



ระบบควบคุมระยะไกลแบบอินฟราเรดหลายช่องทาง
MCS-48 BASED INFRARED REMOTE CONTROL MULTICHANNEL



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2534

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไป 008415
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาโทปีการศึกษา 2534

ภาควิชา เทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม
สาขาวิชา เทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

เรื่อง
ระบบควบคุมระยะไกลแบบอินฟราเรดหลายช่องทาง
(MCS-48 BASED INFRARED REMOTE CONTROL MULTICHANNEL)

ผู้จัดทำ

นายกริธา รัตนชลธาร รหัส 33.161102

นายบรรจง คักดีวนิชล รหัส 33.161106

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
(ผศ. พิพัฒน์ เล่าหลั่งคราม)
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทคัดย่อ	I
ABSTRACT	II
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	3
บทที่ 3 หลักการทำงาน	21
บทที่ 4 อธิบายการทำงานของส่วนต่างๆ	24
บทที่ 5 Program	50
บทที่ 6 สรุป	63
กิตติกรรมประกาศ	67
หนังสืออ้างอิง	68
Data-sheet	



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญาโท

ระบบควบคุมระยะไกลแบบอินฟราเรดหลายช่องทาง

นักศึกษา

นายกฤษา รัตนชลธาร
นายบรรจง ศักดิ์วิเศษ

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ. พิพัฒน์ เลาสงคราม

หลักสูตร

อุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม

ปีการศึกษา

พ.ศ. 2534

บทคัดย่อ

โครงการนี้เป็นการออกแบบวงจรควบคุมระยะไกลแบบหลายช่องทางที่ใช้แสงอินฟราเรดเป็นตัวควบคุม โดยนำมาประยุกต์ใช้ร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล MCS-48

ในปริญญานิพนธ์ จะกล่าวถึงทฤษฎีเบื้องต้นของการควบคุมระยะไกลที่ใช้แสง หลักการทำงานของวงจรและวิธีการสร้างแผงควบคุมระยะไกลที่ใช้แสงอินฟราเรดรวมทั้งการนำเสนอขีดความสามารถและความยืดหยุ่นในการประยุกต์ใช้งานของแผงควบคุมระยะไกลแบบที่ใช้แสงอินฟราเรด โดยการนำชุดควบคุมนี้มาต่อร่วมกับบอร์ดควบคุมที่ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล MCS-48 โดยการเปลี่ยนแปลงที่โปรแกรมและเพิ่มวงจรส่วนประกอบอิเล็กทรอนิกส์ ก็สามารถนำไปใช้งานควบคุมแบบต่าง ๆ ได้อย่างมากมาย เช่น งานควบคุมการเปิด-ปิดมอเตอร์แต่ละตัว, งานควบคุมอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศและงานควบคุมอื่น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในเชิงวิชาการ
ในตอนที่ท้ายของปริญญานิพนธ์ ได้แสดงโปรแกรมอย่างง่ายที่เกี่ยวข้องกับการหน่วง
ไม่ว่ากรณีใดๆ ห้ามมิให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของลิขสิทธิ์
เวลาของสัญญาควบคุม เพื่อที่จะสาธิตการทำงานของวงจร เอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title

MCS-48 BASED INFRARED REMOTE CONTROL MULTICHANNEL

Name

GREETHA RATANACHONRATAN
BANJONG SAKWANICHON

Thesis Advisor

PHIPHAT LAOHASONGKRAM

Curriculum

BACHELOR DEGREE OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY
IN INDUSTRIAL INSTRUMENTATION TECHNOLOGY

Academic Year

1991

ABSTRACT

This project is designed remote control circuit, multichannel type to control by infrared light and applies to MCS-48 microcontroller.

In thesis talk about basic theory of light remote control, principle of operation and how to make infrared remote control board with develop capacity and flexibility to applies of infrared remote control board to higher by bring this control board and MCS-48 microcontroller board to connect together. Variation of software and connection of implement circuit for able to be use the several control, i.e. start-stop control of each motor, temperature control of air condition, etc. In the end of the thesis has showed software easily about delay of control signal in order to demonstrate operation of circuit.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทนำ

ในปัจจุบัน ระบบการควบคุม ได้เข้ามามีส่วนเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของมนุษย์ มากขึ้นจนกลายเป็นสิ่งจำเป็นต่อการดำเนินชีวิตในปัจจุบันไปแล้ว ยกตัวอย่างเช่น ระบบการควบคุมที่ใช้กับบ้านเรือนที่อยู่อาศัย อาจเป็นการควบคุมการปิด-เปิดของประตู บ้าน โรงรถ หรือการควบคุมอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศ ให้อยู่ในระดับที่พอดีตามที่เรา ต้องการ รวมทั้งการควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ เหล่านี้ จะเห็นได้ว่าเมื่อระบบ การควบคุมได้เข้ามามีบทบาทต่อชีวิตความเป็นอยู่ของมนุษย์ หรือแม้กระทั่งในแวดวง ของธุรกิจหรืออุตสาหกรรม ก็จะทำให้เกิดความสะดวก รวดเร็ว ประหยัดและปลอดภัยต่อ ชีวิตและทรัพย์สินของมนุษย์

ระบบการควบคุมระยะไกลด้วยแสงอินฟราเรดหรืออินฟราเรดรีโมท คอนโทรล (Infrared Remote Control) ก็เป็นอีกชนิดหนึ่งของระบบการควบคุม ที่ได้มีการนำ มาใช้กันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากมันสามารถควบคุมการทำงานของวงจรหรืออุปกรณ์ เครื่องมือเครื่องใช้ไฟฟ้าได้จกระยะทางไกล โดยไม่มีผลกระทบในเรื่องของการ แพร่กระจายของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า, คลื่นวิทยุไปรบกวนวงจรหรืออุปกรณ์ข้างเคียง ซึ่ง เป็นข้อดีอย่างหนึ่งของระบบการควบคุมแบบนี้

ในโครงการนี้จะเป็นการสร้างตัว Infrared Remote Control แบบ Multichannel ซึ่งมีรัศมีหรือขอบเขตในการควบคุมประมาณ 15 เมตร โดยมีการนำ เอา Infrared Remote Control ชุดนี้มาเชื่อมต่อเข้ากับระบบไมโครโพรเซสเซอร์ ตระกูล MCS-48 เพื่อเพิ่มขีดความสามารถของการควบคุม และเพิ่มความยืดหยุ่นใน การนำไปใช้งานของ Infrared Remote Control ชุดนี้ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีเบื้องต้น

การเลือกใช้แสง

เหตุผลที่เราเลือกใช้แสงในการสื่อสารทางโทรคมนาคมนั้นมีเหตุผลใหญ่ ๆ

อยู่ 2 ข้อ

1. สามารถป้องกันการสอดแทรกต่าง ๆ ทั้งยังทำให้เกิดความปลอดภัยในการสื่อสาร
2. การรบกวนจาก noise ต่าง ๆ เช่น จากมอเตอร์หรือ Electromagnetic Interference (EI) ไม่สามารถที่จะรบกวนได้

สำหรับปัญหาทั้งสองข้อนี้ เราสามารถป้องกันได้ โดยการใช้แสง ซึ่งมีความถี่สูงมากแทนการส่งโดยใช้ความถี่วิทยุ (Radio Wave)

ย่านความถี่แสงที่ใช้ส่งนี้ เราใช้แสงในย่านอินฟราเรด ซึ่งเป็นแสงที่เราไม่สามารถมองเห็นได้

จากรูปที่ 1 เป็น Spectrum ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ประกอบด้วยแถบความถี่ของวิทยุ-โทรทัศน์, ไมโครเวฟ, การกระจายแสงอินฟราเรด, แสงที่มองเห็นได้, Visible Light, Ultraviolet, X-Ray Gamma Ray และความถี่อื่น ๆ โดยความแตกต่างของการแพร่กระจายต่าง ๆ ของแต่ละแถบคลื่นนั้น จะขึ้นอยู่กับความถี่และความยาวคลื่นเท่านั้น

ตาของมนุษย์จะมีการตอบสนองของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในแถบความถี่ของแสงที่มองเห็นได้ โดยแสงแต่ละสีที่ตามองเห็นนั้น จะมีความถี่หรือความยาวคลื่นแตกต่างกัน โดยเมื่อได้พิจารณาแก่กันตามการเพิ่มของความถี่หรือการลดลงของความถี่ความยาวคลื่นของสีต่าง ๆ จะเรียงลำดับได้ดังนี้คือ

แดง	ความยาวคลื่น	622-770	นาโนเมตร (nm)
ส้ม	"	597-622	"
เหลือง	"	577-597	"
เขียว	"	492-577	"
น้ำเงิน	"	455-492	"
ม่วง	"	390-455	"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงชื่อของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้น ความยาวของคลื่นที่มองเห็นได้จะอยู่ในช่วงระหว่างประมาณ 40 นาโนเมตรถึง 700 นาโนเมตร ส่วนย่านของแสงที่ตาไม่สามารถตอบสนองได้มีอยู่ 2 อย่างคือ ย่านที่สูงกว่าหรือต่ำกว่า Visible Light Band ก็จะเริ่มตั้งแต่ย่านอินฟราเรดและ Ultra Violet ขึ้นไป

ดังนั้นการสื่อสารของเราซึ่งเป็นแบบ Remote Control เราจะใช้ในย่านอินฟราเรด ที่จะเห็นได้ว่าอยู่ในช่วงความยาวคลื่นประมาณ 700 ถึง 1,000,000 นาโนเมตร

LED

แอล อี ดี คือ ไดโอดหรือ P-N Junction semiconductor device ซึ่งออกแบบเป็นพิเศษที่จะให้แสงสว่าง (Emitted light) เมื่อให้ไบอัสตรงแก่มัน แสงที่ส่องออกมามีหลายช่วงคลื่นแล้วแต่ชนิดของสารที่ทำ มีแสงสีแดง เหลือง เขียว และอาจเป็นแสงที่ตาเรามองไม่เห็นเช่น แสงอินฟราเรด (Infrared)

ข้อได้เปรียบของ แอล อี ดี (LED)

- 1) มีขนาดเล็กมากประมาณ 1/1000 นิ้ว ทำให้น้ำหนักเบามาก
- 2) ใช้งานที่แรงดันต่ำมากประมาณ 1.7 โวลท์ และกระแสเพียง 5-30 มิลลิแอมป์ เท่านั้น
- 3) แสงที่เปล่งออกมาเป็นแสงสีเดียว มีช่วงคลื่นเดียว (Monochromatic)
- 4) การทำงานไวมาก มี rise time และ fall time เป็นนาโนวินาที
- 5) ทนต่อการกระแทกกระเทือนได้ดี
- 6) มีอายุการใช้งานสูง

ทฤษฎีโดยย่อ

การที่ แอล อี ดี เปล่งแสงออกมาได้ต้องกล่าวถึงโครงสร้างการจัดเรียงตัวของสารกึ่งตัวนำ กล่าวคือ อิเล็กตรอนในอะตอมจะอยู่เป็นชั้น ๆ เรียกว่า "LEVEL" ซึ่งแต่ละชั้นของอิเล็กตรอน จะมีพลังงานไม่เท่ากัน ชั้นของอิเล็กตรอนที่อยู่ห่างจากนิวเคลียสมาก ก็จะมีพลังงานมากกว่า

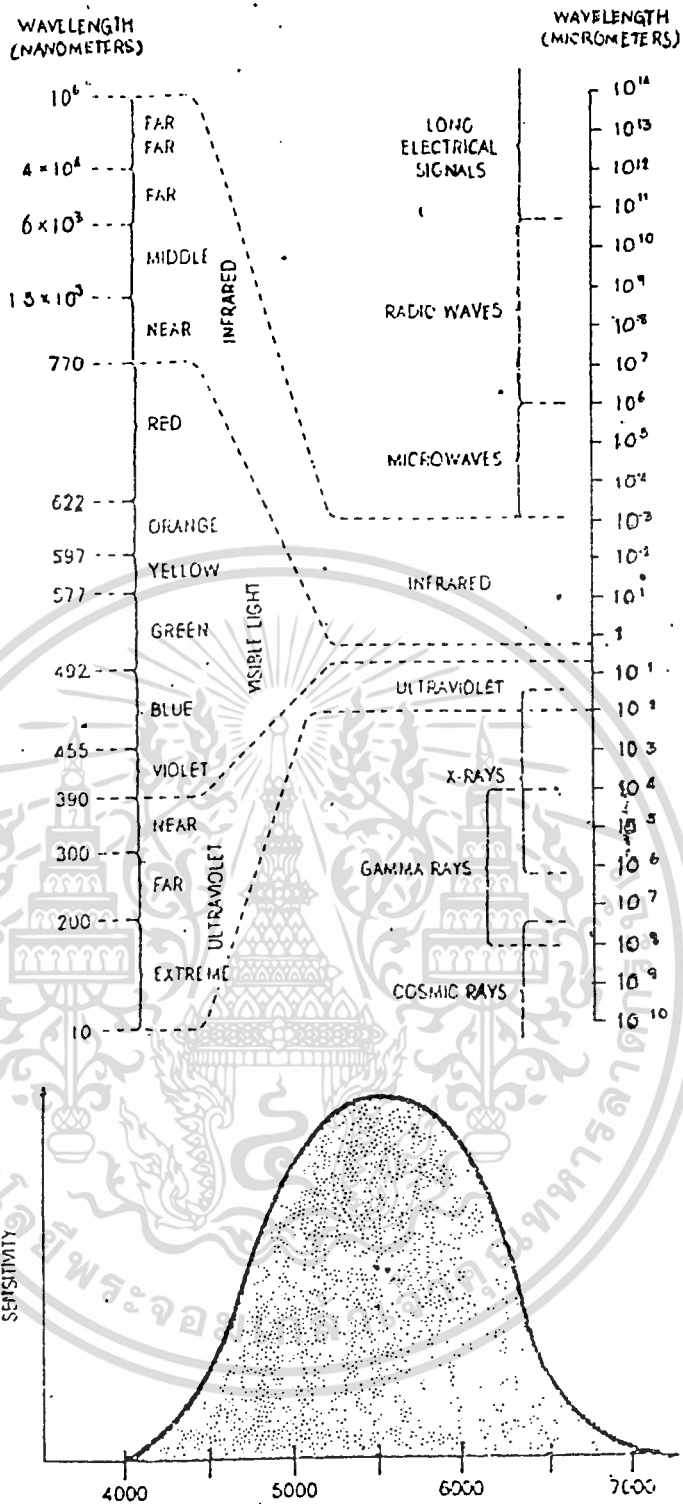
เอกสารนี้เป็นสำหรับ pure semiconductor ที่อุณหภูมิ 0 องศา จะมีอิเล็กตรอนอยู่ในชั้นใน ๆ ไม่ว่าจะกี่ชั้น และชั้นนอกๆ จะไม่มีอิเล็กตรอนอยู่เลย พลังงานนอกสุดของชั้นที่มีอิเล็กตรอนเต็ม เรียกว่า "Valence band" และชั้นในสุดของชั้นที่ไม่มีอิเล็กตรอนอยู่เรียกว่า

"Conductor band" ซึ่งพลังงานที่แตกต่างของระหว่างชั้นพลังงานทั้งสองนี้เรียกว่า "Energy gap" (E_g) อิเล็กตรอนไม่สามารถอยู่ใน energy gap ได้เลย ถ้าไม่อยู่ใน conductor band ก็อยู่ใน Valence band การใส่สารไม่บริสุทธิ์ (Impurity) เข้าไปจะทำให้อิเล็กตรอนสามารถอาศัยอยู่ใน Energy gap ได้ ถ้าอะตอมใดมีอิเล็กตรอนอิสระ (Free electron) อยู่ใน Conduction - band จะเรียกว่าโดเนอร์ (Donor) หรือเรียกว่า สารกึ่งตัวนำชนิด เอ็น (N-type) ถ้าอะตอมใดมีอิเล็กตรอนขาดหายไป (มี hole เกิดขึ้น) ใน Valence band เรียกว่าอะตอมนี้ว่า "Acceptor" หรือสารกึ่งตัวนำชนิด พี (P-type) เมื่ออิเล็กตรอนในโดเนอร์มารวมตัวกัน (Recombine) โอลิโนอะเซ็บเตอร์ จะมีการเปลี่ยนแปลงพลังงานสูงมายังชั้นที่มีพลังงานต่ำ ซึ่งการรวมตัวนี้จะเกิดพลังงานส่วนเกินออกมาเป็น "โฟตอน" (Photon) ที่เป็นพลังงานในรูปแบบพลังงานแสง ความถี่ของโฟตอนจะถูกกำหนดด้วยระดับพลังงานที่เปลี่ยนแปลง ยิ่งพลังงานมากจะให้ความถี่สูงขึ้นจากพลังงานโฟตอนนี้เอง ก็จะเป็นพลังงานแสงที่ช่วงคลื่นต่าง ๆ กัน แล้วแต่ความถี่ของโฟตอน

สารกึ่งตัวนำที่นำมาใช้ทำ แอล อี ดี มี GaAs (แกลเลียมอาร์เซไนด์) ซึ่งให้แสงสีแดงที่ตามองเห็น

ตารางของสารกึ่งตัวนำที่นำมาใช้ทำ แอล อี ดี และความยาวคลื่น		
สารที่ทำ (Crystal)	ความยาวคลื่น (um)	ช่วงความถี่แสง
PbSe	8.5	อินฟราเรด
PbTe	6.5	
InSb	5.2	
PbS	4.3	
InAs	3.15	
GaSb	1.6	
InAs	0.91	
GaAs	0.90	
CeTe	0.85	

