ระบบควบคุมทิศทางไฟส่องเวทีด้วยจอยสติ๊ก

SYSTEM CONTROL DIRECTION OF LIGHT ON STAGE WITH JOYSTICK

โดย

นายชำนาญ	น้ำทับทิม	38013399
นายอดิศักดิ์	อรุณปัญญาพร	38013432
นายอนุชิต	เผชิญสุขชนะโชค	38013433

วัน เดือน ปี -5 ต.ค. 2541
เลขทะเบียน 038514
เลขเรียกหนังสือ T 400 ว1 ป535

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมการวัดคุมทางอุตสาหกรรม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2540

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

038514

ปริญญานิพนธ์ ปีการศึกษา 2540

ภาควิชา เทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม

สาขาวิชา วิศวกรรมการวัดคุมทางอุตสาหกรรม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง SYSTEM CONTROL DIRECTION OF LIGHT ON STAGE WITH JOYSTICK

ผู้จัดทำ

นายชำนาญ	น้ำทับทิม	38013399
นายอดิศักดิ์	อรุณปัญญาพร	38013432
นายอนุชิต	เผชิญสุขชนะโชค	38013433

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์ ทรงชัย วีระทวีมาศ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์ ระบบควบคุมทิศทางไฟส่องเวทีด้วยจอยสติ๊ก

จัดทำโดย นายชำนาญ น้ำทับทิม เลขประจำตัว 38013399

นายอดิศักดิ์ อรุณปัญญาพร เลขประจำตัว 38013432

นายอนุชิต เผชิญสุขชนะโชค เลขประจำตัว 38013433

ระดับการศึกษา ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิศวกรรมการวัดคุมทางอุตสาหกรรม

ภาควิชา เทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม

ปีการศึกษา พ.ศ.2540

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์ อ.ทรงชัย วีระทวีมาศ

บทคัดย่อ

โครงงานนี้จะกล่าวถึงการออกแบบและการสร้างระบบควบคุมไฟส่องเวทีด้วยจอยสติ๊ก โดยจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวควบคุมการทำงานของระบบ เพื่อให้ได้ระบบควบคุมไฟส่องเวทีที่ควบคุมการเคลื่อนที่ได้ง่าย สามารถควบคุมความเร็ว และทิศทางในการเคลื่อนที่ได้ โดยจะสามารถควบคุมได้จากจอยสติ๊ก หรืออาจควบคุมบนแป้นคีย์ควบคุมโดยบนตัวเครื่องจะมีแป้นคีย์และจอแสดงสภาวะการทำงาน เพื่อสามารถปรับเปลี่ยนการทำงานตามฟังก์ชั่นต่าง ๆ ได้บนตัวเครื่องควบคุมโดยไม่ต้องเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

THESIS	SYSTEM CONTROL DIRECTION OF LIGHT ON STAGE WITH JOYSTICK
BY	MR.CHAMNAN NUMTUBTIM
	MR.ADISAK ARUNPUNYAPORN
	MR.ANUCHIT PACHUENSUKCHANACHOKE
DEGREE	BACHELOR OF ENGINEERING IN INSTRUMENTATION
DEPARTMENT	INDUSTRIAL INSTRUMENTATION TECHNOLOGY
ACADEMIC YEAR	1997
THESIS ADVISOR	SONGCHAI WEERATHAWEEMAS

ABSTRACT

This project is design and built for control light on stage with joystick by using microcontroller. It can controls light on stage to movement in any speed and direction by use joystick or keyboard. On control box accessories to be composed with keyboard and display for make it full function and easy to operate.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทคัดย่อ	I
ABSTRACT	II
สารบัญรูปประกอบ	III
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 สถาปัตยกรรมของไมโครคอนโทรลเลอร์แบบชิพเดี่ยว ตระกูล 51 และการเชื่อมต่อกับ 8255	
2.1 บทนำ	2
2.2 โครงสร้างของ 8051	4
2.3 การจัดหน่วยความจำของ 8051	6
2.4 สถาปัตยกรรมของ 8051	9
2.5 การใช้ 8255 เชื่อมต่อกับ 8051	
2.5.1 รายละเอียดเกี่ยวกับ 8255	17
2.5.2 รายละเอียดการจัดเรียงขาของ 8255	19
บทที่ 3 การเชื่อมต่อ ADC กับ JOYSTICK	
3.1 การแปลงสัญญาณอะนาลอคและดิจิตอล	22
3.2 การทำงานของวงจร	24
3.3 JOYSTICK	24
บทที่ 4 การเชื่อมต่อกับไฟส่องเวที	
4.1 ไดแอค	26
4.2 ไทรแอค	26
4.3 วงจรที่ใช้งานในการปิด-เปิดแสงสว่าง	28
บทที่ 5 การเชื่อมต่อกับระบบการควบคุมมอเตอร์	
5.1 ระบบคอนโทรลความเร็วของดีซีมอเตอร์แบบดิจิตอล	29
5.2 วงจรแปลงดิจิตอลเป็นอนาลอก	30
5.3 วงจรดีเท็คเออร์เรอร์ (ดิฟเฟอเรนเชียล แอมปลิไฟเออร์)	31
5.4 บล็อคคอนโทรลเลอร์ (วงจรแปลงโวลท์เตจเป็นความถี่ ร่วมกับวงจร one-shot)	33
5.5 กระบวนการ (วงจรขับกำลังมอเตอร์และตัวมอเตอร์)	36
5.6 บล็อควัดความเร็วของมอเตอร์ (วงจรแปลงความเร็วไป เป็นโวลท์เตจ)	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.7 ระบบคอนโทรลความเร็วดีซีมอเตอร์ด้วยไมโครคอน-
โทรลเลอร์) 43
5.8 ระบบฮาร์ดแวร์ 43
5.9 วงจรคอนโทรลทิศทางการหมุน 47
บทที่ 6 การเชื่อมต่อมอเตอร์กับ encoder ของมอเตอร์
6.1 ทาโคเยนเนอร์เรเตอร์และเอนโคดเดอร์
6.1.1 ทาโคเยนเนอร์เรเตอร์ 51
6.1.2 เอนโคดเดอร์ 51
6.2 การเชื่อมต่อ encoder ที่ใช้งาน 54
6.3 วงจรนับ 54
บทที่ 7 การนำอุปกรณ์ต่าง ๆ มาเชื่อมต่อกัน
7.1 ลำดับการทำงานของวงจรรวม 59
7.2 ส่วนประกอบของระบบ 60
บทที่ 8 โปรแกรมควบคุมการทำงาน 65
บทที่ 9 ผลการทดลอง
9.1 การทดลองวงจร ADC 74
9.2 การทดลองวงจร DAC 79
9.3 การทดลองวงจรแปลงโวลท์เตจเป็นความถี่ 86
บทที่ 10 สรุปผลการทดลอง
10.1 สรุปผลการทดลอง 92
10.2 บทสรุปอุปสรรค 93
ภาคผนวก
คู่มือการใช้งาน
บรรณานุกรม
กิตติกรรมประกาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปประกอบ

รูปที่ 2.1 ตารางของไมโครคอนโทรลเลอร์แบบชิพเดี่ยว ในตระกูล 51 2
รูปที่ 2.2 ไดอะแกรมโครงสร้าง 8051 4
รูปที่ 2.3 ภาพเสมือนการจัดหน่วยความจำ 5
รูปที่ 2.4 แผนภูมิหน่วยความจำของ 8051 7
รูปที่ 2.5 สถาปัตยกรรมภายใน 8051 9
รูปที่ 2.6 ไดอะแกรมของ 8051 แบบ dip 9
รูปที่ 2.7 โครงสร้างของพอร์ท 0 10
รูปที่ 2.8 โครงสร้างของพอร์ท 1 12
รูปที่ 2.9 โครงสร้างของพอร์ท 2 13
รูปที่ 2.10 โครงสร้างของพอร์ท 3 13
รูปที่ 2.11 ค่าของรีจิสเตอร์เมื่อเกิดการรีเซ็ท 15
รูปที่ 2.12 วงจรออสซิเลเตอร์ภายใน 8051 17
รูปที่ 2.13 8051 ที่ทำงานโดยสัญญาณที่มาจากภายนอก 17
รูปที่ 2.14 แสดงบล็อกไดอะแกรม 18
รูปที่ 2.16 การวางตำแหน่งขาของ 8255 20
รูปที่ 3.1 การจัดวางขา 22
รูปที่ 3.2 ผังเวลาการทำงานของ ADC 23
รูปที่ 3.3 วงจร ADC ที่ใช้งาน 23
รูปที่ 3.4 Variable Resistance 24
รูปที่ 3.5 การเชื่อมต่อ ADC กับ Joystick 25
รูปที่ 4.1 โครงสร้างสัญญลักษณ์และกราฟแสดงคุณสมบัติของไดแอค 26
รูปที่ 4.2 สัญญลักษณ์ (ก) โครงสร้าง (ข) และ (ค) กราฟแสดงคุณสมบัติของไทรแอค 27
รูปที่ 4.3 รูปร่างลักษณะภายนอกของเอสซีอาร์ และไทรแอคโดยทั่ว ๆ ไป 27
รูปที่ 4.4 วงจรที่ทำหน้าที่เป็นสวิตซ์อิเล็คทรอนิคส์ 28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.1 บล็อคไดอะแกรมของระบบคอนโทรล
ความเร็วของดีซีมอเตอร์แบบดิจิตอล 29
รูปที่ 5.2 ไมโครสวิตซ์แบบ 8 ตำแหน่งใช้สำหรับเซ็ท
ความเร็วของดีซีมอเตอร์ที่ต้องการ 30
รูปที่ 5.3 ไอซี MC1408 (ก) โครงสร้างของขาไอซี
(ข) ไดอะแกรมของวงจร 32
รูปที่ 5.4 วงจรดีเท็คเออร์เรอร์ (ก) วงจร (ข) บล็อค
ไดอะแกรม 32
รูปที่ 5.5 ไอซีเบอร์ CLM 331VFC (ก) โครงสร้างขา
ของไอซี (ข) วงจร 34
รูปที่ 5.6 ไอซีเบอร์ CD4098B (ก) โครงสร้างขา
ของไอซี (ข) วงจร 35
รูปที่ 5.7 วงจรขับเพาเวอร์ของดีซีมอเตอร์ 37
รูปที่ 5.8 วงจรลอจิกสำหรับขับเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์
และคอนโทรลตำแหน่ง 38
รูปที่ 5.9 วงจรแปลงความเร็วเป็นโวลท์เตจ 39
รูปที่ 5.10 ระบบคอนโทรลความเร็วของดีซีมอเตอร์
และดิจิตอล 41
รูปที่ 5.11 แสดงลูกคลื่นที่จุดต่าง ๆ ในวงจรของ
รูปที่ 5.10 เมื่อเซ็ทให้ไบนารี่อินพุท
เท่ากับ 0010 01002 42
รูปที่ 5.12 บล็อคไดอะแกรมของระบบคอนโทรล
ความเร็วดีซีมอเตอร์ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ 43
รูปที่ 5.13 ไอซี 74LS138 (ก) โครงสร้างขาของไอซี
(ข) ตารางฟังก์ชั่น G2=G2a+G2b 45
รูปที่ 5.14 ไอซีแล็ทช์ 74LS373 (ก) โครงสร้างขาของ
ไอซี (ข) ตารางฟังก์ชั่น 46
รูปที่ 5.15 วงจรการดีโค้ดแอดเดรสเพื่อดีโค้ดแอดเดรส
8000H และวงจรแล็ทช์ 8 บิทอินพุท 47
รูปที่ 5.16 ไอซี 74LS75 ไบสเตเบิ้ลแล็ทช์ขนาด 4 บิท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ก) โครงสร้างขาของไอซี (ข) ตารางฟังก์ชั่น 48
รูปที่ 5.17 วงจรคอนโทรลทิศทางการหมุนของมอเตอร์ 49
รูปที่ 5.18 ระบบการคอนโทรลทิศทางการหมุนของมอเตอร์ 50
รูปที่ 6.1 แสดงบล็อคไดอะแกรมของระบบการบังคับความเร็ว 51
รูปที่ 6.2 แสดงลักษณะของออฟติคัลเอนโคดเดอร์แบบ
สมบูรณ์ในตัวเอง ก) แบบไบนารี่ ข) แบบรหัสเกย์ 53
รูปที่ 6.3 แสดงลักษณะของออฟติคัลเอนโคดเดอร์แบบไม่
สมบูรณ์ในตัวเอง 54
รูปที่ 6.4 Timing diagram ของวงจรนับ 4 55
รูปที่ 6.5 วงจรนับ 16 56
รูปที่ 7.1 แสดงบล็อคไดอะแกรมแบบรวมวงจร 59
รูปที่ 7.2 ชุดควบคุม 60
รูปที่ 7.3 ชุด POWER 61
รูปที่ 7.4 ชุดไฟส่องเวที 61
รูปที่ 7.5 แสดงการส่องไฟลงด้านล่าง 62
รูปที่ 7.6 แสดงการส่องไฟในแนวตรง 62
รูปที่ 7.7 แสดงการส่องไฟขึ้นด้านบน 63
รูปที่ 7.8 แสดงการส่องไฟในแนวด้านข้าง 63
รูปที่ 7.9 แสดงด้านข้างของไฟส่องเวที 64
รูปที่ 8.1 โฟว์ชาร์ดแสดงการตั้งค่าต่าง ๆ ให้กับ
อุปกรณ์ที่นำมาเชื่อมต่อ 67
รูปที่ 8.2 โฟว์ชาร์ดโปรแกรม Monitor 68
รูปที่ 8.3 โฟว์ชาร์ดแสดงการทำงานการตั้งค่ากลางให้JOYSTICK 69
รูปที่ 8.4 โฟว์ชาร์ดแสดงการทำงานของฟังก์ชั่นที่ 5 70
รูปที่ 8.5 โฟว์ชาร์ดแสดงการทำงานของฟังก์ชั่นที่ 6 71
รูปที่ 8.6 โฟว์ชาร์ดแสดงการทำงานของฟังก์ชั่นที่ 7 72
รูปที่ 8.7 โฟว์ชาร์ดแสดงการทำงานของฟังก์ชั่นที่ 8
และฟังก์ชั่นที่ 9 73
รูปที่ 9.1 วงจร ADC 74
รูปที่ 9.2 วงจร DAC 79
รูปที่ 9.3 วงจรแปลงโวลท์เตจเป็นความถี่ 86

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่1

บทนำ

ในการออกแบบระบบควบคุมด้วยไมโครคอลโทรลเลอร์โดยทั่วไป จะต้องพิจารณาถึงส่วนประกอบของอินพุต เอาท์พุตว่ามีอุปกรณ์เชื่อมต่ออะไรบ้าง เพื่อประกอบการพิจารณาในการออกแบบ เพราะในการออกแบบอุปกรณ์ที่นำมาเชื่อมต่อแต่ละประเภท จะมีแนวทางในการออกแบบต่างกัน โดยจะขึ้นกับองค์ประกอบต่างๆเช่น ไฟเลี้ยงของวงจร ช่วงเวลาของการรับข้อมูล ช่วงเวลาในการรับข้อมูล อุปกรณ์ป้องกัน การรบกวนของอุปกรณ์เชื่อมต่อ ฯ ซึ่งล้วนจะเป็นผลกระทบต่อการออกแบบวงจรทั้งสิ้น ระบบควบคุมไฟส่องเวทีด้วย จอยสติก ก็เช่นกัน ต้องมีการพิจารณาเช่นกัน เพื่อให้ได้ไฟส่องเวทีที่สามารถควบคุมตำแหน่งและทิศทางการเคลื่อนได้ง่าย ไม่ต้องยุ่งยากในการปรับตำแหน่งการส่องไฟไปยังเวที

โครงงานนี้จะเป็นแนวทางในการพัฒนาการออกแบบระบบควบคุมที่มีความยุ่งยากต่อๆไป โดยในแต่ละบทจะมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

บทที่2 จะเป็นเรื่องเกี่ยวกับสถาปัตยกรรมและโครงสร้างของ MCS- 51

บทที่3 จะเป็นการเชื่อมต่อจอยสติกกับไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยจะเป็นการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของจอยสติกให้ไปเป็นข้อมูลเพื่อนำไปประมวลผล โดยจะใช้วงจรแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอลเป็นตัวแปลง การเคลื่อนที่ของจอย

บทที่4 จะเป็นการเชื่อมต่อไฟส่องเวทีกับไมโครคอนโทรลเลอร์ เนื่องจากไฟส่องเวทีจะใช้ไฟ 220 โวลท์ไม่สามารถนำมาเชื่อมต่อได้โดยตรง ดังนั้นจึงจะต้องมีวงจรป้องกันโดยจะมีรายละเอียดอยู่ในบทนี้

บทที่5 จะกล่าวถึงการควบคุมทิศทางและความเร็วมอเตอร์กระแสตรงด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์โดยสามารถควบคุมความเร็วและทิศทางแบบดิจิตอล

บทที่6 จะกล่าวถึงการเชื่อมมอเตอร์เข้ากับ encorder ของมอเตอร์ว่ามีการทำงานอย่างไร

บทที่7 จะกล่าวถึงการเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่าง ๆ และหลักการทำงาน

บทที่8 จะกล่าวถึงโปรแกรมควบคุมการทำงานและโฟวชาร์ต์การทำงาน

บทที่9 จะเป็นผลการทดลองของโครงงานชิ้นนี้

บทที่10 จะเป็นสรุปผลการทดลองของโครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

สถาปัตยกรรมของไมโครคอนโทรลเลอร์แบบชิพเดี่ยวตระกูล 51 และการเชื่อมต่อกับ 8255

2.1บทนำ

ไมโครคอนโทรลเลอร์แบบชิพเดี่ยว (Single Chip Microcontroller) คือไมโครคอมพิวเตอร์แบบที่มีขนาดเล็กโดยบรรจุไว้ในแผงวงจรรวม (Integrated Circuit) เพียงชิพเดียวเหมาะสำหรับงานควบคุมอุปกรณ์อื่น ๆ แบบอัตโนมัติ เพราะผู้ใช้สามารถเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานได้ตามต้องการ ไมโครคอนโทรลเลอร์แบบชิพเดียวตระกูล 51 หรือ MCS51 อันได้แก่ เบอร์ 8051 และ 8052 ซึ่งมีโครงสร้างและชุดคำสั่งแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย ดังตารางในรูปที่2.1

Device	ROMless Version	EPROM Version	ROM Bytes	RAM Bytes	8-Bit I/O Ports	16-Bit Timer/ Counters	Programmable Counter Array (PCA)	UART	Serial Expansion Port (SEP)	Global Serial Channel (GSC)	DMA Channels	A/D Channels	Interrupt Sources/ Vectors	Power Down and Idle Modes
8051	8031	—	4K	128	4	2		✓					6/5	
8051AH	8031AH	8751H 8751BH	4K	128	4	2		✓					6/5	
8052AH	8032AH	8752BH	8K	256	4	3		✓					8/6	
80C51BH	80C31BH	87C51	4K	128	4	2		✓					6/5	✓
80C52	80C32	—	8K	256	4	3		✓					8/6	✓
83C51FA	80C51FA	87C51FA	8K	256	4	3	✓	✓					14/7	✓
83C51FB	80C51FA	87C51FB	16K	256	4	3	✓	✓					14/7	✓
83C152JA	80C152JA	—	3K	256	5	2		✓		✓	2		10/11	✓
—	80C152JB	—	—	256	7	2		✓		✓	2		10/11	✓
83C152JC	80C152JC	—	8K	256	5	2		✓		✓	2		10/11	✓
—	80C152JD	—	—	256	7	2		✓		✓	2		10/11	✓
83C452	80C452	87C452P	8K	256	5	2		✓					8/8	✓

รูปที่ 2.1 ตารางของไมโครคอลโทรลเลอร์แบบชิพเดี่ยวในตระกูล 51

จากตารางในรูปที่ 2.1 แต่ละคอลัมน์จะบอกถึงคุณสมบัติหรือโครงสร้างของไมโครลคอนโทรลเลอร์แต่ละเบอร์ในตระกูล MCS-51 เช่นมี ROM หรือ RAM ภายในเท่าใด ถ้าเป็นรุ่นที่ไม่มี ROM อยู่ภายในจะเป็นเบอร์อะไร หรือถ้าเป็นรุ่นที่มีหน่วยความจำสำหรับโปรแกรมเป็นแบบ EPROM จะเป็นเบอร์อะไร เช่นในบรรทัดแรกจะบอกว่า 8051 มี ROM อยู่ภายขนาด 4 กิโลไบท์ แต่ถ้าเป็นเบอร์ 8031 จะไม่มี ROM ขนาด 4 กิโลไบท์อยู่ภายใน นอกจากนี้ในตารางยังจะบอกว่าไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์นั้นมีพอร์ทสาหรับอ่านเขียนข้อมูลขนาด 8 บิทอยู่กี่ชุด (8 Bit I/O Port), มี Timer/Coumters ขนาด 16 บิทกี่ชุด (16 Bit Timer/Counters) และยังบอกถึงคุณสมบัติอื่น ๆ อีก ทำให้ผู้ใช้สามารถเลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์แต่ละเบอร์ให้เหมาะสมกับการใช้งานได้อย่างดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MCS-51 ผลิตโดยบริษัท Intel มีการทำงานเป็นแบบ 8 บิทหมายความว่าส่วนที่ทำหน้าที่ในการคำนวณ (Arithmetic Logic Unit,ALU) จะทำงานสูงสุดทีละ 8 บิท

MCS-51 มีข้อดีดังนี้

- สามารถนำเอาข้อมูลมา AND, OR หรือทำ Complement ทั้งแบบทีละ 8 บิทและ 1 บิท
- สามารถใช้กับหน่วยความจำสำหรับโปรแกรม (Program Memory) ซึ่งเป็นหน่วยความจำที่ใช้สำหรับเก็บชุดคำสั่งที่จะให้ MCS-51 ทำงาน ได้สูงสุด 64 กิโลไบท์ (Kilobyte) (64*1024 ไบท์) ทำให้เขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานได้มาก
- สามารถต่อกับหน่วยความจำสำหรับข้อมูล (Data Memory) ซึ่งเป็นหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลในระหว่างการทำงานของโปรแกรมได้สูงสุด 64 กิโลไบท์
- ใน 8051 และ 8751 มีหน่วยความจำสำหรับโปรแกรมจำนวน 4 กิโลไบท์ (ใน 8052 และ 8752 มีหน่วยความจำสำหรับโปรแกรมจำนวน 8 กิโลไบท์) อยู่ภายในวงจรทำให้ไม่ต่อต่อหน่วยความจำสำหรับโปรแกรมอยู่ภายนอก ระบบรวมทั้งหมดจึงมีขนาดเล็กและสัญญาณรบกวนจากภายนอกจะทำให้ MCS-51 ทำงานผิดพลาดได้ยาก
- มีพอร์ทแบบขนาน Timer/Counter ขนาด 16 บิท 2 ชุด (8052 มี 3 ชุด) ที่ทำงานในโมดต่าง ๆ
- มี Universal Asychonous Receiver Transmitter (UART) สำหรับรับส่งข้อมูลอนุกรม (Serial) แบบ Full duplex ที่สามารถเลือกรูปแบบการรับ-ส่งข้อมูลได้ 4 แบบ
- มีแหล่งกำเนิดสัญญาณขอขัดจังหวะการทำงานของโปรแกรม (Interrupt Request Signal) 6 แหล่ง ซึ่งสามารถทำกระโดดไปทำงานตอบสนองการขัดจังหวะ (Interrupt Service Routine) ได้ต่าง ๆ กัน 5 ตำแหน่ง
- สามารถเลือกการทำงานให้อยู่ในโมดของ Idle และ Power Down ซึ่งจะประหยัดการใช้กำลังไฟในการทำงาน

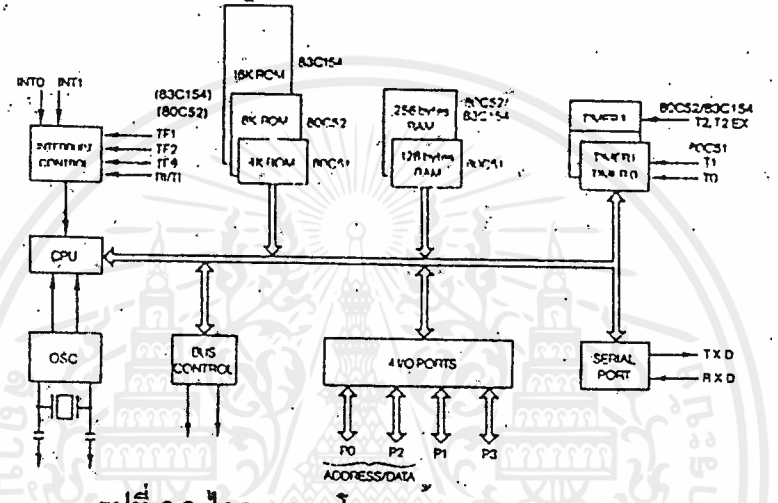
ซึ่งจากข้อดีดังกล่าว จึงทำให้ MCS-51 เป็นที่นิยมนำมาใช้ในการควบคุมระบบอัตโนมัติมาก คุณสมบัติดังกล่างบรรจุไว้ในวงจรรวมเดียว (Single Chip) ขนาด 40 ขา ดังนั้นจึงสามารถออกแบบให้ระบบทั้งหมดมีขนาดเล็ก และการที่ทั้งหมดบรรจุอยู่ภายในวงจรรวมเดียวจึงทำให้การตรวจสอบหาข้อผิดพลาดในระบบง่ายไม่สลับซับซ้อน รวมทั้งลดปัญหาเรื่องการที่มีสัญญาณรบกวนในระบบจนทำให้การงานผิดพลาดไป แต่การที่จะนำเอา MCS-51 มาใช้งานได้จำเป็นที่จะต้องศึกษาและทำความเข้าใจถึงโครงสร้างและองค์ประกอบของ MCS-51 มาใช้งานได้จำเป็นที่จะต้องศึกษาและทำความเข้าใจถึงโครงสร้างและองค์ประกอบของ MCS-51 เสียก่อนแล้วถึงจะเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของ MCS-51 ให้เป็นไปตามต้องการ ในปริญญานิพนธ์เล่มนี้จะอธิบายวิธีการใช้งานของ MCS-51 โดยใช้ 8051 เป็นตัวอย่างในการอธิบาย เพราะไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูลนี้จะแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

2.2โครงสร้างของ 8051

ภายใน 8051 จะประกอบขึ้นด้วย GATE ต่าง ๆ เช่นวงจรถอดรหัสคำสั่ง (Intruction Decoder), วงจรสร้างสัญญาณนาฬิกา (Clock Signal Generator) โครงสร้างภายในของ 8051 จะประกอบด้วยส่วนย่อย ๆ ดังไดอะแกรมในรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 ไดอะแกรมโครงสร้างของ 8051

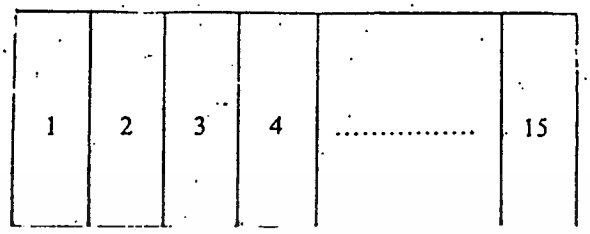
ไดอะแกรมในรูปที่ 2.2 เป็นโครงสร้างใหญ่ ๆ ของ 8051 เนื่องจากลักษณะของ 8051 เป็นคอมพิวเตอร์จึงประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก ๆ คือ

ส่วนที่ 1 คือ CPU (Central Processing Unit) หรือตัวประมวลผล ส่วนนี้จะมีวงจรทำหน้าที่สร้างสัญญาณควบคุมในการติดต่อกับส่วนอื่น ๆ หรือเรียกว่า วงจรควบคุม (Control Unit) สัญญาณที่สร้างจากวงจรควบคุมได้แก่สัญญาณสำหรับการติดต่อกับหน่วยความจำ, อุปกรณ์รับข้อมูลเข้าหรือส่งข้อมูลออกจากตัว 8051 ซึ่งส่วนควบคุมการขัดจังหวะ (Interrupt Control) และส่วนควบคุมบัส (Bus Control) ก็เป็นส่วนหนึ่งของวงจรควบคุมด้วยนการสร้างสัญญาณควบคุมจากส่วน CPU นี้จะทำการสร้างสัญญาณโดยการถอดรหัสจากคำสั่ง (Instruction) ตามที่มีการกำหนดไว้ และสัญญาณที่สร้างขึ้นมาจะอ้างอิงกับสัญญาณนาฬิกาที่สร้างจากวงจรออกซิลเลเตอร์เพื่อให้ทุก ๆ ส่วนในวงจรทำงานประสานกัน (Synchronize) อย่สงถูกต้อง

ใน CPU นี้ยังประกอบด้วยส่วนย่อยอีกส่วนที่เรียกว่าส่วนประมวลผล (Arithmetic Logic Unit) ส่วนนี่จะทำหน้าที่ประมวลผลข้อมูลเช่น การบวก, ลบ, คูณ หรือหารข้อมูลแล้วนำผลลัพธ์ไปเก็บไว้ในรีจิสเตอร์หรือหน่วยความจำที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนที่ 2 คือ หน่วยความจำ (Memory) มีไว้สำหรับจดจำข้อมูล ถ้าจะให้เห็นภาพพจน์ของหน่วยความจำได้ดีก็คือ หน่วยความจำเปรียเหมือนกล่องเก็บเอกสารจำนวนมากที่นำมาต่อเรียงกันไว้ แต่ละกล่องก็มีเอกสาร 1 แผ่น ดังในรูปที่ 2.3 มีกล่องเอกสารทั้งหมด 15 กล่อง



รูปที่ 2.3 ภาพเสมือนการจัดหน่วยความจำ

ถ้าต้องการเอาเอกสารจากกล่องใด หรือเอาเอกสารไปเก็นที่กล่องใด จะต้องรู้หมายเลขกล่องข้อมูลเสียก่อน ซึ่งถ้าเป็นหน่วยความจำแล้วหมายเลขของกล่องก็คือจำแหน่งของหน่วยความจำหรือแอสเดรส (Address) นั่นเอง การเอาข้อมูลไปเก็นในหน่วยความจำเรียกว่าการเขียน (Write) ข้อมูล และการเอาข้อมูลออกจากหน่วยความจำจะเรียกว่าการอ่าน (Read) ข้อมูล ซึ่งแต่ละตำแหน่งของหน่วยความจำจะเก็บข้อมูลได้เพียงค่าเดียวเท่านั้น

ในไมโครโปรเซสเซอร์ทั่วไปรวมทั้ง 8051 นั้นข้อมูลในแต่ละตำแหน่งของหน่วยความจำจะมีค่าได้เพียง 8 หลักของเลขฐาน 2 (8 บิทเท่ากับ 1 ไบท์) ดังนั้นแต่ละตำแหน่งของหน่วยความจำจะเก็บข้อมูลมีค่าได้ระหว่าง 0 ถึง 255 (00000000 ถึง 11111111 ในเลขฐาน 2) แต่จำนวนตำแหน่งที่จะเก็บข้อมูลได้ขึ้นกับไมโครโปรเซสเซอร์แต่ละเบอร์ การติดต่อกับหน่วยความจำจะต้องมีสัญญาณ 3 กลุ่ม คือ

1. แอสเดรสหรือค่าตำแหน่งที่ต้องการติดต่อกับหน่วยความจำใน 8051 จะติดต่อกับหน่วยความจำประเภท Program Memory หรือ Data Memory ได้สูงสุดชนิดละ 65536 ตำแหน่ง ดังนั้นการอ้างอิงแต่ละตำแหน่งของหน่วยความจำจะต้องใช้เส้นแสดงตำแหน่งในเลขฐาน 2 ทั้งหมด 16 เส้น (2 เท่ากับ 64*1024 = 65536)
2. ข้อมูลที่จะอ่านหรือเขียนกับหน่วยความจำที่ตำแหน่งในข้อ 1
3. สัญญาณควบคุมที่จะส่งไปยังหน่วยความจำ เพื่อบอกกับหน่วยความว่าต้องการอ่านหรือเขียนข้อมูล

สัญญาณเหล่านี้จะถูกวงจรควบคุมภายใน 8051 สร้างมาจากวงจรถอดรหัสของคำสั่งที่ 8051 อ่านจากหน่วยความจำ Program Memory เข้าไปทำงานนั่นเอง ในรูปที่ 2.2 หน่วยความจำได้แก่ 4K ROM และ 128 Byte RAM ซึ่งขนาดของหน่วยความจำนี้มีขนาดต่าง ๆ กันตามเบอร์ของไมโครคอนโทรลเลอร์ และจะอธิบายโดยละเอียดในข้อการจัดการหน่วยความจำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนที่ 3 อุปกรณ์อินพุทและเอาท์พุท (IInput/Output Device) เป็นส่วนที่จะใช้ส่งข้อมูลเข้าหรือออกจาก 8051 ทำให้ 8051 ติดต่อกับภายนอกได้ ดังในไดอะแกรมรูปที่ 2.2 อุปกรณ์อินพุทและเอาท์พุทได้แก่ 4I/O Port, Timer O, Timer 1, Serial Port การทำงานของแต่ละส่วนมีดังนี้

1. 4 I/O Port คำว่าพอร์ทหมายถึงจุดที่จะติดต่อกับส่วนที่อยู่ภายนอก 4 I/O Port ของ 8051 เป็นที่ใช้สำหรับรับ-ส่งข้อมูลซึ่งเป็นสัญญาณดิจิตอลเข้าหรือออกจากตัว MCS-51 พอร์ทมีทั้งหมด 4 พอร์ท โดยแต่ละพอร์ทจะรับ-ส่งข้อมูลได้ 8 บิท มีพอร์ท P0, P1, P2 และ P3 บางพอร์ทจะใช้ทำงานมากกว่า 1 อย่างก็ได้ เช่น พอร์ท P0 และ P2 จะใช้สำหรับการส่งค่าตำแหน่ง (Address) ของหน่วยความจำที่ต้องกาติดต่อและพอร์ท P0 จะใช้รับส่งข้อมูลเมื่อติดต่อกับหน่วยความจำได้ ด้วยแต่สิ่งเหล่านี้ไม่ได้เกิดขึ้นที่เวลาเดียวกัน แต่จะใช้วิธีทำงานตามลำดับโดยควบคุมจากสัญญาณควบคุม (Control) ที่ถอดรหัสมาจากแต่ละคำสั่งที่ให้คอมพิวเตอร์ทำงานนั่นเอง และสัญญาณทั้งหมดจะอ้างอิงกับสัญญาณนาฬิกา
2. Timer 0 และ Timer 1 เป็นวงจรนับที่สามารถกำหนดให้ทำการนับจำนวนไซเคิลของสัญญาที่ต่อจากภายนอก 8051 หรือจำนวนไซเคิลของสัญญาณนาฬิกาภายใน 8051 ก็ได้ค่าจากการนับจะถูกอ่านหรือตั้งค่าเริ่มต้นของการนับได้โดย CPU
3. Serial Port หรือพอร์ทอนุกรม CPU จะอ่านและเขียนข้อมูลกับ Serial Port เป็นแบบ 8 บิท แต่ข้อมูลจะถูกส่งออกจาก 8051 เรียงไปทีละบิทออกจากขา TXD และในการรับข้อมูลเข้าก็จะรับเข้ามาทีบิททางขวา RXD แล้วจัดเรียงใหม่เป็น 8 บิทเพื่อให้ CPU อ่านไปใช้งานต่อไป

8051 มีพอร์ทให้ใช้งานได้หลายแบบทำให้สะอวกแก่การนำไปใช้งานต่าง ๆ มากมาย การจะนำพอร์ทเหล่านี้ไปใช้งานได้จะต้องเขียนโปรแกรมขึ้นมาควบคุมที่จะได้กล่าวต่อไป

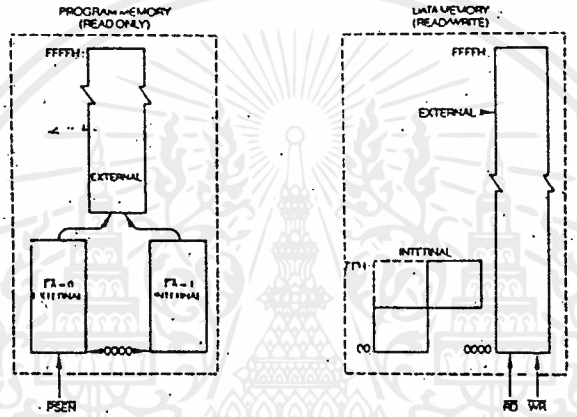
2.3การจัดการหน่วยความจำของ 8051

หน่วยความจำของ 8051 แบ่งออกไว้เป็น 2 แบบตามลักษณะของการใช้งาน คือ

1. Program Memory เป็นหน่วยความจำที่ใช้เก็บคำสั่งในรูปรหัสภาษาเครื่อง (Machine Language) ซึ่งต้องการให้ 8051 ทำงานเมื่อ 8051 ทำงานก็จะอ่านข้อมูลที่เก็บในหน่วยความจำประเภทนี้เข้าไปถอดรหัสแล้วสร้างสัญญาณควบคุมส่วนอื่น ๆ ตามการทำงานของแต่ละคำสั่งนั้น หน่วยความจำแบบนี้จะต้องเป็นแบบ Read Only Memory (ROM) และผู้ใช้ต้องเขียนข้อมูลในแต่ละตำแหน่งของหน่วยความจำเป็นรหัสภาษาเครื่องของ 8051 ตามลำดับการทำงานที่ต้องการ (หน่วยความจำแบบ ROM เป็นแบบ Non volatite ซึ่งเมื่อปิดไปแล้วข้อมูลก็ไม่มีการสูญหาย) การเขียนข้อมูลลงไปบน ROM จะต้องใช้เครื่องมือพิเศษ ในระหว่างการทำงานของ 8051 ผู้ใช้จะไม่สามารถใช้คำสั่งทำการเขียนข้อมูลในหน่วยความจำแบบนี้ได้ จำนวนตำแหน่งสูงสุดของหน่วยความจำแบบนี้ที่ 8051 จะใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งานได้คือ 65536 ตำแหน่ง ค่าของตำแหน่ง (Address) จะเขียนเป็นเลขฐาน 16 ได้ตั้งแต่ 0000H ถึง FFFFH หน่วยความจำตำแหน่ง 0000H ถึง FFFFH จำนวน 4 กิโลไบท์ ส่วนนี้ได้ถึง 8 กิโลไบท์ ตำแหน่ง 0000H ถึง 1FFFH) ถ้าต้องการให้ 8051 ทำงานตามคำสั่งที่เก็บไว้ใน ROM ภายใน 8051 ก็ให้ป้อนสัญญาณสภาวะลอจิก HIGH (1) เข้าที่ขาท EA ของ 8051 แต่ถ้าต้องการให้ทำงานในโปรแกรมที่เก็บไว้ใน ROM ภายนอก 8051 ก็ให้ต่อลอจิก Low(0) เข้าที่ขา EA ของ 8051 ส่วนหน่วยความจำที่ตำแหน่ง 1FFFH ถึง FFFFH จะต้องต่ออยู่ภายนอก 8051 เสมอดังแสดงในแผนภูมิหน่วยความจำ (Memory Map) ในรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 แผนภูมิหน่วยความจำของ 8051

