
;
            DELAY0: PUSH    03H
                    MOV     R3,#00H
                    DJNZ    R3,$
                    POP     03H
                    RET
;       - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
;
            DELAY1:         PUSH    03H
                            PUSH    04H
                            MOV     R3,#00H
                    LDELAY1:MOV     R4,#00H
                            DJNZ    R4,$
                            DJNZ    R3,LDELAY1
                            POP     04H
                            POP     03H
                            RET
;       - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
;
        DELAY2:         PUSH    03H
                        PUSH    04H
                        MOV     R3,#00H
                LDELAY2:MOV     R4,#00H
                        DJNZ    R4,$
                        NOP
                        NOP
                        NOP
                        NOP
                        DJNZ    R3,LDELAY2
                        POP     04H
                        POP     03H
                        RET
;       - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
;
        DELAY3:         PUSH    06H
                        MOV     R6,#10H
              LDELAY3:  LCALL   DELAY2
                        DJNZ    R6,LDELAY3
                        POP     06H
                        RET
;
;
;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;-------------------------------------------------------------
;********PRESS  THE  BUTTON  NUMBER " 2 " IN  MANUALRUN**********
;-------------------------------------------------------------
MANUAL:     MOV     TMOD,#00001110B  ;SET SFR
            MOV     TCON,#00010101B
            MOV       IE,#10000001B
            MOV       IP,#00000101B
            MOV       SP,#2FH
;-----------------------------------------------
;*******  SET DATA OF WAY & DISTANCE  *********
;-----------------------------------------------
            CLR       IE.7
            MOV       DPTR,#8000H
            MOV       R0,#64H
            MOV       A,#00H
CLR:        MOV       DPH,#80H
            MOVX      @DPTR,A
            MOV       DPH,#90H
            MOVX      @DPTR,A
            INC       DPL
            DJNZ      R0,CLR
            MOV       22H,#01H    ;LINE_MAX
            MOV       23H,#01H    ;LINE_START
            MOV       24H,#01H    ;LINE_STOP
            MOV       25H,#00H    ;COMMAND_DRIVE
            MOV       26H,#60H    ;  PULSE_TURN
START:      MOV       DPTR,#PROGRAM2
            LCALL     LCD_16
            LCALL     DELAY3
            LCALL     LCD_16
            LCALL     DELAY3
            LCALL     LCD_16
            MOV       DPTR,#8001H
            MOV       20H,#80H    ;INT-KEY
            MOV       21H,#00H    ;INT_SENSOR
            SETB      IE.7
            LJMP      STEP_1
JUMP:       MOV       R2,#00H
J_LOOP:     MOV       R0,#80H
            LCALL     EMPTY_2
            LCALL     DELAY_S
            LCALL     J_SHOW
            LCALL     DELAY_S
            JB        20H.7,J_LOOP
            MOV       R3,20H
            JNB       20H.3,J_CH
            JB        20H.2,J_JUMP
            JB        20H.1,J_JUMP
J_CH:       MOV       20H,#80H
            LCALL     EMPTY_2
            LCALL     DELAY_S
            MOV       A,R2
            MOV       R2,03H
            MOV       B,#0AH
            MUL       AB
            ADD       A,R3
            MOV       R1,A
            MOV       R0,#80H
            LCALL     SHOW_NUM
            LCALL     DELAY_S
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                CJNE        A,#00H,J_NO_00
                MOV         DPL,#01H
                LJMP        J_LOOP
J_NO_00:        CJNE        A,22H,J_NO_EQU
                LJMP        J_OK
J_NO_EQU:       JC          J_OK
                MOV         R2,#00H
                MOV         A,22H
J_OK:           MOV         DPL,A
                LJMP        J_LOOP
J_JUMP:         MOV         20H,#80H
                CJNE        R3,#0AH,J_RESTART
                LJMP        JUMP
J_RESTART:      CJNE        R3,#0BH,J_UP
                LJMP        START
J_UP:           CJNE        R3,#0CH,J_DOWN
                MOV         A,DPL
                CJNE        A,22H,J_UP_OK
                LJMP        J_LOOP
  J_UP_OK:      INC         DPL
                LJMP        J_LOOP
J_DOWN:         CJNE        R3,#0DH,J_CANSEL
                MOV         A,DPL
                CJNE        A,#01H,J_DOWN_OK
                LJMP        J_LOOP
  J_DOWN_OK:    DEC         DPL
                LJMP        J_LOOP
J_CANSEL:       CJNE        R3,#0EH,J_ENTER
                LJMP        STEP_1
J_LOOP1:        LJMP        J_LOOP
J_ENTER:        CJNE        R3,#0FH,J_LOOP1
;************
STEP_1:         LCALL       S_1234          ;SHOW_LINE
                LCALL       S_3             ;SHOW_DISTANCE
;************
STEP_2:         MOV         R0,#83H
                LCALL       EMPTY_5
                LCALL       DELAY_S
                MOVX        A,@DPTR
                MOV         B,#10H
                DIV         AB
                LCALL       S_234           ;SHOW_DIRECT & UNIT
                LCALL       DELAY_S
                JB          20H.7,STEP_2
                MOV         A,20H
                MOV         B,#00H
                MOV         20H,#80H
D_KEY:          LCALL       S_234
                ANL         A,#0F0H
D_JUMP:         CJNE        A,#0A0H,D_RESTART
                LJMP        JUMP
D_RESTART:      CJNE        A,#0B0H,D_CANSEL
                LJMP        START
D_CANSEL:       CJNE        A,#0E0H,D_ENTER
                MOV         R0,DPL
                CJNE        R0,#01H,DEC_DPL
                LJMP        STEP_1
  DEC_DPL:      DEC         DPL
                LJMP        STEP_1
D_ENTER:        CJNE        A,#0F0H,STEP_2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOVX        A,@DPTR
                ANL         A,#0F0H
                CJNE        A,#00H,STEP_3
                LJMP        STEP_2
**************
STEP_3:         MOV         R0,#0C3H
                LCALL       EMPTY_5
                LCALL       DELAY_S
                MOVX        A,@DPTR
                MOV         B,#10H
                DIV         AB
                MOV         R1,B
                LCALL       S_3             ;SHOW_DISTANCE
                LCALL       UNIT            ;SHOW_UNIT
                LCALL       DELAY_S
                JB          20H.7,STEP_3
                MOV         R0,20H
                JNB         20H.3,X_KEEP
                JB          20H.2,X__M
                JB          20H.1,X__M
    X_KEEP:     MOV         20H,#80H
                MOV         DPH,#90H
                MOVX        A,@DPTR
                MOV         B,#0AH
                DIV         AB
                MOV         A,B
                MOV         B,#0AH
                MUL         AB
                ADD         A,R0
                MOVX        @DPTR,A
                MOV         DPH,#80H
                LJMP        STEP_3
    X__M:       MOV         20H,#80H
                CJNE        R0,#0CH,X_DM
                CJNE        R1,#02H,M
                LJMP        STEP_3
       M:       MOV         B,#00H
                LJMP        X_UNIT
    X_DM:       CJNE        R0,#0DH,X_JUMP
                CJNE        R1,#02H,DM
                LJMP        STEP_3
      DM:       MOV         B,#01H
    X_UNIT:     MOVX        A,@DPTR
                ANL         A,#0F0H
                ADD         A,B
                MOVX        @DPTR,A
                LJMP        STEP_3
    X_JUMP:     CJNE        R0,#0AH,X_RESTART
                LJMP        JUMP
    X_RESTART:  CJNE        R0,#0BH,X_CANSEL
                LJMP        START
    X_CANSEL:   CJNE        R0,#0EH,X_ENTER
                LJMP        STEP_2
    X_ENTER:    CJNE        R0,#0FH,STEP_3
************
END_SET:        MOV         A,DPL
                CJNE        A,#63H,E_CH
                MOV         22H,A
                LJMP        E_RET
    E_CH:       CJNE        A,22H,E_NO_EQU
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                LJMP        E_INC
    E_NO_EQU:   JC          E_INC
                MOV         22H,DPL
    E_INC:      INC         DPL
    E_RET:      MOV         R2,#00H
    E_DELAY:    MOV         R1,#00H
    E_CK:       JNB         20H.7,ACCEPT
                DJNZ        R1,E_CK
                DJNZ        R2,E_DELAY
    E_PASS:     LJMP        STEP_1
-------------------------------------------
******** USE LINE START & STOP ************
-------------------------------------------
ACCEPT:         MOV         R1,20H
                MOV         20H,#80H
                CJNE        R1,#0FH,E_PASS
                DEC         DPL
                MOV         24H,DPL
                MOV         DPTR,#DB_LINEMAX
                LCALL       LCD_16
                LCALL       DELAY_S
                MOV         R0,#0C4H
                MOV         R1,22H
                LCALL       SHOW_NUM
                LCALL       DELAY_L
                MOV         DPTR,#DB_USELINE
                LCALL       LCD_16
A_SHOW:         MOV         R0,#0C1H
                MOV         R1,23H
                LCALL       SHOW_NUM
                MOV         R0,#0C6H
                MOV         R1,24H
                LCALL       SHOW_NUM
A_START:        MOV         R0,#0C1H
                MOV         R2,#00H
                MOV         R4,#23H
    AS_LOOP:    LCALL       ACCEPT_NUM
    AS_CANSEL:  CJNE        R3,#0EH,AS_ENTER
                MOV         DPTR,#DB_X
                LCALL       LCD_16
                MOV         DPH,#80H
                MOV         DPL,22H
                LJMP        STEP_1
    AS_ENTER:   CJNE        R3,#0FH,AS_LOOP
A_STOP:         MOV         R0,#0C6H
                MOV         R2,#00H
                MOV         R4,#24H
    AP_LOOP:    LCALL       ACCEPT_NUM
    AP_CANSEL:  CJNE        R3,#0EH,AP_ENTER
                LJMP        A_START
    AP_ENTER:   CJNE        R3,#0FH,AP_LOOP
**************
C_STOP:         MOV         A,24H
                CJNE        A,22H,CP_NO_EQU
                LJMP        C_START
    CP_NO_EQU:  JC          C_START
                MOV         24H,22H
                MOV         23H,#01H
                LJMP        A_SHOW
C_START:        MOV         A,23H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                CJNE        A,24H,CS_NO_EQU
                LJMP        T_TURN
    CS_NO_EQU:  JC          T_TURN
                MOV         23H,#01H
                LJMP        A_START
*************
T_TURN:         MOV         DPTR,#DB_PULSETURN
                LCALL       LCD_16
                MOV         R2,#00H
    T_LOOP:     MOV         R1,26H
                MOV         R0,#0C5H
                LCALL       SHOW_NUM
                JB          20H.7,T_LOOP
                MOV         R3,20H
                JNB         20H.3,T_CH
                JB          20H.2,T_ENTER
                JB          20H.1,T_ENTER
    T_CH:       MOV         20H,#80H
                MOV         A,R2
                MOV         R2,03H
                MOV         B,#0AH
                MUL         AB
                ADD         A,R2
                JZ          T_LOOP
                MOV         26H,A
                LJMP        T_LOOP
    T_ENTER:    MOV         20H,#80H
                CJNE        R3,#0FH,T_LOOP
-----------------------------------------
************  OPERATION  ********************
-----------------------------------------
OPERATE:        MOV         DPTR,#DB_X
                LCALL       LCD_16
                MOV         DPH,#80H
                MOV         DPL,23H
                SETB        IE.1
                SETB        IE.2
    O_LOOP:     LCALL       J_SHOW
                MOVX        A,@DPTR
                MOV         B,#10H
                DIV         AB
    O_FRONT:    CJNE        A,#01H,O_BACK
                MOV         25H,#V_FRONT
                LCALL       MODE
                LCALL       DELAY_S
                LJMP        R_UNIT
    O_BACK:     CJNE        A,#09H,O_LEFT
                MOV         25H,#V_BACK
                LCALL       DELAY_S
                LCALL       MODE
                LJMP        R_UNIT
    O_LEFT:     CJNE        A,#04H,O_RIGHT
                MOV         25H,#V_LEFT
                LCALL       O_TURN
                LJMP        O_KEY
    O_RIGHT:    CJNE        A,#06H,O_DELAY
                MOV         25H,#V_RIGHT
                LCALL       O_TURN
                LJMP        O_KEY
    O_DELAY:    CJNE        A,#05H,O_LOOP
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                CLR         IE.2
                MOV         25H,#V_DELAY
                LCALL       MODE
                LCALL       DIST_R1
                MOV         R0,#0C4H
                CJNE        R1,#00H,OD_LOOP
                SETB        IE.2
                LJMP        FINAL
    OD_LOOP:    LCALL       SHOW_NUM
                LCALL       DELAY_1S
                JNB         20H.7,OD_CANSEL
                DJNZ        R1,OD_LOOP
                SETB        IE.2
                LJMP        FINAL
    OD_CANSEL:MOV           20H,#80H
                MOV         A,#00H
    O_KEY:      JNZ         R_UNIT
                JB          20H.7,$
                MOV         R2,20H
                MOV         20H,#80H
    O_RESTART:  CJNE        R2,#0BH,O_ENTER
                CLR         IE.1
                CLR         IE.2
                LJMP        START
    O_ENTER:    CJNE        R2,#0FH,O_KEY
    O_PASS:     LJMP        O_LOOP
**************
R_UNIT:         MOV         A,B
    R_M:        CJNE        A,#00,R_DM
                MOV         TH0,#METER
                MOV         TL0,#METER
                LJMP        R_RUN
    R_DM:       CJNE        A,#01H,O_PASS
                MOV         TH0,#DECIMETER
                MOV         TL0,#DECIMETER
R_RUN:          MOV         R0,#0C4H
                LCALL       DIST_R1
                SETB        25H.3
                LCALL       MODE
    R_LOOP:     LCALL       SHOW_NUM
                JNB         20H.7,R_CANSEL
                CJNE        R1,#00H,R_LOOP
                LJMP        FINAL
    R_CANSEL:   MOV         20H,#80H
                MOV         25H,#00H
                LCALL       MODE
                MOV         A,#00H
                LJMP        O_KEY
FINAL:          MOV         A,DPL
                CJNE        A,24H,F_INC
                CLR         IE.1
                CLR         IE.2
                MOV         25H,#00H
                LCALL       MODE
                LJMP        START
    F_INC:      INC         DPL
                LJMP        O_LOOP
PROGRAM2:       DB          " MANUAL PROGRAM "
                DB          "  SET WAY & FAR "
DB_X:           DB          "          X=    "
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
DB___:          DB          "   "
DB__M:          DB          " m"
DB_DM:          DB          "dm"
