สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

หุ่นยนต์เช็ดกระจก

MIRROR CLEANING ROBOT

T042336

โดย

นาย ประเสริฐศักดิ์ เตียวงศ์สมบัติ

นางสาว ปิยะวรรณ อจินไตยศิลป์

อาจารย์ที่ปรึกษา

รองศาสตราจารย์ ดร. จงกล งามวิวิทย์

อาจารย์ สุมิตร พนาอุดมทรัพย์

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....42336
วัน, เดือน, ปี.....17 พ.ค. 2545

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

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมระบบควบคุม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2543

ภาควิชาวิศวกรรมระบบควบคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง หุ่นยนต์เช็ดกระจก

Mirror Cleaning Robot

ผู้จัดทำ นาย ประเสริฐศักดิ์ เตียวงศ์สมบัติ

นางสาว ปิยะวรรณ อจินไตยศิลป์

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(รองศาสตราจารย์ ดร. จงกล งามวิวิทย์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์ สุมิตร พนาอุดมทรัพย์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หุ่นยนต์เช็ดกระจก

นายประเสริฐศักดิ์ เตียวงศ์สมบัติ
นางสาว ปิยะวรรณ อจินไตยศิลป์
รศ.ดร. จงกล งามวิวิทย์ อาจารย์ที่ปรึกษา
อาจารย์สุมิตร พนาอุดมทรัพย์ อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2543

บทคัดย่อ

เนื่องจากการทำงานบนที่สูงมีความอันตรายและยากแก่การปฏิบัติ เช่นการเช็ดกระจกบนตึกสูง โครงงานนี้จึงได้เกิดขึ้นโดยการนำเสนอถึง การออกแบบสร้างหุ่นยนต์เช็ดกระจก หรือเรียกได้ว่าเป็นอุปกรณ์เช็ดพื้นผิวในแนวตั้ง การควบคุมจะทำการควบคุมโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษาแอสเซมบลี้ ผ่านคอนโทรลเลอร์ MCS-51 และแสดงการเคลื่อนที่หรือทดลองให้เห็นชัดเจนจากการอ้างอิงการเช็ดกระดานไวท์บอร์ด เนื่องจากพื้นผิวที่มีความมันลื่นและเรียบคล้ายกระจก อีกทั้งสะดวกต่อการพรีเซ็นต์

จากผลงานการออกแบบทั้งทางโครงสร้างและควบคุมจะ ได้อุปกรณ์ที่สามารถทำความสะอาดพื้นผิว ณ จุดและขอบเขตพื้นที่ที่กำหนดได้ และมีความสะอาดในระดับหนึ่ง

Abstract

The idea of this thesis has been created since the problem of the hazardous and inconvenient work such as sky cleaner. The objective of this thesis is to present the Mirror Cleaning Robot or calling vertical surface polished equipment. In the control section, we program microcontroller (MCS -51) by assembly language to control DC motor and all devices. In addition to present the movement, we do the cleaning to the whiteboard instead. Because it has the same property such as slippery and smooth surface and also easily to present.

After designing and developing , we have an equipment that precisely clean the surface at the correct area and position. Moreover, the surface is clean and clear as desired.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทคัดย่อ	I
Abstract	I
สารบัญ	II
สารบัญรูปภาพ	IV
สารบัญตาราง	VI
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมา	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขต	1
1.4 ประโยชน์ที่ได้จากโครงงาน	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	3
2.1 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	3
2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	3
2.2.1 คุณสมบัติของ MCS-51	3
2.2.2 การเชื่อมโยง 8255 กับ MCS-51	4
2.2.3 รีจิสเตอร์ฟังชั่นพิเศษ	7
2.2.4 Counter	8
2.2.5 โปรแกรมหน่วงเวลาสำหรับ MCS-51	10
2.3 สแกนคีย์บอร์ด	11
2.4 หน่วยแสดงผล	13
2.5 Sensor (opto device)	15
บทที่ 3 การออกแบบ	17
3.1 โครงสร้าง	17
3.1.1 รางพร้อมรถที่เลื่อนไปตามราง	17
3.1.2 อุปกรณ์เช็ค	21
3.2 วงจรอิเล็กทรอนิกส์	22
3.2.1 วงจรขับมอเตอร์กระแสตรง	22
3.2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์และวงจรเซ็นเซอร์	25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

3.2.3 วงจรรวม 8255 26

3.2.4 วงจรคีย์บอร์ดและตัวเลขเปล่งแสง 29

3.3 การออกแบบโปรแกรม 34

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง 39

บทที่ 5 บทสรุป วิจารณ์ และการพัฒนาต่อ 43

5.1 บทสรุป วิจารณ์ 43

5.2 แนวทางปรับปรุง และพัฒนาต่อ 43

กิตติกรรมประกาศ

เอกสารอ้างอิง

ภาคผนวก ก. ข้อมูลทางเทคนิคของอุปกรณ์บนบอร์ด

ภาคผนวก ข. รายระเอียดโปรแกรมควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

รูป หน้า

รูป 2.1 : Control Word แบบ Mode และ Bit Definition Format 6
รูป 2.2 : รีจีสเตอร์ TMOD 8
รูป 2.3 : รีจีสเตอร์ TCON 8
รูป 2.4 : ผังการทำงานของ Counter Mode 9
รูป 2.5 : Keyboard ลักษณะต่างๆ 11
รูป 2.6 : Flow Chart ของการ Debounce 12
รูป 2.7: การแสดงผลแบบ 7 Segment 13
รูป 2.8: วงจรใช้งานโฟโต้ไดโอด 15
รูป 2.9: วงจรเปรียบเทียบของโฟโต้ทรานซีสเตอร์ 16
รูป 2.10: สัญลักษณ์ของโฟโต้ทรานซีสเตอร์ 16
รูป 3.1 : แสดงภาพโดยคร่าว ๆ โดยรวม 17
รูป 3.2 : แสดงการร้อยเชือก สำหรับพันตัวรถ 18
รูป 3.3 : แสดงมอเตอร์และเซ็นเซอร์ที่ตัวราง 19
รูป 3.4 : แสดงตัวรถที่ยึดอุปกรณ์เช็ด 20
รูป 3.5 : แสดงตัวรถด้านหน้า 21
รูป 3.6 : แสดงภาพถ่ายในอุปกรณ์เช็ด 22
รูป 3.7 : Block Diagram ของ L 293D 23
รูป 3.8 : Connection Diagram ของ L 293D 23
รูป 3.9 : วงจรขับมอเตอร์ 25
รูป 3.10 : ไมโครคอนโทรลเลอร์ 25
รูป 3.11 : การเชื่อมต่อออปโต้คัปเปลอร์กับไมโครคอนโทรลเลอร์ 26
รูป 3.12 : การเชื่อมต่อลิมิตสวิตช์กับไมโครคอนโทรลเลอร์ 26
รูป 3.13: วงจรรวมเบอร์ 8255 27
รูป 3.14 : การเชื่อมต่อระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับ
วงจรรวมเบอร์ 8255 28
รูป 3.15 : การเชื่อมต่อระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับคีย์บอร์ด 29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูป	หน้า
รูป 3.16 : การเชื่อมต่อระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับวงจรรวม เบอร์ 74LS48 และตัวเลขเปล่งแสง	31
รูป 3.17 : การเชื่อมต่อระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับวงจรรวมทั้งหมด	32
รูป 3.18 : ภาพแสดงบอร์ดการทำงาน	33
รูป 3.19 : โปรแกรมการทำงานหลัก	35
รูป 3.20 : โปรแกรมอธิบายการรับค่าจากคีย์บอร์ด	36
รูป 3.21 : โปรแกรมลักษณะการทำงาน	37-38
รูป 4.1 : ลักษณะการป้อนค่าตำแหน่ง (การทดลองที่ 4)	42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตาราง 2.1 : ตารางความจริงของวงจรรวมเบอร์ 8255	5
ตาราง 2.2 : รายละเอียดของ SFR	7
ตาราง 2.3 : แสดง Segment code ที่ส่งพอร์ตเอ	14
ตาราง 3.1 : สัญญาณแสดงการควบคุม	24
ตาราง 3.2 : ตารางค่าความจริงในการแสดงค่าคีย์บอร์ด	30
ตาราง 4.1 : ตารางแสดงผลการทดลองที่ 1	39
ตาราง 4.2 : ตารางแสดงผลการทดลองที่ 2	40
ตาราง 4.3 : ตารางแสดงผลการทดลองที่ 3	41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมา

ในปัจจุบัน แนวโน้มของอาคารและสิ่งก่อสร้างส่วนใหญ่มักจะมีลักษณะการสร้างและออกแบบให้มีความสูงและประกอบด้วยกระจกเป็นหน้าต่างหรือผนังอาคารเพื่อประโยชน์ใช้สอยและการรับแสงจากภายนอกเป็นส่วนมาก ด้วยการเล็งเห็นถึงอันตรายที่อาจเกิดขึ้นและความยากลำบากในการทำความสะอาดกระจกเหล่านั้น จึงได้เกิดความคิดที่จะพัฒนาอุปกรณ์ที่สามารถนำมาใช้ทำความสะอาด หรือหุ่นยนต์เช็ดกระจกนี้ขึ้นเพื่อให้ได้อุปกรณ์ที่มีความสะดวกในการใช้งานและปลอดภัยมากกว่า มาใช้แทนคนจริงๆ ทั้งยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานกับงานประเภทอื่นๆที่ยากแก่การปฏิบัติ เช่น การทำความสะอาดเครื่องบิน หรืองานเล็กๆเช่น กระดานไวท์บอร์ด ได้อีกด้วย

โครงงานนี้เกิดขึ้นด้วยการออกแบบอุปกรณ์ที่สามารถเช็ดทำความสะอาด ณ ตำแหน่งที่ต้องการ และครอบคลุมพื้นที่กำหนด โดยอุปกรณ์ตัวนี้เป็นการออกแบบแค่โครงสร้างและวงจร ให้เห็นถึงหลักการการทำงานของหุ่นในส่วนที่จำเป็น จึงอาจต้องมีการดัดแปลงและพัฒนาเพื่อการใช้งานต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อให้ได้หุ่นยนต์เช็ดกระจกที่สามารถเคลื่อนที่ไปยังจุดที่ต้องการทำความสะอาดได้ตรง ตำแหน่งที่กำหนด

1.2.2 หุ่นยนต์เช็ดกระจกสามารถทำความสะอาดคลอบคลุมพื้นที่จากจุดแรกจนถึงจุดสุท้ายที่กำหนด

1.2.3 อุปกรณ์เช็ดพื้นผิวสามารถทำความสะอาดพื้นผิวให้ได้ความสะอาดในระดับหนึ่ง

1.3 ขอบเขตงาน

โครงสร้างทั้งหมดจะแบ่งเป็น 3 ส่วนใหญ่ๆ ซึ่งประกอบไปด้วย ส่วนของการออกแบบโครงสร้างทางฮาร์ดแวร์ทั้งที่เป็นตัวยึดตัวทำความสะอาดและตัวทำความสะอาด ส่วนของวงจรอิเล็กทรอนิกส์ และส่วนของโปรแกรม เพื่อใช้ในการควบคุมโครงสร้างโดยรวมให้ทำงานเป็นไปตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ข้างต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

โครงงานนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาคิดค้น ให้ได้อุปกรณ์ที่สามารถใช้เช็ดกระจกบนตึกสูงๆได้เป็นอย่างดี และยังเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่ต้องการศึกษา ในส่วนของการใช้คอนโทรลเลอร์ควบคุมการทำงานของมอเตอร์กระแสตรงและอุปกรณ์เซ็นเซอร์ต่างๆ อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเป็นการแปลงรูปพลังงานไฟฟ้ากระแสตรงให้เป็นพลังงานกล ซึ่งจุดเด่นของ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง คือทำงานอยู่ในตำแหน่งที่มุมระหว่างสนามแม่เหล็กจากขั้วแม่เหล็ก กับสนามแม่เหล็กจากอาเมเจอร์ทำมุมเท่ากับ 90° ซึ่งเครื่องจักรไฟฟ้ากระแสสลับทั่วไปไม่สามารถทำงานที่ตำแหน่งนี้ได้ และมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงจะมีแรงบิดขณะเริ่มต้นสูง

2.2 ไมโครคอนโทลเลอร์ตระกูล MCS-51

2.2.1 คุณสมบัติของ MCS-51

คุณสมบัติที่สำคัญ ๆ ของชิปไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 มีดังนี้

- ต้องการแหล่งจ่ายไฟ 5 โวลต์ เพียงชุดเดียว
- มีหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมควบคุมการทำงานอยู่ภายในชิปจำนวน 4 กิโลไบต์
- มีหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลทั่วไป (RAM) อยู่ภายใจชิปจำนวน 128 ไบต์ (ใน 8031,8051) หรือ 256 ไบต์ (ในเบอร์ 8032,8052)
- สามารถใช้หน่วยความจำสำหรับโปรแกรมและข้อมูลที่อยู่ภายนอกชิปได้อย่างละ 64 กิโลไบต์ แยกจากกัน
- คำสั่งส่วนใหญ่ใช้เวลาทำงานเพียง 1 ไมโครวินาทีเมื่อใช้คริสตอลความถี่ 12 เมกะเฮิรตซ์
- มีพอร์ทที่สามารถรับหรือส่งข้อมูลได้ทั้ง 2 ทิศทาง จำนวน 4 พอร์ท ๆ ละ 8 บิต หรือสามารถใช้งานเป็นพอร์ทขนาด 1 บิตแยกจากกัน ทำให้เสมือนมีพอร์ทขนาด 1 บิต ใช้งานรวมทั้งสิ้น 32 พอร์ท
- รับและส่งข้อมูลแบบอนุกรมได้ในตัว โดยสามารถกำหนดอัตราเร็วในการรับและส่งข้อมูล (Baud rate) ได้ตั้งแต่ 300 ถึง 375 กิโลไบต์ต่อวินาที
- จัดลำดับความสำคัญของสัญญาณอินเตอร์รัปต์ (Interrupt Signal) ได้ 2 ระดับ
- มีรีจิสเตอร์ (Register) สำหรับใช้งานเป็นไทม์เมอร์ (Timer) หรือ เคาน์เตอร์ (Counter) เพื่อนับจำนวนสัญญาณนาฬิกาภายในชิป หรือนับการเปลี่ยนสถานะของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณภายนอกขนาด 16 บิต จำนวน 2 ตัว เพื่อใช้สำหรับนับจำนวนพัลส์ (Pulse) วัดความกว้างของพัลส์หรือใช้วัดช่วงเวลา (ในเบอร์8052จะมี3 ตัว)

- หน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลภายในบางส่วนสามารถเข้าถึงข้อมูลได้ทั้งระดับไบต์และระดับบิตเพื่อให้การออกแบบโปรแกรมและการควบคุมระบบทำได้ง่าย
- มีคำสั่งคูณและหารเลขขนาด 8 บิตในตัวเอง และ AND OR หรือ COMPLEMENT ได้ทั้งแบบ 8 บิตและ 1 บิต
- สามารถประมวลผลแบบบูลีนเพื่อใช้ในงานควบคุมโดยเฉพาะ
- ใช้โปรแกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS48 (upwardly compatible) ได้
- รับอินเตอร์รัปต์ได้ 6 แหล่ง 5 เวกเตอร์ สำหรับเบอร์ 8052 ขึ้นไปมี 8 แหล่ง 6 เวกเตอร์

2.2.2 การเชื่อมโยง 8255 กับ MCS-51

8255A PROGRAMMABLE PERIPHERAL INTERFACE

เป็นชิพขนาด 40 ขามีอยู่ 3 พอร์ทคือ A,B,C เป็นพอร์ท 8 บิทที่สามารถโปรแกรมให้เป็นอินพุทหรือเอาท์พุทก็ได้ โดยที่พอร์ท C ยังแบ่งเป็น 4 บิทล่างและ 4 บิทบน

2.2.2.1 โหมดการทำงาน

การทำงานมีอยู่ด้วยกัน 3 โหมด ดังนี้

โหมด 0 มีการทำงานแบบ BASIC I/O ไม่มี handshake

โหมด 1 โหมดนี้ใช้พอร์ท A,B ในการรับหรือส่งข้อมูล และใช้พอร์ท C ในการตรวจสอบสัญญาณ (handshake)

โหมด 2 โหมดนี้ใช้พอร์ท A ในการรับส่งข้อมูล 2 ทิศทางและพอร์ท B ในการรับหรือส่งข้อมูลและใช้พอร์ท C บิต 0,1,2 ในการรับส่งข้อมูลบิตและบิต 4,5,6 เป็นสัญญาณ handshake

2.2.2.2 สัญญาณต่าง ๆ ของ 8255

D7 – D0 บัสข้อมูลเชื่อมโยงกับ CPU

A1 – A0 ใช้เลือกพอร์ท A,B,C และพอร์ทควบคุม

RESET เมื่อขานี้ได้รับสัญญาณกระตุ้นลอจิก 1 จะทำให้ 8255 ถูกรีเซ็ทมีผลทำให้ทุกพอร์ทเป็นอินพุททันที

PA7 – PA0 เป็นพอร์ทขนาน 8 บิต

PB7 – PB0 เป็นพอร์ทขนาน 8 บิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PC7 – PC0 เป็นพอร์ทขนาน 8 บิต

RD ในการอ่านข้อมูลที่พอร์ทของ 8255 ต้องทำให้ขานี้เป็นลอจิก 0 พร้อมกับ CS

WR ในการเขียนข้อมูลหรือโปรแกรมลงบน 8255 ต้องทำให้ขานี้ เป็นลอจิก 0 พร้อมกับ CS

CS เป็นขาเลือกชิพ 8255 ได้ ขานี้มักจะต่อกับ I/O DECODER

เมื่อขา WR, RD, A0, A1,CS ทำงานทั้ง 5 ขาจะมีฟังก์ชันการทำงานดัง ตาราง

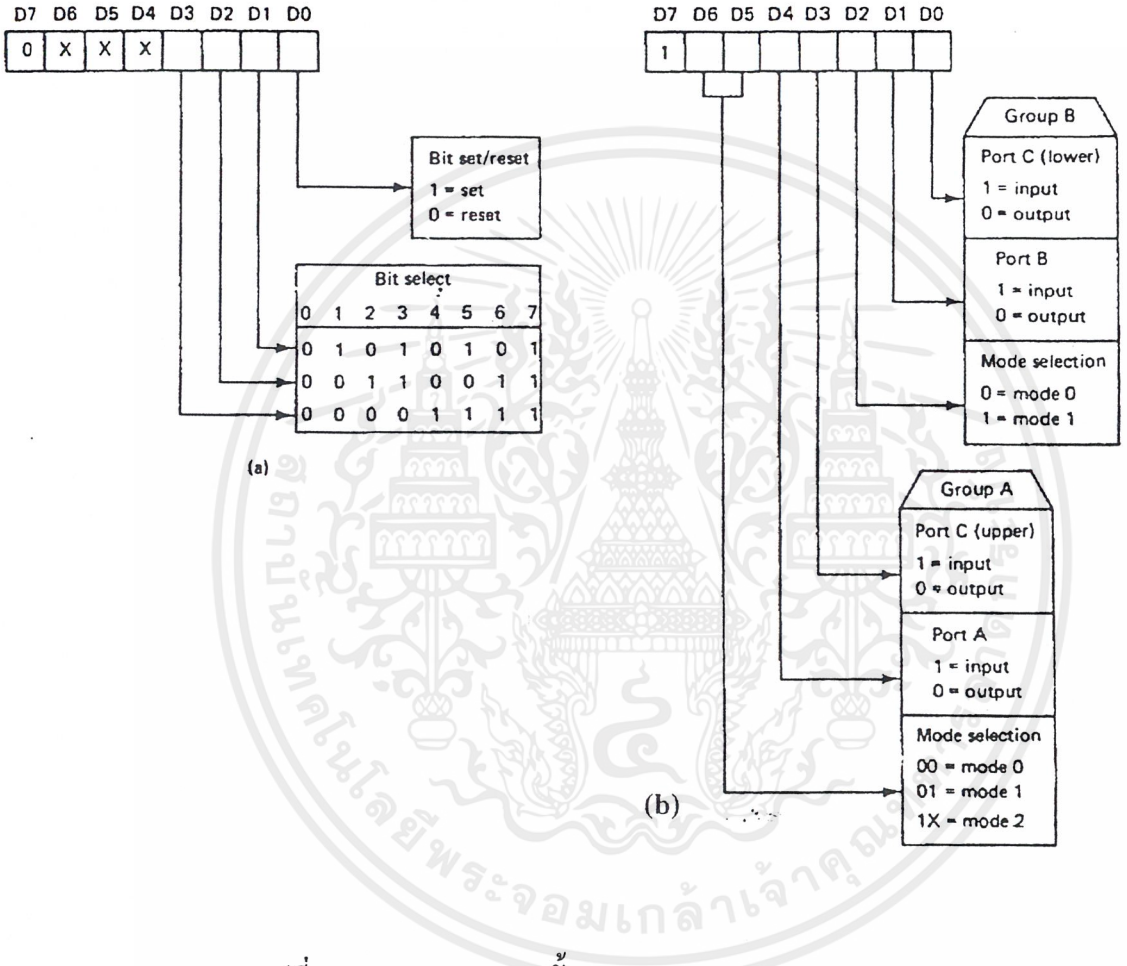
A_1	A_0	$\overline{RD}$	$\overline{WR}$	$\overline{CS}$	
					Input operation (READ)
0	0	0	1	0	Port A → data bus
0	1	0	1	0	Port B → data bus
1	0	0	1	0	Port C → data bus
					Output operation (WRITE)
0	0	1	0	0	Data bus → port A
0	1	1	0	0	Data bus → port B
1	0	1	0	0	Data bus → port C
1	1	1	0	0	Data bus → control
					Disable function
X	X	X	X	1	Data bus → 3-state
1	1	0	1	0	Illegal condition
X	X	1	1	0	Data bus → 3-state

Source: Courtesy of Intel Corporation.