Internal Memory หมายถึงหน่วยความจำนั้นอยู่ภายใน 8051 ส่วน External Memory หมายถึงหน่วยความจำนั้นอยู่ภายนอก 8051

ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8031, 8051 และ 8751 นั้น โดยโครงสร้างและรหัสคำสั่งจะเหมือนกันทุกประการแตกต่างกันที่

- 8031 จะไม่มี ROM ขนาด 4 กิโลไบท์อยู่ภายใน ผู้ใช้จะต้องเลือกการใช้งาน Program Memory อยู่ภายนอกวงจรรวมทั้งหมด 64 กิโลไบท์
- 8051 จะมี ROM ขนาด 4 กิโลไบท์อยู่ภายใน ถ้าต้องการเก็บคำสั่งควบคุมการทำงานไว้ในหน่วยความจำส่วนนี้ จะต้องส่งโปรแกรมคำสั่งไปให้โรงงานผู้ผลิตทำการเขียนใส่ใน ROM ให้ตั้งแต่ในขั้นตอนของการผลิตวงจรรวม ผู้ใช้ไม่สามารถแก้ไขโปรแกรมได้เอง ถ้าจะนำมาใช้งานโดยเก็บโปรแกรมไว้ในหน่วยความจำช่วง 4 กิโลไบท์แรกอยู่ภายนอกก็สามารถทำได้ โดยการต่อ ROM ไว้ภายนอก แล้วต่อ EA ของ 8051 ไว้กับสัญญาณที่มีสภาวะลอจิกเป็น 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

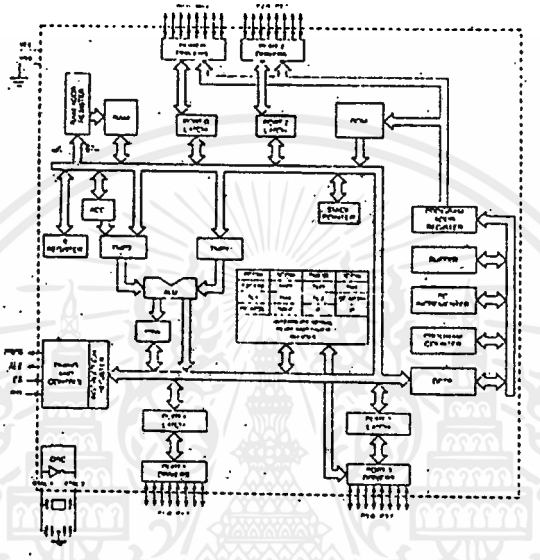
- 8751 จะมีหน่วยความจำขนาด 4 กิโลไบท์เป็นแบบ EPROM (Erasable Program Read Only Memory) อยู่ภายในวงจรรวมเอาไว้ ใช้เก็บโปรแกรมคำสั่งที่จะให้ 8751 ทำงาน ผู้ใช้สามารถเขียนคำสั่งลงไปใน EPROM ได้เองโดยใช้เครื่องมือที่เรียกว่า เครื่องโปรแกรม EPROM (EPROM Programmer) และผู้ใช้สามารถแก้ไขโปรแกรมที่อยู่ใน EPROM ได้โดยการล้างข้อมูลในทุกตำแหน่งของ EPROM ออกด้วยการฉายแสงอุลตร้าไวโอเลต (Ultraviolet) ผ่านกระจกไสบนวงจรรวมเข้าไปยังวงจรภายใน ตามเวลาที่กำหนดในคู่มือเฉพาะ (Data sheet) ของ 8751 จากนั้นก็ใช้เครื่องโปรแกรม EPROM เขียนโปรแกรมลงไปใหม่ 8751 นี้จะสะดวกมากสำหรับการพัฒนาโปรแกรม

2. Data Memory เป็นหน่วยความจำที่ 80514 จะใช้สำหรับพัก , เก็บข้อมูล แล้วเรียกมาใช้ใหม่ในระหว่างการทำงานของ 8051 การอ่านหรือเขียนข้อมูลจากหน่วยความจำจะกระทำโดยคำสั่งที่เก็บไว้ใน Program Memory หน่วยความจำแบบนี้เป็นประเภท Random Access Memory (RAM) ถ้ามีไฟเลี้ยงอยู่ข้อมูลที่เก็บไว้จะไม่สูญหาย แต่ถ้าปิดเครื่องหรือไม่จ่ายไฟให้แก่ RAM แล้ว ข้อมูลใน RAM ก็จะสูญหายไป การสูญหายของข้อมูลไม่ได้หมายความว่าไม่มีอะไรอยู่เลยแต่เป็นการที่มีข้อมูลใหม่ซึ่งไม่ใช่ข้อมูลที่เก็บไว้เดิมเข้ามาอยู่แทนที่ เช่น เดิมเก็บข้อมูล 18H ไว้ที่ตำแหน่ง 1900H เมื่อปิดไฟแล้วเปิดใหม่ ข้อมูลที่ตำแหน่ง 1900H จะไม่ใช่ 18H อาจเป็นค่าอะไรก็ได้ ซึ่งเรียกการเกิดลักษณะแบบนี้ว่าข้อมูลสูญหายไป หน่วยความจำแบบ Data Memory ของ 8051 จะมีอยู่ 2 ชุด ชุดหนึ่งอยู่ภายใน 8051 จำนวน 128 ไบท์ที่ตำแหน่ง 00H ถึง 7FH (เบอร์ 8052 จะมี256 ไบท์อยู่ที่ตำแหน่ง 80H ถึง FFH) และอีกชุดหนึ่งจะต้องต่ออยู่ภายนอกของวงจรรวม 8051 มีได้สูงสุด 65536 ไบท์ (64 กิโลไบท์) อยู่ที่ตำแหน่ง 0000H ถึง FFFFH ดังแสดงในรูปที่ 2.4 หน่วยความจำแบบ Data Memory ภายใน 8051 ที่ตำแหน่ง 80H ถึง FFHนั้นไม่ได้มีอยู่ทุกตำแหน่ง จะมีเฉพาะในบางตำแหน่งซึ่งเรียกหน่วยความจำตำแหน่งนี้ว่า Special Function Register (SFR) เพราะจะใช้หน่วยความจำเหล่านี้สำหรับงานพิเศษเท่านั้น แต่ละตำแหน่งของหน่วยความจำแบบ SFR นี้อาจเป็น RAM หรือวงจรนับ (Counter) วงจรตั้งเวลา (Timer) ก็ได้เช่นเป็น Timer 0, Timer 1 ดังนั้น ใน 8051 จึงไม่ถือว่า SFR เป็น Data Memory ถ้าเป็น 8052 ซึ่งมี Data Memory ขนาด 256 ไบท์ จะใช้บางตำแหน่งของหน่วยความจำช่วงตำแหน่ง 80H ถึง FFH เป็น SFR ส่วนตำแหน่งอื่นที่เหลือก็เป็น RAM เหมือนกับหน่วยความจำช่วง 00H ถึง 7FH นั่นเอง

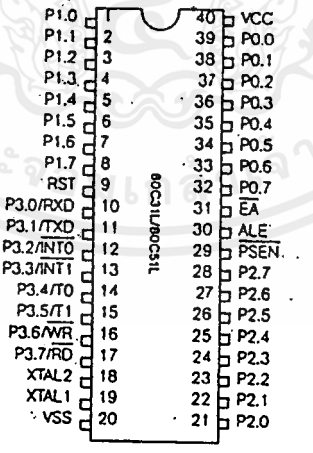
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4สถาปัยกรรมของ 8051

ในรูปที่ 2.2 ได้กล่าวถึงไดอะแกรมภายในของ 8051 อย่างกว้าง ๆ ซึ่งพอจะบอกได้โดยสังเขปว่าประกอบด้วยส่วนใหญ่ ๆ อะไรบ้าง ในรูปที่ 2.5 เป็นสถาปัตยกรรมภายในของ 8051 ซึ่งจะอธิบายถึงส่วนย่อย ๆ ของภายใน 8051 เพียงชิพเดียว และสัญญาณจากภายในจะต่อออกสู่ภายนอกทางขา (Pin) ของ 8051 ที่มีอยู่ 40 ขา ดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.5 สถาปัตยกรรมภายในของ 8051



รูปที่ 2.6 ไดอะแกรมของ 8051 แบบ dip

8051 ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่บรรจุอยู่ในวงจรรวมแบบ Dual Inline Package (DIP) ซึ่งแต่ละข้างของ 8051 มีขาอยู่ข้างละ 20 ขารวมทั้งหมด 40 ขานั้นจะใช้งานต่าง ๆ กันดังนี้คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Vcc

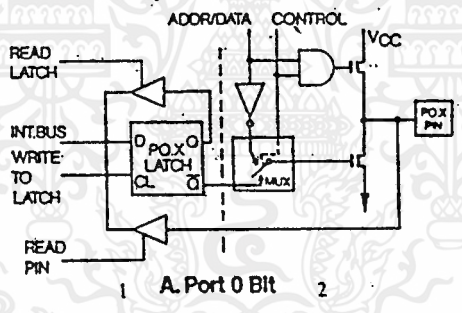
ขา 40 เป็นขาที่ต้องป้อนไฟเลี้ยง +5 โวลท์เข้าไปเพื่อให้วงจรรวมทำงานได้ระดับโวลเตจของลอจิก 0 และ 1 ของ 8051 จึงต่อเข้าอุปกรณ์ลอจิกแบบ TTL ได้โดยตรง

Vss

ขา 20 เป็นขาที่ต้องต่อกับกราวน์ (Ground) ของแหล่งจ่ายไป การต่ออุปกรณ์ทั้งหมดจะต้องมีกราวน์ของอุปกรณ์ต่อเข้าด้วยกัน

Port 0

เป็นพอร์ทขนานขนาด 8 บิท อยู่ที่ขา 39 ถึง 32 เริ่มจากบิท 0 ถึงบิท 7 ตามลำดับดังในรูปที่ 6 แต่ละขาจะเขียนว่า P0.0, P0.1,....., P0.7 นั้น P0.7 หมายถึง บิท 7 ของพอร์ท 0 ซึ่งเป็นบิทที่มีนัยสำคัญสูงสุด (Most Significant) และ P0.0 คือ บิท 0 ของพอร์ท 0 เป็นบิทที่มีนัยสำคัญต่ำสุด (Least Significat) พอร์ท 0 นี้ใช้ได้ทั้งการรับ-ส่งตำแหน่งและข้อมูลกับหน่วยความจำหรือใช้เป็นพอร์ทรับ-ส่งข้อมูลก็ได้ ข้อมูลที่ส่งออกทางพอร์ท 0 จะถูก Latch ไว้ที่ขาของพอร์ทโครงสร้างแต่ละบิทของพอร์ท 0 เป็น แบบ Open Drain Bidirectional ดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 โครงสร้างของพอร์ท 0

ในรูปที่ 2.7 เมื่อเปรียบเทียบกับรูปที่ 2.5 ส่วนที่ 1 ของรูป 2.7 ก็คือ Port 0 Latch ในรูปที่ 2.5 และส่วนที่ 2 ของรูปที่ 2.7 ก็คือ Port 0 Driver ของรูปที่ 2.5 นั่นเอง

จากโครงสร้างในรูปที่ 2.7 เมื่อมีคำสั่งการเขียนข้อมูลมายังพอร์ท 0 ข้อมูลจาก Intenal Data Bus จะถูก Latch ไว้ที่ D-FF โดยสัญญาณ "Write to Latch" ที่ถูกสร้างมาจากส่วน Timing and Control และในการอ่านข้อมูลจากพอร์ท 0 จะอ่านได้ 2 แบบคือการอ่านข้อมูลที่ส่งไปเก็บไว้ที่พอร์ท ก็จะมีสัญญาณ Read Latch มาเพื่ออ่านข้อมูลจาก D-FF กลับเข้าไปยัง Internal Data Bus การอ่านข้อมูลอีกแบบก็คือการอ่านสภาวะของสัญญาณที่เข้ามาทางพอร์ท 0 ก็จะมีสัญญาณ Read Pin มาควบคุมการอ่าน พอร์ท 0 จะใช้งานหลายอย่างดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ใช้สำหรับส่งค่าตำแหน่งหน่วยความจำภายนอกที่ต้องการติดต่อด้วยตำแหน่งด้วยความจำสูงสุดที่จะติดต่อได้ก็คือ 64 kbyte จึงมีค่าตำแหน่งหน่วยความจำ 16 บิทของเลขฐาน 2 ค่าตำแหน่งหน่วยความจำ 8 บิทล่างจะถูกส่งออกไปทางพอร์ท 0 และ 8 บิทบน จะส่งออกไปทางพอร์ท 2
2. ใช้รับ-ส่งข้อมูลกับ Data Memory หรือใช้รับข้อมูลจาก Program Memory
3. .ใช้รับ-ส่งข้อมูลผ่านทางพอร์ทโดยตรง ในกรณีที่ไม่มีการใช้หน่วยความจำของ Program Memory หรือ Data Memory ภายนอก

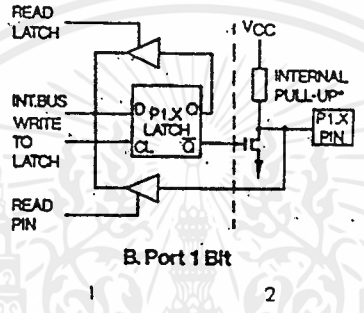
วงจรภายในส่วน Timing and Control จะเป็นตัวสร้างสัญญามาควบคุมวงจรในรูปที่ 2.7 เพื่อให้การทำงานแต่ละอย่างข้างต้น เมื่อแต่ละบิทของพอร์ท 80 ทำงานตามข้อ 1 และ 2 ข้างต้น วงจร Timing and Control จะทำให้สภาวะลอจิกของขา Control เป็น1 ซึ่งทำให้สวิทช์ MUX อยู่ในตำแหน่งข้างบน เมื่อพอร์ท 0 จะส่งข้อมูลซึ่งเป็นค่าตำแหน่งหน่วยความจำหรือข้อมูลที่จะเขียนออกไปยังหน่วยความจำภายนอกก็จะส่งค่าดังกล่าวมายัง ADDR/DATA ถ้าข้อมูลที่ส่งมาเป็น 1 จะ ทำให้สัญญาณออกจาก AND GATE เป็น 1 และสัญญาณที่ออกจาก Inverter เป็น 0 ดังนั้น FET ตัวบน ON (สภาวะ ON ของ FET คือความต้านทางระหว่างขา D กับ S มีค่าต่ำมาเสมือนกับเป็นวงจรปิด) ส่วน FET ตัวล่าง OFF (สภาวะ OFF ของ FET คือความต้านทางระหว่างขา D กับ S มีค่าสูงมาเสมือนกับเป็นวงจรเปิด) สภาวะลอจิกที่ขา P0.X Pin จะเป็น 1 แต่ถ้าข้อมูลที่ส่งออกมายัง ADDR/DATA เป็น 0 ก็จะทำให้สัญญาณจาก AND GATE เป็น 0 และสัญญาณที่ออกจาก Inverter เป็น 1 ดังนั้น FET ตัวบนจะ OFF ส่วน FET ตัวล่างจะ ON ทำให้สภาวะลอกจิกที่ขา P0.X Pin เป็น 0 เมื่อ 8051 ต้องการใช้พอร์ท 0 สำหรับการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำภายนอก หรือใช้ทำงานในข้อ 3 ข้างบน ก็จะทำได้โดยวงจร Timing and Control ทำให้สภาวะลอจิกของสัญญาณ Control ในรูปเป็น 0 ทำให้เอาท์พุทจาก AND GATE เป็น 0 FET ตัวบนจะ OFF และสวิตช์ MUX จะอยู่ในตำแหน่งข้างล่าง ดังนั้น FET ตัวล่าง OFF ดังนั้นขา p0.X จะอยู่ในสภาวะอิมพีแดนซ์สูง (High Impedence) เพราะ FET ทั้ง 2 ตัว OFF แต่ถ้าข้อมูลที่เขียนมายัง D-FF เป็น 0 จะทำให้ FET ตัวล่าง ON แต่ตัวบน OFF ทำให้สภาวะลอจิกที่ขา P0.X เป็น 1 ดังนั้น Port 0 เมื่อให้ทำเป็นพอร์ทส่งข้อมูล (ไม่ใช่ส่งตำแหน่งหน่วยความจำ) จะไม่สามารถแสดงสภาวะลอจิก 1 ได้จึงต้องต่อตัวต้างทาน Pull Up ไว้ภายนอก ระหว่างขา P0.X อยู่ในกับไฟเลี้ยงวงจร ถ้าจะใช้พอร์ท 0 สำหรับข้อมูลเข้าจะต้องเขียน 1 มาเก็บไว้ยัง D-FF เสียก่อนเพื่อให้ขา P0.X อยู่ในสภาวะ High Impedance แล้วจึงใช้คำสั่งอ่านสภาวะลอจิกเข้าไปยัง Internal Data Bus ต่อไป โดยคำสั่งอ่านสภาวะลอจิกทางพอร์ท 0 ก็จะทำให้วงจร Timing and Control สร้างสัญญาณ Read Pin สำหรับการอ่านสภาวะลอจิกข้างต้น ถ้าไม่เขียน 1 มาเก็บไว้ยัง D-FF ก่อนที่จะอ่านข้อมูลแล้วอาจมีข้อมูลค้างอยู่ที่ D-FF ทำให้ Q เป็น 0 และ Q เป็น 1 ซึ่งทำให้ FET ตัวล่าง ON สัญญาณที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่อเข้ามาที่ขา P0.X ไม่ว่าจะมีสภาวะลอจิกใดจะถูกดึงลงกราวน์ ดังนั้นเมื่ออ่านข้อมูลเข้าไปก็จะพบว่าเป็น 0 เสมอ ในการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำภายนอกนั้น วงจร Timing and Control ก็จะเขียนข้อมูลมายัง D-FF ให้เป็น 1 และสร้างสัญญาณ Control ให้มีลอจิกเป็น 0 ก่อนจะอ่านข้อมูลเข้าไปด้วย

Port 1

เป็นพอร์ทขนานขนาด 8 บิท ในรูปที่ 6 คือขา P1.0 ถึง P1.7 (ขา1-8) P1.0 หมายถึงบิท 0 ของพอร์ท 1 ซึ่งเป็นบิท Least Signficant Bit และบิท P1.7 หมายถึงบิทที่ 7 ของพอร์ท 1 ซึ่งเป็นบิท Most significant bit โครงสร้างของพอร์ท 1 แต่ละบิทมีดังรูปที่ 2.8



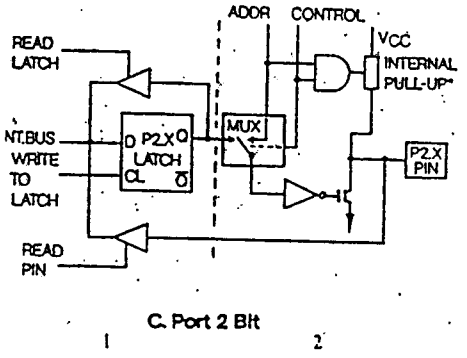
รูปที่ 2.8 โครงสร้างของพอร์ท 1

ส่วนที่ 1 คือ Port 1 Latch ในรูปที่ 2.5 ซึ่งจะมีการทำงานเหมือนส่วนที่ 1 ของพอร์ท 0 ในรูปที่ 2.7 ส่วนที่ 2 คือ Port 1 Driver ในรูปที่ 2.5 Port 1 Driver นี้จะมีตัวต้านทานต่ออยู่เป็น Internal Pull Up พอร์ท 1 นี้จะใช้ทำหน้าที่เป็นตัวรับส่งข้อมูลเท่านั้น ข้อมูลที่ส่งออกมาทางพอร์ท 1 จะถูก Latch ไว้แล้วส่งออกไปทางแต่ละขา ก่อนที่จะอ่านข้อมูลเข้าไปทางพอร์ท 1 จะต้องเขียน 1 ไปยังทุกบิทของพอร์ท 1 เสียก่อนเพื่อให้ FET อยู่ในสภาวะ OFF ก่อน มิฉะนั้นแล้วถ้ามีข้อมูล 0 ส่งออกมาค้างอยู่ที่ D-FF จะทำให้ FET อยู่ในสภาวะ ON ดังนั้นถ้าสัญญาณภายนอกส่งเข้ามาที่ขานี้ก็จะถูกลัดวงจรกราวน์ โดยไม่สนใจว่าสภาวะลอจิกของสัญญาณที่เข้ามาจะเป็นอะไร ข้อมูลที่อ่านเข้าไปจึงจะเป็น 0 เสมอ

Port 2

พอร์ทขนาดขนาด 8 บิท คือขา P2.0 ถึง P2.7 (บิท 0 ถึงบิท 7 ของพอร์ท 2) ในรูปที่ 6 โครงสร้างของพอร์ท 1 แต่ละบิทจะมีดังรูปที่ 2.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 โครงสร้างของพอร์ท 2

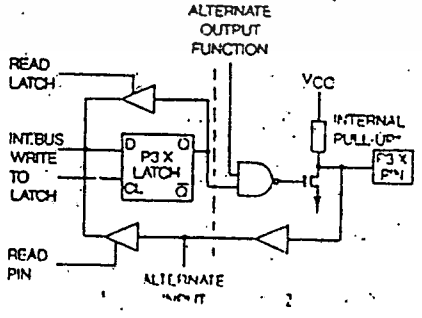
ลักษณะโครงสร้างจะเหมือนกับ Port 0 แตกต่างกันที่ใน Port 2 นั้นภาค Driver จะใช้งานเพียง 2 ลักษณะคือ

1. ใช้ส่งค่าตำแหน่งหน่วยความจำภายนอกที่ต้องการติดต่อค่าตำแหน่งนี้เป็น 8 บิทบนของค่าตำแหน่ง
2. ใช้เป็นพอร์ทรับและส่งข้อมูลกับภายนอก

ดังนั้นภาค Driver ของพอร์ท 2 จึงแตกต่างจาก Driver ของพอร์ท 0 โดยที่ในพอร์ท 2 นั้นจะมีเฉพาะ ADDR (ตำแหน่งหน่วยความจำ) เข้ามาที่ MUX (Multiplexer) เท่านั้น นอกนั้นแล้วการทำงานจะเหมือนกันและที่เอาท์พุทของพอร์ท 2 จะมี Internal pull-up ซึ่งเป็นตัวต้านทานและจะทำให้เอาท์พุทของพอร์ท 2 แสดงสถานะลอจิกเป็น 1 ได้ ถ้า FET อยู่ในสภาวะ OFF บางครั้งเรียกว่า "Quasi-biditectional" เมื่อใช้เป็นพอร์ทอินพุทก็สามารถทำได้โดยการต่อสัญญาณภายนอกเข้ามาโดยตรง ถ้าสัญญาณภายนอกเป็น 0 ก็จะมีกระแสไหลออกจากพอร์ท (Source Current) ในการที่จะใช้พอร์ทนี้เป็นพอร์ทรับข้อมูลเข้าจะต้องเขียน 1 ไปยังแต่ละบิทของพอร์ทเสียก่อน ดังได้อธิบายในเรื่อง Port 0 และ Port 1

Port 3

คือขา P3.0 ถึง P3.7 หรือขา 10-17 ตามลำดับในรูปที่ 2.6 พอร์ทนี้มีโครงสร้างดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 โครงสร้างของพอร์ท 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนที่ 1 ในรูปที่ 2.10 เป็นส่วน Latch ข้อมูลที่เขียนมายังพอร์ท 3 ทาง Intenal Bus เหมือนกับพอร์ทอื่น ๆ และพอร์ท 3 จะมี Internal pull up อยู่ทุกบิท แต่พอร์ท 3 นี้แต่ละบิทจะใช้ในการทำงามนอื่นได้โดยใช้คำสั่งควบคุมการทำงานในส่วนที่ 2 จะมีสัญญาณ Alternative Output Function ที่สร้างมาจากส่วน Timing and Control สัญญาณ Alternative Output Function เป็นสัญญาณที่ส่งออกไปกรณีที่ใช้พอร์ท 3 ทำงานในฟังก์ชั่นอื่น และจุด Alternative Input Function เป็นจุดที่จะนำสัญญาณไปเข้ากับส่วนอื่นตามการทำงานของบิทนั้น แต่ละบิทของพอร์ท 3 จะมีฟังก์ชั่นอื่นดังนี้

P3.0/RXD (Serial Input Port) เป็นขาที่ใช้รับข้อมูลแบบอนุกรม

P3.1/TXD (Serial Output Port) เป็นขาที่ใช้ส่งข้อมูลแบบอนุกรม

P3.2/INTO (External Interrupt) ใช้รับสัญญาณขัดจังหวะจากภายนอก

P3.3/INT1 (External Interrupt) ใช้รับสัญญาณขัดจังหวะจากภายนอก

P3.4/TO (Timer/Counter 0 External Input) ขารับสัญญาณเข้าไปยังวงจร Timer/Counter 0 ที่ทำหน้าที่นับจำนวนไซเคิลของสวัญญาณ TO นี้หรือสัญญาณนาฬิกาก็ได้

P3.5/T1 (Timer/Counter 1 External Input) ขารับสัญญาณเข้าไปยัง Timer/Counter 1 ซึ่งมีการทำงานเหมือนกับ TO

P3.6/WR (External Data Memory Write Strobe) ขาสัญญาณควบคุมการเขียนข้อมูลไปยังหน่วยความจำสำหรับข้อมูลภายนอก 8051

P3.7/RD (External Data Memory Read Strobe) ขาสัญญาณควบคุมการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำสำหรับข้อมูลภายนอก

RST

ขารีเซ็ทขานี้จะใช้ทำการรีเซ็ทการทำงานของ 8051 ที่ขา RST ภายใน 8051 จะมีตัวต้านทางต่อระหว่างขานี้กับกราวน์ (Ground) ถ้าป้อนสัญญาณที่มีสภาวะลอจิก 1 เข้าไปที่ขานี้จะเป็นการรีเซ็ทการทำงานของ 8051 ดังนั้นจึงสามารถต่อตัวเก็บประจุ (Capacitor) ภายนอกระหว่างขา RST กับไฟเลี้ยง -5 โวลท์ เพื่อให้เกิดการรีเซ็ท เมื่อเริ่มป้อนไฟเลี้ยงให้กับ 8051 ซึ่งเรียกว่า Power on rest การรีเซ็ทจะทำให้ค่าในรีจิสเตอร์ต่าง ๆ เปลี่ยนไปเป็นค่าหนึ่งดังในตารางรูปที่ 2.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

REGISTER	CONTENT
PC	0000H
ACC	00H
B	00H
PSW	00H
SP	00H
DPTR	0000H
P0-P3	0FFH
IP	00H
IE	0X0000000B
TMOD	00H
TCON	00H
T2CON	00H
THO	00H
TLO	00H
TH1	00H
TL1	00H
TH2	00H
TL2	00H
RCAP2H	00H
RCAP2L	00H
SCON	00H
SBUF	Indeterminate
IOCON	00H

รูปที่ 2.11 ค่าของรีจิสเตอร์เมื่อเกิดการรีเซ็ท 8051

ในตารางรูปที่ 2.11 ช่องทางขวาเป็นค่าของรีจิสเตอร์ที่อยู่ทางซ้ายเมื่อสิ้นสุดการรีเซ็ทในรีจิสเตอร์ SBUF เมื่อสิ้นสุด การรีเซ็ทจะมีค่าที่ไม่แน่นอน และพอร์ทจะอยู่ในสภาวะลอจิก 1 ทุกบิทตลอดเวลาที่สัญญาณของขา RST เป็น HIGH อยู่

เมื่อสัญญาณที่ขา RST กลับเป็น 0 ก็จะออกจากการรีเซ็ท 8051 จะเริ่มการทำงานจากคำสั่งที่อยู่ใน Program memory ตำแหน่ง 0000H เพราะค่าของรีจิสเตอร์ PC (Program Counter) ซึ่งใช้ชี้ตำแหน่งโปรแกรมที่จะทำงานถูกเปลี่ยนให้เป็น 0000H ดังนั้นผู้ใช้จะต้องเขียนโปรแกรมมาเก็บไว้ที่ตำแหน่ง 0000H ในเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์แบบบอร์ดเดี่ยว (Single Board Microcomputer) จะมีโปรแกรมที่เขียนเก็บไว้เริ่มจากตำแหน่ง0000H นี้เรียกว่า มอนิเตอร์โปรแกรม (Monitor Program) ที่จะคอยรับการกดแป้นพิมพ์ (Keyboard) และแสดงผลทางตัวแสดงผล (Display) แบบ 7 Segment

ALE

Address Latch Enable ขานี้จะส่งสัญญาณที่มีความถี่ 1/6 เท่าของสัญญาณนาฬิกาจากออสซิลเลเตอร์ สัญญาณนี้จะส่งออกมาตลอดเวลายกเว้นบางครั้งของการติดต่อกับหน่วยความจำสำหรับลบข้อมูลภายนอก 8051 สัญญาณนี้จะขอใช้บอกกับอุปกรณ์ภายนอก 8051 ว่าขณะนี้สัญญาณนี้ Active (เป็นลอจิก 1) จะมีการส่งข้อมูลที่เป็น 8 บิทล่างของตำแหน่งหน่วยความจำภายนอก 8051 ที่ต้องการติดต่อออกไปทางพอร์ท 0 อุปกรณ์ภายนอกจะใช้สัญญาณนี้ในการ Latch ข้อมูลไว้เพราะพอร์ท 0 จะส่งค่าตำแหน่งหน่วยความจำออกมาเพียงชั่วขณะเท่านั้น ซึ่งในเวลาต่อมาพอร์ท 0 จะใช้รับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-ส่งข้อมูลกับหน่วยความจำภายนอก สัญญาณ ALE จะสามารถต่อเข้ากับอุปกรณ์ TTL ชนิด LS ได้ถึง 8 อินพุท

PSEN

Program Store Enable เป็นขาที่ 29 ในรูปที่ 2.6 ขานี้ปกติจะให้ลอจิก 1 แต่จะส่งลอจิก 0 เมื่อต้องการอ่านคำสั่ง (Fetch Instruction) ที่จะนำไปทำงานมาจากหน่วยความจำสำหรับโปรแกรมภายนอก 8051 ในกรณีที่อ่านคำสั่งซึ่งเก็บอยู่ในหน่วยความจำสำหรับโปรแกรมภายใน 8051 แล้วสัญญาณนี้จะไม่เปลี่ยนลอจิกเป็น 0 ขา PSEN นี้สามารถต่อไปยังขาอินพุทของ TTL ชนิด LS ได้ถึง 8 อินพุท

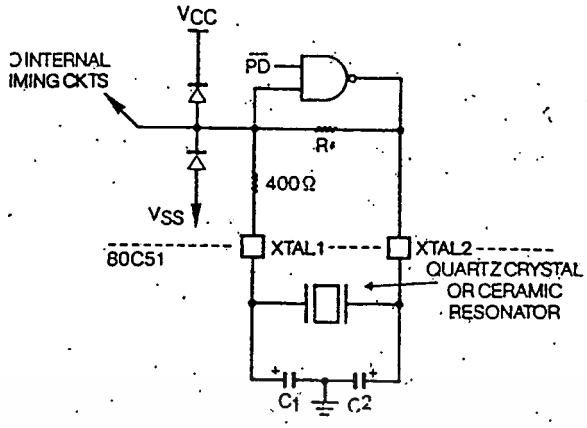
EA

External Access ขา 31 ของรูปที่ 2.6 ขานี้เป็นขาอินพุทที่ต่อเข้าไปยังวงจร Timing and Control ในรูปที่ 2.5 เพื่อควบคุมการสร้างสัญญาณ PSEN ถ้าป้อนสัญญาณลอจิก 0 เข้าไปที่ขา EA นี้ แสดงว่าโปรแกรมในตำแหน่ง 0000H ถึง 0FFFH ที่ต้องการให้ทำงานถูกเก็บไว้ภายนอก 8051 จะต้องสร้างสัญญาณ PSEN ออกไปยังภายนอก เพื่อทำการ FETCH คำสั่งเข้ามาทำงาน แต่ถ้าสัญญาณที่ป้อนให้ขา EA เป็น 1 หมายความว่าโปรแกรมในตำแหน่ง 0000H ถึง 0FFFH ถูกเก็บไว้ภายใน 8051 การทำงานในตำแหน่งหน่วยความจำช่วงนี้จะอ่านคำสั่งต่าง ๆ จาก ROM ภายใน 8051

XTAL 1

ขาที่ 19 ของรูปที่ 2.6 ขานี้จะต่อเข้ากับขาของ Inverting Amplifier (วงจรขยายแบบป้อนกลับเฟสสัญญาณ) ที่ประกอบเป็นวงจรออสซิลเลเตอร์ ในรูปที่ 2.12 จะเห็นวงจรภายในของออสซิลเลเตอร์ในรูปที่ 2.12 จะเห็นวงจรภายในของออสซิลเลเตอร์ NAND Gate จะทำหน้าที่เป็นวงจรขยายแบบกลับเฟสของสัญญาณที่จะควบคุมให้มีการออสซิลเลตหรือไม่ก็ขึ้นกับสัญญาณ PD ซึ่งต่อมาจากบิท PD ของรีจิสเตอร์ PCON ถ้าต้องการใช้สัญญาณนาฬิกา (Clock Signal) จากภายนอกมาเป็นสัญญาณนาฬิกา ควบคุมการทำงานของ 8051 ก็ให้ป้อนสัญญาณเข้ามาที่จุดนี้แต่ถ้าต้องการใช้วงจรออสซิลเลเตอร์ภายในก็ให้ต่อ Crystal หรือเซรามิคเรโซเนเตอร์ดังรูปที่ 2.12 คาปาซิเตอร์ในวงจรควรมีค่าประมาณ 20 PF

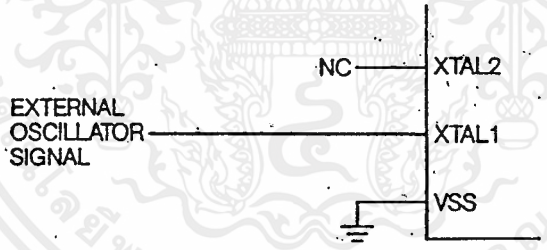
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.12 วงจรออสซิเลเตอร์ภายใน 8051

XTAL 2

ขาที่ 18 ของรูปที่ 2.6 ขานี้เป็นจุดเอาท์พุทของวงจรขยายแบบกลับเฟสสัญญาณที่ประกอบเป็นวงจรออสซิลเลเตอร์ (อินพุทคือขา XTAL 1X ถ้าจะใช้สัญญาณนาฬิกาที่สร้างมาจากภายนอกมาเป็นสัญญาณนาฬิกาของ 8051 แล้วให้ปล่อยขานี้ลอยไว้แล้วป้อนสัญญาณนาฬิกาจากภายนอกเข้ามาที่ขา XTAL ดังรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.13 8051 ที่ทำงานโดยสัญญาณที่มาจากภายนอก

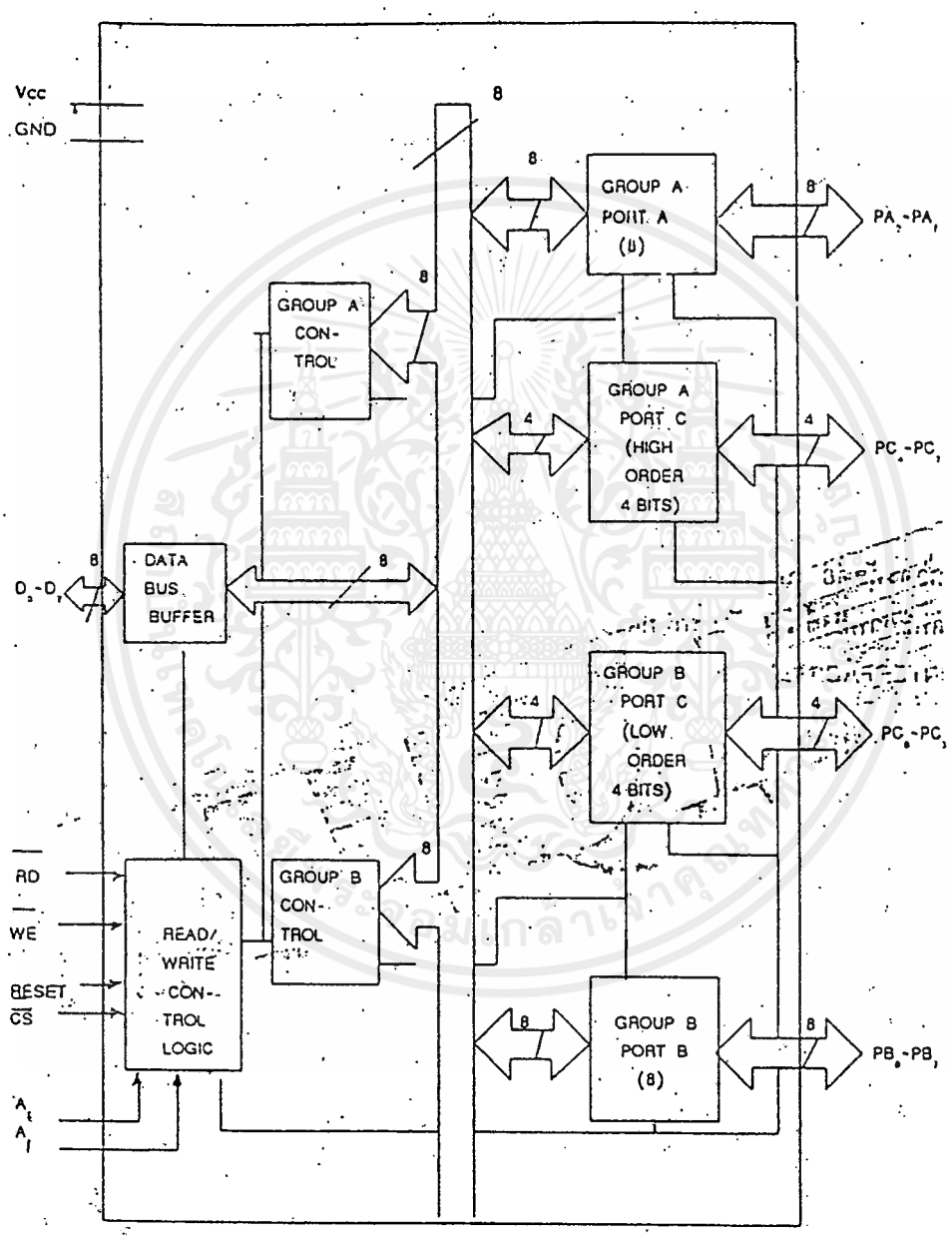
2.5การใช้ 8255 (PPI) เชื่อมต่อกับ 8051

2.5.1รายละเอียดเกี่ยวกับ 8255

8255 เป็นอุปกรณ์ LSI (large scale integrated circuit) บรรจุอยู่ในแพ็กเกจขนาด 40 ขาแบน DIP (dual-in-line package) เริ่มผลิตโดยบริษัทอินเทลผู้ผลิตไมโครโปรเซสเซอร์เบอร์ 8080 จุดประสงค์เพื่อใช้งานร่วมกับ 8080 โดยเฉพาะแต่ในภายหลัง ได้มีการนำ 8255 ไปประยุกต์ใช้งานร่วมกับไมโครโปรเซสเซอร์เบอร์อื่น ๆ กันมากทำให้นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติเบื้องต้นของการนำ 8255 มาใช้งานคือ เป็นอินพุต/เอาต์พุตพอร์ทโดยมีพอร์ทขนาด 8 บิตที่สามารถสั่งให้เป็นอินพุตหรือเอาต์พุตก็ได้จำนวน 3 พอร์ท รูปที่ 2.14 แสดงบล็อกไดอะแกรมของ 8255 ซึ่งหน้าที่ของแต่ละบล็อกมีดังต่อไปนี้ คือ