DB__S:          DB          " s"
DB_____:        DB          "     "
DB_FRONT:       DB          "FRONT"
DB_BACK:        DB          "BACK "
DB_LEFT:        DB          "LEFT "
DB_RIGHT:       DB          "RIGHT"
DB_DELAY:       DB          "DELAY"
DB_LINEMAX:     DB          " LINE MAX =      "
DB_USELINE:     DB          "USE LINE    -    "
DB_PULSETURN:   DB          "PULSE TURN =     "
-------------------------------------------------------------------------------
J_SHOW:         PUSH        ACC         ;--SUBROUTINE
                PUSH        0F0H        ;SHOW_ALL
                MOVX        A,@DPTR     ;USE  MOV    DPTR,<#ADDRESS_RAM
                MOV         B,#10H
                DIV         AB
                LCALL       S_1234      ;SHOW_LINE
                LCALL       S_3         ;SHOW_DISTANCE
                LCALL       S_234       ;SHOW_DIRECT & UNIT
                POP         0F0H
                POP         ACC
                RET
-------------------------------------------------------------------------------
S_1234:         PUSH        ACC         ;--SUBROUTINE
                PUSH        00H         ;--SHOW_LINE
                PUSH        01H         ;USE  MOV    DPTR,<#ADDRESS_RAM
                MOV         A,DPL
                MOV         R0,#80H
                MOV         R1,A
                LCALL       SHOW_NUM
                POP         01H
                POP         00H
                POP         ACC
                RET
-------------------------------------------------------------------------------
S_234:          SWAP        A           ;--SUBROUTINE
                PUSH        DPH         ;SHOW_DIRECT & UNIT
                PUSH        DPL         ;USE  MOV    A,<#DIRECT_DATA>
    D_FRONT:    CJNE        A,#10H,D_BACK ;    MOV    B,<#UNIT_DATA>
                MOV         DPTR,#DB_FRONT
                LJMP        D_SHOW
    D_BACK:     CJNE        A,#90H,D_LEFT
                MOV         DPTR,#DB_BACK
                LJMP        D_SHOW
    D_LEFT:     CJNE        A,#40H,D_RIGHT  ; A = 10 ---- FRONT
                MOV         DPTR,#DB_LEFT   ; A = 90 ---- BACK
                LJMP        D_SHOW          ; A = 40 ---- LEFT
    D_RIGHT:    CJNE        A,#60H,D_DELAY  ; A = 60 ---- RIGHT
                MOV         DPTR,#DB_RIGHT  ; A = 50 ---- DELAY
                LJMP        D_SHOW
    D_DELAY:    CJNE        A,#50H,RETURN
                MOV         DPTR,#DB_DELAY
                MOV         B,#02H
    D_SHOW:     PUSH        00H
                MOV         R0,#83H
                LCALL       LCD_5
                POP         00H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                POP         DPL
                POP         DPH
                LCALL       UNIT
                ADD         A,B
                MOVX        @DPTR,A
                RET
   RETURN:      POP         DPL
                POP         DPH
                RET
--------------------------------------------------------------------------------
UNIT:           PUSH        DPH             ;SUBSHOW_UNIT
                PUSH        DPL             ;USE  MOV    B,<#UNIT_DATA>
                PUSH        ACC
                PUSH        00H
   U_M:         MOV         A,B
                CJNE        A,#00H,U_DM
                MOV         DPTR,#DB__M
                LJMP        U_SHOW
   U_DM:        CJNE        A,#01H,U_S      ; B = 00 ----  meter
                MOV         DPTR,#DB_DM     ; B = 01 ----  decimeter
                LJMP        U_SHOW          ; B = 02 ----  second
   U_S:         CJNE        A,#02H,U_FALSE
                MOV         DPTR,#DB__S
                LJMP        U_SHOW
   U_FALSE:     MOV         B,#00H
                LJMP        U_M
   U_SHOW:      MOV         R0,#0C6H
                LCALL       LCD_2
                POP         00H
                POP         ACC
                POP         DPL
                POP         DPH
                RET
--------------------------------------------------------------------------------
S_3:            PUSH        ACC             ;--SUBROUTINE
                PUSH        00H             ;SHOW_DISTANCE
                PUSH        01H             ;USE  MOV    DPTR,<#ADDRESS_RAM>
                MOV         DPH,#90H
                MOVX        A,@DPTR
                MOV         R1,A
                MOV         R0,#0C4H
                LCALL       SHOW_NUM
                MOV         DPH,#80H
                POP         01H
                POP         00H
                POP         ACC
                RET
--------------------------------------------------------------------------------
  SHOW_NUM:     PUSH        ACC             ;SHOW NUMER AT LCD
                PUSH        0F0H            ;USE  MOV    R0,<#ADDRESS_LCD>
                MOV         A,R0            ;     MOV    R1,<#DATA_HEX>
                LCALL       SSTRUC
                MOV         A,R1
                MOV         B,#0AH
                DIV         AB
                ADD         A,#30H
                CJNE        A,#30H,SSHOW
                MOV         A,#20H
    SSHOW:      LCALL       SWRITE
                MOV         A,B
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                ADD         A,#30H
                LCALL       SWRITE
                POP         0F0H
                POP         ACC
                RET
;-------------------------------------------------------------------------
ACCEPT_NUM:     PUSH        ACC         ;SUB ACCEPT LINE
                PUSH        0F0H        ;USE  MOV    R0,<#ADDRESS_LCD>
                PUSH        01H         ;     MOV    R2,#00H
                MOV         R1,04H      ;     MOV    R4,<#ADDRESS_LINE>
  A_LOOP:       LCALL       EMPTY_2
                LCALL       DELAY_S
                MOV         A,@R1       ;SUBROUTINE  RETURN  DATA
                MOV         R1,A        ;*  R3  *EQU  SWITCH PUSH
                LCALL       SHOW_NUM
                LCALL       DELAY_S
                MOV         R1,04H
                JB          20H.7,A_LOOP
                MOV         R3,20H
                JNB         20H.3,A_CH
                JB          20H.2,A_UP
                JB          20H.1,A_UP
    A_CH:       MOV         20H,#80H
                MOV         A,R2
                MOV         R2,03H
                MOV         B,#0AH
                MUL         AB
                ADD         A,R2
                JZ          A_LOOP
                MOV         @R1,A
                LJMP        A_LOOP
  A_UP:         MOV         20H,#80H
                CJNE        R3,#0CH,A_DOWN
                MOV         A,@R1
                INC         A
                MOV         @R1,A
                LJMP        A_LOOP
  A_DOWN:       CJNE        R3,#0DH,A_RET
                CJNE        @R1,#01H,A_DEC
                LJMP        A_LOOP
    A_DEC:      MOV         A,@R1
                DEC         A
                MOV         @R1,A
                LJMP        A_LOOP
  A_RET:        POP         01H
                POP         0F0H
                POP         ACC
                RET
;-------------------------------------------------------------------------
O_TURN:         LCALL       MODE        ;--SUBROUTINE
                LCALL       DELAY_S     ;USE  MOV    25H,<#COMMAND>
                PUSH        ACC         ;     LCALL  O_TURN
                MOV         A,26H
                CPL         A
                INC         A
                CLR         C
                MOV         TH0,A
                MOV         TL0,A
                POP         ACC
                MOV         R1,#01H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                SETB        25H.3
                LCALL       MODE
  OT_KEY:       JNB         20H.7,OT_CANSEL
                CJNE        R1,#00H,OT_KEY
                LJMP        OT_OK
  OT_CANSEL:    MOV         20H,#80H
                MOV         A,#00H          ; *  ACC  * DATA RETURN
  OT_OK:        MOV         25H,#00H
                LCALL       MODE
                RET
-------------------------------------------------------------------------------
  MODE:         PUSH        DPH
                PUSH        DPL
                PUSH        ACC
                MOV         A,25H
                MOV         DPTR,#DRIVE
                MOVX        @DPTR,A
                POP         ACC
                POP         DPL
                POP         DPH
                RET
-------------------------------------------------------------------------------
  DIST_R1:      PUSH        ACC
                MOV         DPH,#90H
                MOVX        A,@DPTR
                MOV         R1,A
                MOV         DPH,#80H
                POP         ACC
                RET
-------------------------------------------------------------------------------
  EMPTY_2:      PUSH        DPH             ;--SUBROUTINE
                PUSH        DPL             ;USE  MOV    R0,<#ADDRESS_LCD>
                MOV         DPTR,#DB___     ;     LCALL  EMPTY_2
                LCALL       LCD_2
                POP         DPL
                POP         DPH
                RET
  EMPTY_5:      PUSH        DPH             ;--SUBROUTINE
                PUSH        DPL             ;USE  MOV    R0,<#ADDRESS_LCD>
                MOV         DPTR,#DB_____;  ;     LCALL  EMPTY_5
                LCALL       LCD_5
                POP         DPL
                POP         DPH
                RET
  LCD_2:        PUSH        ACC             ;--SUBROUTINE
                MOV         A,R0            ;USE  MOV    R0,<#ADDRESS_LCD>
                LCALL       SSTRUC          ;     MOV    DPTR,<#TABLE>
                MOV         A,#00H          ;     LCALL  LCD_2
                MOVC        A,@A+DPTR
                LCALL       SWRITE
                MOV         A,#01H
                MOVC        A,@A+DPTR
                LCALL       SWRITE
                POP         ACC
                RET
  LCD_5:        PUSH        ACC             ;--SUBROUTINE
                PUSH        01H             ;USE  MOV    R0,<#ADDRESS_LCD>
                MOV         A,R0            ;     MOV    DPTR,<#TABLE>
                LCALL       SSTRUC          ;     LCALL  LCD_5
                MOV         R1,#05H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  LLCD5:        MOV     A,#00H
                MOVG    A,@A+DPTR
                LCALL   SWRITE
                INC     DPTR
                DJNZ    R1,LLCD5
                POP     01H
                POP     ACC
                RET
LCD_8:          PUSH    ACC             ;--SUBROUTINE
                PUSH    01H             ;USE  MOV   R0,<#80H,#0C0H>
                MOV     A,R0            ;     MOV   DPTR,<#TABLE>
                LCALL   SSTRUC          ;     LCALL LCD_8
                MOV     R1,#08H
  LLCD8:        MOV     A,#00H
                MOVC    A,@A+DPTR
                LCALL   SWRITE
                INC     DPTR
                DJNZ    R1,LLCD8
                POP     01H
                POP     ACC
                RET
LCD_16:         PUSH    ACC             ;--SUBROUTINE
                PUSH    00H             ;USE  MOV   DPTR,<#TABLE>
                MOV     R0,#80H         ;     LCALL LCD_16
                LCALL   LCD_8
                MOV     R0,#0C0H
                LCALL   LCD_8
                POP     00H
                POP     ACC
                RET
SSTRUC:         PUSH    DPH             ;--SUBROUTINE
                PUSH    DPL             ;USE  MOV   A,<-STRUC->
                MOV     DPTR,#STRUC     ;     LCALL SSTRUC
                MOVX    @DPTR,A
                LCALL   SBUSY
                POP     DPL
                POP     DPH
                RET
SWRITE:         PUSH    DPH             ;--SUBROUTINE
                PUSH    DPL             ;USE  MOV   A,<-DATA->
                MOV     DPTR,#WRITE     ;     LCALL SWRITE
                MOVX    @DPTR,A
                LCALL   SBUSY
                POP     DPL
                POP     DPH
                RET
SBUSY:          PUSH    DPH             ;--SUBROUTINE
                PUSH    DPL             ;USE  LCALL SBUSY
                PUSH    ACC
                MOV     DPTR,#BUSY
  LOOPS:        MOVX    A,@DPTR
                CLR     C
                RLC     A
                JC      LOOPS
                POP     ACC
                POP     DPL
                POP     DPH
                RET
-------------------------------------------------------------------------------
DELAY_S:        PUSH    01H             ;--SUBROUTINE
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                PUSH    02H             ;USE  LCALL  DELAY_S
                MOV     R1,#80H
  DS0:          MOV     R2,#00H
  DS1:          NOP
                NOP
                NOP
                NOP
                NOP
                DJNZ    R2,DS1
                DJNZ    R1,DS0
                POP     02H
                POP     01H
                RET
-------------------------------------------------------------------------------
 DELAY_L:       PUSH    01H             ;--SUBROUTINE
                PUSH    02H             ;USE  LCALL  DELAY_L
                MOV     R1,#00H
  DL0:          MOV     R2,#00H
  DL1:          NOP
                NOP
                NOP
                NOP
                NOP
                DJNZ    R2,DL1
                DJNZ    R1,DL0
                POP     02H
                POP     01H
                RET
-------------------------------------------------------------------------------
 DELAY_1S:      PUSH    02H             ;--SUBROUTINE
                PUSH    01H             ;USE  LCALL  DELAY_1S
                PUSH    00H
                MOV     R0,#02H
  DE0:          MOV     R1,#00H
  DE1:          MOV     R2,#00H
  DE2:          NOP
                NOP
                NOP
                NOP
                DJNZ    R2,DE2
                DJNZ    R1,DE1
                DJNZ    R0,DE0
                POP     00H
                POP     01H
                POP     02H
                RET
-------------------------------------------------------------------------------
 INT_SENSOR:    PUSH    21H
                MOV     21H,25H
                JB      25H.2,IS_BACK
    IS_FRONT:   JNB     P1.6,IS_21H
                CLR     25H.3
                LCALL   MODE
                LCALL   DELAY_S
                LJMP    IS_FRONT
    IS_BACK:    JNB     P1.7,IS_21H
                CLR     25H.3
                LCALL   MODE
                LCALL   DELAY_S
                LJMP    IS_BACK
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
IS_21H:     JNB     21H.3,IS_PASS
            SETB    25H.3
            LCALL   MODE
IS_PASS:    POP     21H
            RETI
-------------------------------------------------------------------------------
INT_TIME0:  DEC     R1
            RETI
-------------------------------------------------------------------------------
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. รายการอุปกรณ์