ตารางที่ 2.1 ตารางความจริงของวงจรรวมเบอร์ 8255

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทุกครั้งของการโปรแกรม เราจะต้องทำการ initial 8255 ก่อนโดยการส่ง Control word ไปยัง Control Port เสมอ เพื่อกำหนดการเลือกใช้งานของPort ต่างๆใน 8255



รูปที่ 2.1 Control Words ทั้งแบบ Mode และ Difinition Format

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 รีจีสเตอร์ฟังชั่นพิเศษ

Special Function Register (SFR) เป็นรีจีสเตอร์ที่ใช้งานในหน้าที่ต่างๆกันซึ่งบรรจุไว้ในหน่วยความจำภายใน(Internal RAM) ตำแหน่ง 80h-FFh โดยมีสัญลักษณ์ ชื่อ และตำแหน่งดังตาราง

Symbol	Name	Address
*ACC	Accumulator	0E0H
*B	B Register	0F0H
*PSW	Program Status Word	0D0H
SP	Stack Pointer	81H
DPTR	Data Pointer 2 Bytes	
DPL	Low Byte	82H
DPH	High Byte	83H
*P0	Port 0	80H
*P1	Port 1	90H
*P2	Port 2	0A0H
*P3	Port 3	0B0H
*IP	Interrupt Priority Control	0B8H
*IE	Interrupt Enable Control	0A8H
TMOD	Timer/Counter Mode Control	89H
*TCON	Timer/Counter Control	88H
*+T2CON	Timer/Counter 2 Control	0C8H
TH0	Timer/Counter 0 High Byte	8CH
TL0	Timer/Counter 0 Low Byte	8AH
TH1	Timer/Counter 1 High Byte	8DH
TL1	Timer/Counter 1 Low Byte	8BH
+TH2	Timer/Counter 2 High Byte	0CDH
+TL2	Timer/Counter 2 Low Byte	0CCH
+RCAP2H	T/C 2 Capture Reg. High Byte	0CBH
+RCAP2L	T/C 2 Capture Reg. Low Byte	0CAH
*SCON	Serial Control	98H
SBUF	Serial Data Buffer	99H
PCON	Power Control	87H

* = Bit addressable

+ = 8052 only

ตารางที่ 2.2 รายระเอียดของ SFR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4 COUNTER

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 มีรีจิสเตอร์พิเศษ ที่สามารถเลือกใช้งานเป็นไทม์เมอร์ หรือเคาน์เตอร์อย่างใดอย่างหนึ่งมีอยู่ด้วยกัน 2 ตัว คือไทม์เมอร์/เคาน์เตอร์ 0 และไทม์เมอร์/เคาน์เตอร์ 1 แต่ละตัวประกอบด้วย TH_x, TL_x (โดยที่ X คือ 0,1) ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นเคาน์เตอร์ รีจีสเตอร์แบบนับขึ้น up Counter Register

ไทม์เมอร์/เคาน์เตอร์ up Counter Register (TH_x, TL_x) ทั้งสองตัวนี้สามารถเลือกให้มีการทำงานเป็นไทม์เมอร์ หรือเคาน์เตอร์อย่างใดอย่างหนึ่ง โดยเลือกที่บิต $C/\overline{T}$ ในรีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ TMOD

โหมดเคาน์เตอร์ up Counter Register (TH_x, TL_x) จะถูกเพิ่มค่าทีละหนึ่งเมื่อป้อนสัญญาณคล้อคจากภายนอกเข้ามา 1 ลูกเข้ามาทางขา T0 pin หรือ T1 pin อยู่ที่ขา 14 และ 15 ตามลำดับโดยไม่สนใจค่า duty cycle การตรวจสอบสัญญาณที่เข้ามาทางขานี้จะตรวจสอบทุก ๆ S5P2 ของแต่ละแมชชีนไซเคิ้ลดังนั้นการตรวจสอบคล้อค 1 ลูกจะต้องใช้ถึง 2 แมชชีนไซเคิล (1/24 คาบเวลาของ CPU osc)

2.2.4.1 รีจีสเตอร์ที่ใช้ควบคุม

TMOD

GATE	C/T	M1	M0	GATE	C/T	M1	M0

รูปที่ 2.2 รีจีสเตอร์ TMOD

TCON

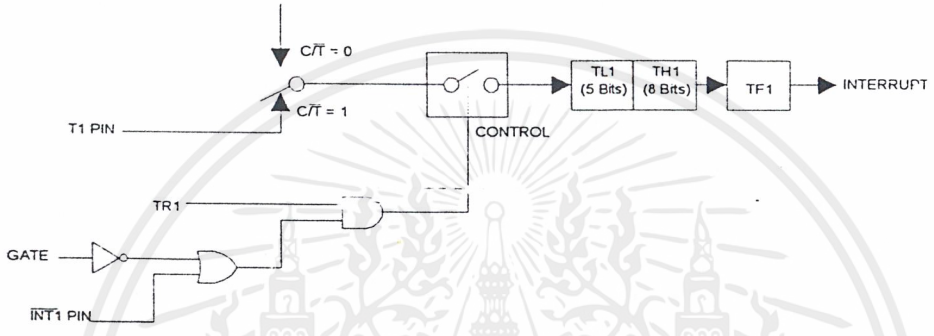
TF1	TR1	TF0	TR0	IE1	IT1	IE0	IT0

รูปที่ 2.3 รีจีสเตอร์ TCON

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4.2. โหมดการทำงานของ Counter

อินพุทของ Counter Mode จะเข้ามาทางขา T0,T1 ซึ่งพอร์ท3 บิต 4 และบิต 5 ตามลำดับ ซึ่งตรงกับขา 14 และ15 การเลือกโหมดนี้ต้องโปรแกรมบิต $C/\overline{T} = 1$ เพื่อเข้าสู่โหมด Counter ผังการทำงานแสดงดังรูป



รูปที่ 2.4 ผังการทำงานของ Counter Mode

1. Counter (Mode 0) โหมดนี้ตัว Counter จะมีเพียง 13 บิต คือ TH0= 8บิต และ TL0= 5 บิต โดย TL0 นับได้สูงสุดเพียง 32_{10} ดังนั้น โหมดนี้นับได้สูงสุดเท่ากับ $(256)(32) = 8192_{10}$ เท่านั้น
2. Counter (Mode 1) 16 bit Counter มีการทำงานเหมือน (Mode0) ต่างกันที่ เคาน์เตอร์เป็น16 บิต โดยแบ่งเป็น TL1= 8บิต TH1= 8 บิต ค่าสูงสุดที่นับได้คือ $(256)(256)= 65536_{10}$
3. Counter (Mode 2) 8 bit Auto Reload โหมดนี้จะใช้ Counter TL1 เป็นตัวนับ นับได้เพียง 8 บิต เวลาโหลดค่านับจะต้องโหลดเข้า TH1 เท่านั้น โหลดเข้าเพียงครั้งเดียว เมื่อนับครบก็จะเกิด overflow ทำให้ TF1 ถูกเซ็ท หลังจากนั้น ค่าใน TH1 ก็จะถูกโหลดเข้า TL1 อย่างอัตโนมัติ
4. Counter (Mode 3) 8 bit Counter โหมดนี้จะใช้TF0 เป็นแฟลกซ์ของ TL0 ซึ่งเป็น Counter 8 bit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.5 โปรแกรมหน่วงเวลาสำหรับ MCS-51

โปรแกรมหน่วงเวลามีความจำเป็นอย่างมากในการใช้งานต่างๆ เช่น Scan Keyboard and Display หรืองานอื่นๆ การหน่วงเวลาอาจใช้วิธีวนลูป รอจนถึงเวลาที่ต้องการ หรืออาจจะใช้อุปกรณ์พวกไทเมอร์ต่างๆ โปรแกรมหน่วงเวลามีทั้งลูปเดียวและหลายลูปซ้อน

โปรแกรมย่อยหน่วงเวลาแบบลูปเดียว

จะใช้รีจิสเตอร์ตัวเดียวกำหนดค่าเริ่มต้น แล้วใช้วิธีลดค่าลงหนึ่งแล้วทำการตรวจสอบ ถ้าไม่เท่ากันศูนย์ ให้ทำการลดค่าลงอีกครั้งแล้วทำการตรวจใหม่จนกว่าค่าในรีจิสเตอร์นั้นเป็นค่าศูนย์ และใช้คำสั่งปิดท้ายโปรแกรมย่อยนี้ด้วย RETURN (RET) เสมอ โดยการ RUN MCS-51 ที่ความเร็ว

ที่ 12 MHz 1 Machine Cycle ใช้คล้อค = 12 ลูก จะกินเวลา 1μS

ที่ 11.059 MHz 1 Machine Cycle ใช้คล้อค = 12 ลูก จะกินเวลา 1.082μS

```
DELAY:   MOV R0,#01H       ; โหลด R0=01H ( 1 Machine Cycle)
DELAY1:  DJNZ R0, DELAY1   ; ลดค่า R0 ลงหนึ่งแล้วตรวจสอบ ถ้าไม่เท่ากับ 0 ให้ทำซ้ำจน
                             กว่าจะเป็น 00   ( 2 Machine Cycle)
         RET               ;                ( 2 Machine Cycle)
```

รวม 5 Machine Cycle = 5 μS ที่ 12 MHz

ที่ R0 =00H จะหน่วงเวลานานสุดเนื่องจากเมื่อลดค่าลงหนึ่งแล้วจะเหลือ FFH นั่นคือจะทำคำสั่งบรรทัดที่สอง 256 ครั้งรวม (1)+(2)256+(2) = 515 Machine Cycle เวลาที่หน่วงไปจึงเป็น 515 (1 μS) =515μS ที่ 12 MHz

โปรแกรมย่อยหน่วงเวลาแบบสองลูป

การคิดเวลาจะคิดจากลูปในคูณลูปนอก ถ้ากำหนด R0 ทำงานวนลูปในและ R1วนลูปนอกเราสามารถคำนวณหาเวลาที่หน่วงไปได้ดังนี้