รูปที่ 2.14 แสดงบล็อกไดอะแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บล็อกกลุ่มแรกได้แก่ บล็อก 4 บล็อก ที่อยู่ทางด้านขวาของรูปที่ 2.15 ซึ่งจะเป็นส่วนที่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอกอื่น ๆ โดยมีขา PAO-PA7 PBO-PB7 และ PCO-PC7 เป็นทางผ่านของข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ภายนอกกับ 8255 ขาสัญญาณเหล่านี้จะถูกแบ่งออกเป็นอินพุตเอาต์พุต 3 พอร์ตได้แก่ พอร์ต A(PA) พอร์ต B(PB) และพอร์ต C(PC) พอร์ตเหล่านี้แต่ละพอร์ตสามารถเป็นได้ทั้งพอร์ตอินพุตและเอาต์พุต แล้วแต่ผู้ใช้จะกำหนดแต่ละบล็อกจะมีสายสัญญาณเชื่อมเข้ากับบัสข้อมูลภายในของ 8255

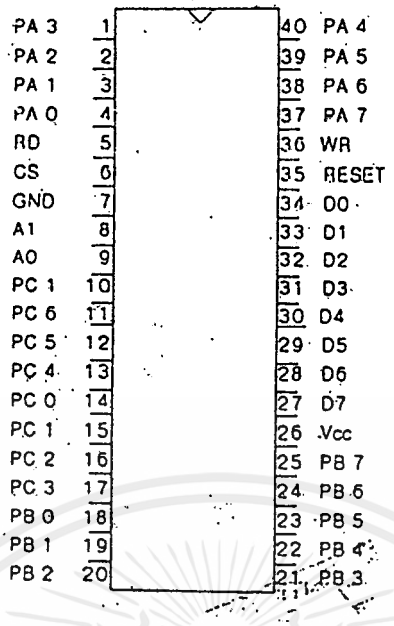
บล็อกกลุ่มถัดมาได้แก่ GROUP A CONTROL และ GROUP B CONTROL ทำหน้าที่เป็นตัวกำหนดลักษณะการทำงานของพอร์ตอินพุตเอาต์พุตทั้ง 3 พอร์ต (8255 มีลักษณะการทำงานที่แตกต่างกันอยู่ 3 โหมด สามารถกำหนดได้จากโปรแกรม โดยส่งคำสั่งควบคุม (control word) ให้กับ 8255 จะกล่าวถึงในภายหลัง) จากรูป 2.15 จะเห็นว่าพอร์ตนี้จะประกอบด้วยพอร์ตขนาด 4 บิต จำนวน 2 พอร์ตได้แก่ GROUP A CONTROL กลับ GROUP B CONTROL โดย GROUP A CONTROL จะควบคุมพอร์ต A กับพอร์ต C สี่บิตด้านสูง ส่วน GROUP B CONTROL จะควบคุมพอร์ต B กับพอร์ต C สี่บิตด้านต่ำสำหรับเหตุผลนั้นจะกล่าวถึงในภายหลัง

บล็อกกลุ่มสุดท้ายได้แก่ บัฟเฟอร์ของบัสข้อมูล (data bus butter) และส่วนควบคุมการอ่าน/เขียน (read/write control) ซึ่งบล็อกเหล่านี้จะเป็นส่วนที่ติดต่อกับไมโครโปรเซสเซอร์ ทำหน้าที่เป็นบัฟเฟอร์ให้กับบัสข้อมูลของไมโครโปรเซสเซอร์ และเป็นส่วนที่ควบคุมให้ข้อมูลเข้าหรือออกจากรีจิสเตอร์ภายในตัวให้ถูกต้องสอดคล้องกับการทำงานของระบบ

2.5.2รายละเอียดการจัดเรียงขาของ 8255

ในส่วนนี้จะพิจารณาหน้าที่ของขาแต่ละขาของ 8255 ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะใช้ประโยชน์ในการเชื่อมต่อเข้ากับระบบบัสของไมโครโปรเซสเซอร์ สำหรับการจัดขาแสดงไว้ในรูปที่ 2.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการ 038514



รูปที่ 2.15 การวางตำแหน่งขาของ 8255

รายละเอียดของแต่ละขามีดังนี้ คือ

DO-D7 เป็นบัสข้อมูลอินพุตเอาต์พุตแบบสองทิศทางใช้สำหรับเป็นทางผ่านของข้อมูลระหว่างพอร์ตต่างๆของ 8255 กับบัสข้อมูลของไมโครโปรเซสเซอร์

CS สัญญาณเลือกใช้ชิป (chip select) เป็นสัญญาณอินพุตเมื่อขานี้สถานะทางลอจิกเป็น 0 ไมโครโปรเซสเซอร์จะสามารถอ่านหรือเขียนข้อมูลกับ 8255 ได้

RD สัญญาณอ่านข้อมูล (read) เป็นสัญญาณอินพุตเมื่อขานี้มีสถานะทางลอจิกเป็น 0 และสัญญาณ CS มีลอจิกเป็น 0 ข้อมูลจาก 8255 จะวางออกมาทางบัสข้อมูลซึ่ง0ต่อไปยังไมโครโปรเซสเซอร์ (ในการตั้งชื่อของขาสัญญาณนี้จะถือเอา ไมโครโปรเซสเซอร์เป็นหลัก)

WR สัญญาณเขียนข้อมูล (write) เป็นสัญญาณเอาต์พุตเมื่อขานี้มีสถานะทางลอจิกเป็น 0 และขาสัญญาณ Cs มีลอจิกเป็น 0 ข้อมูลจากบัสข้อมูลจะถูกเขียน เข้าไปยัง 8225 ได้

A0-A1 สัญญาณแอดเดรส A0-A1 (address-A1) เป็นสัญญาณอินพุตจะเป็นตัวกำหนดการเลือกใช้รีจิสเตอร์ภายในของ 8255 ซึ่งจะกล่าวรายละเอียดในภายหลัง

RESET สัญญาณรีเซ็ต (reset) เป็นสัญญาณอินพุต เมื่อขานี้มีสถานะทางลอจิกเป็น 1 8255 จะอยู่ในสภาวะรีเซ็ตทุก ๆ พอร์ตของ 8255 จะถูกเซ็ตอยู่ในโหมดอินพุต

PA0-PA7 ขาอินพุต/เอาต์พุตของพอร์ต A ขาสัญญาณ เหล่านี้จะถูกใช้เป็นพอร์ตขนาด 8 บิต ใช้ต่อไปยังอุปกรณ์ภายนอกอื่น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PB0-PB7 ขาอินพุต/เอาต์พุตของพอร์ต B ขาสัญญาณเหล่านี้จะถูกใช้เป็นพอร์ตขนาด 8 บิต ใช้ต่อไปยังอุปกรณ์ภายนอกอื่น ๆ

PC0-PC7 ขาอินพุต/เอาต์พุตของพอร์ต C ขาสัญญาณเหล่านี้จะถูกใช้เป็นพอร์ตขนาด 8 บิต เช่นเดียวกับ PA0-PA7 และ PB0-PB7 แต่ขาสัญญาณของพอร์ต C สามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มท โดยแต่ละกลุ่มมีขนาด 4 บิต คือ พอร์ต C สี่บิตด้านสูง (PC7-PC4) และพอร์ต C สี่บิตด้านต่ำ (PC3-PC0)

VCC แหล่งจ่ายไป 5 โวลต์

GND กราวด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การเชื่อมต่อ ADC กับ JOYSTICK

3.1การแปลงสัญญาณอะนาลอคและดิจิตอล

การแปลงสัญญาณอะนาลอคเป็นดิจิตอล

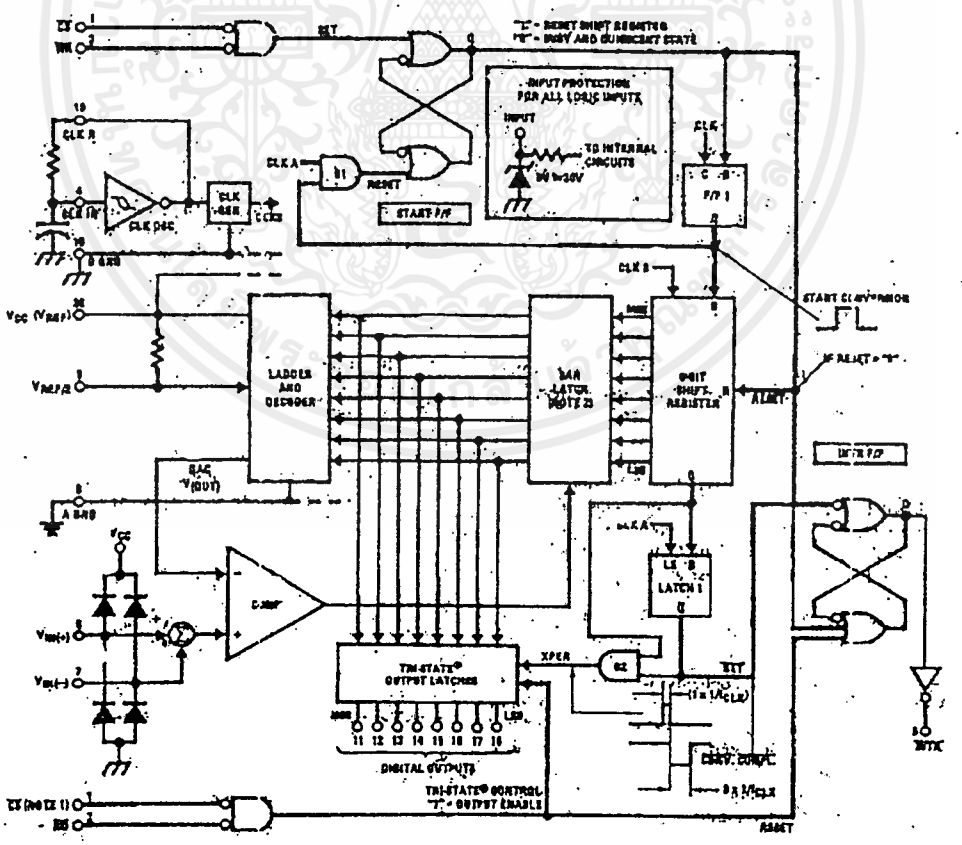
โครงสร้างของ A/D

A/D มีด้วยกันหลายชนิด ที่นำไปใช้งาน เช่น

- DUAL SLOPE TYPE
- SUCCESSIVE APPROXIMATION REGISTER TYPE (SAR)
- fLASH
- TRACKING

การใช้งาน (SAR) เบอร์ ADC 0804 ซึ่งมีความเร็วประมาณ 100us ซึ่งมีการต่อเข้ากับ CPU โดยตรงหรือผ่านตัว 8255

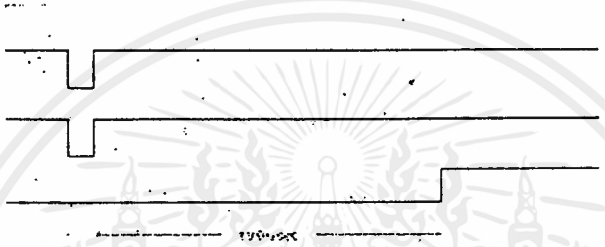
โครงสร้างของ ADC 0804 และการจัดวางขา



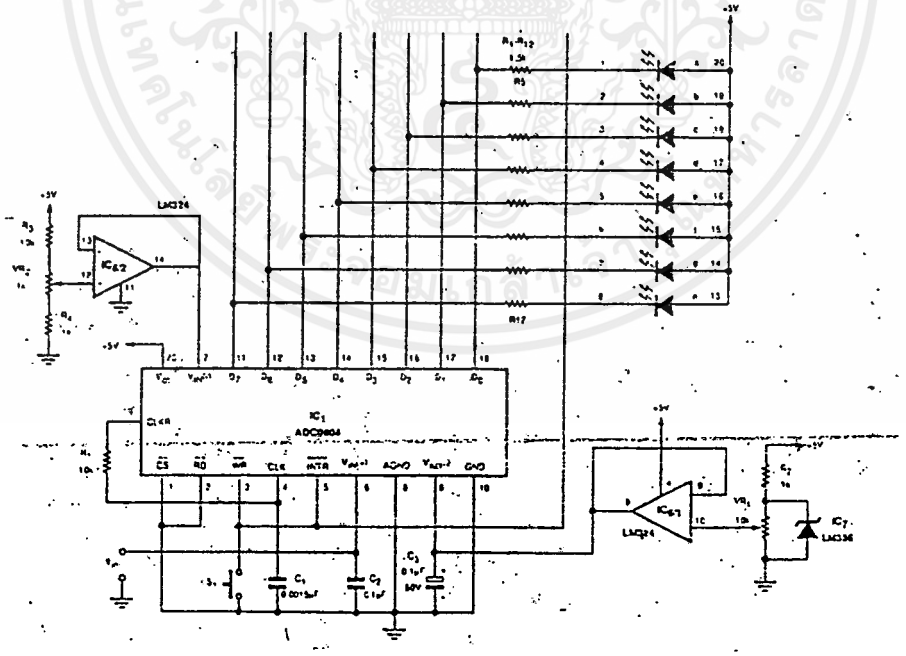
รูปที่ 3.1 การจัดวางขา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแปลงสัญญาณจากอะนาลอคเป็นดิจิตอล จำเป็นจะต้องเริ่ม Star A/D ก่อน โดยทำให้ขา WR เป็น LOW ความเร็วในการแปลงสัญญาณเท่าไรขึ้นอยู่กับชนิดของ A/D นั้น ๆ เช่นเบอร์ ADC 0804 จะมีค่า Conversion Time ประมาณ 100us เมื่อแปลงเสร็จแล้ว จะมีสัญญาณออกมาที่ขา INTR เป็น High สัญญาณนี้ A/D บางเบอร์ จะเขียนว่า EOC (End of Conversion) ดังนั้นในการเขียนโปรแกรมต้องทำการเขียนพอร์ท A/D ก่อน (เพื่อทำให้ WR และ CS ของ A/D แอคทีฟ) หลักจากนั้นในการเขียนก็รอขา INTR เป็น High แล้วจึงอ่านข้อมูลไปเก็บเป็นการสิ้นสุดการทำงานของ 1 รอบ หรืออีกวิธีหนึ่ง เมื่อทำการ START A/D แล้ววนลูป รอจนกว่าจะกินเวลาคอบ 100us แล้วจึงมาอ่านค่า A/D ไปเก็บ



รูปที่ 3.2 ผังเวลาการทำงานของ ADC



รูปที่ 3.3 วงจร ADC ที่ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2การทำงานของวงจร

IC1 เบอร์ ADC0804 เป็นไอซีแปลงสัญญาณอะนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลแบบ CMOS ขนาด 8 บิต ซึ่งทำงานแบบ Successive Approximation สามารถทำงานทั้งหมดได้ภายในตัวของมันเอง ภายในตัว IC1 จะประกอบไปด้วยวงจรสร้างสัญญาณนาฬิกาและกำหนดค่าความถี่ได้จาก R1 และ C1

สัญญาณนาฬิกาสูงสุดที่ได้รับ IC1 คือ 640 กิโลเฮิรตซ์ ซึ่งจะทำให้ใช้เวลาการแปลง 100 ไมโครวินาที โดยมีอัตราการแซมปลิ้งที่ 10 กิโลเฮิรตซ์ แต่การใช้งานจริงจะไม่ใช้ค่าสูงสุดเพราะจะทำให้การส่งข้อมูลมีค่าเกิน 960 แซมปลิ้งต่อวินาที

ในโหมดการทำงานด้วยตนเองโดยไม่ต้องมีสัญญาณควบคุมจากภายนอก ขา Read (ขา 2) กับขา Chip-Select (ขา 1) ของ IC1 จะถูกต่อลงกราวด์ ส่วนขา Interrupt Output (ขา 5) จะถูกต่อไปยังขา Write Data Input (ขา 3) เพื่อให้การแปลงและการส่งข้อมูลออกภายนอกเป็นไปอย่างอัตโนมัติ

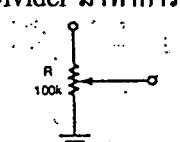
สวิตช์ S1 เป็นสวตช์กดติดปล่อยดับที่ต่อเอาไว้เพื่อหาหน้าที่รีเซ็ตเมื่อให้เครื่องเริ่มทำงานครั้งแรก แรงดันอ้างอิงที่ใช้กับ IC1 (Vref/2) จะถูกสร้างขึ้นจาก IC7 เบอร์ LM336 ซึ่งจะสร้างแรงดันอ้างอิงขึ้นมา 25 โวลต์ผ่าน IC6/1 เบอร์ LM324 ซึ่งทำหน้าที่เป็นบัฟเฟอร์โดยมี VR1 คอยปรับย่านแรงดันอีกทีหนึ่ง สำหรับที่ขา -Vin จะใช้ปรับแรงดันศูนย์ ซึ่งจะกำหนดจาก R3, R4 และ VR2 ซึ่งจะต่ออยู่ในลักษณะของวงจรแบ่งแรงดันผ่านมายัง IC6/2 เป็นออปแอมป์ทำหน้าที่บัฟเฟอร์ก่อนจะส่งเข้าขา -Vin

สัญญาณอินพุตที่ป้อนเข้าขา +Vin จะถูกแปลงเป็นข้อมูลดิจิตอลขนาด 8 บิตออกทางขา 11 ถึงขา 18 ค่าของแรงดันในการตรวจวัดอยู่ที่ย่าน 0-5 โวลต์ สามารถแปลงเป็นข้อมูลดิจิตอลได้ 256 ระดับ จากค่า 00000000 จนถึง 11111111 ค่าความแตกต่างระหว่างระดับสัญญาณจะอยู่ที่ 19.53 มิลลิโวลต์ หรือ 5 โวลต์ / 256 ระดับ

เมื่อ IC1 ทำการแปลงสัญญาณอะนาลอกเป็นดิจิตอลเรียบร้อยแล้วก็จะส่งสัญญาณ INTR ออกไปให้กับขา WR IC1 ก็จะส่งสัญญาณเอาต์พุตดิจิตอลขนาด 8 บิต

3.3JOYSTICK

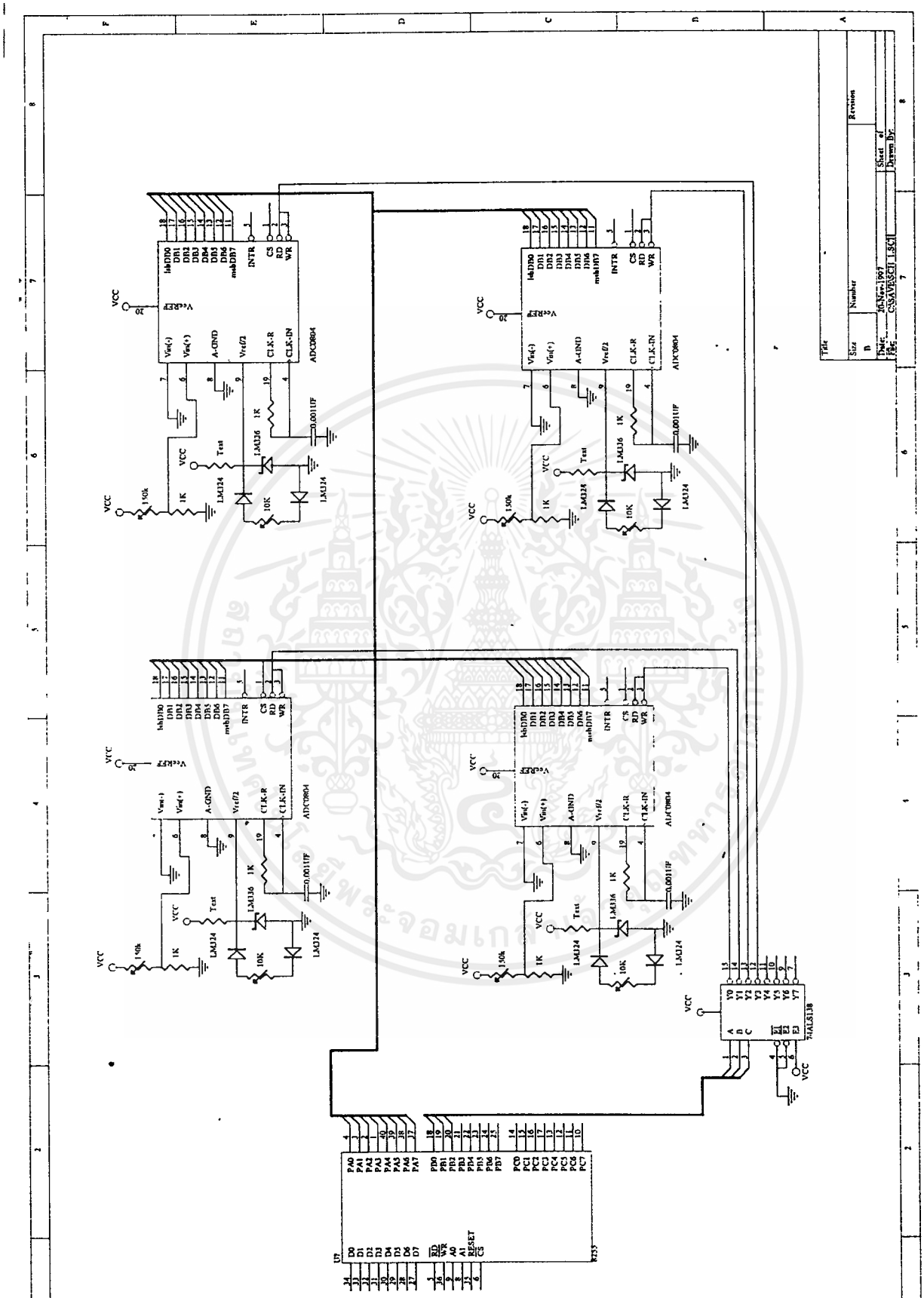
JOYSTICK ประกอบด้วย Variable Resistance จำนวน 2 ตัว ต่อ 1 ชุด โดยที่ตัวหนึ่งทำการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานทางด้านแกน X และอีกตัวหนึ่งทำการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานทางด้านแกนY โดยใช้หลักการของ Voltage Divider มาทำการเปลี่ยนแปลงค่าแรงดันที่ขา 6 ของ ADC 0804



รูปที่ 3.4 Variable Resistance

การเชื่อมต่อ ADC กับ Joystick สามารถทำการเชื่อมต่อได้ดังรูปที่3.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 การต่อต่อ ADC กับ Joystick

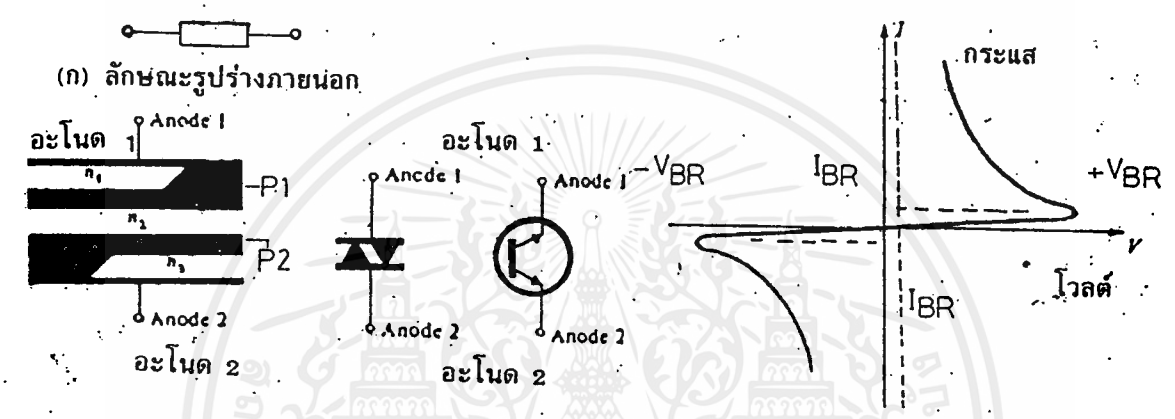
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การเชื่อมต่อกับไฟสองเวที

4.1ไดแอค (Diac)

ไดแอคมีรูปร่างเหมือนไดโอด คือมีสองขา สำหรับใช้งานแตกต่างจากไดโอด คือสามารถกำเนิดสัญญาณบวกและลบ สำหรับป้อนเป็นพัลซ์ยิงเข้าเกทของไทรแอคโดยเฉพาะ โครงสร้างภายในและลักษณะภายนอกของไดแอค ตลอดจนสัญญลักษณ์ของไดแอคดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 โครงสร้างสัญญลักษณ์และกราฟแสดงคุณสมบัติของไดแอค

กราฟแสดงคุณสมบัติรูป (ค) เป็นตัวบอกให้ทราบว่าเมื่อโวลต์ไฟตรงไม่ว่าจะเพิ่มทางบวกหรือลบเกินค่าโวลต์หนึ่งของบวกและลบ VBR ของแต่ละไดแอคแต่ละเบอร์ที่ไม่เหมือน ไดแอคจะเปลี่ยนสภาพจากต้านกระแสเป็นความต้านทางต่ำ ผลก็คือสามารถให้พัลซ์บวกและลบได้ ซึ่งยูเจทีสามารถให้พัลซ์แค่บวกเท่านั้น ดังนั้นไดแอคจะใช้งานควบคุมมอเตอร์หรือโหลด (Load) ไฟสลับได้อย่างเหมาะสม

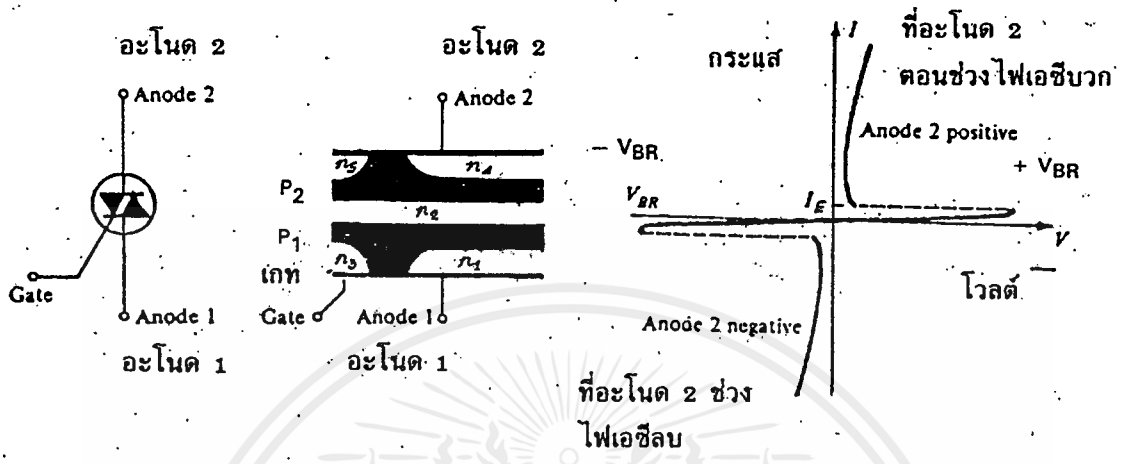
4.2ไทรแอค (Triac)

จัดได้ว่ามีโครงสร้างคล้ายกับไดแอคมาก เพียงแต่ว่าเพิ่มเกทเข้าทางอะโนด 1 ดังรูปที่ 4.2 โดยเพิ่มเอ็นไทพ์ (n3) ซึ่งติดต่อกับแท่งพีไทพ์ (p1) และมีแท่งเอ็นไทพ์ (n2) ขั้นกลาง และเลยขึ้นไปจะเป็นพีไทพ์ (p2) โดยติดต่อกับแท่งเอ็นไทพ์ (n4) และ (n5) ตรงอะโนด 2

สัญญลักษณ์ของไทรแอคก็คล้ายกับไดแอค โดยมีเกทต่อเพิ่มดังรูปที่ 4.2 ซึ่งแสดงถึงโครงสร้างสัญญลักษณ์และกราฟแสดงคุณสมบัติโดยจะเห็นจากกราฟคุณสมบัติในรูปที่ 4.2 (ค) ว่าเหมือนเอสซีอาร์ตรงช่วงอะโนด 2 เป็นบวก กล่าวคือเมื่อไม่มีสัญญาณเกทเข้ามาจะเปลี่ยนสภาพต่อเมื่ออะโนด 2 มีโวลต์มากถึงค่า VBRF และเมื่อมีเกทพัลซ์เข้ามาค่าโวลต์เตท VBR ที่อะโนดจะต่ำลง แสดงว่า

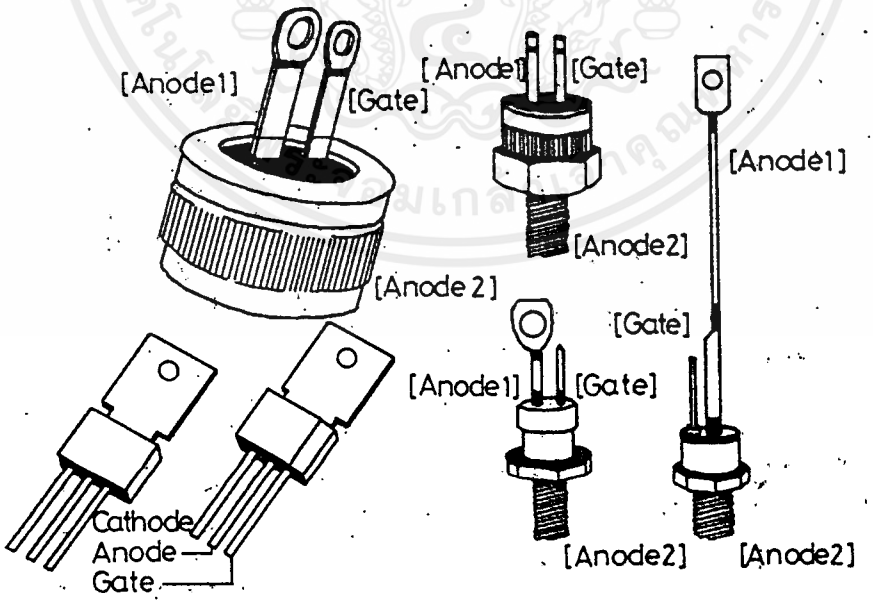
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระแสเกททำให้ไทรแอคเปลี่ยนสภาพจากความต้านทานสูงมาเป็นความต้านทางต่ำ หรือออนได้โดยไม่ต้องรอให้ VBR สูงมาก ๆ



รูปที่ 4.2 สัญญลักษณ์ (ก) โครงสร้าง (ข) และ (ค) กราฟแสดงคุณสมบัติของไทรแอค

ข้อที่แตกต่างกับเอสซีอาร์คือในช่วงอะโนด 2 เป็นลบ เอสซีอาร์จะบล็อกหรือไม่ยอมให้กระแสผ่านอย่างเดียว ถ้าเพิ่มโวลต์ทางอะโนดให้ลบสูง ๆ เอสซีอาร์จะพังได้ ส่วนของไทรแอคมีคุณสมบัติ คือใช้งานได้ทั้งสองทาง พัลซ์ที่เกทจะควบคุมการทำงานของไทรแอคได้เหมือนกันทั้งช่วงอะโนด 1 หรือ 2 กล่าวคือสามารถใช้ควบคุมกับไฟสลับเอซีทั้งช่วงบวกและลบ

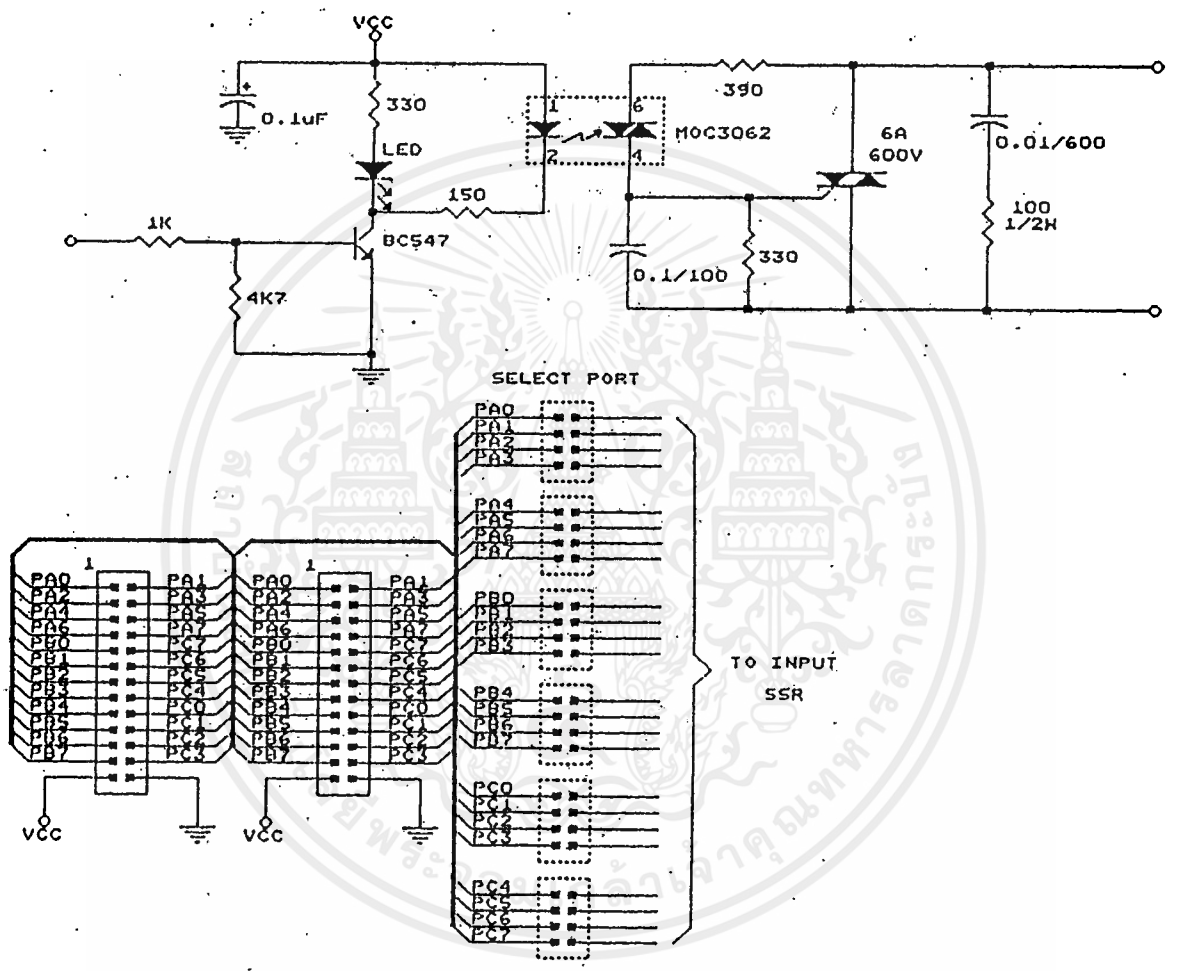


รูปที่ 4.3 รูปร่างลักษณะภายนอกของเอสซีอาร์และไทรแอคโดยทั่ว ๆ ไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.8วงจรที่ใช้งานการในปิด-เปิดแสงสว่าง

เนื่องจากอุปกรณ์ภายในล้วนแต่เป็นอุปกรณ์อิเล็คทรอนิคส์ทั้งสิ้น จึงตัดปัญหาทางด้านการ SPARK ของไฟกระแสสลับลงได้ด้วยอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เป็นอิเล็คทรอนิคส์ดังในรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 วงจรที่ทำหน้าที่เป็นสวิตซ์อิเล็คทรอนิคส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

การเชื่อมต่อกับระบบการควบคุมมอเตอร์

ระบบการควบคุมมอเตอร์ ประกอบด้วย

5.1 ระบบคอนโทรลความเร็วของดีซีมอเตอร์แบบดิจิตอล

ข้อกำหนดของระบบ

1 ใช้ดิจิตอลเทคนิคสำหรับการคอนโทรลเพื่อให้ได้ความเร็วตามต้องการ

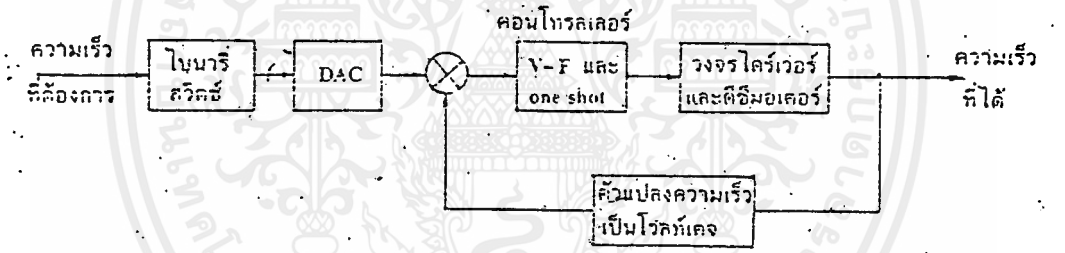
2 ความเร็วของดีซีมอเตอร์จะต้องคงที่ตามที่ต้องการ

