



ระบบขนถ่ายวัสดุตามเส้นทางที่กำหนด



๑/๗ นายประยุทธ ทีปะนอด
 ๑/๒๖๔๖ นายวินทร์ ไชยสิทธิพร
 เลขหมู่..... ๒๕๓๘
 เลขทะเบียน.....
 วัน,เดือน,ปี.....

๖/๒๕๖๔๙/

โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
 ภาควิชา ฟิสิกส์ประยุกต์
 คณะวิทยาศาสตร์
 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
 ปีการศึกษา ๒๕๖๘

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Robotics Transportation



A Special Project Submitted in Partial Fulfilment of the

Requirement for the Degree of Bachelor of Science

Department of Applied Physics

Faculty of Science

King Mongkut 's Institute of Technology Ladkrabang

1995

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงการพิเศษ ระบบขนถ่ายวัตถุไปตามเส้นทางที่กำหนด
โดย ประยูทธ ทีปะนาค
รวินทร์ ไชยสิทธิพร
ภาควิชา ฟิสิกส์ประยุกต์
อาจารย์ที่ปรึกษา ชีร์วัฒน์ ประกอบผล

ภาควิชา ฟิสิกส์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ
ทหารลาดกระบังอนุมัติให้นำโครงการพิเศษฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิทยาศาสตรบัณฑิต
ลายเซ็น

(รศ.สุรพล รักวิชัย)

หัวหน้าภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์

คณะกรรมการโครงการพิเศษ

(อ.ชีร์วัฒน์ ประกอบผล)

ประธานกรรมการ

(ดร.รัชภาคย์ จิตต์อารีย์)

กรรมการ

(อ.วิชาญ เตชิตธีระ)

กรรมการ

(ผศ. ดร. ปรีชา ยุพาพิน)

กรรมการ

ลิขสิทธิ์ของภาควิชา ฟิสิกส์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อปัญหาพิเศษภาษาไทย	ก
บทคัดย่อปัญหาพิเศษภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญรูป	ง
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาของการขนถ่ายวัตถุไปตามเส้นทางที่กำหนด	1
1.2 หลักการโดยย่อ	1
1.3 วัตถุประสงค์ของโครงการพิเศษ	3
1.4 วิธีการดำเนินการโดยย่อ	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้องในการออกแบบระบบ	6
2.1 เทคนิคการใช้แถบเส้นทาง	6
2.2 เทคนิคในการสร้างดีเทคเตอร์	6
2.3 สเต็ปมอเตอร์	7
2.4 PERMANENT MAGNET D.C.MOTORS	14
2.5 EX-STEPM 4 STEPPER MOTOR DRIVER BOARD	14
2.6 ไมโครคอนโทรลเลอร์	18
บทที่ 3 หลักการดำเนินงาน	25
3.1 การควบคุมการ ON/OFF ของ Infrared LED ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์	25
3.2 เทคนิคการวางตำแหน่งของ LED และ Phototransistor	25
3.3 การแปลงสัญญาณ Vout ให้เป็นสัญญาณเลขฐานสอง	26
- โพลีซาร์ทของโปรแกรมทั้งหมด	30
3.4 ส่วนควบคุมการทำงานของดีเทคเตอร์	37
3.5 การเลี้ยวซ้าย	38
3.6 การเลี้ยวขวา	38
3.7 การหยุด	38
3.8 ส่วนควบคุมการทำงานของสเต็ปมอเตอร์	39
3.9 การหน่วงเวลา	39
3.10 การเลี้ยวซ้าย-ขวา	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.11	องศาของการเลี้ยว	39
3.12	ส่วนควบคุมการทำงานของดี.ซี.มอเตอร์	40
บทที่ 4	วิธีการดำเนินงาน	41
4.1	ดีเทคเตอร์	41
4.2	ดี.ซี.มอเตอร์	43
บทที่ 5	ผลการทดลองและแนวทางการพัฒนา	46

ภาคผนวก

อุปกรณ์

- ไอซีเบอร์ 74LS14

- Infrared LED

- Phototransistor

โปรแกรม

เอกสารอ้างอิง

ประวัติผู้จัดทำโครงการพิเศษ

จ
ช
ญ
ฐ
ค
ถ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ	ระบบขนถ่ายวัตถุไปตามเส้นทางที่กำหนด
ชื่อนักศึกษา	นาย ประยุทธ์ ทีปะนาถ นาย รวิินทร์ ไชยสิทธิพร
อาจารย์ที่ปรึกษา	อ.ธีรวัฒน์ ประกอบผล
ภาควิชา	ฟิสิกส์ประยุกต์
ปีการศึกษา	2538

บทคัดย่อ

โครงงานพิเศษนี้เป็นการสร้างแบบจำลองของระบบขนถ่ายวัตถุให้ไปตามแนวเส้นทางที่กำหนด โดยใช้หลักการของคิเทคเตอร์ทางแสง ซึ่งจะแปลงสัญญาณแสงให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้า ได้แก่ Infrared LED กับ Phototransistor สัญญาณจากคิเทคเตอร์นี้เป็นส่วนสำคัญที่ใช้ในการควบคุมการวิ่ง , การหยุดหรือการเลี้ยวของรถ (ระบบขนถ่ายวัตถุ) ซึ่งจะใช้สแต็ปมอเตอร์บังคับทิศทางของการเลี้ยว ระบบนี้ประกอบด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ควบคุมการทำงานทั้งหมดของระบบ และสามารถเขียนโปรแกรมควบคุมได้ด้วยภาษาแอสเซมบลี ในส่วนของการขับเคลื่อนก็จะใช้ดี.ซี.มอเตอร์ โดยการป้อนไฟตรงขับเคลื่อนให้ระบบเคลื่อนที่ไปได้

ข้อดีของระบบนี้ก็คือปราศจากมลพิษ , ประหยัดพลังงาน (เชื้อเพลิง) , ปลอดภัย อีกทั้งยังครอบคลุมในทุกหน่วยงานสาขา ได้แก่ โรงงานอุตสาหกรรม,สำนักงาน,สถาบันการศึกษาต่างๆ เป็นต้น ระบบนี้นับว่าเป็นสิ่งใหม่ที่จะเกิดขึ้นในวงการเทคโนโลยี ซึ่งกำลังต้องการการพัฒนาต่อไปอีกมาก

Special Project Title Robotics Transportation
 Name Prayut Tepanart
 Rawin Chaisittiporn
 Special Project Advisor Teerawat Prakorbpol
 Department Physics
 Academic Year 1995

Abstract

“Robotic Transportation” has been invented and developed in this special project. That can transport materials to terminals attach to the line that was made as a path. By the sensor's principles that transform light into electrical signal (Infrared LEDs and Phototransistors). We can use it essentially to control all of car's movements by rotating of a step motor. The system composed with microcontroller that control all operations. Assembly language is used to create programs. In driving part , D.C. motor will drives the wheels of car to run.

This system advantages others in polite (it has no pollution) , Economics (saving fuel) and can be applied in every need. For avanced system , it can be improved in several way in the future.

กิติกรรมประกาศ

โครงการพิเศษนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องด้วยความอนุเคราะห์จากบุคคลหลายฝ่ายดังนี้

พ่อ แม่	ผู้ให้ความอุปการะ
อ.ธีรวัฒน์ ประกอบผล	ผู้ให้คำปรึกษา ซึ่งแนวทางการทำโครงการ
อ.อนุพงศ์ สรงประภา	ผู้อนุญาตให้ใช้ห้องปฏิบัติการฟิสิกส์และ ช่วยเหลือด้านอุปกรณ์ในตอณคึก
อาจารย์ภาคฟิสิกส์ทุกท่าน	ผู้ตอบคำถามและแนะแนวทางวิชาการ
เพื่อนๆ ทุกคน	ผู้เป็นกำลังใจ และช่วยเหลือด้วย ความจริงใจ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

	หน้า
รูป 1.1 โครงสร้างการทำงานของ Robotics Transportation	2
รูป 2.1 ลักษณะแถบเส้นทางบนพื้นถนน	6
รูป 2.2 แสดงฟันเฟืองภายในสเต็ปมอเตอร์	7
รูป 2.3 โครงสร้างสเต็ปมอเตอร์แบบไฮบริดชนิด 5 เฟส	8
รูป 2.4 แสดงการทำงานของสเต็ปมอเตอร์แบบง่าย ๆ	10
รูป 2.5 สเต็ปมอเตอร์ชนิดทำงานเป็นเฟส	10
รูป 2.6 รูปแบบการป้อนไฟแบบสวิทชิง ชนิดขั้วเดียวและชนิด 2 ขั้ว	11
รูป 2.7 แสดงวิธีการลด Back EMF แบบต่างๆ	12
รูป 2.8 ตารางแสดงผลของทอร์กกับความเร็วเมื่อใช้วิธีการลด Back EMF	13
รูป 2.9 หลักการทำงานของ ดี.ซี.มอเตอร์	14
รูป 2.10 รายละเอียดคบบอร์ด EX-STEPM	15
รูป 2.11 ลักษณะสเต็ปมอเตอร์ ชนิด UNIPOLAR	15
รูป 2.12 โครงสร้างของสเต็ปมอเตอร์ที่ใช้ในโรงงานและจังหวัดการทำงาน	16
รูป 2.13 รายละเอียดในวงจร EX-STEPM	17
รูป 2.14 ตำแหน่งต่างๆ บนบอร์ด ANT-31PJ	20
รูป 3.1 วงจรที่ใช้ในการ ON/OFF Infrared LED	25
รูป 3.2 การวางตำแหน่งของ LED และ Phototransistor	26
รูป 3.3 สภาวะของแสง	27
รูป 3.4 แสดงวงจรดิจิทัลที่จะป้อนเข้าสู่ไมโครคอนโทรลเลอร์	27
รูป 3.5 กราฟแสดงลักษณะสมบัติของไอซีชนิดทรานซิสเตอร์ 74LS14	27
รูป 3.6 โครงสร้างของสเต็ปมอเตอร์ที่ใช้ในโรงงานและจังหวัดการทำงาน	28
รูป 3.7 แสดงโฟลว์ชาร์ทของโปรแกรมทั้งหมด	30
รูป 3.8 การวางตำแหน่งของดีเทคเตอร์ที่สะท้อนกับพื้น	37
รูป 3.9 แสดงค่าที่อ่านได้เมื่อดีเทคเตอร์อยู่แถบกลางพอดี	37
รูป 3.10 แสดงค่าที่อ่านได้เมื่อดีเทคเตอร์ออกนอกแถบกลางไปด้านซ้าย	38
รูป 3.11 แสดงค่าที่อ่านได้เมื่อดีเทคเตอร์ออกนอกแถบเส้นกลางไปทางขวา	38
รูป 3.12 แสดงค่าที่อ่านได้จากดีเทคเตอร์เมื่อออกนอกเส้นทาง	38
รูป 3.13 แสดงค่าองศาที่ได้เพื่อนำไปกำหนดความเร็วของการหมุนล้อ	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูป 4.1	วงจรที่ใช้ในการทดสอบ โครงงานขั้นต้น	41
รูป 4.2	วงจรที่ต่อเพิ่มเติมเพื่อแปลงสัญญาณอนาลอกให้เป็นดิจิทัล	42
รูป 4.3	การต่อชุดขับ EX-STEPM เข้ากับสเต็ปมอเตอร์	43
รูป 4.4	แสดงการต่อดี.ซี.มอเตอร์เข้ากับล้อหลัง	43
รูป 4.5	แสดงการกลิ้งล้อหลังอีกข้างหนึ่ง	44
รูป 4.6	การติดล้อหน้าเข้ากับสเต็ปมอเตอร์	44
รูป 4.7	แถบเส้นทางที่ใช้ในโครงงาน	45



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

การติดต่อ ส่งข่าวสาร การขนส่ง ในโลกเรา เป็นสิ่งที่ควบคู่กับชีวิตมนุษย์เสมอ นับแต่สมัยโบราณ ที่การขนส่งเคลื่อนย้ายวัตถุเกิดขึ้น ในกิจวัตรประจำวัน ยกตัวอย่างเช่น การประกอบอาหาร จำเป็นต้องมีการใช้พิน ซึ่งพินนี้ ต้องถูกรวบรวมเข้าเป็นแหล่งพิน และก็จะถูกขนส่งโดยใช้แรงงานคน ที่จะขนย้ายไปยังจุดหมาย หรือในยุคที่อารยธรรมอียิปต์รุ่งเรือง ก็มีการขนถ่ายวัสดุที่ใช้ในการสร้างปิระมิดเช่นกัน โดยใช้วัสดุวางบนท่อนซุงหลายๆท่อน ซึ่งทำหน้าที่เหมือนล้อทำให้ไม่ต้องเดินไปตามพื้นที่ที่มีความเสียดทาน และทำให้ประหยัดพลังงานของคนอีกด้วย

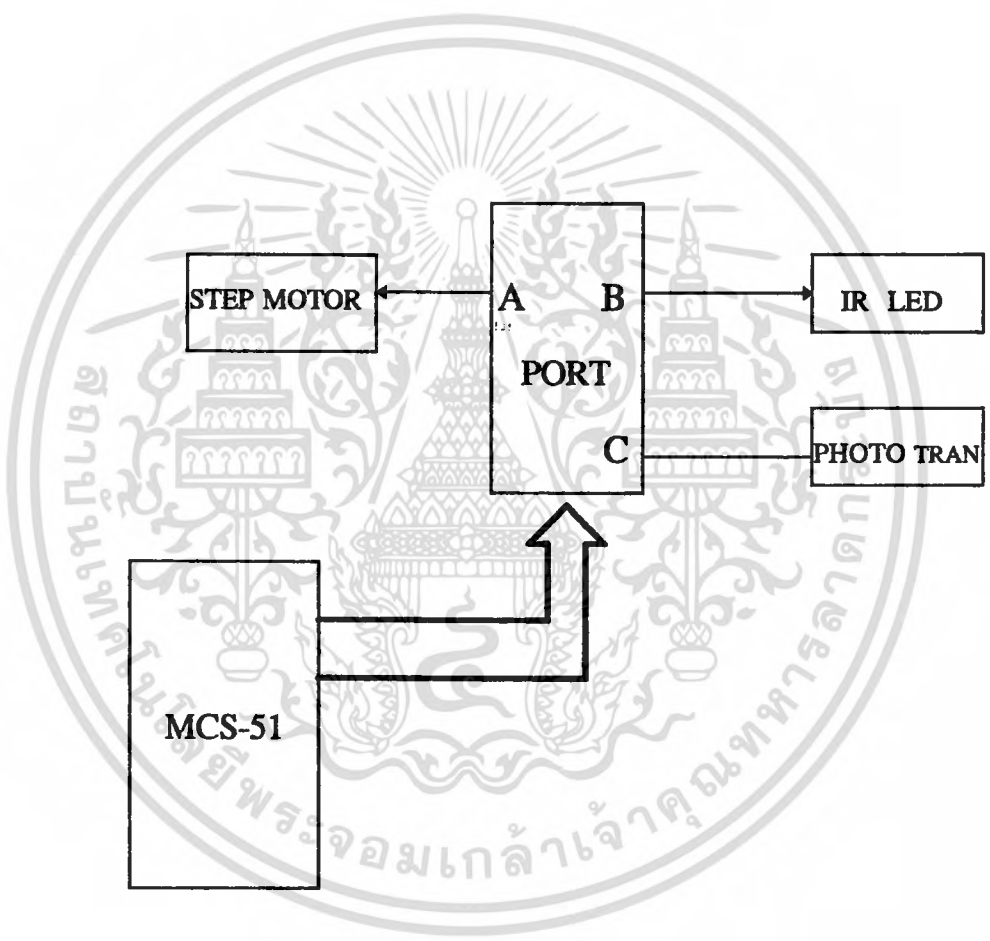
การขนถ่ายวัตถุจากสถานที่หนึ่งไปยังอีกสถานที่หนึ่ง โดยวิธีที่มีประสิทธิภาพที่สุด จึงเป็นสิ่งที่พบได้ในชีวิตประจำวัน ของมนุษย์ทุกยุคทุกสมัย ในปัจจุบันโลกแห่งเทคโนโลยีกำลังก้าวล้ำทันสมัยมากขึ้นทุกวัน เทคโนโลยีในการขนถ่ายก็ถูกพัฒนามากขึ้นเพื่อการประหยัดพลังงาน ทรัพยากรมนุษย์ให้มากที่สุด และระบบขนถ่ายวัตถุไปตามเส้นทางที่กำหนด หรือ Robotics Transportation ซึ่งเป็นระบบของโครงการพิเศษฉบับนี้ เป็นตัวเลือกหนึ่งที่น่าสนใจต่อการพัฒนาเทคโนโลยีด้านขนถ่ายวัตถุในโอกาสข้างหน้า

1.1 ที่มาของการขนถ่ายวัตถุไปตามเส้นทางที่กำหนด

เนื่องจากเทคโนโลยีต่างๆที่ล้ำสมัยมากขึ้นทุกวัน ถูกนำมาใช้ในชีวิตประจำวันของคนเราเพื่ออำนวยความสะดวกสูงสุด การคำนึงถึงการประหยัดพลังงานเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุด จึงมีแนวความคิดในการใช้ระบบขนถ่ายวัตถุหรือข้อมูล โดยไม่จำเป็นต้องใช้การควบคุมของรางจำกัดขอบเขตตัวรถ ซึ่งทำให้สิ้นเปลืองวัสดุในการสร้างรางรถ สายไฟที่ติดตัวรถซึ่งอาจสร้างความเกะกะ การใช้เส้นทางกำหนดขอบเขตการขนถ่ายวัตถุจึงเป็นแนวคิดหนึ่งในการแก้ปัญหาเหล่านี้

1.2 หลักการโดยย่อ

ระบบขนถ่ายวัตถุไปตามเส้นทางที่กำหนดได้นำเอาหลักการทางฟิสิกส์ และหลักการของคอมพิวเตอร์ผสมผสานเข้าด้วยกัน และพาดูจะที่ใช้ในระบบนี้ เราจะใช้รถที่ประกอบด้วยล้อจำนวน 3 ล้อ และส่วนประกอบของพาดูนี้จะประกอบไปด้วยส่วนต่างๆ แสดงดังรูป 1.1



รูป 1.1 โครงสร้างการทำงานของ Robotics Transportation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนของดีเทกเตอร์เปรียบเสมือนกับตาของระบบ จะเป็นตัวรับข้อมูลและส่งไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อทำการประมวลผล พร้อมกับที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมส่วนของสเต็ปมอเตอร์ให้หมุนตามคำสั่ง และขับ(drive)ดี.ซี.มอเตอร์ให้หมุนเพื่อขับเคลื่อนระบบ ระบบทั้งหมดนี้จะถูกจ่ายด้วยแหล่งจ่ายไฟที่เป็นแบตเตอรี่ การขนถ่ายพาหนะนี้จะถูกดำเนินงานไปตามพื้นถนนที่มีแถบเส้นทางอันจะเป็นตัวที่ระบบจะต้องเคลื่อนที่ไปตามแถบเส้นทางนี้เท่านั้น เปรียบเสมือนกับเป็นรางรถไฟนั่นเอง

1.3 วัตถุประสงค์ของโครงการพิเศษ

1. เพื่อศึกษาถึงระบบการทำงานทั้งหมดของระบบขนถ่ายวัตถุ อย่างเป็นขั้นตอน
2. เพื่อออกแบบวงจรดีเทกเตอร์ ให้สามารถใช้ในการอ่านข้อมูลจากแถบเส้นทางได้
3. เพื่อศึกษาถึงการทำงานของสเต็ปมอเตอร์ เช่นรูปแบบการขับ , คำสั่งการขับ , ทอร์ค ฯลฯ และนำมาใช้งานจริง
4. เพื่อนำหลักการและอุปกรณ์ต่างๆทั้งทางอิเล็กทรอนิกส์และแมคคานิกส์ มาประยุกต์ใช้ร่วมกัน ในการประดิษฐ์ ระบบขนถ่ายวัตถุ
5. เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาทางด้านต่างๆต่อไป เช่น แขนกล, มอเตอร์ไปรษณีย์ในสำนักงาน, หรือ รถรางไฟฟ้า เป็นต้น