ที่ 12 MHz 1 Machine Cycle ใช้คล้อค = 12 ลูก จะกินเวลา 1μS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
DELAY:  MOV R1,#02H      ( 1 Machine Cycle)
DEL2:   MOV R0,#03H      ( 1 Machine Cycle)
DEL1:   DJNZ R0,DEL1     ( 2 Machine Cycle)
        DJNZ R1,DEL2     ( 2 Machine Cycle)
        RET              ( 2 Machine Cycle)
```

รวม= 1+(1+2+2+2+2)+(1+2+2+2+2)+2 Machine Cycle

= 21 Machine Cycle

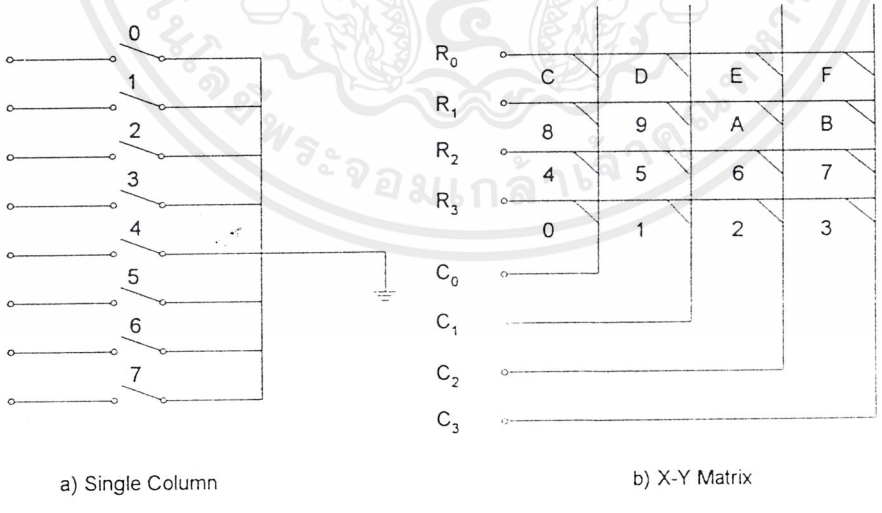
คิดเป็นเวลาที่หน่วงคือ 21(1μS) = 21 μS

ซึ่งเราสามารถแทน R0 ณ จุดที่วน3 รอบและแทน R1 ณ จุดที่วน2 รอบ จะได้สมการเพื่อความสะดวกในการใช้คำนวณเวลาที่จะหน่วงได้เป็น

จำนวน Machine Cycle = 3+ R1{3+R0(2)}

2.3 Scan keyboard

Keyboard เป็นอุปกรณ์ที่จะนำข้อมูลเข้าระบบไมโครโปรเซสเซอร์ สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 แบบ คือ แบบ Single Column และ X-Y Matrix



a) Single Column

b) X-Y Matrix

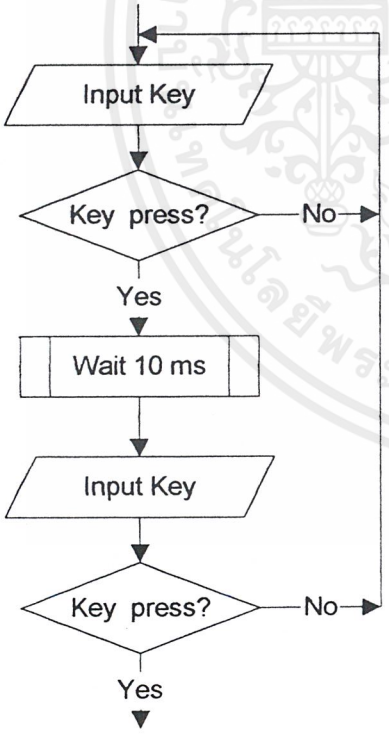
รูปที่ 2.5 Keyboard ลักษณะต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการทำงานของโปรแกรมจะใช้วิธีการกวาด (Scanning) เพื่อหาว่าสวิตช์ใดที่ถูกกดโดยอาจเริ่มต้นที่แถวที่ 0 โดยการกำหนดให้แถวที่ 0 มีระดับเป็น 0 ส่วนแถวอื่นๆ มีระดับเป็น 1 แล้วทำการตรวจสอบทีละคอลัมน์ โดยเริ่มจาก คอลัมน์ที่ 0 ตรวจสอบว่ามีระดับเป็น 0 หรือไม่ ถ้ามีระดับเป็น 0 แสดงว่ามีสวิตช์ที่ตำแหน่งนี้ถูกกด ถ้าไม่มีก็เลื่อนไปคอลัมน์ถัดไป และจะทำการเลื่อนและตรวจสอบทั้งทางด้านคอลัมน์และแถวต่อๆ ไปจนกว่าจะหมดหรือว่าจนกระทั่งพบว่ามีสวิตช์ที่ถูกกด และเมื่อทราบว่าสวิตช์ใดถูกกดแล้วต้องทราบว่าสวิตช์นั้นคือสวิตช์ตำแหน่งใด เพื่อที่จะได้ตีความหมาย หรือสร้างรหัสขึ้นมาตามสวิตช์ตำแหน่งนั้นๆ

ปัญหาที่จะพบในการรับค่าจาก Switch ในลักษณะนี้ คือจะมี Bounce เกิดขึ้นได้ ซึ่งจะทำให้การรับข้อมูลเข้าไปไม่ถูกต้อง ซึ่งเราจะสามารถแก้ไขได้โดยวิธีการของ Hardware หรือ Software ก็ได้

สำหรับการแก้ไขโดยใช้ Software นั้นจะทำโดยใช้ Algorithms ดังนี้



และสำหรับการแก้ปัญหาโดย Hardware นั้นอาจทำได้อย่างง่ายโดยใช้ตัวเก็บประจุที่เหมาะสม ใส่เข้าไปในวงจร หรือจะทำได้โดยสัญญาณที่ได้จาก Switch นี้ ไปเข้า Mono-Stable แล้วจึงนำสัญญาณที่ได้จาก Mono-Stable นี้ ไปเป็น Input ให้กับ Microcomputer อีกทีหนึ่ง

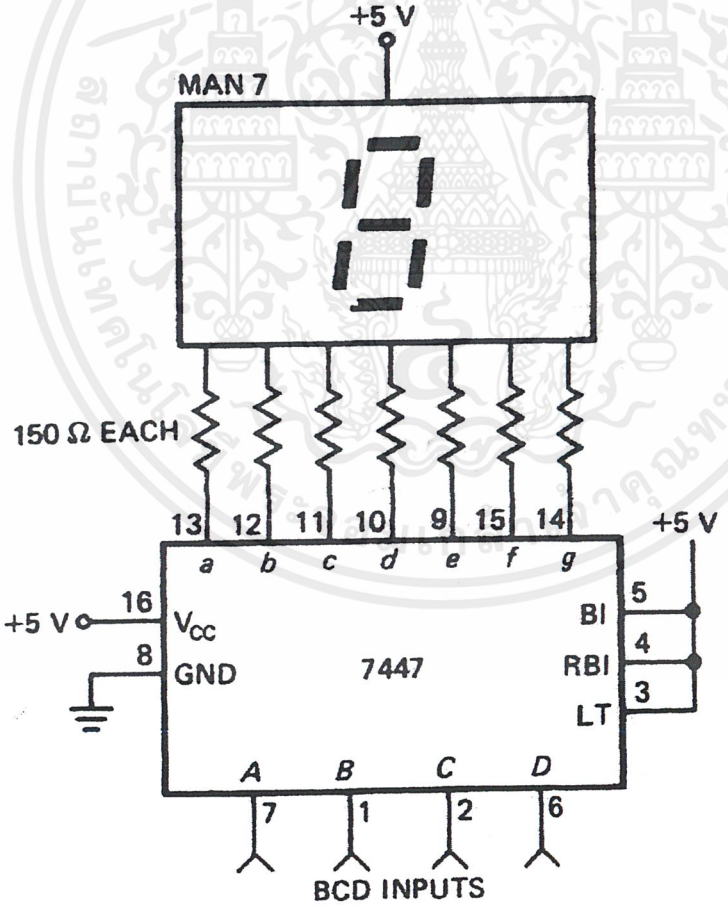
รูปที่ 2.6 Flowcharge ของการdebounce

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 หน่วยแสดงผล (.Display Multiplex)

การแสดงผลของระบบไมโครโปรเซสเซอร์ แบบ 7 segment ที่นิยมใช้เป็นแบบ Multiplex เราสามารถที่จะต่อ LED Segment ต่างๆ เข้าโดยตรงที่ Output Port Bit ก็ได้ ในกรณีนี้ Output Port 8 Bit ก็จะต่อ 7-Segment ได้ 1 ตัว หรือจะต่อโดยใช้ IC ถอดรหัส BCD ในกรณีนี้ ข้อมูลที่ส่งออกมาจะเป็น BCD ซึ่งใช้เพียง 4 Bit เท่านั้น

การแสดงผลที่ 7-Segments จะทำได้โดยการส่งข้อมูลไปออกที่ Output port ที่มันต่ออยู่นั่นเอง(เช่น พอร์ท A ของ 8255) เราจะสามารถต่อ 7-Segment เพิ่มได้ตามต้องการ โดยการทำ Output Port ที่มากขึ้น แต่อย่างไรก็ดี ในการแสดงผลของ 7-Segment จำนวนมาก แล้ว เราก็จะทำโดยใช้หลักการของ Dynamic Display แทน



รูปที่ 2.7 การแสดงผลแบบ 7 segment

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Segment Code	Binary								HEX
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	
	dot	g	f	e	d	c	b	a	
0	0	0	1	1	1	1	1	1	3F
1	0	0	0	0	0	0	1	0	06
2	0	1	0	1	1	0	1	1	5B
3	0	1	0	0	1	1	1	1	4F
4	0	1	1	0	0	1	1	0	66
5	0	1	1	0	1	1	0	1	6D
6	0	1	1	1	1	1	0	1	7D
7	0	0	0	0	1	1	1	1	07
8	0	1	1	1	1	1	1	1	7F
9	0	1	1	0	1	1	1	1	6F
A	0	1	1	1	0	1	1	1	77
B	0	1	1	1	1	1	0	0	7C
C	0	0	1	1	1	0	0	1	39
D	0	1	0	1	1	1	1	0	5E
E	0	1	1	1	1	0	0	1	79
F	0	1	1	0	0	0	0	1	71

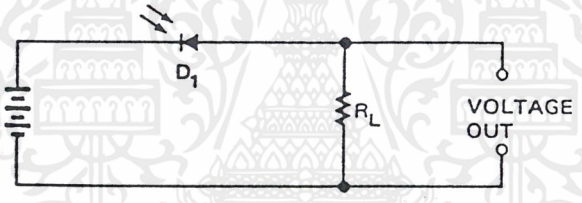
ตารางที่ 2.3 แสดง Segment Code ที่ต้องส่งออกพอร์ท A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 Sensor(Opto Device)

เซ็นเซอร์ชนิดที่ใช้อุปกรณ์ออปโต้เป็นส่วนประกอบจะมีหลักการทำงานโดยรวมคือตัวออปโต้จะคอยตรวจจับแสงที่ส่องมาที่ตัวมัน และค่าความต้านทานภายในจะเปลี่ยนไปตามความเข้มแสงนั้นๆ หรือ สร้างกระแสไฟฟ้าเป็นเอาท์พุทนำไปใช้งานต่อไป

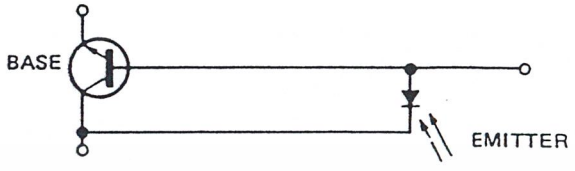
โฟโต้ทรานซิสเตอร์ (Photo Transistor) เป็นอุปกรณ์ออปโต้ชนิดหนึ่งที่ถูกสร้างขึ้นมาเหมือนกับทรานซิสเตอร์ทั่วไป คือมีรอยต่อ พี-เอ็น สองรอยต่อ โดยจะมีรูปแบบมาตรฐานคือเป็นทรานซิสเตอร์แบบ NPN ซึ่งมันจะถูกใช้เหมือนโฟโต้ไดโอด และโครงสร้างภายนอกก็เหมือนกับโฟโต้ไดโอด ต่างกันที่มันมีสามขาคือ อิมิเตอร์ (emitter) เบส(base) และคอลเล็กเตอร์(collector)



รูปที่ 2.8 วงจรใช้งานโฟโต้ไดโอด

โฟโต้ไดโอด (photodiode) เป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทำจากซิลิคอน โฟโต้ไดโอดแบบรอยต่อพี-เอ็นมีหลักการเหมือนออปโต้ทั่วไป แต่ต่างตรงที่มันจะถูกใช้ในการควบคุมการไหลของกระแสไม่ได้เป็นตัวกำเนิดและเมื่อแรงเคลื่อนไฟฟ้าจ่ายคร่อมแบบรีเวิร์ดไบอัส ซึ่งทำให้ขอบเขตดีพลีชั่นถูกขยายให้กว้างขึ้น และเมื่อแสงตกกระทบตัวโฟโต้ไดโอด มันจะเข้าไปในขอบเขตดีพลีชั่นและสร้างอิเล็กตรอนอิสระขึ้นมาเคลื่อนไปยังด้านบวกของแหล่งจ่ายไบอัส จะทำให้มีกระแสไหลผ่านโฟโต้ไดโอดในทิศทางรีเวิร์ด และเมื่อพลังงานแสงเพิ่มมากขึ้นเท่าไหร่ อิเล็กตรอนอิสระก็ยิ่งเพิ่มมากขึ้นตาม ทำให้มีกระแสไหลผ่านมากขึ้น ข้อดีของโฟโต้ไดโอดคือ มีความไวในการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของแสงและยังเป็นอุปกรณ์ตรวจจับแสงที่ไวที่สุดอีกด้วย ส่วนข้อเสียคือจะให้เอาท์พุทต่ำเทียบกับอุปกรณ์ตรวจจับแสงชนิดอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

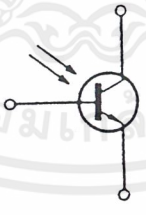


รูป 2.9 วงจรเปรียบเทียบของโฟโต้ทรานซิสเตอร์

จากรูปวงจรเปรียบเทียบของโฟโต้ทรานซิสเตอร์ ทรานซิสเตอร์จะทำงานเมื่อโฟโต้ไดโอดทำงาน ซึ่งขาเบสของมันนานๆจะถูกใช้สักครั้ง แต่เมื่อถูกใช้แล้วมันจะใช้ปรับจุดทำงานของทรานซิสเตอร์

โฟโต้ทรานซิสเตอร์สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าเอาท์พุทสูงกว่าโฟโต้ไดโอด แต่การตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของแสงจะไม่เร็วเท่า

สำหรับการนำโฟโต้ทรายซิสเตอร์ไปใช้งานนั้น จะมีดังนี้คือ โฟโต้เทคโคมิเตอร์ควบคุมการเปิดหน้ากล้องของกล้องถ่ายรูป เครื่องเตือนไฟไหม้ เครื่องนับวัตถุ เป็นต้น



รูปที่ 2.10 สัญลักษณ์ของโฟโต้ทรานซิสเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

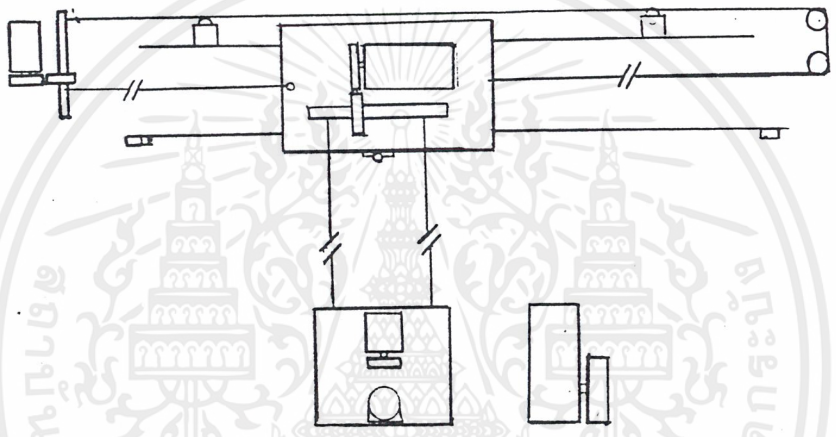
สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

บทที่ 3
การออกแบบ

3.1 โครงสร้าง

โครงสร้างทาง Hardware ทั้งหมดของอุปกรณ์เช็ดพื้นผิวในแนวตั้งชิ้นนี้จะประกอบด้วยโครงสร้างหลักใหญ่ๆ 2 ส่วนดังนี้ คือ

3.1.1 รางพร้อมรถที่เลื่อนไปตามรางเพื่อยึดอุปกรณ์เช็ด



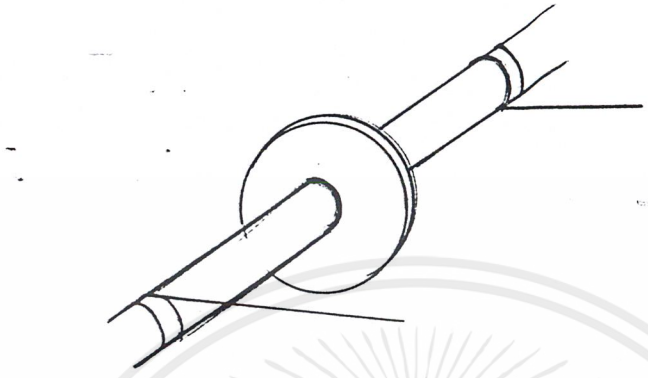
รูปที่ 3.1 แสดงภาพโดยคร่าว ๆ โดยรวม

ประกอบไปด้วยสองส่วนหลัก คือ

1. ตัวรางอลูมิเนียมที่ใช้ยึดรถให้สามารถเลื่อนไปและกลับตามรางได้ในแนวแกนx โดยการควบคุมจากมอเตอร์กระแสตรงที่ติดตั้งอยู่ทางด้านซ้ายของราง และพันแกนเหล็กที่ทดจากเฟืองจากมอเตอร์ด้วยเชือกร้อยติดกับรถ อ้อมผ่านรอกที่ปลายสุดทางด้านขวากลับมาที่แกนเหล็ก พร้อมติดตั้งอุปกรณ์เซ็นเซอร์ชนิด ออปโต้แบบโฟโต้ทรานซิสเตอร์เพื่อใช้ในส่วนของการคำนวณระยะทางที่รถเคลื่อนที่ไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

42336



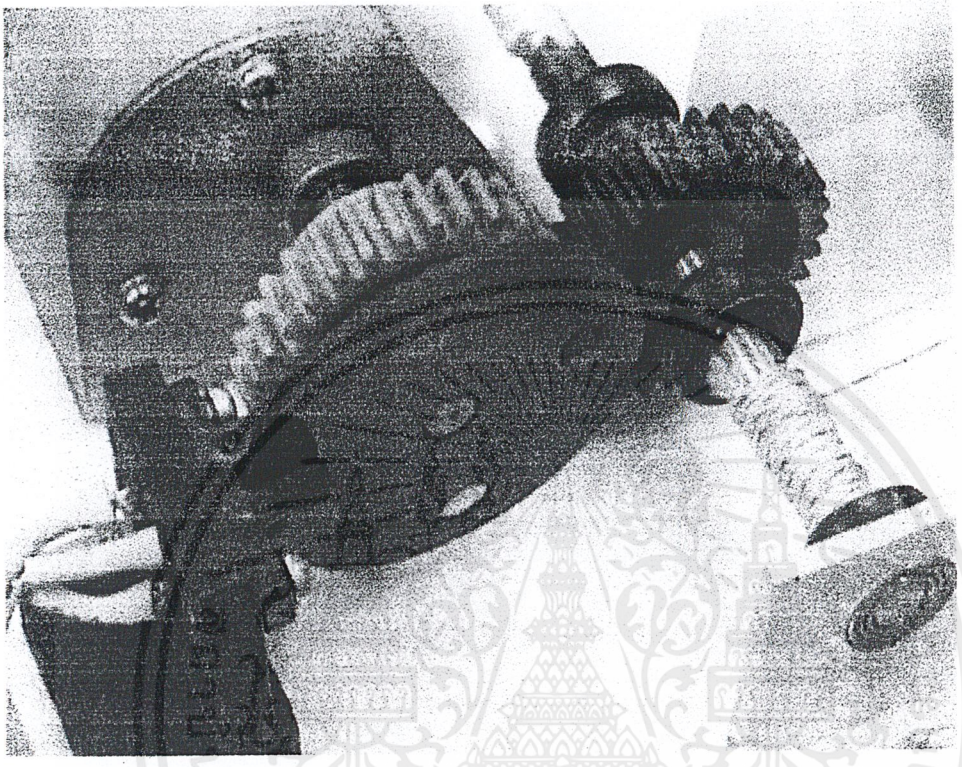
รูปที่ 3.2 แสดงการร้อยเชือกสำหรับดึงตัวรถ

จากหลักการของเซ็นเซอร์ชนิดโฟโต้ทรานซิสเตอร์และการทดสอบที่ได้คือ เซ็นเซอร์ที่เลือกใช้จะตรวจจับแสงและให้เอาท์พุทออกมาเป็น0 โวลต์เมื่อพบแสง และเป็น 5โวลต์เมื่อตัดแสงออก นั่นคือเราจะได้เอาท์พุทออกมาเป็น pulse ได้โดยออกแบบติดแผ่นพลาสติกสีดำเจาะรู 4 รู ที่หัวของมอเตอร์ เมื่อมอเตอร์หมุน แผ่นพลาสติกจะตัดผ่านแสงจากหลอด LED ที่ส่งมายัง โฟโต้ทรานซิสเตอร์ของอุปกรณ์เซ็นเซอร์ และจะให้ pulse ออกมา4ลูกเมื่อมอเตอร์หมุนครบ1 รอบทันที

มอเตอร์ที่ใช้เป็นแบบมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงมีอินพุท 5 โวลต์จากการทดสอบมอเตอร์เมื่อหมุนมอเตอร์หนึ่งรอบจะสามารถดึงตัวรถไปได้เป็นระยะทางประมาณ 4เซนติเมตร ดังนั้นหากต้องการให้อุปกรณ์เช็ดไปอยู่ที่ตำแหน่งใดในแนวแกน x แล้ว จะสามารถป้อนอินพุทเพื่อนำไปคำนวณจากการเขียนโปรแกรมและสั่งการได้จากมอเตอร์และเซ็นเซอร์ที่ราง ณ ตำแหน่งนี้

นอกจากนี้ยังมี limit switch 2 ตัวติดตั้งอยู่ที่ปลายของรางทั้งด้านซ้ายและขวา เพื่อป้องกันและเป็นการตรวจสอบการเคลื่อนที่ของตัวรถไม่ให้เคลื่อนที่เลยรางออกไป โดยเมื่อตัวรถมาถึงที่ปลายรางและชนกับตัวswitch ตัว switch จะทำการทริ๊กและส่งสัญญาณออกไปที่คอนโทรลเลอร์เพื่อสั่งการให้มอเตอร์ที่ตัวรางหยุดหมุนทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 แสดงมอเตอร์ และ เซ็นเซอร์ที่ตัวราง

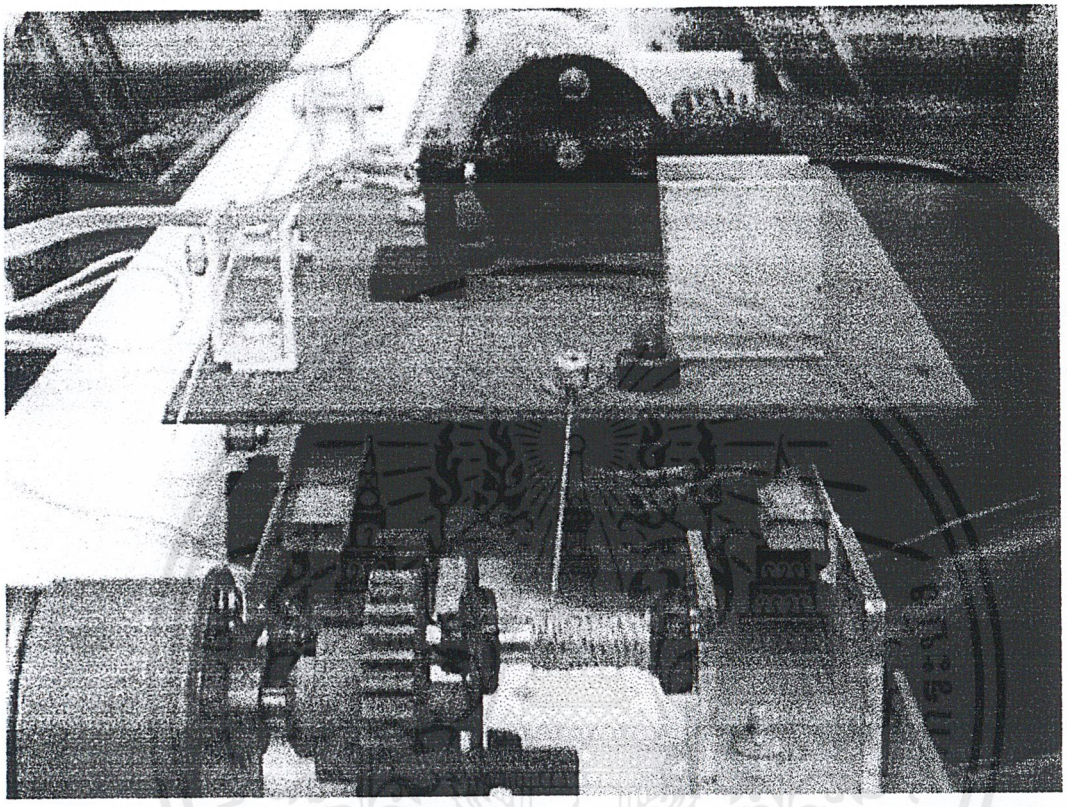
2. ส่วนตัวรถที่ใช้ยึดอุปกรณ์เช็ด

ตัวรถจะประกอบด้วยล้อเหล็กที่ใช้ในการเลื่อนไปตามรางอลูมิเนียมยึดกับแผ่นกระดานอัด ซึ่งแผ่นกระดานอัดนี้เอง ที่ใช้เป็นตัวยึดอุปกรณ์เช็ดให้เคลื่อนที่ไปในแนวแกน X จากมอเตอร์ที่ราง ที่กล่าวไปในหัวข้อ 3.1.1 และเคลื่อนที่ไปในแนวแกน Y จากการควบคุมมอเตอร์ที่ติดตั้งอยู่บนกระดานอัด

การควบคุมมอเตอร์เพื่อบังคับอุปกรณ์เช็ดให้เคลื่อนที่ขึ้นลงตามแนวแกน Y ที่ติดตั้งอยู่กับรถนี้ จะใช้หลักการในการควบคุมและกำหนดระยะทางแบบเดียวกับการควบคุมและกำหนดระยะทางของมอเตอร์ที่ราง หรือที่ใช้ในการเคลื่อนที่ในแนวแกน X ซึ่งมีอุปกรณ์เซ็นเซอร์ชนิดออปโต้แบบโฟโต้ทรานซิสเตอร์ เป็นส่วนประกอบเหมือนกันนั่นเอง

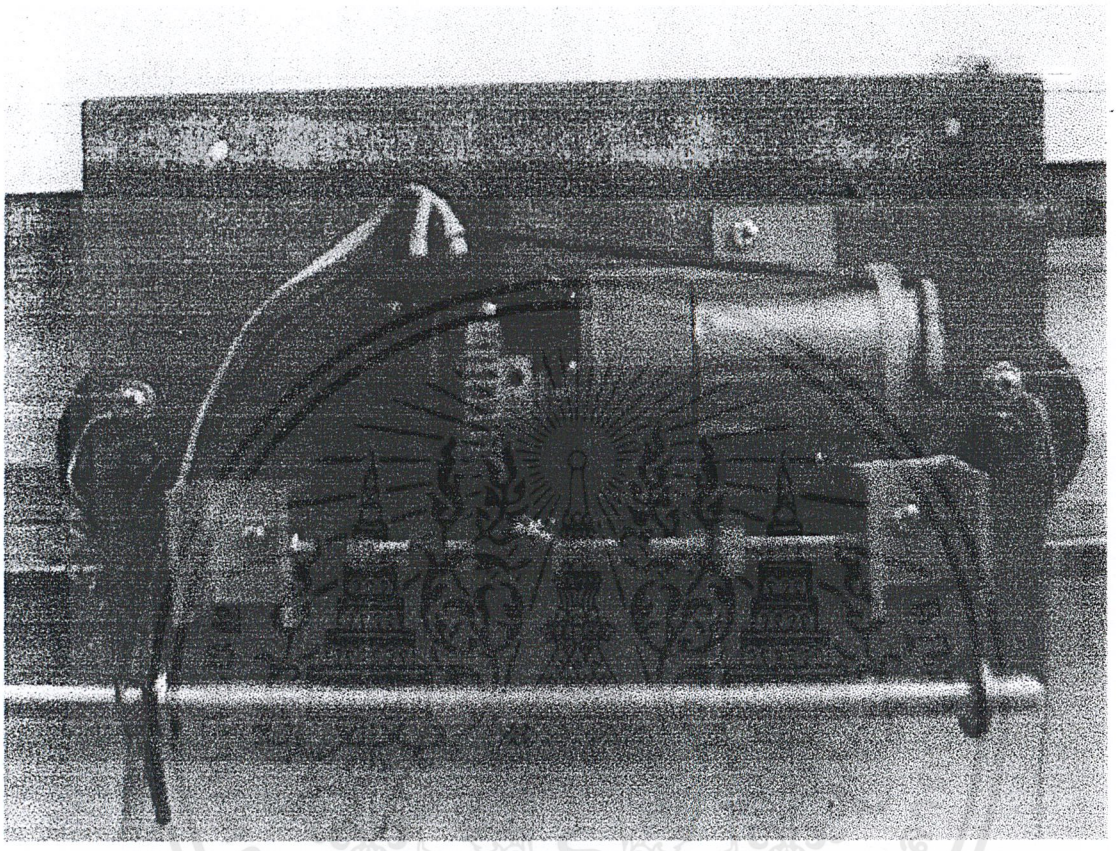
นอกจากนี้ยังมี limit switch เช่นเดียวกับที่ตัวรางเพื่อป้องกันไม่ให้มอเตอร์ที่ตัวรถหมุนดึงอุปกรณ์เช็ดขึ้นและชนกับตัวรถนั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 แสดงตัวรถที่ยึดอุปกรณ์เช็ค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 แสดงตัวรถทางด้านหน้า

3.1.2 อุปกรณ์เช็ด

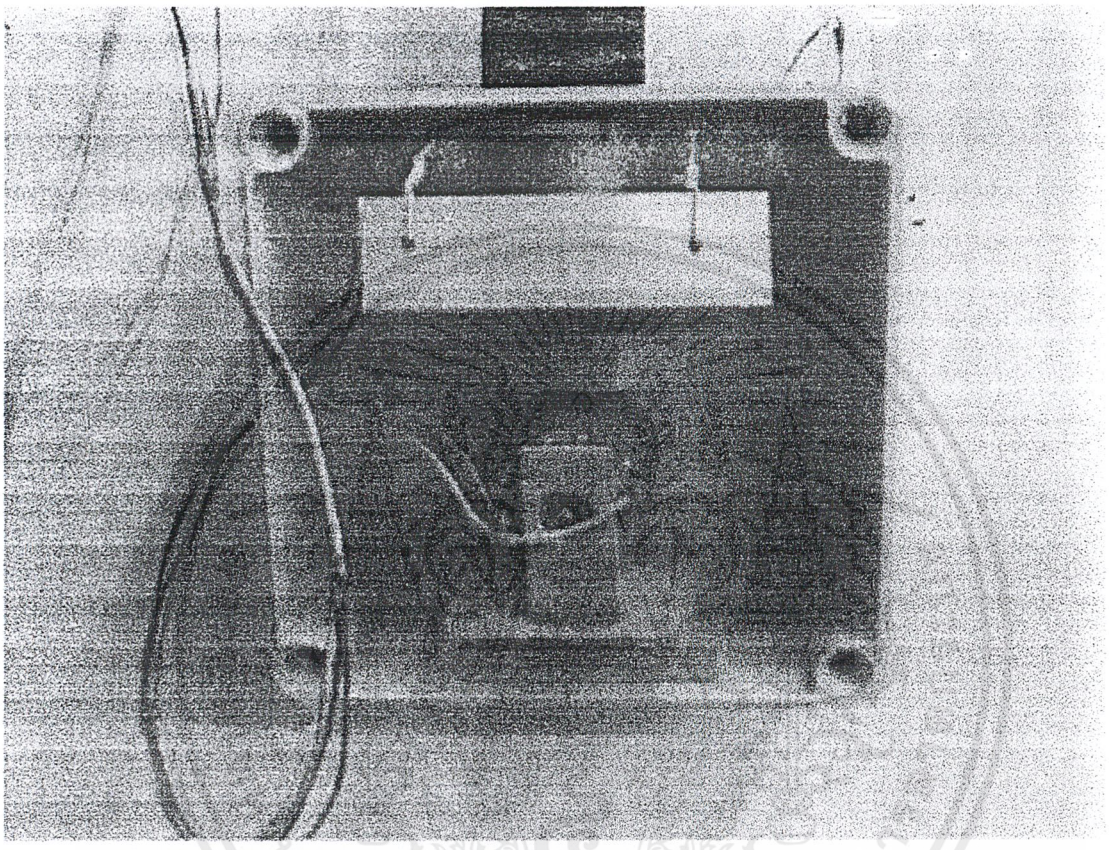
ตัวอุปกรณ์เช็ดนี้จะเป็นส่วนที่ใช้ในการทำความสะอาดพื้นผิว โดยมีจุดหมายให้ได้ความสะอาดในระดับหนึ่ง(สามารถลบกระดานwhiteboard ได้)

การออกแบบจึงต้องออกแบบให้อุปกรณ์มีน้ำหนักพอสมควรเพื่อให้มีแรงกด และให้มีแรงกระแทกทางด้านข้างเพิ่มขึ้นอีก โดยการติดตั้งมอเตอร์หนึ่งตัวเป็นDC Motor เพื่อใช้เหวี่ยงลูกเบี้ยวในแนวดิ่ง ดังนั้นเมื่อมอเตอร์(ลูกเบี้ยว)หมุน ตัวเช็ดนี้จะสั้นและเพิ่มแรงกระแทกทางด้านข้างหรือเพิ่มประสิทธิภาพในการเช็ดนั่นเอง

และส่วนประกอบที่สำคัญที่สุดของอุปกรณ์เช็ดตัวนี้คือส่วนที่ใช้เช็ดหรือปั่นพื้นผิว ซึ่งการออกแบบจะคำนึงถึงวัสดุที่ใช้เช็ดพื้นผิว การเก็บความสกปรกและลักษณะการสัมผัส(ความยืดหยุ่น)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กับพื้นผิวเป็นหลัก โดยมีมอเตอร์(DC Motor)ตัวที่สองติดตั้งในกล่องเพื่อใช้ในการปั่นทำความสะอาดนี้



รูปที่ 3.6 แสดงภาพภายในอุปกรณ์เช็ด

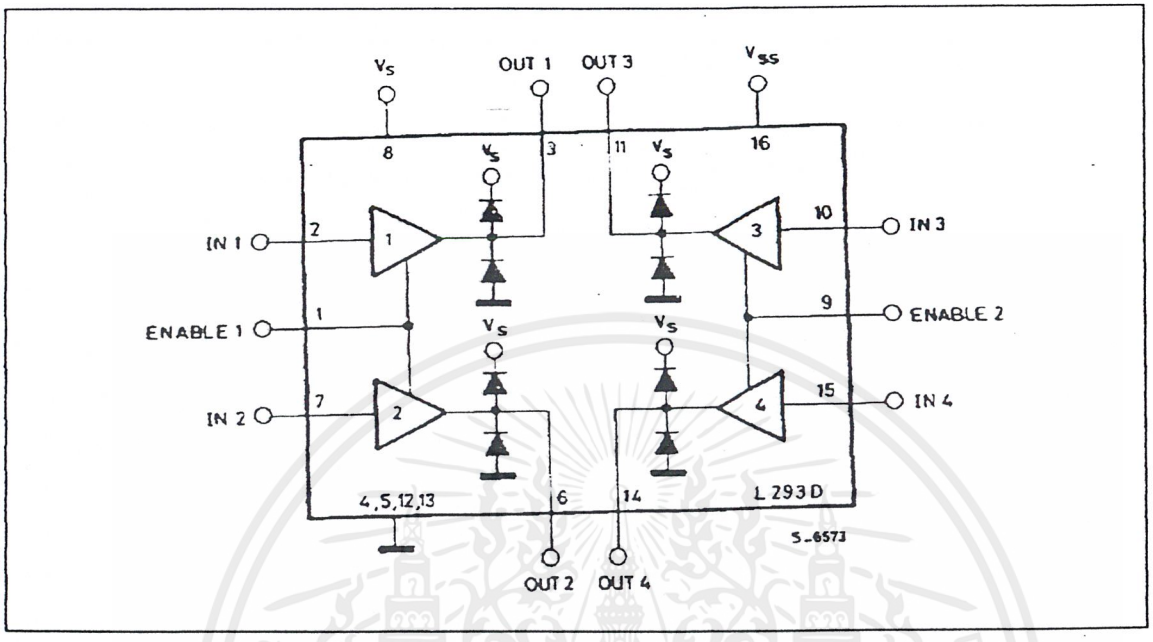
3.2 วงจรอิเล็กทรอนิกส์

3.2.1 วงจรขับมอเตอร์กระแสตรง

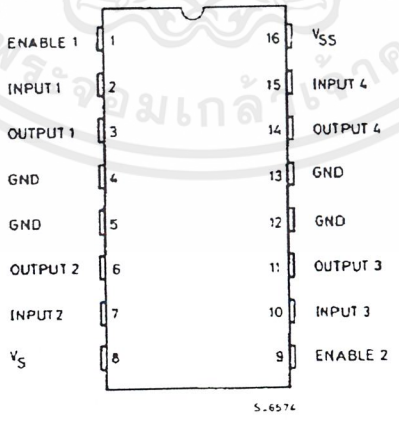
วงจรขับมอเตอร์กระแสตรง (DC MOTOR) จะประกอบด้วยส่วนสร้างสัญญาณควบคุมและขับมอเตอร์กระแสตรง

ส่วนสร้างสัญญาณควบคุมเป็นส่วนที่สร้างสัญญาณควบคุมการทำงานของมอเตอร์กระแสตรงโดยใช้วงจรรวม (IC) ใช้ในการควบคุมมอเตอร์กระแสตรงซึ่งในที่นี้ใช้วงจรรวมเบอร์ L293D