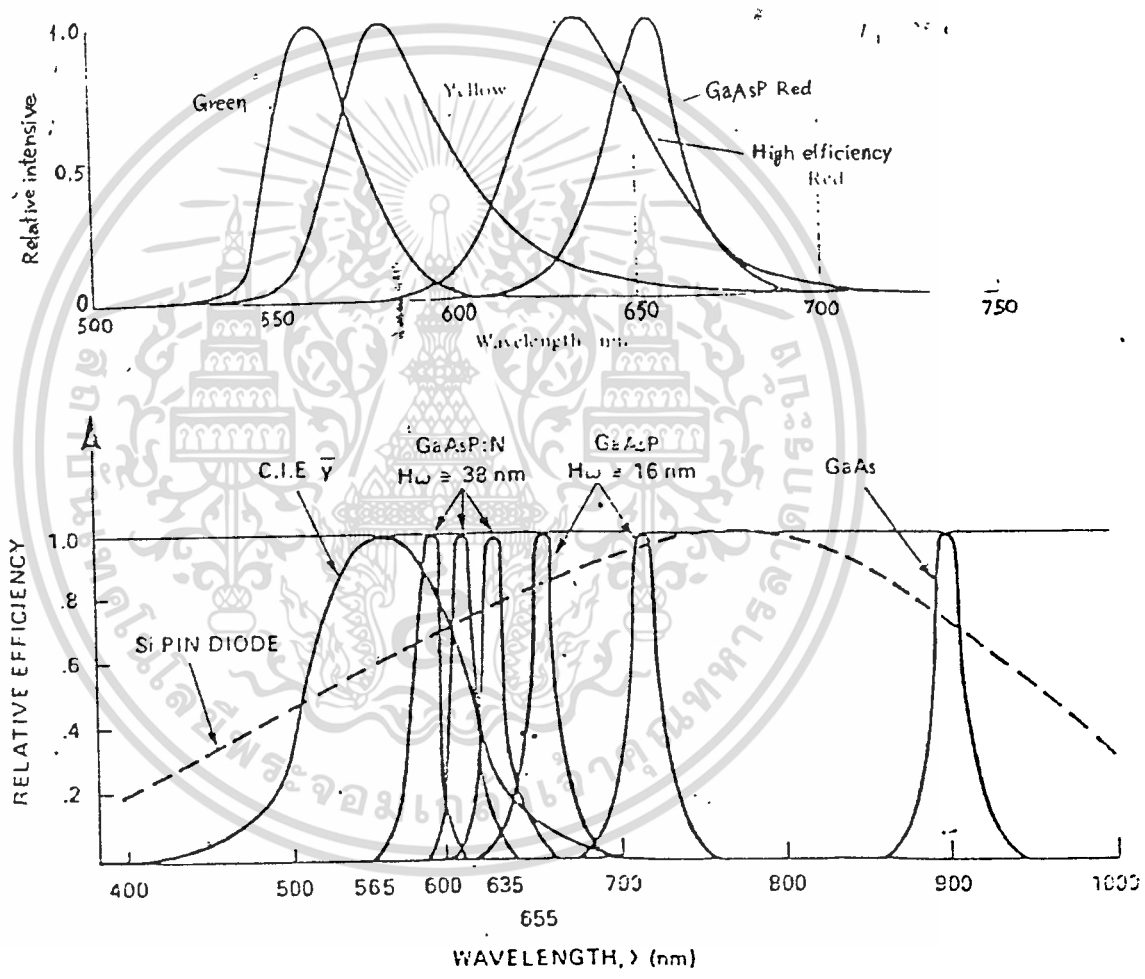
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา



รูปที่ 1 การแพร่กระจายของแม่เหล็กไฟฟ้าและการตอบสนอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารกึ่งตัวนำ (Crystal)	ความยาวคลื่น (nm)	ช่วงความถี่แสง
GaAsP	0.66	แดง } ช่วงที่ ส้ม } ของเรา เขียว } มองเห็น น้ำเงิน } อุลตราไวโอเลต
Bp	0.64	
ZnTe	0.62	
GaP	0.57	
ZnSe	0.45	
ZnO	0.37	

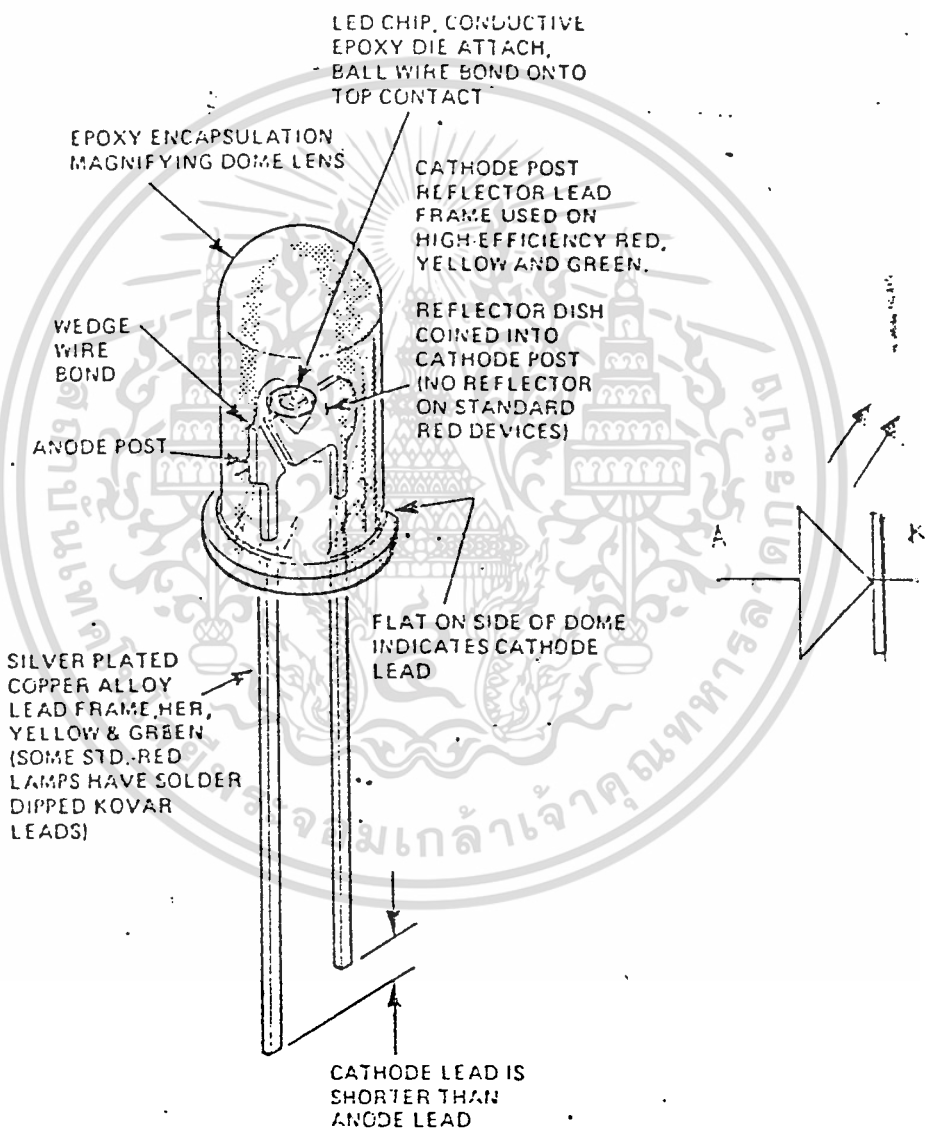


รูปที่ 2 แสดงการตอบสนองของตามมนุษย์ต่อแสงของแอลอีดี ชนิดต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

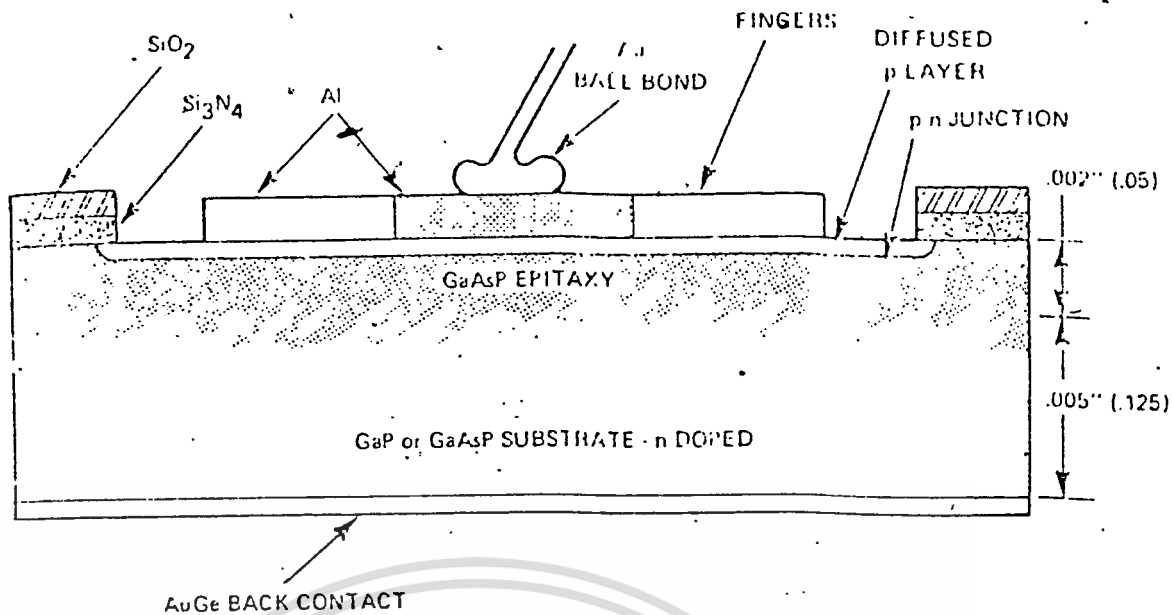
โครงสร้างของ แอล อี ดี

ตามรูปที่ 4 โครงสร้างของแอล อี ดี ประกอบด้วย ชั้นซับสเตรท (Substrate layer) ทำด้วย GaP or GaAs ชั้นถัดมาเป็นอีพิทาเซียล (Epitaxial layer) ทำด้วยสาร GaAsP ทั้งสองชั้นที่กล่าวมาแล้วนี้จะถูกโด๊ป (Doped) เป็น N-type แล้วชั้นนี้จะถูกเจาะแล้วแพร่สาร P-type ลงไปให้อยู่ติดกับ N-type ของอีพิทาเซียล จึงทำให้เกิดเป็น P-N junction ขึ้นมาได้



รูปที่ 3 แสดงโครงสร้างและสัญลักษณ์ของพลาสติก แอล อี ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(.xxx) DIMENSIONS IN \"M

Figure A. CROSS SECTION OF AN LED

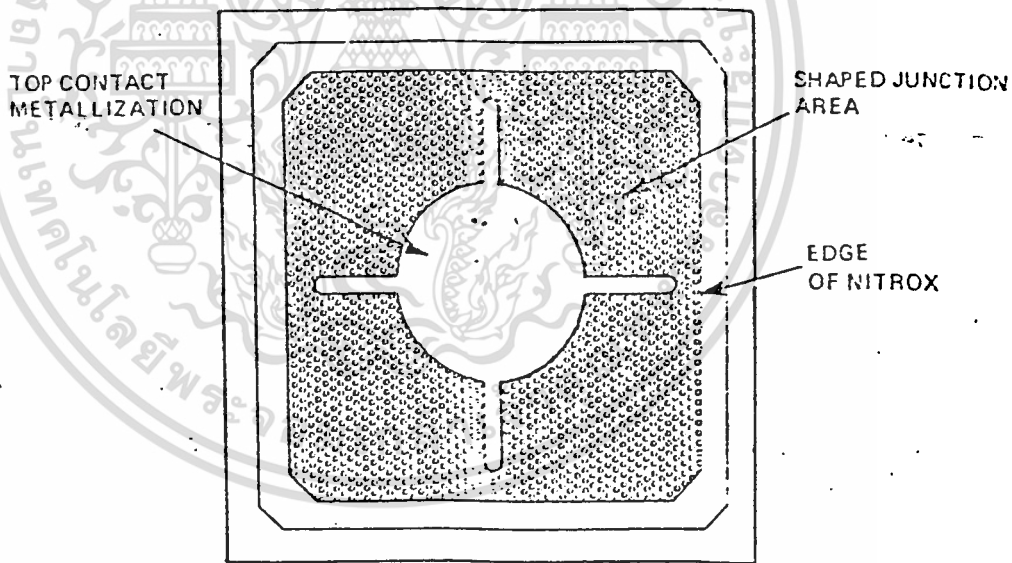


Figure B. PLAN VIEW OF AN LED

รูปที่ 4 แสดงโครงสร้างด้านข้าง และด้านบนของแอลอีดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

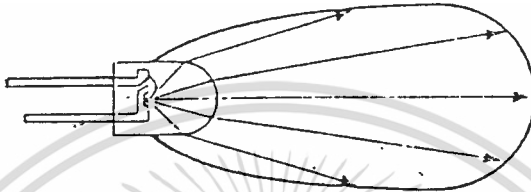


แอล อี ดี แบบกระจายแสงและบีมแสง

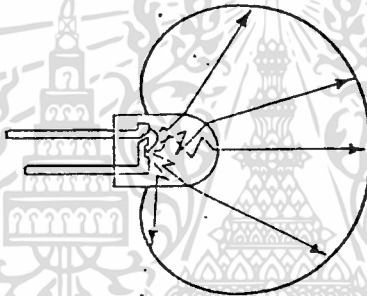
(Diffused and Undiffused LED lamp)

ตามปกติแล้ว เลนส์ของ แอล อี ดี จะถูกอาบไว้ด้วยพลาสติกที่บีมแสงเป็นลำออกไป ซึ่งมีประโยชน์ใช้เป็น Back light และใช้เป็นแหล่งกำเนิดแสงสำหรับแอล อี ดี ที่บีมแสงและกระจายแสงได้แสดงไว้ดังรูปที่ 5 และ รูปที่ 6

BOTH LAMPS HAVE THE SAME LED CHIP AND THE SAME SHAPED DOME LENS

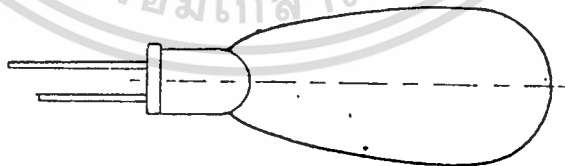


UNDIFFUSED PLASTIC LAMP: HIGH VALUE OF ON-AXIS LUMINOUS INTENSITY WITH A NARROW RADIATION PATTERN

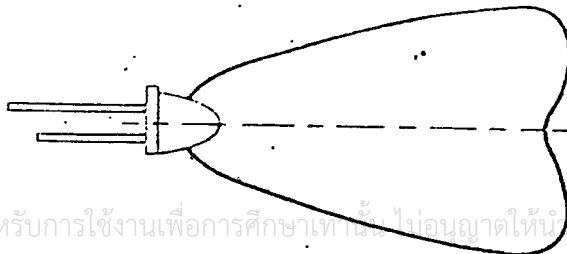


DIFFUSED PLASTIC LAMP: REDUCED VALUE OF ON-AXIS LUMINOUS INTENSITY WITH A WIDE RADIATION PATTERN

รูปที่ 5 แอลอีดี บีมแสง



T 1 3/4 LAMP WITH SPHERICAL DOME LENS



T 1 3/4 LOW PROFILE LAMP WITH AN ASPHERIC DOME LENS

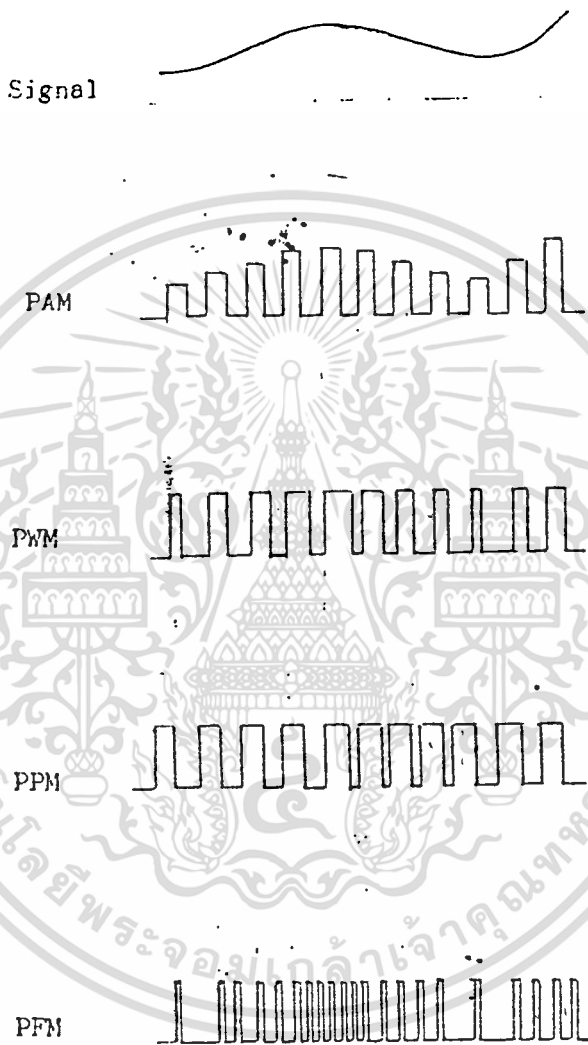
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกหรือทำซ้ำของเอกสารทุกครั้งที่มีการแก้ไขได้

008415

รูปที่ 6 แสดงการเปรียบเทียบของแอลอีดี แบบบีมแสง กับแบบกระจายแสง

พัลส์มอดูเลชัน (Pulse Modulation)

พัลส์มอดูเลชัน เป็นวิธีการที่เหมาะสมจะใช้ในการสื่อสารด้วยคลื่นแสง แบ่งออกได้เป็นหลายชนิดดังนี้



รูปที่ 7 WAVEFORM OF PULSE MODULATION TECHNIQUE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) pulse-Amplitude modulation (PAM)

ตามเทคนิคเราจะนำแอมพลิจูดของพัลส์ที่ถูกแทนด้วยแอมพลิจูดของสัญญาณ ดังรูป 7 โดยที่แอมพลิจูดพัลส์เป็นอัตราส่วนโดยตรงของแอมพลิจูดที่นำมาบอกคุณลักษณะ ข้อสังเกตประการหนึ่งคือ แอมพลิจูดพัลส์น้อยๆ ได้มาจากสัญญาณมอดที่แอมพลิจูดสูงในช่วงลบ สำหรับการนำไปใช้งานได้ถูกใช้ในระบบสื่อสารด้วยคลื่นแสง

2) Pulse-Width modulation (PWM) or Pulse-Duration Modulation (PDM)