3 สามารถปรับความเร็วได้ด้วยไมโครสวิตซ์ในช่วงต่ำสุดและสูงสุดตามที่ต้องการ

4 การออกแบบระบบจะต้องพิจารณาถึงคุณสมบัติการทำงาน ความเที่ยงตรง และราคาเป็นแฟคเตอร์ที่สำคัญ

บล็อคไดอะแกรม

บล็อคไดอะแกรมของระบบคอนโทรลความเร็วของดีซีมอเตอร์แบบดิจิตอลแสดงได้ดังในรูปที่ 1



รูปที่ 5.1 บล็อคไดอะแกรมของระบบคอนโทรลความเร็วของดีซีมอเตอร์แบบดิจิตอล

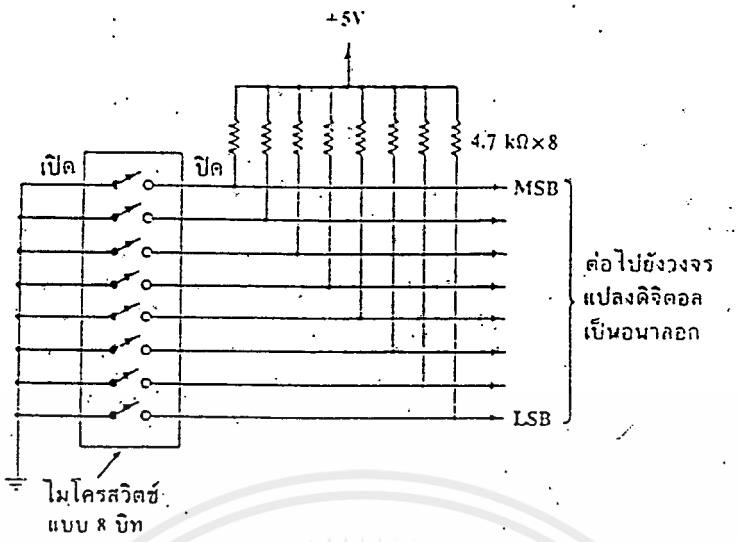
การออกแบบระบบ

จากบล็อคไดอะแกรมของระบบคอนโทรลความเร็วของดีซีมอเตอร์แบบดิจิตอลขั้นต่อไป เราจะต้องออกแบบวงจรของแต่ละบล็อค

1. ไมโครสวิตซ์แบบ 8 ตำแหน่ง (ใช้สำหรับเซ็ทความเร็วอินพุท)

เราสามารถเปลี่ยนความเร็วของดีซีมอเตอร์ได้ตามการเปลี่ยนตำแหน่งของไมโครสวิตซ์ ฟังก์ชั่นของไบนารี่สวิตซ์มีโครงสร้างดังแสดงในรูปที่ 5.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.2 ไมโครสวิตช์แบบ 8 ตำแหน่งใช้สำหรับเซ็ทความเร็วของดีซีมอเตอร์ที่ต้องการ

เราสามารถเซ็ทค่าไบนารี่ของสวิตช์ได้เรียงลำดับจาก 0000 00012 ถึงค่า 1111 11112 (ค่าไบนารี่ 8 บิท) ความเร็วของมอเตอร์จะเพิ่มจากต่ำสุดถึงค่าสูงสุด คือความเร็วของมอเตอร์จะเปลี่ยนค่าต่าง ๆ ได้ 256 เสตป

5.2 วงจรแปลงดิจิตอลเป็นอนาลอก

วงจรแปลงดิจิตอลเป็นอนาลอก (DAC) ใช้สำหรับแปลงค่าจำนวนไบนารี่ให้เป็นสัญญาณอนาลอก วงจร DAC ที่ใช้กันทั่วไปและราคาไม่แพง ได้แก่ ไอซีเบอร์ MC 1408 ไอซีเบอร์ MC1408 นี้มีข่อกำหนดทางไฟฟ้าที่สำคัญดังนี้

กระแสเอาต์พุตเต็มสเกล, Io settling time : 300ns

ความเที่ยงตรง (เออร์เรอร์เทียบกับเต็มสเกล Io) มีค่ามากกว่า บวกลบ 0.19%

กระแสของเพาเวอร์ซัพพลายไม่ขึ้นอยู่กับรหัสบิท

ต่อโดยตรงได้กับ TTL, DTL หรือ CMOS และใช้ DAC 0808 แทนได้

ซัพพลายโวลท์เตจ : +5V และ -5 ถึง -15V

โครงสร้างของขาไอซีและไดอะแกรมการต่อของ MC 1408 แสดงได้ดังในรูปที่ 5.3

ในกรณีนี้เราใช้ +Vcc = 5V, -Vee = -12V

+Vref = +5V, -Vref =0V

R1 = 5k R2 = 4.7k

C1 = 0.01 F

สำหรับวงจรในรูปที่ 5.3 (ข) เราหากระแสเอาท์พุท Io ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$Io = [+Vref/R1]\ [(A1/2)+(A2/4)+(A3/8)+(A4/16)+(A5/32)+(A6/64)+(A7/128)+(A8/256)]$$

$$Io = [+Vref/R1][N/256]$$

เมื่อ +Vref = โวลท์เตจอ้างอิงเป็นบวก

R1 = ตัวความต้านทานต่อระหว่างขา 14 และ +Vref

N = จำนวนไบนารี่อินพุทที่มีค่าเป็นเลขฐานสิบ

เราจะต้องแปลงกระแสเอาท์พุท Io ให้อยู่ในรูปของโวลท์เตจ ดังนั้นเราจำเป็นต้องใช้วงจรแปลงกระแสเป็นโวลท์เตจที่เอาท์พุทของ DAC ดังแสดงในรูปที่ 5.3 (ข) ดังนั้นเอาท์พุทโวลท์เตจ Vo เท่ากับ

$$Vo = IoR3$$

$$= [+Vref/R1][(N/256)R3]$$

เมื่อ R3 เป็นโหลดของวงจร DAC

กำหนดให้ R3 = 4.7 k คาปาซิเตอร์ C3 ใส่คร่อม R3 เพื่อลดโอเวอร์ชูทและการออสซิเลทให้ต่ำที่สุด

ในรูปที่ 5.3 เมื่อไบนารี่อินพุทลอจิกมีค่าเป็น 1111 11112 เราจะต้องปรับพ็อท R1 ให้ได้ Vo = 5V

ดังนั้นเอาท์พุทเต็มสเกลของ DAC เท่ากับ 5V ซึ่งเป็นผลให้ DAC มีความละเอียดเท่ากับ 5 V/256 = 19.5mV ดังนั้นเอาท์พุทของ DAC จะแปรค่าได้จาก 19.5 mV ถึง 5V เมื่อไบนารี่อินพุทมีค่าเปลี่ยนแปลงจาก 0000 00002 ถึง 1111 11112

5.3 วงจรดีเท็คเออร์เรอร์ (ดิฟเฟอเรนเชียล แอมปลิไฟเออร์)

วงจรดีเท็คเออร์เรอร์จะเปรียบเทียบโวลท์เตจจากเอาท์พุทของ DAC 1408 กับเอาท์พุทของวงจรแปลงความเร็วเป็นโวลท์เตจเพื่อทำให้ได้สัญญาณเออร์เรอร์ เรามักจะใช้ดิฟเฟอเรนเชียลแอมปลิไฟเออร์เป็นเออร์เรอร์ดีเท็คเตอร์ ดังแสดงในรูปที่ 5.4 เอาท์พุทโวลท์เตจ Ve ของวงจร คือ

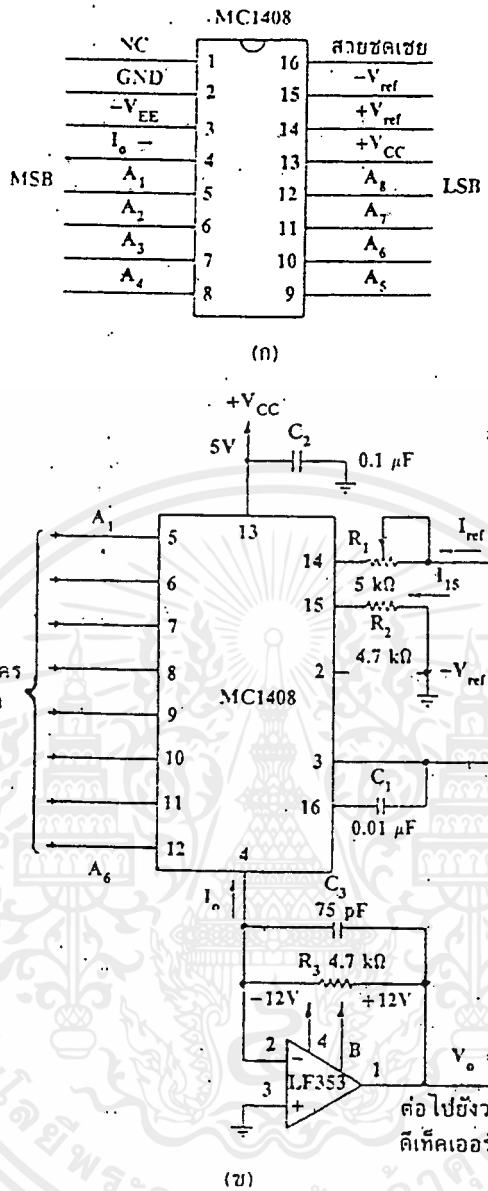
$$Ve = (Vo-Vf)$$

เมื่อ Vo = เอาท์พุทของ DAC

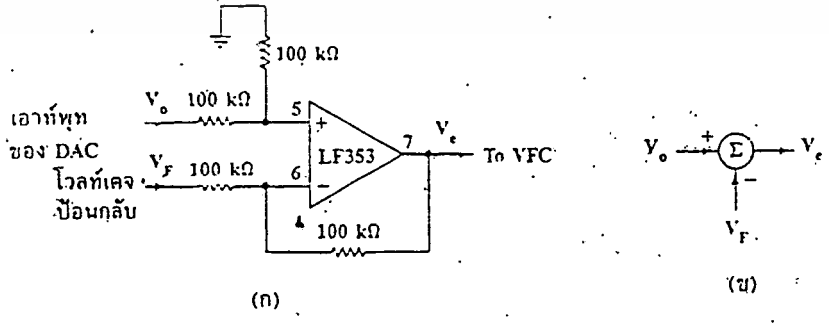
Vf = โวลท์เตจป้อนกลับที่เป็นสัดส่วนกับความเร็วของมอเตอร์

Ve = เออร์เรอร์โวลท์เตจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.3 ไอซี MC 1408 (ก) โครงสร้างของขาไอซี (ข) ไดอะแกรมของวงจร



รูปที่ 5.4 วงจรดีเท็คเออร์เรอร์ (ก) วงจร (ข) บล็อคไดอะแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 5.4 (ก) เมื่อ Ve มีค่าคงที่ Vo และ Vf ก็จะมีค่าคงที่ วงจรดีเท็คเออร์เรอร์ มักเขียนเป็นบล็อคได้เป็นวงกลมแสดงถึงเป็นจุดรวมของสัญญาณดังแสดงในรูปที่ 5.4 (ข)

5.4 บล็อคคอนโทรลเลอร์ (วงจรแปลงโวลท์เตจเป็นความถี่ร่วมกับวงจร one-shot)

ฟังก์ชั่นของตัวคอนโทรลแบ่งออกเป็น 2 ส่วน

ก. เป็นตัวประมวลสัญญาณเออร์เรอร์เพื่อให้สามารถใช้การคอนโทรลเป็นดิจิตอลเทคนิค

ข. เป็นตัวให้สัญญาณเอาท์พุทเพื่อขับบล็อคกระบวนการ เช่น

ให้จำนวนไบนารี่อินพุทมากขึ้น

ให้สัญญาณเอาท์พุทแรงขึ้น

ให้ความเร็วมอเตอร์สูงขึ้น

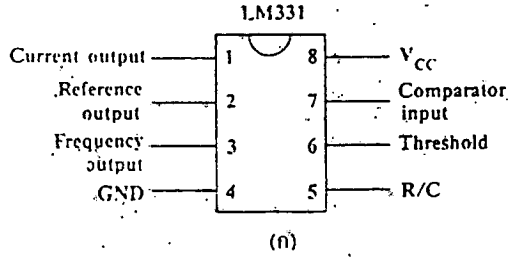
ฟังก์ชั่นแรกของตัวคอนโทรลเลอร์ก็คือการแปลงสัญญาณเออร์เรอร์ (อนาลอก) ให้ไปเป็นดิจิตอล (ลูกคลื่นพัลซ์) วิธีที่ง่ายที่สุดเราใช้วงจรแปลงโวลท์เตจไปเป็นความถี่ (VFC) ไอซีเบอร์ NE/SE 566, LM 331 หรือ 9400 เราเลือกใช้ LM 331 เพราะหาได้ง่ายและการใช้งานก็ง่ายด้วย

เราพิจารณาถึงข้อกำหนดที่สำคัญของ LM 331 ในรูปที่ 5.5. (ก) ดังนี้

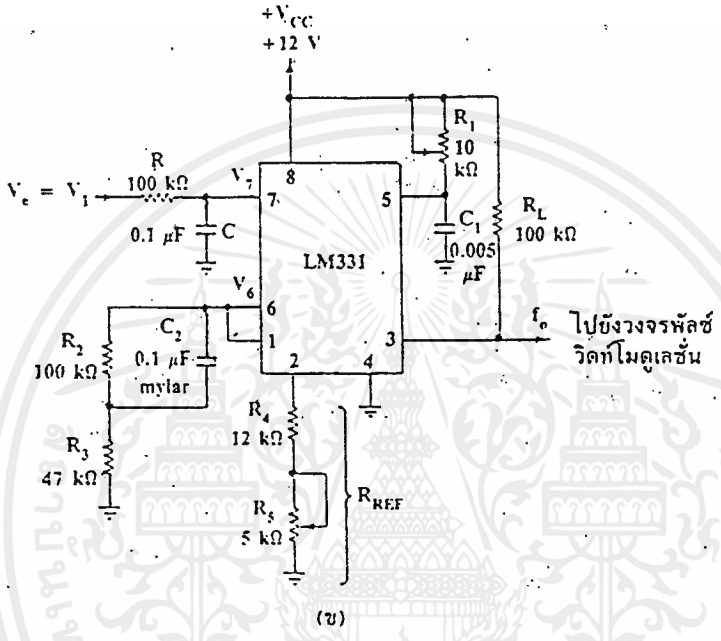
- ช่วงกว้างควรถี่ 1 Hz ถึง 100kHz
- เสถียรภาพของความถี่ต่ออุณหภูมิ 0.01% สูงสุด และ บวกลบ 50ppm/องศาเซลเซียส
- พัลซ์เอาท์พุทเข้ากันได้กับลอจิกทุกแบบ
- ทำงานได้ด้วยซัพพลายขั้วเดียว
- ซัพพลายโวลท์เตจสูงสุด Vcc = 40V และช่วงอินพุทโวลท์เตจสูงสุด -0.2V ถึง +Vcc

ตัวอย่างของวงจรการใช้งานของ VFC ไอซีเบอร์ LM331 ดังแสดงในรูปที่ 5.5 (ข)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก)



(ข)

รูปที่ 5.5 ไอซีเบอร์ LM 331 VFC (ก) โครงสร้างขาของไอซี (ข) วงจรที่ใช้งาน

ความถี่เอาท์พุทของวงจรfo=[V/2.09][Rref/R2][1/R1C1] (4)

ความถี่เอาท์พุท fo = 10 kHz เมื่อ Vi = 5V

ถ้าเราเลือกให้ R2 = 100k และ Rref = (10k + 5k) ดังนั้นจากสมการ (4)

R1C1 = [5V/2.09V][10k/100k][1/10kHz]

= 24us

กำหนดให้ C1 = 0.01uF ดังนั้น R1 = 2.4 k

เมื่อ Vi = 20mV ในกรณีไบนารี่อินพุทเท่ากับ 0000 00012 จากสมการ (4) หาความถี่เอาท์พุทได้

fo = 40Hz

ดังนั้นความถี่เอาท์พุท fo ของ VFC จะแปรค่าจาก 40 Hz ถึง kHz และอินพุทโวลท์เตจจะเปลี่ยนแปลงจาก 20 mV ถึง 5V ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

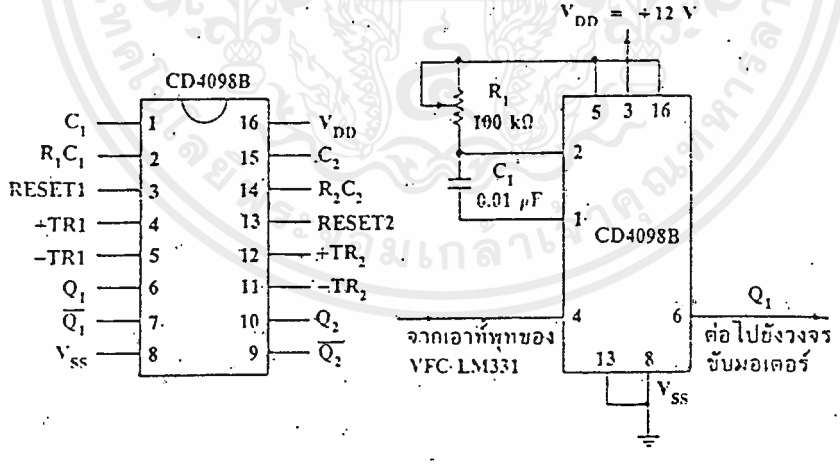
ฟังก์ชั่นที่สองของตัวคอนโทรลเลอร์คือจะเป็นตัวให้ลูกคลื่นพัลซ์ที่มีความกว้างของลูกคลื่น (duty cycle) เพิ่มขึ้นเมื่ออินพุทเออร์เรอร์โวลท์เตจมีค่าเพิ่มขึ้น

ฟังก์ชั่นที่สองของตัวคอนโทรลเลอร์นี้จะให้เอาท์พุทเป็นอัตราของลูกคลื่นพัลซ์ในหนึ่งหน่วยเวลา (pulse rate) หรือลูกคลื่นของพัลซ์วิดท์กว้างขึ้นเพื่อให้มอเตอร์ทำงาน (ON) ในช่วงระยะเวลายาวนานขึ้น ซึ่งเป็นการเพิ่มความเร็วของมอเตอร์นั่นเอง

วงจรที่ทำหน้าที่เป็นฟังก์ชั่นที่สองของตัวคอนโทรลเลอร์ได้แก่ วงจร one-shot (โมโนสเตเบิ้ล มัลติไวเบรเตอร์) เราใช้ไอซีเบอร์ CD 4098B เป็น COM/MOS โมโนสเตเบิ้ล มัลติไวเบรเตอร์สองตัว

ในรูปที่ 5.6 แสดงถึงโครงสร้างขาของไอซี CD 4098B และวงจร คุณลักษณะที่สำคัญของไอซี CD 4098B มีดังต่อไปนี้

- พัลซ์ที่ใช้ทริกจะใช้ขอบขาขึ้นหรือขอบขาลงของพัลซ์ก็ได้
- เอาท์พุทพัลซ์วิดท์มีช่วงกว้าง
- ซัพพลายโวลท์เตจอยู่ในช่วง +5 ถึง +15V
- สามารถกระทำการทริกใหม่ได้
- เอาท์พุทมีทั้ง Q และ Q



รูปที่ 5.6 ไอซีเบอร์ CD 4098B (ก) โครงสร้างของขาไอซี (ข) วงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไอซีเบอร์ CD 4098B เป็นไอซีโมโนสเตเบิ้ล มัลติไบเวเตอร์ที่มี 2 ตัวเหมือนกัน อยู่ในไอซีตัวเดียวนี้คาบเวลาของเอาท์พุทพัลซ์ของโมโนสเตเบิ้ล มัลติไวเบเตอร์สามารถหาได้โดยประมาณ ดังนี้

$$T = R1C1/2$$

เมื่อ C1 >= 0.01 uF ค่าสูงสุดของ C1 = 100 uf และค่าต่ำสุดของ R1 = 5k

เลือกค่า C1 = 0.01 uF และ R1 = 100k เพื่อให้วงจรโมโนเสตเบิ้ลสามารถทำงานได้ในช่วงความถี่ 40 Hz ถึง 10 kHz

ในรูปที่ 5.6 (ข) เราสามารถปรับค่า R1 เพื่อให้ได้ค่าเอาท์พุทพัลซ์วิดท์ตามที่เราต้องการในช่วงความถี่ 40Hz ถึง 10 kHz และต้องให้แอมปลิจูดของอินพุทพัลซ์น้อยกว่า 12 Vp-p

5.5 กระบวนการ (วงจรขับกำลังมอเตอร์และตัวมอเตอร์)

ฟังก์ชั่นของวงจรไดร์ (ขับ) มอเตอร์มีหน้าที่ประมวลสัญญาณเอาท์พุทจากบล็อคคอนโทรลเลอร์

- รักษาให้มอเตอร์มีความเร็วตามต้องการ
- คอนโทรลทิศทางการหมุนของแกนมอเตอร์

เพื่อให้การทำงานของวงจรไดร์เวอร์มีประสิทธิภาพและสามารถคอนโทรลทิศทางการหมุนของมอเตอร์ได้ เราจะต้องจัดวงจรของเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ 4 ตัวให้อยู่ในรูปของ Wheatstone bridge ดังแสดงในรูปที่ 5.7

แขนตรงกันข้ามของวงจรบริดจ์เราต้องใช้คู่ของเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ที่ตรงกันข้าม (pnp-npn)

นอกจากนั้นเราจะใช้วงจรลอจิกสำหรับคอนโทรลการทำงานของเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์เพื่อให้การหมุนของมอเตอร์เป็นไปในทิศทางตามที่เราต้องการ

การออกแบบวงจรขับเพาเวอร์ขึ้นอยู่กับข้อกำหนดของมอเตอร์ ดังนั้นเราต้องกำหนดรายละเอียดของมอเตอร์ที่จะใช้ก่อน ข้อกำหนดของมอเตอร์ TRW 405A100 มีดังต่อไปนี้

- มอเตอร์มีค่าโวลท์เตจ 12V และกระแสเมื่อไม่มีโหลด 150mA
- ค่าทอร์ค (แรงบิต) 0.5 oz-in ที่ 300mA
- ความต้านทานของอาร์มาเจอร์ 15.3 เมื่อแรงบิตคงที่ 2.6 oz-in/A
- ความเร็วเมื่อไม่มีโหลด 4800 rpm เมื่อมีแรงเฉื่อย (1.5) * 10e-4 oz-in-s

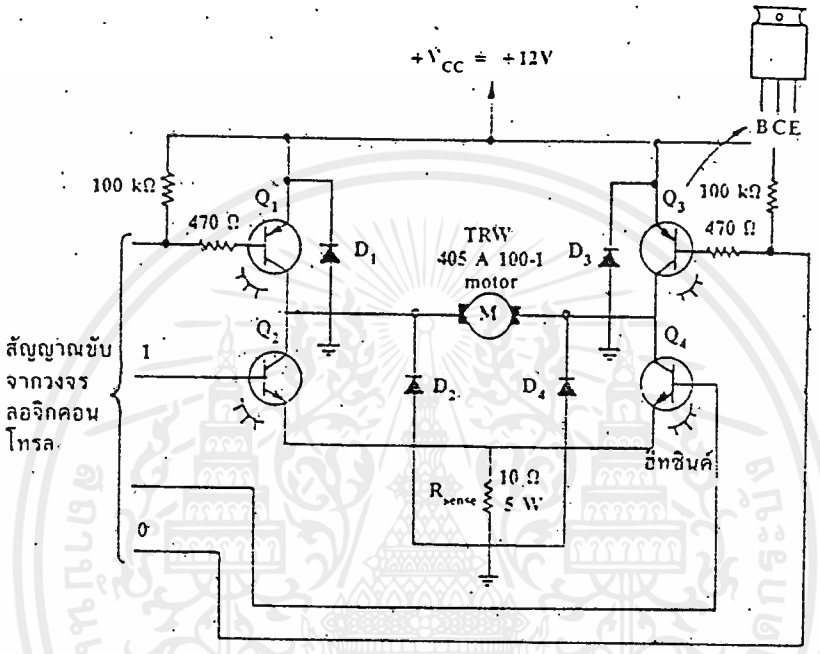
คู่เพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ที่ตรงข้ามกันที่ใช้ในวงจรขับเพาเวอร์ของมอเตอร์จะต้องให้มีค่ากระแสและโวลท์เตจที่สูงกว่าค่ากระแสและโวลท์เตจของมอเตอร์ ดังนั้นเราจึงใช้คู่เพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ที่ตรงข้ามเป็นเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์เบอร์ TIP29 (npn) และ TIP30 (pnp)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Q1, Q3 : TIP30

Q2, Q4 : TIP29

D1-D4 : IN 4004



รูปที่ 5.7 วงจรขับเพาเวอร์ของดีซีมอเตอร์

ข้อกำหนดทางไฟฟ้าของเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ TIP29 มีดังนี้

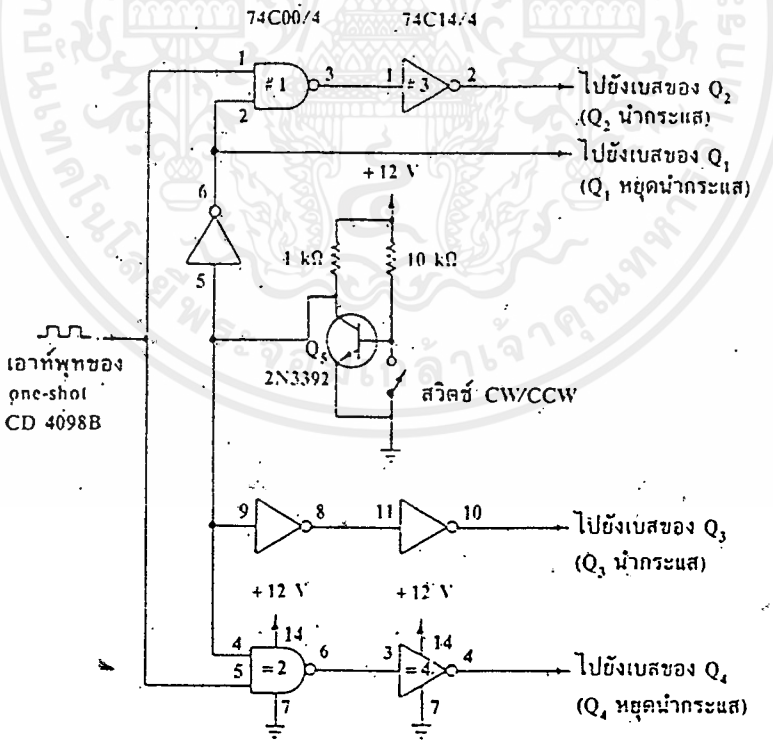
- คอลเล็คเตอร์-อีมิทเตอร์ เบร็คดาวน์โวลท์เตจ Vceo(BR) = 40 Vmin
- กระแสคอลเล็คเตอร์ Ic = 1A
- กระแสพีคคอลเล็คเตอร์ =3A
- เพาเวอร์สูญเสียที่อุณหภูมิต่ำกว่า 25 องศาเซลเซียส เท่ากับ 30 Wmax
- เบส-อีมิทเตอร์โวลท์เตจ Vbe = 1.3V
- โวลท์เตจอิ่มตัวระหว่างคอลเล็คเตอร์-อีมิทเตอร์ Vce(sat) = 0.7V
- สัญญาณต่ำ hfe = 20 ที่ความถี่ 1 kHz, Vce = 10V และ Ic = 0.2A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในรูปที่ 5.7 ไดโอด D1 ถึง D4 ใช้สำหรับป้องกันคอลเล็คเตอร์-อีมิทเตอร์จังค์ชั่นของเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์จาก inductive kicks และสวิทชิ่งสไปค์ ความต้านทานที่อีมิทเตอร์ Rsense ใช้สำหรับดีเท็คความเร็วของมอเตอร์

ต่อไปเราพิจารณาถึงวงจรลอจิกซึ่งใช้ไปทำให้ทรานซิสเตอร์ Q2 และ Q3 ทำงานเมื่อต้องการให้มอเตอร์หมุนทวนเข็มนาฬิกา (CCW) และทำให้ทรานซิสเตอร์ Q1 และ Q4 ทำงาน (ON) เมื่อต้องการให้แกนของมอเตอร์หมุนตามเข็มนาฬิกา (CW) วงจรลอจิกดังกล่าวแสดงได้ดังวงจรรูปที่ 5.8 วงจรนี้ใช้ไอซี 74C00 ภายในไอซีเบอร์นี้จะประกอบด้วยสองอินพุท NAND 4 ตัว และไอซี 74C14 ภายในไอซีเบอร์นี้จะประกอบด้วยสมิททริกเกอร์ 6 ตัว

ในรูปที่ 5.8 วงจรทรานซิสเตอร์ Q5 และสวิตช์ใช้สำหรับคอนโทรลทิศทางการหมุนเมื่อสวิตช์ CW/CCW เปิด (ไม่ต่อลงกราวนด์) ทรานซิสเตอร์ Q5 จะทำงาน ดังนั้นทรานซิสเตอร์ Q3 จะทำงาน (ON) ด้วย และเมื่อเอาท์พุทพัลซ์ของ one-shot ป้อนให้กับเบสของทรานซิสเตอร์ Q2 ทรานซิสเตอร์ Q2 ก็จะทำงาน (ON) ซึ่งยังผลให้มอเตอร์หมุนในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาในทางตรงกันข้ามเมื่อสวิตช์ CW/CCW ปิด (ต่อลงกราวนด์) ทรานซิสเตอร์ Q1และ Q4 จะทำงาน (ON) และมอเตอร์ก็จะหมุนในทิศทางตามเข็มนาฬิกา



รูปที่ 5.8 วงจรลอจิกสำหรับขับเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์และคอนโทรลตำแหน่ง

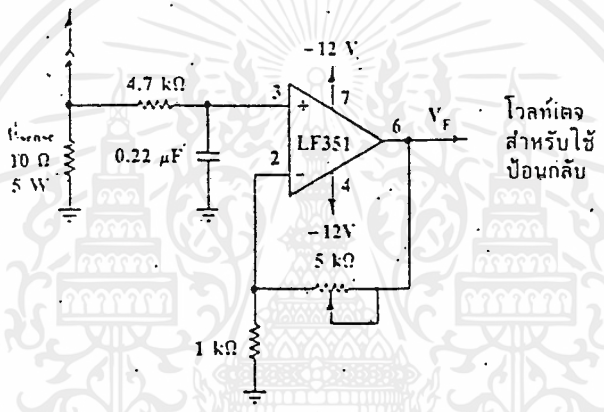
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.6 บล็อควัดความเร็วของมอเตอร์ (วงจรแปลงความเร็วไปเป็นโวลท์เตจ)

มอเตอร์จะถึงกระแสจากวงจรไดร์เวอร์เป็นสัดส่วนกับความเร็วของมอเตอร์ กระแสนี้จะรับรู้ได้ด้วยตัวความต้านทาน Rsesse ต่อกับจุดร่วมของ Q2 และ Q4 กับกราวนด์ (ดังในรูปที่ 5.7)

ในรูปที่ 5.9 แสดงถึงวงจรนอนอินเวอร์ทแอมปลิไฟเออร์ที่ใช้ขยายโวลท์เต็จตกคร่อมความต้านทาน Rsense อัตราขยายของนอนอินเวอร์แอมป์ขึ้นอยู่กับค่ากระแสของมอเตอร์และช่วงเอาท์พุทโวลท์เตจของ DAC

เมื่อเอาท์พุทโวลท์เตจของ DAC มีค่าสูงสุด gain การขยายของนอนอินเวอร์ทแอมปนี้จะต้องได้รับการปรับจนกว่าความเร็วของมอเตอร์เข้าสู่ค่าคงที่สูงสุด



รูปที่ 5.9 วงจรแปลงความเร็วเป็นโวลท์เตจ

ในวงจรรูปที่ 5.9 เมื่อเราเซ็ทให้อินพุทมีค่าสูงสุด (เซ็ทให้ความเร็วมีค่าสูงสุด) เอาท์พุทของ DAC เท่ากับ 5V มอเตอร์ก็ควรจะมีความเร็วสูงสุดที่ค่านี้ด้วย มอเตอร์ที่ใช้จะถึงกระแส 150mA ที่ความเร็วสูงสุด โวลท์เตจตกคร่อม Rsense เท่ากับ 10(0.15) = 1.5V ดังนั้น gain การขยายของวงจรแปลงความเร็วเป็นโวลท์เตจเท่ากับ

$$Af3=Vo(max)/1.5V=5V/1.5V=3.3 \qquad (6)$$

วงจรของระบบคอนโทรลความเร็วของดีซีมอเตอร์

วงจรสมบูรณ์ของระบบคอนโทรลความเร็วแสดงไว้ในรูปที่ 5.10 และลูกคลื่นที่จุดสำคัญ ๆ เมื่อเราเซ็ทให้ไบนารี่อินนพุทเท่ากับ 0011 01002 แสดงได้ในรูปที่ 5.11

ตัวอย่างที่ 1 วงจรในรูปที่ 5.10 ให้คำนวณเอาท์พุทโวลท์เตจของ DAC ถ้าหากค่าไบนารี่อินพุทมีค่าเป็น 0011 01002 นอกจากนั้นให้วาดลูกคลื่นเอาท์พุทของ VFC ของ one-shot และลูกคลื่นคร่อมดีซีมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำตอบ

ค่าไบนารี่ 0011 01002 =5210

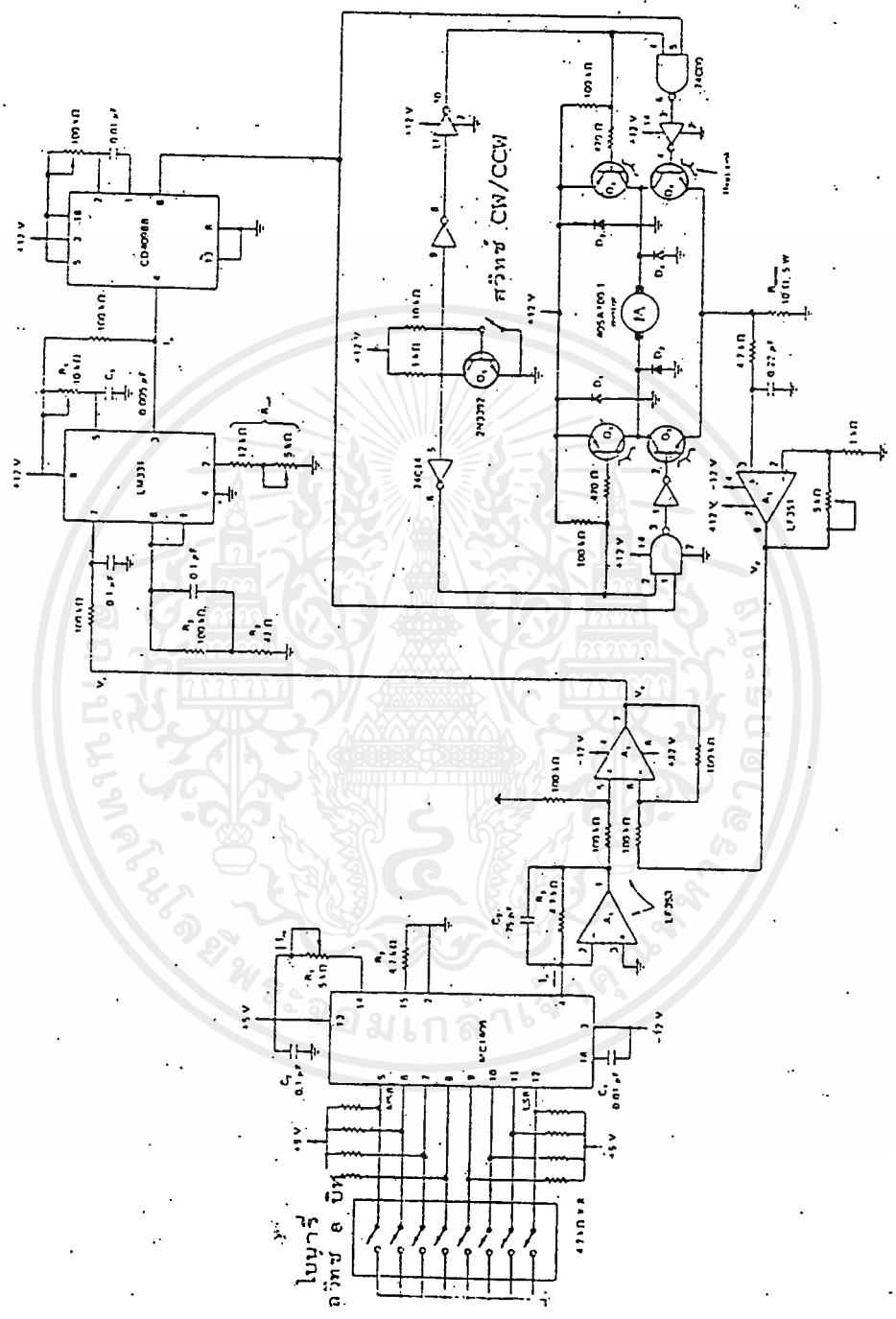
จากสมการ (2) เราคำนวณหาเอาท์พุทโวลท์เตจ Vo ของ DAC ได้เป็น