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 BLOCK DIAGRAM



รูปที่ 3.8 CONNECTION DIAGRAM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้าที่ของขาต่าง ๆ ของวงจรรวม L293D

- ENABLE1, ENABLE2 : เป็นขาที่รับสัญญาณแรงดัน 7 โวลต์ เพื่อเป็นการสั่งให้เริ่มการทำงานของวงจรรวมในแต่ละซีกของวงจรรวม
- INPUT1, INPUT2 (INPUT3,INPUT4): เป็นขาที่รับสัญญาณอินพุตเป็นลอจิก " 1 " และ " 0 " เพื่อสั่งงานมอเตอร์ให้เคลื่อนที่ในทางที่ต้องการ
- OUTPUT1,OUTPUT2 (OUTPUT3,OUTPUT4): เป็นขาที่ต่อเชื่อมกับขาของมอเตอร์
- Vs : เป็นขาที่รับค่าแรงกดันที่จะส่งไปเลี้ยงมอเตอร์
- Vss : เป็นขาที่รับค่าสัญญาณแรงดัน 7 โวลต์ เพื่อเป็นการสั่งการทำงานของวงจรรวมในการสร้างสัญญาณลอจิก
- GND : เป็นขากราวน์ของวงจรรวมและของมอเตอร์

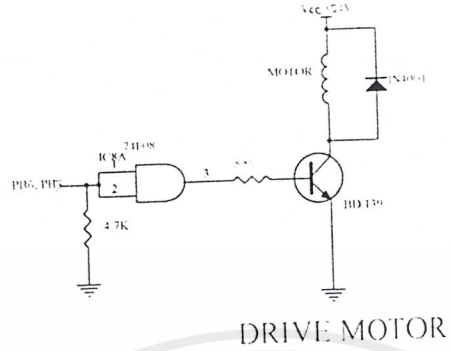
การส่งค่าในการควบคุมมอเตอร์กระแสตรง โดยการอินพุตค่าลอจิก " 0 " และ " 1 " ที่ INPUT1, INPUT2 หรือ INPUT3, INPUT4 โดยการรับอินพุต จากส่วนประมวลผลเป็นลอจิก

สัญญาณลอจิก		การควบคุม
0	0	หยุด
0	1	เคลื่อนที่*
1	0	เคลื่อนที่*
1	1	ไม่นิยาม

ตารางที่ 3.1 สัญญาณและการควบคุม(* ขึ้นอยู่กับการต่อที่ขา OUTPUT)

ส่วนขับมอเตอร์กระแสตรงเป็นวงจรอิเล็กทรอนิคที่ใช้ทรานซิสเตอร์เป็นสวิทซ์ในการ เปิด – ปิด การทำงานของมอเตอร์ และมีการต่อแอนเกจเพื่อเป็นบัพเฟอร์ป้องกันระหว่างตัวมอเตอร์กับตัวของหน่วยประมวลผลกลางดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 วงจรขับมอเตอร์

3.2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ และวงจรเซ็นเซอร์

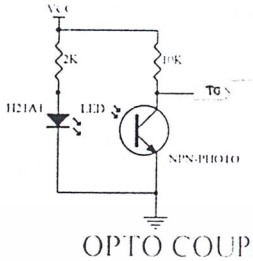
วงจรควบคุมที่ใช้คือ วงจรรวมเบอร์ 89C51 เป็นตัวประมวลผลในการรับสัญญาณ และตรวจเช็คสัญญาณจาก เซ็นเซอร์ และมีการเชื่อมต่อกับคีย์บอร์ด และ ตัวเลขเปล่งแสง

รูปที่ 3.10 ไมโครคอนโทรลเลอร์

วงจรเซ็นเซอร์ มีวงจรที่ใช้ในการตรวจสอบระยะการเคลื่อนที่ และมีการตรวจสอบตำแหน่งจุดเริ่มต้นและการตรวจขอบการเคลื่อนที่

- การตรวจสอบการเคลื่อนที่โดยใช้ ตัวออปโต้คัปเปลอร์ ในการตรวจสอบระยะการเคลื่อน โดยมีแผ่นวงกลมที่ทำเป็นช่องเพื่อสร้างสัญญาณพัลส์ (pulse) ส่งไปให้กับตัวประมวลผลเพื่อเก็บค่า และไปคำนวณทำตามโปรแกรม เพื่อเป็นการสั่งให้เคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งการทำงานต่าง ๆ ตามค่าที่ป้อนเข้าไป

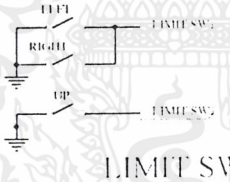
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



OPTO COUPLER

รูปที่ 3.11 การเชื่อมต่อ ออปโต้คัปเปลอร์ กับไมโครคอนโทรลเลอร์

- การตรวจสอบจุดเริ่มต้น และการตรวจสอบขอบการเคลื่อนที่ โดยการต่อลิ มิตสวิตท์เข้ากับวงจรควบคุมเพื่อเป็นการรับค่าเข้าไปในโปรแกรมเพื่อตรวจสอบว่าเป็นจุดเริ่มต้นหรือเป็นจุดขอบการทำงาน



LIMIT SWITCH

รูปที่ 3.12 การเชื่อมต่อ ลิมิตสวิตช์ กับไมโครคอนโทรลเลอร์

3.2.3 วงจรรวม เบอร์ 8255

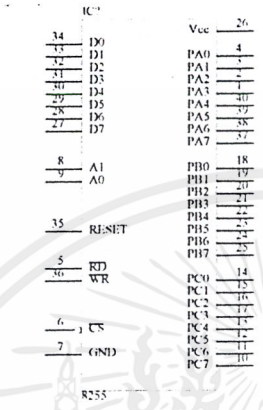
เป็นวงจรรวมที่ใช้ในการเพิ่มพอร์ตของวงจรประมวลผลข้อมูลในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอก ซึ่งสามารถทำให้การติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกได้มากจำนวนขึ้น ในการที่จะใช้ วงจรรวมเบอร์ 8255 จะต้องมีการตั้งค่าเริ่มต้นเพื่อกำหนด พอร์ตการทำงานของวงจรรวมเบอร์ 8255 โดยกำหนดให้เป็นดังนี้

ค่าเริ่มต้นที่จะส่งไปให้กับพอร์ตควบคุมของวงจรรวมเบอร์ 8255 คือค่า 88H ซึ่งมีความหมายดังนี้

- พอร์ตเอ (Port A) เป็นพอร์ตเอาต์พุต
- พอร์ตบี (Port B) เป็นพอร์ตเอาต์พุต

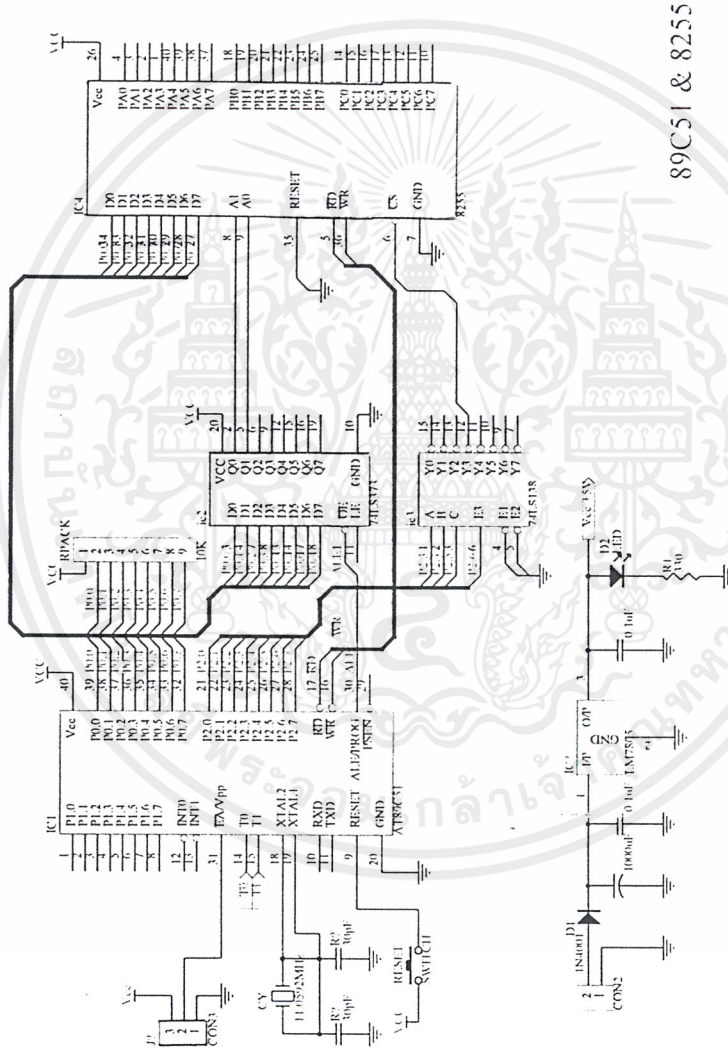
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- พอร์ตซีล่าง (Port C (lower)) เป็นพอร์ตเอาต์พุต
- พอร์ตซีบน (Port C (upper)) เป็นพอร์ตอินพุต



รูปที่ 3.13 วงจรรวมเบอร์ 8255

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

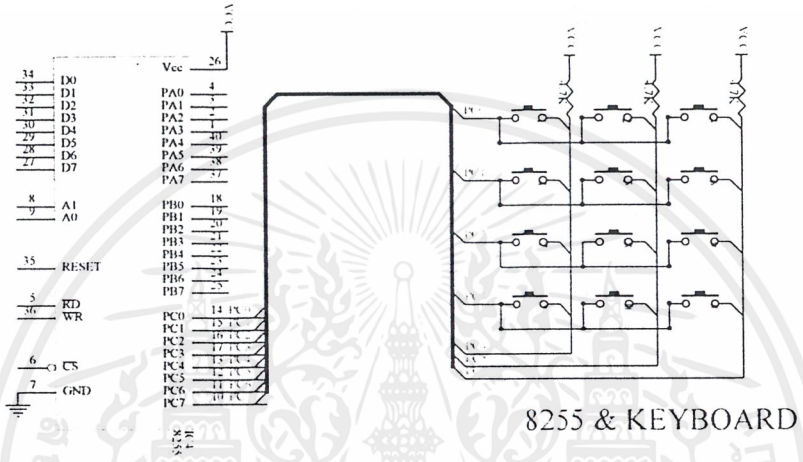


รูปที่ 3.14 การเชื่อมต่อระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์ กับ วงจรรวมเบอร์ 8255

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 วงจรคีย์บอร์ด และ ตัวเลขเปล่งแสง

คีย์บอร์ด ใช้ในการอินพุต ค่าตำแหน่งในการเคลื่อนที่ และค่าขอบเขตการทำงานของอุปกรณ์เช็ด



รูปที่ 3.15 การเชื่อมต่อระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์ กับ คีย์บอร์ด

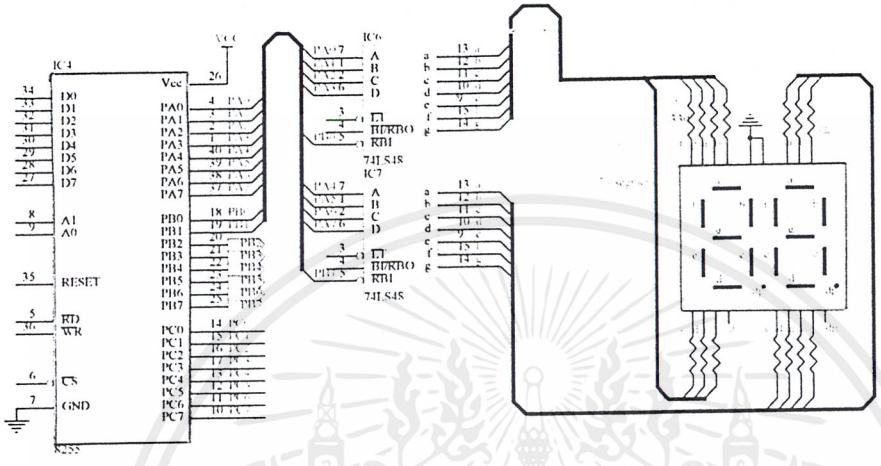
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าบนคีย์บอร์ด	พอร์ตซี								เลขฐานสิบหก
	7	6	5	4	3	2	1	0	
1	x	1	1	0	1	1	1	0	6E
2	x	1	0	1	1	1	1	0	5E
3	X	0	1	1	1	1	1	0	3E
4	X	1	1	0	1	1	0	1	6D
5	X	1	0	1	1	1	0	1	5D
6	X	0	1	1	1	1	0	1	3D
7	X	1	1	0	1	0	1	1	6B
8	X	1	0	1	1	0	1	1	5B
9	X	0	1	1	1	0	1	1	3B
*	X	1	1	0	0	1	1	1	67
0	X	1	0	1	0	1	1	1	57
#	X	0	1	1	0	1	1	1	37

ตารางที่ 3.2 ตารางค่าความจริงในการสแกนค่าคีย์บอร์ด

ตัวเลขเปล่งแสง เป็นตัวแสดงค่าตำแหน่งที่ได้จากการกดคีย์บอร์ดโดยการส่งค่าจากหน่วยประมวลผลกลางในรูปของ รหัส บีซีดี (BCD code) และมีการใช้วงจรรวมเบอร์ 74LS48 ในการรับค่ารหัส บีซีดี แล้วทำการแปลงรหัสดังกล่าว แล้วส่งค่าไปยังตังเลขเปล่งแสงเพื่อแสดงผลออกมา

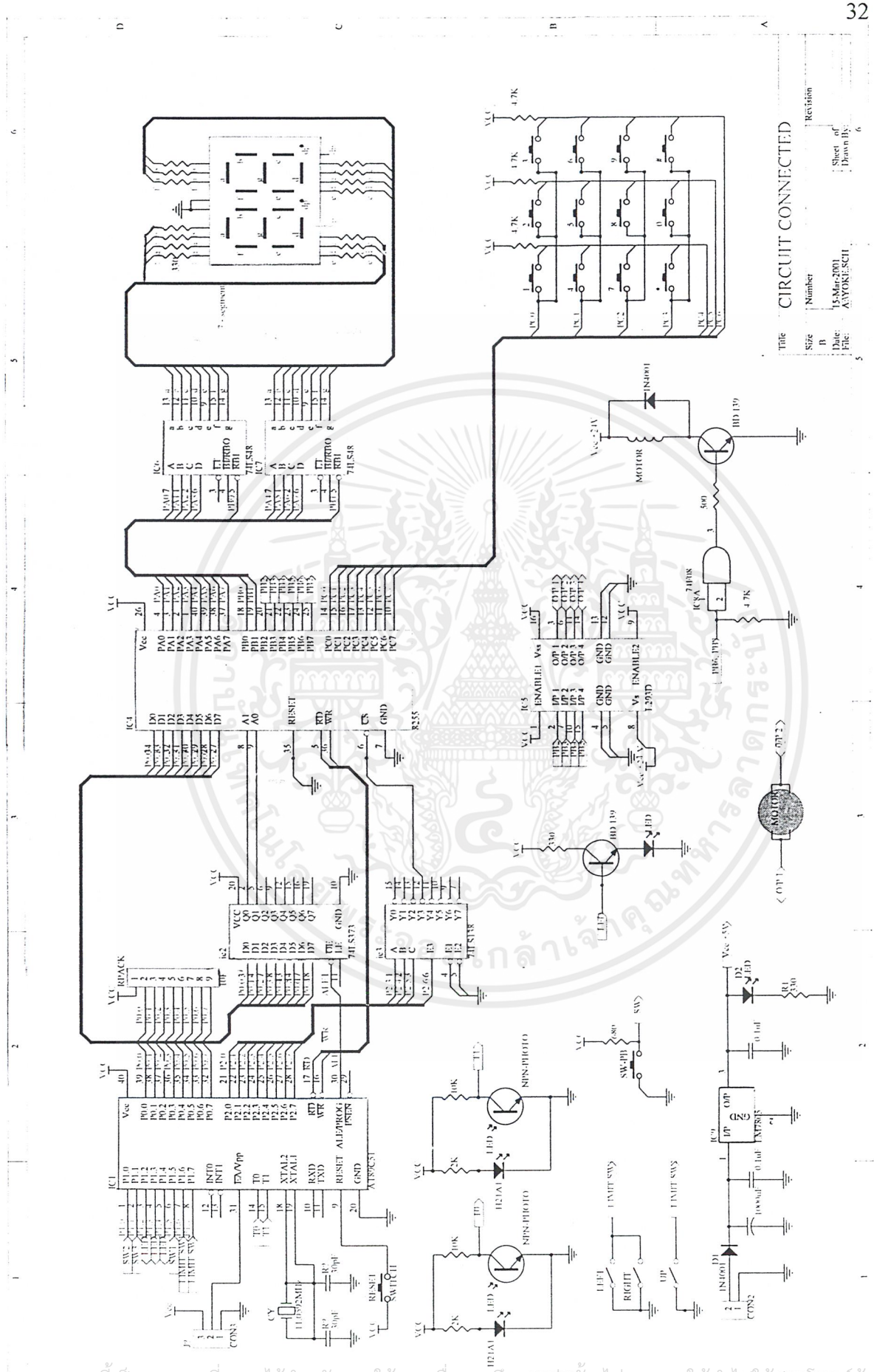
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



8255 & 7 - SEGMENT

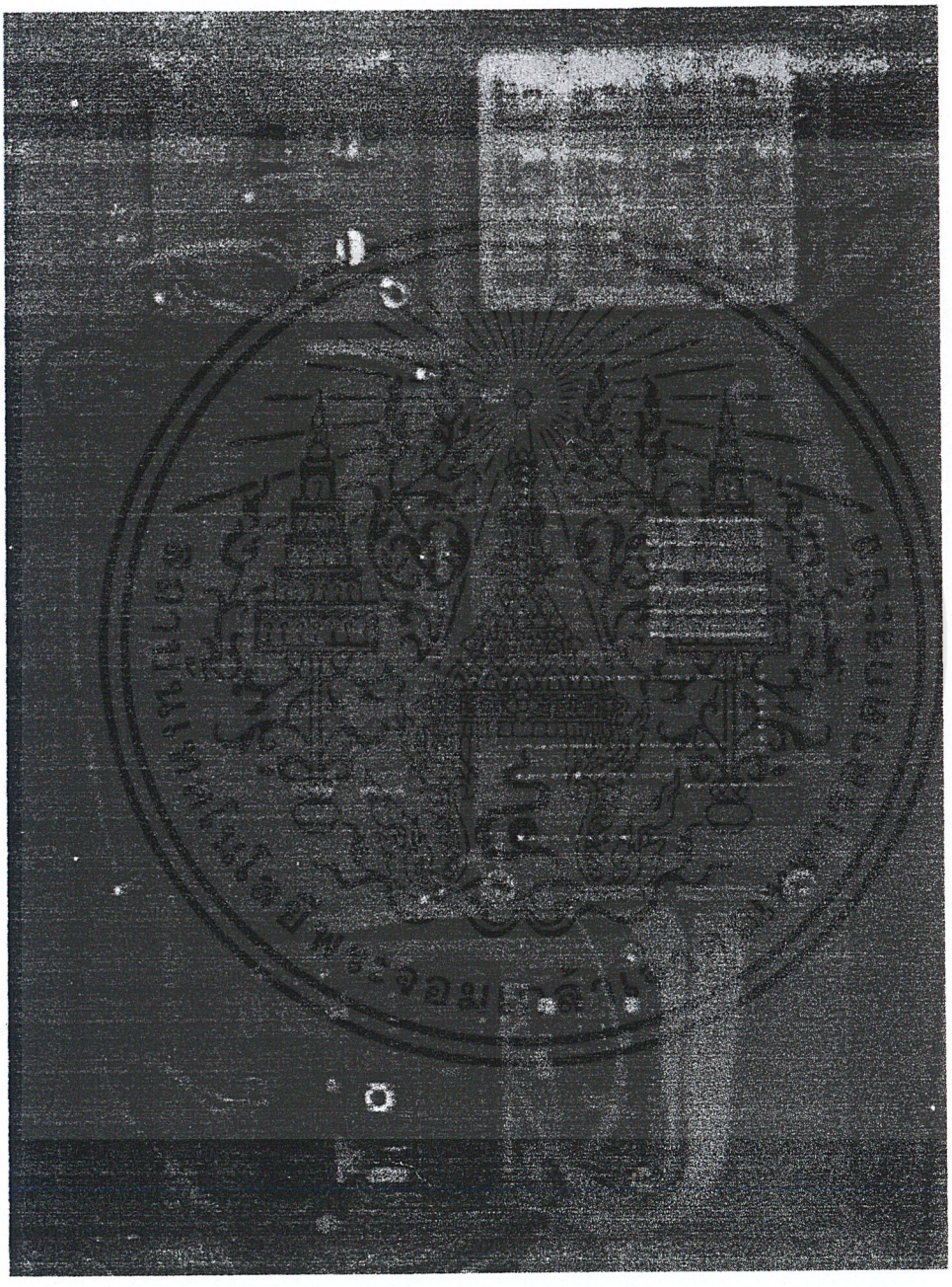
รูปที่ 3.16 การเชื่อมต่อระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์ , วงจรรวมเบอร์ 74LS48 และตัวเลขเปล่งแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.17 วงจรการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์กับอุปกรณ์ทั้งหมด



รูปที่ 3.18 ภาพแสดงบอร์ดควบคุมการทำงาน

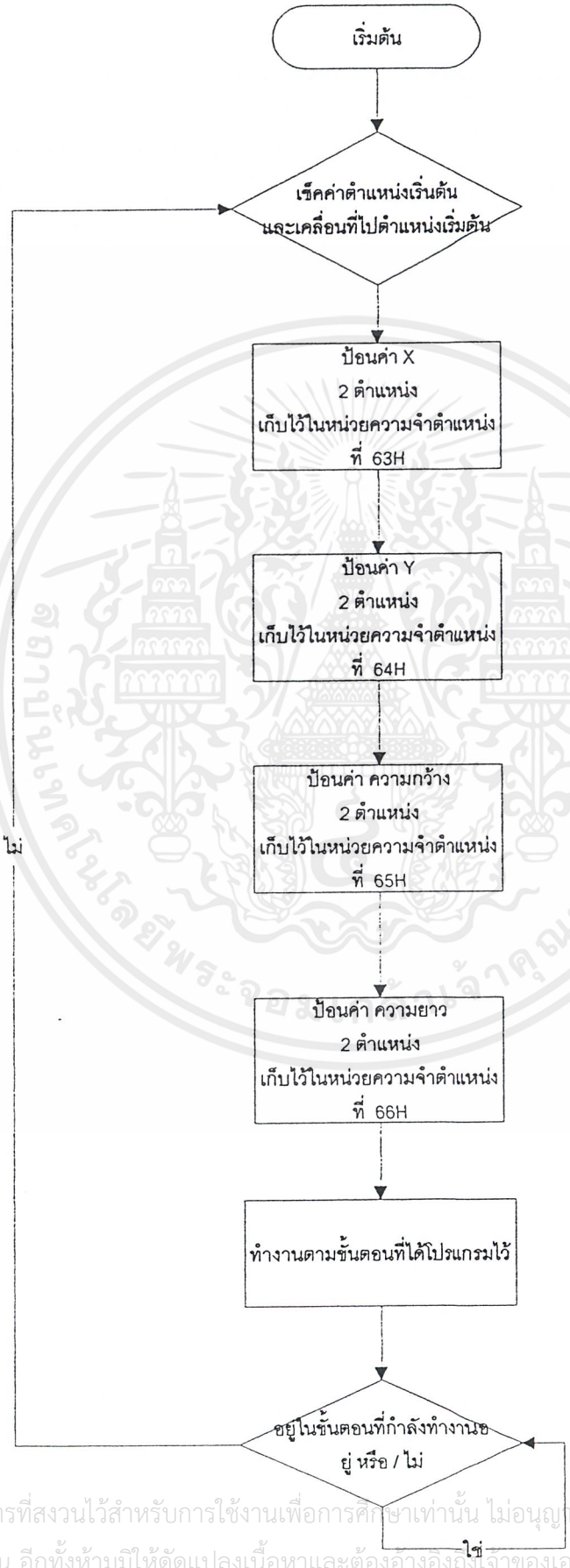
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การออกแบบโปรแกรม

การออกแบบในส่วนโปรแกรมจะอธิบายการออกแบบและการทำงานโดยการแสดง Flowchart ได้ โดยแบ่งเป็น 3 ส่วนดังนี้

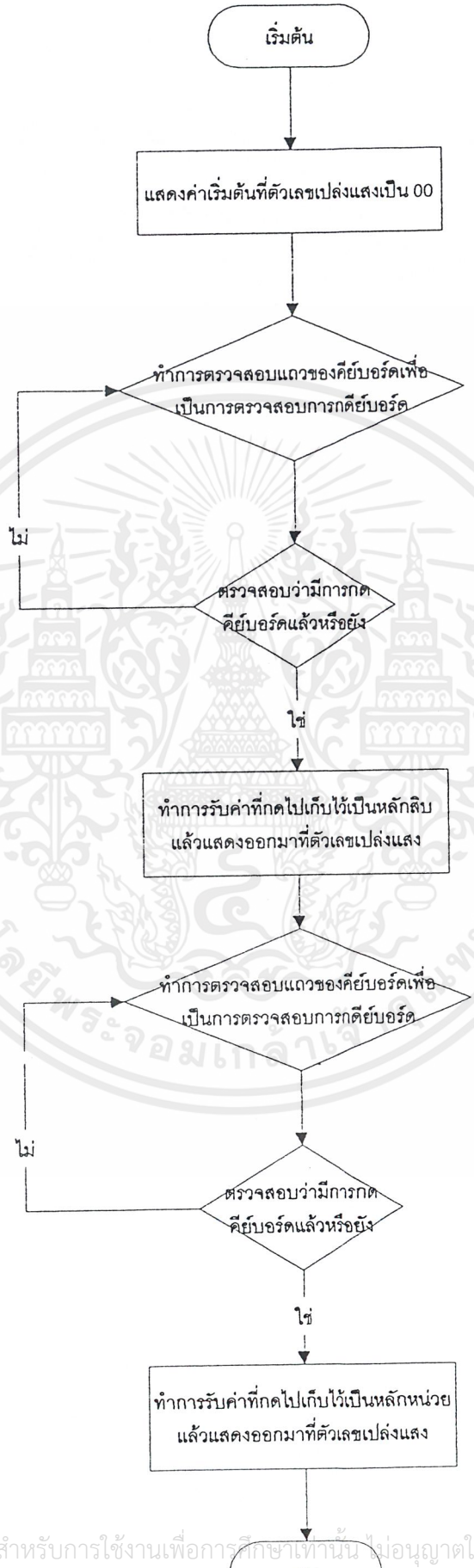
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมการทำงานหลัก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

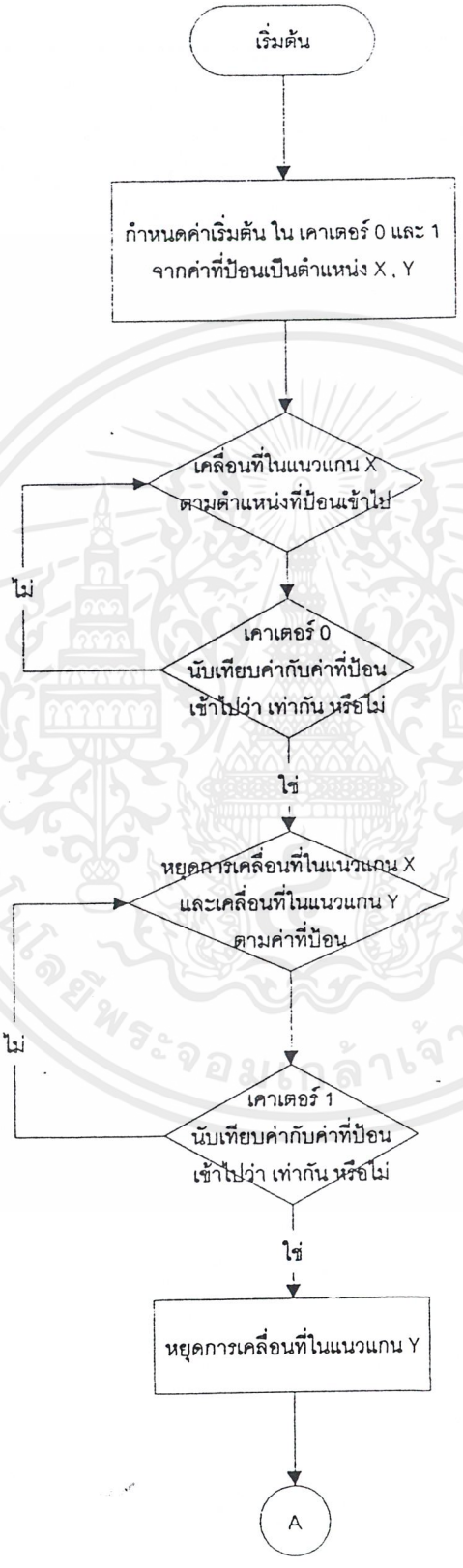
รูปที่ 3.19 โปรแกรมการทำงานหลัก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

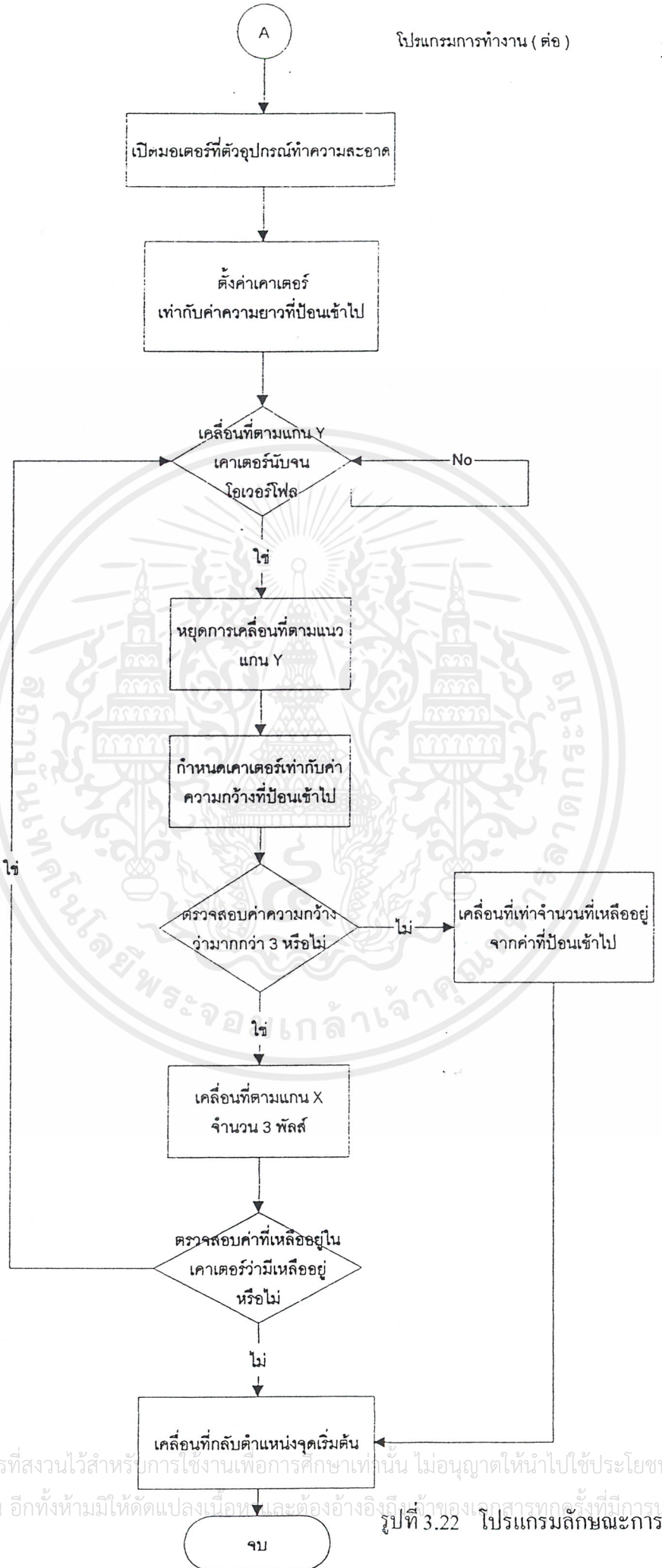
รูปที่ 3.20 โปรแกรมอธิบายการรับค่าจากคีย์บอร์ด

โปรแกรมลักษณะการทำงาน



รูปที่ 3.21 โปรแกรมลักษณะการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.22 โปรแกรมลักษณะการทำงาน(ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

การทดลองทั้งหมดจะแบ่งเป็น 4 การทดลองหลัก

1. การทดลองตรวจสอบระยะทางที่หุ่นสามารถไปได้ทั้งหมดจากจำนวน pulse ที่มอเตอร์หมุนพาหุ่นไปสุด limit switchทั้งแกนนอนและแกนตั้ง (และเป็นการcheck home นั่นเอง)
2. การป้อน input ที่เป็นตำแหน่งเริ่มต้นเช็ด (X,Y)แล้ววัดตำแหน่งที่ได้พร้อมค่าที่คาดเคลื่อน
3. การป้อนค่าความกว้างและความยาวของพื้นที่ที่จะทำความสะอาดและวัดค่าที่ได้จริงหลังทำงานตามโปรแกรมพร้องคำนวนค่าคาดเคลื่อน
4. การทดลองป้อนค่าพื้นที่เช็ดที่มากกว่าระยะทางที่ตรวจสอบในการทดลองที่หนึ่ง

<u>ผลการทดลองที่ 1</u>

หลังจากกด รีเซ็ต และ กด สวิตซ์ ตรวจสอบจำนวน พัลซ์ ทั้งหมดแล้วทดลองดังนี้

กดครั้งที่	ระยะแกน X	ระยะแกน Y
1	87	88
2	88	88
3	88	88
4	88	88
5	88	88

88 พัลซ์ = 27 นิ้ว 1 พัลซ์ = 0.3 นิ้ว

(27 นิ้ว เป็นขอบเขตการทำงานสูงสุดที่ติดตั้งไว้)

ตารางที่ 4.1 ตารางแสดงผลการทดลองที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองที่ 2

หลังการ อินพุตค่า X , Y จะได้ตำแหน่งดังนี้

เนื่องจากความกว้างและยาวทั้งหมด = 88 พัลซ์ และเช็ดพื้นที่ครอบคลุม แกน X , Y 27 นิ้ว ดังนั้น 1 พัสซ์ = 0.3 นิ้ว

จำนวนพัลซ์ที่อินพุต (พัลซ์)	แกน X (นิ้ว)			แกน Y (นิ้ว)		
	ระยะที่ต้องเลื่อน	ระยะที่เลื่อนจริง	ค่าคลาดเคลื่อน	ระยะที่ต้องเลื่อน	ระยะที่เลื่อนจริง	ค่าคลาดเคลื่อน
5	1.5	1.5	0	1.5	1.5	0
5	1.5	1.5	0	1.5	1.5	0
5	1.5	1.5	0	1.5	1.5	0
10	3	2.95	0.05	3	3	0
10	3	3	0	3	2.95	0.05
10	3	3	0	3	3	0
20	6	5.9	0.1	6	5.9	0.1
20	6	5.95	0.05	6	6	0
20	6	5.9	0.1	6	5.9	0.05
30	9	8.9	0.1	9	8.9	0.15
30	9	8.85	0.05	9	8.95	0.2
30	9	8.85	0.05	9	8.9	0.1
50	15	14.85	0.15	15	14.85	0 .05
50	15	14.8	0.2	15	14.8	0.5
50	15	14.9	0.1	15	14.9	0.1
80	24	23.85	0.15	24	24	0
80	24	24	0	24	23.5	0.05
80	24	23.9	0.1	24	2.3	0.1

ตารางที่ 4.2 ตารางแสดงผลการทดลองที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองที่ 3

หลังการ อินพุต ค่าความกว้าง และความยาวได้ผลดังนี้

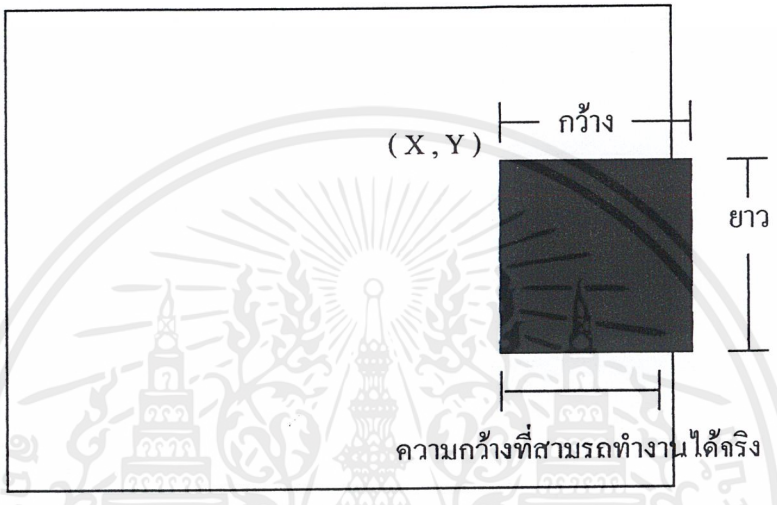
จำนวนพัลซ์ที่ป้อน (นิ้ว/พัลซ์)	เคลื่อนที่ตามแกน X		เคลื่อนที่ตามแกน Y	
	ค่าที่วัดได้ (นิ้ว)	ค่าความคลาดเคลื่อน (นิ้ว)	ค่าที่วัดได้ (นิ้ว)	ค่าความคลาดเคลื่อน (นิ้ว)
3 / 10	3	0	2.9	0.1
3 / 10	3	0	3	0
3 / 10	2.9	0.1	2.9	0.1
6 / 20	5.8	0.2	5.8	0.2
6 / 20	5.9	0.1	5.8	0.2
6 / 60	5.8	0.2	5.9	0.1
15 / 50	14.7	0.3	14.8	0.2
15 / 50	14.7	0.3	14.7	0.3
15 / 50	14.8	0.2	14.7	0.3
20 / 80	23.5	0.05	23.6	0.6
20 / 80	23.7	0.3	23.7	0.3
20 / 80	23.6	0.4	23.5	0.5

ตารางที่ 4.3 ตารางแสดงผลการทดลองที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองที่ 4

โดยการป้อนค่าตำแหน่ง X , Y และการป้อนค่าความกว้างที่มากกว่าค่าขอบเขตพื้นที่ที่สามารถรับการทำงานได้



รูปที่ 4.1 ลักษณะการป้อนค่าตำแหน่ง

ผลการทดลอง

การทำงานจะทำงานตามโปรแกรมที่ได้ตั้งไว้ แต่ค่าขอบเขตความกว้างในการทำงานจะมีค่าเท่ากับค่าความกว้างที่สามารถทำได้ในขอบพื้นที่จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุป วิจารณ์ และแนวทางการพัฒนาต่อ

5.1 บทสรุปและวิจารณ์

เนื่องจากระยะทางที่ถูกจำกัดโดย limit switch และผลการทดลอง การตรวจตำแหน่งเริ่มต้นและสุดท้ายในการเช็ด โดยการนับpulse สะสมเพื่อหาจำนวนระยะทางมีความแม่นยำสูง

เมื่อ input ตำแหน่งเริ่มต้นเช็ด(X , Y) จะมีความคลาดเคลื่อนบ้างเล็กน้อย แต่เนื่องจากการเช็ดกระจกเป็นงานที่ไม่ต้องการความแม่นยำสูงมากนัก ความคลาดเคลื่อนในระดับนี้จึงถือว่ายอมรับได้ และเมื่อป้อนความกว้างและความยาวเป็นพื้นที่ในการเช็ด จะพบว่าความคลาดเคลื่อนมีสูงขึ้นเรื่อยๆตามจำนวน pulse ซึ่งเมื่อนำมาวิเคราะห์หาสาเหตุพบว่าอาจมาจาก error สะสมที่เพิ่มขึ้นเรื่อยๆจากการนับpulse ที่sensor ซึ่งการแก้ไขสามารถทำได้โดย ใช้อินคลีเมนท์เอ็นโค้ดเดอร์ หรือเปลี่ยนมาใช้ step motor แทนและจะให้ความแม่นยำสูงกว่า แต่อาจไม่จำเป็น เนื่องจากการลงทุนที่สูง และงานเช็ดกระจกไม่ต้องการความละเอียดที่สูงมาก

ในส่วนของความสะอาดที่ได้หลังการเช็ดตามโปรแกรมและแบบที่กำหนดแล้ว พบว่าความสะอาดอยู่ในระดับที่พอใจและยอมรับได้แต่จะดีกว่าหากได้รับการออกแบบดัดแปลงเพิ่มเติมให้ได้ความสะอาดที่มากขึ้น

5.2 แนวทางปรับปรุง และพัฒนา

แนวทางปรับปรุงและพัฒนาควรเริ่มจากการแก้ไขปรับปรุงในส่วนของ input ที่ป้อนเข้าไปให้มีความเป็นมาตราฐานเช่น นิ้ว หรือ เซนติเมตร แทนการป้อนเป็นจำนวน pulse ในปัจจุบัน และทำการออกแบบตัวเช็ดหรือส่วนที่ใช้แขวน ที่สามารถทำให้ตัวเช็ดยึดติดกับกระจกได้มากขึ้นเช่น การใช้ระบบการดูดอากาศหรือระบบแม่เหล็กเพื่อความสะอาดที่เพิ่มขึ้นและไม่สั่นไปมาเวลาเคลื่อนที่เช็ดขึ้นและลง นอกจากนี้หากนำอุปกรณ์นี้ไปใช้กับพื้นที่ที่มีขนาดใหญ่ควรออกแบบโปรแกรมให้สามารถรองรับและใช้กับงานได้อย่างแท้จริงและมีประสิทธิภาพเนื่องจากโปรแกรมที่ใช้อยู่นี้เขียนขึ้นมาเพื่อใช้กับชุดทดลองขนาดเล็กเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลงได้ด้วยดี เพราะได้รับความเมตตาจาก รศ.ดร.จงกล งามวิวิทย์ และอาจารย์ สุมิตร พนาอุดมทรัพย์ อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ได้ให้ความกรุณาแนะนำ พร้อมคำปรึกษาในทุกๆด้าน ตลอดจนให้ความช่วยเหลือด้านอุปกรณ์เป็นอย่างดี จนทำให้เกิดเป็นอุปกรณ์เช็คกระจกชิ้นนี้ขึ้นมาได้