1.4 วิธีการดำเนินงานโดยย่อ

1. ทดสอบการจัดวางแถบเส้นทาง
2. ค้นหาวิธีการที่จะสร้างแหล่งกำเนิดแสง(ตัวส่ง)และตัวตรวจวัดแสง(ตัวรับ)
 - 2.1 ประยุกต์หลักการสะท้อนของแสง
 - 2.2 ค้นหาชนิดของตัวส่งข้อมูลและตัวรับข้อมูลที่เหมาะสม
 - 2.2.1 ทดสอบใช้ Infrared LED
 - 2.2.2 ทดสอบใช้ Phototransistor ชนิด npn
 - 2.3 ป้อนกระแสไฟให้แหล่งกำเนิดแสง(Infrared LED) และวัดผลที่ได้ว่าแสงสามารถสะท้อนเข้าตัวรับ(Phototransistor)หรือไม่ โดยขึ้นกับปัจจัยต่อไปนี้
 - 2.3.1 การวางท่ามุมกันของตัวส่งและตัวรับ
 - 2.3.2 ระยะห่างระหว่างตัวรับกับตัวส่ง
 - 2.3.3 ระยะห่างของตัวส่ง-ตัวรับ กับพื้นถนน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 2.4 ปรับปรุงหาค่ากระแสของ Phototransistor ที่ได้ให้เป็นค่าที่เหมาะสมที่สุด โดยกำหนดค่าแรงดัน(5V) และคำนวณค่าความต้านทานที่เลือกใช้ให้เหมาะสม เพื่อให้แรงดันคร่อมตัวต้านทานที่เหมาะสมกับค่า u_{tp} และ I_{tp} ของอุปกรณ์ที่จะมารับและแปลงข้อมูลต่อไป (อุปกรณ์ในข้อ 3)
 - 2.5 ปรับความสูงของตัวรับและตัวส่ง และหาค่าต่ำสุดและสูงสุดของกระแสที่ได้
 - 2.6 บันทึกค่าความสูงของคิเทคเตอร์กับพื้นที่จุดกระแสต่ำสุดและสูงสุดของกระแสที่ได้
 - 2.7 ทดสอบอุปกรณ์ที่ได้จากข้อ 2 โดยลองกับแถบเส้นสีดำ และหาค่าต่ำสุดและสูงสุดของกระแสที่ได้ ทำการบันทึกผล
 3. ออกแบบวิธีการที่จะส่งข้อมูลที่ได้อ้างอยู่ในรูปของเลขฐานสอง
 - 3.1 ค้นหาชนิดของอุปกรณ์ที่สามารถแปลงข้อมูลอนาลอกเป็นดิจิตอล
 - 3.2 จำกัดช่วงของกระแสต่ำสุดและสูงสุดจากผลการทดลองและตรวจสอบหาชนิดอุปกรณ์ที่สามารถใช้ได้และเหมาะสม(ในที่นี้ใช้ชมิคค์ทริกเกอร์ ไอซีเบอร์ 7414)
 - 3.3 ลองทดสอบจริงว่าการแปลงสัญญาณอนาลอกให้อยู่ในรูปเลขฐานสองว่าสามารถทำได้จริงหรือไม่ โดยนำสัญญาณจาก Phototransistor เข้าชมิคค์ทริกเกอร์ ตรงแถบเส้นทางและพื้นถนน โดยตรวจวัดด้วยลอจิกโพรบ
 - 3.4 สังเกตและตรวจดูความไวแสงของคิเทคเตอร์ว่ามีความไวในการเปลี่ยนจาก 0 เป็น 1 (sensitivity)ระดับไหน (ซึ่งจะทำให้สามารถหาความละเอียดในการวางอุปกรณ์จริงได้)
 - 3.5 ทดสอบประสิทธิภาพซ้ำหลายๆครั้ง เพื่อหาความน่าเชื่อถือ(Reliability)
 4. ออกแบบวิธีการส่งข้อมูลที่เหมาะสมให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์
 - 4.1 ใช้หลักการสร้างข้อมูลไบนารีแบบ 8 บิต โดยทดลองต่อชุดคิเทคเตอร์ (Infrared LED-Phototransistor) 8 ชุด
 - 4.2 หาวิธีที่จะส่งสัญญาณให้ Infrared LED ทำงาน
 - 4.2.1 ใช้ทรานซิสเตอร์ npn เบอร์ BC 337 มาเป็นตัวสวิทช์ให้กับ Infrared LED
 - 4.2.2 ทดสอบการเปิด-ปิด Infrared LED
 5. โปรแกรม
 - 5.1 เลือก PORT ของไมโครคอนโทรลเลอร์ (ใช้ PORT 8255 เป็น I/O PORT ของคิเทคเตอร์)
 - 5.1.1 กำหนดหมายเลข PORT ให้กับขาเบสของทรานซิสเตอร์ (PORT B)
 - 5.1.2 กำหนดหมายเลข PORT ให้กับขาออก(output)ของชมิคค์ทริกเกอร์ 7414 (PORT C)
 - 5.2 เขียนโปรแกรม
 - 5.3 ทดสอบให้ผลแสดงเป็นตัวเลขฐานสิบหก 2 หลัก บนหน้าปัดของ JAZZ-31 โดย
- เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ทดลองเดินคิเทคเตอร์ ไปมาตามพื้นถนนกับแถบเส้นทาง
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. สเต็ปมอเตอร์
 - 6.1 ศึกษาการทำงานของสเต็ปมอเตอร์
 - 6.2 หาโวลเตจและกระแสที่สเต็ปมอเตอร์ต้องการ
 - 6.3 ศึกษาชุดขับสเต็ปมอเตอร์
 - 6.4 เขียนโปรแกรมเพิ่มเติมในชุดขับสเต็ปมอเตอร์
 - 6.5 ทดสอบการหมุนของสเต็ปมอเตอร์ โดยใช้โปรแกรมมาควบคุม
7. นำโปรแกรมแสดงผลตัวเลขกับโปรแกรมสเต็ปมอเตอร์รวมเข้าด้วยกัน
8. หาขนาดดี.ซี.มอเตอร์ที่ใช้ขับเคลื่อนล้อหลัง(12-24V)
 - 8.1 ทดสอบการทำงาน
 - 8.2 ออกแบบล้อหลังโดยล้อข้างหนึ่งต่อเข้ากับดี.ซี.มอเตอร์โดยตรง อีกข้างจะเป็นล้ออิสระ(Free) โดยจะใส่ลูกปืนและกลิ้งให้เป็นรูปร่างที่ต้องการเพื่อช่วยในการเลี้ยวของรถ
9. ออกแบบตัวรถ
 - 9.1 เลือกใช้ลูมิเนียมจากขนาดหนา 1/8" เป็นโครง
 - 9.2 ต่อส่วนล้อหลังเข้ากับตัวรถ
 - 9.3 ต่อส่วนล้อหน้า(สเต็ปมอเตอร์) เข้ากับตัวรถ
10. ทดสอบการวิ่งของรถ การเลี้ยวของรถ โดยป้อนไฟให้ดี.ซี.มอเตอร์แบบธรรมดา
11. ทดสอบป้อนโปรแกรมทั้งหมดให้กับตัวรถ สังเกตพฤติกรรมการเลี้ยว
12. สร้างทางวิ่ง และแถบเส้นทาง
13. ทดสอบการวิ่งของรถว่าไปตามแถบเส้นทางสมบูรณ์ดีหรือไม่
14. ทดสอบวางของหนักบนตัวรถแล้วดูความเร็วของการวิ่ง
15. พัฒนาโปรแกรมให้สมบูรณ์ขึ้น
16. สร้างชุดควบคุม โวลเตจ(Regulator) ให้กับดี.ซี.มอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

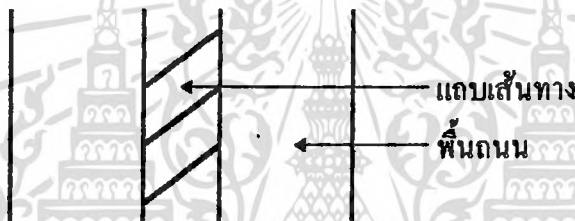
บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

ในการออกแบบระบบ

2.1 เทคนิคการใช้แถบเส้นทาง

ในการจัดแถบเส้นทางของพื้นถนน เนื่องจากพื้นถนนที่ใช้ทำการทดลองจริงเป็นกระเบื้องยางสีเขียวในห้องปฏิบัติการฟิสิกส์ ซึ่งพื้นสีเขียวนี้จะถือว่ามีช่วงสีที่อยู่ในย่านใกล้เคียงสีขาว รวมทั้งพื้นถนนที่เราจะนำออกใช้ในอนาคต เช่น ในสำนักงาน โรงงาน ไม่น่าจะเป็นสีดำเข้ม ดังนั้นเพื่อเป็นการแบ่งแยกความชัดเจนของพื้นถนนกับแถบเส้นทาง เพื่อที่จะให้อุปกรณ์ในการตรวจสอบตรวจได้แม่นยำได้ค่าที่ถูกต้อง เราจึงใช้แถบเส้นทางสีดำเข้มในโครงการนี้ แถบเส้นทางเราจะใช้เทปพันสายไฟขนาดมาตรฐาน 1 นิ้ว ดังรูป 2.1



รูป 2.1 ลักษณะแถบเส้นทางบนพื้นถนน

2.2 เทคนิคในการสร้างดีเทคเตอร์

ในการหาอุปกรณ์ที่จะมาตรวจสอบความแตกต่างของพื้นถนนกับแถบเส้นทาง เราใช้หลักการของการดูดกลืนของแสงที่วัตถุสีต่างกัน เช่น วัตถุสีดำกับวัตถุสีขาว เมื่อแสงตกกระทบลงไปแล้วจะถูกดูดกลืนได้มากน้อยต่างกัน และขณะเดียวกันจากทฤษฎีของวัตถุดำ (black body) เราก็คงทราบว่า แสงไม่ได้ถูกดูดกลืนทั้งหมด 100 % แต่จะมีแสงที่สะท้อนขึ้นมาด้วย ดังนั้นเราจึงใช้การตรวจจับแสงเป็นหลักในโครงการนี้

คุณสมบัติของตัวส่ง (แหล่งกำเนิดแสง)

ตัวส่งที่ดีควรจะเป็นตัวส่งที่สามารถให้ความเข้มแสงที่สูง มีลำแสงที่ไม่บานออก เพื่อที่ปริมาณแสงสามารถส่งไปยังตัวรับได้มากที่สุด โดยเกิดการสูญเสีย (loss) น้อยที่สุด จากการวิจัย พบว่า Infrared LED มีสมบัติที่ดีและเหมาะสมกว่า LED ธรรมดา เนื่องจาก LED ธรรมดาคงจะให้การเปล่งแสงที่ความเข้มน้อยกว่า ลำแสงบานออกมากกว่า ในขณะที่เลเซอร์ไดโอดสามารถให้ความเข้มที่สูงมาก แต่การป้อนไฟให้เลเซอร์ไดโอดต้องใช้วิธีการป้อนไฟเป็นช่วง (pulse) และที่สำคัญจะทำให้สิ้นเปลืองกำลังงานในระบบโดยไม่จำเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

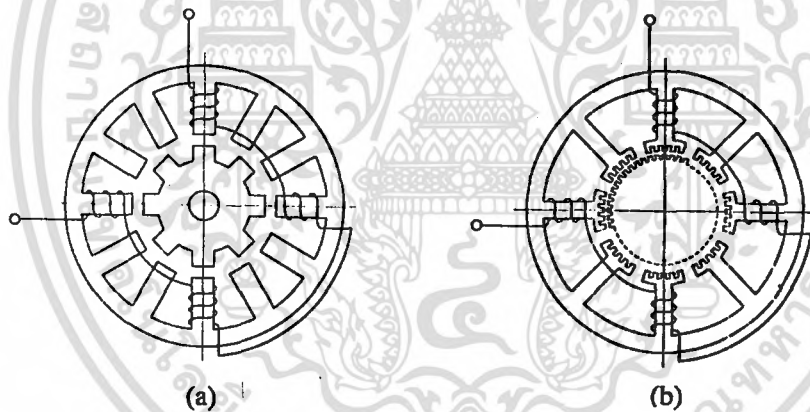
คุณสมบัติของตัวรับ(ตัวตรวจจับแสง)

ตัวรับที่ใช้ในโครงการนี้ต้องมีความไวในการตรวจจับแสงที่สูง สามารถที่จะขยายกระแสได้มาก Phototransistor เป็นอุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ตัวหนึ่งที่มีเหมือนการรวมโฟโตไดโอดรวมเข้ากับทรานซิสเตอร์ ในโครงการนี้เราใช้ npn Phototransistor MRD360 เนื่องจากเราใช้แหล่งกำเนิดแสงอินฟราเรดเป็นตัวส่ง และ Phototransistor ตัวนี้จะมีควมไวในการตอบสนองที่ย่านอินฟราเรดได้ดี

2.3 สเต็ปมอเตอร์

สเต็ปมอเตอร์เป็นมอเตอร์ชนิดหนึ่ง ที่สามารถควบคุมการหมุนได้ เป็นขั้น (Step) ตามขนาดของมัน สเต็ปมอเตอร์จะนำไปใช้งานกับพ्ल็อตเตอร์, พรินเตอร์, ปีมป์, วาล์ว, แขนกล และงานชนิดอื่นอีกมากมาย

สเต็ปมอเตอร์แบ่งได้เป็น 3 ชนิด ตามลักษณะโครงสร้างของโรเตอร์คือ 1.Variable Reluctance 2.Permanent Magnet 3. Hybrid และทั้งหมดยังขึ้นอยู่กับฟันเฟืองของโรเตอร์ด้วย ดังรูป 2.2



รูป 2.2 แสดงฟันเฟืองภายในสเต็ปมอเตอร์

ชนิด(a) ซี่ฟันเดียว

ชนิด(b) ซี่ฟันหลายซี่

รูป b จะมีฟันเฟืองที่มากกว่ารูป a จึงทำให้ได้มุมสเต็ปละเอียดกว่า สเต็ปมอเตอร์ทั้ง 3 ชนิดเป็นดังนี้

1. Variable Reluctance

จะประกอบด้วย โรเตอร์แบบ soft iron ซึ่งจะหมุนเมื่อฟันของโรเตอร์ถูกดูดเข้ากับแม่เหล็กไฟฟ้าของฟันสเตเตอร์ หลักการนี้คล้ายกับขดลวดโซลินอยด์ โรเตอร์เหล็กชนิดนี้จะมีความเฉื่อยต่ำกว่าชนิดอื่น ทำให้การตอบสนองไวขึ้น ในสเต็ปมอเตอร์ชนิดนี้ ตัวโรเตอร์จะไม่มีสารแม่เหล็ก จึงไม่มีทอร์กเกิดขึ้นเมื่อมอเตอร์ทำงาน อาจกล่าวได้ว่าโรเตอร์เป็นเหมือน ล้ออิสระ โดยทั่วไป มุมสเต็ปแต่ละสเต็ปจะเป็น 7.5 องศา หรือ 15 องศา

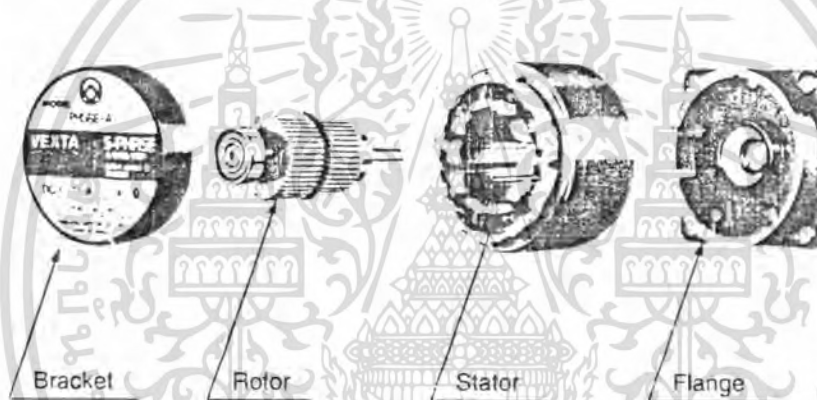
งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Permanent Magnet

ประกอบไปด้วยโรเตอร์แบบแม่เหล็กถาวร ซึ่งมีทอร์คเกิดขึ้นตลอดเวลา ขณะที่มอเตอร์ยังไม่ทำงาน แต่จะหันเพื่อจะหมุนไปทางทิศเหนือและทิศใต้ บางชนิดจะมีสารแม่เหล็กในตัวสเตเตอร์ด้วย เพื่อเพิ่มสนามแม่เหล็ก และสร้างทอร์คที่สูงขึ้น สารแม่เหล็กจะทำจาก alnico (Al, Ni, สารผสม Co) หรือพวกธาตุ แรร์เอิร์ธ (samarium-cobalt) ชนิดนี้จะให้กำลังในการทำงานน้อยกว่าชนิดอื่น มุมสแต็ปจะอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน 1.8 องศา, 7.5 องศา, 15 องศา, 30 องศา, 45 องศา, 90 องศา

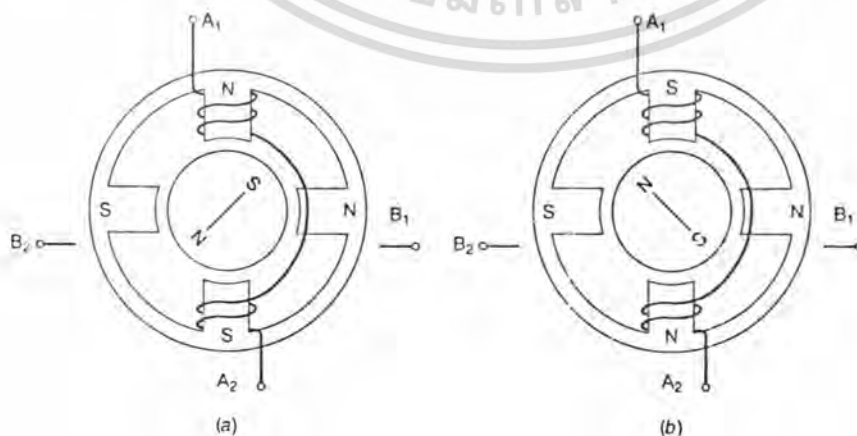
3. Hybrid

เป็นการรวมลักษณะเด่นของมอเตอร์ชนิดแรกเข้าด้วยกันกับมอเตอร์ชนิดที่ 2 ลักษณะไฮบริดจะใช้โครงสร้างแบบรูป 2.2b เท่านั้น ไฮบริดจะให้มุมที่ละเอียดมากกว่า และทอร์คสูงกว่า มุมสแต็ปคือ 0.9 องศา และ 1.8 องศา รูป 2.3 เป็นโครงสร้างของไฮบริดชนิด 5 เฟส



รูป 2.3 โครงสร้างสแต็ปมอเตอร์แบบไฮบริดชนิด 5 เฟส

การทำงาน



รูป 2.4 แสดงการทำงานของสแต็ปมอเตอร์แบบต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พิจารณาโรเตอร์ แบบแม่เหล็กถาวรง่าย ๆ ก่อน ที่มีขั้วเดียวเหนือ-ใต้ (N-S) และสเตเตอร์ 4 ขั้ว ที่จับด้วยคู่ขั้วคลวด A_1 - A_2 (และ B_1 - B_2) ต่อเข้ากับไฟ DC และกราวด์ ตามลำดับ ชั๊บน (และพื้นด้านขวา) จะเป็นขั้วเหนือและขั้วตรงข้ามกัน ก็จะเป็นขั้วใต้ ตามรูป 2.4 จะทำให้เกิดการผลักโรเตอร์ไปในตำแหน่ง $+45$ องศา โดยที่ขั้วโรเตอร์จะอยู่ระหว่าง ขั้วที่ต่างกัน เมื่อป้อนกลับขั้วให้กับ A_1 - A_2 โรเตอร์จะกลับทิศ 90 องศา ไปยังตำแหน่ง -45 องศา ดังนั้นจึงหมายถึงมุมสเต็ป 90 องศา และตามตาราง 2.1 เราป้อนค่าตามที่กำหนดให้ เมื่อครบ 4 สเต็ปก็จะครบ 1 รอบ และถ้าป้อนต่อไป ก็จะเป็นแบบวนซ้ำต่อไป

เฟส

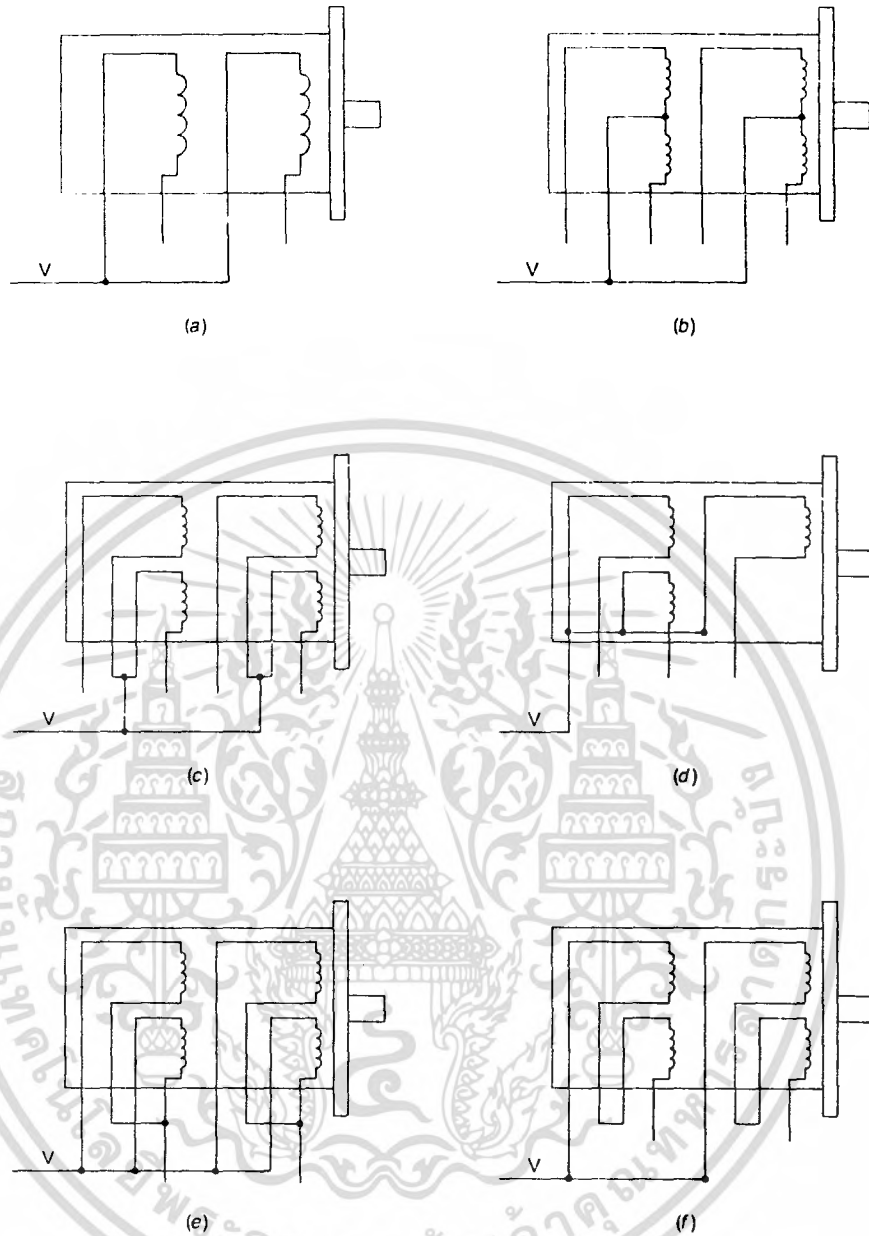
เฟส คือจำนวนของขั้วคลวดคิสรระ ที่อยู่ในสเตเตอร์ เช่นรูป 2.2(a) แสดงมอเตอร์แบบ 3 เฟส สเต็ปมอเตอร์จะแบ่งแยกประเภทได้ตามลักษณะของการต่อของสายไฟดังรูป 2.5 ที่แสดงสเต็ปมอเตอร์แบบ 2 , 3 , และ 4 เฟส มอเตอร์ 2 เฟสที่มี 4 เส้นเรียกว่า “ไบโพลาร์” มอเตอร์ เพราะว่าการไฟที่ป้อน ทั้งบวกและลบ แต่ถ้ามอเตอร์เป็นแบบ แท้ปกกลาง (Center-tap) จะไม่ต้องสลับขั้วของไฟที่ป้อน เพราะกระแสจะไหลในทิศตรงกันข้ามอยู่แล้ว ในแต่ละครั้งขั้วคลวด ซึ่งเรียกว่าเป็นแบบ “ยูนิโพลาร์” มอเตอร์ สายไฟที่ใช้ อาจเป็นได้ทั้ง 5 , 6 หรือ 8 เส้น ขึ้นอยู่กับความต้องการในการควบคุม

Full-step mode

Step	A_1	A_2	B_1	B_2
1	H	L	H	L
2	L	H	H	L
3	L	H	L	H
4	H	L	L	H
5	Repeat 1 to 4.			