Vo = (1.06m) (52/256) (4.7 k) = 1.0V

ถ้าเราสมมติว่าตอนเริ่มต้นโวลท์เตจป้อนกลับ Vf = 0V

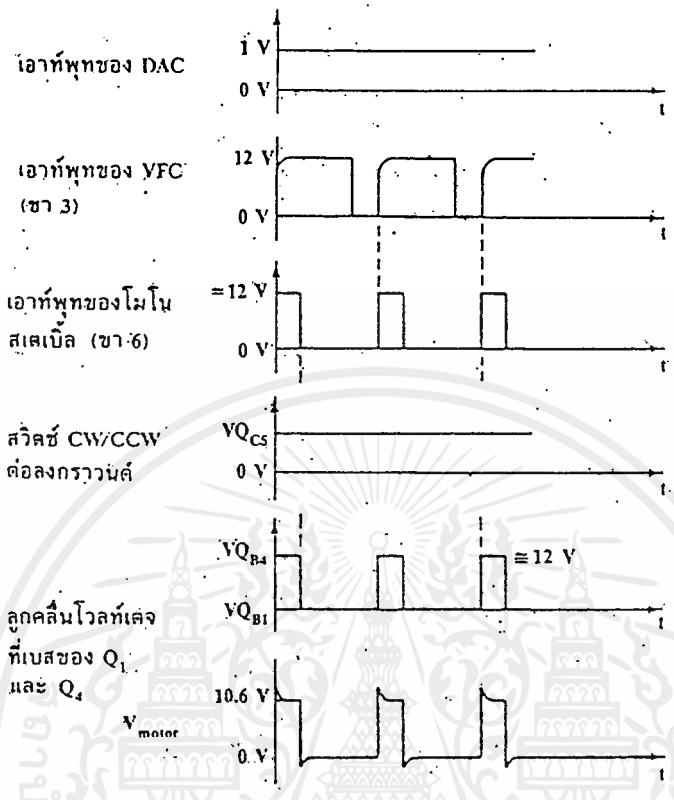
ความถี่เอาท์พุท fo ของ VFC หาได้จากสมการ (4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.10 ระบบคอนโทรลความเร็วของดีซีมอเตอร์และดิจิตอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.11 แสดงลูกคลื่นที่จุดต่าง ๆ ในวงจรของรูปที่ 5.10 เมื่อเซ็ทให้ไบนารีอินพุทเท่ากับ0011 01002

fo = [Vi/2.09][Rref/R2][1/R1C1}

= [1.0/2.09][13k/100k][1/(5.7k)(0.005uF)]

= 2.0 kHz

เราจะต้องพิจารณาว่าเราสามารถจะพัลซ์วิดท์ของ one-shot ให้กว้างพอเพียงที่ควบคุมให้ความเร็วของมอเตอร์ให้อยู่ในขีดจำกัดความเร็วต่ำสุดและความเร็วสูงสุดได้หรือไม่

สมมติว่าพัลซ์วิท์ของเอาท์พุทของ one-shot เท่ากับ 0.09 mS เมื่อความถี่อินพุทเท่ากับ 1 kHz

ดังนั้นพัลซ์วิดท์ของ one-shot เมื่อความถี่อินพุทเท่ากับ 2 kHz มีค่าเท่ากับ [2kHz/1kHz](0.09 mS) = 0.18mS

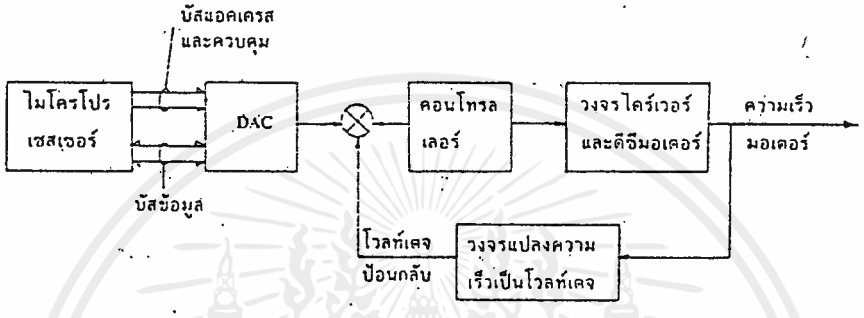
สมมติว่ามอเตอร์หมุนในทิศทางตามเข็มนาฬิกาหมายความว่าทรานซิสเตอร์ Q1 และ Q4 ทำงาน (ON) และ Vce(sat) =0.7Vสำหรับทรานซิสเตอร์แต่ละตัว ดังนั้นโวลท์เตจตกคร่อมมอเตอร์เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กับ 12-(0.7+0.7) = 10.6V ดังนั้นลูกคลื่นเอาท์พุทของ VFC ของโมโนสเตเบิ้ลและตกคร่อมดีซีมอเตอร์จะเหมือนกับในรูปที่ 5.11

5.7ระบบคอนโทรลความเร็วดีซีมอเตอร์ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

ในตอนนี้เราจะได้อธิบายถึงการใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมความเร็วของดีซีมอเตอร์ได้อย่างไร เราเริ่มต้นด้วยบล็อคไดอะแกรมของระบบคอนโทรลความเร็วของดีซีมอเตอร์ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์



รูปที่ 5.12 บล็อคไดอะแกรมของระบบคอนโทรลความเร็วของดีซีมอเตอร์ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

ในรูปที่ 5.12 บล็อคของไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำหน้าที่ให้ไบนารี่อินพุทที่เป็นข้อมูลให้กับ DAC และส่งแอดเดรสเพื่อดีโค้ดแอดเดรสและคอนโทรลเพื่อเก็บโปรแกรม สำหรับการคอนโทรลทิศทางการหมุนของมอเตอร์และแสดงผลความเร็วของมอเตอร์

5.8ระบบฮาร์ดแวร์

เพื่อให้เราสามารถใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในส่วนของฮาร์ดแวร์เข้ากับระบบในรูปที่ 5.10 เราจำเป็นต้องออกแบบวงจรอินเตอร์เฟสซึ่งประกอบด้วย วงจรดีโค้ดแอดเดรส และวงจรคอนโทรลทิศทางของมอเตอร์

1. วงจรดีโค้ดแอดเดรสและวงจรแล็ทช์

ในรูปที่ 5.10 ไบนารี่อินพุทสวิตช์สามารถแทนได้ด้วยบัสข้อมูลของไมโครคอนโทรลเลอร์ในการเขียนข้อมูลออกไปยังบัสข้อมูลเข้าไปยังอุปกรณ์รอบนอก เราต้องกำหนดแอดเดรสของอุปกรณ์รอบนอกเหล่านั้นด้วย อุปกรณ์รอบนอกในที่นั้นได้แก่ DAC 1408 เนื่องจาก DAC 1408 ไม่มีส่วนติดต่อแอดเดรสโดยตรงจากไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ เราจำเป็นต้องใช้วงจรดีโค้ดแอดเดรสแยกต่างหาก ในที่นี้เราจะใช้ไอซีเบอร์ 74LS 138(three-to eight-line decoder) เป็นตัวดีโค้ดแอดเดรสโครงสร้างขาของไอซี 74LS 138 แสดงดังในรูปที่ 5.13

เราสามารถดีโค้ดแอดเดรสเลขฐานสิบหก (hex) 8000H ให้กับ DAC 1408 โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์และวงจรดีโค้ด 74LS 138 เราจะใช้เส้นแอดเดรส 4 หลักบนคือ A15, A14, A13, A12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

VMA02 เป็นสัญญาณอินพุทให้กับวงจรดีโค้ด 74LS138 โดยเฉพาะอย่างยิ่งเส้นแอดเดรส A14, A13 และ A12 ใช้เป็นอินพุท "select" และเส้นแอดเดรส A15 และ VMA 02 เป็นสัญญาณอีนาเบิ้ล สัญญาณ VMA 02 เป็นสัญญาณสำหรับการทำงานที่ถูกต้องของวงจรอินเตอร์เฟสกับวงจรดีโค้ดแอดเดรส

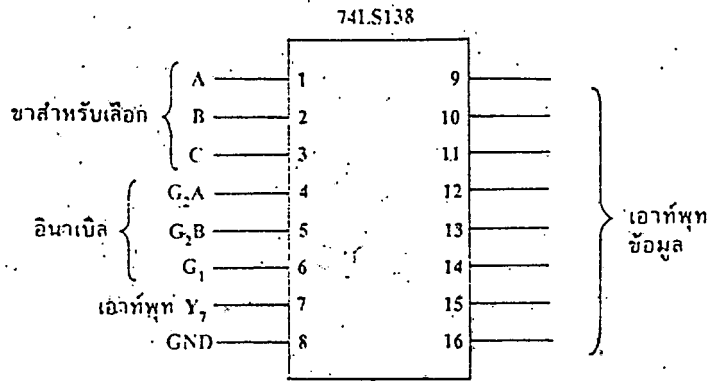
ตามตารางฟังก์ชั่นของวงจรดีโค้ด 74LS 138 เมื่อ A15 มีค่าเป็น HIGH และ VMA 02, A14, A13, A12 มีค่าเป็น LOW เอาท์พุท Yo จะเป็น LOW และเอาท์พุท Yo จะถูก OR กับสัญญาณ R/W ของไมโครลคอนโทรลเลอร์เพื่อให้ได้สัญญาณ RD และ WR

A15 A14 A13 A12XXXX XXXX XXXX2

1 0 0 0

8 0 0 0 (แอดเดรส 8000)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก)

อินพุท					เอาท์พุท							
อินาเบิล		การเลือก										
G_1	G_2	C	B	A	Y_0	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Y_5	Y_6	Y_7
X	H	X	X	X	H	H	H	H	H	H	H	H
L	X	X	X	X	H	H	H	H	H	H	H	H
H	L	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H
H	L	L	L	H	H	L	H	H	H	H	H	H
H	L	L	H	L	H	H	L	H	H	H	H	H
H	L	L	H	H	H	H	H	L	H	H	H	H
H	L	H	L	L	H	H	H	H	L	H	H	H
H	L	H	L	H	H	H	H	H	H	L	H	H
H	L	H	H	L	H	H	H	H	H	H	L	H
H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L

(ข)

รูปที่ 5.13 ไอซี 74LS138 (ก) โครงสร้างของขาไอซี (ข) ตารางฟังก์ชั่น G2 = G2a + G2b

นอกจากการดีโค้ดแอดเดรส 8000 แล้วเราจะต้องใช้ไอซีแล็ทช์ 8 บิท 74LS 373 เนื่องจากบัสข้อมูลไม่สามารถต่อโดยตรงกับ DAC 1408 ได้ เราใช้ 8 บิทแล็ทช์สำหรับเก็บข้อมูลไบนารี่ที่ใช้สำหรับกำหนดความเร็วของมอเตอร์จนกว่าข้อมูลใหม่จะถูกเขียนออกมาใหม่

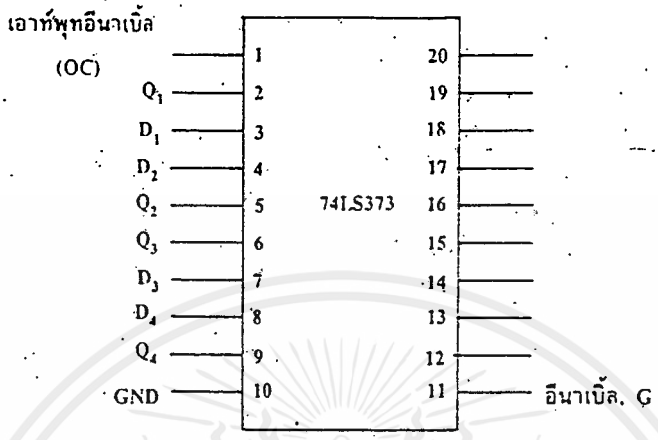
คุณลักษณะทางไฟฟ้าที่สำคัญของ 74LS 373 (octal D-type latches) มีดังต่อไปนี้

- ไอซีนี้มี 20 ขาแต่มีการแล็ทช์ข้อมูลได้ 8 บิท
- การโหลดข้อมูลกระทำได้แบบขนาน
- มีบัฟเฟอร์คอนโทรลอินพุท
- มีบัสไทร-สเตทสำหรับขับเอาท์พุท
- อีนาเบิ้ลอินพุทมีฮีสเทเรซีสเพื่อแก้ไขการกำจัดน้อยส์ให้ดีขึ้น

ไอซี 74LS 373 มีการทำงานดังนี้ เมื่ออีนาเบิ้ล (G) อินพุทมีค่า HIGH เอาท์พุท Q จะมีค่าเป็นไปตามข้อมูลอินพุท (D) ถ้าหากอินพุทอีนาเบิ้ล (G) มีค่าเป็น LOW เอาท์พุท Q จะแล็ทช์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลที่ได้เซ็ทไว้แล้ว โครงสร้างขอของไอซี 74LS 373 และตารางฟังก์ชั่นแสดงได้ดังในรูปที่ 5.14



(ก)

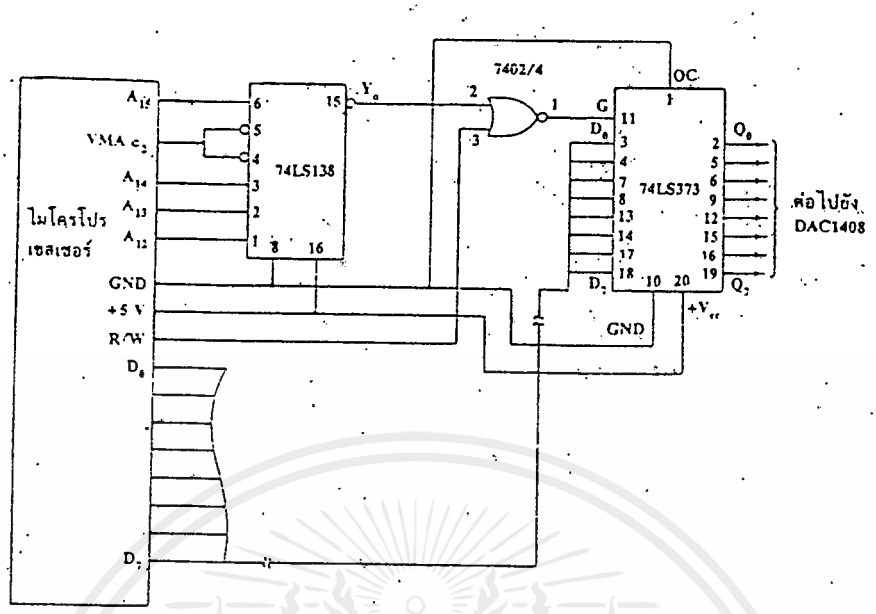
Output control	Enable G	Input D	Output Q
L	H	H	H
L	H	L	L
L	L	X	Q_0
H	X	X	Z

(ข)

รูปที่ 5.14 ไอซีแล็ทช์ 74LS 373 (ก)โครงสร้างขาของไอซี (ข)ตารางฟังก์ชั่น

เราจะต่อบัสของข้อมูลของไมโครคอนโทรลเลอร์เข้ากับอินพุทข้อมูล 74LS 373 แล็ทช์ เอาท์พุทของแล็ทช์จะถูกต่อเข้ากับอินพุทของ DAC 1408 และเราจะต่ออินพุท OC เข้ากับกราวนด์เพื่อว่าเอาท์พุทของแล็ทช์สามารถมีค่าเป็นได้ทั้ง HIGH หรือ LOW ในที่สุดอินพุท G ของ 74LS 373 จะได้จากการ NOR สัญญาณเอาท์พุท Yo ของ 74LS 373 กับสัญญาณ R/W ของไมโครคอนโทรลเลอร์ วงจรดีโค้ดแอดเดรสและแล็ทช์ที่สมบูรณ์แสดงได้ในรูปที่ 5.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.15 วงจรการดีโค้ดแอดเดรสเพื่อดีโค้ดแอดเดรส 8000H และวงจรแล็ทช์ 8 บิทอินพุท ข้อมูลให้กับ DAC 1408

ในรูปที่ 5.15 เมื่อ Yo และ R/W มีค่า LOW อินพุท G จะมีค่า HIGH และวงจรแล็ทช์ก็จะถูกอีนาเบิ้ลให้แล็ทช์ข้อมูลบนบัสเข้าไปในไอซี 74LS 373 อย่างไรก็ตาม Yo และ R/W จะมีค่าเป็น LOW เฉพาะในช่วงเวลาเมื่อไมโครโปรคอนโทรลเลอร์เขียนไปยังแอดเดรส 8000H เท่านั้น ข้อมูลที่ถูกแล็ทช์จะไปปรากฏที่เอาท์พุทของวงจรแล็ทช์และคงอยู่จนกว่าไมโครคอนโทรลเลอร์จะเขียนค่าข้อมูลใหม่ออกมาในไซเคิลการเขียนต่อ ๆ ไป

5.9วงจรคอนโทรลทิศทางการหมุน

เราสามารถใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์คอนโทรลทิศทางการหมุนของมอเตอร์ได้ง่ายขึ้นโดยใช้ซอฟแวร์

แต่เราก็จะต้องดัดแปลงฮาร์ดแวร์ในวงจรของรูปที่ 5.10 ด้วยเช่นกัน คือ เราจะต้องแทนสวตซ์คอนโทรลทิศทาง CW/CCW ด้วยไอซี 74LS75 แล็ทช์ อย่างไรก็ตามวงจรแล็ทช์นี้เราจะต้องกำหนดแอดเดรสแยกต่างหาก ดังนั้นเรากำหนดให้แล็ทช์ 74LS75 นี้มีแอดเดรสเป็น 9000H เพื่อว่าเรายังคงสามารถใช้วงจรดีโค้ดแอดเดรส 74LS138 ทำการดีโค้ดแอดเดรส 9000H ได้ดังสถานะต่อไปนี้

เราจะได้ Y1 ของไอซี 74LS 138 เป็นลอจิก 0

เมื่อ A15 และ A12 มีค่าเป็นลอจิก 1

และ A14, A13 และ VMA 02 มีค่าเป็นลอจิก 0

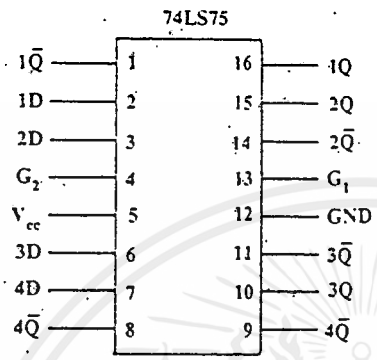
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(เราดูตารางฟังก์ชั่นของ 74LS 138 ได้จากรูปที่ 5.13)

A15 A14 A13 A12 ..... A0

1 0 0 0 XXXX XXXX XXXX = 9000H

โครงสร้างขาของไอซีไบสเตเบิ้ลแล็ทช์ 74LS75 และตารางฟังก์ชั่นแสดงได้ในรูปที่ 5.16



(ก)

Inputs		Outputs	
D	G	Q	$\bar{Q}$
L	H	L	H
H	H	H	L
X	L	Q_0	$\bar{Q}_0$

(ข)

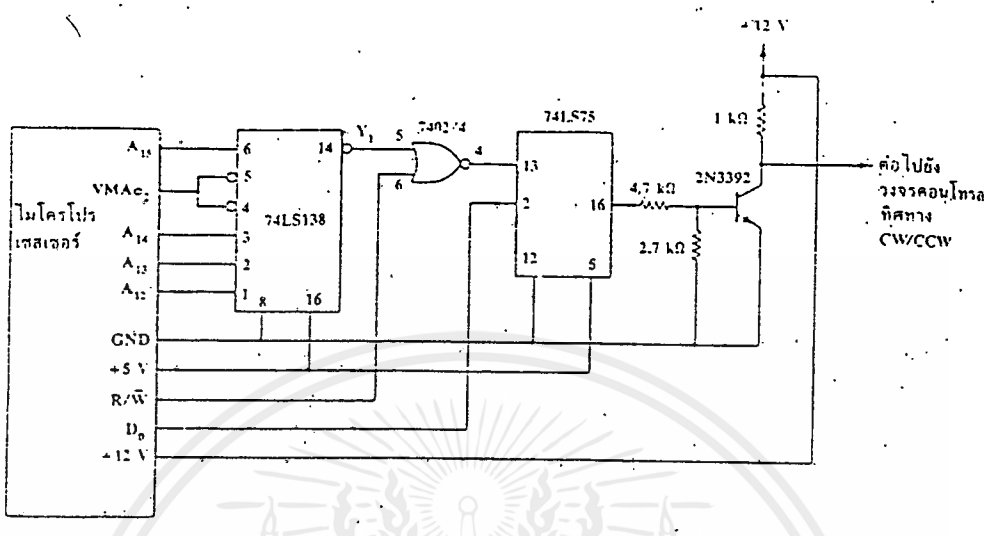
รูปที่ 5.16 ไอซี 74LS75 ไบสเตเบิ้ลแล็ทช์ขนาด 4 บิท (ก) โครงสร้างขาของไอซี (ข) ตารางฟังก์ชั่น

จากตารางฟังก์ชั่นเราจะเห็นได้ว่าข้อมูลส่งไปที่อินพุท D จะส่งผ่านไปยังเอาท์พุท Q เมื่ออีนาเบิ้ลอินพุท G มีค่า HIGH และเอาท์พุท Q จะมีข้อมูลเป็นไปตามข้อมูลอินพุทตราบเท่าที่อีนาเบิ้ลจะมีค่าไปเป็น HIGH อีกครั้งหนึ่ง

การทำงานเพื่อการคอนโทรลทิศทางการหมุนาของมอเตอร์ไอซี 74LS75 แล็ทช์จะต่อวงจรในลักษณะรูปที่ 5.17

เมื่อแอดเดรส 9000H มาอยู่ที่แอดเดรสบัส เอาท์พุท Y1 ของไอซี 74LS 138 ดีโค้ดเดอร์มีค่าเป็น LOW เอาท์พุทนี้จะถูก NOR กับสัญญาณ R/W ของไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้ไอซี 7402 สองอินพุท NOR เกท เอาท์พุทของ NOR เกทจะไปขับอีนาเบิ้ลอินพุทของ 74LS75 แล็ทช์ 4 บิท เส้นทางข้อมูล D0 จะเป็นข้อมูลอินพุทให้กับแล็ทช์ เมื่ออีนาเบิ้ลอินพุทของแล็ทช์มีค่าเป็น HIGH ข้อมูลที่อินพุท D0 จะถูกแล็ทช์ไว้ที่เอาท์พุทของมัน เอาท์พุทของแล็ทช์จะถูกแปลงไปเป็นสัญญาณ 12V โดยใช้อินเวอร์ทเตอร์ทรานซิสเตอร์ เราจำเป็นต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



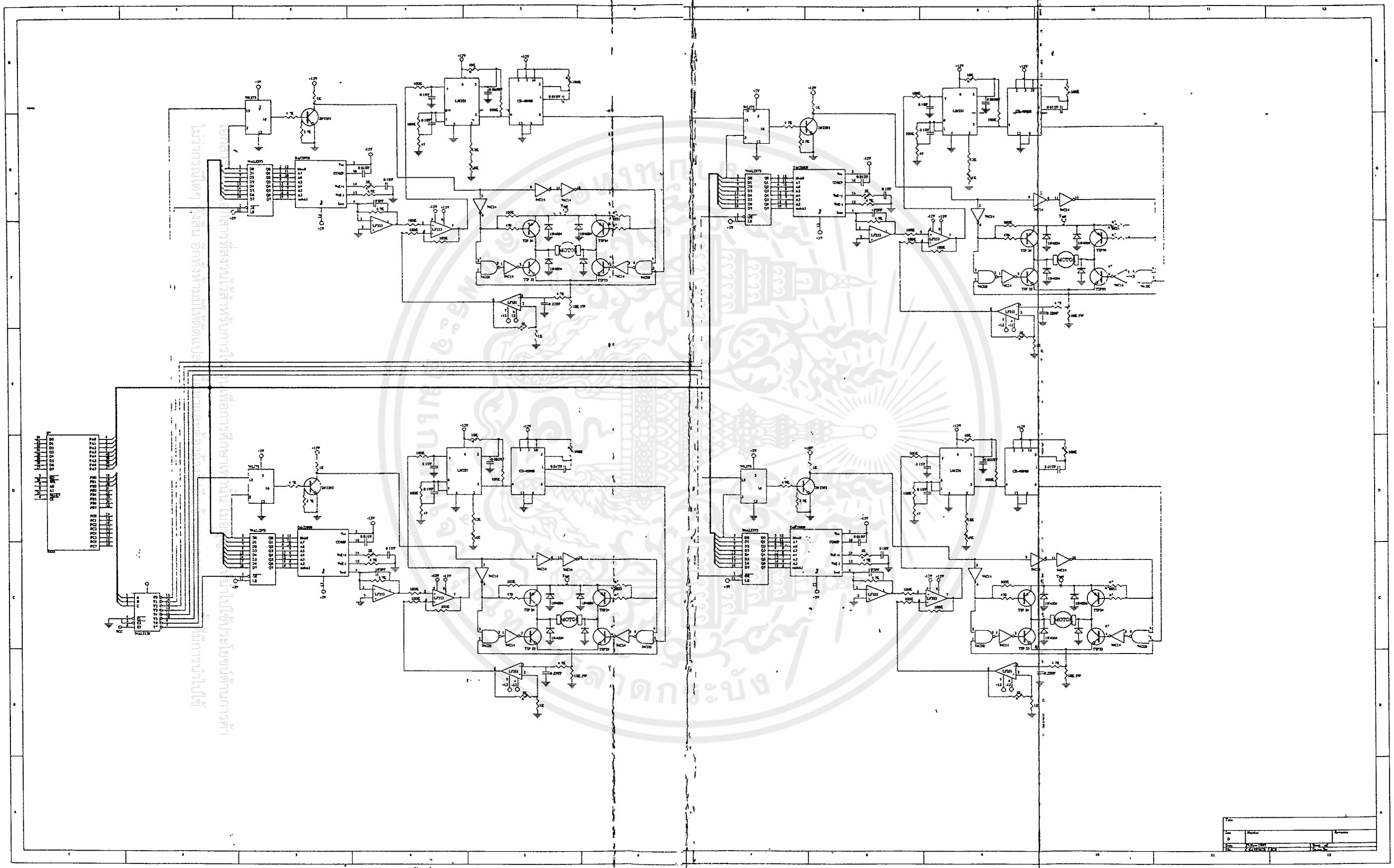
รูปที่ 5.17 วงจรคอนโทรลทิศทางการหมุนของมอเตอร์

แปลงระดับโวลท์เตจเพราะว่าสัญญาณคอนโทรลทิศทางเพื่อไปขับ CMOS74C14 เกท ทิศทางการหมุนของมอเตอร์สามารถจะโปรแกรมได้โดยการเซ็ทหรือรีเซ็ทเส้น D0 ของบัสข้อมูล

สมมติว่าเมื่อ D0 เป็นลอจิก 1 ทิศทางการหมุนของแกนมอเตอร์จะหมุนในทิศทางตามเข็มนาฬิกา และเมื่อ D0 เป็นลอจิก 0 ทิศทางการหมุนของแกนมอเตอร์จะหมุนในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา ดังนั้นวงจรอินเตอร์เฟสที่ใช้แทนไบนารี่สวิตซ์สำหรับเซ็ทดิจิตอลอินพุท และแทนสวิตซ์เปลี่ยนทิศทางการหมุน CW/CCW แสดงได้ในรูปที่ 5.15 และ 5.17 ตามลำดับ

ต่อไปเรากลับไปดูรูปที่ 5.10 วงจรคอนโทรลความเร็วของดีซีมอเตอร์ เราสามารถใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์คอนโทรลให้มันทำงานได้ โดยเราใช้วงจรแอดเดรสดีโค้ดเดอร์และวงจรแล็ทช์ 8 บิท แทนไบนารี่สวิตช์ 8 บิท เพื่อให้ไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถเขียนจำนวนไบนารี่ที่ต้องไปให้ยัง DAC 1408 (รูปที่ 5.15)และเราแทนสวิตช์CW/CCWได้ด้วยวงจรแล็ทช์ 74LS75 ดังแสดงในรูปที่ 5.17 นอกจากนั้นแล้วส่วนอื่น ๆ ของระบบในรูปที่ 10 ไม่ต้องเปลี่ยนแปลง ดังนั้นวงจรระบบการคอนโทรลความเร็วของดีซีมอเตอร์ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์แสดงได้ในรูปที่ 5.18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.18 ระบบการคอนโทรลความเร็วของดีซีมอเตอร์ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

บทที่ 6

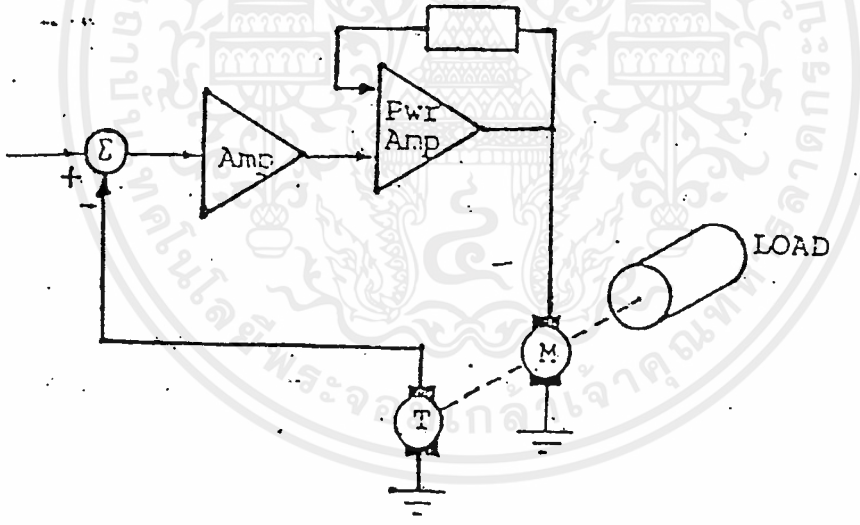
การเชื่อมต่อมอเตอร์กับ encoder ของมอเตอร์

6.1 ทาโคเยนเนอเรเตอร์และเอนโคดเดอร์

เซ็นเซอร์และเอนโคดเดอร์ เป็นส่วนประกอบที่สำคัญในระบบควบคุมที่มีการป้อนกลับในระบบควบคุมแบบเปิดลูป มักจะใช้ตรวจสอบคุณสมบัติการทำงานของระบบ ส่วนในระบบควบคุมแบบปิดลูป เซ็นเซอร์ และเอนโคดเดอร์ ใช้เป็นตัวสัญญาณกลับเพื่อควบคุม เซ็นเซอร์แบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะ คือ แบบอนาลอกเซ็นเซอร์ และแบบดิจิตอลเซ็นเซอร์ แบบอนาลอก ได้แก่ โปเทนชิโอมิเตอร์ ทโคเยนเนอร์เรเตอร์ และซิงโคร ส่วนเซ็นเซอร์แบบดิจิตอล ได้แก่ เอนโคดเดอร์

6.1.1 ทาโคเยนเนอเรเตอร์ (Tacho Generator)

ทาโคเยนเนอเรเตอร์เป็นเครื่องมือที่สามารถแปลงพลังงานกลไปเป็นพลังงานไฟฟ้า และให้กำเนิดเอาท์พุทโวลท์เต็จ เป็นสัดส่วนกับแมกนิจูดของความเร็วเชิงมุม ซึ่งลักษณะการทำงานของดีซีทาโคเยนเนอเรเตอร์ คล้ายดีซีเยนเนอเรเตอร์นั่นเอง



รูปที่ 6.1 แสดงบล็อคไดอะแกรมของระบบการบังคับความเร็ว

6.1.2 เอนโคดเดอร์ (Encoder)

ในระบบการบังคับตำแหน่งของเพลามอเตอร์ ต้องใช้เอนโคดเดอร์สำหรับรักษาตำแหน่ง และสร้างสัญญาณป้อนกลับโดยที่ตัวเอนโคดเดอร์จะสร้างสัญญาณพัลซ์ที่แปรผันตรงกับการหมุนของเพลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการรับรูปของมอเตอร์และตำแหน่งของเพลามอเตอร์ในรูปพัลซ์ได้ เอนโคดเดอร์ที่ใช้กันอยู่ทั่วไปมีด้วยกัน 2 ชนิด แบบสมบูรณ์ในตัวเอง (Absolute Encoders) และแบบไม่สมบูรณ์ในตัวเอง (Increment Encoder)

เอนโคดเดอร์แบบสมบูรณ์ในตัวเอง จะใช้แสงเป็นตัวกระทบกันแผ่นจานหมุน ซึ่งยังแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ ถอดรหัสเป็นแบบไบนารี่ (binary) และแบบรหัสเกย์ (gray code) โดยรูปร่างภายนอกประกอบด้วย แผ่นจานกลมใส ติดแถบทึบแสงเป็นรหัสไบนารี่รอบ ๆ ดังรูปที่เป็นเลขไบนารี่จำนวน 4 บิตหรือ 4 ช่อง ดังนั้นจำนวนคู่ของ LED และไฟโต้ไดโอดที่ใช้จะเป็น 4 คู่ด้วย โดยติดตั้งแต่ละคู่ในแต่ละช่อง ซึ่งแต่ละช่อง ซึ่งแต่ละช่องสัญญาณจะแทนตำแหน่งมุมของของแกนมอเตอร์ซึ่งความละเอียดของตำแหน่งมุม (angular resolution) นี้จะขึ้นอยู่กับจำนวนบิต หรือช่องของตัวเอนโคดเดอร์ด้วย ดังสมการ

ความละเอียดของตำแหน่งมุม = 360/2c

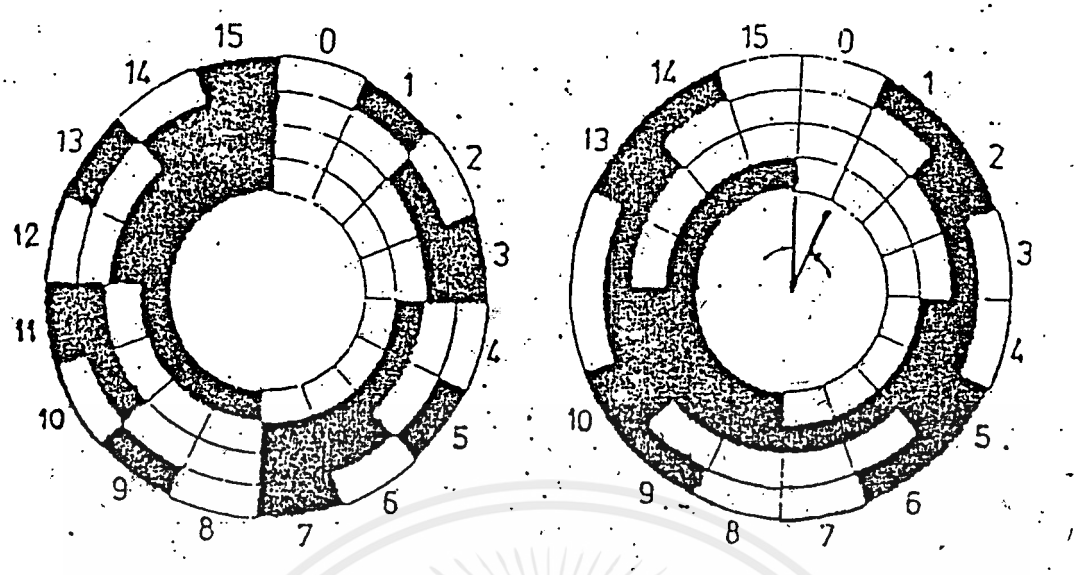
เมื่อ c คือ จำนวนบิตหรือจำนวนช่อง

ยกตัวอย่างเช่นถ้าต้องการออกแบบให้ความละเอียดของตำแหน่งมุมมีค่าน้อยกว่า 5 องศา จะต้องใช้จานเอนโคดเดอร์ที่มีจำนวนช่องทั้งหมดอย่างน้อย 7 ช่อง (360/2กำลัง7 = 2.81)

ในกรณีที่ใช้รหัสไบนารี่จะมีอยู่บางช่วงระหว่างการเปลี่ยนของเลข 2 จำนวน ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงของบิตมากกว่า 1 บิต เช่น การเปลี่ยนจาก 7(0111 2) จะเห็นว่ามีการเปลี่ยนแปลงเลขทุกบิต นั่นคือในช่วงนี้ระบบจะเกิดสภาวะไม่เสถียรสามารถทำให้คอมพิวเตอร์อ่านข้อมูลผิดพลาดได้ เรียกเหตุการณ์นี้ว่า race condition แต่ก็สามารถแก้ปัญหานี้ได้ โดยออกแบบวงจรให้สัญญาณนาฬิกาและการอ่านข้อมูลของคอมพิวเตอร์ทำงานพร้อม ๆ กันในช่วงสภาวะเสถียรเท่านั้น แต่การเพิ่มขึ้นของวงจรจะทำให้สิ้นเปลือง เอนโคดเดอร์แบบไบนารี่จึงไม่ค่อยเป็นที่นิยมเท่าไร

ลักษณะพิเศษของการใช้ระหัสเกย์ก็คือ ในระหว่างเลข 2 จำนวนที่ติดกันจะมีเพียงบิตเดียวเท่านั้นที่มีการเปลี่ยนแปลง จึงทำให้รหัสเกรย์นี้สามารถลดความผิดพลาดเนื่องจากการอ่านของคอมพิวเตอร์จากเอนโคดเดอร์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.2 แสดงลักษณะของออปติคัล เอนโคดเดอร์แบบสมบูรณ์ในตัวเอง
ก) แบบไบนารี่ ข) แบบรหัสเกย์

เอนโคดเดอร์แบบไม่สมบูรณ์ในตัวเอง (Increment Encoders) ออฟติคัลเอนโคดเดอร์แบบนี้จะมีรูปร่างเหมือนกับแบบแรก แต่จะมีช่องเพียงแถวเดียวเท่านั้นความกว้างของช่องและระยะห่างระหว่างช่องจะเท่ากันหมด โดยจะมีช่องพิเศษเพิ่มขึ้นมาอีก 1 ช่องสำหรับอ้างอิง ซึ่งจะอยู่กันคนละแถวกัน