3.1 รายการอุปกรณ์ของระบบไมโครคอนโทรลเลอร์

ความต้านทาน

R_1	4.7 KΩ ¼ W 5%	

คาปาซิเตอร์

C_1	10 μF 16V	อิเล็คโตรไลต์
C_2 , C_3	30 μF	ไมล่าร์
CRYSTAL	11.05 MHz	

ไอซี

U_1	80C31
U_2	2764
U_3	6264
U_4 , U_6	8255
U_7	74AS373
U_9	16L8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 รายการอุปกรณ์ภาคขับมอเตอร์และโซลีนอยส์

ความต้านทาน

R_1-R_2 , R_4-R_6	10	KΩ	¼	W	5%
R_3 , R_7-R_{10}	1	KΩ	¼	W	5%
R_{11}	47	Ω	¼	W	5%
R_{12}-R_{13}	0.22	Ω	5	W	5%

ไดโอด

D_1-D_3	1N4001

ทรานส์ซีสเตอร์

Q_1-Q_6 , Q_8-Q_9	BC547
Q_7	BD140

ไอซี

IC_1	74LS138

อื่น ๆ

S_1-S_2	สวิทช์กดติดปล่อยดับ
J_2	CONNECTOR 26 PINS
M_1	D.C. MOTOR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 รายการอุปกรณ์วงจรภาครับส่งอุลตร้าโซนิค

ความต้านทาน

R_1	50	KΩ	¼ W 5%
R_2	470	KΩ	¼ W 5%
R_3	27	KΩ	¼ W 5%
R_4	47	KΩ	¼ W 5%
R_5 , R_6	10	KΩ	¼ W 5%
R_7	3.9	KΩ	¼ W 5%
R_8	27	KΩ	¼ W 5%
VR_1	10	KΩ	
VR_2	50	KΩ	

ไดโอด

D_1	IN4148	

คาปาซิเตอร์

C_1	180	pF	เซรามิค
C_2	470	pF	เซรามิค
C_3	0.001	μF	ไมล่าร์
C_4	0.02	μF	ไมล่าร์
CE_1 , CE_2	220	μF 25V	อิเล็คโตรไลต์
CE_3	10	μF 25V	อิเล็คโตรไลต์
CS_1 , CS_2, CS_3	0.1	μF 50V	โพลีโพไพลีน

ไอซี

IC_1	MC 14011
IC_2	MC 33079
IC_3	ICL 7660

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 รายการอุปกรณ์วงจรภาค Keyboard & Interrupt

ความต้านทาน

$R_{1,3,5,7}$	2	KΩ	¼ W 5%
$R_{2,4,6,8}$	1	KΩ	¼ W 5%

ไดโอด

D_{1-4}	1N4148
Z_{1-4}	4.7 V
LED_{1-4}	

คาปาซิเตอร์

Cd_{1-4}	0.1	µF	ไมล่าร์
CS_2	0.1	µF	ไมล่าร์
CS_3	0.1	µF	ไมล่าร์
CE_4	220	nF	อิเล็คโตรไลต์
C_5	0.47	µF	เซรามิค
C_6	4.7	µF	เซรามิค