ตาราง 2.1 แสดงการป้อนค่าให้กับสเต็ปมอเตอร์เป็นจังหวะๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.5 สเต็ปมอเตอร์ชนิดทำงานเป็นเฟส

(a) 2 เฟส 4 เส้น (2 ขั้ว)

(b) 2 เฟส 6 เส้น (ขั้วเดียว)

(c) 2 เฟส 8 เส้น (ขั้วเดียว)

(d) 3 เฟส 4 เส้น

(e) 4 เฟส 8 เส้น (ขนาน)

(f) 4 เฟส 8 เส้น (อนุกรม)

การควบคุมสเต็ปมอเตอร์

การควบคุมสเต็ปมอเตอร์ จำเป็นต้องใช้วงจรไฟฟ้า และอุปกรณ์ต่างๆในการควบคุม ซึ่งก่อน

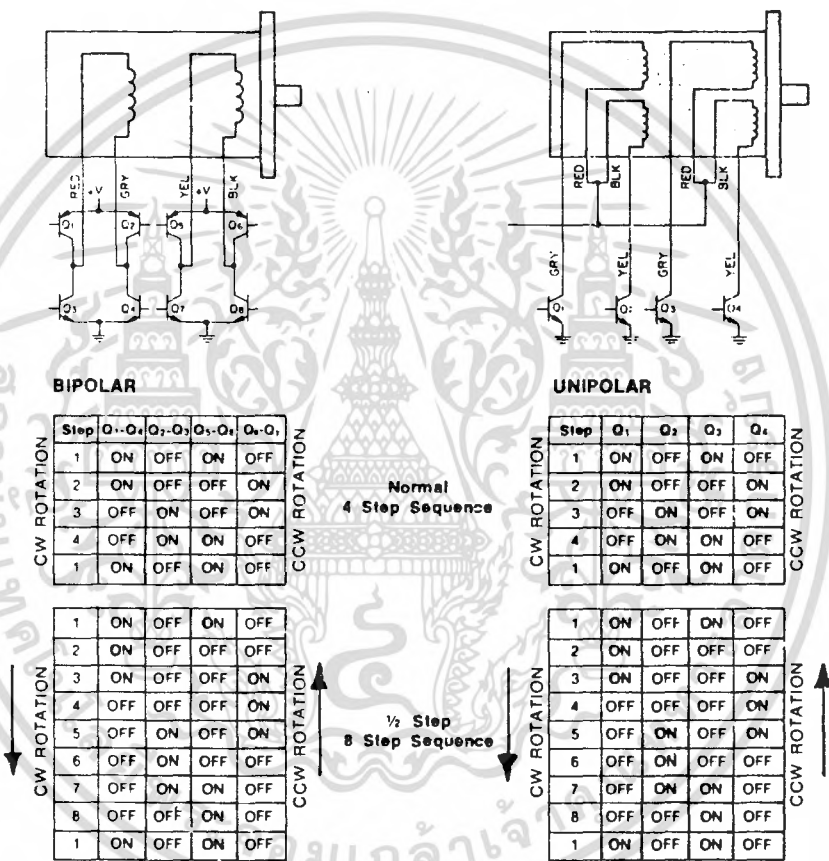
ข้างซับซ้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การควบคุมโดยใช้วงจรสวิตช์

แต่ละเฟสของสเต็ปมอเตอร์ จะต้องทำการสวิตช์ให้ ON และ OFF เป็นลำดับต่างๆ เพื่อให้โรเตอร์เกิดการหมุน รูปแบบของการ ON-OFF นี้ จะขึ้นอยู่กับชนิดของมอเตอร์ และบริษัทผู้ผลิต

รูป 2.6 แสดงรูปแบบของลำดับการสวิตช์ ของบริษัท Airpax Corporation



รูป 2.6 รูปแบบการป้อนไฟแบบสวิตช์ ซึ่ง ชนิดขั้วเดียวและชนิด 2 ขั้ว

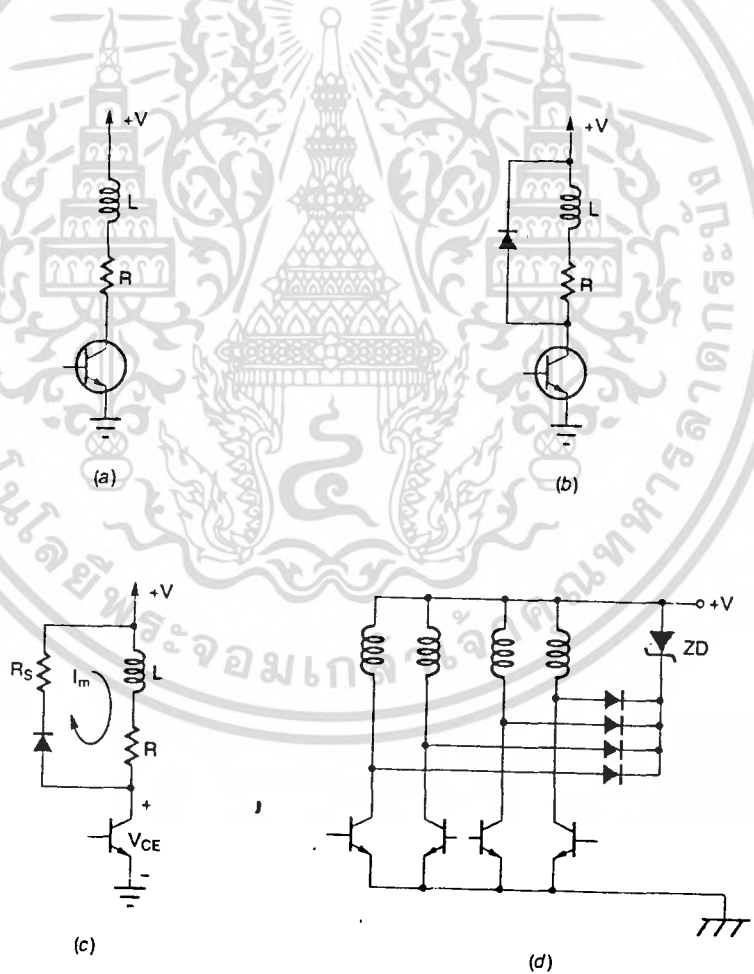
การควบคุมที่มีประสิทธิภาพ ควรใช้โปรแกรมในการควบคุมการทำงาน โดยไมโครโปรเซสเซอร์ (หรือไมโครคอนโทรลเลอร์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การกำจัด Back EMF

ขดลวดในสตีปมอเตอร์ จะเก็บสะสมพลังงานไว้ในตัวของมัน เนื่องจากสนามแม่เหล็ก เมื่อกระแสเกิดการ OFF สนามแม่เหล็กจะหายไปอย่างรวดเร็ว และจะคายพลังงานกลับคืน ด้วยเวลาที่รวดเร็ว แรงดันในวงจรจะเพิ่มขึ้น จนทำให้มีค่าเกินแรงดันเบรคควาน์สูงสุด ($V_{CE(MAX)}$) ของทรานซิสเตอร์ ทำให้ทรานซิสเตอร์เสียหาย แรงดันที่เกิดขึ้นนี้สามารถกำจัดได้ ด้วยหลายวิธี แต่ละวิธีขึ้นอยู่กับการสรางรูปของกระแสให้กระแสเกิดการกระจายพลังงาน(Dissipate)เมื่อทรานซิสเตอร์ OFF

รูป 2.7(a) แสดงรูปแบบของขดลวดเฟส ที่แสดงด้วยตัวเหนี่ยวนำ L และตัวต้านทาน R อนุกรมกัน วิธีที่ง่ายที่สุดในการกำจัดคือ ใช้ไดโอดขนานกับขดลวด ดังรูป 2.7(b) เมื่อทรานซิสเตอร์ OFF แรงดัน EMF จะมากกว่า แรงดันที่ป้อน V ทำให้กระแสไหลผ่านไดโอดและขดลวด เรียกไดโอดนี้ว่า Flyback diode หรือ Free-wheeling diode



รูป 2.7 แสดงวิธีการลด Back EMF แบบต่างๆ

- (a) วงจรขดลวดสมมูลย์
- (b) การต่อไดโอดอนุกรม

(c) ไดโอดและตัวต้านทานอนุกรม

(d) ไดโอดและซีเนอร์ไดโอดรวมกัน

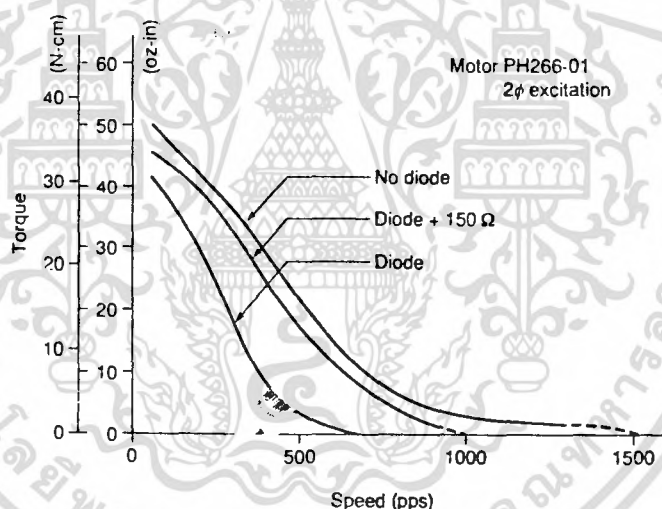
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่... ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า... ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีที่สี่ขึ้นก็ต่อ ต่อตัวต้านทานและไดโอดอนุกรมกัน ดังรูป 2.7(c) ตัวต้านทาน ทำให้พลังงานกระจายได้รวดเร็วขึ้น แต่อย่างไรก็ตามค่า Back EMF จะสูงขึ้นและต้องไม่เกินค่า แรงดันเบรกควมสูงสุด ค่าความต้านทานสูงสุด R_s หาได้จาก

$$R_{s(MAX)} = [R \frac{V_{CE(MAX)}}{V}] - 1$$

การใช้ซีเนอร์ไดโอดและไดโอด ช่วยให้กระแสลดลงได้เร็วกว่าวิธีที่ผ่านมา ถ้าแรงดันเบรกควมของซีเนอร์ไดโอด จะเลือกให้มีค่าใกล้เคียงกับ แรงดันเบรกควมของทรานซิสเตอร์ วิธีนี้แสดงดังรูป 2.7(d)

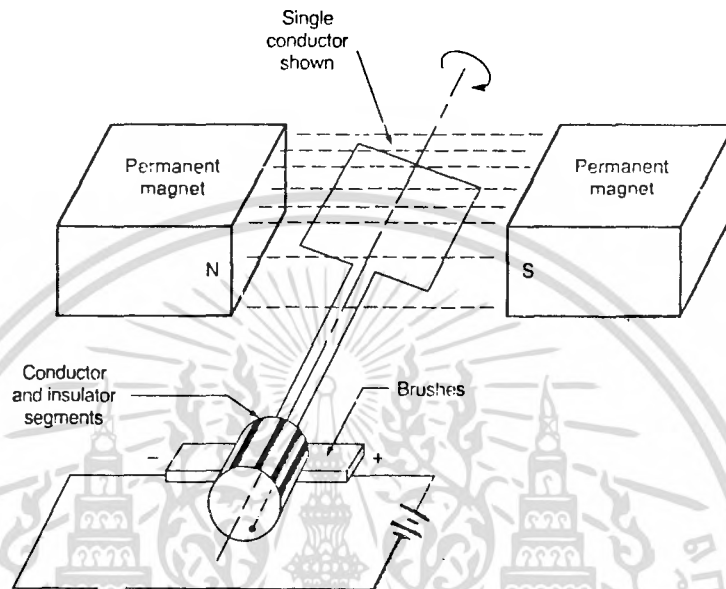
เนื่องจากค่าแรงดัน Back EMF จะเป็นเหมือนกับเบรกที่อยู่ในมอเตอร์ ดังนั้น ทอร์กที่เกิดขึ้นจะมีค่าลดลง แต่ค่า Back EMF ก็ยังมีค่าลดลงตามเวลา รูป 2.8 แสดงเส้นของทอร์ก-ความเร็ว สำหรับการกำจัดในแต่ละวิธี ซึ่งวิธีซีเนอร์ไดโอด+ไดโอด จะอยู่ในเส้นของไดโอด ดังรูป 2.8



รูป 2.8 ตารางแสดงผลของทอร์กกับความเร็วเมื่อใช้วิธีลด Back EMF

2.4 PERMANENT MAGNET DC MOTORS

รูป 2.9 แสดง การทำงานพื้นฐานของดี.ซี.มอเตอร์อย่างง่าย ซึ่งประกอบด้วย “armature” ที่ทำหน้าที่ยหมุน ซึ่งประกอบไปด้วย ขดลวด 1 ขด หรือมากกว่า แยกจากกัน ดังรูป



รูป 2.9 หลักการทำงานของ ดี.ซี. มอเตอร์

ขดลวดแต่ละขด จะติดกับวงแหวนที่แยกจากกัน (commutator) ซึ่งกำลังจะถูกส่ง ไปยัง commutator โดยผ่าน brushes

ระหว่าง commutator แต่ละอันจะมีจำนวนกันอยู่ ดังนั้นวงแหวน จะเป็นเหมือนสวิตช์ ที่นำกระแสและไม่นำกระแส (double-pole, double-throw switch) ขณะที่ armature หมุน commutator จะทำการสวิตช์อย่างคงที่ กระแสจะทำให้สนามแม่เหล็กของ armature กงที่ armature จะถูกทำให้หมุนโดย แรงแม่เหล็กไฟฟ้า จากแม่เหล็กถาวร เรียกว่า field field ของมอเตอร์แม่เหล็กถาวร ก็กำเนิดมาจากแม่เหล็กถาวรอันนี้

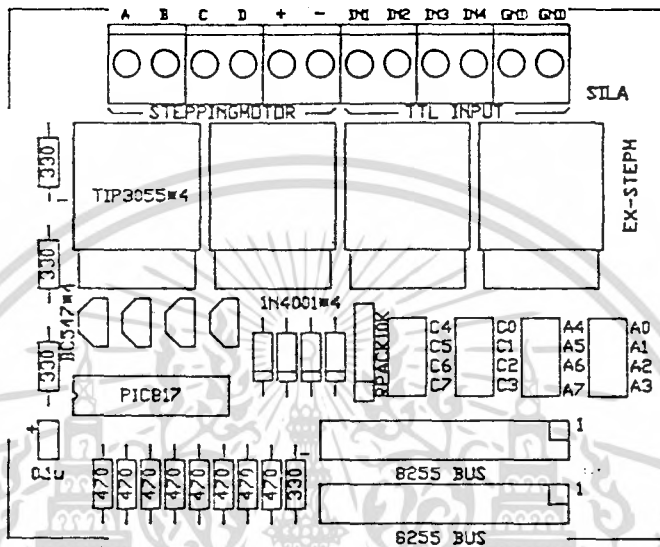
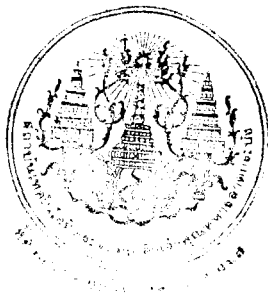
2.5 EX-STEPM 4 STEPPER MOTOR DRIVER BOARD

บอร์ด EX-STEPM นี้เป็นบอร์ดที่ใช้ขับสเต็ปมอเตอร์ ซึ่งสามารถจ่ายกระแสให้กับสเต็ปมอเตอร์ได้สูงสุดถึง 5 A ภายในบอร์ดมีขั้วต่อสำหรับขับสเต็ปมอเตอร์อยู่ 4 ขด ซึ่งก็คือ 4 เฟสและมีขั้วต่อสำหรับไฟบวกลบของสเต็ปมอเตอร์ ในการควบคุมการจ่ายกระแสของสเต็ปมอเตอร์ จะใช้การควบคุมแบบใช้แสง (OPTO-ISOLATED) เพราะว่าการขับสเต็ปมอเตอร์จะใช้กระแสมากกว่ากระแสอินพุท

มาก ซึ่งจะช่วยในการลดสัญญาณรบกวน ที่จะเกิดขึ้นในระบบควบคุมของบอร์ดได้ ลักษณะบอร์ดแสดงเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า

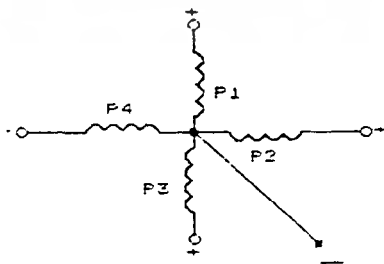
รูป 2.10

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.10 รายละเอียดคบบอร์ด EX-STEPM

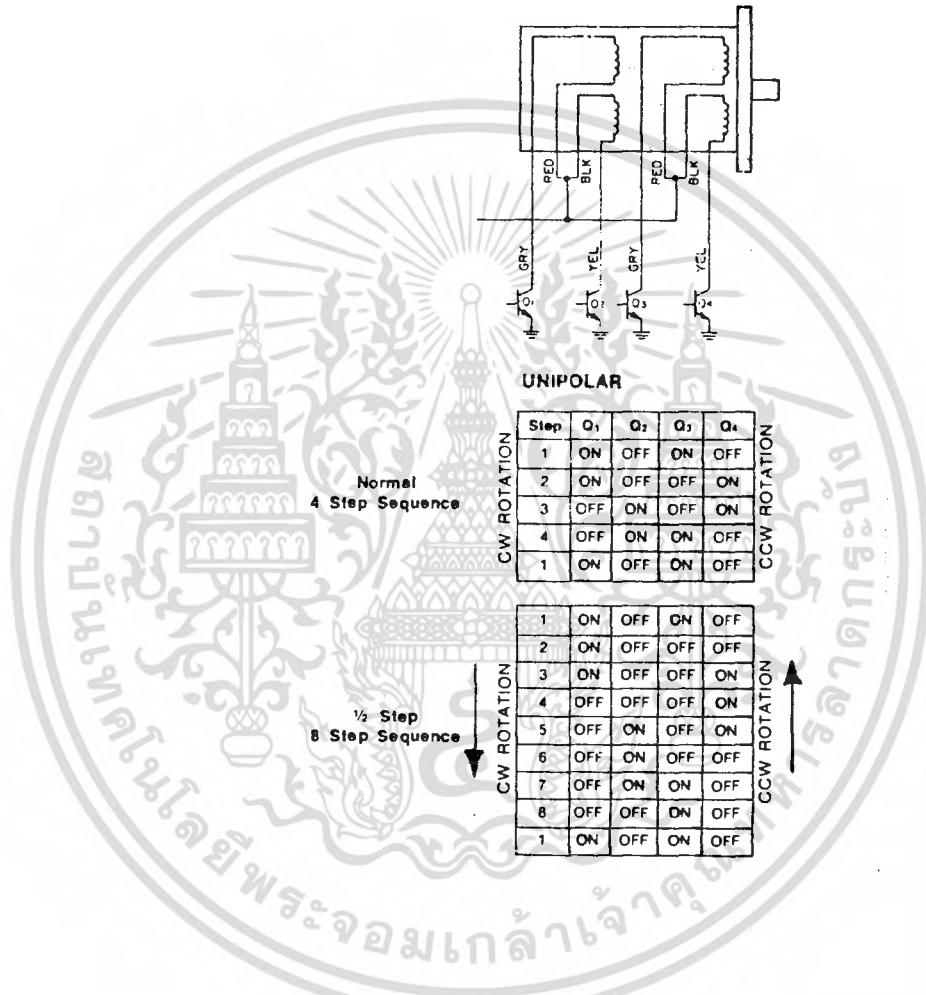
บอร์ด EX-STEPM นี้ จะใช้ขับสเต็ปมอเตอร์ที่เป็นแบบ UNIPOLAR ดังรูป 2.11



UNIPOLAR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 รูป 2.11 ลักษณะสเต็ปมอเตอร์ชนิด UNIPOLAR
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

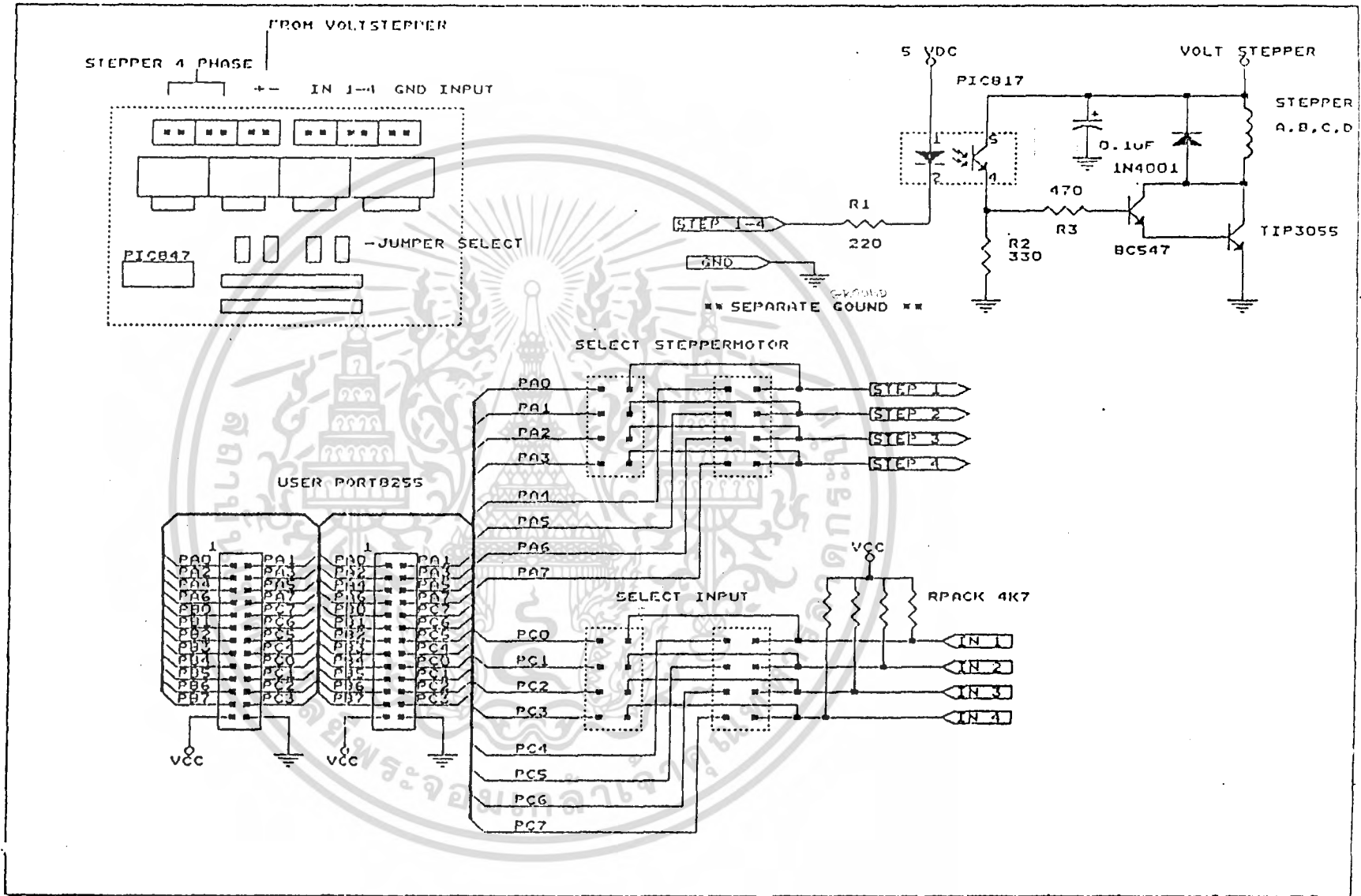
แต่สเต็ปมอเตอร์ที่ใช้ในโรงงานจะมีโครงสร้าง และการต่อวงจรเป็นดังรูป 2.12