ความละเอียดของตำแหน่งมุม จะขึ้นอยู่กับจำนวนของช่อง (n) บนแผ่นจาน สำหรับความกว้างของโฟโต้ไดโอด (Wp) ที่ใช้จะขึ้นอยู่กับค่าความละเอียดของตำแหน่งมุมและระยะห่างจากจุดศูนย์กลางถึงไฟโต้ไดโอด (r) ซึ่งเป็นไปดังสมการ

$$= 360 / n$$

และ $$Wp = r \sin (o/2)$$

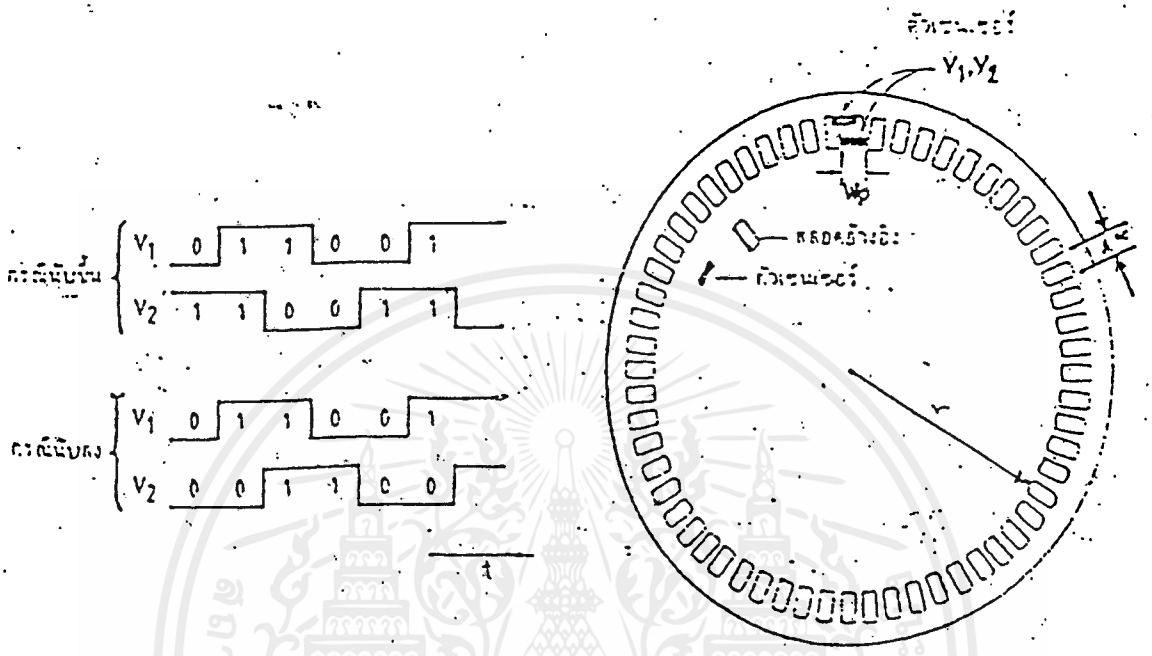
$$= r \sin (360/2n)$$

ยกตัวอย่างเช่น จานเอนโคดเดอร์ขนาด 120 ช่อง และมี o = 3 องศา ดังนั้น ความกว้างของโฟโต้ไดโอดที่ใช้จะต้องไม่เป็น 0.26 มิลลิเมตร r = 10 มิลลิเมตร

จำนวน LED และโฟโต้ไดโอดที่ใช้จะมีทั้งหมด 3 คู่เสมอ ไม่ว่าจำนวนช่องจะมีมากหรือน้อยก็ตาม โดย 2 คู่แรกจะวางที่ตำแหน่งของช่องและว่างห่างกันเท่ากับครึ่งหนึ่งของความกว้างของช่องดังรูปที่ 6.3 เมื่อแผ่นจานหมุนสัญญาณจาก V1 และ V2 จะต่างเฟสกัน 90 องศาเสมอ ถ้าเป็นการหมุนตามเข็มนาฬิกาสัญญาณจาก V1 จะนำหน้าสัญญาณ V2 อยู่ 90 องศา เมื่อมอเตอร์หมุนแบบทวนเข็มนาฬิกาสัญญาณจาก V1 ก็จะเปลี่ยนกลับมาเป็นล้าหลังสัญญาณ V2 อยู่ 90 องศา ความแตกต่างนี้จะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นตัวชี้ถึงทิศทางการหมุนได้สำหรับ LED โฟโต้ไดโอดคู่ที่เหลือก็จะถูกจัดวางให้ตรงตำแหน่งของสล็อตอ้างอิง (Referrece slot) เพื่อกำหนดตำแหน่งมุมโดยการนับพัลส์ที่เกิดขึ้นเริ่มจากสล็อตอ้างอิง



รูปที่ 6.3 แสดงลักษณะของออฟติคัลเอนโคดเดอร์-แบบไม่สมบูรณ์ในตัวเอง

6.2 การเชื่อมต่อ encoder ที่ใช้งาน

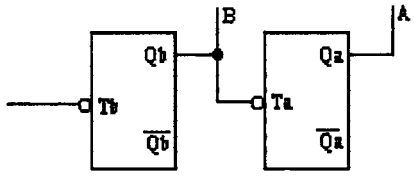
เมื่อป้อนสัญญาณให้มอเตอร์หมุนจะทำให้ encoder สร้างพัลส์ที่มีความแปรผันตรงกับความเร็วมอเตอร์โดยถ้าความเร็วมอเตอร์สูง พัลส์ก็จะมีความถี่สูง ถ้าความเร็วมอเตอร์ต่ำ พัลส์ก็จะมีความถี่ต่ำ

6.3 วงจรนับ (Counter)

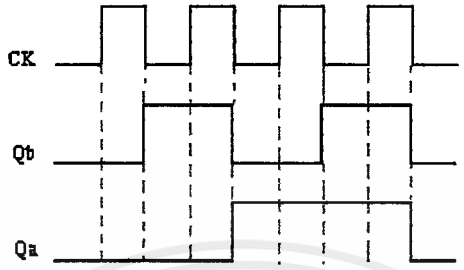
วงจร Binary Ripple counter

วงจรนับเป็นการประยุกต์ใช้งานของ Flip Flop โดยถือหลักการว่า Flip Flop 1 ตัว จะเป็นการนับได้ 2 (0 ถึง 1) คือสภาวะหนึ่งอาจจะเป็น 0 เมื่อมีการ Trigger อีกครั้งจะเป็น 1 สลับกันไปเช่นนี้ นั่นคือ Flip Flop 1 ตัว สามารถนับได้ 2 เลข คือ 0 กับ 1 ดังนั้นถ้า Flip Flop 2 ตัว ต่อกัน เช่น มี T Flip Flop 2 ตัว โดยที่แต่ละตัวทำงาน เมื่อมีการ Trigger ที่ขอบขาลงดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปวงจรนับ 4 โดยใช้ T- Flip Flop 2 ตัว



รูปที่ 6.4 Timing diagram ของวงจรนับ 4

จากรูป เป็น T Flip Flop 2 ตัว ต่อในลักษณะขา T ของตัวหลัง ต่อกับ Q ของตัวหน้าสมมุติว่าขณะที่ Qa และ Qb เป็น 0 ทั้งคู่ เมื่อ Clock pulse ที่ขาของ Clock pulse ที่ขาของ Clock input เปลี่ยนระดับจาก 0 เป็น 1 T Flip Flop ตัวแรก (Tb) ยังไม่มีการเปลี่ยนสภาวะ เพราะเป็นการ Trigger ที่ขอบขาขึ้น จนกระทั่งเมื่อ Clock pulse เปลี่ยนระดับจาก 1 เป็น 0 Qb จะเปลี่ยนสภาวะเป็น 1 ถึงแม้ Ta จะต่ออยู่กับ Qa ก็ตาม แต่ Flip Flop ตัวหลังไม่ทำงานเพราะเป็นขอบขาขึ้น ซึ่งมันจะสนใจเฉพาะขอบขาลงเท่านั้นหลังจาก Clock pulse ลูกแรกผ่านไป ขณะนี้ Qb เป็น 1 ในขณะที่ Qa เป็น 0 คือเลข (01)2 หรือเลข (1)10 นั่นเอง ต่อมาเมื่อ Clock pulse ลูกที่สองผ่านไป Qb จะเปลี่ยนจาก 1 เป็น 0 ในขณะที่ Clock pulse เปลี่ยนสภาวะที่ขอบขาลง เมื่อ Qb เปลี่ยนสภาวะจาก 1 เป็น 0 Qa จะเปลี่ยนสภาวะจาก 0 เป็น 1 บ้างเพราะ T ได้รับการ Trigger ที่ขอบขาลงของ Qb นั่นเอง ในขณะนี้ Qa เป็น 1 และ Qb เป็น 0 คือเลข (10)2 หรือ (2)10 เมื่อ Clock pulse ลูกที่ 3 ผ่านไป Qb จะเปลี่ยนกลับเป็นสภาวะ 1 ใหม่ แต่ Qa ไม่เปลี่ยนแปลงเนื่องจาก Ta ได้รับการ Trigger ที่ขอบขาขึ้น ซึ่งก็คือ Qa = 1 และ Qb= 1 คือเลข (11)2 หรือ (3)10 จนกระทั่ง Clock pulse ลูกที่ 4 ผ่านไป Qb เปลี่ยนกลับมาเป็นสภาวะ 0 ใหม่ ทำให้ Qa เปลี่ยนกลับมาเป็นสภาวะ 0 ด้วย การทำงานจะเห็นได้ชัดจาก Timing diagram ตามรูปและตารางการนับ

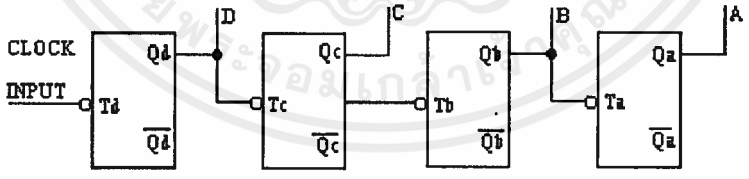
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

INPUT PULSE	Qa	Qb
0	0	0
1	0	1
2	1	0
3	1	1
4 (หรือ 0)	0	0

ตารางการนับ 4

เราจะคิดกันอย่างง่าย ๆ จำนวนเลขฐานที่จะนับได้ เท่ากับจำนวน 2n เมื่อ n เป็นจำนวน Stage ของ Flip Flop ในที่นี้ Flip Flop มี 2 ตัว จำนวนที่จะนับได้ทั้งหมดจึงเท่ากับ 2n หรือเท่ากับ 4 คือนับจาก 0 ถึง 3 แล้วกลับมานับ 0 ใหม่

ถ้าหากต้องการนับ 16 (จาก 0 ถึง 15 หรือ 0000 ถึง 1111) ก็ต้องใช้ Flip Flop จำนวน 4 ตัวต่อแบบอันดับ ตามรูป



รูปที่ 6.5 วงจรนับ 16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

INPUT	Qa	Qb	Qc	Qd
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1
10	1	0	1	0
11	1	0	1	1
12	1	1	0	0
13	1	1	0	1
14	1	1	1	0
15	1	1	1	1
16	0	0	0	0

ตารางการนับ 16

จากรูปวงจรนับ 16 เป็นวงจรนับ 16 หรือวงจรนับ 4 Stages ซึ่งมีลักษณะการต่อเหมือนวงจรนับ 4 เพียงแต่ว่าจำนวน Flip Flop เพิ่มขึ้น ทำให้สามารถนับจำนวนได้มากขึ้นด้วย เราอาจเปรียบ Flip Flop เป็น bit ของเลขฐานสองได้ คือ 1 bit มีการเปลี่ยนแปลงได้ 2 สถานะ คือ 0 กับ 1 ถ้ามี 2 bit (Flip Flop 2 ตัว) ก็จะมีสถานะที่ไม่เหมือนกันได้ 4 สถานะ คือ 00,01,10,11 หากเป็น 3 bit (Flip Flop 3 ตัว) ก็จะมีสถานะที่ไม่เหมือนกันได้ 8 สถานะ คือ 000,001,010,011,100,101,110,111 เป็นต้นในตารางการนับ 4 stages จงสังเกตว่า Qb จะมีการเปลี่ยนแปลงสถานะตลอดเวลาที่ขอบขาลงของ Clock pulse แต่สำหรับ Qc การเปลี่ยนแปลงสภานะจะเกิดขึ้นเมื่อ Qd เปลี่ยนสถานะจาก 1 เป็น 0 เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในทำนองเดียวกัน Qb และ Qa ก็จะมีการเปลี่ยนแปลงสภานะก็ต่อเมื่อ Qc และ Qb เปลี่ยนสภานะในช่วงขอบขาลงลง ตามลำดับ

วงจรนับถอยหลัง

วงจรนับที่ได้กล่าวมาแล้วเป็นการนับจำนวนเลขฐานสองของ Input Clock pulse ที่เริ่มจากน้อยไปมาก จนกระทั่งนับเต็มที่ แล้วจึงกลับมาเริ่มต้นนับที่ 0 ใหม่ จงสังเกตด.ว่า ในขณะที่เรากำลังสนใจ Qa,Qb,Qc และ Qd อยู่นั้น Qa,Qb,Qc และ Qb ก็มีการเปลี่ยนแปลงเช่นกัน ในขณะที่ Qa , Qb,Qc ,Qd เป็น (0000)2 หรือ (0)10 Qa,Ab,Qc,Qd ก็ต้องเป็น (1111)2 หรือ (15)10 ด้วย ถ้า Input Clock Pulse ผ่านไป 1 ลูก Out put Complement (Q) ก็จะเป็น (1110)2 หรือ (14)10 เป็นเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ จน กระทั่ง Output เป็น (1111)2 Output Complement (Q) ก็จะเป็น (0000)2 แล้วจึงเริ่มต้นใหม่ นั่นคือ ถ้าต้องการให้เป็นวงจรนับถอยหลังก็นำ Output Complement คือ Qa,Qb,Qc, และ Qd มาใช้งาน

ในการทำ Ripple counter สามารถใช้ Flip Flop ชนิดอื่น ๆ ได้เช่นกัน เช่น ใช้ D Flip Flop และ JK Flip Flop โดยการดัดแปลง D Flip Flop ,JK Flip Flop ให้เป็น T Flip Flop แล้วจึงต่อเป็นวงจร Counter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

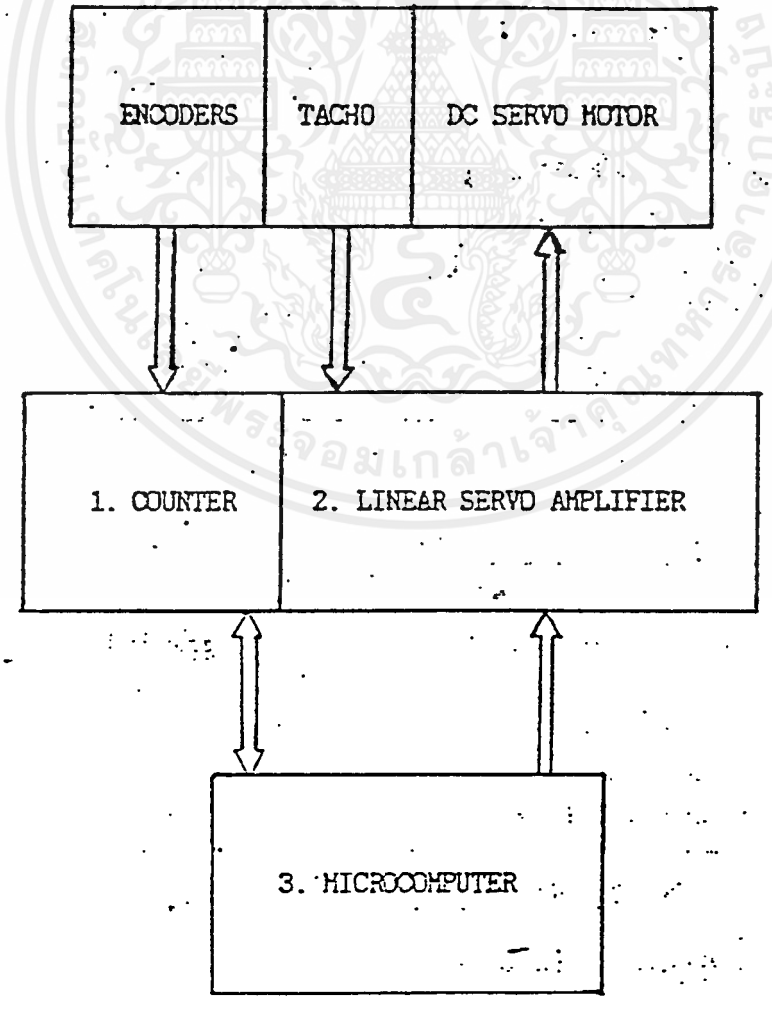
บทที่ 7

การนำอุปกรณ์ต่าง ๆ มาเชื่อมต่อกัน

7.1 ลำดับการทำงานของวงจรรวม

ไมโครคอนโทรลเลอร์ สามารถนำไปควบคุมกระบวนการได้มากมาย เช่น ควบคุมหุ่นยนต์, ควบคุมกระบวนการทางอุตสาหกรรมต่าง ๆ ซึ่งเกี่ยวข้องกับการควบคุมอุณหภูมิ, ควบคุมแรงดันไฟฟ้า, ควบคุมเครื่องกลไฟฟ้า เป็นต้น

ไมโครคอนโทรลเลอร์ ประกอบด้วย ส่วนควบคุมกลาง (Control processing unit) โดยประดิษฐ์ขึ้นในรูปวงจรรวมในชิพเดี่ยว (IC) ซึ่งมีอยู่หลายเบอร์ในส่วนนี้จะใช้เบอร์MCS-51เราสามารถจัดให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอก (Peripheal) ได้โดยวิธีการอินเตอร์เฟส Interface) การควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ชุดอินเตอร์เฟสจะทำหน้าที่ติดต่อรับสัญญาณจากชุดเอนโค๊ดเดอร์ จากแผงคีย์ (Key Board) จากหน่วยความจำ แล้วนำมาประมวลผลตามโปรแกรมที่ได้เขียนสั่งไว้แล้วส่งสัญญาณไปควบคุมมอเตอร์ พร้อมทั้งแสดงผล ซึ่งลำดับการทำงานรวมสามารถเขียนเป็นบล็อคไดอะแกรมได้ดังนี้



รูปที่ 7.1 แสดงบล็อคไดอะแกรมรวมของวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 7.1 จะแบ่งบล็อคไดอะแกรมออกเป็น 3 ส่วนใหญ่ ๆ คือ ภาค Counter, ภาค Linear Servo Amplifier, ภาค Micro processer โดยแต่ละภาคมีหน้าที่ต่าง ๆ ดังนี้ ภาคไมโครคอนโทรลเลอร์ จะรับคำสั่งทางแผงคีย์ติดต่อกับหน่วยความจำ และประมวลคำสั่งที่ถูกเขียนไว้ แจ้งสัญญาณผ่าน Output Port ไปยังภาค Linear Amplifier เพื่อควบคุมทิศทางการหมุนและความเร็วของเซอร์โวมอเตอร์ ขณะที่เซอร์โวมอเตอร์หมุนชุดสัญญาณของเอนโคดเดอร์จะสร้างสัญญาณรูปสี่เหลี่ยมส่งเข้าภาค Counter ซึ่งภาค Counter จะนับจำนวนสัญญาณของเอนโคดเดอร์ จากนั้นจะส่งข้อมูลใหม่ในหน่วยความจำ แล้วส่งสัญญาณไปยังชุดแสดงผล และภาค Linear Servo Amplifier เพื่อควบคุมการหมุนมอเตอร์สัญญาณจากชุดเอนโคดเดอร์จะส่งไปยังชุด Counter และป้อนกลับเข้าชุดไมโครคอนโทรลเลอร์ CPU ก็จะทำการประมวลผลอีก ลำดับการทำงานจะซ้ำ ๆ กัน จนกว่าจะเสร็จสิ้นการทำงาน จากบล็อกไดอะแกรมในรูปที่ 7.1

7.2 ส่วนประกอบของระบบ

ส่วนประกอบของระบบควบคุมจะมีส่วนประกอบหลัก ๆ ดังนี้

1. ชุดควบคุมภายในจะประกอบไปด้วยจอยสติ๊ก 2 ชุดคีย์ 4*4 จอแสดงสภาวะ (7-Segment) ปุ่ม ON/OFF และปุ่ม RESET

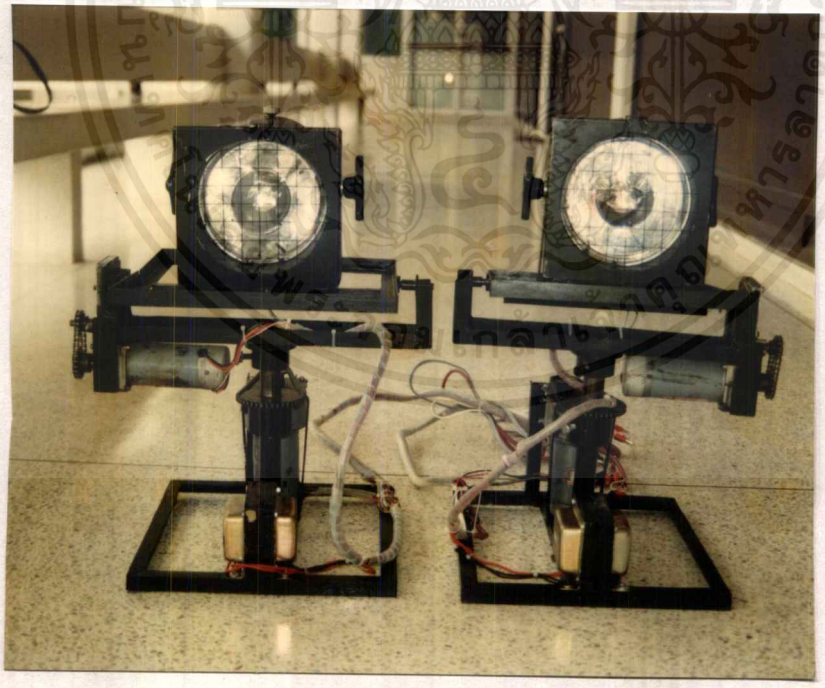
รูปที่ 7.2 ชุดควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ชุด POWER ภายในจะประกอบไปด้วยชุดแปลงไฟ ชุดขับมอเตอร์ และไมโครคอนโทรลเลอร์

รูปที่ 7.3 ชุด POWER

3. ชุดไฟส่อง จะมีอยู่ 2 ชุดด้วยกัน ประกอบด้วย LIGHT1 และ LIGHT2



รูปที่ 7.3 ชุดไฟส่องเวที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การทำงานในลักษณะต่างๆของไฟส่องเวที

รูปที่ 7.4 แสดงการส่องไฟลงด้านล่าง

รูปที่ 7.5 แสดงการส่องไฟไปในแนวตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 7.6 แสดงการส่องไฟขึ้นด้านบน

รูปที่ 7.7 แสดงการส่องไฟในแนวด้านข้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 7.8 แสดงด้านข้างของไฟส่องเวที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 8

โปรแกรมควบคุมการทำงาน

ในส่วนของโปรแกรมควบคุมการทำงานนั้นจะเป็นโปรแกรมแอสแซมบลีของไมโครคอนโทรลเลอร์ 8051 โดยโปรแกรมที่ใช้จะประกอบไปด้วย โปรแกรมย่อย หลายๆโปรแกรม มาทำงานร่วมกัน โดยโปรแกรมย่อยแต่ละโปรแกรมจะมีส่วนประกอบสำคัญๆ จำแนกออกเป็นสี่ส่วนหลักได้แก่

1.ส่วนของการกำหนดค่าเริ่มต้น (Initialization Section) ให้กับตัวแปร แอดเดรส หรือ รีจิสเตอร์ต่างๆ

2.ส่วนของการดำเนินการ (Processing Section)เพื่อจัดการข้อมูลหรือประมวลผลคำสั่ง

3.ส่วนของการควบคุมการวนรอบ (Loop Control Section) เพื่อจัดการเกี่ยวกับตัวนับ การวนรอบ และตัวชี้ตำแหน่งข้อมูล สำหรับการดำเนินการในแต่ละรอบ

4.ส่วนของการสรุปผลปิดท้าย (Concluding Section) ซึ่งอาจจะเป็นการนำข้อมูลที่ได้จากกระบวนการทำงานขั้นสุดท้ายไปเก็บยังตำแหน่งที่ต้องการ

โปรแกรมควบคุมที่สำคัญๆจะประกอบไปด้วย โปรแกรมดังต่อไปนี้

1.โปรแกรมตั้งค่าเริ่มต้นให้กับอุปกรณ์ที่นำมาเชื่อมต่อ (Initial Hardware)

จะเป็นโปรแกรมที่ใช้ในการตั้งค่าเริ่มต้นให้กับอุปกรณ์ต่างๆ โดยจะต้องประกอบไปด้วยโปรแกรมย่อยๆดังนี้

1.1 โปรแกรมตั้งค่าเริ่มต้นให้ Port Input & Port output (Initial 8255 Port) เป็นการกำหนดว่าจะให้ Port A,Port B,Port C ทำหน้าที่เป็น Port Input หรือ Port Output ขึ้นอยู่กับการออกแบบทางด้าน Harware โดยระบบควบคุมที่ใช้ จะกำหนดหน้าที่ของ Port ต่างๆดังนี้

PORT1A(0F800H) เชื่อมต่อกับ Display ทำหน้าที่ส่งข้อมูลไปให้ Display (7 Segment) แสดงข้อมูล

PORT1B(0F801H) ทำหน้าที่ เลือก Digit ของ Display ที่จะแสดง และทำหน้าที่เลือก Keys ของสวิทช์ที่จะรับ ข้อมูลเข้ามาทำการประมวลผล จะเป็นส่วนของหลัก(Column)

PORT1C(0F802H) เชื่อมต่อสวิทช์ทางด้านแถว ทำหน้าที่รับข้อมูลจาก Key จะเป็นส่วนของแถว (Row) 4 bit ส่วนอีก 4 bit จะเชื่อมต่อไฟ

PORT2A(0FC00H) เชื่อมต่อกับวงจร A/D ทำหน้าที่รับข้อมูลจากวงจร A/D

PORT2B(0FC01H) เชื่อมต่อกับวงจรCounter (Counter จะนับจำนวนพัลส์ที่รับมาจาก Encode ของมอเตอร์)

PORT2C(0FC02H) ทำหน้าที่เลือก Joy (A/D)ที่จะทำการรับข้อมูลเข้ามา

PORT3A(0FE00H) เชื่อมต่อกับวงจรควบคุมความเร็วและทิศทางของมอเตอร์ จะส่งข้อมูลไปให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรทำงาน

PORT3B(0FE01H) ทำหน้าที่เลือกวงจรควบคุมมอเตอร์ว่าจะส่งข้อมูลไปควบคุมมอเตอร์ตัวไหน

PORT-C(0FE02H) เชื่อมต่อกับวงจรCounter (Counter จะนับจำนวนพัลส์ที่รับมาจาก Encode ของมอเตอร์) ทำการ ตั้งค่าเริ่มต้นให้กับ 8255 Port (Initial Port) โดยส่งค่าควบคุมต่างๆไปให้ Control Portที่ตำแหน่ง 0f803H,0FC03H,0FE03H โดยค่าที่ส่งไป (Contorl Word) จะพิจารณาจากการทำงานของแต่ละ Port

1.2 ตั้งค่าเริ่มต้นให้ไฟส่องเวทีดับก่อนในสภาวะเริ่มต้นทำงาน

1.3 ตั้งค่าเริ่มต้นให้ มอเตอร์หยุดหมุนในสภาวะเริ่มต้นทำงาน

1.4 ตั้งค่าให้ Display ไม่แสดงค่าใดๆในสภาวะเริ่มต้น

1.5 ตั้งค่าเริ่มต้นให้กับหน่วยความจำที่ใช้งาน โดยหน่วยความจำภายใน จะกำหนดไว้ดังต่อไปนี้

หน่วยความจำตำแหน่ง	60H - 67H	ใช้เก็บข้อมูลของ	Display
หน่วยความจำตำแหน่ง	68H	ใช้เก็บข้อมูลของ	Light
หน่วยความจำตำแหน่ง	69H	ใช้เก็บข้อมูลของ	Speed Motor

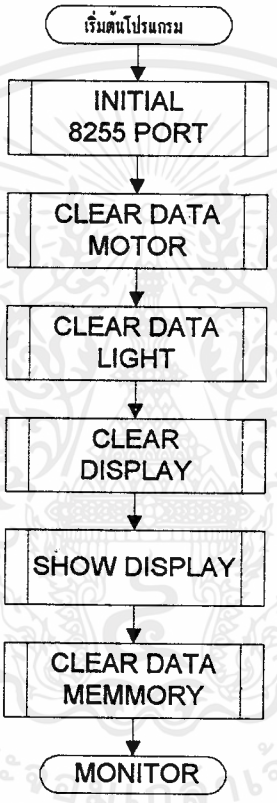
1.6 เมื่อตั้งค่าต่างๆเรียบร้อยแล้วเข้าสู่โปรแกรม MONITOR เพื่อรอรับ Key แล้วไปทำงานตามฟังก์ชั่นต่างๆ

Funtion 1	เป็นการตั้ง Center ในแนวแกน X Joy1
Funtion 2	เป็นการตั้ง Center ในแนวแกน Y Joy1
Funtion 3	เป็นการตั้ง Center ในแนวแกน X Joy2
Funtion 4	เป็นการตั้ง Center ในแนวแกน Y Joy3
Funtion 5	จะเป็นการควบคุมการเคลื่อนที่ของไฟส่องเวที โดยความเร็วจะเปลี่ยนตามจอย
Funtion 6	จะเป็นการควบคุมการเคลื่อนที่ของไฟส่องเวที โดยความเร็วจะเปลี่ยนตามค่าที่ตั้งไว้
Funtion 7	จะเป็นการควบคุม การเคลื่อนที่ของไฟส่องเวที โดยสามารถเลือก Joy ที่จะใช้บังคับได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Funtion 8 จะเป็นการควบคุม การเคลื่อนที่ของไฟส่องเวทีชุดที่1 โดยใช้คีย์เป็นตัวควบคุม

Funtion 9 จะเป็นการควบคุม การเคลื่อนที่ของไฟส่องเวทีชุดที่2 โดยใช้คีย์เป็นตัวควบคุม

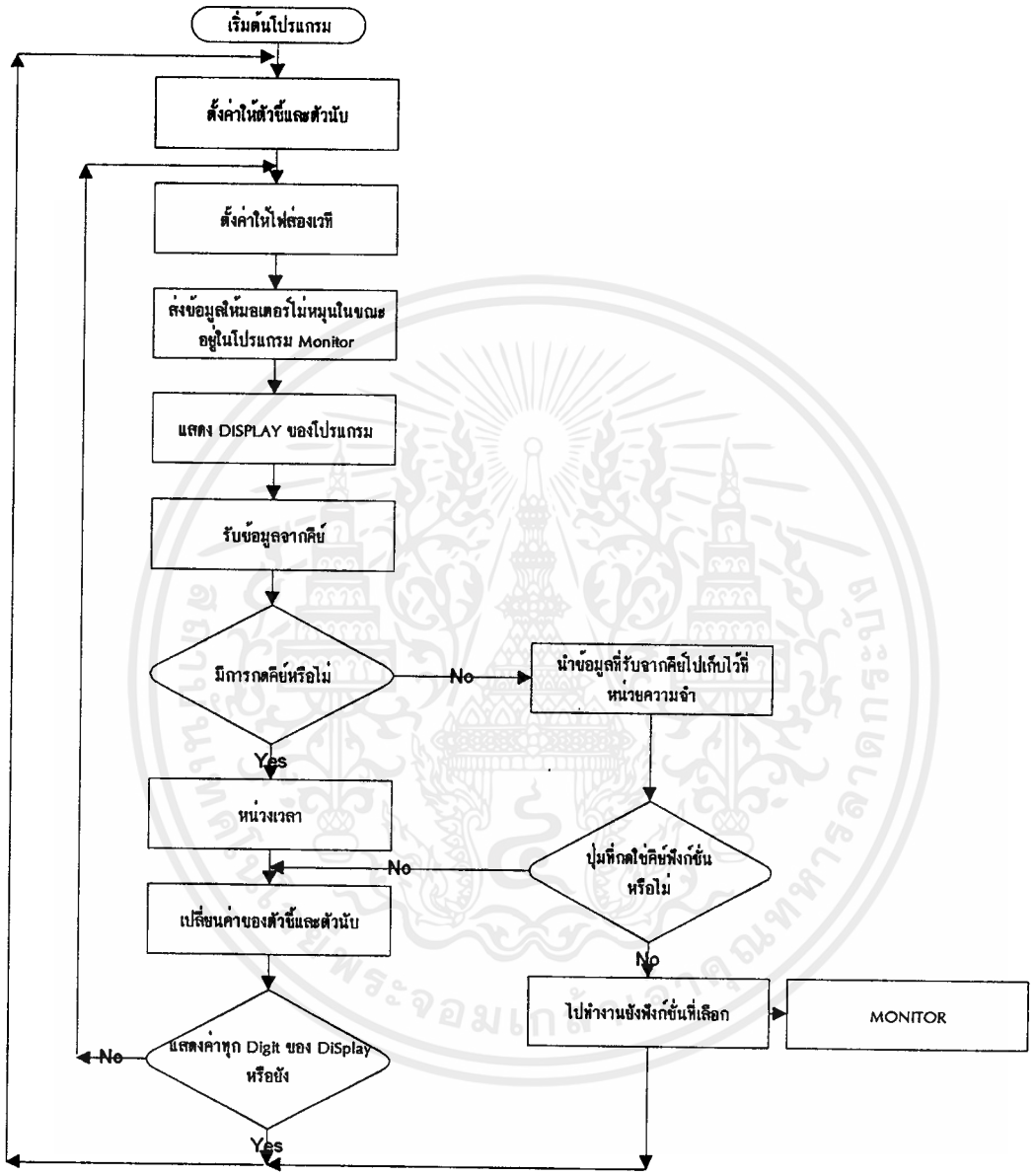


รูปที่ 8.1 โฟว์ชารต์แสดงการตั้งค่าต่างๆให้กับอุปกรณ์ที่นำมาเชื่อมต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. โปรแกรม MONITOR

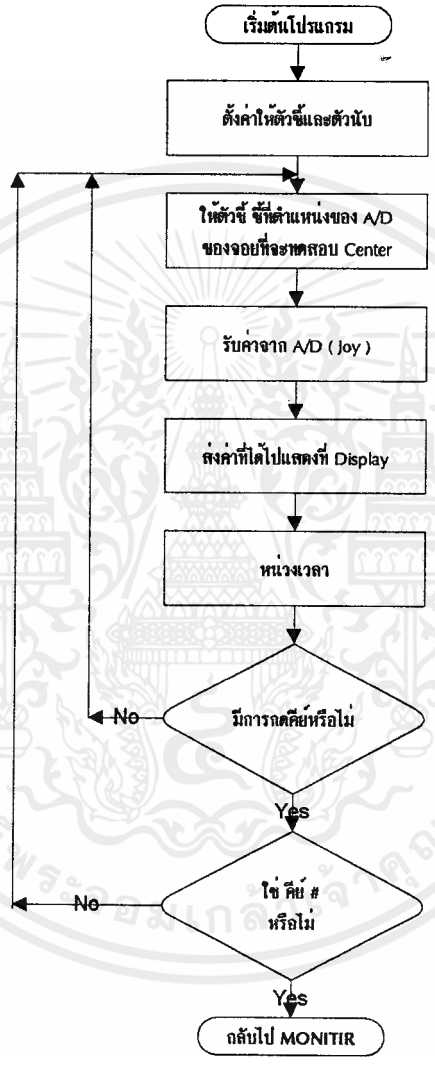
จะเป็นโปรแกรมที่ รอรับคีย์เพื่อที่จะกระโดดไปทำงานยังฟังก์ชั่นต่างๆ โดยจะแสดงที่ Display เป็นไฟวิ่งเพื่อแสดงสภาวะพร้อมที่จะรับข้อมูล



รูปที่ 8.2 โฟว์ชารต์โปรแกรมMonitor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

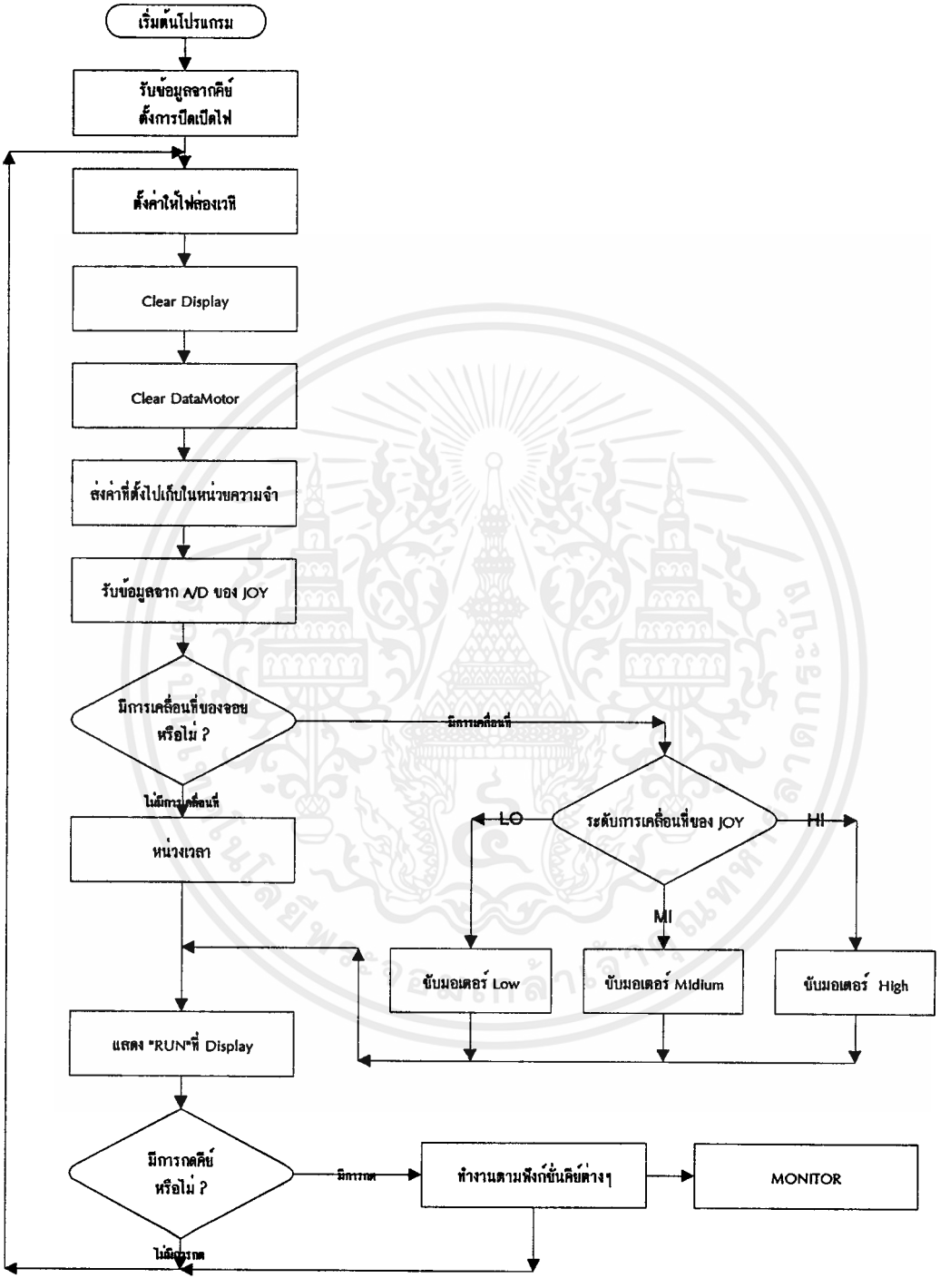
3. โปรแกรมตั้ง Center ให้กับ Joy1,Joy2 เพื่อใช้ในการตั้งค่ากลางให้กลับ JOYSTICK ก่อนการใช้งาน