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ของผู้จัดทำ ที่ได้ให้กำลังใจ ให้ทุนสนับสนุน และให้ทุกๆอย่างในชีวิต และรอคอยวันแห่งความสำเร็จของพวกเรา

ขอบคุณรุ่นพี่และรุ่นน้องทุกคน ขอบคุณพี่ๆห้องสโตร์สำหรับอุปกรณ์ที่เพรียกพร้อม และที่จะลืมไปไม่ได้เลยคือ เพื่อนเราทุกคน วงจรอิเล็กทรอนิกส์และคำปรึกษาด้านโปรแกรมของพี่กุ๊ก ขอบคุณ เมย์ นัน พัฒน์ เต่า โน้ต พี่เปา กัณช์ โอ๋ โจ้ และอีกหลายๆคนที่ให้ความช่วยเหลือ รอยยิ้ม คำปรึกษา กำลังใจ และมิตรภาพทั้งยามหิวและยามยากของกันและกันตลอดมา ขอขอบคุณทุกๆคนจากใจจริง

คณะผู้จัดทำ
นายประเสริฐศักดิ์ เตียวงศ์สมบัติ
นางสาวปิยะวรรณ อจินไตยศิลป์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

1. พิชิต ลำยอง, " เครื่องจักรกลไฟฟ้า 1", คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง,188 หน้า, 2535
2. รศ.สมยศ จุณณะปิยะ, "การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล MCS-51" คณะวิศวกรรมศาตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง,249 หน้า, 2541
3. หัสรังษี ศิริวิมลวรรณ, "เทคนิคการเขียนโปรแกรมภาษาแอสเซมบลี้", 328 หน้า, 2532
4. M G Say, E O Taylor " Direct Current Machines" , Pitman Books Limited , 287p.,1982
5. Kenneth J. Ayala, "The 8051 Microcontroller Architecture, Programming and Applications Vol.1", 495p., 1989
6. คู่มือการและการประยุกต์ใช้งาน ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS – 51 ISBN 974 – 510 - 117– 6 ของบริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน)
7. คู่มือ/ เทียบเบอร์ ไอซี TTL ISBN 974 – 7965 – 70 – 8 ของ บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผนวก ก.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

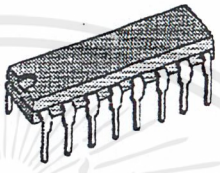
SGS-THOMSON MICROELECTRONICS

L293D

PUSH-PULL FOUR CHANNEL DRIVER WITH DIODES

PRELIMINARY DATA

- 600mA. OUTPUT CURRENT CAPABILITY PER CHANNEL
- 1.2A PEAK OUTPUT CURRENT (NON REPETITIVE) PER CHANNEL
- ENABLE FACILITY
- OVERTEMPERATURE PROTECTION
- LOGICAL "0" INPUT VOLTAGE UP TO 1.5v (HIGH NOISE IMMUNITY
- INTERNAL CLAMPS DIODES



Powerdip
12+2+2

ORDERING NUMBER : L293D

DESCRIPTION

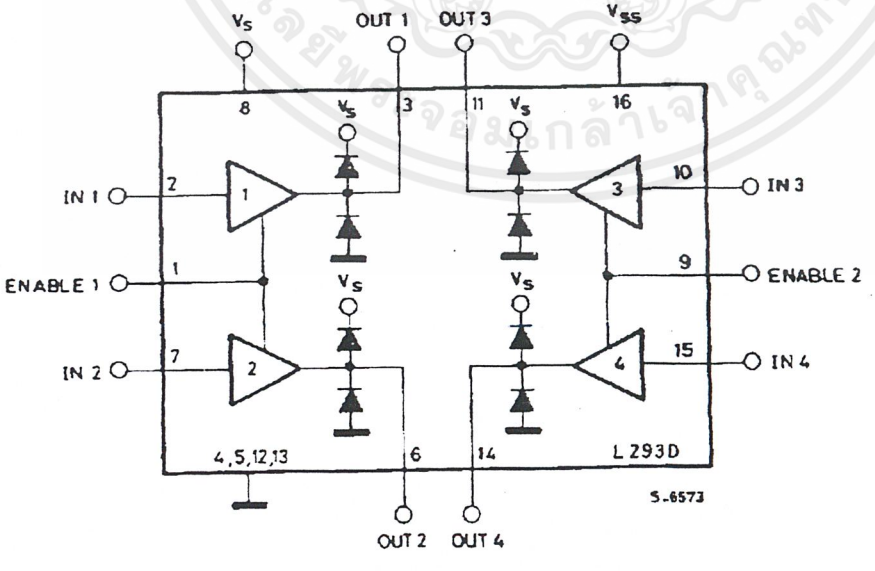
The L293D is a monolithic integrated high voltage, high current four channel vriver designed to accept standard DTL or TTL logic levels and drive inductive loads (such as relays solenoides, DC and stepping motors) and switching power transistors.

To simplify use as two bridges is pair of channels is equiped with an enable input. A separate supply innput is provited formthe logic, allowing operation at a low voltage and internal clamp diodes are included.

This device is suitable for use in switching applications at frequencies up to 5 KHz.

The L293D is assembled in a 16 lead plastic packege which has 4 center pins connected together and used for heatsinking.

BLOCK DIAGRAM

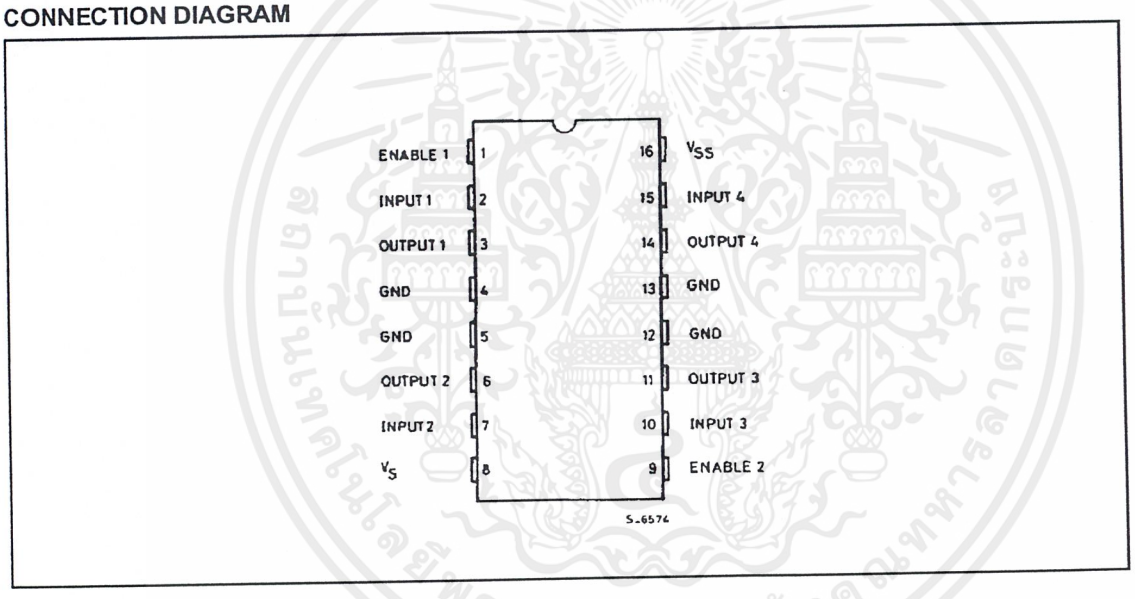


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Symbol	Parameter	Value	Unit
V_S	Supply Voltage	36	V
V_{SS}	Logic Supply voltage	36	V
V_i	Input voltage	7	V
V_{en}	Enable voltage	7	V
I_o	Peak output current (100µs non repetitive)	1.2	A
P_{tot}	Total power dissipation at $T_{ground\text{-}pins}$ = 80°C	5	W
T_{stg}, Tj	Storage and junction temperature	-40 to 150	°C

CONNECTION DIAGRAM



THERMAL DATA

Symbol	Parameter		Value	Unit
Rth-j-case	Thermal resistance junction-case	max	14	°C/W
Rth j-case	Thermal resistance junction-ambient	max	80	°C/W

SGS-THOMSON MICROELECTRONICS
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (For each channel, V_s = 24V, V_{ss} = 5V, T_{amb} = 25 °C, unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_s	Supply voltage		V_{ss}		36	V
V_{ss}	Logic supply voltage (pin 16)		4.5		36	V
I_s	Total quiescent supply current (pin 8)	V_i = L I_o = 0 V_{en} = H		2	6	mA
		V_i = H I_o = 0 V_{en} = H		16	24	
		V_{en} = L			4	
I_{ss}	Total quiescent logic supply current (pin 16)	V_i = L I_o = 0 V_{en} = H		44	60	mA
		V_i = H I_o = 0 V_{en} = H		16	22	
		V_{en} = L		16	24	
V_{IL}	Input low voltage (pin 2, 7, 10, 15)		-0.3		1.5	V
V_{IH}	Input high voltage (pin 2, 7, 10, 15)	$V_{ss} \leq 7V$	2.3		V_{ss}	V
		$V_{ss} > 7V$	2.3		7	
I_{IL}	Low voltage input current (pin 2, 7, 10, 15)	V_{IL} = 1.5V			-10	µA
I_{IH}	High voltage input current (pin 2, 7, 10, 15)	$2.3 \leq V_{IH} \leq V_{ss}$ -0.6V		30	100	µA
V_{enL}	Enable low voltage (pin 1, 9)		-0.3		1.5	V
V_{enH}	Enable high voltage (pin 1, 9)	$V_{ss} \leq 7V$	2.3		V_{ss}	V
		V_{ss} 7V	2.3		7	
I_{enL}	Low voltage enable current (pin 1, 9)	V_{enL} = 1.5V		-30	-100	µA
i_{enH}	High voltage enable current (pin 1, 9)	$2.3V \leq V_{enH} \leq V_{ss}$ -0.6V			± 10	µA
V_{CEsatH}	Source output saturation voltage (pin 3, 6, 11, 14)	I_o = -0.6A		1.4	1.8	V
V_{CEsatL}	Sink output saturation voltage (pins 3, 6, 11, 14)	I_o +0.6A			1.2	1.8
V_F	Clamp diode forward voltage	I_o = 600 mA		1.3		V
t_r	Rise time (*)	0.1 to 0.9 V_o		250		ns
t_f	Fall time (*)	0.9 to 0.1 V_o		250		ns
t_{on}	Turn-on delay (*)	0.5 V_i to 0.5 V_o		750		ns
t_{off}	Turn-off delay (*)	0.5 V_i to 0.5 V_o		200		ns

(*) See fig.1

SGS-THOMSON MICROELECTRONICS
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SN74LS47

BCD to 7-Segment Decoder/Driver

ON Semiconductor
Formerly a Division of Motorola
http://onsemi.com

LOW
POWER
SCHOTTKY

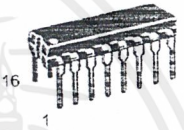
The SN74LS47 are Low Power Schottky BCD to 7-Segment Decoder/Drivers consisting of NAND gates, input buffers and seven AND-OR-INVERT gates. They offer active LOW, high sink current outputs for driving indicators directly. Seven NAND gates and one driver are connected in pairs to make BCD data and its complement available to the seven decoding AND-OR-INVERT gates. The remaining NAND gate and three input buffers provide lamp test, blanking input/ripple-blanking output and ripple-blanking input.

The circuits accept 4-bit binary-coded-decimal (BCD) and, depending on the state of the auxiliary inputs, decodes this data to drive a 7-segment display indicator. The relative positive-logic output levels, as well as conditions required at the auxiliary inputs, are shown in the truth tables. Output configurations of the SN74LS47 are designed to withstand the relatively high voltages required for 7-segment indicators.

These outputs will withstand 15 V with a maximum reverse current of 250 µA. Indicator segments requiring up to 24 mA of current may be driven directly from the SN74LS47 high performance output transistors. Display patterns for BCD input counts above nine are unique symbols to authenticate input conditions.

The SN74LS47 incorporates automatic leading and/or trailing-edge zero-blanking control (RBI and RBO). Lamp test (LT) may be performed at any time which the BI/RBO node is a HIGH level. This device also contains an overriding blanking input (BI) which can be used to control the lamp intensity by varying the frequency and duty cycle of the BI input signal or to inhibit the outputs.

- Lamp Intensity Modulation Capability (BI/RBO)
- Open Collector Outputs
- Lamp Test Provision
- Leading/Trailing Zero Suppression
- Input Clamp Diodes Limit High-Speed Termination Effects



PLASTIC
N SUFFIX
CASE 648

SOIC
D SUFFIX
CASE 751B

GUARANTEED OPERATING RANGES

Symbol	Parameter	Min	Typ	Max	Unit
V_{CC}	Supply Voltage	4.75	5.0	5.25	V
T_A	Operating Ambient Temperature Range	0	25	70	°C
I_{OH}	Output Current – High BI/RBO			–50	µA
I_{OL}	Output Current – Low BI/RBO BI/RBO			3.2	mA
$V_{O(off)}$	Off–State Output Voltage a to g			15	V
$I_{O(on)}$	On–State Output Current a to g			24	mA

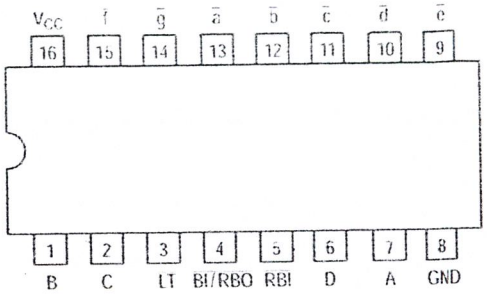
ORDERING INFORMATION

Device	Package	Shipping
SN74LS47N	16 Pin DIP	2000 Units/Box
SN74LS47D	16 Pin	2500/Tape & Reel

© Semiconductor Components Industries, LLC, 1999

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CONNECTION DIAGRAM DIP (TOP VIEW)



PIN NAMES		LOADING (Note a) HIGH	LOW
A, B, C, D	BCD Inputs	0.5 U.L.	0.25 U.L.
RBI	Ripple-Blanking Input	0.5 U.L.	0.25 U.L.
LT	Lamp-Test Input	0.5 U.L.	0.25 U.L.
BI/RBO	Blanking Input or	0.5 U.L.	0.75 U.L.
	Ripple-Blanking Output	1.2 U.L.	2.0 U.L.
$\bar{a}$, to $\bar{g}$	Outputs	Open-Collector	15 U.L.

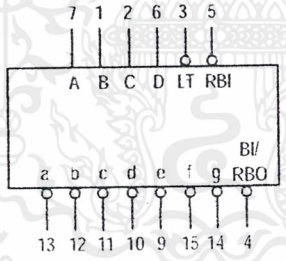
NOTES:

a) 1 Unit Load (U.L.) = 40 μA HIGH, 1.6 mA LOW.

b) Output current measured at V_{OUT} = 0.5 V

The Output LOW drive factor is 15 U.L. for Commercial (74) Temperature Ranges.

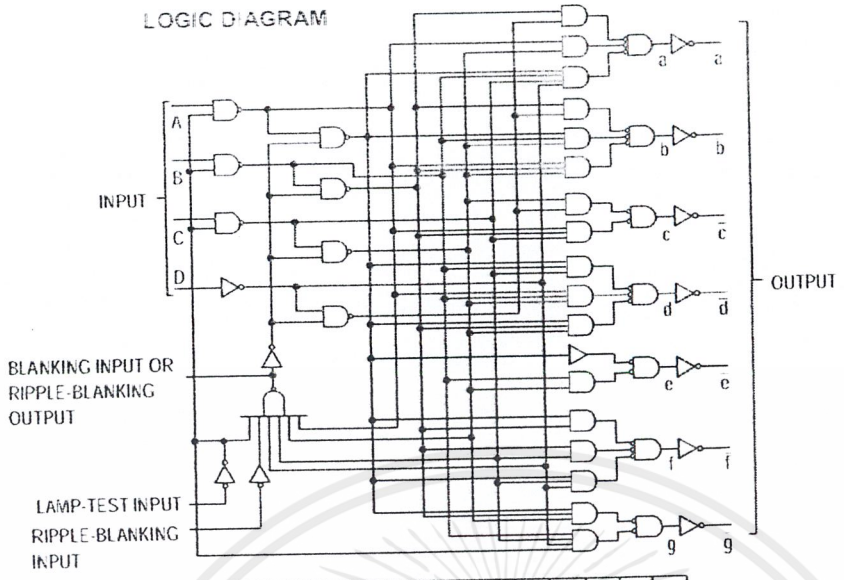
LOGIC SYMBOL

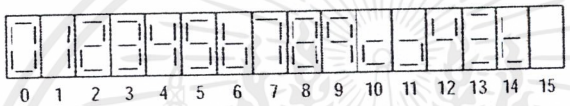


V_{CC} = PIN 16
GND = PIN 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LOGIC DIAGRAM





NUMERICAL DESIGNATIONS — RESULTANT DISPLAYS

TRUTH TABLE

	INPUTS							OUTPUTS							
DECIMAL OR FUNCTION	LT	RBI	D	C	B	A	BI/RBO	a	b	c	d	e	f	g	NOTE
0	H	H	L	L	L	L	H	L	L	L	L	L	L	H	A
1	H	X	L	L	L	H	H	H	L	L	H	H	H	H	A
2	H	X	L	L	H	L	H	L	L	H	L	L	H	L	
3	H	X	L	L	H	H	H	L	L	L	L	H	H	L	
4	H	X	L	H	L	L	H	H	L	L	H	H	L	L	
5	H	X	L	H	L	H	H	L	H	L	L	H	L	L	
6	H	X	L	H	H	L	H	H	H	L	L	L	L	L	
7	H	X	L	H	H	H	H	L	L	L	H	H	H	H	
8	H	X	H	L	L	L	H	L	L	L	L	L	L	L	
9	H	X	H	L	L	H	H	L	L	L	H	H	L	L	
10	H	X	H	L	H	L	H	H	H	H	L	L	H	L	
11	H	X	H	L	H	H	H	H	H	L	L	H	H	L	
12	H	X	H	H	L	L	H	H	L	H	H	H	L	L	
13	H	X	H	H	L	H	H	L	H	H	L	H	L	L	
14	H	X	H	H	H	L	H	H	H	H	L	L	L	L	
15	H	X	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	
BI	X	X	X	X	X	X	L	H	H	H	H	H	H	H	B
RBI	H	L	L	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	C
LT	L	X	X	X	X	X	H	L	L	L	L	L	L	L	D

H = HIGH Voltage Level
L = LOW Voltage Level
X = Immaterial

NOTES:

(A) BI/RBO is wire-AND logic serving as blanking input (BI) and/or ripple-blanking output (RBO). The blanking out (BI) must be open or held at a HIGH level when output functions 0 through 15 are desired, and ripple-blanking input (RBI) must be open or at a HIGH level if blanking of a decimal 0 is not desired. X = input may be HIGH or LOW.