ความกว้างของพัลส์เป็นอัตราส่วนกับสัญญาณมอดทกล่าวคือ ความสูงของพัลส์จะคงที่ตลอด โดยที่แอมพลิจูดของสัญญาณมอดจะทำให้ ความกว้างของพัลส์เปลี่ยนแปลง ถ้าแอมพลิจูดของสัญญาณมอดสูงสุด ความกว้างของพัลส์จะกว้างมากที่สุด และเมื่อสัญญาณมอดต่ำสุด ความกว้างของพัลส์จะแคบที่สุดด้วยดังรูปที่

3) Pulse-Position modulation (PPM)

จากรูปที่ 7 วิธีการมอดแบบนี้โดยจะแบ่งช่วงสัญญาณมอดในหนึ่งพีเรียดเป็นช่วงเท่ากัน ถ้าสัญญาณมอดเป็นศูนย์จะถูกแทนด้วยพัลส์ซึ่งจะถูกแบ่งครึ่งด้วยเส้นช่วงของสัญญาณมอดในกรณีที่สัญญาณมีแอมพลิจูดทางบวกแล้วจะถูกแทนด้วยพัลส์ที่ล้าไปทางขวาของเส้นแบ่งช่วงสัญญาณมอด (lag) แต่ในกรณีที่แอมพลิจูดของสัญญาณมอดเป็นลบจะถูกแทนด้วยพัลส์ที่ล้ามาทางซ้ายของเส้นแบ่งช่วงสัญญาณมอด (lead) ส่วนในกรณีอื่น ๆ จำนวนพัลส์จะไปแทนสัญญาณมอดเป็นอัตราส่วนกัน ประโยชน์ของ PPM เหมาะใช้กับแหล่งกำเนิดแสงที่มีกำลังสูง เช่น ใช้กับแสงเลเซอร์

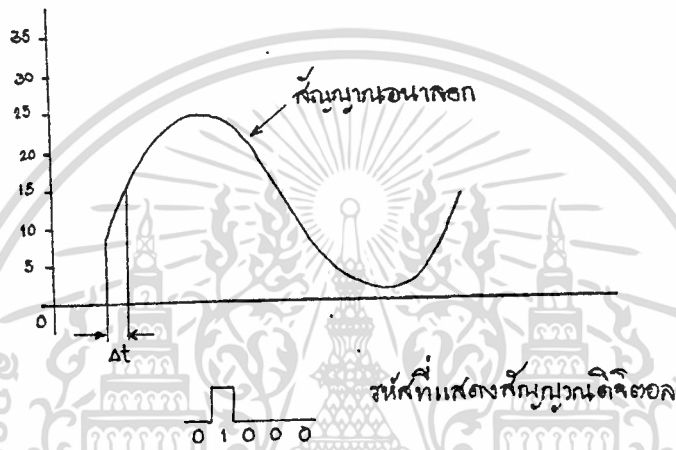
4) pulse-Frequency Modulation (PFM)

สำหรับการมอดวิธีนี้ใช้วิธีการใน FM.Radio ของระบบเครื่องส่งซึ่งจะให้พัลส์เป็นพาหะ (Carrier) สัญญาณมอดจะไปทำให้ความถี่ของพัลส์เปลี่ยนแปลง การใช้งานใช้ในการสื่อสารด้วยแสงต่าง ๆ

5) Pulse-Code Modulation (PCM)

ความหมายของพัลส์ได้ตีความถึงการจะแสดงรหัสพัลส์เป็นรหัสที่บอกค่าได้ นั่นคือ ถ้าเราให้สัญญาณวงจรถิจิตอลประกอบด้วยตัวเลข 0, 1 จำนวน 5 บิต ค่าที่ปรากฏจะมีจำนวน $0-2^5$ หรือ 32 ความหมาย แต่ถ้าเราต้องการส่งสัญญาณแอนาลอก เราต้องแปลงเป็นค่าทางดิจิตอลก่อนจึงจะส่งไปและถ้าสัญญาณพัลส์ที่มีความถี่สูงกว่าสัญญาณที่มอดชันไดอนาลอกมากเราก็สามารถส่งตัวอย่างได้ก็มากดังรูปที่ 8 ในช่วงเวลา Δt นี้เราร่วม

ตัวอย่างค่าได้ระดับ 8 ซึ่งแทนตัวเลขดิจิตอลด้วย 01000 เราก็ส่งสัญญาณ 01000 นั้นไป
 ครั้นต่อมาเราสุ่มตัวอย่างในช่วงเวลา จากสัญญาณอนาลอกได้ระดับ 9 จะได้รับรหัส 01001
 เป็นต้น การนำไปใช้งานเช่น ในวงจรโทรพิมพ์, โทรคัมภ์, วิทยุและอื่นๆ เป็นต้น



รูปที่ 8 ตัวอย่างการสุ่มค่าสัญญาณอนาลอกให้เป็นดิจิตอล

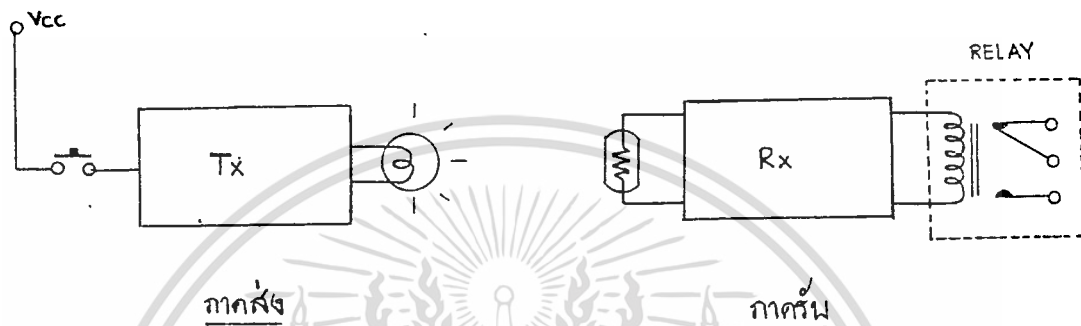
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทฤษฎีเกี่ยวกับการควบคุมระยะไกลโดยใช้แสง

การควบคุมระยะไกลที่ใช้แสงนั้น สามารถแบ่งออกตามลักษณะของแสงได้เป็น 2 ประเภทคือ

1) แสงที่มองเห็นได้ (Visible light)

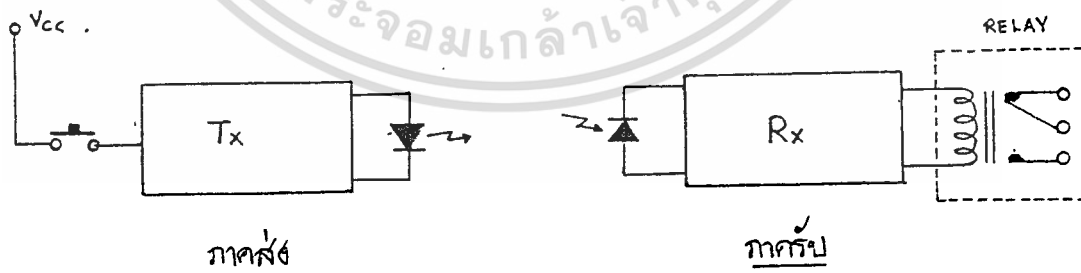
ได้แก่ แสงอาทิตย์, แสงจากหลอดไฟฟ้า, แสงจากการเผาไหม้, แสงเลเซอร์และแสงจากแหล่งกำเนิดแสงต่าง ๆ เป็นต้น ซึ่งเป็นแสงที่อยู่ในย่านที่ตาของมนุษย์สามารถมองเห็นได้ มีหลักการทำงานอย่างง่าย ๆ ดังรูป ก.



รูป ก. แสดงหลักการทำงานของ การควบคุมระยะไกลที่ใช้แสงที่มองเห็น

การนำไปใช้งานได้แก่ การใช้ปิด-เปิดประตูบ้าน, ประตูโรงรถ, ไฟทางตามถนน, ประตูลิฟท์และอื่น ๆ

2) แสงที่มองไม่เห็น (Invisible light) ได้แก่ แสงอินฟราเรดและแสงอัลตราไวโอเล็ต เป็นต้น ซึ่งในโครงงานนี้เราใช้แสงอินฟราเรด แสงที่ได้กล่าวมานี้เป็นแสงที่อยู่ในช่วงที่ตามมนุษย์ไม่สามารถมองเห็นได้ มีหลักการง่าย ๆ ดังรูป ข.



รูป ข. แสดงหลักการทำงานของ การควบคุมระยะไกลที่ใช้แสงที่มองไม่เห็น

การนำไปใช้งานได้แก่ การใช้สำหรับควบคุมอุปกรณ์เครื่องมือ เครื่องใช้ไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของกรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ กระทรวงพาณิชย์ เป็นต้นฉบับที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการนำเข้าใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Photo diode

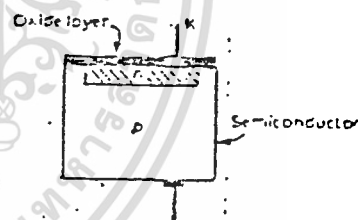
ในไม่กี่ปีมานี้ อุปกรณ์พวกที่มีความไวต่อแสงได้รับความสนใจอย่างมากมาย Photo diode เป็นอุปกรณ์กึ่งตัวนำที่ได้ทำมาจาก P-N junction Photo diode จะทำงานก็ต่อเมื่อได้รับแสงสว่างมาตกกระทบตรงบริเวณรอยต่อ แม้จะเพียงเล็กน้อยก็ตามก็จะทำให้ Photo diode ทำงานได้

ปกติบริเวณรอยต่อของ P-N junction จะมีพื้นที่รับแสงน้อยมาก ดังนั้นโครงสร้างด้านหน้าที่ทำเป็นเลนส์ ซึ่งทำจากแก้วหรือพลาสติก เพื่อที่จะรวมแสงให้มาตกกระทบที่บริเวณรอยต่อ P-N junction เริ่มแรกนั้น Photo diode จะทำจากสารพวก Germanium แต่ปัจจุบันนี้ทำมาจากสารซิลิกอนทั้งหมด สัญลักษณ์ของโฟโตไดโอด แสดงดังรูปที่ 9 และโครงสร้างของโฟโตไดโอดแสดงดังรูปที่ 10

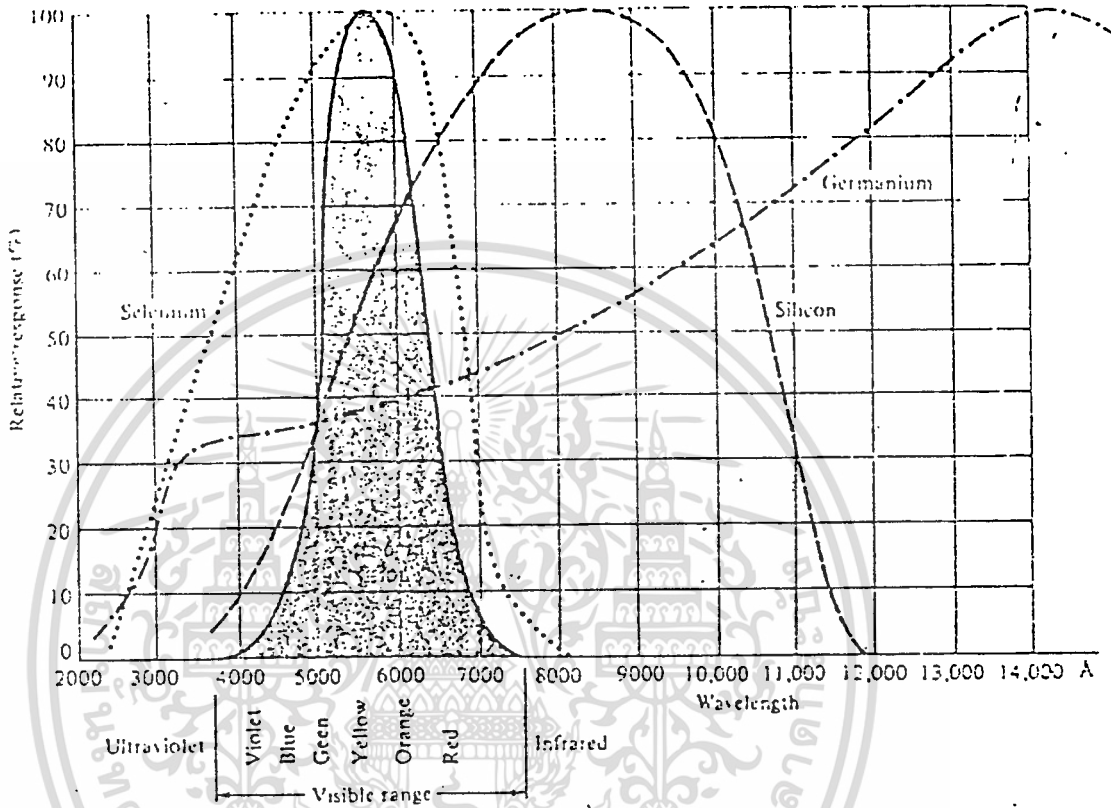


รูปที่ 9

รูปที่ 10



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 11 ความสัมพันธ์ของซิลิกอน, เยอรมันเนียมและซิลิเนียมต่อการตอบสนองของตามนุษย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

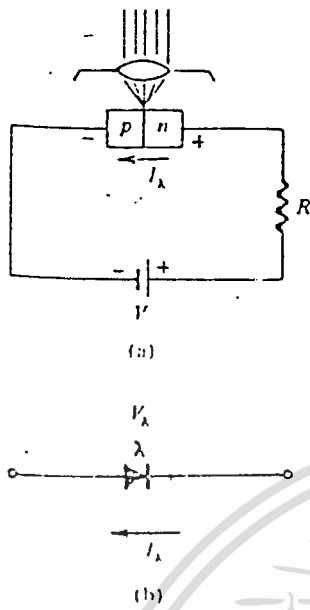
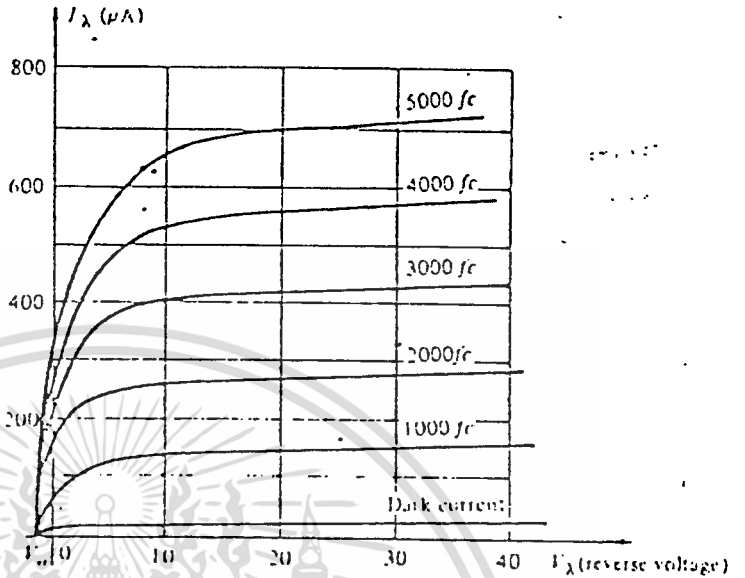


Figure 3.34 Typical set of photodiode characteristics.

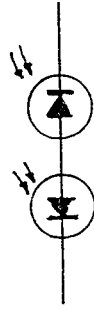


รูปที่ 12 คุณลักษณะสมบัติของโฟโตไดโอด

การทำงานของโฟโตไดโอด จะต้องจัดให้เป็นแบบไบอัสกลับดังรูปที่ 12 จะมีอัตราการทำงานที่อุดมภูมิสูงสุดอยู่ในช่วง 100-125 องศาเซลเซียส, แรงดันไบอัสกลับ 50-200 โวลท์ และอัตราทนกำลัง 50-100 มิลลิวัตต์ นอกจากนี้ ยังทำงานในช่วงความถี่ตั้งแต่ 200 กิโลเฮิรตซ์ สำหรับไดโอดทำงานช้า (Slower diode) ถึง 1 เมกกะเฮิรตซ์ สำหรับไดโอดที่ทำงานเร็ว แต่สำหรับโฟโตไดโอดที่ทำด้วยซิลิกอนจะตอบสนองได้ดีที่สุดที่ความยาวคลื่น 800-900 นาโนเมตร และอยู่ในย่านของแสงอินฟราเรดด้วย แต่สำหรับเยอรมันเนียมที่ใช้ทำโฟโตไดโอดจะมีช่วงการทำงานที่กว้างมาก ความยาวคลื่นตั้งแต่ 200 ถึงมากกว่า 1400 นาโนเมตร ดังรูปที่ 11 การใช้งานโฟโตไดโอด จะใช้ในการเป็นพัลส์ดีเทคเตอร์ของแสงเลเซอร์หรือการตรวจจับเลขชั้นของระดับสัญญาณที่ต่ำมาก

โฟโตไดโอดเป็นอุปกรณ์ที่มีทิศทางการทำงานเพียงทิศทางเดียว แต่ถ้านำโฟโตไดโอด 2 ตัวมาต่อกลับหัวกันจะได้ คุณสมบัติเป็นการทำงานได้สองทิศทาง ดังรูปที่ 13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 13 การใช้ไดโอดสองตัวต่อร่วมกัน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