รูป 2.12 โครงสร้างของสเต็ปมอเตอร์ที่ใช้ในโรงงานและจังหวะการทำงาน

แฉวงจรของ EX-STEPM จะเป็นดังรูป 2.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

รูป 2.13 รายละเอียดในวงจร EX-STEPM

จากรูป 2.13 จะพบว่า PORT 8255 เป็น PORT ที่ใช้ในการควบคุมการขับเคลื่อนมอเตอร์ คือ PORT A ของ 8255 (A0-A3) ส่วน PORT C จะเป็นส่วนของอินพุต แต่ในโครงการจะไม่ใช่อินพุตจากบอร์ด EX-STEPM แต่จะใช้อินพุตจากคีย์บอร์ดแทน ดังนั้น ในโครงการจะใช้แค่ PORT A ของ EX-STEPM เท่านั้น ที่จะขับเคลื่อนมอเตอร์ (PORT B และ PORT C เป็นของคีย์บอร์ด)

ในวงจรจะมีตัว OPTO COUPLER คือ PIC817 เพื่อใช้ควบคุมการขับเคลื่อนมอเตอร์ จะสังเกตว่ามีกราวด์ที่แยกจากกัน เรียกกราวด์ของอินพุตว่า คิวติคูลกราวด์ และกราวด์ของการขับเคลื่อนมอเตอร์ว่า เพาเวอร์กราวด์

เพาเวอร์ทรานซิสเตอร์เบอร์ TIP3055 เป็น อุปกรณ์ที่จะขับกระแสปริมาณมาก จึงต้องมีการระบายความร้อนโดยใช้ HEAT SINK

2.6 ไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ เป็นหัวใจสำคัญของโครงการนี้ เปรียบเสมือนเป็นสมองของระบบซึ่งเป็นตัวควบคุมการทำงานทั้งหมดของระบบ ในโครงการนี้เราใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 โดยจะใช้บอร์ด ANT-31PJ เป็นบอร์ดที่ใช้ทำงาน

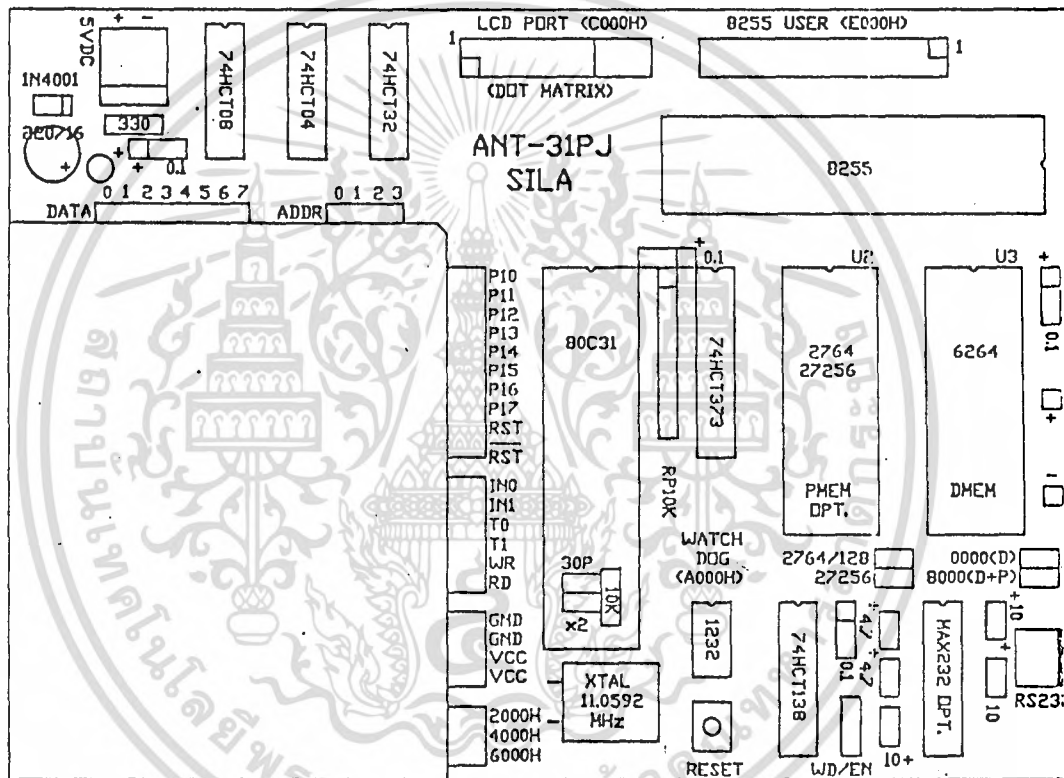
บอร์ด ANT-31PJ นี้มีข้อดี คือ ขนาดเล็ก กะทัดรัด(ไม่เหมือน JAZZ-31 ที่มีขนาดใหญ่กว่า) และมีอุปกรณ์ที่อำนวยความสะดวกจำนวนมากเพียงพอ ได้แก่ อุปกรณ์ I/O ต่างๆ เช่น 8255 USER PORT, LCD PORT ที่ต่อเข้ากับ MODULE ได้โดยตรงและส่วนที่เป็นพื้นที่การทำงานด้วยซึ่งจะมีจุดต่อสัญญาณต่างๆที่สำคัญรอไว้ให้พร้อม ทำให้สะดวกในการพัฒนาส่วนเพิ่มเติมเข้าไป

นอกจากนั้น ANT-31PJ ยังมีระบบ RESET และ WATCH DOG จากชิพเบอร์ MAX 1232 ด้วย ซึ่งจะช่วยให้งานมีความแน่นอนยิ่งขึ้น

คุณสมบัติของบอร์ด ANT-31PI

CPU	80C31 μ C
CLOCK	11.059 MHz
MEMORY	U2 0/32K EPROM SOCKET(2764, 27128, 27256) 0000-7FFFH(PMEM) U3 8/8K RAM (6264) ADDRESS SELECTABLE 0000-1FFFH (DMEM) OR 8000-9FFFH (DMEM+PMEM)
PORT	24 BIT 8255 USER PORT (26 PIN CONNECTOR) SERIAL PORT (3 PIN CONNECTOR) (MAX232 = OPTION)
ON BOARD	1 POWER LED 1 2-PIN SVDC CONNECTOR 1 RESET SWITCH (MAX1232) 1 2-WAYS JUMPER (WATCH-DOG ENABLE/DISABLE) 2 TEST POINT FOR CLIP (VCC,GND) 7 \times 5.5 cm WORKING AREA PCB
POWER	SVDC CURRENT 80 ma (WITH 27C256 EPROM)
SIZE	10.2 \times 14.2 cm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.14 ตำแหน่งต่างๆ บนบอร์ด ANT-31PJ

รายละเอียดต่างๆบนบอร์ด

หน่วยความจำ

การจัดการหน่วยความจำของบอร์ด ANT-31PJ แบ่งได้เป็น 2 SOCKET โดยสามารถใส่หน่วยความจำได้สูงสุดถึง 40 KBYTE และสามารถเลือกเบอร์ต่างๆได้ดังนี้

SOCKET	จำนวน KBYTE	เบอร์หน่วยความจำที่ใช้ได้	แนวทางการใช้งาน
U2	8-32K	27264, 27128, 27256	สำหรับโปรแกรมมอนิเตอร์
U3	8K	6264	สำหรับเก็บข้อมูลหรือใช้ทดสอบโปรแกรม โดยสามารถเลือกตำแหน่ง ADDRESS เป็น 0000H หรือ 8000H

การเลือก ADDRESS ของ U3 นี้ สามารถเลือกได้เป็น 2 ช่วงดังนี้

1. ADDRESS 0000-1FFFH โดยจะมองเห็นหน่วยความจำเป็น DATA MEMORY เท่านั้น ซึ่งสามารถใช้งานได้ทั่วไป หรือจะใช้กับ BASIC32 ก็ได้ (BASIC32 คือ EPROM ที่มี BASIC อยู่ในตัว ทำให้สามารถพัฒนาโปรแกรมด้วยภาษา BASIC ได้)

2. ADDRESS 8000-9FFFH โดยจะมองเห็นหน่วยความจำเป็นทั้ง DATA MEMORY และ PROGRAM MEMORY ซึ่งใช้งานได้ทั่วไป ขณะที่สามารถใช้กับ REM31 ได้ด้วย โดยจะทำให้การพัฒนาโปรแกรมทำได้สะดวก(REM31 คือ EPROM ที่มีโปรแกรมมอนิเตอร์เพื่อช่วยให้พัฒนาโปรแกรมบนบอร์ด ผ่านทางเครื่อง PC ได้)

การเลือกเบอร์ของหน่วยความจำ หรือการเลือกตำแหน่งของ ADDRESS สามารถทำได้ด้วยตัว JUMPER ที่อยู่ทางด้านล่างของ SOCKET โดยกำหนดตัว JUMPER ให้ตรงกับตำแหน่งที่ต้องการ

8255 INPUT/OUTPUT PORT

บอร์ด ANT-31PJ มีหน่วย INPUT/OUTPUT อยู่ 1 ตัว โดยผู้ใช้สามารถใช้งานได้โดยอิสระ ซึ่งใช้เบอร์ 8255 ยอดนิยม ขั้วต่อเป็นแบบ 26 PIN HEADER มาตรฐาน โดยจะสามารถใช้บอร์ดขยายต่างๆในตระกูล EX-SERIES ได้ทันที หรือจะต่อออกไปประยุกต์ใช้งานต่างๆได้ตามต้องการ ตำแหน่ง ADDRESS ของ 8255 จะจัดอยู่ในส่วน DATA MEMORY โดยใช้ ADDRESS ดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PORT	ADDRESS
PORT A	E000H
PORT B	E001H
PORT C	E002H
CONTROL	E003H

การใช้งาน 8255 นี้ จำเป็นจะต้องส่ง CONTROL CODE ไปยัง CONTROL PORT ก่อนเสมอ ซึ่งจะเป็นการกำหนดคุณสมบัติต่างๆของ PORT A, B, C ทั้งนี้ให้ดูรายละเอียดได้จาก DATA SHEET ของ 8255 อีกที อย่างไรก็ตาม การใช้งานในโหมด 0 ซึ่งเป็นโหมดที่ใช้กันเป็นส่วนใหญ่ จะสามารถดูตารางสรุปได้ โดยจะกำหนดให้ PORT A, B, C เป็น INPUT หรือ OUTPUT ได้ตามต้องการ เช่น ถ้าต้องการกำหนดให้ PORT A เป็น OUTPUT และ PORT B เป็น INPUT และ PORT C เป็น INPUT ด้วย ก็ทำได้ด้วยการส่งค่า 8BH ไปยัง CONTROL PORT ก่อน การกำหนดค่า CODE นี้ จะกระทำเพียงครั้งเดียวที่คั่นโปรแกรมก็พอ เพราะ 8255 จะคงสภาพที่กำหนดไว้ จนกว่าจะไม่มีไฟเลี้ยง

LCD PORT

บอร์ด ANT-31PJ จะมี LCD PORT พร้อม โดยสามารถต่อเข้ากับ LCD MODULE แบบ DOT MATRIX ได้ทันที ซึ่งจะใช้ขาสัญญาณทั้งหมด 14 ขา แต่บนบอร์ด ANT-31PJ ได้ออกแบบเพื่อไว้ให้ใช้กับจั่วต่อขนาด 20 ขาได้ด้วย สำหรับให้ผู้ใช้งานขยายเพิ่มเติมได้ในกรณีที่ต้องการใช้กับ LCD แบบ GRAPHIC การใช้งาน LCD PORT นี้จะมีการจัดวงจรในแบบ MEMORY MAP ซึ่งจะช่วยให้การเขียนโปรแกรมทำได้ง่าย โดยจะมองเห็นตำแหน่งต่างๆ สรุปได้ดังนี้

ADDRESS	ลักษณะของ PORT ที่ติดต่อ
C000H	สำหรับเขียนคำสั่ง (RS=0 R/W=0)
C001H	สำหรับอ่านค่า BUSY (RS=0 R/W=1)
C002H	สำหรับเขียนข้อมูล (RS=1 R/W=0)
C003H	สำหรับอ่านข้อมูล (RS=1 R/W=1)

การใช้ LCD แบบ DOT MATRIX นี้ จะสามารถเลือกรุ่นใดๆก็ได้ ก็มีจำนวนตัวอักษรต่อบรรทัด และจำนวนบรรทัดตามที่ต้องการ เพราะใช้สายสัญญาณแบบเดียวกันหมด จะแตกต่างกันด้านโปรแกรมเท่านั้น การนับหมายเลขจั่วต่อของ LCD PORT จะไม่เหมือนกับการนับทั่วไป จึงควรดูให้แน่ใจก่อนการต่อใช้งาน (ลักษณะการจัดขาดูได้จากภาพแสดง CONNECTOR ประกอบ) อีกประการหนึ่ง หมายเลขจั่วต่อที่ด้านตัว LCD ก็มักจะมีหลายแบบ ก็อาจจะเป็นแถวคู่หรือแถวคี่ก็ได้ แต่ทั้งนี้หมายเลข 1-14 ของขาสัญญาณจะตรงกันหมด กล่าวคือต่อตามหมายเลขให้ตรงเป็นใช้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจร RESET และ WATCH DOG

วงจร RESET บนบอร์ด ANT-31PJ จะใช้ชิพเบอร์ MAX1232 โดยจะใช้สำหรับการ RESET ระบบ รวมทั้งมีวงจร WATCH DOG ให้พร้อมด้วย ซึ่งการ RESET แบบนี้จะให้ผลดีกว่าวงจบบน RC ทั่วไป โดยจะทำการ RESET ทั้งช่วง POWER UP และ DOWN จึงแน่ใจได้ว่าระบบไมโครจะไม่เกิดสภาพรวนจากการ RESET อย่างแน่นอน การ RESET จาก MAX1232 นี้จะตั้งระดับไว้ที่ 10% ของ VCC คือระบบ RESET จะทำงานทันทีถ้าไฟ VCC ต่ำกว่า 4.5 V

ส่วนวงจร WATCH DOG ก็จะช่วยทำให้ระบบเกิดความเสถียรมากขึ้น โดยสามารถเลือก ENABLE หรือ DISABLE ได้ด้วย JUMPER ที่อยู่ด้านขวาของชิพ 74HCT138 ในกรณีที่ตั้งไว้ที่ DISABLE ระบบจะต่อขา /ST ของ MAX1232 เข้ากับขา A0 ของตัวไมโคร ซึ่งหมายถึงว่าจะมีสัญญาณมาตลอดเวลา แต่ถ้าตั้งไว้ที่ ENABLE ระบบจะต่อเข้ากับสัญญาณ DECODE ในตำแหน่ง A000H เพราะฉะนั้นโปรแกรมที่เขียนขึ้นจะต้องส่งสัญญาณมากระตุ้นที่ตำแหน่งนี้เสมอภายในเวลา 1.2 sec (การส่งสัญญาณมากระตุ้นทำได้ด้วยการใช้คำสั่ง MOVX และอ้าง ADDRESS มาที่ A000H ก็เพียงพอแล้ว โดยไม่ต้องสนใจว่าจะเป็นการ READ หรือ WRITE หรือ REGISTER ตัวไหนแต่อย่างใด) ในกรณีที่สัญญาณขาดหายไปซึ่งอาจเกิดจากการ HANG ของระบบ ตัว MAX1232 ก็จะทำการ RESET ระบบทันที โดยจะทำให้ระบบทั้งหมดกลับมาทำงานได้ตามปกติต่อไป

SERIAL PORT

SERIAL PORT ของระบบ ANT-31PJ ใช้ต่อตรงจากชิพ 80C31 โดยผ่าน MAX232 เพื่อทำหน้าที่เปลี่ยนระดับแรงดันไฟให้เข้ามาตรฐาน RS232 ขั้วต่อที่ใช้เป็นแบบ 3 PIN สามารถใช้กับความเร็วได้สูงสุดถึง 19200 BPS การใช้งานโดยละเอียดให้ดูจากเนื้อหาของ MCS-51 โดยตรง อีกประการหนึ่ง SERIAL PORT นี้ มักจะใช้ร่วมกับโปรแกรมที่ช่วยในการพัฒนาด้วย เช่น REM31 หรือ BASIC32

WORKING AREA PCB

เป็นพื้นที่ PCB สำหรับให้ผู้ใช้พัฒนางจรต่างๆ เพิ่มเติมได้ตามต้องการ มีขนาด 7 X 5.5 cm และที่สำคัญคือมีขาสัญญาณต่างๆ ที่สำคัญของ MCS-51 ให้พร้อม โดยอยู่รอบๆบริเวณนี้ ซึ่งช่วยให้ผู้ใช้ เดินสายเข้าวงจรได้อย่างสะดวก

การพัฒนาโปรแกรมบนบอร์ด ANT-31PJ สามารถทำได้ทั้งภาษา BASIC และภาษา ASSEMBLY โดยจะมีแนวทางดังต่อไปนี้

1. การพัฒนาด้วย ASSEMBLY ผ่านเครื่องมือประเภท EPROM EMULATOR วิธีนี้ก็คือ การเขียนโปรแกรมบนเครื่อง PC เสียก่อน จากนั้นก็แปลงเป็น HEX FILE และนำ HEX FILE นี้ไปอัดลงตัว EPROM แล้วจึงนำมาเสียบทดลองกับบอร์ด แต่แทนที่จะใช้ตัว EPROM จริงๆ ก็ใช้เครื่องมือแบบ EPROM EMULATOR แทน ซึ่งจะช่วยให้สะดวกและรวดเร็วกว่า ไม่สิ้นเปลืองตัว EPROM และไม่ต้องทำการเสียบเข้าออกบ่อยๆด้วย (เราจะใช้ บอร์ด BE-232) การพัฒนาแบบนี้ นับว่าเป็นขั้นพื้นฐานที่

ไม่ยากนัก แต่หากต้องการพัฒนาให้ดีขึ้นอีก ก็ต้องอาศัยความรู้ทางด้านอิเล็กทรอนิกส์บ้าง และต้องอาศัยเครื่องมือที่จำเป็น เช่น เครื่องมือสำหรับเขียนโปรแกรม หรือ เครื่องมือสำหรับอ่านค่า โปรแกรมที่เขียนขึ้นแล้ว และต้องอาศัยความรู้ทางด้านอิเล็กทรอนิกส์บ้าง และต้องอาศัยเครื่องมือที่จำเป็น เช่น เครื่องมือสำหรับเขียนโปรแกรม หรือ เครื่องมือสำหรับอ่านค่า โปรแกรมที่เขียนขึ้นแล้ว

สุด โปรแกรมของผู้ใช้ก็จะเริ่มต้นที่ ADDRESS 0000H เลย ทำให้ผู้ใช้มีความชัดเจนในการทำโปรแกรมอย่างดี รวมทั้งสามารถใช้ HARDWARE ทุกส่วนได้อย่างอิสระ แต่จุดอ่อนก็จะมีบ้าง โดยเฉพาะกับผู้เริ่มต้นเรียนรู้ ก็คือไม่มีตัวช่วยในการ DEBUG โปรแกรม ไม่สามารถตั้ง BREAK หรือทำการ SINGLE STEP ได้

2. การพัฒนาด้วยภาษา ASSEMBLY ผ่านโปรแกรม REM31 วิธีนี้จะใช้โปรแกรม REM31 เป็นตัวช่วยในการพัฒนา โดยโปรแกรม REM31 จะอยู่ในรูปของ EPROM ที่นำมาเสียบลงที่ตำแหน่ง U2 ซึ่ง REM31 นี้จะทำหน้าที่ติดต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ PC ช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงบอร์ดได้ โดยอาศัยจอภาพและคีย์บอร์ดของเครื่อง PC สามารถใช้งานได้ในการทำงานเดียวกับคำสั่ง DEBUG.COM บน DOS ก็จะสามารถดูค่าในหน่วยความจำบนบอร์ด ANT-31PJ ได้ ดูค่า REGISTER ได้ สั่งให้โปรแกรมทำงานทีละคำสั่ง (SINGLE STEP) รวมทั้งตั้งค่า BREAK ได้ และอื่นๆอีกมากมาย วิธีนี้นับว่าเหมาะสมและคุ้มค่าเป็นอย่างมาก และมีราคาไม่แพง จุดอ่อนก็คือ โปรแกรมของผู้ใช้จะเริ่มต้นที่ ADDRESS 8100H ซึ่งเมื่อถึง ขั้นตอนที่จะนำไปใช้งาน ต้องทำการเปลี่ยน ORIGIN เป็นตำแหน่ง 0000H ก่อน และในการพัฒนานั้น ผู้ใช้จะทำโปรแกรมได้ในขนาดที่ไม่เกิน 8 KBYTE

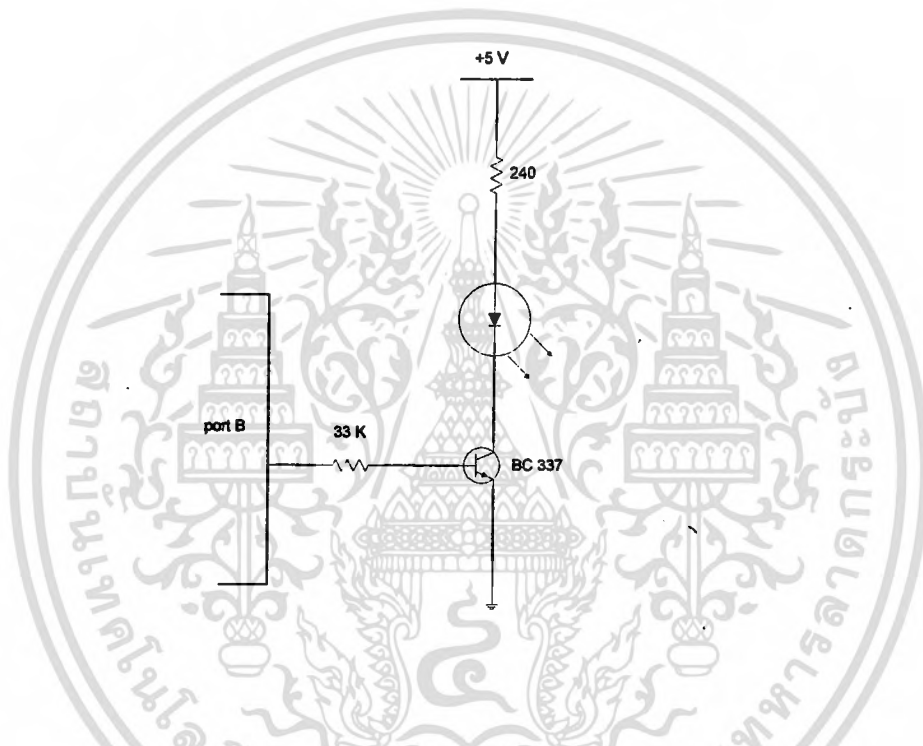
ในโครงการนี้ เราจะเขียนโปรแกรมด้วยภาษา ASSEMBLY และใช้ EPROM EMULATOR เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการทดสอบโปรแกรม และเราใช้ PORT 8255 เป็น I/O PORT