(B) When a LOW level is applied to the blanking input (forced condition) all segment outputs go to a LOW level regardless of the state of any other input condition.

(C) When ripple-blanking input (RBI) and inputs A, B, C, and D are at LOW level, with the lamp test input at HIGH level, all segment outputs go to a HIGH level and the ripple-blanking output (RBO) goes to a LOW level (response condition).

(D) When the blanking input/ripple-blanking output (BI/RBO) is open or held at a HIGH level, and a LOW level is applied to lamp test input, all segment outputs go to a LOW level.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DC CHARACTERISTICS OVER OPERATING TEMPERATURE RANGE (unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Limits Min	Typ	Max	Unit	Test Conditions	
V_{IH}	Input HIGH Voltage	2.0			V	Guaranteed Input HIGH Theshold Voltage for All Inputs	
V_{IL}	Input LOW Voltage			0.8	V	Guaranteed Input LOW Threshold Voltage for All Inputs	
V_{IK}	Input Clamp Diode Voltage		−0.65	−1.5	V	V_{CC} = MIN, I_{IN} = − 18 mA	
V_{OH}	Output HIGH Voltage, $\overline{BI/RBO}$	2.4	4.2		V	V_{CC} = MIN, I_{OH} = − 50 µA, V_{IN} = V_{IN} or V_{IL} per Truth Table	
V_{OL}	Output LOW Voltage $\overline{BI/RBO}$		0.25	0.4	V	I_{OL} = 1.6 mA	V_{CC} = MIN, V_{IN} = V_{IN} or V_{IL} per Truth Table
			0.35	0.5	V	I_{OL} = 3.2 mA	
$I_{O\ (off)}$	Off-State Output Current $\overline{a}$ thru $\overline{g}$			250	µA	V_{CC} = MAX, V_{IN} = V_{IN} or V_{IL} per Truth Table, $V_{O\ (off)}$ = 15 V	
$V_{O\ (on)}$	On-State Output Voltage $\overline{a}$ thru $\overline{g}$		0.25	0.4	V	$I_{O\ (on)}$ = 12 mA	V_{CC} = MAX, V_{IN} = V_{IH} or V_{IL} per Truth Table
			0.35	0.5	V	$I_{O\ (on)}$ = 24 mA	
I_{IH}	Input HIGH Current			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 $\overline{BI/RBO}$ Any Input except $\overline{BI/RBO}$			−1.2 −0.4	mA	V_{CC} = MAX, V_{IN} = 0.4 V	
I_{OS}	$\overline{BI/RBO}$ Output Short Circuit Current (Note 1)	−0.3		−2.0	mA	V_{CC} = MAX, V_{OUT} = 0 V	
I_{CC}	Power Supply Current		7.0	13	mA	V_{CC} = MAX	

Note 1: Not more than one output should be shorted at a time, nor for more than 1 second.

AC CHARACTERISTICS (T_A = 25°C)

Symbol	Parameter	Limits Min	Typ	Max	Unit	Test Conditions
t_{PHL} t_{PLH}	Propagation Delay, Address Input to Segment Output			100 100	ns ns	V_{CC} = 5.0 V C_L = 15 pF
t_{PHL} t_{PLH}	Propagation Delay, $\overline{RBI}$ Input To Segment Output			100 100	ns ns	

AC WAVEFORMS

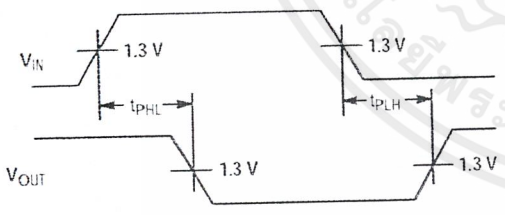


Figure 1.

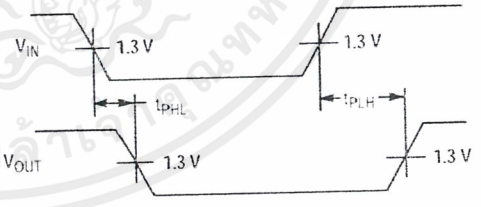


Figure 2.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SN74LS373 SN74LS374

Octal Transparent Latch with 3-State Outputs; Octal D-Type Flip-Flop with 3-State Output

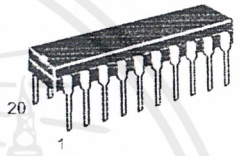
ON Semiconductor
Formerly a Division of Motorola
http://onsemi.com

LOW
POWER
SCHOTTKY

The SN74LS373 consists of eight latches with 3-state outputs for bus organized system applications. The flip-flops appear transparent to the data (data changes asynchronously) when Latch Enable (LE) is HIGH. When LE is LOW, the data that meets the setup times is latched. Data appears on the bus when the Output Enable ($\overline{OE}$) is LOW. When $\overline{OE}$ is HIGH the bus output is in the high impedance state.

The SN74LS374 is a high-speed, low-power Octal D-type Flip-Flop featuring separate D-type inputs for each flip-flop and 3-state outputs for bus oriented applications. A buffered Clock (CP) and Output Enable (OE) is common to all flip-flops. The SN74LS374 is manufactured using advanced Low Power Schottky technology and is compatible with all ON Semiconductor TTL families.

- Eight Latches in a Single Package
- 3-State Outputs for Bus Interfacing
- Hysteresis on Latch Enable
- Edge-Triggered D-Type Inputs
- Buffered Positive Edge-Triggered Clock
- Hysteresis on Clock Input to Improve Noise Margin
- Input Clamp Diodes Limit High Speed Termination Effects



PLASTIC
N SUFFIX
CASE 738

SOIC
DW SUFFIX
CASE 751D

GUARANTEED OPERATING RANGES

Symbol	Parameter	Min	Typ	Max	Unit
V_{CC}	Supply Voltage	4.75	5.0	5.25	V
T_A	Operating Ambient Temperature Range	0	25	70	°C
I_{OH}	Output Current – High			–2.6	mA
I_{OL}	Output Current – Low			24	mA

ORDERING INFORMATION

Device	Package	Shipping
SN74LS373N	16 Pin DIP	1440 Units/Box
SN74LS373DW	16 Pin	2500/Tape & Reel
SN74LS374N	16 Pin DIP	1440 Units/Box
SN74LS374DW	16 Pin	2500/Tape & Reel

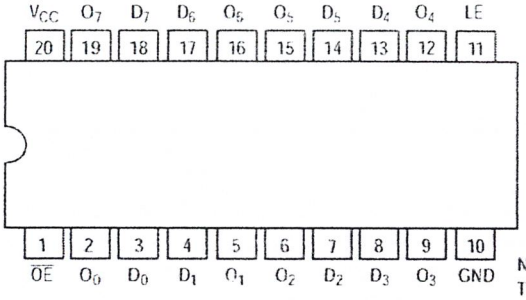
© Semiconductor Components Industries, LLC, 1999

December, 1999 – Rev. 6
Publication Order Number:
SN74LS373/D

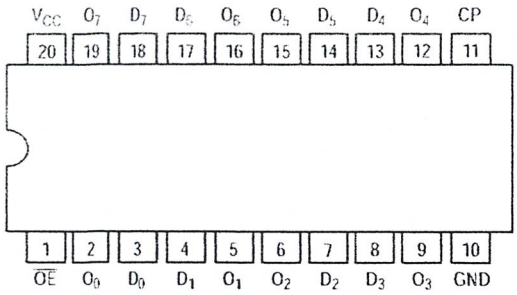
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CONNECTION DIAGRAM DIP (TOP VIEW)

SN74LS373



SN74LS374



NOTE:
The Flatpak version has the same pinouts (Connection Diagram) as the Dual In-Line Package.

PIN NAMES		LOADING (Note a) HIGH	LOW
$D_0 - D_7$	Data Inputs	0.5 U.L.	0.25 U.L.
LE	Latch Enable (Active HIGH) Input	0.5 U.L.	0.25 U.L.
CP	Clock (Active HIGH Going Edge) Input	0.5 U.L.	0.25 U.L.
$\overline{OE}$	Output Enable (Active LOW) Input	0.5 U.L.	0.25 U.L.
$O_0 - O_7$	Outputs	65 U.L.	15 U.L.

NOTES:
a) 1 TTL Unit Load (U.L.) = 40 µA HIGH/1.6 mA LOW.

TRUTH TABLE

LS373

D_n	LE	$\overline{OE}$	O_n
H	H	L	H
L	H	L	L
X	L	L	Q_0
X	X	H	Z*

H = HIGH Voltage Level
L = LOW Voltage Level
X = Immaterial
Z = High Impedance

LS374

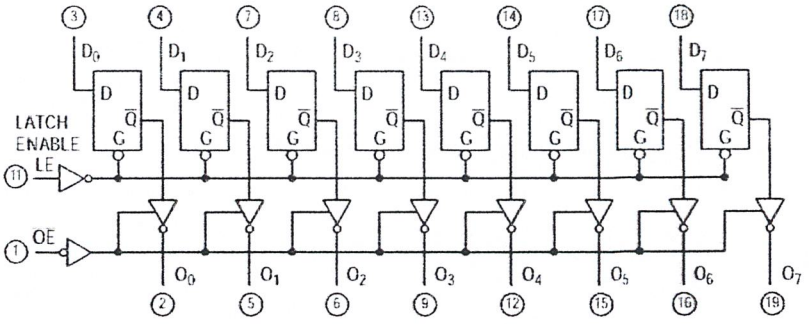
D_n	LE	$\overline{OE}$	O_n
H	⌐¬	L	H
L	⌐¬	L	L
X	X	H	Z*

* Note: Contents of flip-flops unaffected by the state of the Output Enable input (OE).

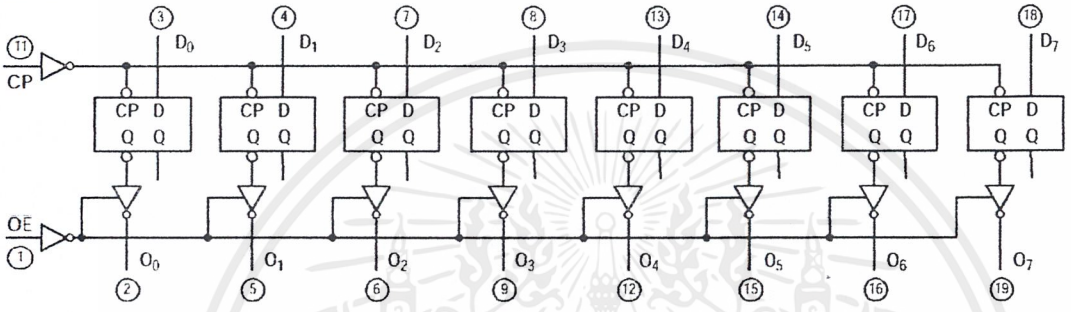
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LOGIC DIAGRAMS

SN74LS373



SN74LS374



DC CHARACTERISTICS OVER OPERATING TEMPERATURE RANGE (unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Limits Min	Typ	Max	Unit	Test Conditions	
V_{IH}	Input HIGH Voltage	2.0			V	Guaranteed Input HIGH Voltage for All Inputs	
V_{IL}	Input LOW Voltage			0.8	V	Guaranteed Input LOW Voltage for All Inputs	
V_{IK}	Input Clamp Diode Voltage		−0.65	−1.5	V	V_{CC} = MIN, I_{IN} = −18 mA	
V_{OH}	Output HIGH Voltage	2.4	3.1		V	V_{CC} = MIN, I_{OH} = MAX, V_{IN} = V_{IH} or V_{IL} per Truth Table	
V_{OL}	Output LOW Voltage		0.25	0.4	V	I_{OL} = 12 mA	V_{CC} = V_{CC} MIN, V_{IN} = V_{IL} or V_{IH} per Truth Table
			0.35	0.5	V	I_{OL} = 24 mA	
I_{OZH}	Output Off Current HIGH			20	μA	V_{CC} = MAX, V_{OUT} = 2.7 V	
I_{OZL}	Output Off Current LOW			−20	μA	V_{CC} = MAX, V_{OUT} = 0.4 V	
I_{IH}	Input HIGH Current			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 (Note 1)	−30		−130	mA	V_{CC} = MAX	
I_{CC}	Power Supply Current			40	mA	V_{CC} = MAX	

Note 1: Not more than one output should be shorted at a time, nor for more than 1 second.

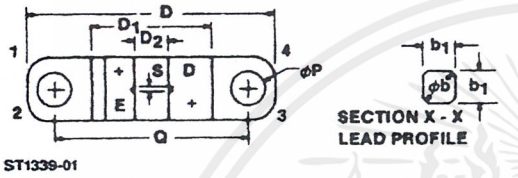
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FAIRCHILD
SEMICONDUCTOR™

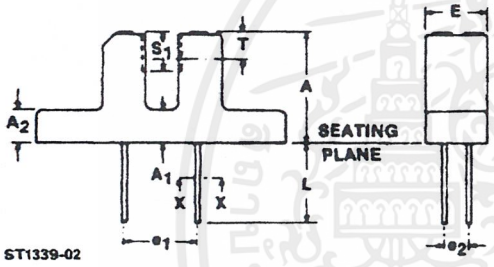
SLOTTED OPTICAL SWITCH

H21A1/2/3

PACKAGE DIMENSIONS



ST1339-01

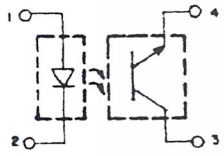


ST1339-02

SYMBOL	MILLIMETERS		INCHES		NOTES
	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	
A	10.7	11.0	.422	.433	
A_1	3.0	3.2	.119	.125	
A_2	3.0	3.2	.119	.125	
φb	.500	.750	.024	.030	2
b_1	.50 NOM.		.020 NOM.		2
D	24.3	24.7	.957	.972	
D_1	11.6	12.0	.457	.472	
D_2	3.0	3.3	.119	.129	
e_1	6.9	7.5	.272	.295	
e_2	2.3	2.8	.091	.110	
E	6.15	6.35	.243	.249	
L	8.00		.315		
φp	3.2	3.4	.126	.133	
Q	18.9	19.2	.745	.755	
S	.85	1.0	.034	.039	
S_1	3.45	3.75	.136	.147	
T	2.6 NOM.		.103 NOM.		3

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

PACKAGE OUTLINE



ST1609

DESCRIPTION

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

FEATURES

- Opaque housing
- Low cost
- .035" apertures
- High $I_{C(ON)}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FAIRCHILD
SEMICONDUCTOR™

SLOTTED OPTICAL SWITCH

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS (T_A = 25°C Unless Otherwise Specified)

Storage Temperature ..... −55°C to +100°C
Operating Temperature ..... −55°C to +100°C
Soldering:
Lead Temperature (Iron) ..... 240°C for 5 sec.[3,4,5]
Lead Temperature (Flow) ..... 260°C for 10 sec.[3,4]

INPUT DIODE
Continuous Forward Current ..... 60 mA
Reverse Voltage ..... 6.0 Volts
Power Dissipation ..... 100 mW[1]

OUTPUT TRANSISTOR
Collector-Emitter Voltage ..... 30 Volts
Emitter-Collector Voltage ..... 6 Volts
Power Dissipation ..... 150 mW[2]

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (T_A = 25°C Unless Otherwise Specified)
(All measurements made under pulse conditions.)

PARAMETER	SYMBOL	MIN.	TYP.	MAX.	UNITS	TEST CONDITIONS
INPUT DIODE						
Forward Voltage	V_F	—		1.7	V	I_F = 60 mA
Reverse Breakdown Voltage	V_R	6.0		—	V	I_R = 10μA
Reverse Leakage Current	I_R	—		1.0	μA	V_R = 3 V
OUTPUT TRANSISTOR						
Emitter-Collector Breakdown	BV_{ECO}	6.0		—	V	I_E = 100 μA, Ee = 0
Collector-Emitter Breakdown	BV_{CEO}	30		—	V	I_C = 1 mA, Ee = 0
Collector-Emitter Leakage	I_{CEO}	—		100	nA	V_{CE} = 25 V, Ee = 0
COUPLED						
On-State Collector Current	$I_{C(ON)}$		See page 3.		mA	
Saturation Voltage	$V_{CE(SAT)}$		See page 3.		V	
Turn-On Time	t_{on}		See page 3.		μS	
Turn-Off Time	t_{off}		See page 3.		μS	

NOTES

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FAIRCHILD
SEMICONDUCTOR

SLOTTED OPTICAL SWITCH

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผนวก ข.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;Program Mirror cleaning robot ( Group 4 )
;Programmer : Prasurtsak Tiawongsombut 4E
;            : Piyawon Ajintaisin      4E
;Advisor : Everybody that I meet
;Update :15:13 23/3/44
;Let 's Go !!!!!!!!!!
;_____ Constant _____

PortA   equ     0B000H
PortB   equ     0B001H
PortC   equ     0B002H
CPort   equ     0B003H

Rbuff   equ     30H             ;Row buffer
Sbuff   equ     31H             ;7 - segment buffer