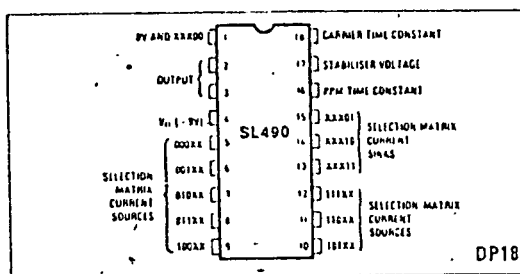
บทที่ 3

รายละเอียดของไอซีที่ใช้

#ทฤษฎี IC SL490B#

IC SL490B นี้ ผลิตขึ้นโดยบริษัท Plessey Semiconductors ซึ่งได้ทำการพัฒนาให้ไอซีเบอร์นี้สามารถใช้งานเป็น Remote Control Transmitter หรือเป็นตัวควบคุมการทำงานในภาคส่งของชุดรีโมทคอนโทรลชุดนี้ได้โดยสามารถใช้งานได้กว้างขวางมากภายในตัวไอซีจะใช้ระบบการผลิตสัญญาณส่งแบบ Pulse position modulation (PPM) ซึ่งสัญญาณที่ผลิตได้นี้จะเป็นสัญญาณที่ไม่มีสัญญาณพาหะปนออกมาและก็จะมียระบบการตรวจจับค่าผิดพลาด(error) แบบอัตโนมัติอยู่รวมกันด้วย ทำให้ไอซีตัวนี้มีความสะดวกในการใช้งานมากตัวหนึ่ง ซึ่งถึงแม้ว่าจุดประสงค์แรก ไอซีเบอร์นี้จะถูกออกแบบมาให้ใช้ในการควบคุมการเปลี่ยนช่องและทำหน้าที่อื่น ๆ ในการปรับแต่ง TV. ก็ตามแต่ก็สามารถนำไอซีเบอร์นี้ไปประยุกต์ใช้ในการควบคุมการเล่นเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ ได้อีกมากมาย อาทิ เช่น ใช้กับวิทยุ, จูนเนอร์(Tuner), เทปและเครื่องบันทึกเทป(Tape and record decks), หลอดไฟ, ของเล่นไฟฟ้าต่าง ๆ, ระบบการควบคุมในอุตสาหกรรมและส่วนแสดงผลอื่น ๆ อีกมากมาย

IC SL490B นี้ สามารถต่อขยายเอาท์พุทได้ถึง 32 แชนแนล โดยจะมีระบบ Pulse position modulation ได้ทำการสำรองกระแสที่จะใช้งานไว้อย่างเพียงพอแล้ว ปกติแล้วไอซีเบอร์นี้จะใช้งานคู่กับไอซีที่ใช้ในการถอดรหัสตัวมันเอง เบอร์ ML920 ซึ่งจะอยู่ในภาครับของรีโมทคอนโทรลชุดนี้ โดย IC ML920 นี้ จะเป็นตัวถอดรหัสไปควบคุมเอาท์พุททั้ง 32 แชนแนลโดยตรง



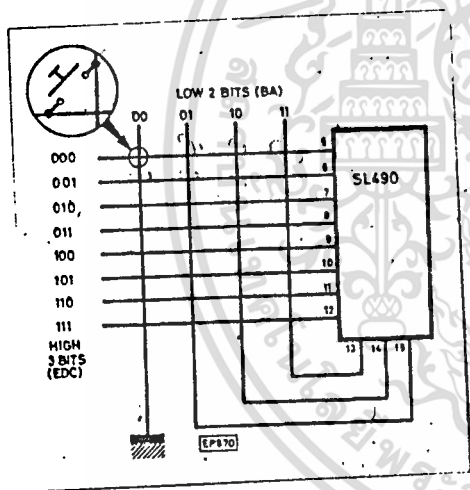
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและข้อมูลอ้างอิงของเอกสารนี้เพื่อใช้ในการอื่นไปใช้

รูปที่ 14 แสงเงาการจัดขาของไอซี SL 490

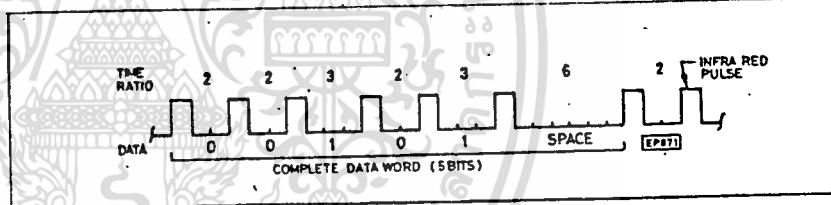
หลักการทํางานและการต่อใช้งานของ IC SL490B

จากที่ได้กล่าวในหัวข้อที่แล้วว่า IC SL490B นี้ จะสามารถทำหน้าที่ส่งสัญญาณออกทางเอาต์พุตเพื่อไปควบคุมที่ภาครับได้ถึง 32 แชนแนลด้วยกัน ที่ไอซีเบอร์นี้สามารถควบคุมเอาต์พุตได้มากมายเช่นนี้ก็เพราะว่า ในการผลิตสัญญาณควบคุมส่งออกนั้นได้ใช้การเข้ารหัสของข้อมูลขนาด 5 บิตด้วยกัน ซึ่งในการเข้ารหัสทางอินพุตของไอซีเบอร์นี้ จะใช้การวางรูปแบบของระบบการเข้ารหัสเป็นแบบ Key Matrix ขนาด 8*4 สาย โดยกลุ่มของสวิทช์ด้านอินพุตนี้ จะมีการส่งข่าวสารในรูปของรหัสเลขฐานสองขนาด 5 บิต ในขบวนการแบบ PPM (Pulse Position Modulation)

ในรูป 15 แสดงวิธีการต่อสวิทช์ทั้ง 32 แบบ เข้าสู่ตัวไอซี เบอร์ SL490B นี้ ตำแหน่งสวิทช์แต่ละอัน ตรงกับรหัสเลขฐานสองขนาด 5 บิต (EDCBA) โดย A เป็นหลักขวาสุด ภาคส่งนี้จะส่งพัลส์ไปทั้งหมด 6 ลูก โดยมีการปรับค่าเวลาของแต่ละลูกให้เหมาะสมกับรหัสลอจิก 0 หรือ 1 ที่จะส่งไปทั้งหมด 5 บิตด้วยกัน



รูปที่ 15



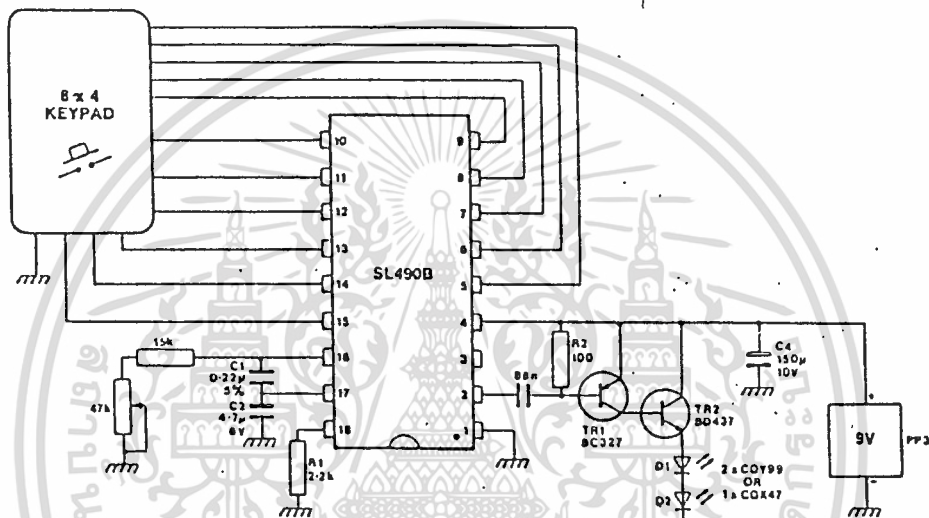
รูปที่ 16

เมื่อดูจากรูปการจัดขา(รูปที่ 14) ของไอซีเบอร์นี้แล้ว จะเห็นว่าเราจะใช้ขาที่ 5-15 ต่อรวมกันเป็น Matrix Switch ที่จะใช้ในการเข้ารหัสฐานสองขนาด 5 บิตป้อนเข้าตัวไอซี เพื่อนำไปทำขบวนการ PPM ภายในตัวไอซีเองออกมาเป็นรหัสตามสวิทช์ที่กดสั่งงาน

ในรูป 16 แสดงข้อมูลพัลส์ 5 บิตที่ส่งไป โดยมีอัตราส่วนความกว้างพัลส์เป็น 2:3 หากเกิดลอจิก 1 หรือ 0 ขึ้นตามลำดับ ข้อมูล 5 บิต ในแต่ละชุดที่ส่งไปจะแยกจากกันด้วยไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้ ช่วงเวลา 1.6 (space) ภาคส่งจะส่งรหัส 5 บิตไปทุกครั้งที่กดสวิทช์ อาจใช้งาน

เครื่องส่งนี้ด้วยระบบเสียงอุลตราไวโอเลตก็ได้

ในรูปที่ 17 แสดงวงจรของภาคส่งระบบอินฟราเรด (Infra-red Transmitter) ซึ่งจะให้เอาท์พุทเป็นสัญญาณแบบ PPM ออกที่ขา 2 ของไอซี SL490B โดยสัญญาณนี้จะถูกป้อนเข้าขาเบสของ TR1 ซึ่งเป็นแบบ PNP ให้ทำการขยายกระแสสัญญาณพัลส์ให้มีความกว้างของสัญญาณขนาด 15usec ซึ่งพัลส์ที่ได้นี้ ก็จะถูกขยายอีกต่อหนึ่ง โดย TR2 เพื่อใช้ในการขับไดโอดส่งแสงอินฟรา-เรด D1 และ D2 ให้ส่งแสงอินฟราเรดตามจังหวะของพัลส์ออกไปสู่ภาครับต่อไป



รูปที่ 17 แสดงวงจรของภาคส่งระบบอินฟราเรด

จะเห็นว่า การจัดให้วงจรทำการขยายสัญญาณในลักษณะนี้ จะทำให้ได้เกณฑ์ในการขยายสูง หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือ วงจรขยายลักษณะนี้ เป็นการต่อแบบดาร์ลิงตันนั่นเอง ซึ่งการทำเช่นนี้ จะทำให้ระบบภาคส่งของรีโมทคอนโทรลชุดนี้สามารถที่จะส่งสัญญาณควบคุมไปถึงตัวรับได้ไกลมากขึ้น ประมาณว่าจะอยู่ในช่วง 10-15 เมตรได้ ซึ่งนับว่าเป็นระยะทางที่ไกลเพียงพอแล้ว

จริง ๆ แล้วหากเราจะใช้ไดโอดอินฟราเรดแบบมี 2 ตัวในชิฟเดียวกันก็ได้ แต่เนื่องจากไดโอดแบบนี้มีราคาแพงกว่าและจะทำให้ต้นทุนในการทำรีโมทคอนโทรลชุดนี้สูงขึ้นมาก จึงไม่เลือกใช้ แต่หากจะต่อก็ทำได้ โดยการต่อแทนไดโอดตัวเก่าในลักษณะอนุกรมแบบเดิม เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าเลยได้ ไม่วาทกรรมใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้ การปรับปรุงสัญญาณที่ได้ทางเอาท์พุท(ที่ไดโอดอินฟราเรด) ทำได้โดยการใช้ไดโอด

อินฟราเรดเบอร์ CQY99 จำนวน 4 ตัว จัดการต่อเป็นแบบขนานกัน 2 ชุด ๆ ละ 2 ตัว แล้วนำมาต่ออนุกรมกันก็จะได้ชุดไดรว์แสงอินฟราเรดที่แรงขึ้นกว่าเดิม แต่อาจจะใช้ไดโอดแบบ 2 มัลติชิพ (2 Multichip diodes) เบอร์ CQX47 ต่อขนานกันหรือใช้เบอร์ CQX19 เพียงตัวเดียวก็ได้ ซึ่งก็จะให้ผลในลักษณะที่คล้ายกัน

การเพิ่มประสิทธิภาพในย่านของแสงอินฟราเรด ให้มีความแน่นอนขึ้นในการส่งสัญญาณของภาคส่งนี้ ทำได้โดยใช้แผ่นพลาสติกที่สามารถกรองแสงได้มาครอบบังตัวไดโอดอินฟราเรดที่ใช้ในการส่งสัญญาณให้มิดพอดี จะทำให้สามารถลดการรบกวนของแสงจากภายนอกได้มาก

ในการสร้างชุดส่งนี้ ควรจะมีความพิถีพิถันในการเลือกใช้คาปาซิเตอร์ C4 ให้มาก โดยเลือกชนิดที่มีคุณภาพดีหน่อย โดยเฉพาะหากตัวส่งไดโอดอินฟราเรดแบบ Multichip diodes ถูกนำมาใช้กับวงจรภาคส่งนี้กระแสสัญญาณพัลส์ที่ส่งให้ตัวมันอาจจะมีค่าสูง 6-8 แอมแปร์ได้

ทรานซิสเตอร์ที่จะเลือกใช้กับวงจรนี้ ก็มีความสำคัญเช่นกัน โดยจะต้องเลือกใช้ให้เหมาะสม ซึ่งก็ควรจะมีคุณลักษณะมีเกนที่สามารถไดรว์กระแสได้สูงและสวิทช์ความเร็วได้ ความถี่ที่มีค่าตามสเปคของ IC SL490B ด้วย นั่นคือประมาณ 40 KHz

การเพิ่มกำลัง (Power) ทางเอาท์พุท ก็สามารถทำได้ โดยการต่อ TR2 ให้อยู่ในลักษณะแบบ คอมมอนอิมิตเตอร์ (Common emitter configuration) แต่ควรระวังในเรื่องของไดโอดตัวส่งแบบอินฟราเรดที่ใช้อยู่ว่าจะสามารถรับกำลังที่เพิ่มขึ้นนี้ได้หรือไม่ หากเราต่อวงจรขับกระแสพัลส์ให้ไดโอดอินฟราเรดนี้มากเกินไปแล้ว อาจจะทำให้เกิดความเสียหายกับชุดส่งนี้ได้

การเลือกความถี่ของระบบ PPM

ถึงแม้ว่า IC ML920 นี้ จะถูกนำไปใช้ในภาครับสัญญาณของชุดรีโมทคอนโทรลที่ถูกรอกแบบขึ้นมา เพื่อให้ทำงานได้เหนียวของควมถี่แบบ PPM นี้ก็ตาม แต่ในความจริงแล้ว ในย่านความถี่ดังกล่าวอาจจะถูกจำกัดได้โดยลักษณะของการนำไอซีนี้ไปประยุกต์ใช้งานก็ได้ เอาท์พุทของไอซีนี้จะเป็นแบบ Step up หรือ Step down ก็ได้ โดยลักษณะสัญญาณใน Step หนึ่ง ๆ นั้น จะใช้แทนสำหรับสัญญาณแบบ PPM แต่ละคู่ที่รับได้ ซึ่งในลักษณะนี้เอง ที่เป็นตัวเปลี่ยนอัตราการเพิ่มหรือลดของโวลุ่ม (Volume) หรือใช้ควบคุมสีของภาพใน TV.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่วางไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ถือว่าไม่มีให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีให้นำไปใช้

เมื่อภาคส่งได้ใช้ LED แบบอินฟราเรดเป็นสื่อในการส่งสัญญาณแบบนี้แล้ว กระแส

สัญญาณพัลส์ที่ป้อนให้กับไดโอดแบบนี้ก็ควรจะมีค่าสูงพอด้วย กำลังไฟฟ้าที่สูญเสียไปจะเพิ่มขึ้นตามค่าของความถี่ ดังนั้น จึงควรใช้แบริเตอร์ที่สามารถจ่าย power ได้อย่างเพียงพอ กับความต้องการของระบบ

อัตราของความถี่แบบ PPM ที่เข้าที่สุต ควรจะมีค่าตรงกับผลตอบสนองทางด้านเวลาที่เลือกไว้แล้วด้วย

การตั้งค่าความถี่และคาบเวลาของสัญญาณฐานเวลา

ในเมื่อการออกแบบระบบปริมาตรคอนโทรลนี้ ได้ใช้ไอซี SL490B ร่วมกับไอซี ML920 แล้ว ดังนั้น ย่านความถี่ของวงจรในภาครับสัญญาณจึงมีความสำคัญมากทีเดียว ซึ่งจะต้องมีความสัมพันธ์กันเป็นอย่างดีกับภาคส่งสัญญาณ มิฉะนั้นแล้ว ก็จะทำให้การรับ-ส่งแลกเปลี่ยนสัญญาณซึ่งกันและกันระหว่างภาครับกับภาคส่ง เป็นอันต้องมีการผิดพลาดไป

การตั้งค่าเวลาของคาบความถี่ในที่นี้ ก็สามารถทำได้ โดยการเลือกใช้ค่าความต้านทานและคาปาซิเตอร์ที่เหมาะสม ค่าคาปาซิเตอร์ C1 ควรจะเลือกให้ได้ตามค่าของเวลา T1 ซึ่งค่าเวลา T1 นี้เราสามารถคำนวณได้จากสูตร

$$T1 = 1.4 * C * R$$

โดยให้ค่า R = 33k

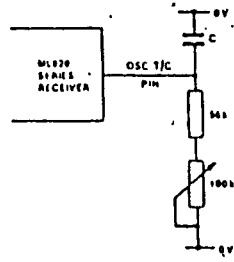
ค่า R นั้น ควรจะใช้ความต้านทานแบบปรับค่าได้ มาต่ออนุกรมรวมเข้าไปกับส่วนชดเชย ในการปรับค่านี เพื่อที่จะได้ตั้งค่าความถี่และคาบเวลาให้ส่วนออสซิลเลเตอร์ภายในตัวไอซีมีค่าเวลาและความถี่ตามที่เรารต้องการได้

อุปกรณ์ที่จะใช้ในการต่อเพื่อตั้งค่าเวลาและความถี่ของภาครับสัญญาณนั้นสามารถที่จะเลือกใช้ได้จากสูตร ดังนี้ :

$$f_{rx} = 1/0.15CR + 20\% \text{ หรือ } f_{rx} = 40/t_0$$

เมื่อ t_0 คือ ค่าโลจิคคูนีย์ของสัญญาณ PPM จากภาคส่ง

ถ้าเราใช้โพเทนชิโอมิเตอร์ปรับค่าได้ต่ออนุกรมกับความต้านทานค่าหนึ่ง ดังแสดงในเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานั่นเอง ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้ารูปที่ 18 เราก็คงจะให้ค่าความต้านทานที่อยู่ในสูตรข้างบนนี้มีค่าประมาณ 84 K ซึ่งค่านี้จะทำให้ได้ย่านในการปรับค่าความถี่ได้สูงสุด



รูปที่ 18 ส่วนของวงจรฐานเวลา

ต่อมา ก็เป็นการปรับครั้งสุดท้าย โดยการตั้งค่าคาบเวลาคงที่ของวงจรส่วนออสซิลเลเตอร์ของภาครับ เพื่อให้จะให้สัญญาณฐานเวลาของวงจรมีค่าคาบเวลาเป็น $1/40$ ของสัญญาณ PPM ที่รับได้จากภาคส่ง โดยปรับได้ที่โพเทนชิโอมิเตอร์ที่ได้ต่อไว้ในวงจรแล้ว ในการต่อขา Time Constant ของภาครับนี้ ควรจะใช้ ออสซิลโลสโคปวัดด้วย เพื่อลดการไหลของตัววงจรเอง โดยให้ตั้งโพริบของออสซิลโลสโคปที่ใช้วัดไปที่ตำแหน่ง $\times 10$ เป็นอันใช้ได้