ไอซี

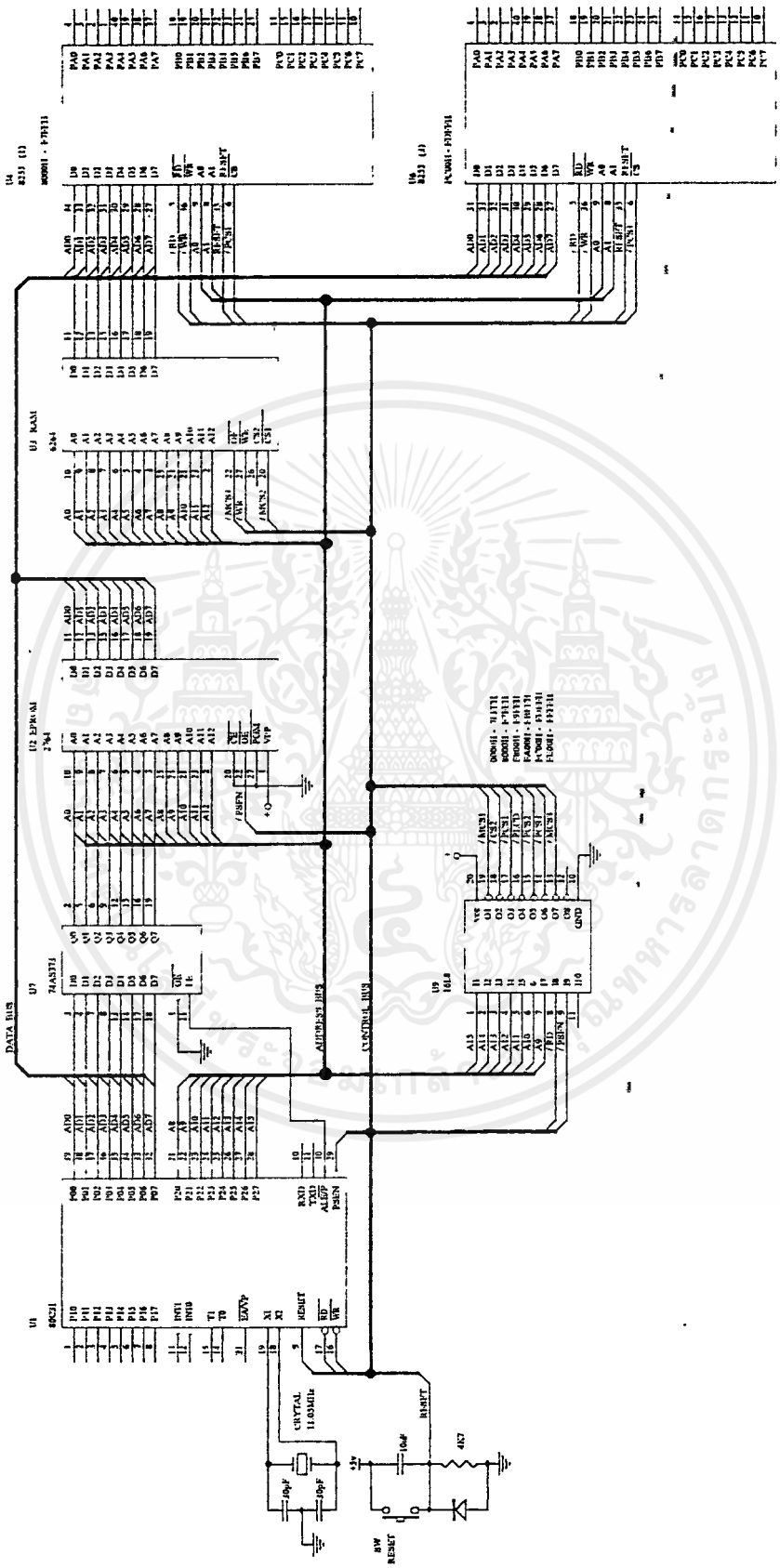
IC_1	74LS07
IC_2	74LS260
IC_3	MM74C922

อื่น ๆ

SW0-15	สวิทช์กดติดปล่อยดับ
J1	Connector 16 Pin

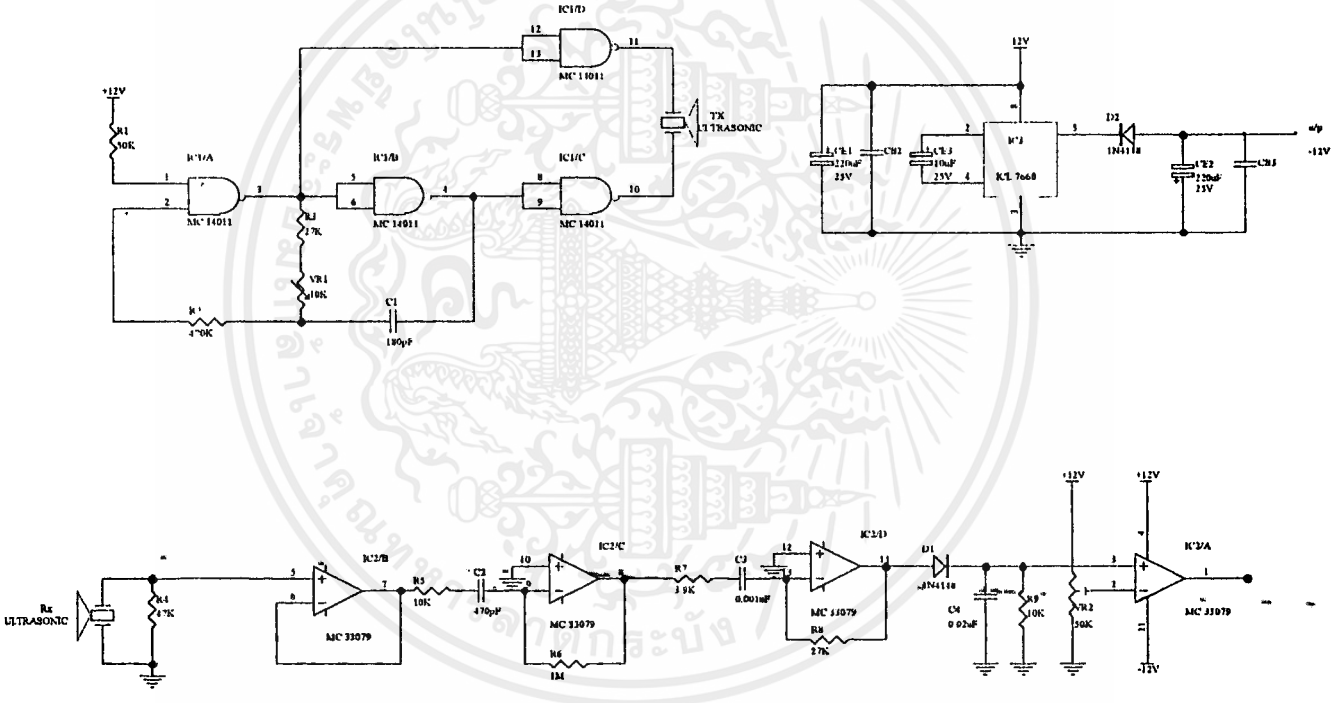
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. วงจรสมบูรณ์

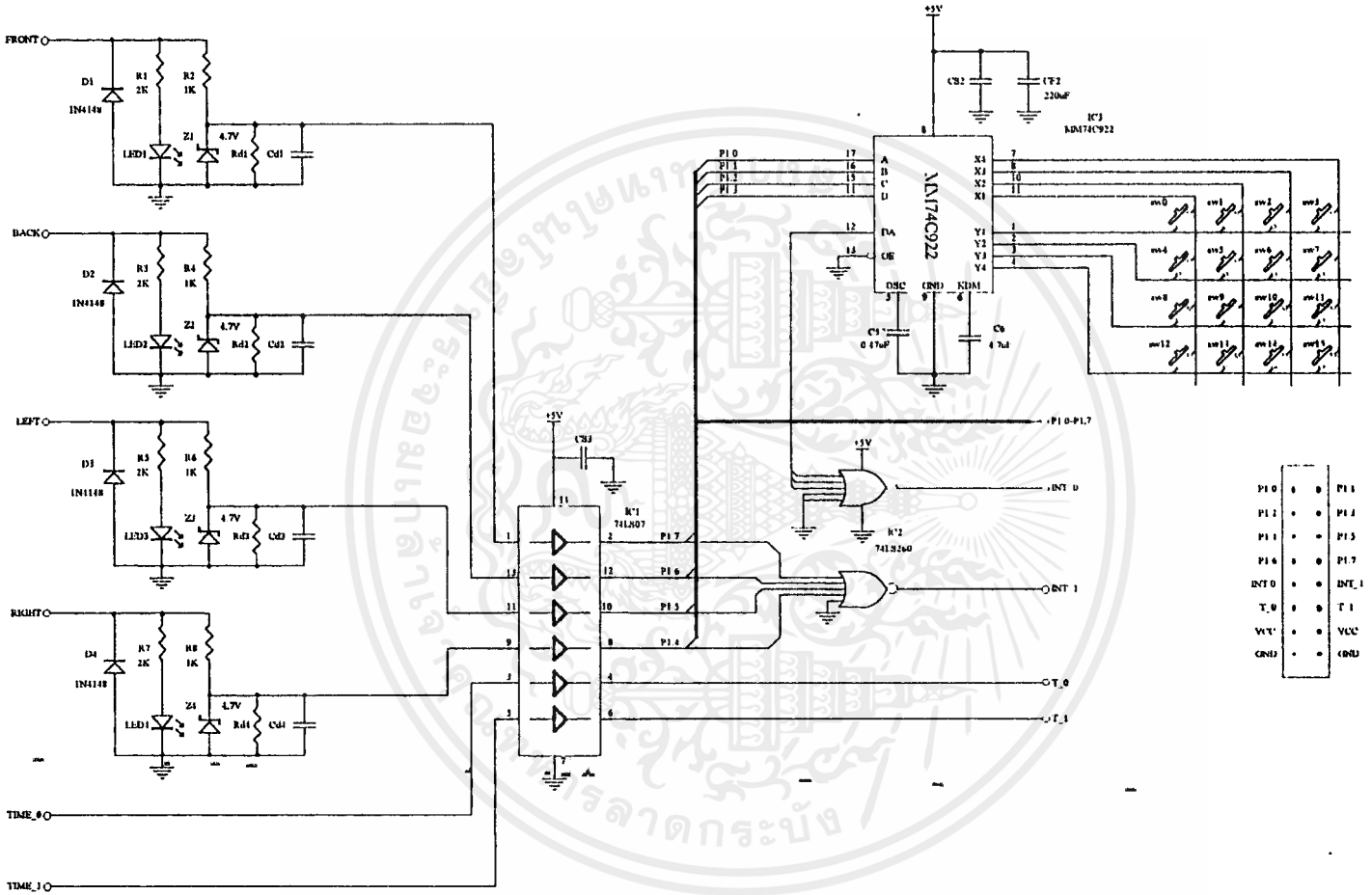


รูปที่.1 แสดงวงจรสมบูรณ์ของระบบไมโครคอนโทรลเลอร์

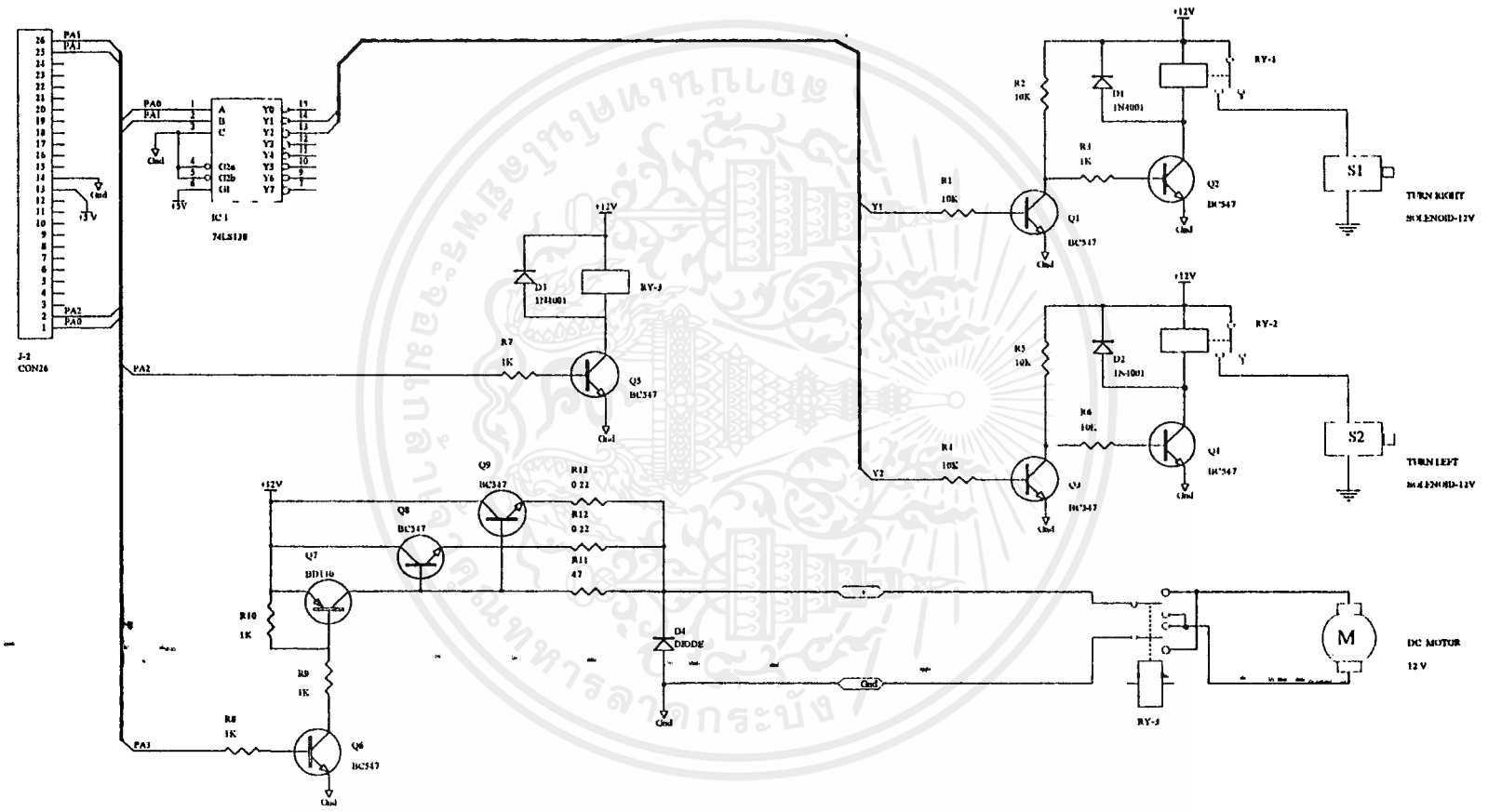
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปผ.2 แสดงวงจรภาคส่งและรับคลื่นอุลตร้าโซนิค