Buffer  equ     62H             ;buffer input
X       equ     63H             ;keep value of X
Y       equ     64H             ;keep value of Y
Wide    equ     65H             ;keep value of wide
Length  equ     66H             ;keep value of lenght
;_____ Main Program _____
        org     0000H           ;start Programme
        mov     A,#88H
        mov     dptr,#CPort     ;initial 8255
        movx    @dptr,A                 ;( PA,PB and PCL are output ,PCH is input )
datarow:        db      0EH,0DH,0BH,07H     ;table of row then is zero each row

        mov     A,#00H          ;clear A
        mov     30H,A           ;clear  everything that we must use
        mov     60H,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        mov     61H,A
        mov     62H,A
        mov     63H,A
        mov     64H,A
        mov     65H,A
        mov     66H,A
        mov     73H,A
        mov     74H,A
        mov     r6,A
        mov     A,#0E3H             ;TURN OFF ALL LEDs
        mov     p1,A
        mov     A,#03H
        mov     dptr,#PortB
        movx    @dptr,A
        mov     A,#00H
        mov     dptr,#PortA
        movx    @dptr,A
;_____________________________________________________________
BEGIN:jb        p1.5,$          ;input switch 1 for Start Program
        setb    p1.2
        mov     r2,#5
        lcall   delay
        clr     p1.2
;_____________ Main Start _____________________________
Start:  lcall   B_Home              ;Turn to home
        ;_____________________________________________
Start1: MOV     P1,#0E7H        ;ON LED1
        lcall   IN_PUT              ;Input X
          mov   63H,62H             ;buffer i/p X
        MOV     53H,63H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        jb      p1.0,$          ;input switch 2 to move along X - axis
        call    Light
        MOV     P1,#0E7H        ;ON LED1
        MOV     A,63H
        CJNE    A,#00,S1
        JMP     S2
S1:     lcall   Xo1
        ;_____________________________________________
S2:     lcall   IN_PUT          ;Input Y
          mov   64H,62H         ;buffer i/p Y
        MOV     54H,64H

        jb      p1.0,$          ;input switch 2 to move along Y - axis
        call    Light
        MOV     P1,#0E7H        ;ON LED1
        MOV     A,64H
        CJNE    A,#00,S3
        JMP     S4
S3:     lcall   Yo1
        ;_____________ input width _____________________
S4:     lcall   IN_PUT          ;Input width
          mov   65H,62H         ;buffer i/p width
        CLR     C

        MOV     R7,53H
        LCALL SETC
        MOV     53H,R7
        MOV     A,#88
        SUBB    A,53H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV   53H,A

        MOV   R7,65H
        LCALL SETC

        MOV   65H,R7
        MOV   A,53H
        SUBB  A,65H
        JC    NO
        JMP   NO1

NO:     MOV   65H,53H

NO1:    MOV   A,65H
        MOV   B,#02H
        MUL   AB
        MOV   65H,A

        jb    p1.0,$          ;input switch 2 for  input length later
        call  Light
        MOV   P1,#0E7H        ;ON LED1
        ;_____ input length _____________________
        lcall IN_PUT                  ;Input length
          mov 66H,62H                 :buffer i/p length
        CLR   C

        MOV   R7,54H
        LCALL SETC
        MOV   54H,R7
        MOV   A,#88
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        SUBB   A,54H
        MOV    54H,A

        MOV    R7,66H
        LCALL SETC

        MOV    66H,R7
        MOV    A,54H
        SUBB   A,66H
        JC     NO2
        JMP    NO3

NO2:    MOV    66H,54H
NO3:    MOV    P1,#0EFH        ;ON LED1 , LED2

        jb     p1.1,$          ;input switch 3 to go to work
        call   Light

        mov    A,#03H
        mov    dptr,#PortB
        movx   @dptr,A
        mov    A,#00H
        mov    dptr,#PortA
        movx   @dptr,A

        lcall  Work            ;Work
        jmp    Start1
;_____________________ Light _____________________________
Light:  mov    A,#0FFH         ;show light
        mov    p1,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        mov     r2,#5
        lcall   delay
        mov     A,#0E3H
        mov     p1,A

        ret
;_____________________ Turn to Home _____________________
B_Home:     mov     A,#00010011B  ;want to bit 4 = 1 other bits except 0,1 = 0
        mov     dptr,#PortB
        movx    @dptr,A             ;send A to PortB for drive motor up
        lcall   C_up            ;check up most

        mov     A,#00100011B  ;want to bit 3 = 1 other bits except 0,1 = 0
        mov     dptr,#PortB
        movx    @dptr,A             ;send A to PortB for drive motor goes ahead
        mov     r2,#5
        lcall   delay
        lcall   stop

        mov     A,#00001011B  ;want to bit 3 = 1 other bits except 0,1 = 0
        mov     dptr,#PortB
        movx    @dptr,A             ;send A to PortB for drive motor goes ahead
        lcall   C_LR            ;check left most

        mov     A,#00000111B  ;want to bit 2 = 1 other bits except 0,1 = 0
        mov     dptr,#PortB
        movx    @dptr,A             ;send A to PortB for drive motor goes to home

        mov     r2,#15          ;
        lcall   delay           ;delay 1 1/2  seconds
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        lcall   C_LR            ;check right most

        mov     A,#00001011B    ;want to bit 3 = 1 other bits except 0,1 = 0
        mov     dptr,#PortB
        movx    @dptr,A                 ;send A to PortB for drive motor goes ahead
        mov     r2,#5
        lcall   dclay
        lcall   stop

        ret                     ;return to main start for do IN_X later
;_____________________ Check_left_right _____________________________
C_LR:   jb      p1.6,$          ;if p1.6 = 0 go to stop then return
        lcall   STOP
        ret                     ;return
;_____________________ Check_up _____________________________
C_up:   jb      p1.7,$          ;if p1.7 = 0 go to stop then return
        lcall   STOP
        ret                     ;return
;_____________________ Input X_Y _____________________________
IN_PUT:         clr     13H             ;clear bit 13H ( bit address able )
        clr     14H             ;clear bit 14H ( bit address able )

        mov     A,#00000011B    ;#03H -- > A
        mov     dptr,#PortB
        movx    @dptr,A                 ;active 7 - segment
        mov     A,#0
        mov     dptr,#PortA
        movx    @dptr,A                 ;initial 7 - segment show 00
;_____________________ IN_Key1 _____________________________
IN_Key1:        lcall   Row             ;scan row for press button at R5
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        mov     A,r5
        mov     dptr,#PortC
        movx    @dptr,A             ;send row for scan keyboard
        lcall   Chgvalue

        jnb     13H,key             ;if 13H ( bit addressable ) = 0 ----> IN_Key1
        jmp     wait

Key:    inc     r6
        cjne    r6,#4,Key1
        mov     r6,#0

Key1:   jmp     IN_Key1
;_____________ Wait for Press button _____________
Wait:   mov     r2,#15              ;set R2 for delay 1.5 seconds
        lcall   delay               ;delay 1.5 seconds
;_____________ IN_Key2 _____________
IN_Key2:        lcall   Row         ;scan row for press button at R5
        mov     A,r5
        mov     dptr,#PortC
        movx    @dptr,A             ;send row for scan keyboard
        lcall   Chgvalue

        jb      13H,Ky
        jmp     turn_M

Ky:     inc     r6
        cjne    r6,#4,Key2
        mov     r6,#0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Key2:   jmp     IN_Key2
Turn_M:         ret
;_____________ Scan_ Row _____________________
Row:    mov     A,r6
        mov     dptr,#datarow   ;
        movc    A,@A+dptr       ;
        mov     r5,A            ;buffer row for scan

        ret
;_____________ Change_value _____________________
Chgvalue:
N_0:    mov     dptr,#PortC
        movx    A,@dptr
        cjne    A,#57H,N_1      ;if not = #57 go to N_1
        mov     r7,#00H         ;00 -- > r7
        jnb     14H,Y0          ;if 14H ( bit address able ) = 0 --- > show_1
        lcall   show_2
        jmp     Y_0
Y0:     lcall   show_1

Y_0:    ret                     ;return

N_1:    mov     dptr,#PortC
        movx    A,@dptr
        cjne    A,#6EH,N_2      ;if not = #6E go to N_2
        mov     r7,#01H         ;01 -- > r7
        jnb     14H,Y1          ;if 14H ( bit address able ) = 0 --- > show_1
        lcall   show_2
        jmp     Y_1
Y1:     lcall   show_1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Y_1:    ret                     ;return

N_2:    mov     dptr,#PortC
        movx    A,@dptr
        cjne    A,#5EH,N_3      ;if not = #5E go to N_3
        mov     r7,#02H         ;02 -- > r7
        jnb     14H,Y2          ;if 14H ( bit address able ) = 0 --- > show_1
        lcall   show_2
        jmp     Y_2
Y2:     lcall   show_1

Y_2:    ret                     ;return

N_3:    mov     dptr,#PortC
        movx    A,@dptr
        cjne    A,#3EH,N_4      ;if not = #3E go to N_4
        mov     r7,#03H         ;03 -- > r7
        jnb     14H,Y3          ;if 14H ( bit address able ) = 0 --- > show_1
        lcall   show_2
        jmp     Y_3
Y3:     lcall   show_1

Y_3:    ret                     ;return

N_4:    mov     dptr,#PortC
        movx    A,@dptr
        cjne    A,#6DH,N_5      ;if not = #6D go to N_5
        mov     r7,#04H         ;04 -- > r7
        jnb     14H,Y4          ;if 14H ( bit address able ) = 0 --- > show_1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        lcall   show_2
        jmp     Y_4
Y4:     lcall   show_1

Y_4:    ret                     ;return

N_5:    mov     dptr,#PortC
        movx    A,@dptr
        cjne    A,#5DH,N_6      ;if not = #5D go to N_6