#ทฤษฎี IC SL486 Infrared Remote Control Preamplifier#

ไอซีเบอร์รี่ ถูกออกแบบมาเพื่อใช้ทำหน้าที่เป็น Preamplifier ซึ่งมีเกณฑ์ในการขยายสูงมาก โดยจะถูกใช้เป็นตัว Interface ระหว่างตัวไดโอดอินฟราเรดที่ใช้รับแสงและอินพุทของวงจรทางภาครับสัญญาณ

ภายในตัวไอซีจะประกอบไปด้วยวงจร 2 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 : เป็นวงจรส่วนที่จัดในรูปแบบ Stretch output pulse . กล่าวคือ เอาท์พุทที่ได้จากวงจรนี้จะให้พัลส์ออกมาได้อย่างต่อเนื่องกันตลอด

ส่วนที่ 2 : เป็นวงจร Voltage regulator ซึ่งสามารถทำงานได้ในย่านของชั้นพลายที่กว้าง

ลักษณะเด่นของไอซีเบอร์รี่

- 1) สามารถปรับเกณฑ์ในการขยายได้อย่างรวดเร็ว โดยอัตโนมัติ (AGC : Automatic Gain Control) เมื่อมันทำงานในสภาวะแวดล้อมที่มีการรบกวนมาก ๆ
- 2) มีการลดทอนการรบกวนทางด้านอินพุทให้มีสัญญาณแตกต่างน้อยลงได้ด้วยตัวเองและควบคุมเสถียรภาพได้ดี
- 3) มีวงจรโจเรเตอร์ไว้คอยควบคุมระดับกระแสที่ได้จากตัวรับไดโอดอินฟราเรดในขณะที่มันทำงานอยู่ในสภาวะแวดล้อมที่มีแสงสว่างรอบข้างสูง
- 4) พัลส์ที่ได้ทางเอาท์พุทที่มีลักษณะต่อเนื่องกันนั้น จะนำไปใช้กับการตีโค้ดเคอร์ด้วยระบบไมโครโปรเซสเซอร์ได้
- 5) สามารถทำงานกับ Supply ได้ในย่านที่กว้าง
- 6) ใช้ในการอินเทอร์เฟสกับไอซีที่ใช้เป็นภาครับสัญญาณในระบบรีโมทคอนโทรล (Remote Control Receivers) ในตระกูล Plessey เบอร์ MV601 เบอร์ ML920 ได้โดยตรง

7) สัญญาณทางเอาท์พุทที่ได้จะมีสัญญาณรบกวนต่ำมาก ๆ หรืออาจไม่มีเลยก็ได้

Stretch Input and Stretch Output

ระบบการส่งสัญญาณอินฟราเรดแบบ PPM นี้ จะให้พัลส์ที่แคบมาก ประมาณได้ว่าอยู่ราว ๆ 15 usec ดังนั้น เมื่อจะใช้ระบบไมโครโปรเซสเซอร์เป็นตัวตีโค้ดเคอร์ก็จำเป็นต้องให้พัลส์ที่มีพัลส์ที่กว้างขึ้น
 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ช่วยไว้สำหรับงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุเปลี่ยนแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีคุณนำไปใช้
 ความกว้างของพัลส์ จะถูกกำหนดโดยค่าของ คาปาซิเตอร์ที่ต่อคัปปลิงอยู่ระหว่างขา

9 และ ขา 10 ของตัวไอซี(ดังรูปที่ 19) และสามารถหาได้จากสูตรดังนี้ :

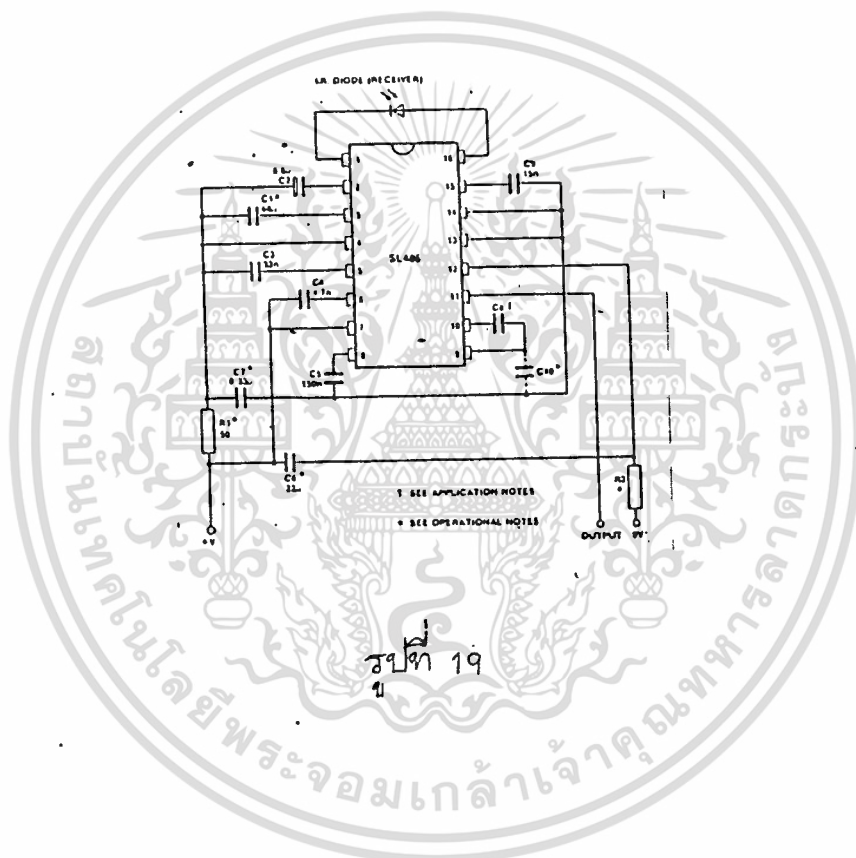
$$T_p = -R_x C_e \ln\{1.5/V_4 - V_{13}\}$$

เมื่อ T_p = ความกว้างพัลส์ (ms.)

$$R_x = 800 \text{ K}$$

C_e = คาปาซิเตอร์คัปปลิง

และ $(V_4 - V_{13})$ = ความต่างศักย์ระหว่างโวลต์เตจ V_{cc} และ กราวด์(ขา 13 และขา 14 ของตัวไอซี)



รูปที่ 19

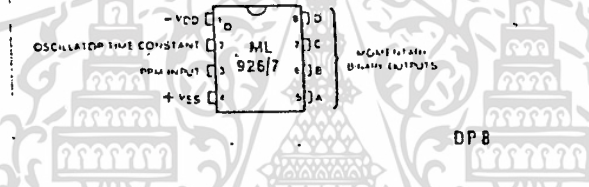
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#IC ML926 (REMOTE CONTROL RECEIVERS)

ไอซี ML926 นี้ เป็น MOS LSI อยู่ในรูปของวงจรแบบโมโนลิธิค (Monolithic circuit) ใช้เป็นตัวรับสัญญาณควบคุมระยะไกล สำหรับการควบคุมทีวีและการใช้งานควบคุมในด้านอื่น ๆ อุปกรณ์แต่ละตัวนี้จะทำการรับรหัส 16 รหัสจากทั้งหมด 32 รหัส ที่ถูกส่งมาโดยวงจรของไอซี SL490 ซึ่งเป็นแบบ Pulse position modulation (PPM)

ลักษณะสำคัญ

1. ขนาดของแพ็คเกจเล็ก มีขาต่อใช้งาน 8 ขา
2. เอาท์พุททั้ง 4 ขาแสดงรหัสที่กำลังรับอยู่ในรูปของ เลขฐานสองและมีสภาพเหมือนการปิดสวิทช์ (Low) เมื่อตรวจพบรหัสที่ไม่ถูกต้อง
3. มีออสซิลเลเตอร์บนชิปในตัว
4. กำลังสูงและมี Buffer ที่เอาท์พุท



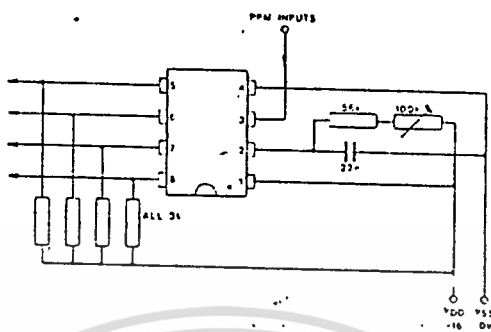
รูปที่ 20 แสดงขาต่อใช้งานของตัวไอซี

การทำงาน

ตัวรับทำงานที่สัดส่วนของเวลาที่คงที่ โดยวงจรออสซิลเลเตอร์ที่อยู่ภายในและส่วนประกอบของวงจรทางด้านเวลาที่อยู่นอก ออสซิลเลเตอร์สามารถปรับได้ระหว่าง 15 Hz ถึง 150 KHz .

การตรวจสอบเป็นการกระทำให้แน่ใจว่าพัลส์ทั้ง 6 หรือ 5 บิตที่รับมานั้นถูกต้องตามรูปที่ 21 ไอซี ML926 จะตอบสนองที่รหัส 00001 ถึง 01111 จากไอซีภาคส่ง SL490 เช่นเดียวกับ ML927 ซึ่งจะตอบสนองต่อรหัส 10001 ถึง 11111 ดังตารางที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 21 วงจรทดสอบการทำงานของตัวไอซี ML 92C



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

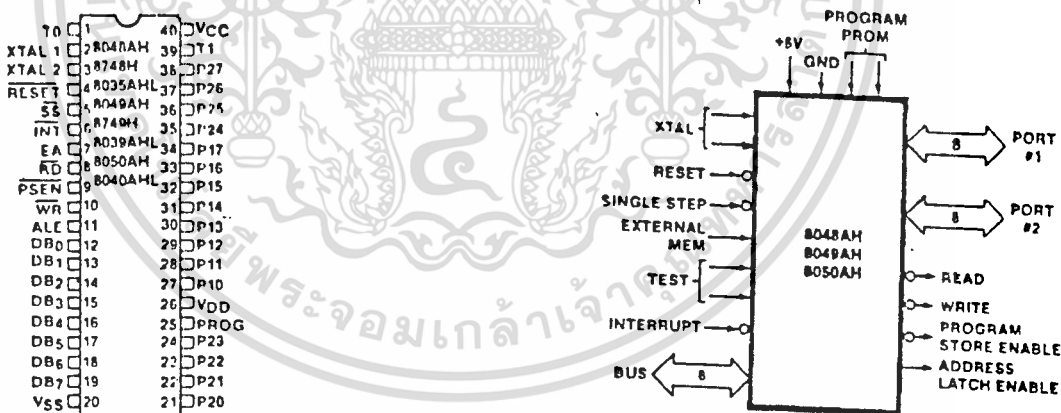
โครงสร้างสถาปัตยกรรมของ MCS-48

4.1 แนะนำ MCS-48

ลักษณะโครงสร้างของ MCS-48 แบ่งเป็น 2 ลักษณะ เช่นเดียวกับไมโครโพรเซสเซอร์ทั่วไป คือ

1. โครงสร้างภายนอก
2. โครงสร้างภายใน

4.1.1 โครงสร้างภายนอก ดูจากรายละเอียดของขาต่าง ๆ ใน MCS-48 ขาทั้งหมดของ MCS-48 ยกเว้นขาไฟเลี้ยงและขาสัญญาณนาฬิกาแล้ว ทุกขาทำหน้าที่เป็นสัญญาณอินพุตและเอาต์พุต โดยมีรายละเอียดของขาต่าง ๆ ดังนี้



รูปที่ 4.1 ลักษณะการจัดขาภายนอกของ MCS-48

- ขา 1 TO สามารถทดสอบสัญญาณเข้า เพื่อใช้ในการถ่ายเทข้อมูลต่าง ๆ ตามข้อกำหนดที่ตั้งไว้ โดยการใช้คำสั่ง JTO และ JNTO และสามารถที่จะใช้ TO เป็นสัญญาณนาฬิกาส่งออก ได้ด้วยคำสั่ง ENT0 CLK TO ยังถูกใช้เป็นขาควบคุมโหมดการโปรแกรมมิ่งและซึ่งได้ด้วย
- ขา 2 XTAL 1 สำหรับต่อขาข้างหนึ่งของคริสตัลภายนอก เพื่อใช้ oscillate เลเซอร์ภายใน หรือแหล่งกำเนิดสัญญาณจากภายนอกต่อเข้าขาใน
- ขา 3 XTAL 2 สำหรับต่อกับขาอีกข้างหนึ่งของคริสตัล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ภายใต้การคุ้มครองของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกหรือเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต

- ขา 4 RESET เป็นอินพุตสำหรับใช้ในการให้ไฟรเซสเซอร์เริ่มทำงานและยังเป็นสัญญาณสำหรับ แลทช์ ตำแหน่งของหน่วยความจำโปรแกรมภายในเพื่อประโยชน์ในการอ่านรหัสข้อมูลโปรแกรม
- ขา 5 SS ขาซึ่งเกิดแอสตป จะใช้ร่วมกับ ALE เพื่อทดสอบคำสั่งที่ละคำสั่ง
- ขา 6 INT เป็นขาอินพุตรับสัญญาณอินเทอร์รัพท์ภายนอก ถ้าต้องการจะใช้อินเทอร์รัพท์ได้ จะต้องสั่งด้วยซอฟต์แวร์ ให้เริ่มแรกด้วยคำสั่ง EN I สัญญาณอินเทอร์รัพท์ที่เข้ามาจะต้องอยู่ในสถานะต่ำอย่างน้อย 3 วัฏจักรแมซิน เพื่อให้แน่ใจว่าตัวไฟรเซสเซอร์จะรับหรือแชนมบิงอินเทอร์รัพท์ได้ ปกติหลังจากรีเซตหรือเปิดเครื่องทุกครั้ง จะไม่สามารถใช้งานด้านอินเทอร์รัพท์ได้
- ขา 7 EA เมื่อเป็นสถานะตรรกสูง จะเป็นการติดต่อรับรหัสข้อมูลจากภายนอกของซิงเกิลชิป ตัวนี้ และความคุมให้ตัวนับโปรแกรม (PROGRAM COUNTER) แฟลท์ รหัสจากโปรแกรมภายนอกทั้งหมด เพื่อให้ประโยชน์ในการแก้ไข และทำอิมูเลทหรือทดสอบกับเครื่องต้นแบบ
- ขา 8 RD จะเป็นสัญญาณควบคุมการรับหรืออ่านข้อมูลจากภายนอก ผ่านเข้าหาข้อมูลระหว่างการอ่าน และสัญญาณนี้จะสไตรปทุกครั้งที่มีการอ่านข้อมูลไม่ว่าจะอ่านรหัสจากภายนอกหรือภายใน
- ขา 9 PSEN เป็นสัญญาณ PROGRAM STORE ENABLE สัญญาณควบคุมการอ่านรหัสคำสั่งทุกคำจากหน่วยความจำภายนอก และสัญญาณนี้จะเอ็กทีฟต่ำเมื่อมีการแฟลท์ข้อมูลโปรแกรมจากภายนอกเท่านั้น
- ขา 10 WR เป็นสัญญาณควบคุมการส่ง หรือเขียนข้อมูลออกภายนอกผ่านบัสข้อมูลและสัญญาณนี้จะสไตรปออกทุกครั้งที่มีการเขียนข้อมูล
- ขา 11 ALE เป็นสัญญาณ ADDRESS LATCH ENABLE สัญญาณนี้จะเกิดทุกวัฏจักรของการแฟลท์ในแต่ละครั้ง และใช้ประโยชน์ในการส่งสัญญาณนาฬิกาเอาต์พุตด้วยการใช้สัญญาณขอบขาลงของสัญญาณนี้ เป็นการสไตรปแลทซ์แอดเดรส ข้อมูลจากภายนอกในตัวยูนิทความจำโปรแกรม
- ขา 12-19 DO-D7 เป็น BIDIRECTIONAL PORT ทำหน้าที่ต่าง ๆ ดังนี้
1. เป็นที่ส่งผ่านข้อมูลเข้าและออก ในขณะที่ซึงค์ด้วยสัญญาณ RD หรือ WR สไตรป และสามารถทำหน้าที่เป็นพอร์ต สำหรับแลทซ์ข้อมูล
 2. ใช้เป็นตัวส่งข้อมูลตัวนับโปรแกรมบิตอันดับต่ำ ระหว่างการแฟลท์โปรแกรมจากภายนอก และรับรหัสคำสั่งภายใต้การส่งสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับ
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้
 1. ไม่สามารถทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาต
 2. ไม่สามารถนำข้อมูลไปใช้