บทที่ 3

หลักการดำเนินงาน

การควบคุมการ ON/OFF ของ Infrared LED ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

เราจะใช้ทรานซิสเตอร์ทำหน้าที่เป็นสวิตช์ในการ ON/OFF Infrared LED ในโครงการ และสามารถควบคุมได้ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งทำให้สะดวกและเป็นอัตโนมัติ การเชื่อมต่อของวงจรนี้กับไมโครคอนโทรลเลอร์จะเป็นดังรูป 3.1



รูป 3.1 วงจรที่ใช้ในการ ON/OFF Infrared LED

เมื่อมีกระแสไหลมาที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์(เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ป้อนลอจิก1)จะทำให้ทรานซิสเตอร์ขยายกระแส(ทรานซิสเตอร์ ON) และทำให้กระแสไหลผ่าน LED ด้วย (LED ON) และเมื่อไม่มีกระแสเบส ทรานซิสเตอร์และ LED ก็จะมี OFF

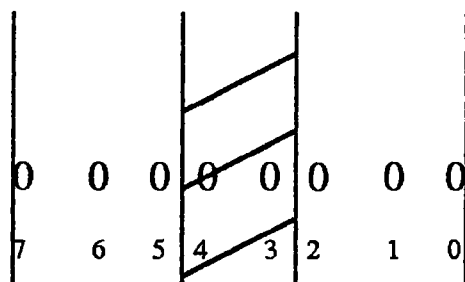
ดังนั้นเราสามารถควบคุมการ ON/OFF ของ LED ได้ด้วยการป้อนลอจิก 1 หรือ 0 ในโครงการเราจะต่อ LED เข้ากับ PORT B ของ PORT 8255

เทคนิคการวางตำแหน่งของ LED และ Phototransistor

เทคนิคการวางตำแหน่งนี้เป็นความคิดของผู้ทำโครงการ ซึ่งมีได้นำมาจากแหล่งข้อมูลใดๆ

เทคนิคนี้เป็นเทคนิคที่สำคัญที่จะบ่งบอกถึงสภาพของทิศทางของตัวรถที่สัมพันธ์กับแถบเส้นทางเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์การใช้งานเพื่อการศึกษาดูงาน ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าเปรียบเสมือนกับการสร้างตึกให้ตัวรถ ผู้ทำโครงการ ได้ออกแบบดังรูป 3.2

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



บิต 0 - ขวา 90 องศา

บิต 1 - ขวา 60 องศา

บิต 2 - ขวา 30 องศา

บิต 3 - ไม่เลี้ยว

บิต 4 - ไม่เลี้ยว

บิต 5 - ซ้าย 30 องศา

บิต 6 - ซ้าย 60 องศา

บิต 7 - ซ้าย 90 องศา

รูป 3.2 การวางตำแหน่งของ LED และ Phototransistor

เหตุที่คิดเช่นนี้เพราะว่า บิต 3 และบิต 4 นั้น เราจะบังคับให้อยู่ในแถบเส้นทาง เมื่อเริ่มต้นให้รถวิ่ง แต่เมื่อไรที่แถบเส้นทางเกิดการเลี้ยวทางซ้ายหรือทางขวา บิต 5 หรือบิต 2 จะเป็นลอจิก 1 ทันที และถ้าเลี้ยวเป็นมุมองศาที่มาก บิตอื่นๆ เช่น บิต 7, 6, 1, 0 ก็จะเป็นลอจิก 1 ด้วย ขึ้นอยู่กับลักษณะของแถบเส้นทาง

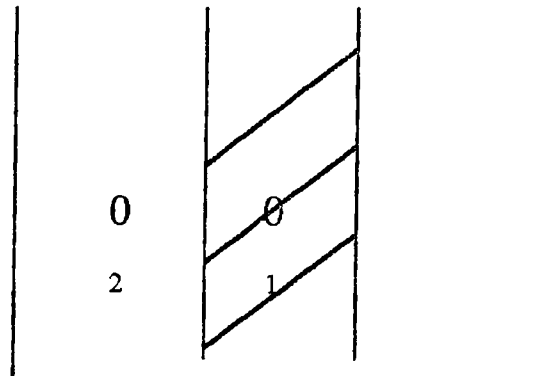
ดังนั้นจากข้อมูลเหล่านี้ เราสามารถนำไปใช้ในการเขียนโปรแกรมควบคุมได้

หมายเหตุ: จะเห็นว่าขนาดความกว้างของแถบเส้นทางเป็นขนาดที่ตายตัว ถ้าต้องการเปลี่ยนขนาด ก็ต้องเปลี่ยนการวางของบิตตามด้วยให้สัมพันธ์กัน

การแปลงสัญญาณ V_{OUT} ให้เป็นสัญญาณเลขฐานสอง

ในการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์นั้น จำเป็นต้องใช้ข้อมูลเป็นสัญญาณเลขฐานสองเท่านั้น สำหรับการควบคุมการทำงาน หรือที่เราเรียกว่าเป็นภาษาเครื่อง(machine language) คือข้อมูล "0" กับ "1" เท่านั้น ดังนั้นในการเชื่อมต่อคิเทคเตอร์เข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์ ก็จำเป็นต้องแปลงสัญญาณอนาลอกจากคิเทคเตอร์ให้กลายเป็นสัญญาณทางดิจิทัลด้วยเช่นกัน และเนื่องจากสภาวะของอินพุตที่เราต้องการตรวจวัดเป็นสภาวะแบบไบนารีพอดี คือ การที่แสงตกลงบนแถบเส้นทาง กับการที่แสงไม่ตกลงบนแถบเส้นทาง แต่ตกลงบนพื้นถนน แสดงดังรูป 3.3

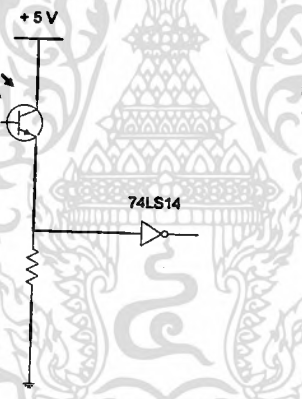
เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์สงวนไว้สำหรับใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



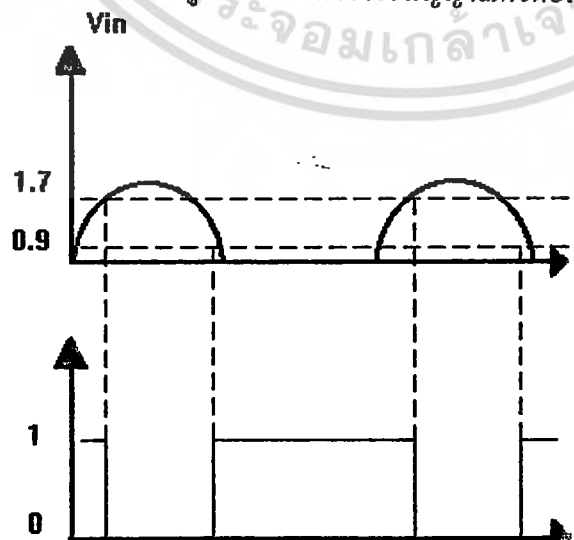
- 1 - แสงตกลงบนเส้นทาง
- 2 - แสงตกลงบนพื้นถนน

รูป 3.3 สภาวะของแสง

ดังนั้นสภาวะแบบนี้จึงไม่เป็นการยากที่จะแปลงสัญญาณให้เป็นดิจิทัล จากวงจรในรูปที่ 3.4 จะพบว่า V_{OUT} ก็คือ แรงดันที่เราต้องการป้อนเข้าสู่ไมโครคอนโทรลเลอร์ ในโครงการเราจะใช้ชมิคค์ทริกเกอร์อินเวอร์เตอร์ (IC เบอร์ 74LS14) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้แปลงสัญญาณ V_{OUT} ให้เป็นดิจิทัล 7414 จะมีการทำงานดังรูป 3.5



รูป 3.4 แสดงวงจรสัญญาณดิจิทัลที่จะป้อนเข้าสู่ไมโครคอนโทรลเลอร์



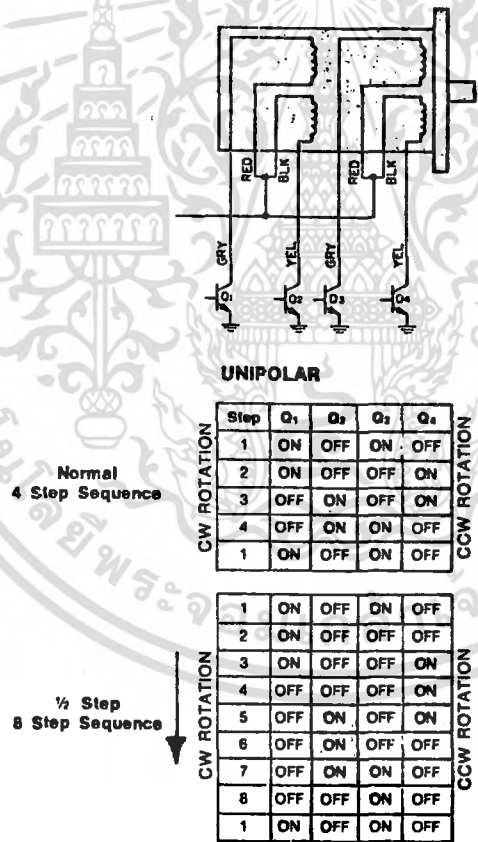
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งรูป 3.5 ที่กราฟแสดงลักษณะสมบัติของไอซีชมิคค์ทริกเกอร์ 74LS14

จะเห็นว่า UTP และ LTP มีค่า 1.7 V และ 0.9 V ตามลำดับ ดังนั้นเราจะต้องให้ V_{OUT} มีค่าที่สอดคล้องคือ $UTP \leq V_{OUT} \leq LTP$ เพื่อให้แรงดันถึงจุดทริกของทั้งคู่ และสามารถแปลงค่าได้ ดังนั้นเราต้องเลือกค่าความต้านทานให้เหมาะสม

การขับสเต็ปมอเตอร์

ในการขับสเต็ปมอเตอร์ให้หมุนได้ตามที่ต้องการนั้น จะต้องมีวิธีการควบคุมทางไฟฟ้า และการควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ รูปแบบการควบคุมนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น โครงสร้างของสเต็ปมอเตอร์ จำนวนเฟส กำลังที่ต้องการ แรงบิด เป็นต้น

สเต็ปมอเตอร์ที่ใช้ในโรงงานจะเป็นแบบยูนิโพลาร์ 2 เฟส 6 สาย แสดงโครงสร้างของมอเตอร์และการต่ออุปกรณ์ขับได้ดังรูป 3.6



รูป 3.6 โครงสร้างของสเต็ปมอเตอร์ที่ใช้ในโรงงานและจังหวะการขับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูป 3.6 จะมีตารางที่แสดงขั้นตอนการขับสตีปมอเตอร์ มืออยู่ 2 ตารางคือ ตารางที่เป็นแบบ 4 สตีป และ 8 สตีป ข้อแตกต่างกันก็คือ แบบ 8 สตีปจะให้แรงบิดที่มากกว่าแบบ 4 สตีป ดังนั้นในโครงการเราจะขับแบบ 8 สตีป

นอกจากส่วนของฮาร์ดแวร์แล้ว ยังมีอีกส่วนหนึ่งที่มีความสำคัญมากเท่าๆกัน นั่นก็คือ ส่วนของซอฟต์แวร์หรือโปรแกรมซึ่งใช้ในการควบคุมการทำงานทั้งหมด

รูปแบบการทำงานของโปรแกรม

ส่วนประกอบหลักของโครงการนี้และเป็นหัวใจสำคัญได้แก่ ไมโครคอนโทรลเลอร์(หรือ ไมโครโปรเซสเซอร์) ซึ่งเราจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8051 เป็นตัวควบคุมการทำงานทั้งหมด

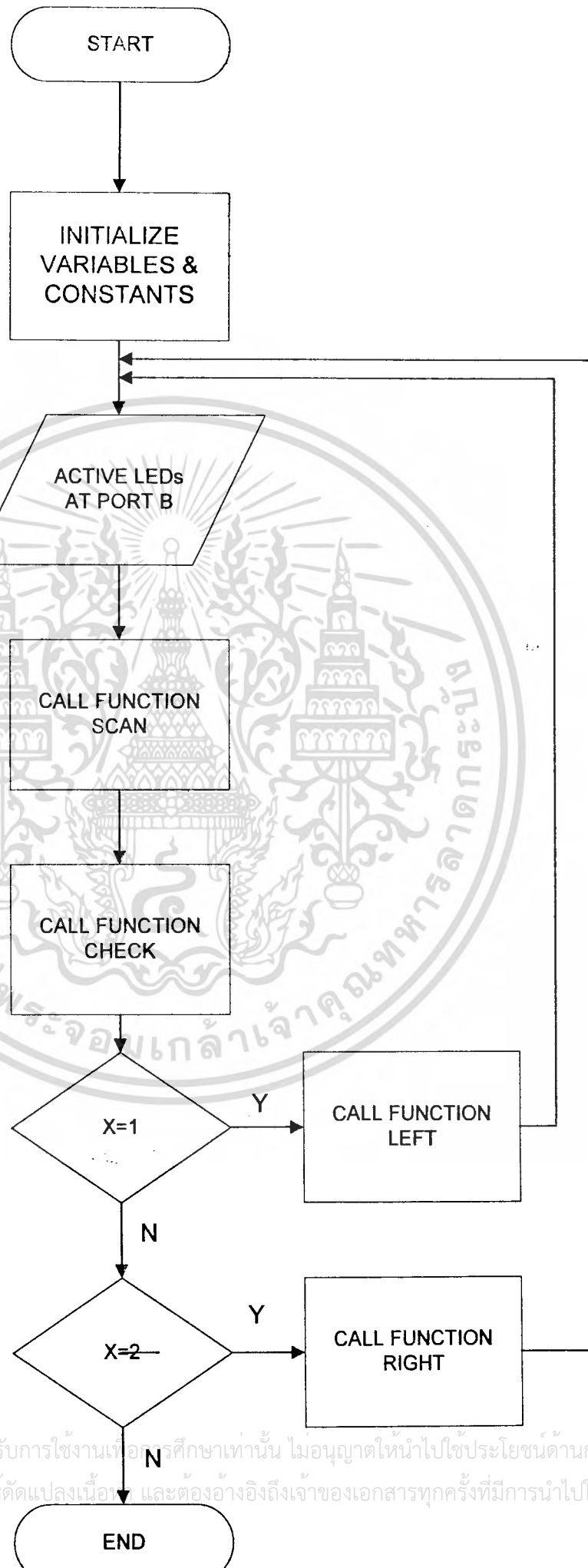
ในการเขียนโปรแกรมควบคุมนั้น เราจะใช้ภาษาแอสเซมบลี ซึ่งเป็นภาษาที่เป็นที่นิยมในการเขียนโปรแกรม เนื่องจากภาษาแอสเซมบลีมีความสะดวกในการเขียน สามารถเข้าถึงรีจิสเตอร์แต่ละตัวในหน่วยความจำได้ และเป็นภาษาที่เหมาะสมกับการควบคุมการทำงานของฮาร์ดแวร์ได้โดยตรง

องค์ประกอบของโปรแกรม

โปรแกรมการควบคุมการทำงานจะประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญ 3 ข้อ ได้แก่

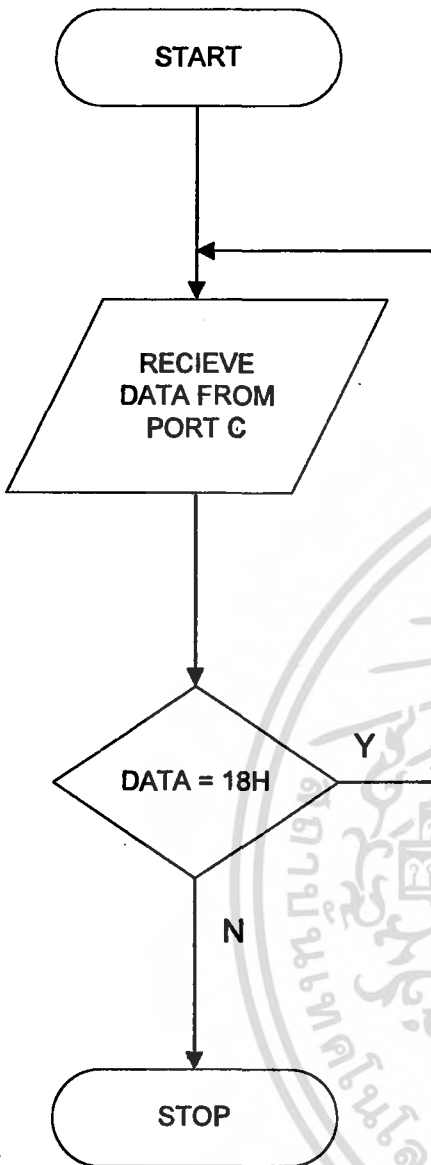
1. ส่วนควบคุมการทำงานของคีย์บอร์ด
2. ส่วนควบคุมการทำงานของสตีปมอเตอร์
3. ส่วนควบคุมการทำงานของดี.ซี.มอเตอร์