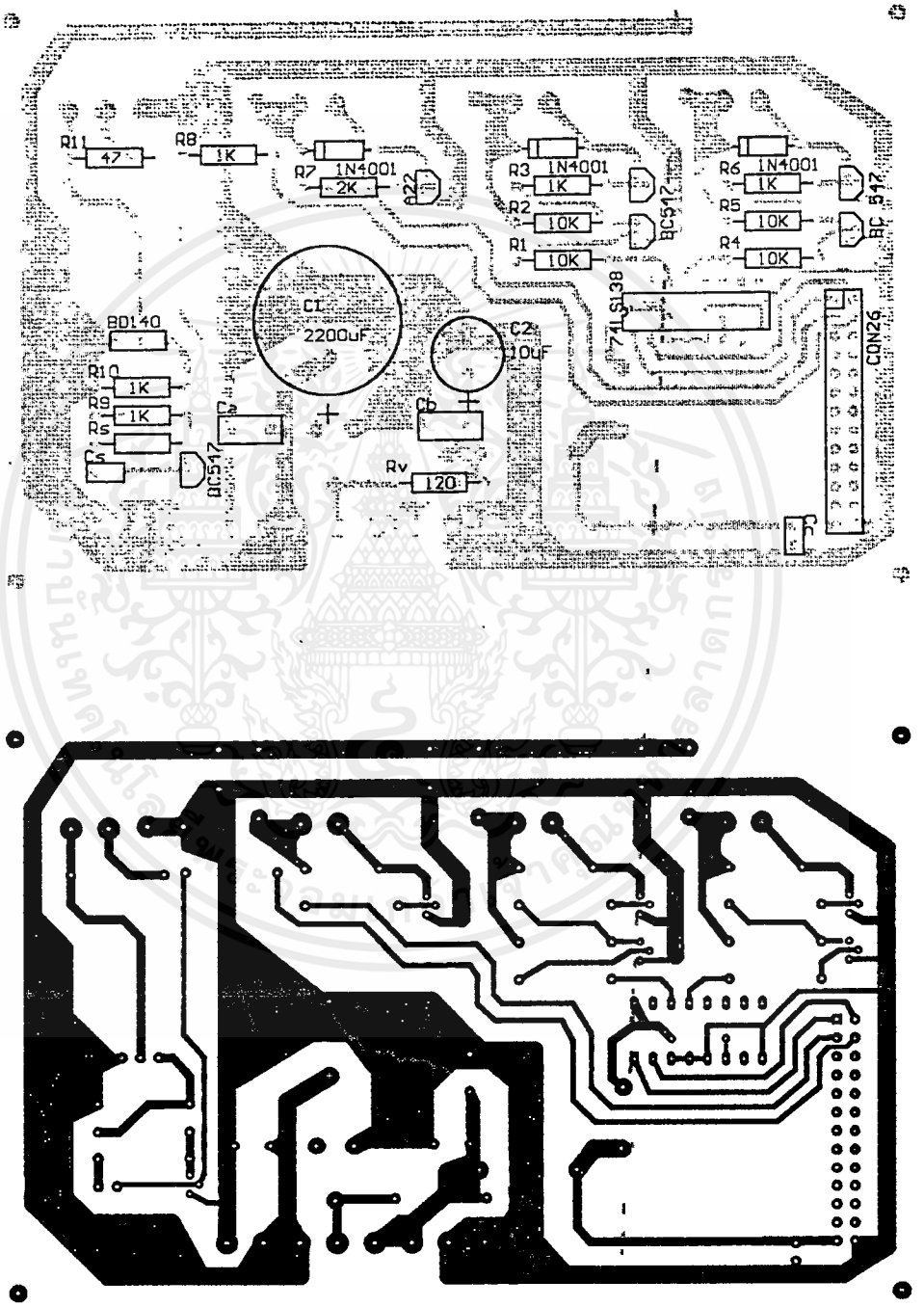
รูปผ.3 แสดงวงจรภาค Keyboard & Interrupt



รูปผ.4 แสดงวงจรภาคขับมอเตอร์และโซลีนอยส์

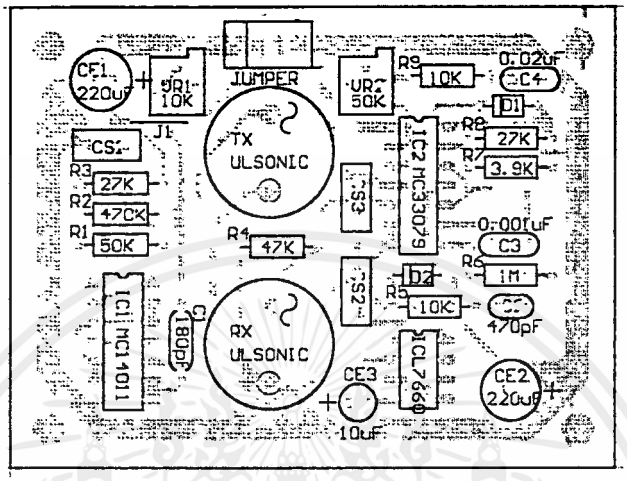
5. แผ่นลายวงจร

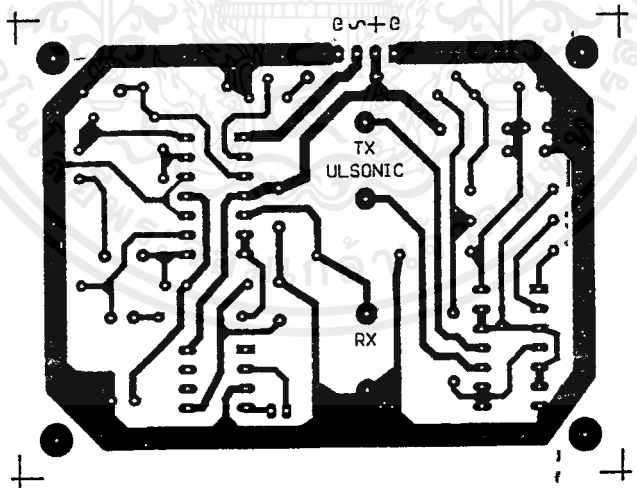
5.1 แผ่นลายวงจรของภาคขับมอเตอร์และโซลีนอยส์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

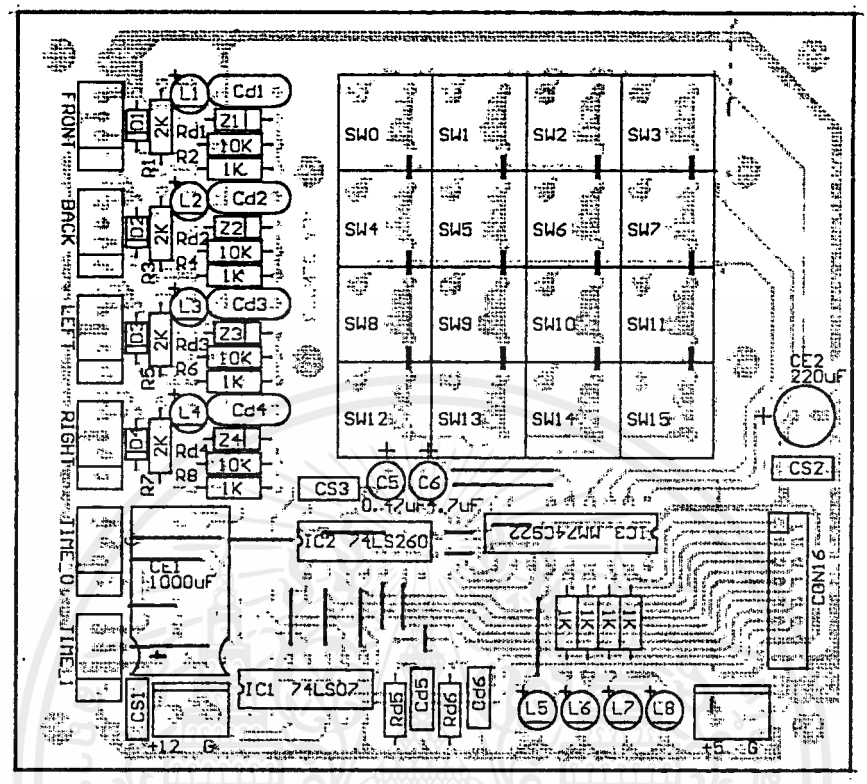
5.2 แผ่นลายวงจรของภาครับส่งอุลตร้าโซนิค

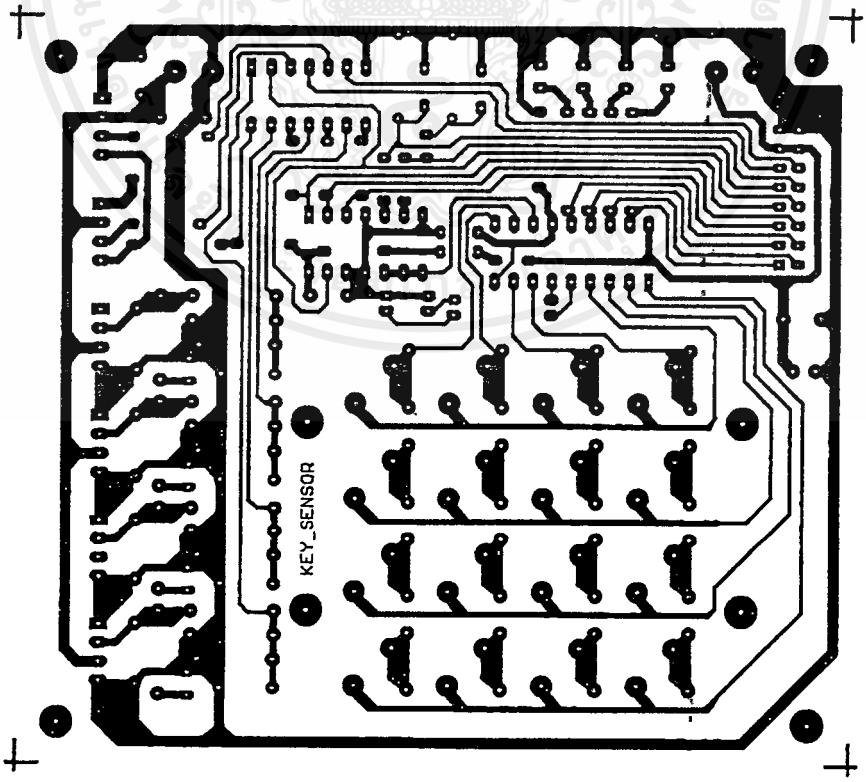




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 แผ่นลายวงจรของภาค Keyboard & Interrupt





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

HARRIS SEMICONDUCTOR

HARRIS · RCA · GE · INTERSIL

ICL7662

CMOS Voltage Converter

GENERAL DESCRIPTION

The Harris ICL7662 is a monolithic high-voltage CMOS power supply circuit which offers unique performance advantages over previously available devices. The ICL7662 performs supply voltage conversion from positive to negative for an input range of +4.5V to +20.0V, resulting in complementary output voltages of −4.5V to −20V. Only 2 non-critical external capacitors are needed for the charge pump and charge reservoir functions. The ICL7662 can also function as a voltage doubler, and will generate output voltages up to +38.6V with a +20V input.

Contained on chip are a series DC power supply regulator, RC oscillator, voltage level translator, four output power MOS switches. A unique logic element senses the most negative voltage in the device and ensures that the output N-channel switch source-substrate junctions are not forward biased. This assures latchup free operation.

The oscillator, when unloaded, oscillates at a nominal frequency of 10kHz for an input supply voltage of 15.0 volts. This frequency can be lowered by the addition of an external capacitor to the "OSC" terminal, or the oscillator may be overdriven by an external clock.

The "LV" terminal may be tied to GROUND to bypass the internal series regulator and improve low voltage (LV) operation. At medium to high voltages (+10 to +20V), the LV pin is left floating to prevent device latchup.

ORDERING INFORMATION

Part Number	Temperature Range	Package
ICL7662CTV	0°C to +70°C	TO-99
ICL7662CPA	0°C to +70°C	8 PIN MINI DIP
ICL7662MTV*	−55°C to +125°C	TO-99

*Add /883B to Part Number for 883B Processing.