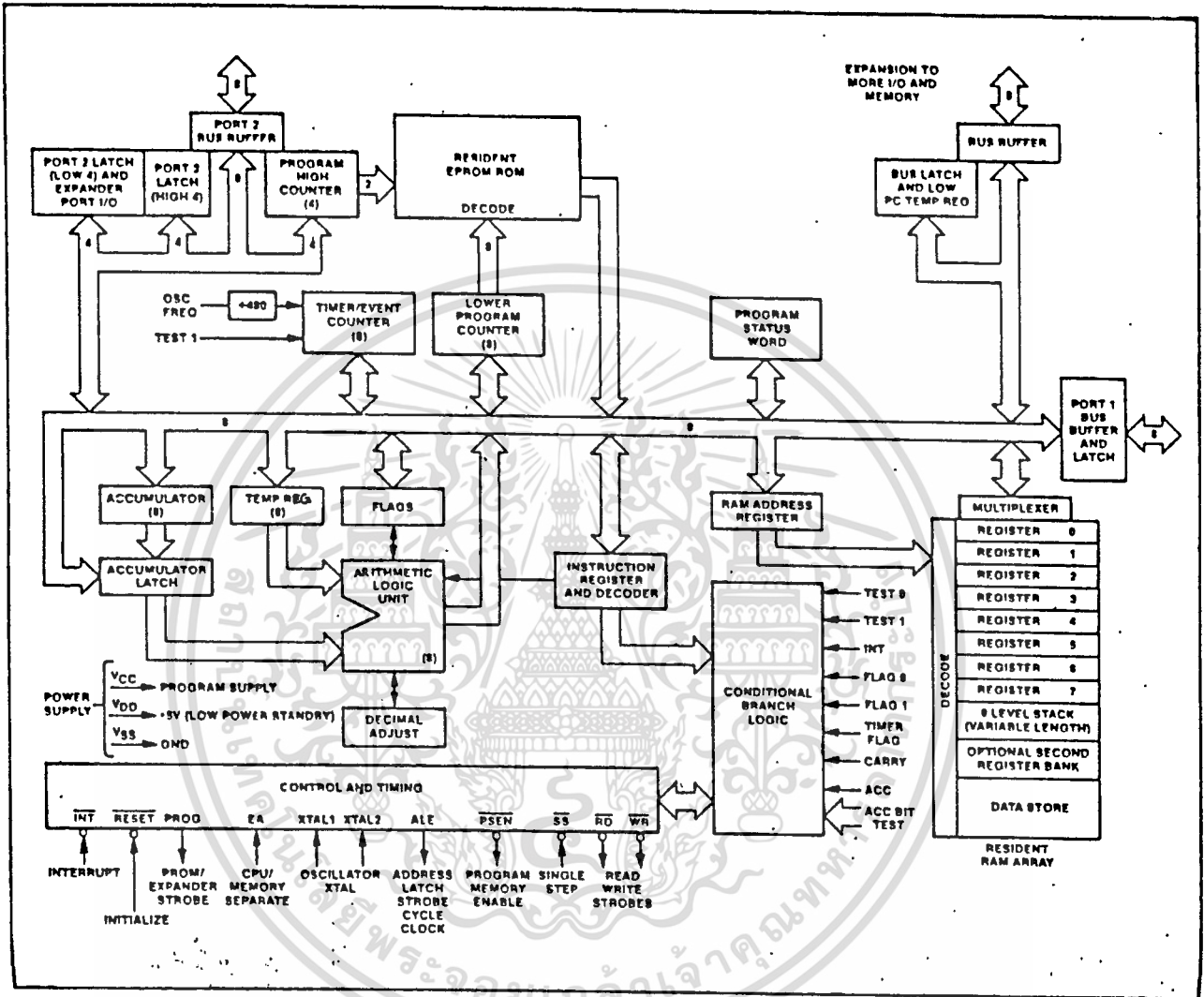
ควบคุม PSEN

3. ใช้เป็นตัวส่งข้อมูลทั้งแอดเดรสและข้อมูลในการทำงานกับแรมภายนอกด้วยคำสั่ง MOVX(STORE) โดยมีขาควบคุม ALE RD และ WR เป็นสายดินของวงจร.
- ขา 20 VSS เป็นสายดินของวงจร.
- ขา 21-24 P20-P23 สี่บิตแรกของ QUASI-BIDIRECTIONAL พอร์ต 2 ใช้เป็นตัวส่งค่า
- ขา 35-38 P24-P27 อันดับสูงของแอดเดรสตัวนับโปรแกรม และใช้ในการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอก และใช้เป็น 4 บิตไอโอบัสสำหรับการขยายออกสำหรับใช้กับพอร์ตไอโอบัสของ 8243 และอีกสี่บิตอันดับสูงใช้เป็นพอร์ต
- ขา 25 PROG ใช้เป็นสัญญาณเอาต์พุตสไตรบสำหรับควบคุมการใช้ร่วมกับการขยายพอร์ตไอโอบัสแรม 8243 และใช้ป้อนโปรแกรมฟลัสขนาด+18V เข้าขาสำหรับการเขียนโปรแกรมเข้า 8748/8749
- ขา 26 VDD ปกติตัว MCS-48 นี้จะทำงานได้ด้วยการจ่ายแรงดัน 5 โวลต์จ่ายเข้าที่ขานี้และถ้ามีสถานะต่ำเข้าที่ขานี้จะทำให้ MCS-48 เข้าโหมดการใช้แหล่งจ่ายไฟสำรอง และถ้าการอัดโปรแกรมเข้า ซึ่งเกิ้ลชิป 8748/8749 ด้วยการจ่ายแรงดันไฟ 21 โวลต์เข้าที่ขา
- ขา 27-34 P10-P17 เป็นพอร์ตขนาด 8 บิตแบบ QUASI-BIDIRECTIONAL พอร์ต 2 โดยมี 50 K OHMS พูลอัพภายใน และขาเอาต์พุตจะเป็นแบบสามสถานะ
- ขา 39 T1 เป็นสัญญาณทดสอบเข้าในไมโครโพรเซสเซอร์ ด้วยคำสั่ง JT1, JNT1 สามารถใช้ขา T1 ให้เป็นตัวนับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจากภายนอก ส่งเข้ามาด้วยการใช้คำสั่ง STRT CNT. (START COUNTER)
- ขา 40 Vcc จ่ายแรงดันไฟ 5 โวลต์เข้าที่ขา ในขณะทำงานปกติ และขณะที่อัดโปรแกรมเข้า 8748/8749

4.1.2 โครงสร้างสถาปัตยกรรมภายในของ MCS-48

โครงสร้างภายในของ MCS-48 เหมือนกับโครงสร้างของไมโครคอมพิวเตอร์ทั่วไป จะประกอบด้วยบัสที่ทำหน้าที่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์อื่น ๆ โดยมีส่วนประกอบภายในต่าง ๆ ดังรูปที่ 4.2 และรายละเอียดของแต่ละส่วนจะเป็นดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนเวลาสำหรับศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 โครงสร้างสถาปัตยกรรมภายในของ MCS-48

4.1.2.1 หน่วยคำนวณคณิตศาสตร์ (ALU) ALU จะรับหรือทำงานร่วมกับข้อมูลจากแหล่งข้อมูล 1 กับ 2 แหล่ง เพื่อไปทำการประมวลผลทางคณิตศาสตร์ภายใต้การควบคุมของตัวถอดรหัสคำสั่ง ตัว ALU มีความสามารถที่จะทำงานตามหน้าที่ต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. บวกด้วยตัวทดหรือปราศจากตัวทด (ADD WITH OR WITHOUT CARRY)
2. ทำงานทางตรรก (AND, OR, EXCLUSIVE OR)
3. การเพิ่มหรือลดค่าหนึ่งค่า (INCREMENT/DECREMENT)
4. การแปลงกลับค่าบิต (BIT COMPONENT)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษ เท่านั้น มิฉะนั้นให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่เปลี่ยนแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. วนทิศทางซ้ายหรือขวา (LEFT OR RIGHT ROTATE)
6. การสลับค่านิบเบิล (SWAP NIBBLE)
7. การปรับค่าเป็น BCD DECIMAL (BCD DECIMAL ADJUST)

ถ้าการทำงานของ ALU ให้ผลลัพธ์มากกว่า 8 บิต จะเกิดตัวทศจากบิตหลักสูงสุด (MOST SIGNIFICANT BIT MSB) ตัวแฟลกทศ (CARRY FLAG) ภายใน PSW (PROGRAM STATUS WORD) จะถูกเซ็ท

4.1.2.2 แอกคิวมิวเลเตอร์ จะเป็นตัวเรจิสเตอร์ที่สำคัญที่สุดของ MCS-48 ในตัวไมโครโปรเซสเซอร์ จะทำหน้าที่ เป็นตัวรับข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่ส่งเข้ามา และเป็นตัวส่งผลลัพธ์ให้กับเรจิสเตอร์ตัวรับ (DESTINATION REGISTER) ในการทำงานของ ALU การติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอก และติดต่อกับหน่วยความจำ จะต้องผ่านแอกคิวมิวเลเตอร์เสมอ

4.1.2.3 แฟลกตัวทศ (CARRY FLAG) เป็นตัวบอกสถานะการทำงานของ MCS-48 ว่าการทำงานเกินจำนวนบิตที่มีอยู่หรือไม่ ถ้าเกินแฟลกตัวทศนี้จะถูกเซ็ท

4.1.2.4 ตัวถอดรหัส (INSTRUCTION REGISTER AND DECODER) รหัสการทำงาน (OPERATION CODE = OP CODE) ของแต่ละคำสั่งจะเก็บอยู่ในตัวถอดรหัสคำสั่งนี้ จากนั้นจะถูกเปลี่ยนเป็นสัญญาณในการควบคุมตามหน้าที่ของคำสั่งนั้นต่อไป

4.1.3 หน่วยความจำ (MEMORY)

หน่วยความจำของ MCS-48 นั้นแบ่งการทำงานออกได้เป็น 2 ชนิด คือ

4.1.3.1 หน่วยความจำโปรแกรม (PROGRAM MEMORY)

หน่วยความจำนี้จะใช้สำหรับเก็บชุดคำสั่งการทำงานของ MCS-48 ที่เขียนขึ้น ขนาดหน่วยความจำสูงสุดของส่วนนี้ คือ 4 กิโลไบต์ โดยส่วนหนึ่งจะอยู่ภายในชิปของไอซี และอีกส่วนหนึ่งเป็นการต่อเพิ่มภายนอกไว้สำหรับกรณีที่หน่วยความจำโปรแกรมภายในชิป จะมีขนาดความจุและชนิดต่าง ๆ กัน แล้วแต่เบอร์ในตระกูล MCS-48 ดังตารางที่ 4.1 ถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เบอร์	หน่วยความจำภายใน		RAM สำรอง
	โปรแกรม ROM	ข้อมูล RAM	
8050 AH	4K x 8	256 x 8	มี
8049 AH	2K x 8	128 x 8	มี
8048 AH	1K x 8	64 x 8	มี
8040 AHL	ไม่มี	256 x 8	มี
8039 AHL	ไม่มี	128 x 8	มี
8035 AHL	ไม่มี	64 x 8	มี
8749 H	2K x 8 (EPROM)	128 x 8	ไม่มี
8748 H	1K x 8 (EPROM)	64 x 8	ไม่มี

ตารางที่ 4.1 เป็นรายละเอียดต่าง ๆ ของตระกูล MCS-48

ตำแหน่งที่สำคัญของหน่วยความจำส่วนนี้ คือ

เลขที่อยู่ 0 (ADDRESS 000) เมื่อถูกรีเซ็ต MCS-48 จะทำการอ่านหรือเฟรชคำสั่งตัวแรกที่ตำแหน่งนี้

เลขที่อยู่ 3 (ADDRESS 003) MCS-48 จะอ่านคำสั่งแรกที่ตำแหน่งนี้เมื่อมีสัญญาณอินเตอร์รัพต์เข้ามา ถ้าอินเตอร์รัพต์อื่นาเบิ้ล จะเป็นเหตุให้โปรแกรมโดดไปทำงานโปรแกรมบริการอินเตอร์รัพต์ที่ตำแหน่งนี้

เลขที่อยู่ 7 (ADDRESS 007) MCS-48 จะอ่านคำสั่งแรกที่ตำแหน่งนี้ เมื่อมีการอินเตอร์รัพต์ทำงานแบบจับเวลา/ตัวนับ มีผลจากการที่ตัวจับเวลา/ตัวนับเวลาเกิด Overflow

ตำแหน่งแรกของทั้ง 3 ตำแหน่งดังกล่าวโดยปกติแล้วจะเขียนด้วยคำสั่ง JUMP ไปยังโปรแกรมบริการต่าง ๆ ที่เขียนไว้ ดังนั้น คำสั่งกระโดดตัวแรกจะถูกใช้งานหลังจากที่โปรแกรมเริ่มทำงาน (Initialize) ถูกเก็บเข้าที่เลขที่อยู่ 0 ในการทำงานเริ่มต้น คำสั่งของการกระโดดไปให้บริการอินเตอร์รัพต์จากภายนอกครั้งแรกจะถูกเก็บเข้าที่เลขที่อยู่ 3 และคำสั่งของการกระโดดไปให้บริการโปรแกรมการใช้อินเตอร์รัพต์ตัวจับเวลา/ตัวนับเริ่มแรกจะถูกเก็บเข้าที่เลขที่อยู่ 7

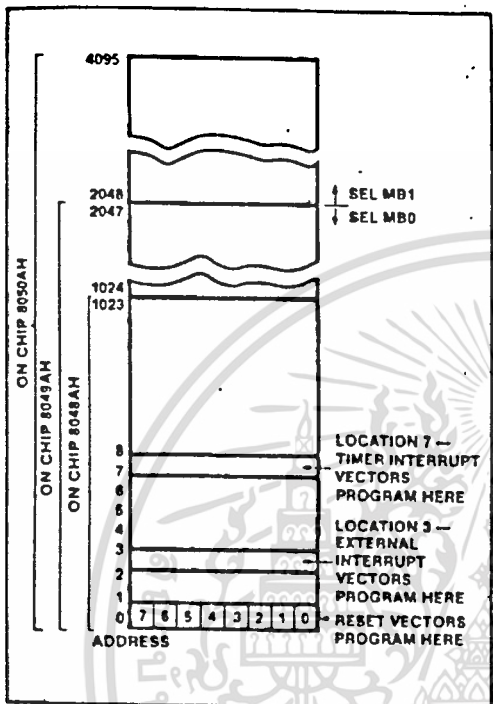
หน่วยความจำโปรแกรมสามารถที่จะใช้เป็นตัวเก็บข้อมูลคงที่ และโปรแกรมคำสั่งด้วยการใช้คำสั่ง MOVP และ MOVP3 ช่วยให้การดึงตารางข้อมูลคงที่ทำได้ง่ายขึ้น

4.1.3.2 หน่วยความจำข้อมูล

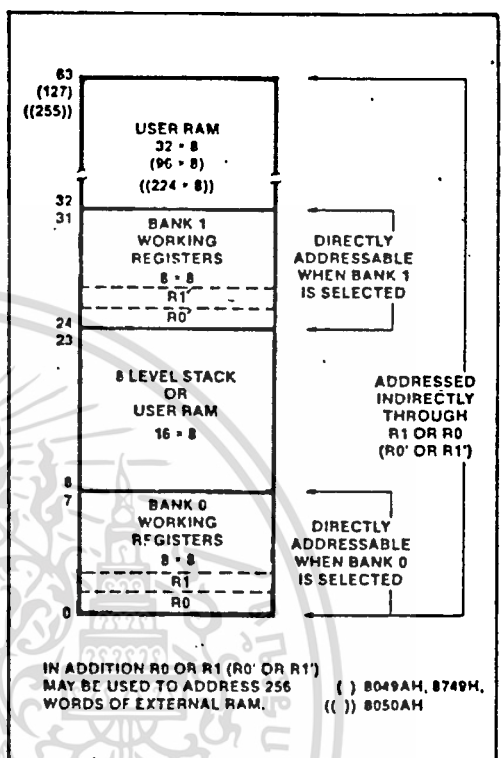
หน่วยความจำส่วนนี้จะจะเป็นชนิดแรม ที่อยู่ภายในชิปของ MCS-48 โดยมีขนาด 64,128 และ 256 ไบต์ ขึ้นอยู่กับเบอร์ของชิปตระกูล MCS-48 ดังตารางที่ 4.1 ภายในส่วนของหน่วยความจำส่วนนี้จะทำหน้าที่เป็นเรจิสเตอร์ใช้งาน 16 ตัว โดยแบ่งเป็น 2 ชุด ๆ ละ 8 ตัว (หรือแบงค์) ซึ่งชุดแรกอยู่ที่เลขที่อยู่ 0 - 7 เป็น แบงค์ 0 และชุดที่ 2 อยู่ที่เลขที่อยู่ 24 - 31 เป็นแบงค์ 1 ในขณะที่ MCS-48 ทำงานอยู่นั้น เรจิสเตอร์จะถูกใช้งานเพียงชุดเดียว โดยสามารถจะเลือกชุดของเรจิสเตอร์จากคำสั่ง SEL RB (Register Bank Switch) เป็นลักษณะที่สามารถจะเลือกเลขที่อยู่โดยตรง (Direct Address) ได้ จากเลขที่อยู่ 0 - 7 ใน แบงค์ 0 และ แบงค์ 1 อาจใช้งานเป็นเรจิสเตอร์ขยายจาก แบงค์ แรก หรือใช้เป็นเรจิสเตอร์สำรองสำหรับการใช้งานระหว่างการใช้งานโปรแกรมย่อย และในโปรแกรมหลักยังคงใช้ แบงค์ แรกในการเก็บข้อมูลโดยทันทีด้วยแบงค์สวิตช์ ขณะเดียวกันถ้าแบงค์ 1 ไม่ถูกนำมาใช้ เลขที่อยู่ 24-31 ยังคงใช้เป็นแอดเดรสด้วยการเก็บข้อมูลแบบแรมได้

นอกจากทำหน้าที่เป็นเรจิสเตอร์แล้วที่หน่วยความจำข้อมูลเลขที่อยู่ 8 - 23 ก็จะเป็นเนื้อที่สแต็กด้วยการเก็บตัวนับโปรแกรมเป็นคู่ โดยใช้งานครึ่งละ 2 ตำแหน่งหน่วยความจำตำแหน่งเหล่านี้จะถูกแอดเดรสด้วยตัวชี้แรมของ RO กับ R1 การใช้พื้นที่นี้เหมาะสำหรับการใช้โปรแกรมย่อยหลายโปรแกรมเชื่อมโยงกัน แต่ต้องต่ำกว่า 8 โปรแกรมย่อย เพราะเก็บได้เพียง 8 คู่ ทำนองเดียวกัน พื้นที่ของสแต็กนี้ ถ้าไม่ถูกใช้เป็นเรจิสเตอร์สแต็ก ก็สามารถที่จะใช้เป็นที่เก็บข้อมูล แรมทั่วไปได้ แต่ถ้าใช้เป็นสแต็กสำหรับโปรแกรมย่อยแล้ว ก็ไม่สามารถที่จะใช้เป็นที่เก็บข้อมูลแบบ แรมในเวลาเดียวกัน