FLOW CHART OF MAIN PROGRAM

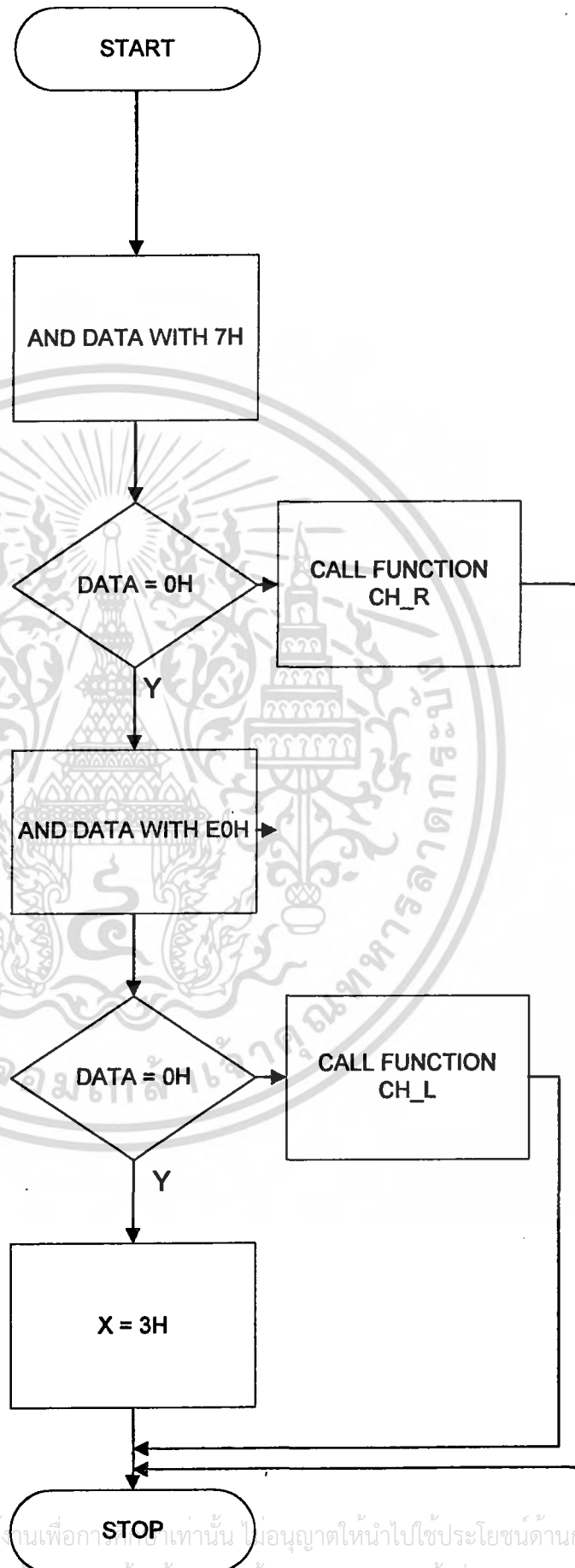


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FLOWCHART OF SCAN
FUNCTION

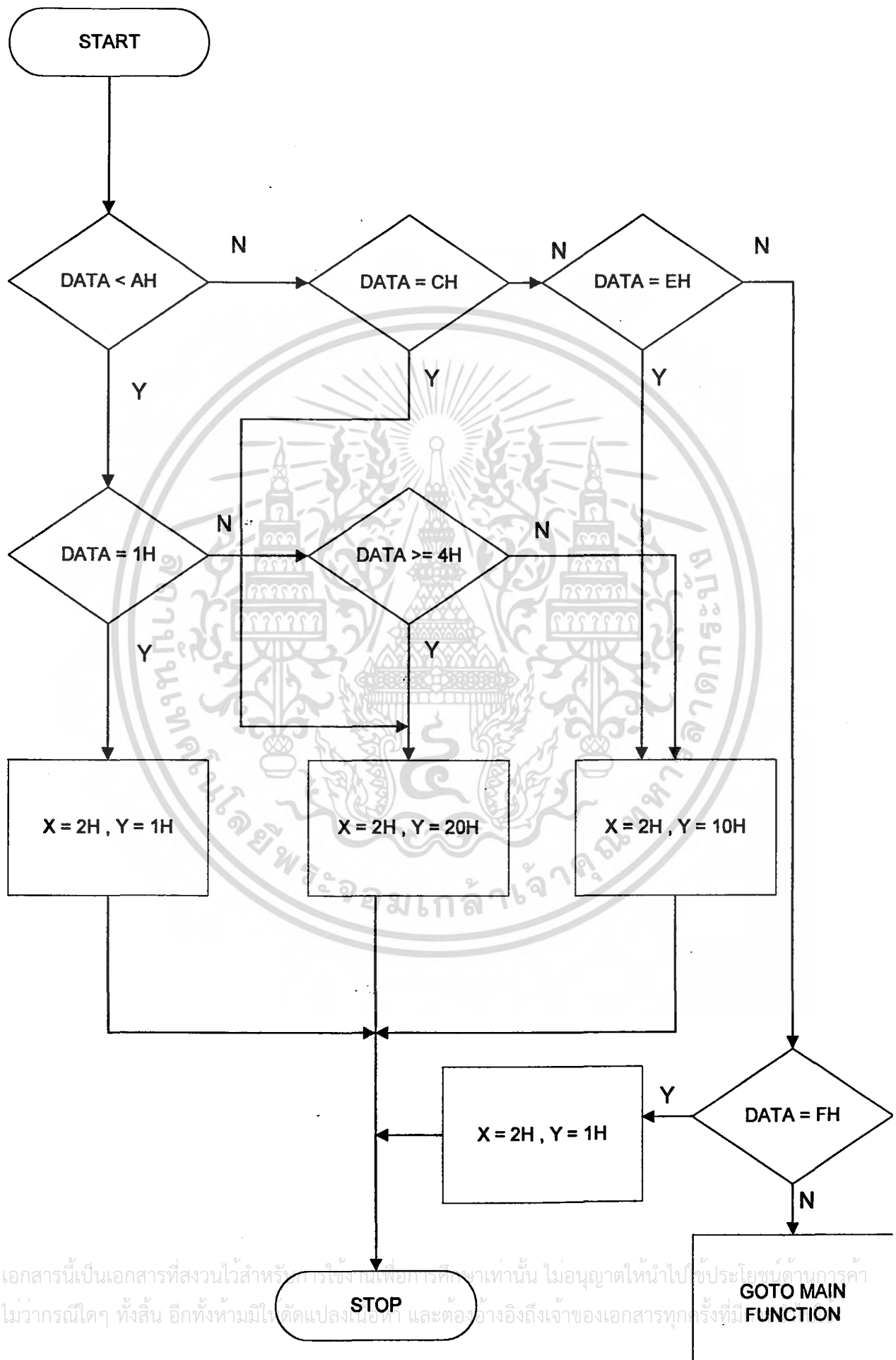


FLOWCHART OF CHECK
FUNCTION



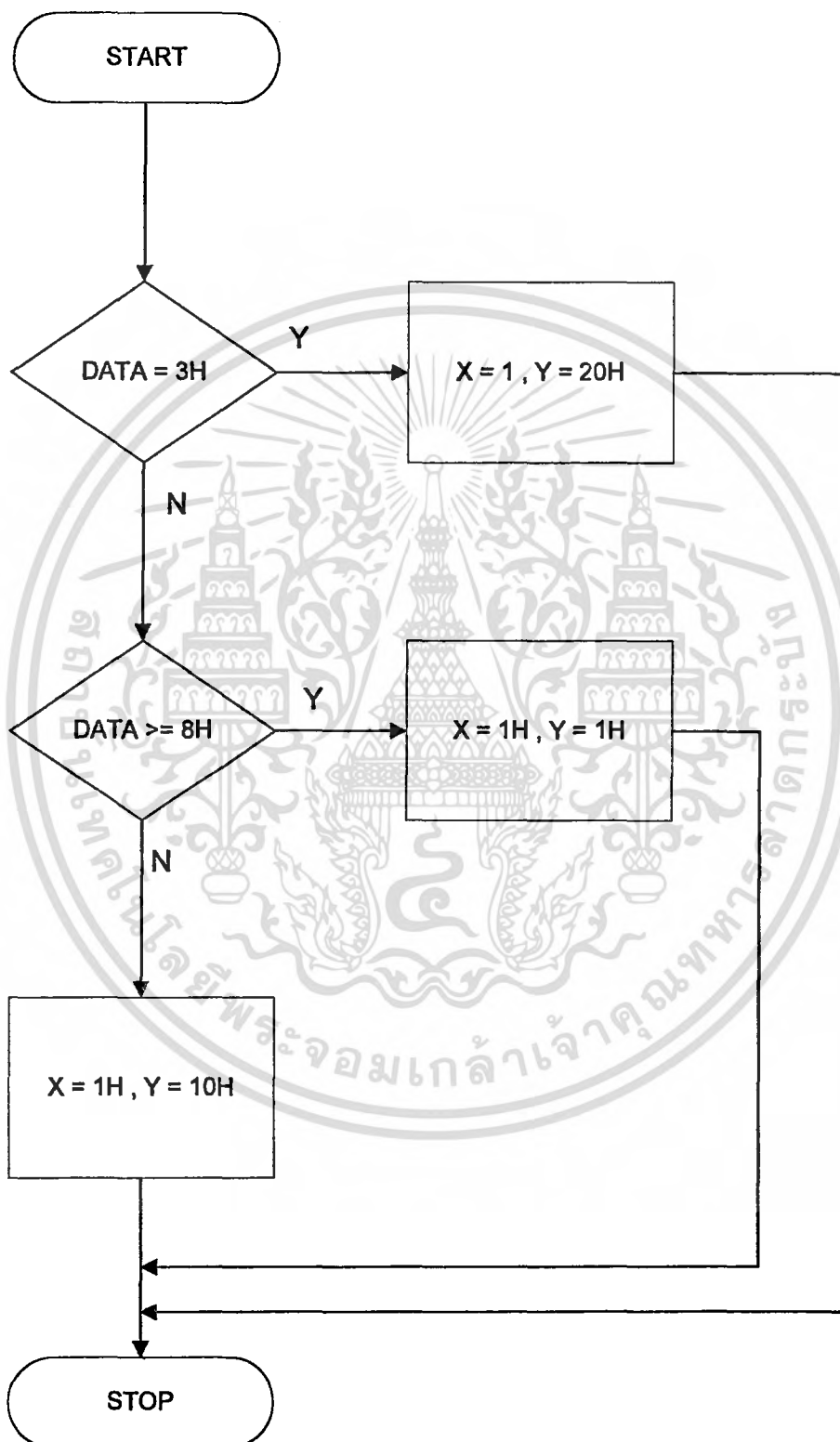
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FLOW CHART OF CH_R FUNCTION



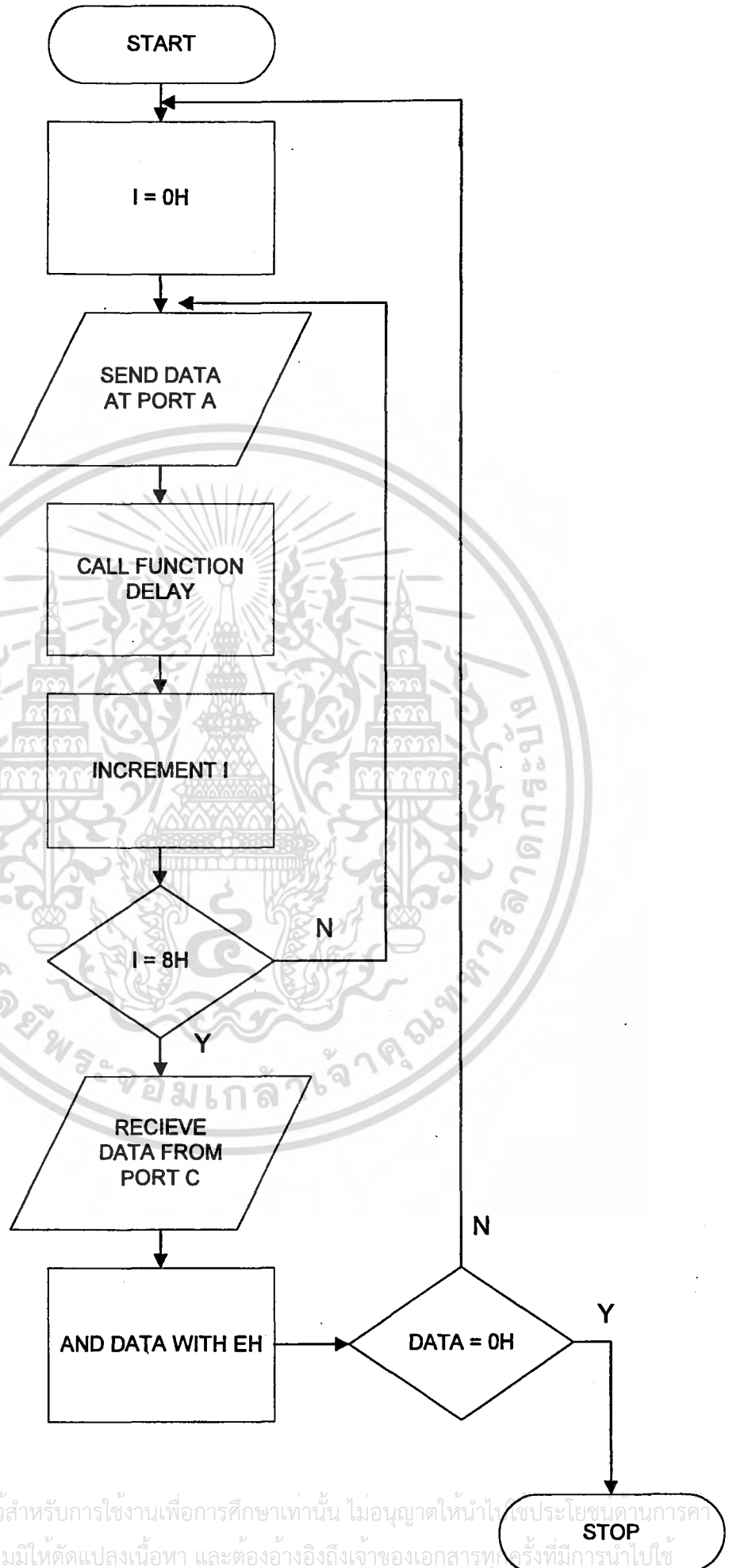
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มี

FLOWCHART OF CH_L FUNCTION



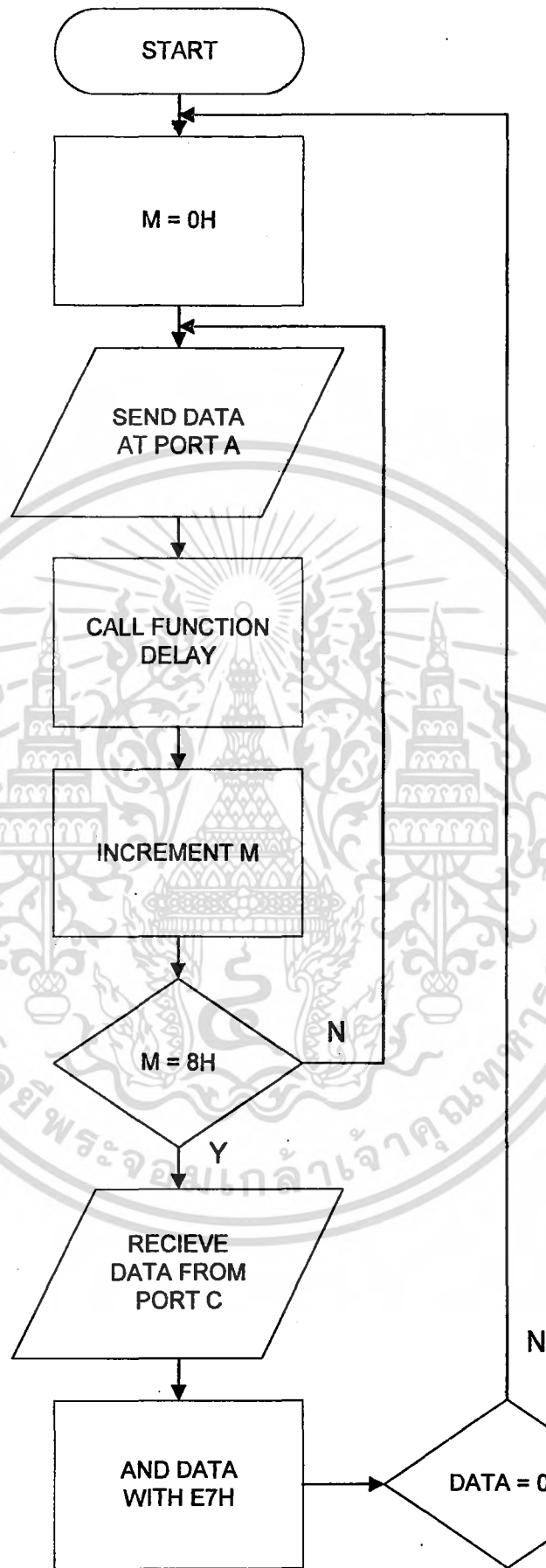
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FLOWCHART OF LEFT FUNCTION



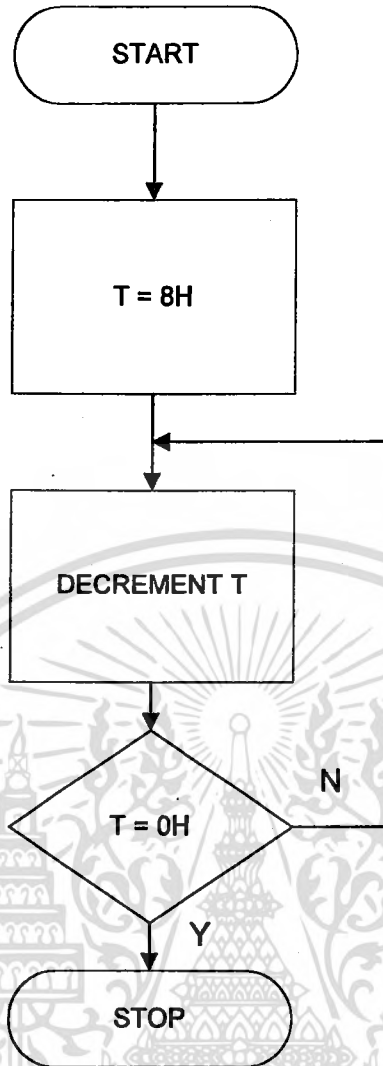
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่ประโยชน์ทางการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FLOWCHART OF RIGHT FUNCTION

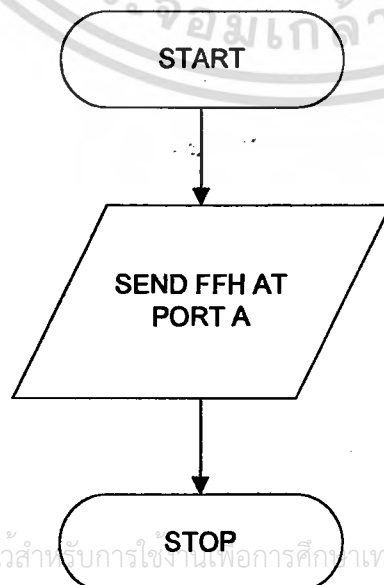


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีก **STOP** ใช้

FLOWCHART OF DELAY PROGRAM



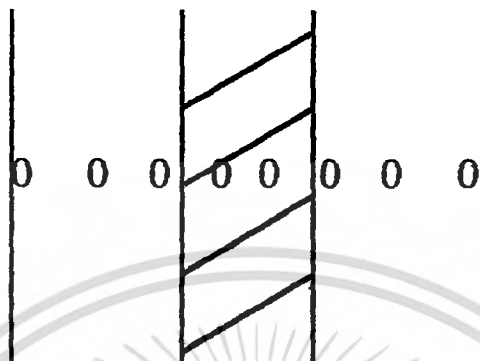
FLOWCHART OF STOP PROGRAM



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนควบคุมการทำงานของคิเทคเตอร์

ข้อมูลที่ได้จากคิเทคเตอร์จะเป็นข้อมูลไบนารี (0 กับ 1) ขนาด 8 บิต ซึ่งเป็นข้อมูลที่แสดงถึงสถานะของทิศทางของตัวรถ ดังรูป 3.8

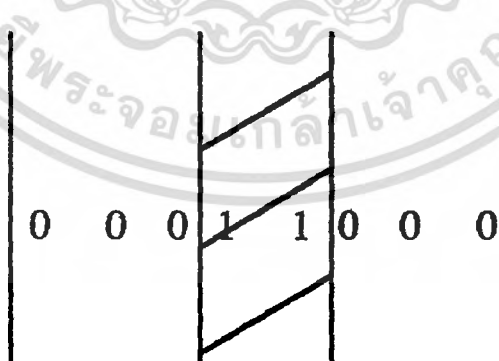


0 - จุดแสดงการสะท้อนของแสงลงบนพื้น

รูป 3.8 การวางตำแหน่งของคิเทคเตอร์ที่สะท้อนกับพื้น

ดังนั้นจากข้อมูลนี้เราสามารถทราบถึงสถานะของทิศทางของตัวรถได้ ข้อมูลนี้เราจะต่อเข้ากับ PORT C ของ PORT 8255

เมื่อตัวรถขับเคลื่อนไปข้างหน้า คิเทคเตอร์จะทำการอ่านข้อมูลอยู่เรื่อยๆ ถ้าวางในทิศทางขนานกับเส้นทาง ข้อมูลที่ได้จะมีค่าเป็น 18H(ฐานสิบหก) เพราะว่า บิตที่ 3 และ 4 เป็น 1 (อยู่ในเส้นทาง นอกนั้นอยู่นอกเส้นทางจึงเป็น 0) ดังรูป 3.9



ค่าที่อ่านได้ คือ 18H

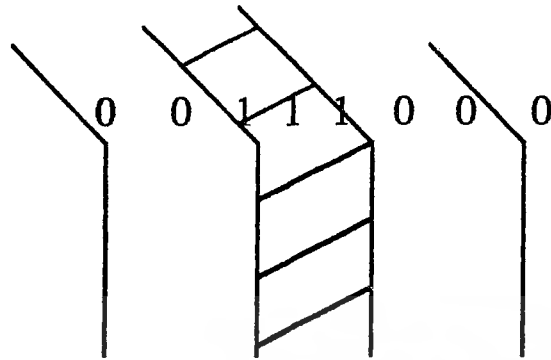
รูป 3.9 แสดงค่าที่อ่านได้เมื่อคิเทคเตอร์อยู่แถบกลางพอดี

ดังนั้นจะไม่มีกรณีของรถเกิดขึ้น คิเทคเตอร์ก็จะอ่านค่าต่อไปจนกระทั่งค่าที่อ่านได้ไม่เท่ากับ 18H ก็

จะทำการตรวจสอบว่าค่าที่อ่านได้เป็นเท่าไร และต้องการให้เลี้ยวซ้ายหรือเลี้ยวขวา ด้วยความเร็วเท่าไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่สามารถนำออกเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

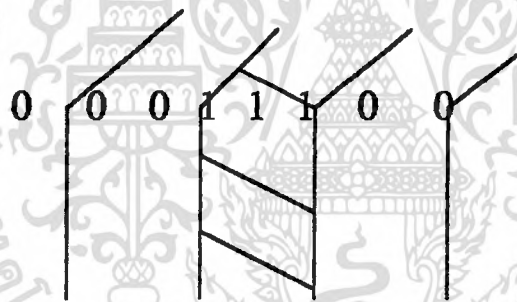
การเลี้ยวซ้าย



รูป 3.10 แสดงค่าที่อ่านได้เมื่อคิตะเคเตอร์ออกนอกแถบกลางไปด้านซ้าย

จากรูป 3.10 แสดงถึงเส้นทางที่เกิดการเลี้ยวไปทางซ้าย ข้อมูลที่อ่านได้จะมีค่าเปลี่ยนไปจาก 18H โดยอาจจะเป็น 38H, 78H หรือค่าอื่น ซึ่งขึ้นอยู่กับรูปแบบของเส้นทางว่าเลี้ยวหักไปมากหรือน้อยอย่างไร

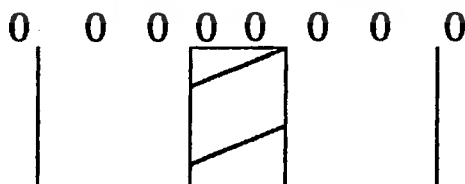
การเลี้ยวขวา



รูป 3.11 แสดงค่าที่อ่านได้เมื่อคิตะเคเตอร์ออกนอกแถบเส้นกลางไปทางขวา

จากรูป 3.11 แสดงถึงเส้นทางที่เกิดการเลี้ยวไปทางขวา ข้อมูลที่อ่านได้จะมีค่าเปลี่ยนไปจาก 18H ได้แก่ 1CH, 1EH หรือค่าอื่น ขึ้นกับรูปแบบการเลี้ยวของเส้นทางเช่นกัน

การหยุด



รูป 3.12 แสดงค่าที่อ่านได้จากคิตะเคเตอร์เมื่อออกนอกเส้นทาง

จากรูป 3.12 แสดงว่า รถได้วิ่งออกนอกเส้นทาง ค่าที่อ่านได้จะเป็น 00H ดังนั้นเราจะตั้งงานให้หยุดการขับเคลื่อนโดยทำการ OFF ที่คิตะเคเตอร์ ที่เป็นตัวขับเคลื่อน อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนควบคุมการทำงานของสเต็ปมอเตอร์

สเต็ปมอเตอร์เป็นมอเตอร์ที่เคลื่อนที่ได้ไปเป็นขั้นๆ (ทีละ step) ดังนั้นเราสามารถใส่สเต็ปมอเตอร์ในการควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่ของตัวรถได้ โดยจะยึดแกนของสเต็ปมอเตอร์ไว้กับแกนของล้อหน้า

จากส่วนที่ 1 ถ้าดีเทคเตอร์อ่านค่าที่ได้พบว่าจะต้องเลี้ยวรถก็จะมาควบคุมสเต็ปมอเตอร์ให้เลี้ยวได้ตามที่ต้องการ ในส่วนของวงจรในสเต็ปมอเตอร์และการป้อนข้อมูลให้สเต็ปมอเตอร์ทำงาน จะอยู่ในส่วนของสเต็ปมอเตอร์

การหน่วงเวลา

ในช่วงเวลาระหว่างแต่ละ step นั้นจะต้องมีการหน่วงเวลา เพื่อให้แกนของสเต็ปมอเตอร์หมุนได้ทัน เพราะถ้าไม่มีการหน่วงเวลา แกนของสเต็ปมอเตอร์อาจจะหมุนไปไม่ทัน เพราะสนามแม่เหล็กเปลี่ยนแปลงเร็วเกินไป และเวลาหน่วงนี้เองที่เราสามารถใช้ในการปรับความเร็วของการหมุนได้ ถ้าต้องการหมุนเร็วก็หน่วงเวลาไปน้อยๆ แต่ถ้าต้องการหมุนช้าก็หน่วงเวลามากๆ