FEATURES

- No External Diode Needed Over Entire Temperature Range
- Pin Compatible With ICL7660
- Simple Conversion of +15V Supply to −15V Supply
- Simple Voltage Multiplication ($V_{OUT} = (-) nV_{IN}$)
- 99.9% Typical Open Circuit Voltage Conversion Efficiency
- 96% Typical Power Efficiency
- Wide Operating Voltage Range 4.5V to 20.0V
- Easy to Use — Requires Only 2 External Non-Critical Passive Components

APPLICATIONS

- On Board Negative Supply for Dynamic RAMs
- Localized μ-Processor (8080 Type) Negative Supplies
- Inexpensive Negative Supplies
- Data Acquisition Systems
- Up to −20V for Op Amps

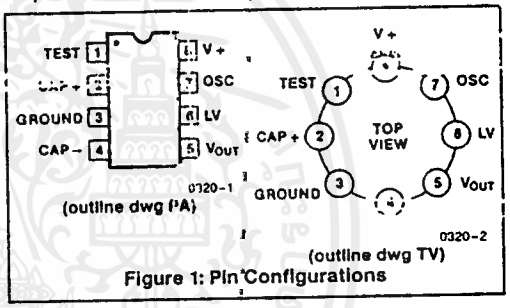


Figure 1: Pin Configurations

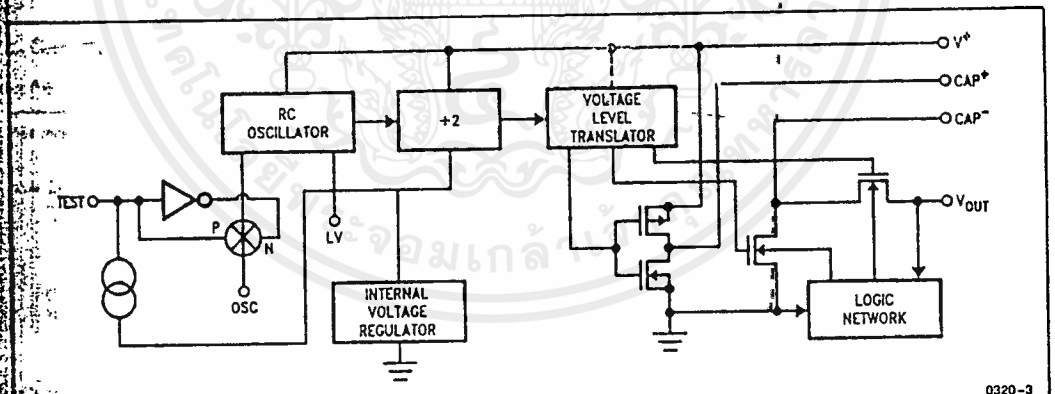


Figure 2: Functional Diagram

HARRIS SEMICONDUCTOR'S SOLE AND EXCLUSIVE WARRANTY OBLIGATION WITH RESPECT TO THIS PRODUCT SHALL BE THAT STATED IN THE WARRANTY ARTICLE OF THE CONDITION OF SALE. THE WARRANTY SHALL BE EXCLUSIVE AND SHALL BE IN LIEU OF ALL OTHER WARRANTIES, EXPRESS, IMPLIED OR STATUTORY, INCLUDING THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR USE

302064-005

NOTE: *All typical values have been characterized but are not tested.*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Supply Voltage 22V
Oscillator Input Voltage (Note 1) .....
−0.3V to (V+ +0.3V) for V+ < 10V
(V+ −10V) to (V+ +0.3V) for V+ > 10V
Current into LV (Note 1) ..... 20μA for V+ > 10V
Output Short Duration ..... Continuous

Power Dissipation (Note 2)
ICL7662CTY 500mW
ICL7662CPA 300mW
ICL7662MTY 500mW
Lead Temperature (Soldering, 10sec) ..... 300°C

NOTE: *Stresses above those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only and functional operation of the device at these or any other conditions above those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability*

ELECTRICAL CHARACTERISTICS V+ = 15V, T_A = 25°C, C_{OSC} = 0, unless otherwise stated. Test Circuit Figure 1.

Symbol	Parameter	Test Conditions		Limits Min	Limits Typ	Limits Max	Units
V+L	Supply Voltage Range–Lo	R_L = 10kΩ, LV = GND	Min < T_A < Max	4.5		11	V
V+H	Supply Voltage Range–Hi	R_L = 10kΩ, LV = Open	Min < T_A < Max	9		20	V
I+	Supply Current	R_L = ∞, LV = Open	T_A = 25°C		.25	.60	mA
			0°C < T_A < +70°C		.30	.85	
			−55°C < T_A < +125°C		.40	1.0	
R_o	Output Source Resistance	I_o = 20mA, LV = Open	T_A = 25°C		60	100	Ω
			0°C < T_A < +70°C		70	120	
			−55°C < T_A < +125°C		90	150	
I+	Supply Current	V+ = 5V, R_L = ∞, LV = GND	T_A = 25°C		20	150	μA
			0°C < T_A < +70°C		25	200	
			−55°C < T_A < +125°C		30	250	
R_o	Output Source Resistance	V+ = 5V, I_o = 3mA, LV = GND	T_A = 25°C		125	200	Ω
			0°C < T_A < +70°C		150	250	
			−55°C < T_A < +125°C		200	350	
F_{osc}	Oscillator Frequency				10		kHz
P_{eff}	Power Efficiency	R_L = 2KΩ	T_A = 25°C	93	96		%
			Min < T_A < Max	90	95		
V_{oer}	Voltage Conversion Effic.	R_L = ∞	Min < T_A < Max	97	99.9		%
I_{osc}	Oscillator Sink or Source Current	V+ = 5V (V_{osc} = 0V to +5V)			0.5		μA
		V+ = 15V (V_{osc} = +5V to +15V)			4.0		

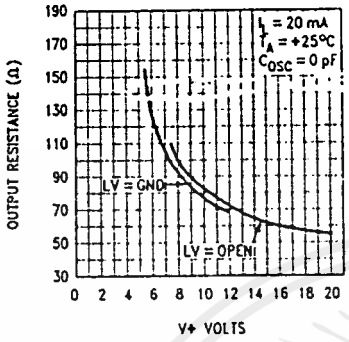
NOTES: 1. Connecting any terminal to voltages greater than V+ or less than ground may cause destructive latchup. It is recommended that no inputs from sources operating from external supplies be applied prior to "power up" of the ICL7662.
2. Derate linearly above 50°C by 5.5mW/°C
3. Test is a Test pin and is not connected in normal use. When the TEST pin is connected to V+, an internal transmission gate disconnects any external parasitic capacitance from the oscillator which would otherwise reduce the oscillator frequency from its nominal value.

NOTE: All typical values have been characterized but are not tested

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

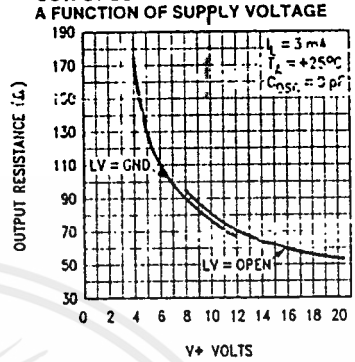
TYPICAL PERFORMANCE CHARACTERISTICS (See Test Circuit of Figure 3)

OUTPUT SOURCE RESISTANCE AS A FUNCTION OF SUPPLY VOLTAGE



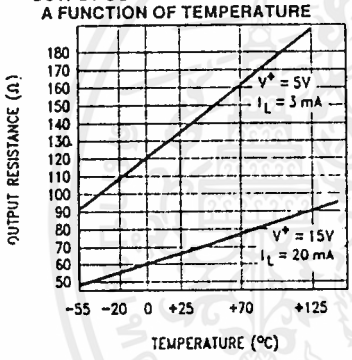
0320-4

OUTPUT SOURCE RESISTANCE AS A FUNCTION OF SUPPLY VOLTAGE



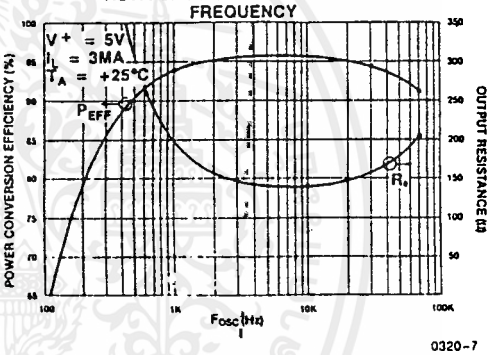
0320-5

OUTPUT SOURCE RESISTANCE AS A FUNCTION OF TEMPERATURE



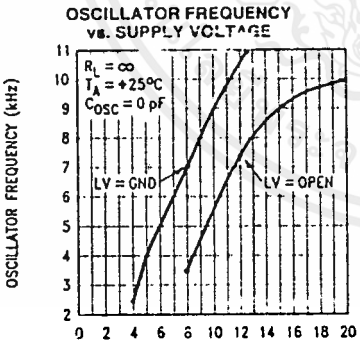
0320-6

POWER CONVERSION EFFICIENCY AND OUTPUT SOURCE RESISTANCE AS A FUNCTION OF OSCILLATOR FREQUENCY



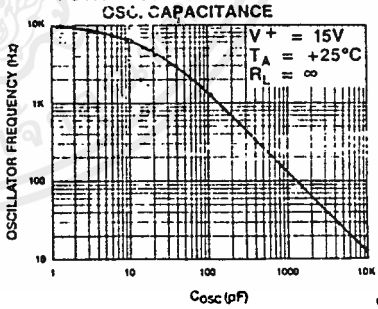
0320-7

OSCILLATOR FREQUENCY vs. SUPPLY VOLTAGE



0320-8

FREQUENCY OF OSCILLATION AS A FUNCTION OF EXTERNAL OSC. CAPACITANCE

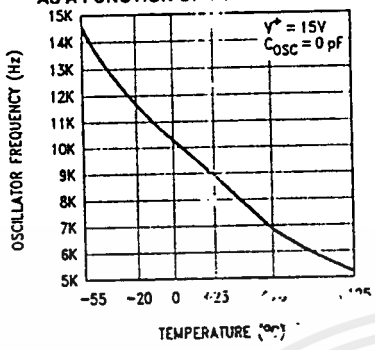


0320-9

NOTE: All typical values have been characterized but are not tested.

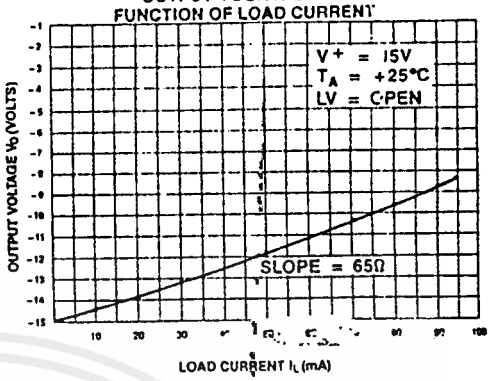
TYPICAL PERFORMANCE CHARACTERISTICS (See Test Circuit of Figure 3) (Continued)

UNLOADED OSCILLATOR FREQUENCY AS A FUNCTION OF TEMPERATURE



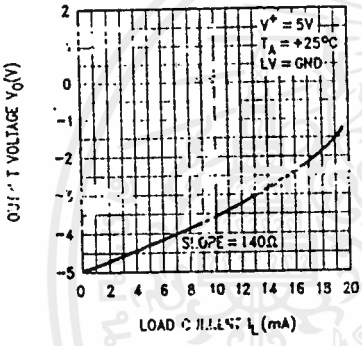
0320-10

OUTPUT VOLTAGE AS A FUNCTION OF LOAD CURRENT



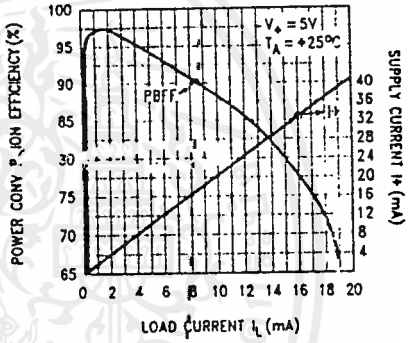
0320-11

OUTPUT VOLTAGE AS A FUNCTION OF LOAD CURRENT



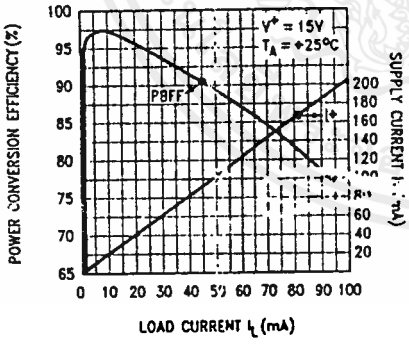
0320-12

SUPPLY CURRENT & POWER CONVERSION EFFICIENCY AS A FUNCTION OF LOAD CURRENT



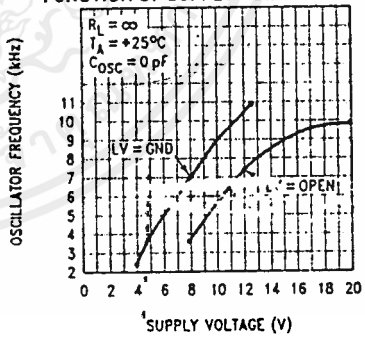
0320-13

SUPPLY CURRENT & POWER CONVERSION EFFICIENCY AS A FUNCTION OF LOAD CURRENT



0320-14

FREQUENCY OF OSCILLATION AS A FUNCTION OF SUPPLY VOLTAGE



0320-15

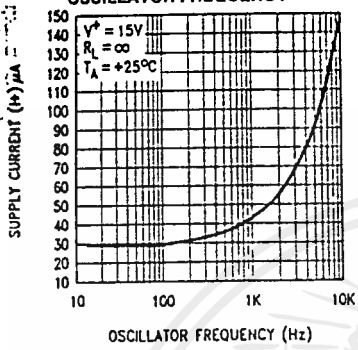
NOTE: All typical values have been characterized but are not tested.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

TYPICAL PERFORMANCE CHARACTERISTICS

(See Test Circuit of Figure 3) (Continued)

SUPPLY CURRENT AS A FUNCTION OF OSCILLATOR FREQUENCY



NOTE 4.