ในกรณีที่ผู้ใช้ต้องการใช้เนื้อที่แรมมากกว่าที่มีอยู่ในตัว MCS-48 ก็สามารถเพิ่มแรมภายนอกได้ โดยใช้คำสั่ง MOVX R,A เมื่อใช้ R เป็นเรจิสเตอร์ 0 หรือ เรจิสเตอร์ 1 ทำหน้าที่เป็นตัวชี้ในการติดต่อกับแรมที่เพิ่มขึ้นภายใน 256 ไบต์ หน่วยความจำส่วนนี้โดยปกติจะใช้สำหรับเก็บข้อมูลชั่วคราว เมื่อมีการอ่านข้อมูลเข้าไปใน MCS-48 จะมองข้อมูลส่วนนี้ผิดกับข้อมูลที่อยู่ในส่วนของหน่วยความจำโปรแกรมที่กล่าวมาแล้ว ขณะเดียวกัน การใช้เรจิสเตอร์ตัวชี้ RO และ R1 ของแรมก็สามารถที่จะเพิ่มเรจิสเตอร์ตัวชี้ได้อย่างง่าย ๆ ด้วยการใช้คำสั่ง BANK SWITCH เมื่อต้องการใช้ตำแหน่งข้อมูลกับแรมถึง 4 ตำแหน่งในการเข้าถึงข้อมูลแต่ละครั้ง



รูปที่ 4.3 PROGRAM MEMORY MAP



รูปที่ 4.4 DATA MEMORY MAP

4.1.4 ส่วนติดต่ออุปกรณ์ภายนอก อินพุต/เอาต์พุต

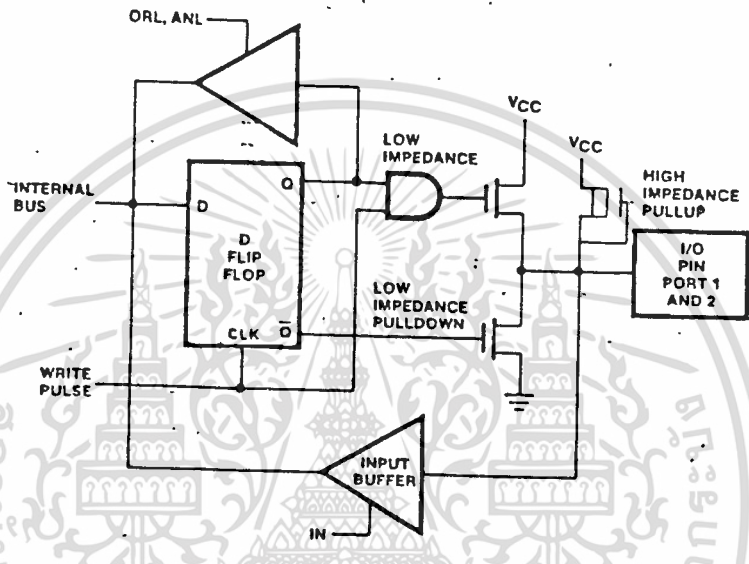
ในส่วนการติดต่ออุปกรณ์ภายนอกของ MCS-48 สามารถแบ่งออกได้ 2 ลักษณะ คือ ทำหน้าที่เป็นพอร์ต กับ บัส โดยจะแยกกล่าวดังรายละเอียดต่อไปนี้

4.1.4.1 พอร์ต (Port) ภายในตัว MCS-48 จะมีพอร์ตคล้ายกัน 2 พอร์ต คือ

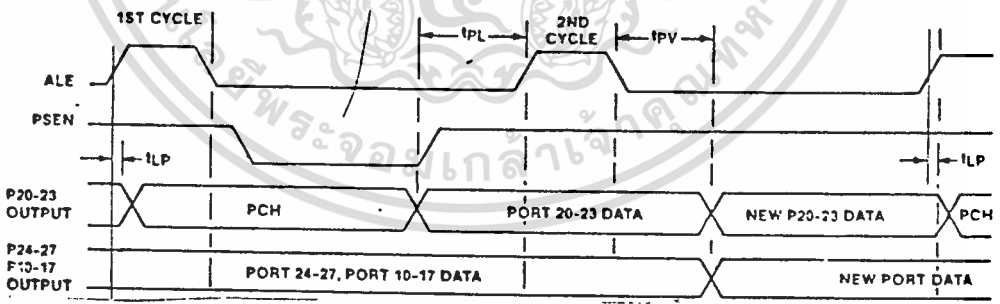
พอร์ต 1 และ พอร์ต 2 ที่มีขนาด 8 บิต พอร์ตทั้งสองเป็นพอร์ตชนิด QUASI-BIDIRECTIONAL เนื่องจากโครงสร้างวงจรของพอร์ตแต่ละเส้นจะทำงานเป็นอินพุตและเอาต์พุต ด้วยลักษณะข้อมูลเอาต์พุตจะเป็นสเตติกส์แลทช์ (STATIC LATCH) และข้อมูลจะยังคงอยู่จนกว่าจะมีการเขียนข้อมูลพอร์ตใหม่ จากรูปที่ 4.5 แสดงวงจรภายในของขาแต่ละขาของพอร์ตทั้ง 2 จะเห็นได้ว่า ตัวพวยกั High Impedance ที่ต่อกับ Vcc จะทำหน้าที่ยกกระดับแรงดันและกระแสให้เพียงพอกับระดับลอจิกของทีทีแอลที่จะมาต่อพ่วง จากวงจรจะเห็นว่าในกรณีของการอินพุตนั้น สามารถจะรับการเปลี่ยนระดับลอจิกจากระดับสูงสู่ระดับต่ำเท่านั้น ดังนั้น ในการใช้ขาใดขาหนึ่งของพอร์ตเป็นอินพุตสัญญาณนั้น ต้องทำการเซตให้ขาผู้นั้นอยู่ในระดับลอจิก 1 เสมอ ในการรีเซตเริ่มแรกที่สำคัญในการอ่านหรือเขียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ไปใช้ประโยชน์อื่นใดโดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่าวิธีใด ๆ ทั้งสิ้น ผู้อ่านควรศึกษาและทำความเข้าใจกับเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการใช้

จากพอร์ต จะใช้คำสั่ง ORL และ ANL เมื่อทำงาน ตัวไมโครจะอ่านข้อมูลจากพอร์ตด้วยคำสั่งอ่านข้อมูลและตามด้วยการเขียนข้อมูลกลับไปพอร์ต การเขียนข้อมูลมีความจำเป็นต้องมีเพื่อให้ฮิวาเป็นลพูลอัฟฟิมพีแดนซ์ต่ำเกิดขึ้นชั่วขณะหนึ่ง แม้ข้อมูลจะเปลี่ยนแปลงจาก '1' ก็ตาม การกำหนดทำเช่นนี้ก็เพื่อที่จะกำหนด (Config) ใช้พอร์ตเป็นทั้งอินพุตและเอาต์พุตในพอร์ตเดียวกันได้



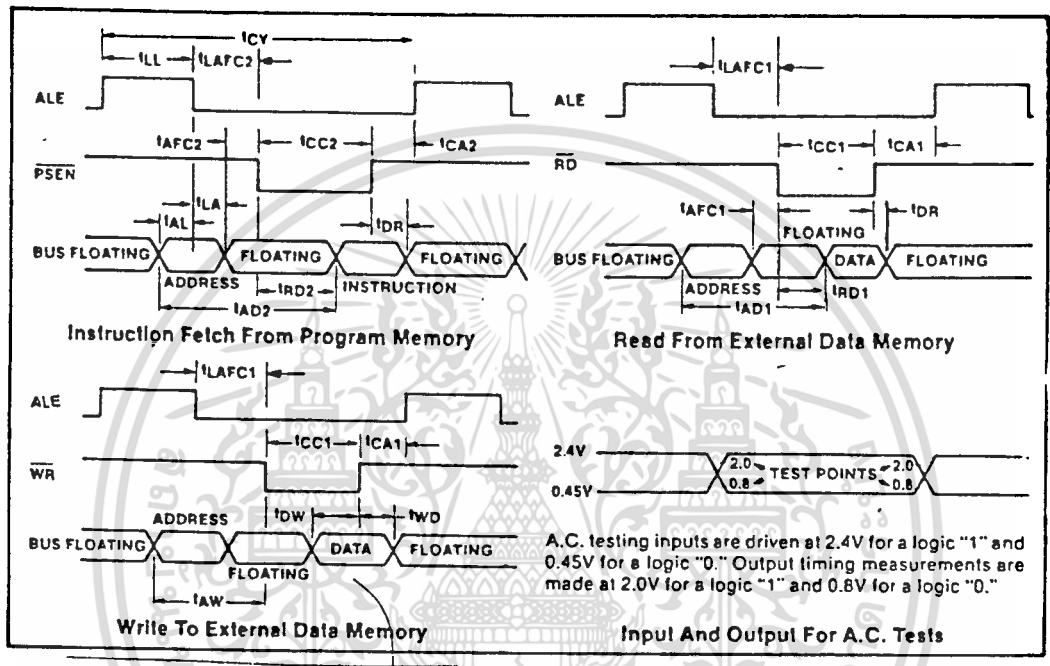
รูปที่ 4.5 โครงสร้างของพอร์ต QUASI-BIDIRECTIONAL



รูปที่ 4.6 แผนภูมิจังหวะเวลาของการใช้พอร์ต 1 และ 2 เป็นพอร์ตเอาต์พุต

ในกรณีที่ใช้หน่วยความจำโปรแกรมภายนอก 4 บิตแรกของพอร์ต 2 จะทำหน้าที่ในการกำหนดเลขที่อยู่ 4 บิตอันดับสูงของหน่วยความจำโปรแกรมเพื่อทำการอ่านคำสั่งการทำงาน ในกรณีนี้ถ้าต้องการให้ 4 บิตแรกของพอร์ต 2 ทำหน้าที่สำหรับติดต่ออุปกรณ์ภายนอกอีก จะเกิดปัญหาที่ว่า MCS-48 ใช้พอร์ต 2 เป็นตัวที่เลขที่อยู่ 4 บิตสุดท้ายอยู่แล้ว สามารถแก้ปัญหานี้ได้โดยการใช้การแลทซ์เข้าช่วย เพราะสัญญาณที่ออกมาที่ 4 บิตแรกของพอร์ต 2 จะเป็นลักษณะมีลติเพลกซ์ระหว่างข้อมูลที่ติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกกับเลขที่อยู่แอดเดรสที่ส่งออกมา โดยรูปแบบของการติดต่ออุปกรณ์ภายนอก

นอกจากออกมาในขณะช่วงขึ้นของสัญญาณ ALE แต่รูปแบบของแอดเดรสจะปรากฏเมื่อช่วงลงของสัญญาณ ALE ดังนั้น ข้อมูลสำหรับติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกกับแอดเดรสจึงแยกออกมาได้ ดังรูปที่ 4.6 เป็นแผนภูมิจังหวะเวลาของการใช้พอร์ต 1 และ 2 เป็นพอร์ตเอาต์พุต ร่วมกับการส่งบิตแอดเดรสอันดับสูงของตัวนับโปรแกรม (PCH)



รูปที่ 4.6 แผนภูมิจังหวะเวลาของการแฟลชโปรแกรม การอ่านและเขียนข้อมูลจากภายนอก

4.1.4.2 บัส (BUS) ในส่วนนี้ พอร์ต 0 จะทำหน้าที่ 2 อย่างขึ้นอยู่กับกรณีที่ใช้คือ ในกรณีที่ใช้นหน่วยความจำโปรแกรมภายใน บัสจะทำหน้าที่เช่นเดียวกับพอร์ตทั่วไปที่เป็นพอร์ตชนิด Bidirectional Port ซึ่งจะต่างกับพอร์ต 1 และ พอร์ต 2 ที่กล่าวมาแล้ว โดยจะทำหน้าที่เป็นพอร์ตเอาต์พุตที่แลกร์ข้อมูลไว้ด้วยคำสั่ง OUTL และยังเป็นอินพุตพอร์ตที่ไปแลกร์ข้อมูลไว้ที่พอร์ตด้วยคำสั่ง INS และทั้งสองคำสั่งนี้ จะสร้างพัลส์สโทรบที่ขา RD หรือ WR และที่จังหวะขอบขาลงของ RD หรือ WR จะเป็นช่วงจังหวะข้อมูลที่ปรากฏที่พอร์ตนี้ แต่พอร์ตนี้จะทำหน้าที่ผสมเป็นทั้งอินพุตและเอาต์พุตพร้อมกันไม่ได้ แต่ในกรณีที่ใช้นหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกแล้ว พอร์ตนี้จะทำหน้าที่เป็นบัสในการติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก ในขณะที่ทำการอ่านคำสั่ง จะให้แอดเดรส และอ่านคำสั่งเข้าที่บัสนี้ด้วยวิธีมัลติเพลกซ์เช่นเดียวกับพอร์ต 2 ที่กล่าวมาแล้ว ในการมัลติเพลกซ์นั้น MCS-48 จะส่งสัญญาณแอดเดรสออกมาที่พอร์ตนี้ก่อน ก็จะถูกแลกร์ไว้ที่อุปกรณ์การแลกร์แอดเดรสภายนอก แล้วจึงทำการอ่านคำสั่งที่ได้จากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก ในขณะที่ไม่มีการอ่านและเขียน บัสจะอยู่ในสถานะอิมพีแดนซ์สูง ดังรูปที่ 4.7 เป็นการแสดงช่วงจังหวะของการใช้พอร์ตบัส ทั้งงานทั้งแบบการแฟลชโปรแกรม การอ่านและเขียนข้อมูลจากภายนอก ซึ่งจะต้องส่งค่าแอดเดรสออกมาก่อน

แล้วจึงตามด้วยรหัสคำสั่งหรือข้อมูล โดยใช้ขา ALE, PSEN, WR, และ RD เป็นตัวควบคุมบอกจังหวะของข้อมูลในช่วงจังหวะใด ๆ ที่เกิดขึ้น

4.1.5 สัญญาณการตรวจสอบและสัญญาณอินเทอร์รัพต์ (TEST And INT INPUT)

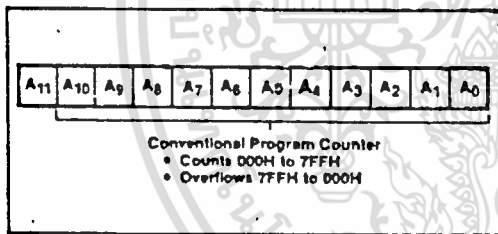
ในตระกูล MCS-48 ได้จัดขาไว้ 3 ขาสำหรับเป็นอินพุต และไว้ใช้ทดสอบเงื่อนไขเพื่อทำงานร่วมกับคำสั่ง JUMP ซึ่งได้แก่ TO, T1, INT หลังจากทำการทดสอบเงื่อนไขของสัญญาณทั้งสามแล้ว การทำงานของ MCS-48 สามารถข้ามไปทำงานตามคำสั่งในโปรแกรมย่อย ที่เขียนไว้เพื่อทำงานตามเงื่อนไขที่ต้องการ โดยไม่จำเป็นต้องผ่านแอกคิวมิวเลเตอร์ นอกจากนี้แล้ว สัญญาณทั้งสามนี้ ยังสามารถทำหน้าที่อย่างอื่นได้อีก ซึ่งจะอธิบายในหัวข้อต่อไป

4.1.6 ตัวนับโปรแกรมและสแต็ก (PROGRAM COUNTER and STACK)

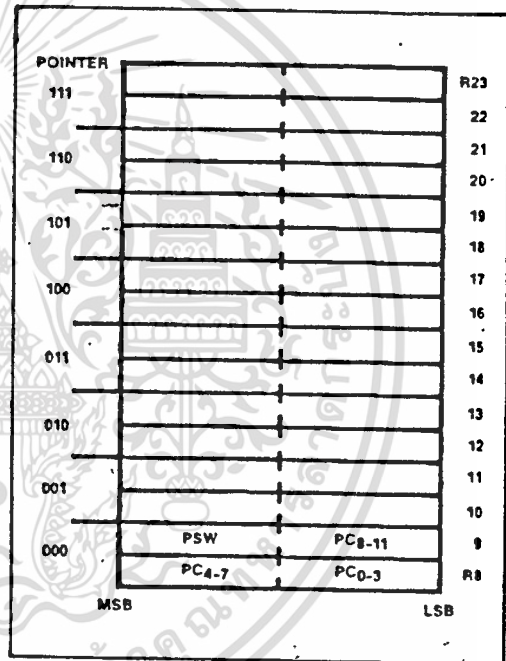
ตัวนับโปรแกรมเป็นตัวนับอิสระขนาด 12 บิต ดังรูปที่ 4.8 ในการทำงานปกติ จะเพิ่มทีละหนึ่งเพื่อใช้สำหรับการชี้แอดเดรสของหน่วยความจำโปรแกรมเพื่ออ่านคำสั่งในการทำงาน ด้วยขนาด 10, 11, 12 บิตของตัวนับโปรแกรมนี้นี้ จะใช้เป็นตัวชี้เลขที่อยู่ขนาด 1024, 2048 และ 4096 ไบต์ของหน่วยความจำโปรแกรมบนชิปเบอร์ 8048 AH, 8049 AH และ 8050 AH ตามลำดับ สำหรับบิต 11 ของตัวนับโปรแกรมจะไม่เปลี่ยนไปตามการเพิ่มของตัวนับโปรแกรม สำหรับบิตนี้สามารถเปลี่ยนได้โดยใช้คำสั่ง SELECT MEMORY BANK เป็นการเลือกชุดของหน่วยความจำโปรแกรมส่วน 2 กิโลไบต์แรกหรือ 2 กิโลไบต์หลัง ในกรณีที่ใช้หน่วยความจำโปรแกรมภายนอก บิต 0 - 7 ของตัวนับโปรแกรมนี้อาจจะส่งออกมาปรากฏที่บัลลูนเมื่อสัญญาณ ALE เริ่มตกลง ส่วนบิต 8 - 11 ของตัวนับโปรแกรมจะถูกส่งออกจากทาง 4 บิตอันดับต่ำของพอร์ต 2 เพื่อใช้สำหรับเป็นตัวชี้แอดเดรสของหน่วยความจำโปรแกรม