การเลี้ยวซ้าย-ขวา

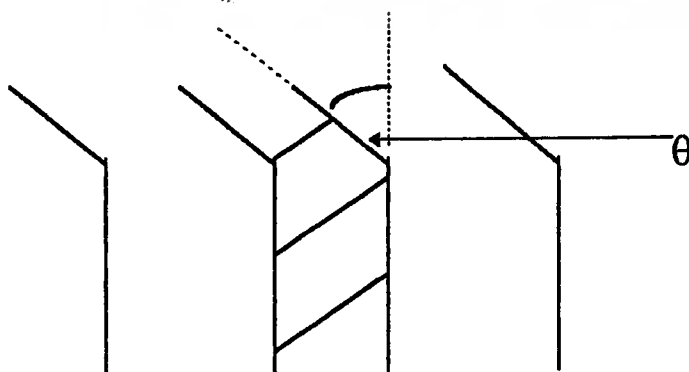
การเลี้ยวซ้าย-ขวานั้นจะต่างกันเพียงลำดับของข้อมูล คือสมมติว่า ถ้าเลี้ยวซ้าย ข้อมูลที่ป้อนเรียงจาก step 1 ไปถึง step 8 ดังนั้นถ้าเลี้ยวขวา ข้อมูลก็จะเรียงจาก step 8 ไปถึง step 1

ในโปรแกรมขณะที่เลี้ยว นั้น เราจะสลับกับการอ่านข้อมูลจากดีเทคเตอร์ เพราะว่าเราจะไม่ทราบว่าการเลี้ยวไปเป็นมุมเท่าไร ดังนั้นจึงต้องตรวจสอบอยู่เสมอในขณะที่เลี้ยว ว่าข้อมูลที่ดีเทคเตอร์นั้นมีค่าเป็น 18H หรือยัง ถ้ายังก็ให้เลี้ยวต่อไป แต่ถ้าเป็น 18H แล้วก็จะทำการหยุดการเลี้ยวโดยหยุดการป้อนข้อมูล และจะกลับไปทำการอ่านข้อมูลจากดีเทคเตอร์เหมือนเดิม

องศาของการเลี้ยว

เนื่องจากรูปแบบของเส้นทางอาจจะมีหลายรูปแบบที่เกิดขึ้น บางเส้นทางอาจมีมุมของการเลี้ยวที่หักเหไปมาก หรือบางเส้นทางก็หักเหไปน้อย

เราสามารถที่จะรู้ค่าเหล่านี้ได้โดยอ่านค่าข้อมูลจากดีเทคเตอร์นั่นเอง ตัวอย่างเช่นรูป 3.13



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 รูป 3.13 แสดงค่าองศาที่ได้เพื่อนำไปกำหนดความเร็วของการหมุนล้อ

จากรูปอ่านค่าได้เป็น 78H จากค่าเหล่านี้เราก็จะนำไปใช้ในการตั้งความเร็วของการหมุน ถ้าการเลี้ยวมีมุมหักไปมาก ก็จะเลี้ยวด้วยความเร็วสูง เวลาหน่วงน้อย เป็นต้น

ส่วนควบคุมการทำงานของดี.ซี.มอเตอร์

ในส่วนนี้ในโครงการนี้จะใช้เพียง 2 สถานะ คือ ON กับ OFF ซึ่งก็คือการสั่งงานให้ ดี.ซี.มอเตอร์ทำงาน (หมุนด้วยความเร็วคงที่) และการสั่งให้หยุดทำงาน

เมื่อเริ่มสั่งงานให้โปรแกรมทำงาน โดยการจ่ายไฟให้กับระบบ รถจะเริ่มวิ่งเนื่องจาก ดี.ซี.มอเตอร์เริ่มทำงาน โดยการสั่งงานของโปรแกรมการทำงานจะดำเนินไปเรื่อยๆ จนกระทั่งรถเกิดการตกจากเส้นทาง หรือ รถวิ่งจนสุดเส้นทาง โปรแกรมก็จะทำการหยุดรถ โดย OFF ดี.ซี.มอเตอร์นั่นเอง



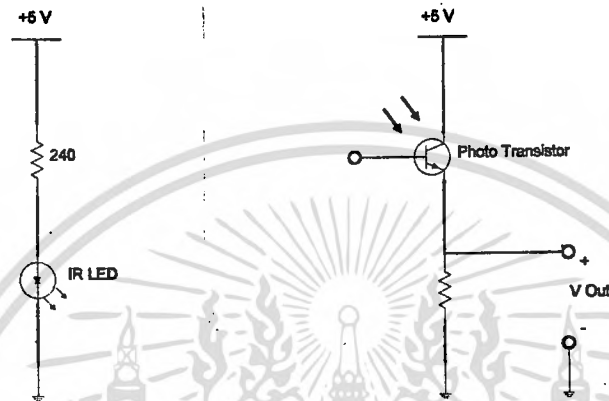
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

วิธีการดำเนินงาน

ดีเทคเตอร์

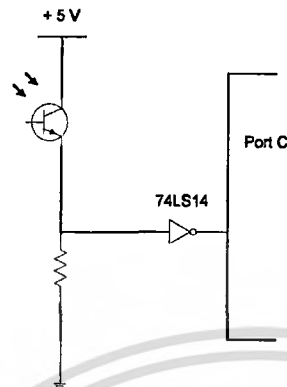
1. ต่อดวงจรลงบนแผ่น PCB ดังรูป 4.1



รูป 4.1 วงจรที่ใช้ในการทดสอบโครงการขั้นต้น

2. จัดวางให้ Phototransistor กับ Infrared LED ทำมุมเอียงเข้าหากันเล็กน้อย (ประมาณ 30 องศา)
3. ON Power Supply แล้วคว่ำแผ่น PCB ด้านที่มีอุปกรณ์เข้าหาพื้นสีขาว
4. สังเกตแรงดันที่วัดได้จาก DMM
5. ปรับเลื่อนหาตำแหน่งที่ทำให้เกิดแรงดันสูงสุด โดยการเลื่อนแผ่น PCB ขึ้นลง
6. เมื่อหาพบแล้ว บันทึกค่าแรงดันที่ได้ และความสูงระหว่างแผ่น PCB กับพื้น
7. ทำการทดลองซ้ำตั้งแต่ข้อ 1-5 แต่เปลี่ยนพื้นสีขาเป็นสีดำโดยการนำเทปพันสายไฟสีดำมาวางทับบนพื้น

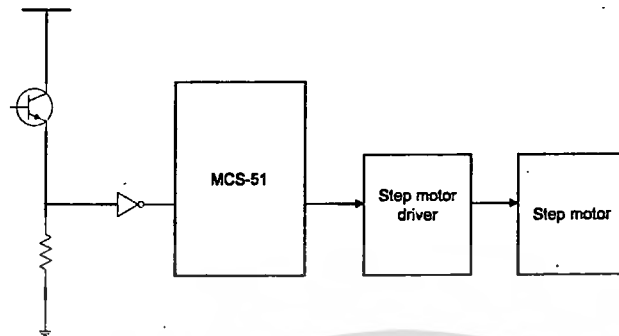
8. ต่อวงจรเพิ่มเติมดังรูป 4.2



รูป 4.2 วงจรที่ต่อเพิ่มเติมเพื่อแปลงสัญญาณอนาล็อกให้เป็นดิจิทัล

9. ON Power Supply คว่ำแผ่น PCB (ดีเทคเตอร์) ด้านที่มีอุปกรณ์เข้าหาพื้นสีขาว
10. นำลอจิกโพรบแตะที่ขาของไอซีเบอร์ 7414 สังเกตผลที่ได้ว่าเป็นสัญญาณ low หรือไม่
11. ทำซ้ำข้อ 8-10 แต่เปลี่ยนพื้นโต๊ะสีขาวเป็นสีดำ และดูที่ลอจิกโพรบว่าเป็นสัญญาณ high หรือไม่
12. ต่อวงจรดังรูป 4.1 และ 4.2 8 ชุดเรียงกัน
13. นำขาออกของไอซีเบอร์ 74LS14 และที่ขา R=33K ต่อเข้ากับ PortC และ Port B ของ JAZZ-31 ตามลำดับ โดยเรียงลำดับของดีเทคเตอร์จาก B0-B7 และ C0-C7
14. อัปเดตโปรแกรม “ทดสอบการอ่านค่าของดีเทคเตอร์” ที่เขียนไว้ลงบน JAZZ-31 ทาง Serial Port
15. ทดลองรันโปรแกรมบนวงจร โดยสังเกตที่ 7-Segment LED ของ JAZZ-31 ซึ่งเราเขียนโปรแกรมไว้ให้แสดงค่าของดีเทคเตอร์ออกมา
16. คว่ำแผ่นดีเทคเตอร์ลงบนพื้นสีขาวที่มีแถบเส้นทางสีดำติดอยู่
17. จัดแผ่นอุปกรณ์ให้แผ่นดีเทคเตอร์ตัวกลาง (บิท 3-4) ให้อยู่ตรงกับแถบเส้นทาง นอกนั้นให้อยู่บนพื้นถนน โดยรักษาความสูงของดีเทคเตอร์ให้คงที่ที่ตำแหน่งสะท้อนสูงสุด(ข้อ 6)
18. สังเกตที่ 7-Segment LED ว่าเป็น 18H หรือไม่
19. เลื่อนแผ่นดีเทคเตอร์ไปมา แล้วสังเกตว่าบนหน้าจอว่า แสดงผลได้ถูกต้องหรือไม่
20. ต่อชุดขับ EX-STEPM และสเต็ปมอเตอร์เข้ากับวงจรดังรูป 4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

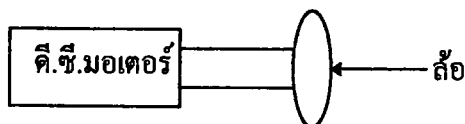


รูป 4.3 การต่อชุดขับ EX-STEPM เข้ากับสเต็ปมอเตอร์

21. ป้อนไฟ D.C. 12V ให้กับชุดขับ
22. ทำการทดลองซ้ำข้อ 13-14 และรัน โปรแกรมที่ใช้ทำงานจริง
23. คิวแผ่นดีเทกเตอร์เข้าหาพื้นถนนที่มีแถบเส้นทางติดอยู่
24. จัดให้บิทที่ 3-4 ของดีเทกเตอร์อยู่ภายในแถบเส้นทาง(ข้อ18) และรักษาความสูงของดีเทกเตอร์ให้คงที่ด้วย
25. สังเกตสเต็ปมอเตอร์ว่าอยู่นิ่งหรือไม่
26. เลื่อนแผ่นวงจร ไปมาด้านซ้ายและขวา แล้วสังเกตว่าสเต็ปมอเตอร์เกิดการหมุนตามโปรแกรมที่เขียนไว้หรือไม่

ดี.ซี.มอเตอร์

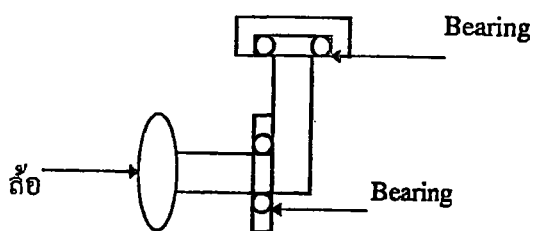
27. ป้อนไฟ 5 V ให้กับดี.ซี.มอเตอร์ แล้วสังเกตความเร็วของการหมุน
28. ต่อดี.ซี.มอเตอร์เข้ากับล้อโดยตรง ดังรูปที่ 4.4



รูป 4.4 แสดงการต่อดี.ซี.มอเตอร์เข้ากับล้อหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

29. นำล้อข้างหนึ่งที่กำหนดให้เป็นล้ออิสระในการช่วยเหลือ ทำการกลึงดังรูป 4.5



รูป 4.5 แสดงการกลึงล้อหลังอีกข้างหนึ่ง

30. ตัดล้อหน้าเข้ากับส่วนของสเต็ปมอเตอร์ดังรูป 4.6



รูป 4.6 การตัดล้อหน้าเข้ากับสเต็ปมอเตอร์

31. ต่อโครงรถเตรียมไว้

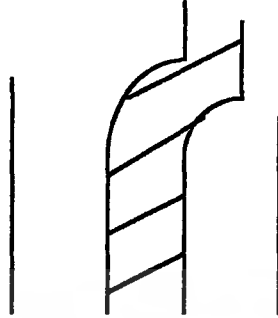
32. นำล้อหลังทั้งสองข้างที่เตรียมไว้นำมาประกอบเข้ากับโครงรถ โดยใช้ Rivet (อุปกรณ์ใช้ยึดโลหะ) ในการยึดประกอบเข้าด้วยกัน

33. ทดสอบการวิ่งและการเคลื่อน

34. อัปเดตโปรแกรมลงบน JAZZ-31 แล้วรัน เพื่อทดสอบการทำงานทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

35. สร้างแถบเส้นทางสีดำพื้น ดังรูป 4.7



รูป 4.7 แถบเส้นทางที่ใช้ในโครงการ

36. ทดลองรันโปรแกรมแล้วสังเกตการเลียวของรถว่าเป็นไปตามเส้นทางหรือไม่ ทำการปรับปรุงโปรแกรม
37. เปลี่ยน JAZZ-31 เป็น ANT-31PJ และเปลี่ยน Power Supply เป็นแบตเตอรี่ขนาด 12 V อัคโปรแกรมใช้งานจริงลงบน EPROM ของ ANT-31PJ
38. รันโปรแกรม
39. ติดส่วนแสดงผล LED สีแดงไว้บนตัวรถ (เพื่อแสดงข้อมูลของคิเทคเตอร์)
40. ตกแต่งรถให้สวยงาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

ผลการทดลองและแนวทางการพัฒนา

ดีเทคเตอร์

จากการทดลอง เราทดสอบคุณสมบัติต่างๆของเซ็นเซอร์ ที่นำมาใช้ทำเป็นดีเทคเตอร์ ได้แก่ แหล่งกำเนิดแสงและตัวรับแสง ชนิดต่างๆ

1. ทำการทดสอบคุณสมบัติทั่วไปทางกายภาพ ของแหล่งกำเนิดแสง จะได้ผลตามตาราง

ชนิดของแหล่งกำเนิดแสง	ลักษณะของแสง
LED สีแดง	แสงที่ได้กระจาย เนื่องจากถูกรบกวน โดยแสงจากสิ่งแวดล้อม มีกำลังน้อย แสงกระจาย (diverge) ออกมาก
อินฟราเรด LED	ตาของเราจะมองไม่เห็นลำแสง แต่จาก Data Sheet พบว่า ลำแสงมีการกระจายออก (diverge) น้อยกว่า LED ทั่วไป และมีกำลังสูงกว่า อีกทั้งยังไม่ถูกรบกวนทางแสงด้วย
เลเซอร์	มีกำลังสูงมาก และมีการกระจายออกน้อยมาก แต่มีราคาสูง และควบคุมได้ยาก

2. ทดสอบคุณสมบัติทั่วไปของ ตัวรับแสง โดยใช้โฟโตทรานซิสเตอร์ต่อเป็นวงจรถีเทคเตอร์ ที่สมบูรณ์ เป็นดังตาราง

เบอร์ของโฟโตทรานซิสเตอร์	ลักษณะการทำงานของโฟโตทรานซิสเตอร์
MRD 300	เมื่อเปลี่ยนจากพื้นขาวเป็นแถบเส้นทางสีดำ ค่าลอจิกของดีเทคเตอร์จะเปลี่ยนจาก 0 เป็น 1 ในระยะเวลาหนึ่ง และมีความผิดพลาดได้ง่ายถ้าความสูงของดีเทคเตอร์จากพื้นเกิดการเปลี่ยนแปลง
MRD 360	เมื่อเปรียบเทียบกับ MRD 300 แล้ว พบว่า เมื่อเปลี่ยนจากพื้นขาวเป็นแถบเส้นทางสีดำ ค่าลอจิก จะเปลี่ยนได้เร็วกว่า และมีค่าความผิดพลาดน้อยกว่า แม้ความสูงของดีเทคเตอร์เปลี่ยนแปลงไป

3. ทดลองปรับความสูงของเซ็นเซอร์กับพื้น

จากการทดลอง เราพบว่าค่าความสูงที่ดีที่สุดก็คือ 2.5 ซม.

4. เมื่อเราได้ความสูงของเซ็นเซอร์หรือ Infrared LED ที่เหมาะสมแล้ว เราจะนำ Infrared LED แต่ละตัวมาต่อกันเป็นแถววงจรรูปที่ 3.8 เพื่ออ่านค่าจากการสะท้อนของแสงกับพื้นถนน ค่าที่อ่านได้จะมีค่าเปลี่ยนแปลงไปตามองศาของการเลี้ยวของถนน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ปรับแต่งความเร็วของดีซีมอเตอร์เพื่อให้ความเร็วของตัวรถเหมาะสมกับการทดลอง พบว่าความเร็วจะมีค่าคงที่ตามโวลเตจที่ป้อนตัวดีซีมอเตอร์ ในโครงการเราใช้ 5 V (ใช้กระแสมาก) แต่เมื่อมีการบรรทุกที่หนักขึ้น ความเร็วจะเริ่มลดลง

6. การปรับแต่งค่าต่างๆ พบว่าเมื่อปรับแต่งค่าต่างๆแล้ว ความเร็วของตัวรถจะมีขีดจำกัดที่ความเร็วหนึ่งเนื่องจากปัจจัยหลายประการเช่น ความเร็วของสเต็ปมอเตอร์และดีซีมอเตอร์ที่จำกัด , ความเร็วในการอ่านค่าจากดีเทคเตอร์ , ความเร็วในการประมวลผลของ 8255 , น้ำหนักรวมของรถ , พลังงานจากแบตเตอรี่ , ทิศทางของเส้นทาง เป็นต้น

แนวทางการพัฒนา

จากการดำเนินงานโครงการระบบขนถ่ายวัตถุ เราได้ทำการศึกษาและพัฒนาโครงการขึ้นมา ทำให้เกิดแหล่งความรู้ที่สามารถใช้เป็นฐานในการพัฒนาเพิ่มเติมได้ ซึ่งสามารถทำได้อีกมากมายเช่น

1. เปลี่ยนระบบเซ็นเซอร์

ถ้าระบบเซ็นเซอร์มีประสิทธิภาพ จะทำให้ความเร็วในการทำงานเพิ่มขึ้น และสังเกตทิศทางได้อย่างถูกต้องแม่นยำ ทำให้ความเร็วของรถเพิ่มขึ้น ตัวอย่างของเซ็นเซอร์ที่ใช้เช่น เลเซอร์ , กล้อง VDO บันทึกรูปภาพ เป็นต้น

2. ขยายขนาดของตัวรถ

รถที่ใช้ในโครงการยังมีขนาดเล็กอยู่ ในอนาคตเราสามารถเพิ่มขนาดของตัวรถได้ โดยจะต้องใช้พลังงานเพิ่มมากขึ้นและขยายประสิทธิภาพของอุปกรณ์

3. การประหยัดพลังงาน

เช่น การใช้พลังงานจากโซลาร์เซลล์ หรือ แหล่งอื่นๆ ที่ประหยัดและปราศจากมลภาวะ

4. การพัฒนาด้านอื่นๆ

เช่น User Interface เช่นการสั่งงานด้วยเสียงพูด , สร้างระบบสื่อสารให้กับตัวรถเพื่อการติดต่อกับตัวรถ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



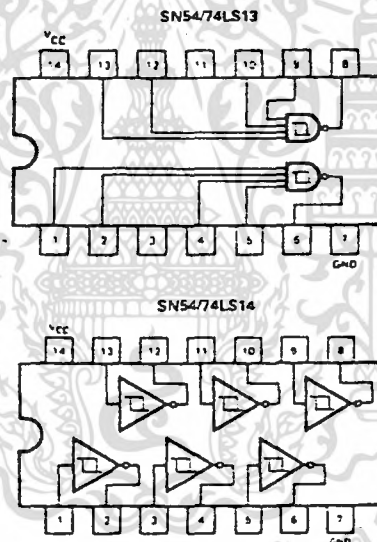
**SN54/74LS13
SN54/74LS14**

DESCRIPTION — The SN54LS/74LS13 and SN54LS/74LS14 contain logic gates/inverters which accept standard TTL input signals and provide standard TTL output levels. They are capable of transforming slowly changing input signals into sharply defined, jitter-free output signals. Additionally, they have greater noise margin than conventional inverters.

Each circuit contains a Schmitt trigger followed by a Darlington level shifter and a phase splitter driving a TTL totem pole output. The Schmitt trigger uses positive feedback to effectively speed-up slow input transitions, and provide different input threshold voltages for positive and negative-going transitions. This hysteresis between the positive-going and negative-going input thresholds (typically 800 mV) is determined internally by resistor ratios and is essentially insensitive to temperature and supply voltage variations.