รูปที่ 8.3 โฟว์ชาร์ตแสดงการทำงานการตั้งค่ากลางให้Joystick

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

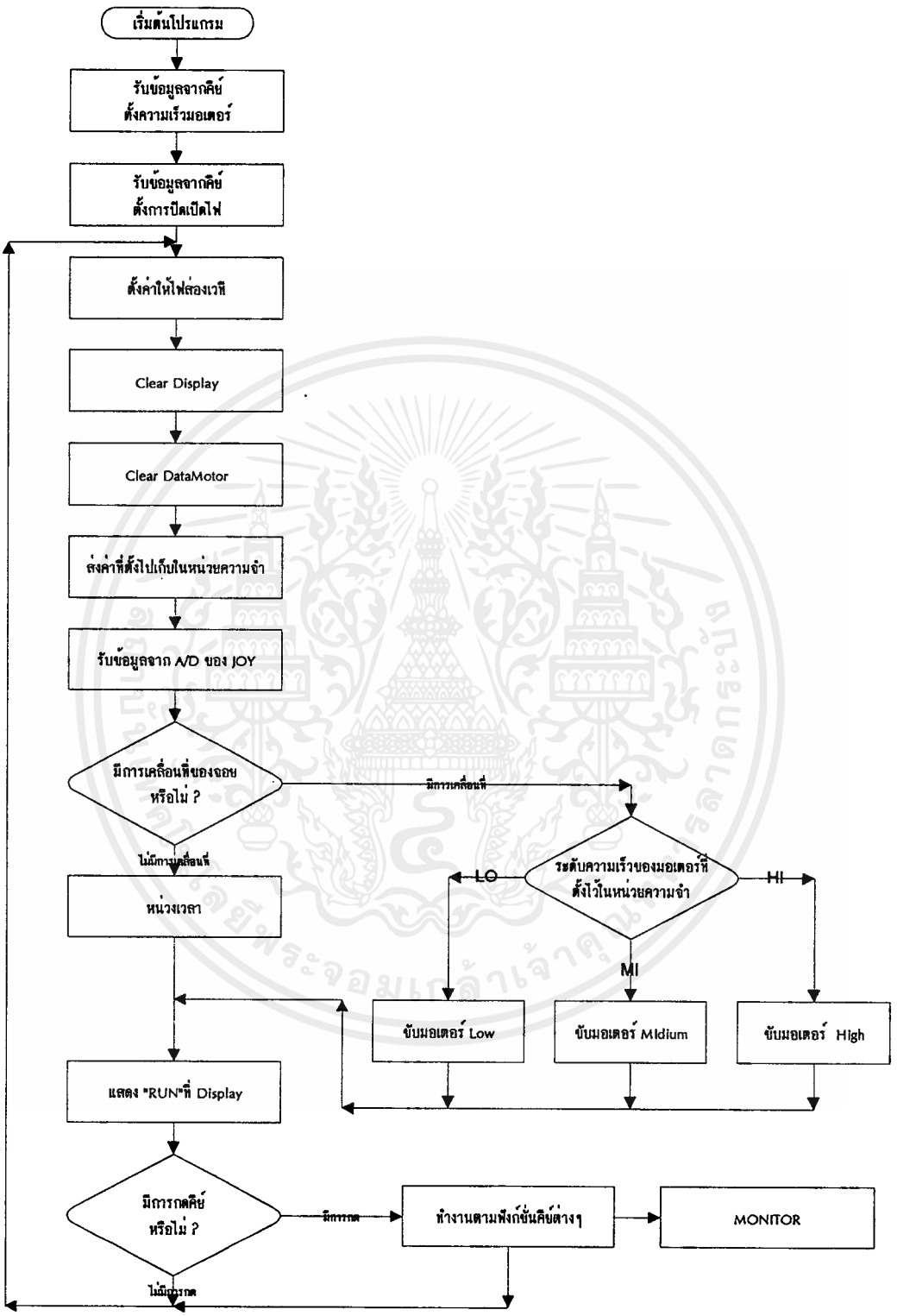
4. โปรแกรมของ Funtion 5 จะเป็นการควบคุมการเคลื่อนที่ของไฟส่องเวที โดยความเร็วจะเปลี่ยนตามจอย



รูปที่ 8.4 โฟว์ชาร์ตแสดงการทำงานฟังก์ชั่นที่5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

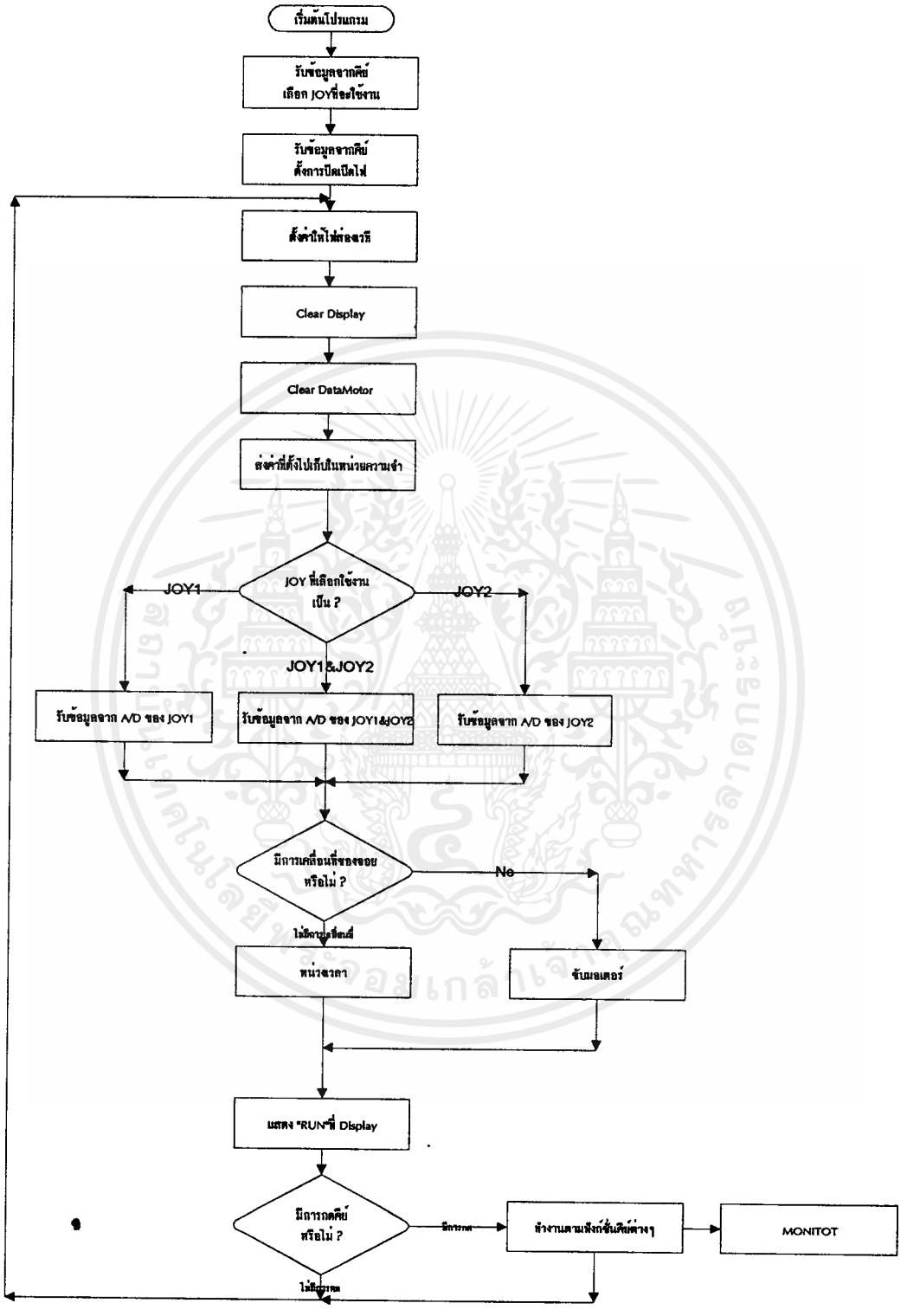
5.โปรแกรมของ Funtion 6 จะเป็นการควบคุมการเคลื่อนที่ของไฟส่องเวที โดยความเร็วจะเปลี่ยนตามค่าที่ตั้งไว้



รูปที่ 8.5 โฟว์ชาร์ตแสดงการทำงานของฟังก์ชั่นที่6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

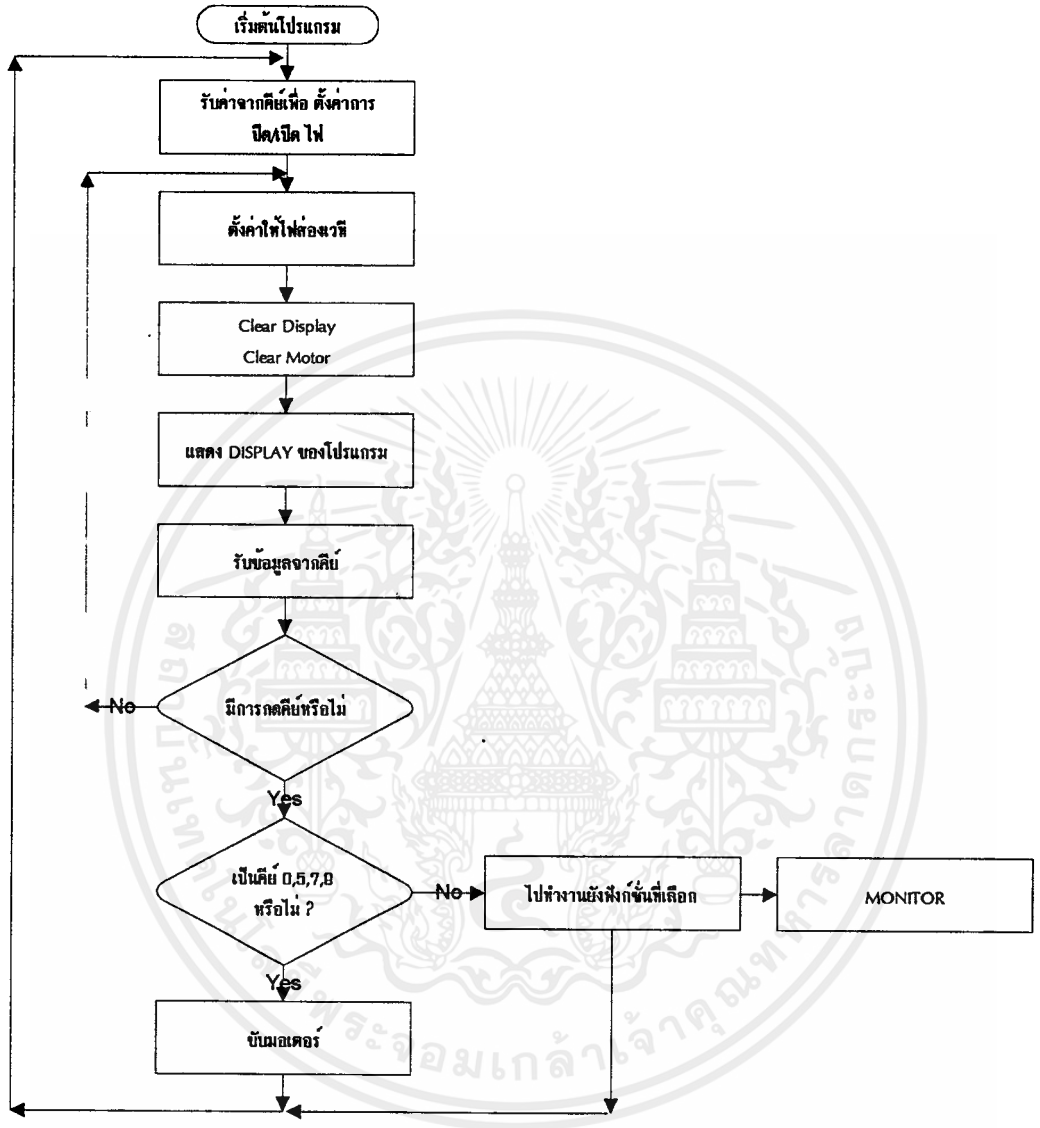
6.โปรแกรมของ Funtion 7 จะเป็นการควบคุม การเคลื่อนที่ของไฟส่องเวที โดยสามารถเลือก Joy ที่จะใช้บังคับได้



รูปที่ 8.6 โฟว์ชาร์ตแสดงการทำงานของฟังก์ชั่นที่7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.โปรแกรมของ Funtion8 & Funtion9 จะเป็นการควบคุม การเคลื่อนที่ของไฟส่องเวที โดยใช้คีย์เป็นตัวควบคุม



รูปที่ 8.7 โฟว์ชาร์ตแสดงการทำงานฟังก์ชั่นที่8 และฟังก์ชั่นที่9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

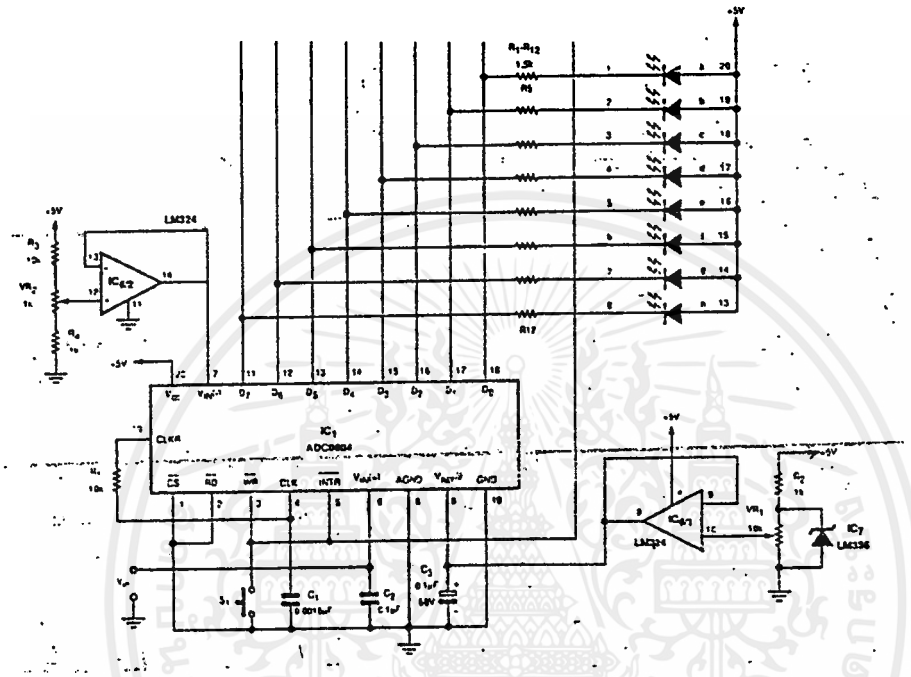
บทที่ 9

ผลการทดลอง

9.1การทดลองวงจร ADC

ขั้นตอนการทดลอง

1. ต่อวงจรดังรูป



รูปที่ 9.2 วงจร ADC

2. วัดค่าต่างๆตามตารางที่ 9.1 โดยการป้อนค่า V(IN) ตามตาราง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

V(in)	DATA	V(in)	DATA
19.5(mv)	0000 0000	1000 0000	2.535
39(mv)	0000 0001	1000 0001	2.554
58.5(mv)	0000 0010	1000 0010	2.574
78(mv)	0000 0011	1000 0011	2.593
97.5(mv)	0000 0100	1000 0100	2.613
117(mv)	0000 0101	1000 0101	2.632
136.5(mv)	0000 0110	1000 0110	2.652
156(mv)	0000 0111	1000 0111	2.671
175.5(mv)	0000 1000	1000 1000	2.691
195(mv)	0000 1001	1000 1001	2.71
214.5(mv)	0000 1010	1000 1010	2.73
234(mv)	0000 1011	1000 1011	2.749
253.5(mv)	0000 1100	1000 1100	2.769
273(mv)	0000 1101	1000 1101	2.788
292.5(mv)	0000 1110	1000 1110	2.808
312(mv)	0000 1111	1000 1111	2.827
331.5(mv)	0001 0000	1001 0000	2.847
351(mv)	0001 0001	1001 0001	2.866
370.5(mv)	0001 0010	1001 0010	2.886
390(mv)	0001 0011	1001 0011	2.905
409.5(mv)	0001 0100	1001 0100	2.925
429(mv)	0001 0101	1001 0101	2.944
448.5(mv)	0001 0110	1001 0110	2.964
468(mv)	0001 0111	1001 0111	2.983
487.5(mv)	0001 1000	1001 1000	3.00
507(mv)	0001 1001	1001 1001	3.022
526.5(mv)	0001 1010	1001 1010	3.042
546(mv)	0001 1011	1001 1011	3.061
565.5(mv)	0001 1100	1001 1100	3.081
585(mv)	0001 1101	1001 1101	3.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

V(in)	DATA	V(in)	DATA
604.5(mv)	0001 1110	3.120	1001 1110
624(mv)	0001 1111	3.139	1001 1111
643.5(mv)	0010 0000	3.159	1010 0000
663(mv)	0010 0001	3.178	1010 0001
682.5(mv)	0010 0010	3.198	1010 0010
702(mv)	0010 0011	3.217	1010 0011
721.5(mv)	0010 0100	3.237	1010 0100
741(mv)	0010 0101	3.256	1010 0101
760.5(mv)	0010 0110	3.276	1010 0110
780(mv)	0010 0111	3.295	1010 0111
799.5(mv)	0010 1000	3.315	1010 1000
819(mv)	0010 1001	3.334	1010 1001
838.5(mv)	0010 1010	3.354	1010 1010
858(mv)	0010 1011	3.373	1010 1011
877.5(mv)	0010 1100	3.393	1010 1100
897(mv)	0010 1101	3.412	1010 1101
916.5(mv)	0010 1110	3.432	1010 1110
936(mv)	0010 1111	3.451	1010 1111
955.5(mv)	0011 0000	3.471	1011 0000
975(mv)	0011 0001	3.490	1011 0001
994.5(mv)	0011 0010	3.51	1011 0010
1.014	0011 0011	3.529	1011 0011
1.033	0011 0100	3.549	1011 0100
1.053	0011 0101	3.568	1011 0101
1.072	0011 0110	3.588	1011 0110
1.111	0011 0111	3.607	1011 0111
1.131	0011 1000	3.627	1011 1000
1.150	0011 1001	3.646	1011 1001
1.170	0011 1010	3.666	1011 1010
1.189	0011 1011	3.685	1011 1011

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

V(in)	DATA	V(in)	DATA
1.209	0011 1100	3.70	1011 1100
1.228	0011 1101	3.724	1011 1101
1.248	0011 1110	3.744	1011 1110
1.267	0011 1111	3.763	1011 1111
1.287	0100 0000	3.783	1100 0000
1.306	0100 0001	3.802	1100 0001
1.326	0100 0010	3.822	1100 0010
1.345	0100 0011	3.841	1100 0011
1.365	0100 0100	3.861	1100 0100
1.384	0100 0101	3.880	1100 0101
1.404	0100 0110	3.90	1100 0110
1.423	0100 0111	3.919	1100 0111
1.443	0100 1000	3.939	1100 1000
1.462	0100 1001	3.958	1100 1001
1.482	0100 1010	3.978	1100 1010
1.501	0100 1011	3.997	1100 1011
1.521	0100 1100	4.017	1100 1100
1.540	0100 1101	4.036	1100 1101
1.560	0100 1110	4.056	1100 1110
1.579	0100 1111	4.075	1100 1111
1.599	0101 0000	4.095	1101 0000
1.618	0101 0001	4.114	1101 0001
1.638	0101 0010	4.134	1101 0010
1.657	0101 0011	4.153	1101 0011
1.677	0101 0100	4.173	1101 0100
1.696	0101 0101	4.192	1101 0101
1.716	0101 0110	4.212	1101 0110
1.735	0101 0111	4.231	1101 0111
1.755	0101 1000	4.251	1101 1000
1.774	0101 1001	4.270	1101 1001

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

V(in)	DATA	V(in)	DATA
2.379	0111 1000	4.875	1111 1000
2.398	0111 1001	4.894	1111 1001
2.418	0111 1010	4.914	1111 1010
2.437	0111 1011	4.933	1111 1011
2.457	0111 1100	4.953	1111 1100
2.476	0111 1101	4.972	1111 1101
2.496	0111 1110	4.992	1111 1110
2.515	0111 1111	5.0	1111 1111

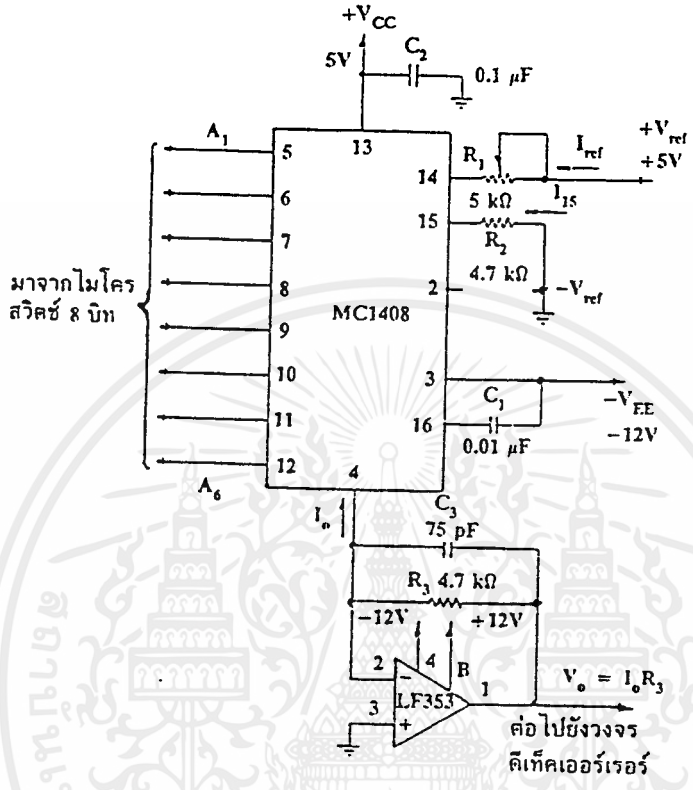
ตารางที่ 9.1 ตารางแสดงผลการทดลองวงจร ADC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9.2 การทดลองวงจร DAC

ขั้นตอนการทดลอง

1. ต่อวงจรตามรูป



รูปที่ 9.2 วงจร DAC

2.วัดค่าต่างๆตามตารางที่ 9.2 โดยการปรับค่า Data ตามตาราง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

V(in)	DATA	V(in)	DATA
0101 1010	1.794	4.290	1101 1010
0101 1011	1.813	4.309	1101 1011
0101 1100	1.833	4.329	1101 1100
0101 1101	1.852	4.348	1101 1101
0101 1110	1.872	4.368	1101 1110
0101 1111	1.891	4.387	1101 1111
0110 0000	1.911	4.40	1110 0000
0110 0001	1.930	4.426	1110 0001
0110 0010	1.950	4.446	1110 0010
0110 0011	1.969	4.465	1110 0011
0110 0100	1.989	4.485	1110 0100
0110 0101	2.008	4.504	1110 0101
0110 0110	2.028	4.524	1110 0110
0110 0111	2.047	4.543	1110 0111
0110 1000	2.067	4.563	1110 1000
0110 1001	2.086	4.582	1110 1001
0110 1010	2.10	4.60	1110 1010
0110 1011	2.125	4.621	1110 1011
0110 1100	2.145	4.641	1110 1100
0110 1101	2.164	4.660	1110 1101
0110 1110	2.184	4.680	1110 1110
0110 1111	2.203	4.699	1110 1111
0111 0000	2.223	4.719	1111 0000
0111 0001	2.242	4.738	1111 0001
0111 0010	2.262	4.758	1111 0010
0111 0011	2.281	4.777	1111 0011
0111 0100	2.3	4.797	1111 0100
0111 0101	2.32	4.816	1111 0101
0111 0110	2.34	4.836	1111 0110
0111 0111	2.359	4.855	1111 0111

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DATA	V(in)	DATA	V(in)
0000 0000	19.5(mv)	1000 0000	2.535
0000 0001	39(mv)	1000 0001	2.556
0000 0010	60(mv)	1000 0010	2.578
0000 0011	80(mv)	1000 0011	2.595
0000 0100	98.5(mv)	1000 0100	2.615
0000 0101	120(mv)	1000 0101	2.634
0000 0110	138.5(mv)	1000 0110	2.656
0000 0111	156(mv)	1000 0111	2.678
0000 1000	175.5(mv)	1000 1000	2.694
0000 1001	198(mv)	1000 1001	2.71
0000 1010	215.5(mv)	1000 1010	2.735
0000 1011	235(mv)	1000 1011	2.748
0000 1100	250.5(mv)	1000 1100	2.767
0000 1101	270(mv)	1000 1101	2.78
0000 1110	294.5(mv)	1000 1110	2.80
0000 1111	315(mv)	1000 1111	2.830
0001 0000	334.5(mv)	1001 0000	2.840
0001 0001	355(mv)	1001 0001	2.866
0001 0010	372.5(mv)	1001 0010	2.88
0001 0011	395(mv)	1001 0011	2.90
0001 0100	410.5(mv)	1001 0100	2.928
0001 0101	430(mv)	1001 0101	2.945
0001 0110	445.5(mv)	1001 0110	2.965
0001 0111	467(mv)	1001 0111	2.986
0001 1000	485.5(mv)	1001 1000	3.00
0001 1001	509(mv)	1001 1001	3.025
0001 1010	525.5(mv)	1001 1010	3.044
0001 1011	547(mv)	1001 1011	3.069
0001 1100	567.5(mv)	1001 1100	3.081
0001 1101	585.9(mv)	1001 1101	3.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DATA	V(in)	DATA	V(in)
0001 1110	608.5(mv)	1001 1110	3.125
0001 1111	626(mv)	1001 1111	3.133
0010 0000	645.5(mv)	1010 0000	3.157
0010 0001	667(mv)	1010 0001	3.174
0010 0010	683.5(mv)	1010 0010	3.191
0010 0011	705(mv)	1010 0011	3.218
0010 0100	724.5(mv)	1010 0100	3.239
0010 0101	742(mv)	1010 0101	3.253
0010 0110	763.5(mv)	1010 0110	3.275
0010 0111	782(mv)	1010 0111	3.291
0010 1000	800.5(mv)	1010 1000	3.316
0010 1001	820(mv)	1010 1001	3.337
0010 1010	840.5(mv)	1010 1010	3.359
0010 1011	860(mv)	1010 1011	3.376
0010 1100	878.5(mv)	1010 1100	3.397
0010 1101	899(mv)	1010 1101	3.411
0010 1110	919.5(mv)	1010 1110	3.436
0010 1111	938(mv)	1010 1111	3.454
0011 0000	959.5(mv)	1011 0000	3.478
0011 0001	980(mv)	1011 0001	3.499
0011 0010	998.5(mv)	1011 0010	3.513
0011 0011	1.016	1011 0011	3.528
0011 0100	1.035	1011 0100	3.547
0011 0101	1.054	1011 0101	3.565
0011 0110	1.075	1011 0110	3.583
0011 0111	1.115	1011 0111	3.602
0011 1000	1.136	1011 1000	3.629
0011 1001	1.154	1011 1001	3.645
0011 1010	1.176	1011 1010	3.66
0011 1011	1.187	1011 1011	3.684

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DATA	V(in)	DATA	V(in)
0011 1100	1.205	1011 1100	3.701
0011 1101	1.229	1011 1101	3.725
0011 1110	1.245	1011 1110	3.749
0011 1111	1.261	1011 1111	3.765
0100 0000	1.286	1100 0000	3.784
0100 0001	1.302	1100 0001	3.803
0100 0010	1.323	1100 0010	3.824
0100 0011	1.348	1100 0011	3.846
0100 0100	1.365	1100 0100	3.862
0100 0101	1.387	1100 0101	3.888
0100 0110	1.405	1100 0110	3.90
0100 0111	1.421	1100 0111	3.913
0100 1000	1.446	1100 1000	3.938
0100 1001	1.469	1100 1001	3.954
0100 1010	1.489	1100 1010	3.979
0100 1011	1.501	1100 1011	3.994
0100 1100	1.526	1100 1100	4.019
0100 1101	1.549	1100 1101	4.035
0100 1110	1.565	1100 1110	4.052
0100 1111	1.576	1100 1111	4.071
0101 0000	1.593	1101 0000	4.096
0101 0001	1.611	1101 0001	4.111
0101 0010	1.635	1101 0010	4.139
0101 0011	1.653	1101 0011	4.155
0101 0100	1.676	1101 0100	4.174
0101 0101	1.699	1101 0101	4.196
0101 0110	1.711	1101 0110	4.213
0101 0111	1.739	1101 0111	4.238
0101 1000	1.757	1101 1000	4.255
0101 1001	1.779	1101 1001	4.272

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DATA	V(in)	DATA	V(in)
0101 1010	1.799	1101 1010	4.28
0101 1011	1.816	1101 1011	4.3
0101 1100	1.831	1101 1100	4.32
0101 1101	1.857	1101 1101	4.36
0101 1110	1.875	1101 1110	4.38
0101 1111	1.893	1101 1111	4.39
0110 0000	1.918	1110 0000	4.40
0110 0001	1.936	1110 0001	4.41
0110 0010	1.950	1110 0010	4.44
0110 0011	1.969	1110 0011	4.462
0110 0100	1.9879	1110 0100	4.484
0110 0101	2.007	1110 0101	4.50
0110 0110	2.029	1110 0110	4.521
0110 0111	2.045	1110 0111	4.542
0110 1000	2.063	1110 1000	4.563
0110 1001	2.084	1110 1001	4.581
0110 1010	2.10	1110 1010	4.60
0110 1011	2.127	1110 1011	4.623
0110 1100	2.147	1110 1100	4.642
0110 1101	2.166	1110 1101	4.664
0110 1110	2.189	1110 1110	4.689
0110 1111	2.208	1110 1111	4.69
0111 0000	2.225	1111 0000	4.713
0111 0001	2.246	1111 0001	4.73
0111 0010	2.265	1111 0010	4.752
0111 0011	2.284	1111 0011	4.77
0111 0100	2.32	1111 0100	4.795
0111 0101	2.326	1111 0101	4.814
0111 0110	2.344	1111 0110	4.835
0111 0111	2.354	1111 0111	4.853

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DATA	V(in)	DATA	V(in)
0111 1000	2.375	1111 1000	4.87
0111 1001	2.394	1111 1001	4.88
0111 1010	2.41	1111 1010	4.904
0111 1011	2.42	1111 1011	4.93
0111 1100	2.44	1111 1100	4.95
0111 1101	2.47	1111 1101	4.962
0111 1110	2.5	1111 1110	4.93
0111 1111	2.51	1111 1111	5.1

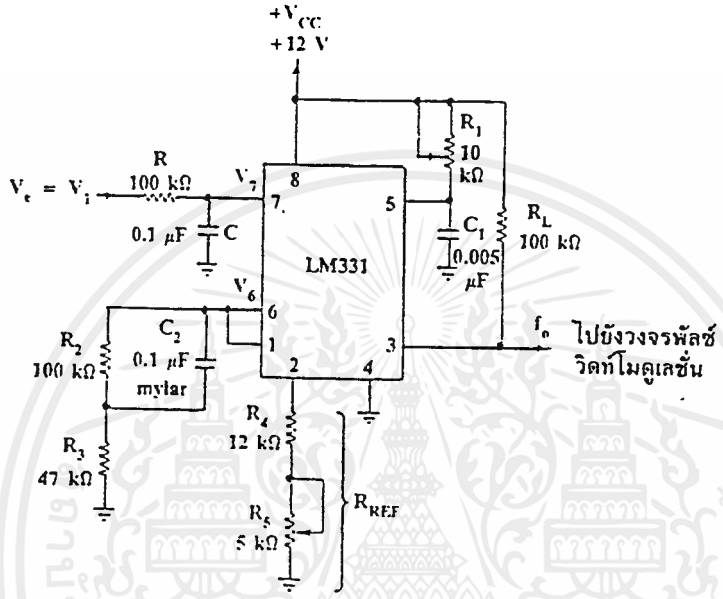
ตารางที่ 9.2 ตารางแสดงผลการทดลองวงจร DAC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9.3 การทดลองวงจรแปลงโวลท์เตจเป็นความถี่

ขั้นตอนการทดลอง

1.ต่อวงจรตามรูป



รูปที่ 9.3วงจรแปลงโวลท์เตจเป็นความถี่

2. วัดค่าต่างๆ ตามตารางที่ 9.3 โดยการปรับค่า V(in) ตามตารางและให้ค่า Rref มีค่าเท่ากับ 15 K

R1 = 2.4K , C1 = 0.01uF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

V(in)	fo(kHz)	V(in)	fo(kHz)
19.5(mv)	38 Hz	2.535	5.053
39(mv)	77 Hz	2.554	5.091
58.5(mv)	116 Hz	2.574	5.131
78(mv)	155 Hz	2.593	5.165
97.5(mv)	194 Hz	2.613	5.209
117(mv)	233 Hz	2.632	5.247
136.5(mv)	272 Hz	2.652	5.287
156(mv)	311 Hz	2.671	5.324
175.5(mv)	349 Hz	2.691	5.364
195(mv)	388 Hz	2.71	5.402
214.5(mv)	427 Hz	2.73	5.442
234(mv)	466 Hz	2.749	5.480
253.5(mv)	505 Hz	2.769	5.520
273(mv)	544 Hz	2.788	5.558
292.5(mv)	583 Hz	2.808	5.598
312(mv)	622 Hz	2.827	5.635
331.5(mv)	660 Hz	2.847	5.675
351(mv)	699 Hz	2.866	5.713
370.5(mv)	738 Hz	2.886	5.753
390(mv)	777 Hz	2.905	5.791
409.5(mv)	816 Hz	2.925	5.831
429(mv)	855 Hz	2.944	5.869
448.5(mv)	894 Hz	2.964	5.909
468(mv)	933 Hz	2.983	5.946
487.5(mv)	971 Hz	3.00	5.980
507(mv)	1.010	3.022	6.024
526.5(mv)	1.049	3.042	6.064
546(mv)	1.088	3.061	6.102
565.5(mv)	1.127	3.081	6.142
585(mv)	1.166	3.10	6.180

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

V(in)	fo(kHz)	V(in)	fo(kHz)
604.5(mv)	1.205	3.120	6.220
624(mv)	1.244	3.139	6.257
643.5(mv)	1.282	3.159	6.297
663(mv)	1.321	3.178	6.335
682.5(mv)	1.360	3.198	6.375
702(mv)	1.399	3.217	6.413
721.5(mv)	1.438	3.237	6.453
741(mv)	1.477	3.256	6.491
760.5(mv)	1.516	3.276	6.531
780(mv)	1.555	3.295	6.568
799.5(mv)	1.593	3.315	6.608
819(mv)	1.632	3.334	6.646
838.5(mv)	1.671	3.354	6.686
858(mv)	1.710	3.373	6.724
877.5(mv)	1.749	3.393	6.764
897(mv)	1.788	3.412	6.802
916.5(mv)	1.827	3.432	6.842
936(mv)	1.866	3.451	6.879
955.5(mv)	1.904	3.471	6.919
975(mv)	1.943	3.490	6.957
994.5(mv)	1.982	3.51	6.997
1.014	2.021	3.529	7.035
1.033	2.059	3.549	7.075
1.053	2.099	3.568	7.113
1.072	2.137	3.588	7.153
1.111	2.214	3.607	7.190
1.131	2.254	3.627	7.230
1.150	2.292	3.646	7.268
1.170	2.332	3.666	7.308
1.189	2.370	3.685	7.346

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

V(in)	fo(kHz)	V(in)	fo(kHz)
1.209	2.410	3.70	7.376
1.228	2.448	3.724	7.424
1.248	2.488	3.744	7.464
1.267	2.525	3.763	7.501
1.287	2.565	3.783	7.541
1.306	2.603	3.802	7.579
1.326	2.643	3.822	7.619
1.345	2.681	3.841	7.657
1.365	2.721	3.861	7.697
1.384	2.759	3.880	7.735
1.404	2.799	3.90	7.775
1.423	2.836	3.919	7.812
1.443	2.876	3.939	7.852
1.462	2.914	3.958	7.890
1.482	2.954	3.978	7.930
1.501	2.992	3.997	7.968
1.521	3.032	4.017	8.008
1.540	3.070	4.036	8.046
1.560	3.110	4.056	8.086
1.579	3.147	4.075	8.124
1.599	3.187	4.095	8.163
1.618	3.225	4.114	8.201
1.638	3.265	4.134	8.241
1.657	3.303	4.153	8.279
1.677	3.343	4.173	9.319
1.696	3.381	4.192	8.357
1.716	3.421	4.212	8.397
1.735	3.458	4.231	8.435
1.755	3.498	4.251	8.474
1.774	3.536	4.270	8.512

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

V(in)	fo(kHz)	V(in)	fo(kHz)
1.794	3.57	4.290	8.55
1.813	3.61	4.309	8.59
1.833	3.65	4.329	8.63
1.852	3.69	4.348	8.66
1.872	3.73	4.368	8.7
1.891	3.76	4.387	8.74
1.911	3.80	4.40	8.77
1.930	3.84	4.426	8.82
1.950	3.88	4.446	8.86
1.969	3.92	4.465	8.90
1.989	3.96	4.485	8.94
2.008	4	4.504	8.97
2.028	4.04	4.524	9.01
2.047	4.08	4.543	9.05
2.067	4.12	4.563	9.09
2.086	4.15	4.582	9.13
2.10	4.18	4.60	9.17
2.125	4.23	4.621	9.21
2.145	4.27	4.641	9.25
2.164	4.31	4.660	9.29
2.184	4.35	4.680	9.33
2.203	4.39	4.699	9.36
2.223	4.43	4.719	9.40
2.242	4.46	4.738	9.44
2.262	4.5	4.758	9.48
2.281	4.54	4.777	9.52
2.3	4.58	4.797	9.56
2.32	4.62	4.816	9.60
2.34	4.66	4.836	9.64
2.359	4.7	4.855	9.67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

V(in)	fo(kHz)	V(in)	fo(kHz)
2.379	4.74	4.875	9.71
2.398	4.78	4.894	9.75
2.418	4.82	4.914	9.79
2.437	4.85	4.933	9.83
2.457	4.89	4.953	9.87
2.476	4.91	4.972	9.91
2.496	4.97	4.992	9.95
2.515	5.01	5.0	9.96