Note that these curves include in the supply current that current fed directly into the load R_L from V^+ (see Figure 3). Thus, approximately half the supply current goes directly to the positive side of the load, and the other half, through the ICL7662, to the negative side of the load. Ideally, $V_{LOAD} = 2V_{IN}$, $I_S = 2\,I_L$, so $V_{IN} * I_S = V_{LOAD} * I_L$

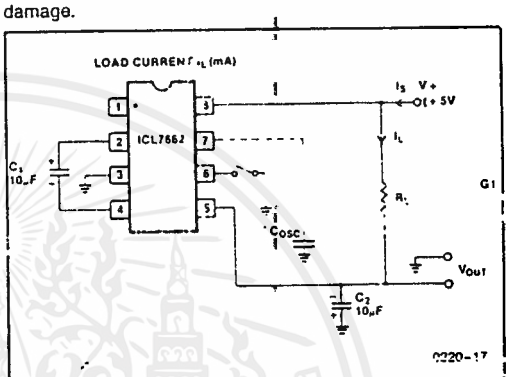
CIRCUIT DESCRIPTION

The ICL7662 contains all the necessary circuitry to complete a negative voltage converter, with the exception of 2 external capacitors which may be inexpensive 10µF polarized electrolytic capacitors. The mode of operation of the device may be best understood by considering Figure 4, which shows an idealized negative voltage converter. Capacitor C_1 is charged to a voltage, V^+, for the half cycle when switches S_1 and S_3 are closed. (Note: Switches S_2 and S_4 are open during this half cycle.) During the second half cycle of operation, switches S_2 and S_4 are closed, with S_1 and S_3 open, thereby shifting capacitor C_1 negatively by V^+ volts. Charge is then transferred from C_1 to C_2 such that the voltage on C_2 is exactly V^+, assuming ideal switches and no load on C_2. The ICL7662 approaches this ideal situation more closely than existing non-mechanical circuits.

In the ICL7662, the 4 switches of Figure 4 are MOS power switches; S_1 is a P-channel device and S_2, S_3 & S_4 are N-channel devices. The main difficulty with this approach is that in integrating the switches, the substrates of S_3 & S_4 must always remain reverse biased with respect to their sources, but not so much as to degrade their "ON" resistances. In addition, at circuit startup, and under output short circuit conditions ($V_{OUT} = V^+$), the output voltage must be sensed and the substrate bias adjusted accordingly. Failure to accomplish this would result in high power losses and probable device latchup.

This problem is eliminated in the ICL7662 by a logic network which senses the output voltage (V_{OUT}) together with the level translators, and switches the substrates of S_3 & S_4 to the correct level to maintain necessary reverse bias.

The voltage regulator portion of the ICL7662 is an integral part of the anti-latchup circuitry, however its inherent voltage drop can degrade operation at low voltages. Therefore, to improve low voltage operation the "LV" pin should be connected to GROUND, disabling the regulator. For supply voltages greater than 11 volts the LV terminal must be left open to insure latchup proof operation, and prevent device damage.



NOTE: For large value of C_{OSC} (> 1000pf) the values of C_1 and C_2 should be increased to 100µF.

Figure 3: ICL7662 Test Circuit

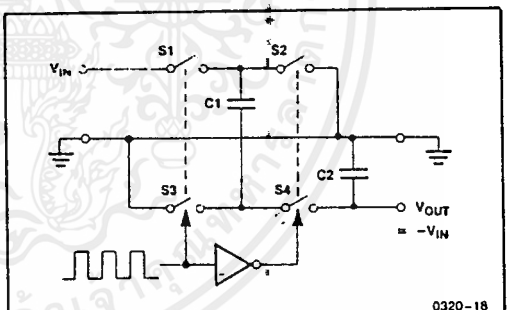


Figure 4: Idealized Negative Converter

NOTE: All typical values have been characterized but are NOT tested

THEORETICAL POWER EFFICIENCY CONSIDERATIONS

In theory a voltage multiplier can approach 100% efficiency if certain conditions are met:

A The drive circuitry consumes minimal power

B The output switches have extremely low ON resistance and virtually no offset.

C The impedances of the pump and reservoir capacitors are negligible at the pump frequency.

The ICL7662 approaches these conditions for negative voltage multiplication if large values of C_1 and C_2 are used. **ENERGY IS LOST ONLY IN THE TRANSFER OF CHARGE BETWEEN CAPACITORS IF A CHANGE IN VOLTAGE OCCURS.** The energy lost is defined by:

$$E = \tfrac{1}{2} C_1 (V_1^2 - V_2^2)$$

where V_1 and V_2 are the voltages on C_1 during the pump and transfer cycles. If the impedances of C_1 and C_2 are relatively high at the pump frequency (refer to Figure 4) compared to the value of R_L, there will be a substantial difference in the voltages V_1 and V_2. Therefore it is not only desirable to make C_2 as large as possible to eliminate output voltage ripple, but also to employ a correspondingly large value for C_1 in order to achieve maximum efficiency of operation.

DO'S AND DON'TS

1. Do not exceed maximum supply voltages.
2. Do not connect LV terminal to GROUND for supply voltages greater than 11 volts.
3. When using polarized capacitors, the + terminal of C_1 must be connected to pin 2 of the ICL7662 and the + terminal of C_2 must be connected to GROUND.

TYPICAL APPLICATIONS

Simple Negative Voltage Converter

The majority of applications will undoubtedly utilize the ICL7662 for generation of negative supply voltages. Figure 5 shows typical connections to provide a negative supply where a positive supply of +4.5V to 20.0V is available. Keep in mind that pin 6 (LV) is tied to the supply negative (GND) for supply voltages below 11 volts.

The output characteristics of the circuit in Figure 5a can be approximated by an ideal voltage source in series with a resistance as shown in Figure 5b. The voltage source has a value of −(V+). The output impedance (R_o) is a function of the ON resistance of the internal MOS switches (shown in Figure 4), the switching frequency, the value of C1 and C2, and the ESR (equivalent series resistance) of C1 and C2. A good first order approximation for R_o is:

$$R_o = 2(R_{SW1} + R_{SW3} + ESR_{C1}) + 2(R_{SW2} + R_{SW4} + ESR_{C1}) + \frac{1}{f_{PUMP} \times C1} + ESR_{C2}$$

($f_{PUMP} = \frac{f_{OSC}}{2}$, R_{SWX} = MOSFET switch resistance)

Combining the four R_{SWX} terms as R_{SW}, we see that:

$$R_o \cong 2 \times R_{SW} + \frac{1}{f_{PUMP} \times C1} + 4 \times ESR_{C1} + ESR_{C2}\ \Omega$$

R_{SW}, the total switch resistance, is a function of supply voltage and temperature (See the Output Source Resistance graphs), typically 24Ω @ 25°C and 15V, and 53Ω @ 25°C and 5V. Careful selection of C1 and C2 will reduce the remaining terms, minimizing the output impedance. High value capacitors will reduce the $1/(f_{PUMP} \times C1)$ component, and low ESR capacitors will lower the ESR term. Increasing the oscillator frequency will reduce the $1/(f_{PUMP} \times C1)$ term, but may have the side effect of a net increase in output impedance when C1 > 10 µF and there is no longer enough time to fully charge the capacitors every cycle. In a typical application where f_{OSC} = 10 kHz and C1 = C2 = 10 µF:

$$R_o \cong 2 \times 23 + \frac{1}{(5 \times 10^3 \times 10 \cdot 10^{-6})} + 4 \times ESR_{C1} + ESR_{C2}$$

$$R_o \cong 46 + 20 + 5 \times ESR_C\ \Omega$$

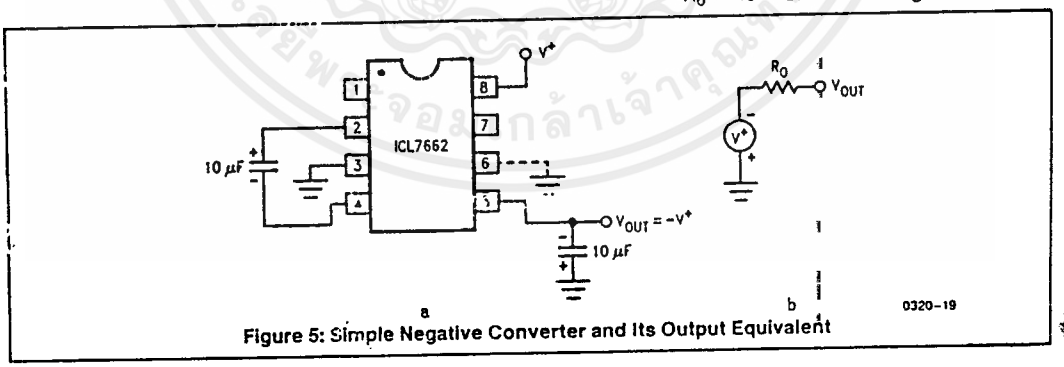


Figure 5: Simple Negative Converter and Its Output Equivalent

NOTE: All typical values have been characterized but are not tested

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Since the ESRs of the capacitors are reflected in the output impedance multiplied by a factor of 5, a high value could potentially swamp out a low $1/(f_{PUMP} \times C1)$ term, rendering an increase in switching frequency or filter capacitance ineffective. Typical electrolytic capacitors may have ESRs as high as 10Ω.

Output Ripple

ESR also affects the ripple voltage seen at the output. The total ripple is determined by 2 voltages, A and B, as shown in Figure 6. Segment A is the voltage drop across the ESR of C2 at the instant it goes from being charged by C1 (current flowing into C2) to being discharged through the load (current flowing out of C2). The magnitude of this current change is $2 \times I_{OUT}$, hence the total drop is $2 \times I_{OUT} \times ESR_{C2}$ volts. Segment B is the voltage change across C2 during time t_2, the half of the cycle when C2 supplies current to the load. The drop at B is $I_{OUT} \cdot t_2/C2$ volts. The peak-to-peak ripple voltage is the sum of these voltage drops:

$$V_{ripple} \approx \left(\frac{1}{2 \times f_{PUMP} \cdot C2} + 2 \quad ESR_{C2}\right) \cdot I_{OUT}$$

Again, a low ESR capacitor will result in a higher performance output.

Paralleling Devices

Any number of ICL7662 voltage converters may be paralleled to reduce output resistance. The reservoir capacitor, C_2, serves all devices while each device requires its own pump capacitor, C_1. The resultant output resistance would be approximately

$$R_{OUT} = \frac{R_{OUT} \text{ (of ICL7662)}}{n \text{ (number of devices)}}$$

Cascading Devices

The ICL7662 may be cascaded as shown to produce larger negative multiplication of the initial supply voltage. However, due to the finite efficiency of each device, the practical limit is 10 devices for light loads. The output voltage is defined by:

$$V_{OUT} = -n\,(V_{IN}),$$

where n is an integer representing the number of devices cascaded. The resulting output resistance would be approximately the weighted sum of the individual ICL7662 R_{OUT} values.