**SCHMITT TRIGGERS
DUAL GATE/HEX INVERTER
LOW POWER SCHOTTKY**

LOGIC AND CONNECTION DIAGRAMS



J Suffix — Case 622-09 (Ceramic)
N Suffix — Case 6-6-06 (Plastic)

GUARANTEED OPERATING RANGES

SYMBOL	PARAMETER		MIN	TYP	MAX	UNIT
V _{CC}	Supply Voltage	54	4.5	5.0	5.5	V
		74	4.75	5.0	5.25	
T _A	Operating Ambient Temperature Range	54	-55	25	125	°C
		74	0	25	70	
I _{OH}	Output Current — High	54, 74			-0.4	mA
I _{OL}	Output Current — Low	54			4.0	mA
		74			8.0	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

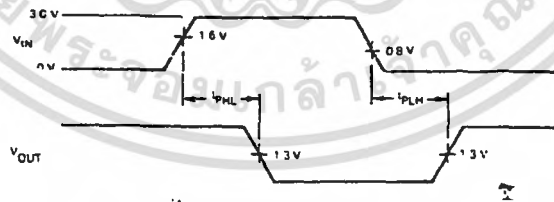
SN54/74LS13 • SN54/74LS14

DC CHARACTERISTICS OVER OPERATING TEMPERATURE RANGE (unless otherwise specified)

SYMBOL	PARAMETER	LIMITS			UNITS	TEST CONDITIONS
		MIN	TYP	MAX		
V _{T+}	Positive-Going Threshold Voltage	1.5		2.0	V	V _{CC} = 5.0 V
V _{T-}	Negative-Going Threshold Voltage	0.6		1.1	V	V _{CC} = 5.0 V
V _{T+} -V _{T-}	Hysteresis	0.4	0.8		V	V _{CC} = 5.0 V
V _{IK}	Input Clamp Diode Voltage		-0.65	-1.5	V	V _{CC} = MIN, I _{IN} = -18 mA
V _{OH}	Output HIGH Voltage	54	2.5	3.4	V	V _{CC} = MIN, I _{OH} = -400 μA, V _{IN} = V _{IL}
		74	2.7	3.4		
V _{OL}	Output LOW Voltage	54,74	0.25	0.4	V	V _{CC} = MIN, I _{OL} = 4.0 mA, V _{IN} = 2.0 V
		74	0.35	0.5	V	V _{CC} = MIN, I _{OL} = 8.0 mA, V _{IN} = 2.0 V
I _{T+}	Input Current at Positive-Going Threshold		-0.14		mA	V _{CC} = 5.0 V, V _{IN} = V _{T+}
I _{T-}	Input Current at Negative-Going Threshold		-0.18		mA	V _{CC} = 5.0 V, V _{IN} = V _{T-}
I _{IH}	Input HIGH Current		1.0	20	μA	V _{CC} = MAX, V _{IN} = 2.7 V
				0.1	mA	V _{CC} = MAX, V _{IN} = 7.0 V
I _{IL}	Input LOW Current			-0.4	mA	V _{CC} = MAX, V _{IN} = 0.4 V
I _{OS}	Short Circuit Current	-20		-100	mA	V _{CC} = MAX, V _{OUT} = 0 V
I _{CC}	Power Supply Current					
	Total, Output HIGH	LS13	2.9	6.0	mA	V _{CC} = MAX
		LS14	8.6	16		
	Total, Output LOW	LS13	4.1	7.0	mA	V _{CC} = MAX
LS14		12	21			

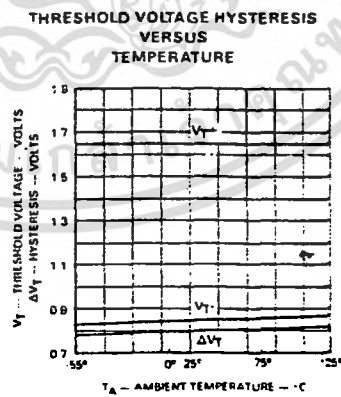
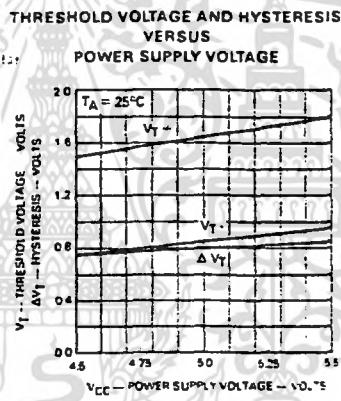
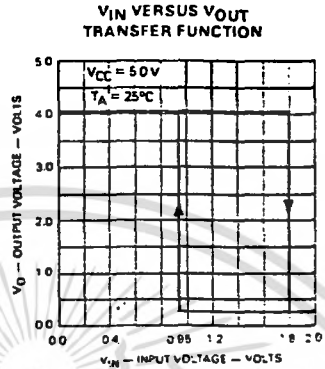
AC CHARACTERISTICS: T_A = 25°C

SYMBOL	PARAMETER	MAX		UNITS	TEST CONDITIONS
		LS13	LS14		
t _{PLH}	Propagation Delay, Input to Output	22	22	ns	V _{CC} = 5.0 V C _L = 15 pF
t _{PHL}	Propagation Delay, Input to Output	27	22	ns	



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SN54/74LS13 • SN54/74LS14



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MOTOROLA
SEMICONDUCTOR
TECHNICAL DATA

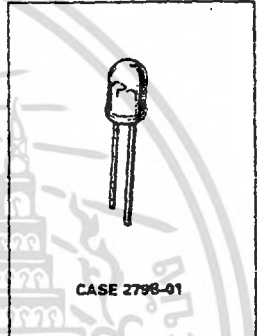
Infrared LED

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

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

MLED81

INFRARED LED
940 nm



MAXIMUM RATINGS

Rating	Symbol	Value	Unit
Reverse Voltage	V _R	5	Volts
Forward Current — Continuous	I _F	100	mA
Forward Current — Peak Pulse	I _F	1	A
Total Power Dissipation (at T _A = 25°C Derate above 25°C)	P _D	100 2.2	mW mW/°C
Ambient Operating Temperature Range	T _A	-30 to +70	°C
Storage Temperature	T _{stg}	-30 to +80	°C
Lead Soldering Temperature, 5 seconds max, 1/16 inch from case	—	260	°C

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (T_A = 25°C unless otherwise noted)

Characteristic	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
Reverse Leakage Current (V _R = 3 V)	I _R	—	10	—	nA
Reverse Leakage Current (V _R = 5 V)	I _R	—	1	10	μA
Forward Voltage (I _F = 100 mA)	V _F	—	1.35	1.7	V
Temperature Coefficient of Forward Voltage	ΔV _F	—	-1.6	—	mV/K
Capacitance (f = 1 MHz)	C	—	25	—	pF

OPTICAL CHARACTERISTICS (T_A = 25°C unless otherwise noted)

Characteristic	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
Peak Wavelength (I _F = 100 mA)	λ _p	—	940	—	nm
Spectral Half-Power Bandwidth	Δλ	—	50	—	nm
Total Power Output (I _F = 100 mA)	∅ _e	—	16	—	mW
Temperature Coefficient of Total Power Output	Δ∅ _e	—	-0.25	—	%/K
Axial Radiant Intensity (I _F = 100 mA)	I _e	10	15	—	mW/er
Temperature Coefficient of Axial Radiant Intensity	ΔI _e	—	-0.25	—	%/K
Power Half-Angle	φ	—	= 30	—	°

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MLED81

TYPICAL CHARACTERISTICS

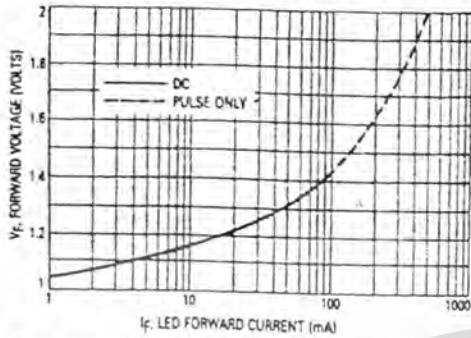


Figure 1. LED Forward Voltage versus Forward Current

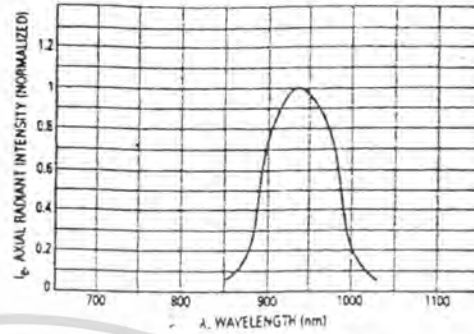


Figure 2. Relative Spectral Emission

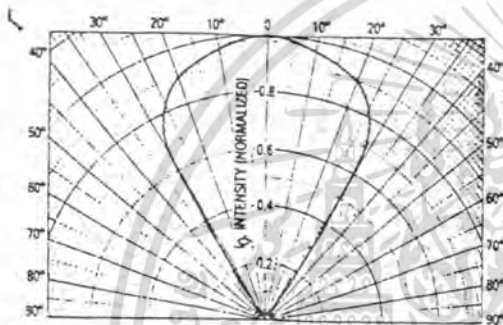


Figure 3. Spatial Radiation Pattern

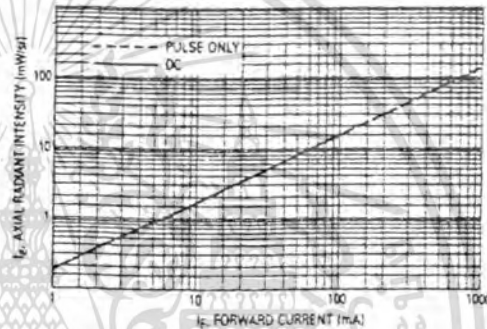


Figure 4. Intensity versus Forward Current

OUTLINE DIMENSIONS
CASE 279B-01

DIM	MILLIMETERS		INCHES	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	5.52	5.95	0.217	0.235
B	4.80	5.20	0.185	0.205
C	8.13	9.14	0.320	0.360
D	0.51	0.71	0.020	0.028
E	1.15	1.35	0.045	0.055
F	0.51	0.76	0.020	0.030
G	2.25	2.79	0.090	0.110
K	25.40	25.67	1.00	1.05
L	0.18	1.62	0.007	0.072
R	2.42	2.79	0.095	0.110

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

STYLE 1
PIN 1 CATHODE
2 ANODE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MOTOROLA
SEMICONDUCTOR
TECHNICAL DATA

Photo Detectors
Darlington Output

MRD360
MRD370

... designed for application in industrial inspection, processing and control, counters, sorters, switching and logic circuit or any design requiring very high radiation sensitivity at low light levels.

- Popular TO-18 Type Hermetic Package for Easy Handling and Mounting
- Sensitive Throughout Visible and Near Infrared Spectral Range for Wider Application
- Minimum Light Current 12 mA at $H = 0.5 \text{ mW/cm}^2$ (MRD360)
- External Base for Added Control
- Switching Times

$t_r @ I_L = 1 \text{ mA peak} = 15 \mu\text{s (Typ)} \rightarrow \text{MRD370}$
 $t_f @ I_L = 1 \text{ mA peak} = 25 \mu\text{s (Typ)} \rightarrow \text{MRD370}$

PHOTO DETECTORS
DARLINGTON OUTPUT
NPN SILICON



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

Rating	Symbol	Value	Unit
Collector-Emitter Voltage	V_{CE0}	40	Volts
Emitter-Base Voltage	V_{EBO}	10	Volts
Collector-Base Voltage	V_{CBO}	50	Volts
Light Current	I_L	250	mA
Total Device Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ Derate above 25°C	P_D	250	mW
Operating Temperature Range	T_A	-55 to +125	$^\circ\text{C}$
Storage Temperature Range	T_{stg}	-65 to +150	$^\circ\text{C}$

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

Characteristic	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
Collector Dark Current ($V_{CE} = 10 \text{ V}, H = 0, T_A = 25^\circ\text{C}$)	I_{CEO}	—	10	100	nA
Collector-Base Breakdown Voltage ($I_C = 100 \mu\text{A}$)	$V_{(BR)CBO}$	50	—	—	Volts
Collector-Emitter Breakdown Voltage ($I_C = 100 \mu\text{A}$)	$V_{(BR)CEO}$	40	—	—	Volts
Emitter-Base Breakdown Voltage ($I_E = 100 \mu\text{A}$)	$V_{(BR)EBO}$	10	—	—	Volts

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

Characteristic	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
Light Current ($V_{CC} = 5 \text{ V}, R_L = 10 \text{ Ohms}$) Note 1	I_L	12 3	20 10	—	mA
Collector-Emitter Saturation Voltage ($I_L = 10 \text{ mA}, H = 2 \text{ mW/cm}^2$ at 2870K)	$V_{CE(sat)}$	—	—	1	Volt
Photo Current Rise Time (Note 2) ($R_L = 100 \text{ ohms}, I_L = 1 \text{ mA peak}$)	t_r	—	40 15	100 100	μs
Photo Current Fall Time (Note 2) ($R_L = 100 \text{ ohms}, I_L = 1 \text{ mA peak}$)	t_f	—	60 25	150 150	μs
Wavelength of Maximum Sensitivity	λ_s	—	0.8	—	μm

NOTES: 1. Radiation flux density (H) equal to 0.5 mW/cm^2 emitted from a tungsten source at a color temperature of 2870 K.
2. For unsaturated response time measurements, radiation is provided by pulsed GaAs (gallium-arsenide) light-emitting diode ($\lambda = 940 \text{ nm}$) with a pulse width equal to or greater than 500 microseconds (see Figure 6) $I_L = 1 \text{ mA peak}$.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MRD360, MRD370

TYPICAL CHARACTERISTICS

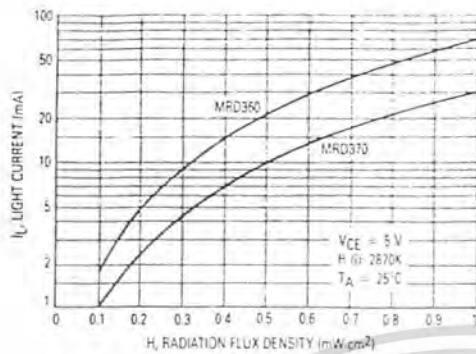


Figure 1. Light Current versus Irradiance

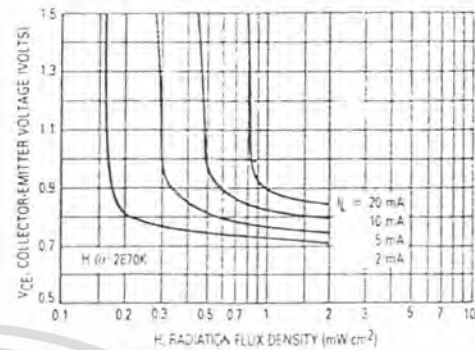


Figure 2. Collector-Emitter Saturation Characteristic

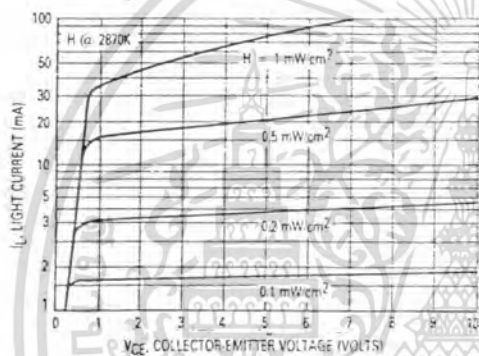


Figure 3. Collector Characteristics

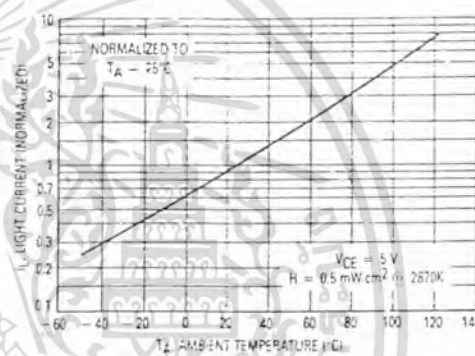


Figure 4. Normalized Light Current versus Temperature

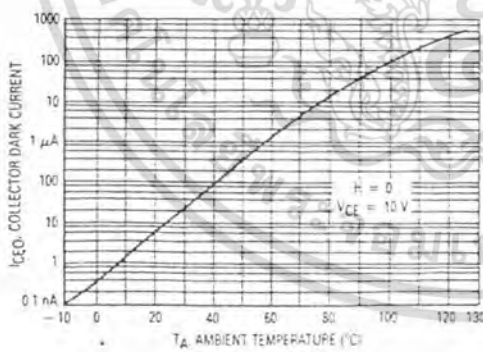


Figure 5. Dark Current versus Temperature

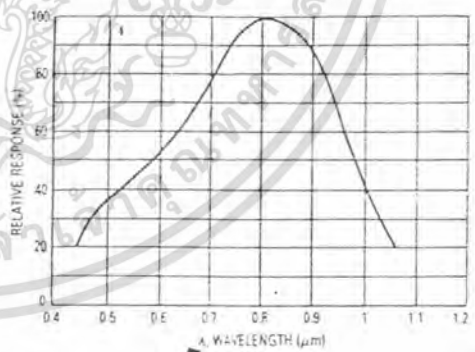


Figure 6. Constant Energy Spectral Response

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MRD360, MRD370

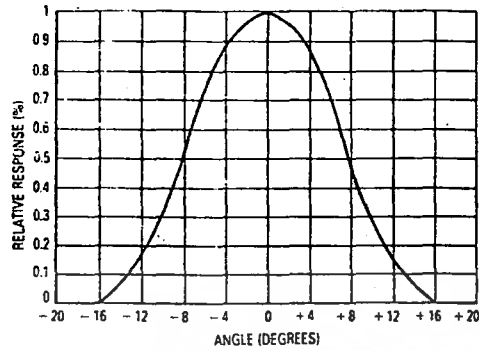


Figure 7. Angular Response

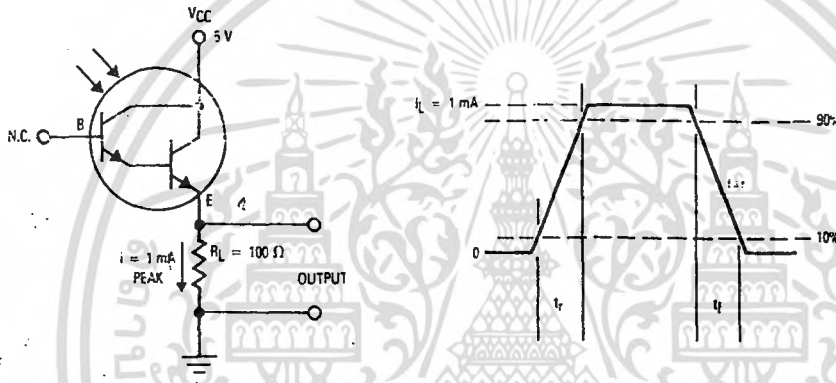


Figure 8: Pulse Response Test Circuit and Waveform

OUTLINE DIMENSIONS

NOTES

- LEADS WITHIN 13 mm (0.05) RADIUS OF TRUE POSITION AT SEATING PLANE, AT MAXIMUM MATERIAL CONDITION.
- PIN 3 INTERNALLY CONNECTED TO CASE.

STYLE 1
 PIN 1: EMITTER
 PIN 2: BASE
 PIN 3: COLLECTOR

DIM	MILLIMETERS		INCHES	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	5.31	5.84	0.209	0.230
B	4.52	4.95	0.178	0.195
C	4.57	6.48	0.180	0.255
D	0.41	0.48	0.016	0.019
F	—	1.14	—	0.045
G	2.54 BSC	—	0.100 BSC	—
H	0.99	1.17	0.039	0.046
J	0.84	1.22	0.033	0.048
K	12.70	—	0.500	—
L	3.35	4.01	0.132	0.158
M	—	4.5° BSC	—	0.178 BSC

CASE 82-05
METAL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

***** THIS IS THE PROGRAM OF "ROBOTIC TRANSPORTATION" PROJECT *****

***** BY Mr. PRAYUT TEEPRANAT *****

***** & Mr. RAWIN CHAISITTIPORN *****

```

PORT EQU 0FC00H
UBEEP EQU 00AH
ORG 8000H
MOV DPTR,#PORT+3
MOV A,#89H ;CODE FOR SETTING 8255 PORT
MOVX @DPTR,A ;SET 8255 PORT

```

```

MOV DPTR,#PORT+1
MOV A,#0FFH
MOVX @DPTR,A ;"ON" ALL IR LEDs
MOV R0,#0FOH
DJNZ R0,$ ;DELAY TIME FOR LEDs
MAIN: ACALL SCAN
ACALL CHECK
CJNE A,#1H,DO
ACALL LEFT
SJMP MAIN
DO: CJNE A,#2H,DO1
ACALL RIGHT
SJMP MAIN
DO1: SJMP STOP

```

```

SCAN: MOV DPTR,#PORT+2
SC: MOVX A,@DPTR ;GET DATA FROM DETECTOR
CJNE A,#18H,SC1 ;CHECK IS IT IN THE PATH?
SJMP SC
SC1: RET
CHECK: MOV R1,A
ANL A,#7H ;CHECK TURN RIGHT OR NOT

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

CJNE    A,#0H,CH_R
MOV     A,R1
ANL    A,#0E0H    ;CHECK TURN LEFT OR NOT
CJNE    A,#0H,CH_L
CJNE    R1,#0H,MAIN ;CHECK IT GET OUT OF PATH?
MOV     A,#3H
RET

CH_R:   CJNE    A,#0AH,CHR1
CHR1:   JC      CHR4
        CJNE    A,#0CH,CHR2
RE1:    MOV     R2,#20H    ;30 DEGREE
        MOV     A,#2H
        RET
CHR2:   CJNE    A,#0EH,CHR3
RE2:    MOV     R2,#10H    ;60 DEGREE
        MOV     A,#2H
        RET
CHR3:   CJNE    A,#0FH,MAIN
RE3:    MOV     R2,#1H     ;90 DEGREE
        MOV     A,#2H
        RET
CHR4:   CJNE    A,#1H,CHR5
        SJMP   RE3
CHR5:   CJNE    A,#4H,CHR6
CHR6:   JNC     RE1
        SJMP   RE2

```

```

CH_L:   CJNE    A,#3H,CHL1
        MOV     R2,#20H    ;30 DRGREE
        MOV     A,#1H
        RET
CHL1:   CJNE    A,#8H,CHL2

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

CHL2:      JNC    CHL3
           MOV    R2,#10H      ;60 DEGREE
           MOV    A,#1H
           RET
CHL3:      MOV    R2,#1H      ;90 DEGREE
           MOV    A,#1H
           RET

```

```

LEFT:      MOV    R0,#0H
LE:        MOV    DPTR,#TABLE_L
           MOV    A,R0
           MOVC  A,@A+DPTR
           MOV    DPTR,#PORT
           MOVX  @DPTR,A      ;SENT TO STEP MOTOR
           ACALL DELAY      ;DELAY TIME IN EACH STEP
           INC   R0
           CJNE  R0,#8H,LE
           MOV    DPTR,#PORT+2
           MOVX  @A,DPTR      ;RECEIVE DATA TO CHECK
           ANL   A,#0E7H
           CJNE  A,#0H,LEFT   ;IS IT IN PATH AGAIN?
           RET
RIGHT:     MOV    R0,#0H
RI:        MOV    DPTR,#TABLE_R
           MOV    A,R0
           MOVC  A,@A+DPTR
           MOV    DPTR,#PORT
           MOVX  @DPTR,A
           ACALL DELAY
           INC   R0
           CJNE  R0,#8H,RI
           MOV    DPTR,#PORT+2

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MOVX  A,@DPTR
ANL   A,#0E7H
CJNE  A,#0H,RIGHT
RET

```

```

;-----
STOP:  MOV   DPTR,#PORT
      MOV   A,#0FH
      MOVX  @DPTR,A      ;STOPPING CAR

```

```

;-----
DELAY: MOV   R3,#8H
      DJNZ  R3,$
      DJNZ  R2,DELAY
      RET

```

```

;-----
TABLE_L: DB
TABLE_R: DB
END

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

A.Kent Stiffler, "Design with Microprocessors for Mechanical Engineers" McGraw-Hill Inc.

(1992): 242-252,270-277



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้จัดทำโครงการพิเศษ

นาย ประยูทธ ทีปะนาถ เกิดเมื่อวันที่ 26 มิถุนายน 2516 ที่จังหวัดกรุงเทพฯ จบการศึกษาในระดับชั้นประถมศึกษาที่โรงเรียนอัสสัมชัญ กรุงเทพฯ เมื่อปี 2529 และจบการศึกษาในระดับชั้นมัธยมศึกษา ที่โรงเรียนอัสสัมชัญ กรุงเทพฯ เมื่อปี 2535 จากนั้นเข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาตรีที่สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังในคณะวิทยาศาสตร์ ภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์ เมื่อปี 2535 และจบการศึกษาเมื่อปี 2539

นาย รวิินทร์ ไชยสิทธิพร เกิดเมื่อวันที่ 7 มิถุนายน 2518 ที่จังหวัดนครราชสีมา จบการศึกษาในระดับชั้นประถมศึกษาที่โรงเรียนรุ่งอรุณวิทยา จังหวัดนครราชสีมา เมื่อปี 2529 และจบการศึกษาในระดับชั้นมัธยมศึกษา ที่โรงเรียนปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา เมื่อปี 2535 จากนั้นเข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาตรีที่สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังในคณะวิทยาศาสตร์ ภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์ เมื่อปี 2535 และจบการศึกษาเมื่อปี 2539



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้