ตารางที่ 9.3 ตารางแสดงผลการทดลองวงจรแปลงโวลท์เตจเป็นความถี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 10

สรุปผลการทดลอง

สรุปผลการทดลอง

จากการทำโครงงานปริญญานิพนธ์นี้ขึ้นมา ทำให้ได้รับความรู้และความเข้าใจในเรื่องต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการทำโครงงานตลอดจนทำให้ได้พบกับปัญหา ซึ่งจะต้องหาทางแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ซึ่งเป็นประโยชน์อันหนึ่งที่ทำให้เราได้ความรู้ ความสามารถเพิ่มขึ้นจากการค้นคว้า และประโยชน์อย่างอื่นที่ได้จากการทำโครงงานปริญญานิพนธ์นี้

สำหรับการทำโครงงานปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสรุปโครงงานได้ดังนี้ การออกแบบจะทำวงจรส่วนต่าง ๆ ที่ใช้ในระบบควบคุม มาทำการทดลองเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ทดลองการทำงานของวงจรเมื่อวงจรที่นำมาทดลองสามารถทำงานกับไมโครคอนโทรเลอร์ได้ดีจนเป็นที่พอใจ จะนำวงจรที่ค้นคว้าทุกชุดทำการเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ทั้งหมด แล้วให้ทำงานร่วมกันอีกครั้ง เพื่อดูถึงปัญหาที่อาจเกิดขึ้นได้ โดยในระบบควบคุมจะประกอบได้ด้วยวงจรส่วนต่าง ๆ ส่วน คือ วงจร A/D วงจร D/A วงจร Counter วงจร Solet Stage relay วงจร Control Speed Motor และ ภาคจ่ายไฟ

ในส่วนของวงจร A/D จะเป็นวงจรที่แปลงการเคลื่อนที่ของ Joy ที่ระดับต่าง ๆ ให้เป็นสัญญาณดิจิตอลเพื่อให้ Microcontroller รับข้อมูลเข้าไป ประมวลผลการทำงานต่อไป

ในส่วนของวงจร D/A จะเป็นวงจรที่แปลงสัญญาณดิจิตอลที่ Microcontroller ส่งออกมาให้เป็นสัญญาณอานาลอก เพื่อใช้ในการควบคุมความเร็ว การเคลื่อนที่ของไฟล่องเวที

ในส่วนของวงจร Counter จะใช้ในการนับ พัลส์ ที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของ มอเตอร์ เพื่อใช้ในการกำหนดตำแหน่งการหมุนของมอเตอร์

ในส่วนของวงจร SSR จะใช้ในการตัดปัญหาทางด้านการ spark ของไฟกระแสสลับลงได้

ในส่วนของวงจร Control Speed Motor จะใช้ในการบังคับทิศทางการหมุนของมอเตอร์ และใช้ในการบังคับความเร็วในการหมุนของมอเตอร์ให้คงที่

ในส่วนของวงจรจ่ายไฟ จะมี ไฟ 3 ระดับ 5 โวลท์ บวกและลบ 12 โวลท์ และ 15 โวลท์ แหล่งจ่ายไฟขนาด 5 โวลท์ จะเป็นไฟเลี้ยงขอ งชุด MCS 51
แหล่งจ่ายไฟขนาดบวกและลบ 12 โวลท์ จะเป็นไฟเลี้ยงให้กับวงจร DAC และวงจรขับมอเตอร์
แหล่งจ่ายไฟขนาด 15 โวลท์ จะใช้ในการขับมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทสรุปอุปสรรค

1. วงจรขับมอเตอร์ของแต่ละภาคจะมีความเร็วไม่เท่ากัน ทำให้ความเร็วในการเคลื่อนที่ของไฟจะไม่เท่ากัน

2. เมื่อ Transistor ที่ชุดขับมอเตอร์ร้อนจะทำให้ความเร็วในการขับมอเตอร์เปลี่ยนไป

3. ไฟส่องเวทีจะมี 2 ชุด แต่ละชุดจะมีความเสียดทานไม่เท่ากัน อาจจะทำให้การเคลื่อนของทั้งสองแท่นมีความเร็วไม่เท่ากันทั้ง ๆ ที่ป้อนระดับความเร็วเท่า ๆ กัน

4. ตัวแท่นไฟ ในการหมุนจะมีบางจุดที่ฝืด บางจุดเคลื่อนตัวหมุนได้ดีทำให้การหมุนเคลื่อนที่ไม่เสถียร

5. จอยสติกจะมีความไวในการ เคลื่อนที่เร็วเกินไปทำให้การแยกระดับการเคลื่อนที่ของจอยสติก ทำให้การแยกระดับของการเคลื่อนที่ยาก

6. สปริงที่ใช้ในการดึงจอยสติกจะไม่แข็ง เมื่อทำการโยกจอยไปในทิศทางหนึ่งแล้วสปริงจะทำการดึงกลับให้จอยอยู่ตำแหน่งเดิม แต่สปริงจะดึงกลับมาไม่ถึงตำแหน่งเดิมทำให้เกิดความผิดพลาด

7. จอแสดงสภาวะของเครื่องจะใช้ 7 - SEGMENT ทำให้ไม่สามารถแสดงตัวอักษรได้ครบทุกตัว

8. ระดับความเร็ว ของมอเตอร์จะเปลี่ยนแปลงได้โดยทำการป้อนข้อมูลไปที่ DAC ของวงจร โดยจะมี ตั้งแต่ 00 ถึง FF แต่เมื่อทำการป้อนเริ่มที่ระดับ 00 ความเร็วมอเตอร์จะเพิ่มขึ้น ไปตามค่าที่ป้อนจนถึงค่า IF ความเร็วมอเตอร์จะคงที่ไปจนถึงค่า FF

9. ในการเขียนโปรแกรมรับข้อมูลจาก joy stick จะต้องรับข้อมูลของวงจร ADC 4 ชุด โดยทำการเลือกรับข้อมูลทีละชุดในการรับข้อมูลแต่ละชุดจะต้องใช้เวลาในการรับข้อมูลนาน ถ้าไม่หน่วงเวลาไว้จะทำให้ไม่สามารถรับข้อมูลที่ถูกต้องของ ADC ได้ เป็นส่วนหนึ่งของการหมุนที่ไม่เสถียร

10. อุปกรณ์อินพุทและเอาท์พุทของตัวควบคุมจะมีหลายส่วน ทำให้ในการเขียนโปรแกรม ต้องมีการรับส่งข้อมูลให้กับอุปกรณ์ ในระหว่างการทำงาน ดังนั้นการทำงานหลาย ๆ สิ่งพร้อมกัน จะให้การทำงานช้า และการขับมอเตอร์ไม่เสถียร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้งาน

ระบบควบคุมไฟส่องเวทีด้วยจอยสติก

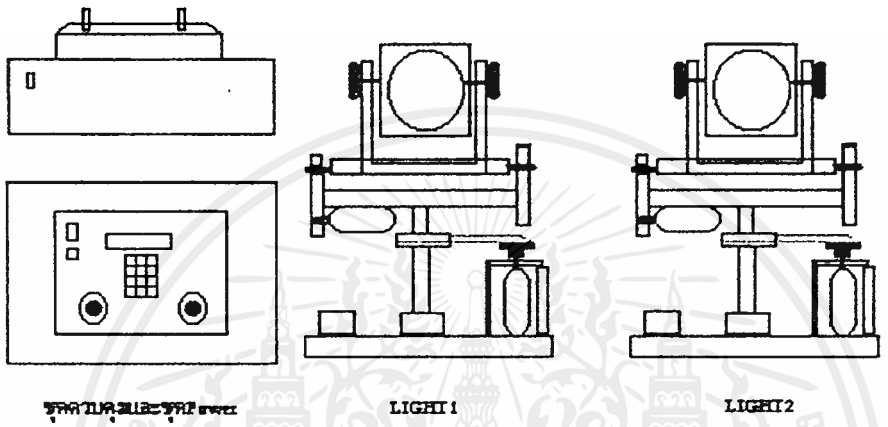
CONTROL LIGHT ON STAGE WITH JOYSTICK

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนประกอบของระบบ

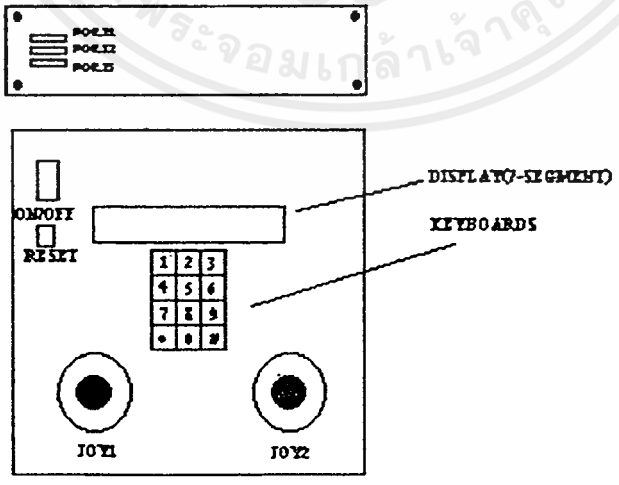
ส่วนประกอบของระบบควบคุมจะมีส่วนปรกอบหลักๆดังนี้

1. ชุดควบคุม ภายในจะประกอบไปด้วย จอยสติก 2 ชุด คีย์ 4*4 จอแสดงสภาวะ(7-Segment) ปุ่ม ON/OFFและ ปุ่ม RESET
2. ชุด POWER ภายในจะประกอบไปด้วย ชุดแปลงไฟ ชุดขับมอเตอร์ และ ไมโครคอลโทรลเลอร์
3. ชุดไฟส่อง จะมีอยู่ 2 ชุดด้วยกัน ประกอบด้วย LIGHT1 และ LIGHT 2



รูปที่1 ส่วนประกอบหลักของระบบ

ชุดควบคุมจะมีส่วนประกอบดังรูปที่2



รูปที่2 แสดงส่วนประกอบของชุดควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการใช้งานของเครื่อง

1. เสียบ JACK ไฟ 9 VOLT ที่ด้านหน้าเครื่อง แล้วเสียบปลั๊ก 220 VOLT ให้เรียบร้อย
2. เชื่อมต่อ ชุด POWER กับชุดควบคุมด้วยสายแพรที่ PORT 1, PORT 2 , PORT 3,
3. เสียบ JACK สายไฟของตัว LIGHT มายังชุด POWER
4. เปิดสวิทช์ ที่ชุด POWER และ เปิดสวิทช์ ที่ชุดควบคุม เครื่องจะเริ่มทำงานโดยจะมีอักษรปรากฏที่ 7-SEGMENT ในลักษณะต่าง ๆ ดังนี้

   INS.ENG. จะวิ่งจากด้านบนลงมาด้านล่าง

   CONTROL LIGHT ON STAGE WITH JOY จะวิ่งจากขวาไปซ้าย

   START จะแสดงเป็นลักษณะยุบทีละตัว

   เป็นการ WORM เครื่องไปในตัว
5. เมื่อแสดงอักษรในลักษณะต่าง ๆ เรียบร้อยแล้วจะเข้าสู่โปรแกรม MONITOR โดยที่ DISPLAY (7-SEGMENT) จะมีไฟวิ่ง เพื่อแสดงถึงความพร้อมของการทำงานและจะรอรับข้อมูลคีย์เพื่อไปทำงานยังฟังก์ชั่นต่าง ๆ
6. เมื่อต้องการให้ทำงานยังฟังก์ชั่นใด ๆ ให้กดเลขฟังก์ชั่นที่ต้องการแล้วจึงกดคีย์ * ตามเช่น

1	*	FUNCTION 1
2	*	FUNCTION 2

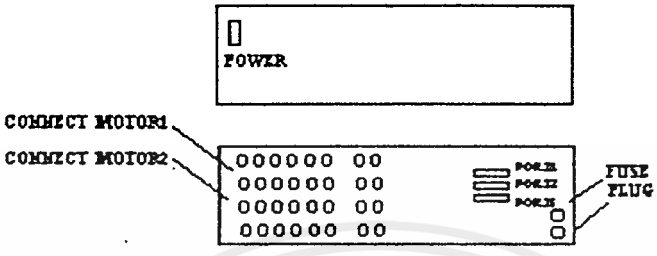
7. เมื่อกดคีย์ ฟังก์ชั่นผิดแล้วต้องการกลับสู่โปรแกรม MONITOR ให้กดคีย์ # เช่น

1	1
2	2
3	3
#	Moniter

8.เมื่อต้องการ RESET การทำงานทั้งหมดให้กลับไปเริ่มต้นใหม่ ให้กดปุ่ม RESET ด้านบนซ้ายของชุดควบคุมถ้ายังเกิดไม่กลับไปทำงานใหม่ให้เปิดปิดที่ชุด POWER

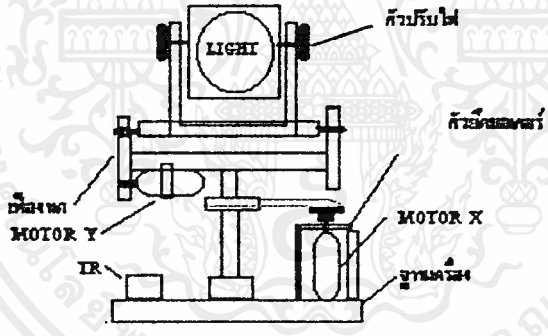
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุดPOWER จะมีส่วนประกอบดังรูปที่3



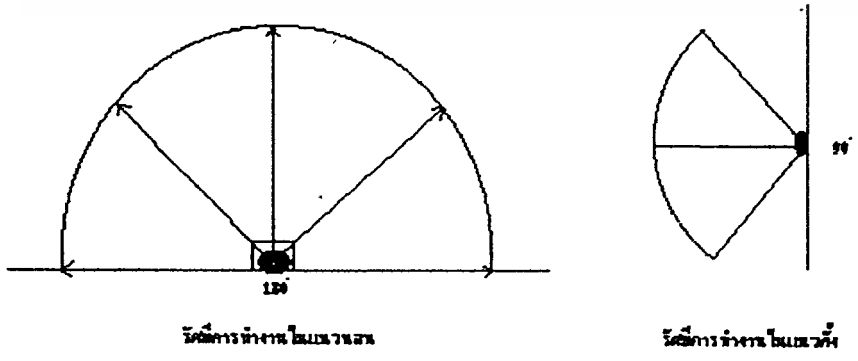
รูปที่ 3 ส่วนประกอบของชุดPOWER

ชุดไฟส่องเวทีแต่ละชุด จะมีส่วนประกอบดังรูปที่4



รูปที่4 ส่วประกอบของไฟส่องเวที

รัศมีการทำงานของไฟส่องเวที

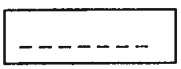


รูปที่5 แสดงรัศมีการทำงานของไฟส่องเวที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FUNCTION 1 - 2 - 3 - 4

1. เริ่มต้นการทำงานโดยการกดคีย์ 1 และ กดคีย์ * ตามที่ DISPLAT จะแสดงข้อความว่า SET JOY และแสดงข้อความ ADJ. VR_A เมื่อแสดงข้อความเสร็จโปรแกรมจะเริ่มทำงาน
2. ขณะโปรแกรมเริ่มทำงานที่ DISPLAY จะแสดง _ ที่แต่ละ DIGIT ของ DISPLAY ทำการปรับที่ VR 1 ติดกับ JOY 1 อยู่ภายในตัวเครื่องควบคุม ปรับจนกระทั่งมี _ แสดงอยู่ทุก DIGIT ยกเว้นที่ DIGIT แรก JOY อยู่ที่จุดศูนย์แล้ว



3. เมื่อทำการปรับแต่งเรียบร้อย แล้ว ต้องการออกจากโปรแกรม ให้ทำการกดคีย์ใดคีย์หนึ่ง บนชุดควบคุม จะกลับเข้าสู่โปรแกรม MONITER
4. ที่ ฟังก์ชั่ น 2, 3, 4 ก็มีการปรับแต่งเช่นเดียวกันกับฟังก์ชั่น 1
5. ตำแหน่งของ VR ต่างๆจะแสดงดังรูป

รูปที่ 6 ตำแหน่ง VR ของจอยสติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฟังก์ชั่นการทำงานต่าง ๆ ในตัวเครื่อง

FUNCTION 1	ปรับศูนย์กลาง JOY 1 ด้านแกน Y
FUNCTION 2	ปรับศูนย์กลาง JOY 1 ด้านแกน X
FUNCTION 3	ปรับศูนย์กลาง JOY 2 ด้านแกน Y
FUNCTION 4	ปรับศูนย์กลาง JOY 2 ด้านแกน X
FUNCTION 5	บังคับการเคลื่อนที่ของแท่นไฟด้วย JOY โดยความเร็วจะเปลี่ยนตามระยะการโยก JOY
FUNCTION 6	บังคับการเคลื่อนที่ของแท่นไฟด้วย JOY โดยความเร็วจะคงที่ตามค่าที่ตั้งไว้
FUNCTION 7	บังคับการเคลื่อนที่ของแท่นไฟที่ละชุด
FUNCTION 8	บังคับการเคลื่อนที่ของแท่นไฟชุดที่ 1 ด้วยคีย์
FUNCTION 9	บังคับการเคลื่อนที่ของแท่นไฟชุดที่ 2 ด้วยคีย์
FUNCTION 10	เปิดปิดไฟ
FUNCTION 11	โปรแกรมตำแหน่งและทิศทางของการเคลื่อนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

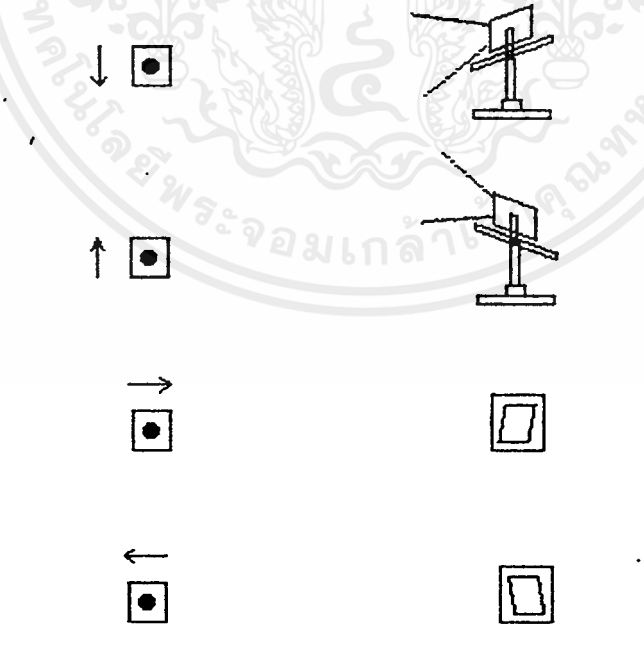
FUNCTION 5

1. เมื่อต้องการทำงานที่ฟังก์ชั่น 5 ให้กดคีย์ 5 และกดคีย์ * ตาม ที่DISPLAY ก็แสดงข้อความFUNCTION 5
2. DISPLAY จะแสดงข้อความ LIGHT และ 1 2 3 4 สลับกันเพื่อรอรับข้อมูลการปิดเปิด LIGHT 1 และ LIGHT 2 ขึ้นอยู่กับค่าที่เลือกโดยมีลักษณะการปิดเปิดดังนี้

KEY	LIGHT1	LIGHT2
1	OFF	OFF
2	ON	OFF
3	OFF	ON
4	ON	ON

ทำการกดคีย์ 1, 2, 3, 4 เพื่อเลือกการปิดเปิด

3. เมื่อกดคีย์เลือกเรียบร้อยแล้วที่ DISPLAY จะแสดงค่าที่เลือกให้ดูอีกครั้ง
4. โปรแกรมจะเริ่มทำงานโดยจะแสดงข้อความ RUN ที่ DISPLAY เครื่องจะรอรับการขยับของ JOY
5. ทำการโยก JOY ไปในทิศทางที่ต้องการให้ LIGHT เคลื่อนที่โดยระยะการเคลื่อนที่จะมีอยู่ 4 ทิศทาง JOY แต่ละตัวจะทำงานอิสระต่อกันโดย JOY 1 จะควบคุม LIGHT 1 , JOY 2 จะควบคุม LIGHT 2 โดยจะมีลักษณะการเคลื่อนที่ดังรูป



รูปที่ 7 แสดงการแคลื่อนที่ในทิศทางต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ระดับการโยกของ JOY ในแต่ละทิศทางจะมี 3 ระดับ

   โยก JOY เล็กน้อย จะเป็นระดับ LOW จะทำให้การเคลื่อนที่ของ LIGHT ช้า

   โยก JOY ปานกลาง จะเป็นระดับ MEDIUM จะมีการเคลื่อนที่ของ LIGHT ปานกลาง

   โยก JOY จนสุด จะเป็นระดับ HIGH จะมีการเคลื่อนที่ของ LIGHT เร็ว

7. เมื่อโยก JOY จนสุดแล้วค้างไว้และเคลื่อนที่ JOY กลับแท่น LIGHT จะเคลื่อนที่เองแม้โยก JOY กลับแล้วเมื่อต้องการให้หยุดเคลื่อนที่ให้โดย JOY ไปด้านใดด้านหนึ่งเพียงเล็กน้อย LIGHT ก็จะหยุดการเคลื่อนที่
8. เมื่อต้องการเปิดปิด LIGHT 1 และ LIGHT 2 ให้ทำการกดคีย์ 1 หรือ 2 โดยที่คีย์ 1 จะปิดเปิด LIGHT 1 และคีย์ 2 จะปิดเปิด LIGHT 2 โดยหลังจากกดคีย์แล้วที่ DISPLAY จะแสดงสภาวะการทำงาน
9. เมื่อกดปุ่มอื่น ๆ ที่ไม่ได้ใช้งาน DISPLAY จะแสดงข้อความว่า NO USE
10. เมื่อต้องการออกจากโปรแกรมให้กดคีย์ # แล้วจะกลับสู่โปรแกรม MONITER เพื่อรอรับข้อมูลจากคีย์เพื่อไปทำงานยังฟังก์ชั่นอื่นต่อไป ก่อนกลับสู่โปรแกรม MONITER ที่ DISPLAY จะแสดงข้อความว่า RESET

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FUNCTION 6

1. เมื่อต้องการทำงานที่ฟังก์ชั่น 6 ให้กดคีย์ 6 และกดคีย์ * ตาม ที่DISPLAY ก็แสดงข้อความ FUNCTION 6
2. DISPLAY จะแสดงข้อความว่า SELECT และก็ SPEED รอรับข้อมูลจากคีย์ เพื่อตั้งความเร็วในการเคลื่อนที่ให้กลับ LIGHT 1 และ LIGHT 2 โดยความเร็วในการเคลื่อนที่จะมี 3 ระดับ

   ถ้ากดคีย์ 1 จะเป็น HIGHT ถ้าเลือก 2 จะเป็น MEDIUM ถ้าเลือก 3 จะเป็น LOW
3. DISPLAY จะแสดงข้อความ LIGHT และ 1 2 3 4 สลับกันเพื่อรอรับข้อมูลการปิดเปิด LIGHT 1 และ LIGHT 2 ขึ้นอยู่กับค่าที่เลือกโดยมีลักษณะการปิดเปิดดังนี้

KEY	LIGHT1	LIGHT2
1	OFF	OFF
2	ON	OFF
3	OFF	ON
4	ON	ON

ทำการกดคีย์ 1, 2, 3, 4 เพื่อเลือกการปิดเปิด

4. หลังจาก ตั้งค่าต่าง ๆ เรียบร้อยแล้วที่ DISPLAY จะแสดงค่าที่ตั้งไว้ก่อนเริ่มต้นทำงาน
5. โปรแกรมจะเริ่มทำงานโดยจะแสดงข้อความ RUN ที่ DISPLAY เครื่องจะรอรับการขยับของ JOY
6. ทำการโยก JOY ไปในทิศทางที่ต้องการให้ LIGHT เคลื่อนที่โดยระยะการเคลื่อนที่จะมีอยู่ 4 ทิศทาง JOY แต่ละตัวจะทำงานอิสระต่อกันโดย JOY 1 จะควบคุม LIGHT 1 , JOY 2 จะควบคุม LIGHT 2 โดยจะมีลักษณะการเคลื่อนที่ดังรูป 7
7. เมื่อต้องการเปิดปิด LIGHT 1 และ LIGHT 2 ให้ทำการกดคีย์ 1 หรือ 2 โดยที่คีย์ 1 จะปิดเปิด LIGHT 1 และคีย์ 2 จะปิดเปิด LIGHT 2 โดยหลังจากกดคีย์แล้วที่ DISPLAY จะแสดงสภาวะการทำงาน
8. เมื่อต้องการเปลี่ยนความเร็วในการเคลื่อนที่ให้กดคีย์ 3 ความเร็วของการเคลื่อนที่ก็เปลี่ยนเช่น

3	SPEED LO
3	SPEED ME
3	SPEED HI

7. เมื่อกดปุ่มอื่น ๆ ที่ไม่ได้ใช้งาน DISPLAY จะแสดงข้อความว่า NO USE
8. เมื่อต้องการออกจากโปรแกรมให้กดคีย์ # แล้วจะกลับสู่โปรแกรม MONITER เพื่อรอรับข้อมูลจากคีย์เพื่อไปทำงานยังฟังก์ชั่นอื่นต่อไป ก่อนกลับสู่โปรแกรม MONITER ที่ DISPLAY จะแสดงข้อความว่า RESET

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FUNCTION 7

1. เมื่อต้องการทำงานที่ฟังก์ชั่น 7 ให้กดคีย์ 7 และกดคีย์ * ตาม ที่DISPLAY ก็แสดงข้อความ FUNCTION 7
2. DISPLAY จะแสดงข้อความว่า SELECT และก็ JOY รอรับข้อมูลจากคีย์ เพื่อตั้ง JOY ที่จะทำงานโดย JOY ที่ไม่ได้ถูกเลือกแม้มีการโยกก็จะไม่ทำงานโดยจะมีค่าให้เลือกคือ 1 กับ 2
3. DISPLAY จะแสดงข้อความ LIGHT และ 1 2 3 4 สลับกันเพื่อรอรับข้อมูลการปิดเปิด LIGHT 1 และ LIGHT 2 ขึ้นอยู่กับค่าที่เลือกโดยมีลักษณะการปิดเปิดดังนี้

KEY	LIGHT1	LIGHT2
1	OFF	OFF
2	ON	OFF
3	OFF	ON
4	ON	ON

ทำการกดคีย์ 1, 2, 3, 4 เพื่อเลือกการปิดเปิด

4. การทำงานอื่น ๆ เหมือนกับการทำงานในฟังก์ชั่นที่ 1 เว้นแต่ JOY จะทำงานได้เพียง JOY เดียวเท่านั้น

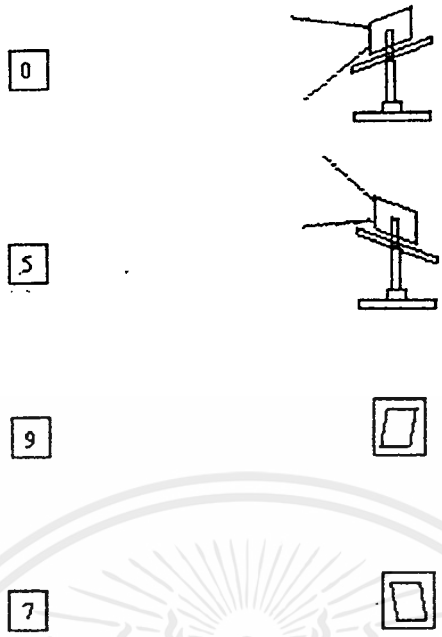
FUNCTION 8 - 9

1. เมื่อต้องการทำงานที่ฟังก์ชั่น 8 หรือ 9 ให้กดคีย์ 8 หรือ 9 และกดคีย์ * ตาม โดยถ้าเลือกที่ฟังก์ชั่น 8 ก็จะให้ LIGHT 1 ทำงาน แต่ถ้าเลือกที่ ฟั่นชั่น 9 LIGHT 2 ก็จะทำงาน
2. DISPLAY จะแสดงข้อความ LIGHT และ 1 2 3 4 สลับกันเพื่อรอรับข้อมูลการปิดเปิด LIGHT 1 และ LIGHT 2 ขึ้นอยู่กับค่าที่เลือกโดยมีลักษณะการปิดเปิดเหมือนดังฟังค์ชั่นอื่นๆ

ทำการกดคีย์ 1, 2, 3, 4 เพื่อเลือกการปิดเปิด

3. เมื่อกดคีย์เลือกเรียบร้อยแล้วที่ DISPLAY จะแสดงค่าที่เลือกให้ดูอีกครั้ง
4. โดยการเคลื่อนที่ของ LIGHT ในทิศทางต่าง ๆ สามารถเคลื่อนที่โดยทำงานกดคีย์ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 8 แสดงการเคลื่อนที่ด้วยการควบคุมโดยคีย์

5. เมื่อต้องการเปิดปิด LIGHT 1 และ LIGHT 2 ให้ทำการกดคีย์ 1 หรือ 2 โดยที่คีย์ 1 จะปิดเปิด LIGHT 1 และคีย์ 2 จะปิดเปิด LIGHT 2 โดยหลังจากกดคีย์แล้วที่ DISPLAY จะแสดงสภาวะการทำงานดังตัวอย่างเช่น
6. เมื่อกดปุ่มอื่น ๆ ที่ไม่ได้ใช้งาน DISPLAY จะแสดงข้อความว่า NO USE
7. เมื่อต้องการออกจากโปรแกรมให้กดคีย์ # แล้วจะกลับสู่โปรแกรม MONITER เพื่อรอรับข้อมูลจากคีย์เพื่อไปทำงานยังฟังก์ชั่นอื่นต่อไป ก่อนกลับสู่โปรแกรม MONITER ที่ DISPLAY จะแสดงข้อความว่า RESET

FUNCTION 10

1. DISPLAY จะแสดงข้อความ LIGHT และ 1 2 3 4 สลับกันเพื่อรอรับข้อมูลการปิดเปิด LIGHT 1 และ LIGHT 2 ขึ้นอยู่กับค่าที่เลือกโดยมีลักษณะการปิดเปิดดังฟังก์ชั่นอื่นๆ

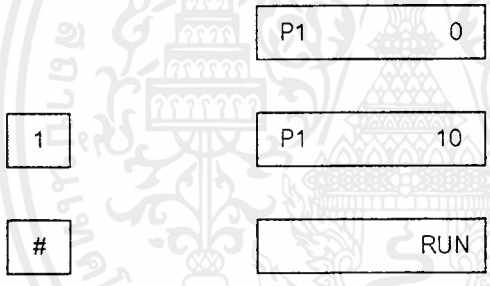
   ทำการกดคีย์ 1, 2, 3, 4 เพื่อเลือกการปิดเปิดหลังจากเลือกแล้วก็จะกลับเข้าสู่โปรแกรม MONITER

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

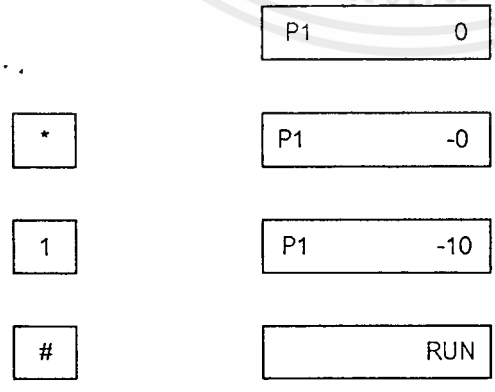
FUNCTION 11

1. เมื่อต้องการทำงานที่ฟังก์ชั่น 11 ให้กดคีย์ 11 และกดคีย์ * ตาม ที่DISPLAY ก็แสดงข้อความ FUNCTION 11 และข้อความ POSITION
2. DISPLAY จะแสดงข้อความ SELECT และข้อความ LIGHT สลับกันเพื่อรอรับการเลือก LIGHT ว่าต้องการตั้งตำแหน่งการเคลื่อนที่ว่าจะให้ LIGHT 1 หรือ LIGHT 2 เคลื่อนที่ตามตำแหน่งที่จะ โปรแกรม
3. หลังจากเลือก LIGHT แล้ว ที่ DISPLAY จะแสดง P1 0 เพื่อจะรอรับตำแหน่งทางด้านแกน X ว่าจะให้เคลื่อนที่ไปทางซ้ายหรือขวากี่องศาในตัวเครื่องนี้จะตั้งได้ไปทางซ้าย 0 - 90 องศา ไปทางขวา 0 - 90 องศา โดยถ้าต้องการเคลื่อนที่ไปทางซ้ายให้กดคีย์ * แล้วจึงป้อน 0 - 9 โดย 9 จะหมายถึง 90 องศา ถ้าต้องการให้เคลื่อนที่ทางขวาป้อนเพียง 0 - 9 หลังจากป้อนเรียบร้อยแล้วให้กดคีย์ # ดังเช่นตัวอย่าง

ตัวอย่างการเคลื่อนที่ไปทางขวา 10 องศา



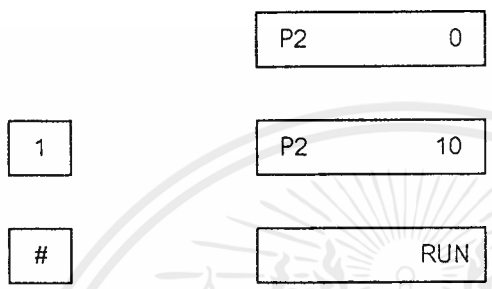
ตัวอย่างการเคลื่อนที่ไปทางซ้าย 10 องศา



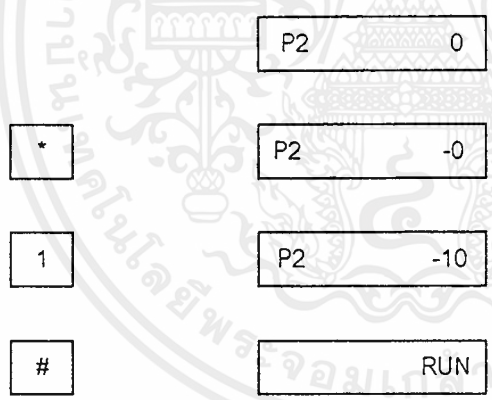
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. หลังจากตั้งทิศทางและองศาการเคลื่อนที่ให้แกน X แล้ว ที่ DISPLAY จะแสดง P2 0 เพื่อจะรอรับตำแหน่งทางด้านแกน Y ว่าจะให้เคลื่อนที่ขึ้นหรือลงกี่องศาในตัวเครื่องนี้จะตั้งได้ไปด้านบน 0 - 90 องศา เคลื่อนที่ลงไปด้านล่าง 0 - 90 องศา โดยถ้าต้องการเคลื่อนที่ลงให้กดคีย์ * แล้วจึงป้อน 0 - 9 โดย 9 จะหมายถึง 90 องศา ถ้าต้องการให้เคลื่อนที่ขึ้นป้อนเพียง 0 - 9 หลังจากป้อนเรียบร้อยแล้วให้กดคีย์ #ดังเช่นตัวอย่างนี้

ตัวอย่างการเคลื่อนที่ขึ้นด้านบน 10 องศา



ตัวอย่างการเคลื่อนที่ลงด้านล่าง 10 องศา



5. หลังจากโปรแกรมทิศทางและองศาเรียบร้อยแล้วที่ DISPLAY จะแสดงข้อความว่า RUN
6. โปรแกรมจะเริ่มทำงานโดยจะทำการเคลื่อนที่ในแนวแกน X ก่อนในขณะที่ เคลื่อนที่ ที่ DISPLAY จะแสดง "_" วิ่งไปมาเมื่อ LIGHT เคลื่อนที่ในแกน X เสร็จเรียบร้อยจะแสดงข้อความ "End P1"
7. หลังจากเคลื่อนที่ในแนวแกน X เรียบร้อยโปรแกรมก็จะทำการเคลื่อนที่ในแนวแกน Yในขณะที่ เคลื่อนที่ ที่ DISPLAY จะแสดง "_" วิ่งไปมาเมื่อ LIGHT เคลื่อนที่ในแกน Y เสร็จเรียบร้อยจะแสดงข้อความ "End P2"
8. หลังจากเคลื่อนที่ในแนวแกน X และแกน Y เรียบร้อยเครื่องจะแสดงข้อความว่า "CON" โดยจะนับถอยหลังตั้งแต่ 5 ถ้าต้องการให้ทำงานฟังก์ชั่นนี้ต่อไปให้กดคีย์ใดคีย์หนึ่งเครื่องจะกลับไปเริ่มต้นทำงานที่ฟังก์ชั่น 11 อีกครั้งแต่ถ้าไม่กดคีย์ใด ๆ รอจนกระทั่งนับถอยหลังถึง 0 ที่ DISPLAY จะแสดงข้อความว่า "RESET" แล้วโปรแกรมเครื่องจะกลับสู่โปรแกรม MONITER

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. ถ้าในขณะที่ป้อนองศาให้เครื่องแล้วป้อนผิดให้กดคีย์ 3 และ 6 พร้อมกัน ก็จะลบค่าที่ผิดนั้นถ้าในขณะป้อนค่าเกิน DISPLAY ก็จะแสดงข้อความว่า ERROR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การทำโครงงานนี้ สำเร็จลุล่วงด้วยดีก็เพราะได้รับคำปรึกษาชี้แนวทาง และแนะนำข้อมูล ทั้งทางวิชาการและทางด้านเทคนิคเกี่ยวกับ ไมโครคอลโทรลเลอร์อีกทั้งยังได้รับโปรแกรม 8051 จากอาจารย์ทรงชัย วีระทวีมาศ พร้อมทั้งมอบหนังสือเพื่อใช้ในการทำโครงงานนี้ ด้วยเหตุนี้ คณะผู้จัดทำต้องขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง และขอบคุณเพื่อนๆทุกคนที่มีน้ำใจให้ความร่วมมือในการทำโครงงานชิ้นนี้จนบรรลุจุดประสงค์ที่วางไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

1. “การออกแบบระบบไมโครคอลโทรลเลอร์ ตระกูล8051” ,ดร.อิน มาน หยาง
ทศพล ปราชญสมพงษ์

2. “ADC และ DAC” เซมิฯ ฉบับที่ 154 ธค. 2538 ,ไกรสิฐ พิสิฐจำนง
ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล

3. “ไมโครคอลโทรลเลอร์ชิพเดี่ยว 8051” ,สุเจตน์ จันทรังษ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้