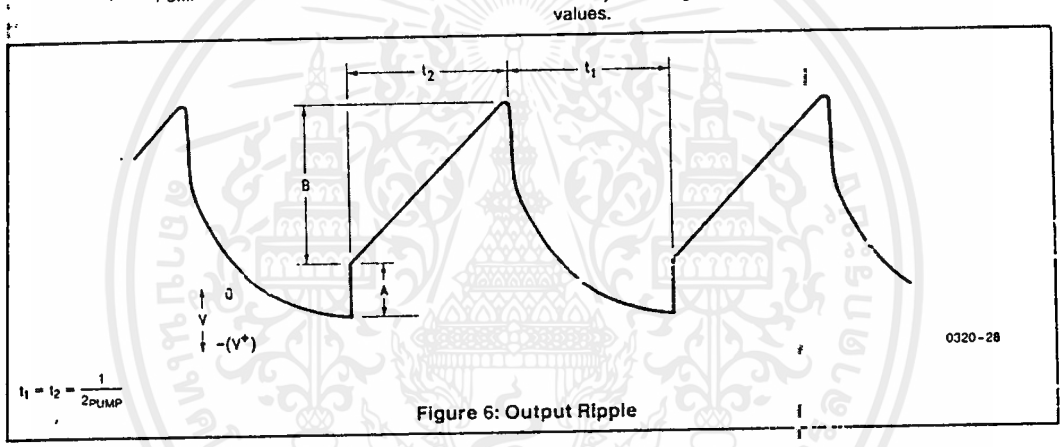


Figure 6: Output Ripple

NOTE: All typical values have been characterized but are not tested.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

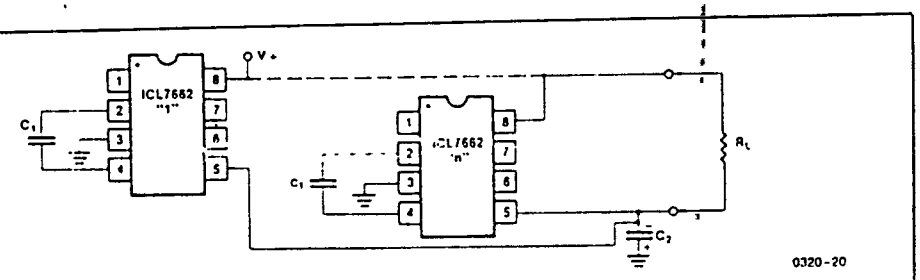


Figure 7: Paralleling Devices

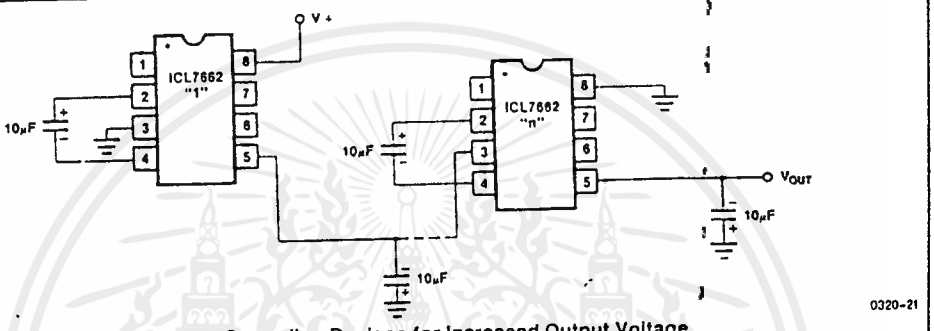


Figure 8: Cascading Devices for Increased Output Voltage

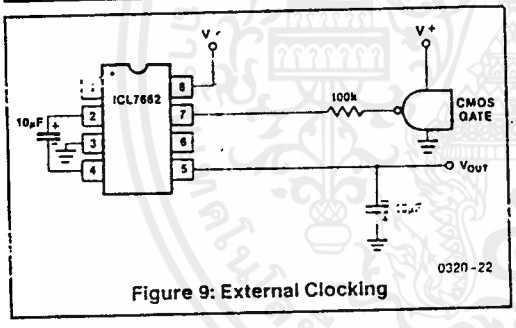


Figure 9: External Clocking

Changing the ICL7662 Oscillator Frequency

It may be desirable in some applications, due to noise or other considerations, to increase the oscillator frequency. This is achieved by overdriving the oscillator from an external clock, as shown in Figure 9. In order to prevent possible device latchup, a 100kΩ resistor must be used in series with the clock output. In the situation where the designer has generated the external clock frequency using TTL logic, the addition of a 10kΩ pullup resistor to V+ supply is required. Note that the pump frequency with external clocking, as with internal clocking, will be ½ of the clock frequency. Output transitions occur on the positive-going edge of the clock.

It is also possible to increase the conversion efficiency of the ICL7662 at low load levels by lowering the oscillator frequency. This reduces the switching losses, and is achieved by connecting an additional capacitor, C_{OSC}, as shown in Figure 10. However, lowering the oscillator frequency will cause an undesirable increase in the impedance of the pump (C_1) and reservoir (C_2) capacitors; this is overcome by increasing the values of C_1 and C_2 by the same factor that the frequency has been reduced. For example, the addition of a 100pF capacitor between pin 7 (Osc) and V+ will lower the oscillator frequency to 1kHz from its nominal frequency of 10kHz (a multiple of 10), and thereby necessitate a corresponding increase in the value of C_1 and C_2 (from 10µF to 100µF).

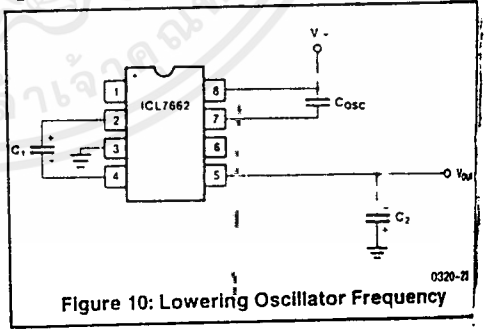


Figure 10: Lowering Oscillator Frequency

NOTE: All typical values have been characterized but are not tested

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Positive Voltage Doubling

The ICL7662 may be employed to achieve positive voltage doubling using the circuit shown in Figure 11. In this application, the pump inverter switches of the ICL7662 are used to charge C_1 to a voltage level of $V^+ - V_F$ (where V^+ is the supply voltage and V_F is the forward voltage drop of diode D_1). On the transfer cycle, the voltage on C_1 plus the supply voltage (V^+) is applied through diode D_2 to capacitor C_2. The voltage thus created on C_2 becomes $(2V^+) - (2V_F)$ or twice the supply voltage minus the combined forward voltage drops of diodes D_1 and D_2.

The source impedance of the output (V_{OUT}) will depend on the output current, but for $V^+ = 15$ volts and an output current of 10mA it will be approximately 70 ohms.

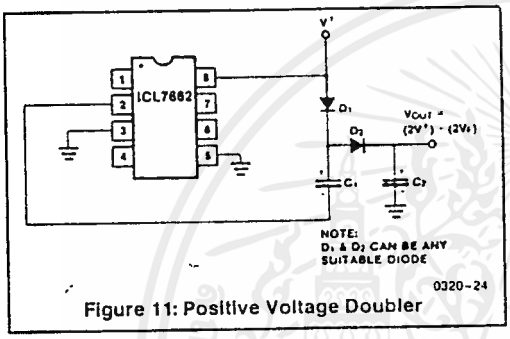


Figure 11: Positive Voltage Doubler

Combined Negative Voltage Conversion and Positive Supply Doubling

Figure 12 combines the functions shown in Figures 5 and 11 to provide negative voltage conversion and positive voltage doubling simultaneously. This approach would be, for example, suitable for generating + 9 volts and − 5 volts from an existing + 5 volt supply. In this instance capacitors C_1 and C_3 perform the pump and reservoir functions respectively for the generation of the negative voltage, while capacitors C_2 and C_4 are pump and reservoir respectively for the doubled positive voltage. There is a penalty in this configuration which combines both functions, however, in that the source impedances of the generated supplies will be somewhat higher due to the finite impedance of the common charge pump driver at pin 2 of the device.

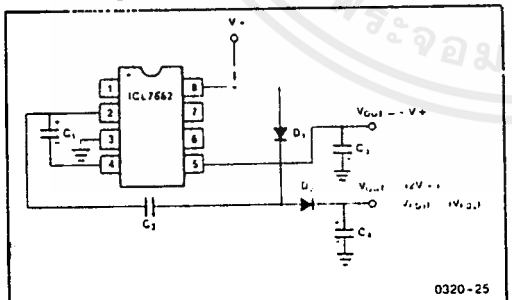


Figure 12: Combined Negative Converter and Positive Doubler

Voltage Splitting

The bidirectional characteristics can also be used to split a higher supply in half, as shown in Figure 13. The combined load will be evenly shared between the two sides and, a high value resistor to the LV pin ensures start-up. Because the switches share the load in parallel, the output impedance is much lower than in the standard circuits, and higher currents can be drawn from the device. By using this circuit, and then the circuit of Figure 8, +30V can be converted (via + 15V, and − 15V) to a nominal −30V, although with rather high series output resistance (~250Ω).

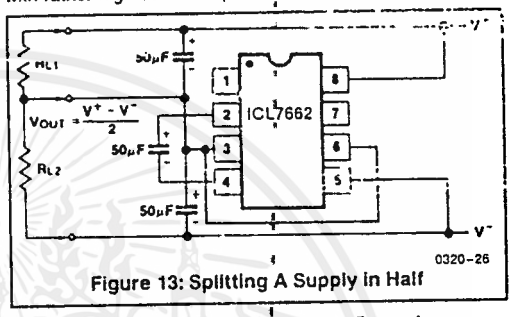


Figure 13: Splitting A Supply in Half

Regulated Negative Voltage Supply

In some cases, the output impedance of the ICL7662 can be a problem, particularly if the load current varies substantially. The circuit of Figure 14 can be used to overcome this by controlling the input voltage, via an ICL7611 low-power CMOS op amp, in such a way as to maintain a nearly constant output voltage. Direct feedback is inadvisable, since the ICL7662's output does not respond instantaneously to a change in input, but only after the switching delay. The circuit shown supplies enough delay to accommodate the 7662, while maintaining adequate feedback. An increase in pump and storage capacitors is desirable, and the values shown provides an output impedance of less than 5Ω to a load of 10mA.

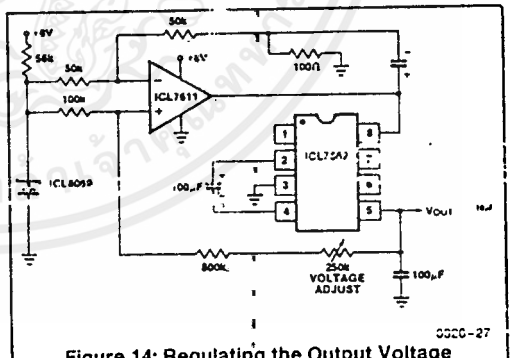


Figure 14: Regulating the Output Voltage

OTHER APPLICATIONS

Further information on the operation and use of the ICL7662 may be found in A051 "Principals and Applications of the ICL7660 CMOS Voltage Converter".

NOTE: All typical values have been characterized but are not tested

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำโครงงานรถหลบหลีกสิ่งกีดขวางอัตโนมัตินี้จะไม่สำเร็จลุล่วงได้เลยถ้าหากขาดบุคคลเหล่านี้

ดร.กิติพล ชิตสกุล อาจารย์ผู้ให้แนวทาง คำปรึกษาแนะนำและสนับสนุนในการทำโครงงานนี้มาตลอด

อ.กิตติศักดิ์ แต้มทอง (พี่แกะ) พี่ชายที่แสนดีผู้ให้กำเนิดตังรถขับเคลื่อนด้วยล้อสายพานคันนี้ ซึ่งเป็นผู้ออกแบบโครงสร้างและการทำงานของตัวรถทั้งหมด

คุณสงขลา กระสินธุ์ศรี (พี่เขียด) พี่ชายที่แสนดีอีกคนหนึ่งเป็นผู้ให้ชีวิตใหม่กับตัวรถ ซึ่งเป็นพี่ที่ช่วยตรวจสอบและปรับปรุงตัวรถเพื่อให้สามารถทำงานได้เป็นอย่างดี

เพื่อน ๆ ที่ให้กำลังใจและคำแนะนำต่าง ๆ

ทางกลุ่มผู้จัดทำโครงงานขอกราบพระคุณท่านเหล่านี้ด้วยความซาบซึ้งและรำลึกถึงตัวท่านตลอดไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า