        mov     r7,#05H         ;05 -- > r7
        jnb     14H,Y5          ;if 14H ( bit address able ) = 0 --- > show_1
        lcall   show_2
        jmp     Y_5
Y5:     lcall   show_1

Y_5:    ret                     ;retun

N_6:    mov     dptr,#PortC
        movx    A,@dptr
        cjne    A,#3DH,N_7      ;if not = #3D go to N_7
        mov     r7,#06H         ;06 -- > r7
        jnb     14H,Y6          ;if 14H ( bit address able ) = 0 --- > show_1
        lcall   show_2
        jmp     Y_6
Y6:     lcall   show_1

Y_6:    ret                     ;return

N_7:    mov     dptr,#PortC
        movx    A,@dptr
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        cjne    A,#6BH,N_8      ;if not = #6B go to N_8
        mov     r7,#07H         ;07 -- > r7
        jnb     14H,Y7          ;if 14H ( bit address able ) = 0 --- > show_1
        lcall   show_2
        jmp     Y_7
Y7:     lcall   show_1

Y_7:    ret                     ;return

N_8:    mov     dptr,#PortC
        movx    A,@dptr
        cjne    A,#5BH,N_9      ;if not = #57 go to N_9
        mov     r7,#08H         ;08 -- > r7
        jnb     14H,Y8          ;if 14H ( bit address able ) = 0 --- > show_1
        lcall   show_2
        jmp     Y_8
Y8:     lcall   show_1

Y_8:    ret                     ;return

N_9:    mov     dptr,#PortC
        movx    A,@dptr
        cjne    A,#3BH,turn     ;if not = #3B go to N_0
        mov     r7,#09H         ;09 -- > r7
        jnb     14H,Y9          ;if 14H ( bit address able ) = 0 --- > show_1
        lcall   show_2
        jmp     turn
Y9:     lcall   show_1

turn:   ret                     ;return
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;_____ Show 7 - segment_1 _____
Show_1:     mov     A,#03H
            mov     dptr,#PortB
            movx    @dptr,A             ;active 7 - segment
            mov     dptr,#PortA
            mov     A,r7                ;R7 --> A
            mov     31H,A               ;7 - segment buffer
            movx    @dptr,A             ;show 7 - segment bit

            setb    13H                 ;set 13H ( bit address able )
            setb    14H                 ;set 14H ( bit address able )

            ret
;_____ Show 7 - segment_2 _____
Show_2:     mov     A,#03H
            mov     dptr,#PortB
            movx    @dptr,A             ;active 7 - segment
            mov     A,r7                ;R7 -- > A
            swap    A
            orl     A,31H               ;mix 7 - segment biit 0 , 1
            mov     dptr,#PortA
            movx    @dptr,A             ;send to 7 _ segment

            MOV     62H,A

            clr     13H                 ;clear 13H ( bit address able )

            ret                         ;return to main start for do IN_Y later
            ;*********************************************************************
            ;*                          Work                                     *
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        ;*********************************************************************
;_____________________ Move along X_axis _____________________________
o1:     mov     r7,63H          ;value at 63H ----- > r7

        lcall   SetC            ;set value at counter

        mov     A,#0BH
        mov     dptr,#PortB
        movx    @dptr,A                 ;on motor for move along X_axis

        lcall   count1

STOP_X:         lcall   STOP            ;if counter_0 completes ,off motor

        ret
;_____________________ Move along Y_axis _____________________________
Yo1:    mov     r7,64H          ;value at 64H --- > r7

        lcall   SetC            ;set value at counter

        mov     A,#23H
        mov     dptr,#PortB
        movx    @dptr,A                 ;on motor for move along Y_axis

        lcall   count2

STOP_Y: lcall   STOP            ;if counter_1 completes ,off moter

        ret
;_____________________ Busy , hey i'm busy YOU KNOW !!!!! _____________________
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Work:  CLR   15H
       MOV   R3,#00H

Busy:  mov   A,#0C3H
       mov   dptr,#PortB
       movx  @dptr,A              ;on body 's motors

       mov   r2,#10               ;delay  1 sec
       lcall delay

       MOV   68H,65H

GOR:   MOV   A,68H
       SUBB  A,#03H
       MOV   68H,A
       INC   R3
       JC    GOR1
       JMP   GOR
GOR1:  MOV   A,R3
       ADD   A,#03H
       MOV   R3,A

       MOV   67H,R3
       CLR   C
       MOV   R3,#00H

YK:    LCALL BUSY1
       LCALL BUSY2
       LCALL BUSY3
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV   33H,R3
        MOV   A.67H
        CJNE  A,33H,PLE

        LCALL BUSY1
        LCALL BUSY3
        JMP   LOOP

PLE:    JMP   YK
;_____________________ END _____________________________________
LOOP:   lcall STOP
        MOV   R2,#5
        CALL  DELAY
        lcall B_HOME

        ret

;_____________________ Step_Down _____________________________
Busy1:  mov   r7,66H        ;value at 66H --- > r7

        mov   A,#0C3H
        orl   A,#20H        ;set bit 5 = 1 don't care other bits
        mov   dptr,#PortB
        movx  @dptr,A               ;body 's motor and M go down are open

        lcall count2

        LCALL STOP

        RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;_____ Step_Up _____

Busy2:  mov     r7,66H          ;value at 66H --- > r7

        mov     A,#0C3H
        orl     A,#10H          ;set bit 5 = 1 don't care other bits
        mov     dptr,#PortB
        movx    @dptr,A                 ;body 's motor and M go down are open

        lcall   count2

SB2:    lcall   STOP

        RET
;_____ Step_X _____
Busy3:  mov     r7,#03H         ;set step = 3 steps

        mov     dptr,#PortB
        mov     A,#0BH
        movx    @dptr,A                 ;on  motor step_X

        LCALL COUNT3

SB3:    lcall   STOP

        ret
;_____ Counter _____
Count1: JNB     P3.4,AAA1
        JB      01H,BBB1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        djnz    r7,M1
        ret

M1:     SETB    01H
        JMP     BBB1

AAA1:   CLR     01H
BBB1:   LCALL           DELAY1
        JMP     Count1
;_____________________________________________
Count2: JNB     P3.5,AAA2
        JB      01H,BBB2

        djnz    r7,M2
        ret

M2:     SETB    01H
        JMP     BBB2

AAA2:   CLR     01H
BBB2:   LCALL           DELAY1
        JMP     Count2
;_____________________________________________
Count3: JNB     P3.4,AAA3
        JB      01H,BBB3

        djnz    r7,M3

        ret
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
M3:     INC     R3

        MOV     33H,R3
        MOV     A,67H
        CJNE    A,33H,M4
        RET

M4:     SETB    01H
        JMP     BBB3

AAA3:   CLR     01H
BBB3:   LCALL           DELAY1
        JMP     Count3
;_____________________ Set counter_0 , counter _1 ____________________________
SetC:   call    H2D2h
        mov     A,32H
        add     A,33H

        mov     r7,A

        ret
;_____________________ Convert value ____________________________
;32H = buffer upper byte
;33H = buffer lower byte

H2D2h: mov      A,r7            ;move value in r7 to A
        swap    A
        mov     r7,A
        anl     A,#0F0H                 ;want upper byte
        mov     32H,A           ;buffer upper byte
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        mov     A,r7            ;r7 ---- > A
        anl     A,#0FH          ;want lower byte
        mov     33H,A           ;buffer lower byte


C_0:    mov     A,32H
        cjne    A,#00H,C_1
        mov     32H,#00
        lcall   Lbyte
        ret

C_1:    cjne    A,#10H,C_2
        mov     32H,#10
        lcall   Lbyte

        ret

C_2:    cjne    A,#20H,C_3
        mov     32H,#20
        lcall   Lbyte

        ret

C_3:    cjne    A,#30H,C_4
        mov     32H,#30
        lcall   Lbyte

        ret

C_4:    cjne    A,#40H,C_5
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        mov     32H,#40
        lcall   Lbyte

        ret

C_5:    cjne    A,#50H,C_6
        mov     32H,#50
        lcall   Lbyte

        ret

C_6:    cjne    A,#60H,C_7
        mov     32H,#60
        lcall   Lbyte

        ret

C_7:    cjne    A,#70H,C_8
        mov     32H,#70
        lcall   Lbyte

        ret

C_8:    cjne    A,#80H,C_9
        mov     32H,#80
        lcall   Lbyte

        ret

C_9:    cjne    A,#90H,C_0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        mov     32H,#90
        lcall   Lbyte

        ret
;_____________________ Low_byte _____________________
Lbyte:  mov     A,33H           ;move lower byte to A

L_0:    cjne    A,#00H,L_1
        mov     33H,#00

        ret

L_1:    cjne    A,#01H,L_2
        mov     33H,#02

        ret

L_2:    cjne    A,#02H,L_3
        mov     33H,#03

        ret

L_3:    cjne    A,#03H,L_4
        mov     33H,#03

        ret

L_4:    cjne    A,#04H,L_5
        mov     33H,#04
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        ret

L_5:    cjne    A,#05H,L_6
        mov     33H,#05

        ret

L_6:    cjne    A,#06H,L_7
        mov     33H,#06

        ret

L_7:    cjne    A,#07H,L_8
        mov     33H,#07

        ret

L_8:    cjne    A,#08H,L_9
        mov     33H,#08

        ret

L_9:    cjne    A,#09H,L_0
        mov     33H,#09

        ret
;_____ STOP_motor _____
STOP:   mov     A,#03H
        mov     dptr,#PortB
        movx    @dptr,A                 ;stop motor
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        ret
;_____________________ DELAY1 _____________________________
DELAY1:     MOV   R0,#0FFH
        DJNZ  R0,$
        ret
;_____________________Delay _____________________________
delay:  mov     r3,#179         ;Delay r2/10 second
dtsec1: mov     r4,#0
        djnz    r4,$
        djnz     r3,dtsec1
        djnz     r2,delay
        ret
END
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้