ในการอินเทอร์รัพต์หรือใช้คำสั่ง CALL เข้าสู่โปรแกรมย่อย จะเป็นเหตุให้ค่าตัวนับโปรแกรมถูกย้ายไปเก็บไว้ที่บริเวณสแต็ก 8 คู่เรจิสเตอร์เป็น PROGRAM COUNTER STACK ดังรูปที่ 4.9 ตัวชี้สแต็กจะมีค่า 3 บิต ที่อยู่เป็นส่วนหนึ่งของ PSW จะเป็นตัวชี้ 8 คู่เรจิสเตอร์ในบริเวณสแต็ก โดยที่ข้อมูลใน แรม ของตำแหน่ง 8 ถึง 23 จะใช้เป็นเรจิสเตอร์สแต็ก 8 คู่สำหรับเก็บค่าตัวชี้โปรแกรม 12 บิต และค่า nibble สูงของเรจิสเตอร์ที่ทำหน้าที่เป็นค่าแสดงสถานะของโปรแกรม ดังรูปที่ 4.9 ตัวชี้สแต็กเมื่อถูก Initial เริ่มแรก จะชี้ที่ 000 ซึ่งจะคลุมตำแหน่ง แรม ที่ R8 และ R9 เป็นคู่เรจิสเตอร์สแต็ก ดังนั้น เมื่อเกิดมีการอินเทอร์รัพต์ หรือมีการเรียกโปรแกรมย่อย

จะมีการเก็บข้อมูลของตัวชี้โปรแกรมไว้ที่ตำแหน่ง R8 และ R9 และตัวชี้สแต็กจะเพิ่มขึ้นอีกหนึ่ง คือ 001 ที่ที่ตำแหน่ง R10 และ R11 ดังนั้น สามารถใช้โครงข่ายการเรียกโปรแกรมย่อยซ้อนภายในโปรแกรมย่อย จะเรียกได้ 8 ครั้ง โดยไม่เกิด Overflow ของสแต็ก ถ้าเกิด Overflow ขึ้น ตัวชี้สแต็กจะเกิดการวนกลับมาที่เริ่มที่ตำแหน่งตัวชี้สแต็กค่าใหม่อีกครั้ง และจะทับค่าเดิม เนื่องจากการเกิด Overflow ของสแต็กจากตำแหน่ง 111 มาหา 000 และจะเกิด Underflow จาก 000 มาหา 111 การสิ้นสุดโปรแกรมย่อยด้วยการใช้คำสั่ง RET หรือ RETR จะเป็นเหตุให้ตัวชี้สแต็กลดค่าลง และจะเป็นการย้ายข้อมูลในคู่สแต็กเรจิสเตอร์มาเข้าสู่ตัวชี้โปรแกรม



รูปที่ 4.8 ตัวนับโปรแกรม



รูปที่ 4.9 บริเวณสแต็กที่เก็บตัวนับโปรแกรม

4.1.7 เรจิสเตอร์ค่าแสดงสถานะโปรแกรม (Program Status Word:PSW)

ค่าแสดงสถานะโปรแกรมมีขนาด 8 บิต สามารถอ่านและเขียนผ่านแอกคิวมิวเลเตอร์ได้ เพื่อดูหรือเซตสถานะเริ่มต้นก่อนที่จะทำตามชุดคำสั่งที่ได้เขียนไว้ ค่าแสดงสถานะของโปรแกรมเป็นเรจิสเตอร์ที่เก็บตัวชี้สแต็กและสถานะผลลัพธ์ต่าง ๆ ของโปรแกรมที่ทำงานอยู่ ดังรูปที่ 4.10 การที่สามารถเขียนหรืออ่านได้ของค่าแสดงสถานะโปรแกรม ทำให้สามารถเก็บสถานะต่าง ๆ หลังการเกิดปัญหาแหล่งจ่ายไฟ และเรียกกลับคืนมาได้หลังจากการจ่ายไฟปกติ หรือหลังการใช้บริการการอินเทอร์รัพต์

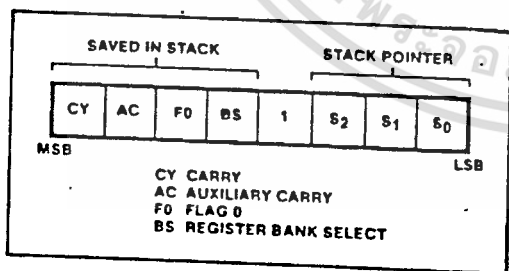
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าแสดงสถานะของโปรแกรมจะมีส่วนประกอบ ดังนี้

- บิต 0 -2 : เป็นตัวชี้สแต็ก (S0, S1, S2)
- บิต 3 : เป็นบิตที่ไม่ได้ใช้งาน โดยปกติเมื่อมีการอ่านเข้ามาจะมีค่าเป็น 1 เสมอ
- บิต 4 : เป็นบิตใช้ในการเลือกชุดเรจิสเตอร์ (REGISTER BANK SWITCH) โดย
 0 = เรจิสเตอร์ชุดที่ 1 (แอดเดรส 0 - 7) หรือ แบงค์ 0
 1 = เรจิสเตอร์ชุดที่ 2 (แอดเดรส 24 - 31) หรือ แบงค์ 1
- บิต 5 : เป็นบิตแฟล็กศูนย์ ผู้ใช้สามารถควบคุมโดยเซตหรือรีเซตได้ตามสถานะของคำสั่ง เพื่อให้ประโยชน์เป็นเงื่อนไขในการใช้คำสั่งกระโดด JFO
- บิต 6 : AUXILIARY CARRY (AC) เป็นตัวทศบิต จากบิต 3 ไป บิต 4 เมื่อใช้คำสั่ง ADD ใช้สำหรับเป็นเงื่อนไขในการปรับค่าเป็นเลขฐานสิบ DA A (DECIMAL ADJUST)
- บิต 7 : CARRY BIT บิตตัวทศ เป็นบิตที่แสดงสถานะเป็นตัวทศ เมื่อผลลัพธ์ที่นอกคิวมิวเลเตอร์มีค่ามากกว่า 8 บิต

ค่าแสดงสถานะโปรแกรม บิต 4 - 7 หรือนับเบิ้ลสูง จะถูกเก็บในสแต็ก เมื่อมีการเรียกโปรแกรมย่อยทำงาน และสามารถนำค่าของค่าแสดงสถานะของโปรแกรมกลับมาได้เมื่อใช้คำสั่ง RETR ส่วนคำสั่ง RET จะเป็นการกลับจากโปรแกรมย่อยที่ไม่เก็บค่าแสดงสถานะของโปรแกรมเดิมไว้



รูปที่ 4.10 ค่าแสดงสถานะโปรแกรม

Device Testable	Jump Conditions (Jump On)	
Accumulator	All zeros	not all zeros
Accumulator Bit	—	1
Carry Flag	0	1
User Flags (F0, F1)	—	1
Timer Overflow Flag	—	1
Test Inputs (T0, T1)	0	1
Interrupt Input (INT)	0	—

ตารางที่ 4.2 แสดงเงื่อนไขสำหรับการกระโดด

4.1.8 การใช้ลจิกเป็นเงื่อนไขในการกระโดด

เงื่อนไขต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นทั้งภายในและภายนอกของ MCS-48 สามารถที่จะทำการทดสอบ เพื่อกระโดดไปยังโปรแกรมต่าง ๆ ที่ได้เขียนไว้ตามเงื่อนไขที่ถูกต้องทุกคำสั่งโดยใช้คำสั่งแบบมีเงื่อนไข (CONDITION JUMP INSTRUCTION) เงื่อนไขต่าง ๆ ที่ใช้สำหรับการกระโดดแบบมี

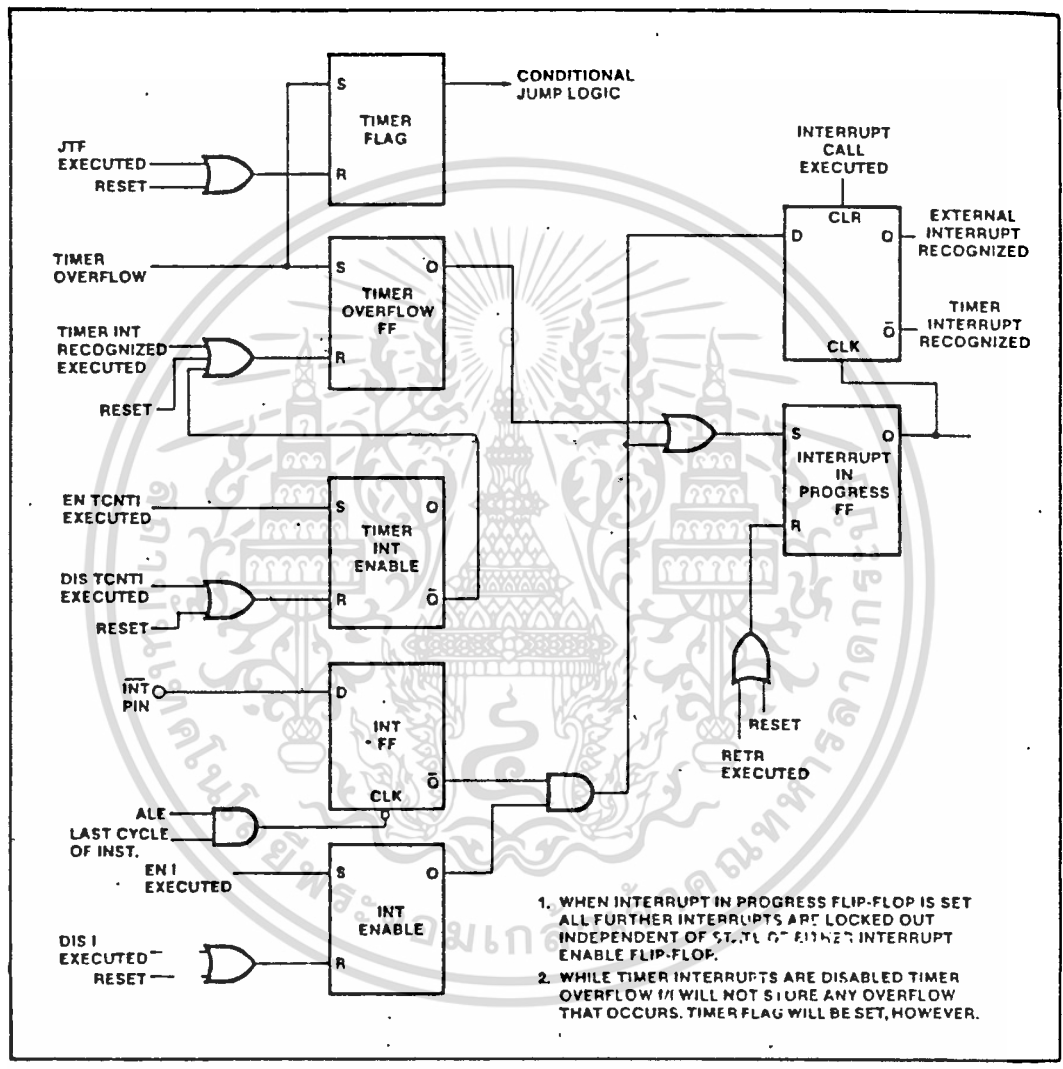
เงื่อนไข แสดงดังตารางที่ 4.2 ใช้ซอฟต์แวร์ด้วยการตรวจสอบ ค่าศูนย์ทั้งแปดบิตในแอกคิวมิวเลเตอร์ หรือ ไม่เป็นศูนย์ ส่วนการทดสอบเฉพาะบิตสามารถทดสอบได้ด้วยการใช้คำสั่งทางลอจิก และทดสอบผลที่ได้ในแอกคิวมิวเลเตอร์ในค่าที่ไม่เป็นศูนย์ การทดสอบบิตตัวทดสอบสามารถทดสอบได้ทั้งแบบเซตและรีเซตค่านี้ การทดสอบบิต FO . F1 และแฟล็ก OVERFLOW ของตัวจับเวลา ทดสอบได้เฉพาะการเซตค่า การทดสอบสัญญาณเข้า TO T1 ทดสอบได้ทั้งแบบเซตและรีเซต ส่วนการ INT ทดสอบได้เฉพาะการรีเซตเท่านั้น

4.1.9 อินเตอร์รัปต์ (INTERRUPT)

MCS-48 จะรับการอินเตอร์รัปต์ต่อเมื่อได้อินาเบิลแล้ว ลำดับการอินเตอร์รัปต์จะเกิดขึ้นเมื่อมีสัญญาณสถานะลอจิกเป็น 0 เข้าที่ขา INT โดยที่การอินเตอร์รัปต์จะกระตุ้นด้วยสัญญาณระดับต่ำ และสามารถที่จะรับการอินเตอร์รัปต์เข้ามาได้หลายแหล่งด้วยกัน ดังแสดงการอินเตอร์รัปต์ทางลอจิกในรูปที่ 4.9 ขาอินเตอร์รัปต์จะถูกตรวจสอบ (Sample) ทุกวัฏจักรคำสั่งในช่วงวัฏจักรการทำงาน ของ ALE และเมื่อตรวจพบ (ซึ่งสัญญาณอินเตอร์รัปต์จะต้องมีสถานะต่ำอย่างน้อย 3 วัฏจักรแมซิน เพราะสัญญาณจะถูกตรวจที่วัฏจักรที่ 2 ของการทำงานของคำสั่ง) ก็จะเรียกโปรแกรมย่อยการอินเตอร์รัปต์ โดยก่อนที่จะเข้าสู่โปรแกรมย่อยบริการอินเตอร์รัปต์ ตัวนับโปรแกรม และ บิตที่ 4 - 7 ของค่าแสดงสถานะของโปรแกรมจะถูกเก็บไว้ที่สแต็ก และการควบคุมการทำงานต่างๆ เมื่อมีการอินเตอร์รัปต์นั้น จะถูกส่งผ่านไปทำงานที่ตำแหน่ง 003 ของหน่วยความจำโปรแกรม ซึ่งโดยปกติจะเขียนด้วยคำสั่งกระโดดแบบไม่มีเงื่อนไข (Unconditional Jump) ไปยังโปรแกรมบริการที่ใช้ตอบสนองการอินเตอร์รัปต์ การกลับคืนหลังจากบริการโปรแกรมย่อยของการอินเตอร์รัปต์ จะกลับโดยใช้คำสั่ง RETR ซึ่งจะยังคงรักษาค่าแสดงสถานะของโปรแกรมไว้ การอินเตอร์รัปต์ของ MCS-48 เป็นการอินเตอร์รัปต์ระดับเดียว ดังนั้น ระหว่างการบริการโปรแกรมอินเตอร์รัปต์อยู่ การอินเตอร์รัปต์ จะไม่สามารถได้รับบริการ ดังนั้น จะต้องมีการอินาเบิลอินเตอร์รัปต์ทุกครั้งด้วยคำสั่ง RETR เสมอ ซึ่งจะอินาเบิลได้ หลังวัฏจักรที่ 2 ของการทำงานคำสั่ง RETR

การอินเตอร์รัปต์ที่เกิดจากตัวจับเวลา/ตัวนับ ที่เกิดจากการ OVERFLOW ภายใน เรจิสเตอร์ของตัวจับเวลา/ตัวนับ ก็จะทำงานเช่นเดียวกับการอินเตอร์รัปต์ภายนอก จะต่างกันก็ตรงที่ว่า การอินเตอร์รัปต์ที่เกิดจากตัวจับเวลา/ตัวนับนั้น จะไปทำที่ตำแหน่ง 007 ซึ่งเป็นตำแหน่งที่โปรแกรมย่อยการอินเตอร์รัปต์ของตัวจับเวลา/ตัวนับอยู่ การอินเตอร์รัปต์จากภายนอกจะมีลำดับสูงกว่า การอินเตอร์รัปต์จากตัวจับเวลา/ตัวนับ หมายความว่า ถ้ามีการอินเตอร์รัปต์จากภายนอกพร้อมกับการอินเตอร์รัปต์จากตัวจับเวลาแล้ว MCS-48 จะตอบสนองต่อการอินเตอร์รัปต์จากภายนอกก่อนเสมอ

เมื่อต้องการติสเอเบิลการอินเตอร์รัพท์ สามารถทำได้ 2 วิธี คือ การรีเซต MCS-48
กับการใช้คำสั่งติสเอเบิล DIS I และ DIS TCNTI ทั้งการอินเตอร์รัพท์ภายนอกกับตัวจับเวลา/ตัวนับ



รูปที่ 4.11 วงจรตรรกการอินเตอร์รัพท์

จังหวะเวลาอินเตอร์รัพท์ (Interrupt Timing)

การอินเตอร์รัพท์จะอินเอาเบิลหรือติสเอเบิลได้ด้วยโปรแกรมควบคุมด้วยการใช้คำสั่ง EN I และ DIS I การอินเตอร์รัพท์จะติสเอเบิลได้ด้วยการรีเซตและจะยังคงติสเอเบิลจนกว่าจะถูกอินเอาเบิลด้วยผู้ใช้ สัญญาณการร้องขออินเตอร์รัพท์จะต้องสิ้นสุดก่อนที่จะทำงานกับคำสั่ง RETR เพื่อให้ตัวโปรแกรมเมอร์สามารถที่จะบริการการอินเตอร์รัพท์ตัวต่อไปได้ทันที มิฉะนั้น จะเข้าอินเตอร์รัพท์

เดิม ฉะนั้น อุปกรณ์ต่อพ่วงการอินเตอร์รัพท์จะมีการป้องกันลักษณะเช่นนี้ด้วยการรีเซตการร้องขอการอินเตอร์รัพท์ เมื่อไรที่ตัวไมโครเซสเซอร์ได้อ่านหรือเขียนข้อมูลจากเรจิสเตอร์บัฟเฟอร์ของอุปกรณ์ต่อพ่วงแล้ว ถ้าอุปกรณ์การอินเตอร์รัพท์ไม่ต้องการเข้าถึงตัวไมโครเซสเซอร์ ก็อาจจะมีการใช้ MCS-48 เป็นตัวส่งสัญญาณตอบรับการรับรู้อินเตอร์รัพท์จากการร้องขอของอุปกรณ์ต่อพ่วงนั้น ซา INT ยังอาจใช้ทดสอบด้วยการใช้คำสั่งกระโดดอย่างมีเงื่อนไข JMI คำสั่งนี้จะใช้เป็นตัวตรวจจับการอินเตอร์รัพท์ที่เกิดขึ้นก่อนการอินเตอร์รัพท์ MCS-48 จะเกิดขึ้น ถ้าการอินเตอร์รัพท์อยู่ในสถานะดีสเอเบิล ก็อาจใช้เป็นตัวตรวจสอบสัญญาณอินเตอร์รัพท์ตามค่าทั่วไป เช่นเดียวกับซา TO และ T1

4.1.10 ตัวจับเวลา/ตัวนับ (TIMER/COUNTER)

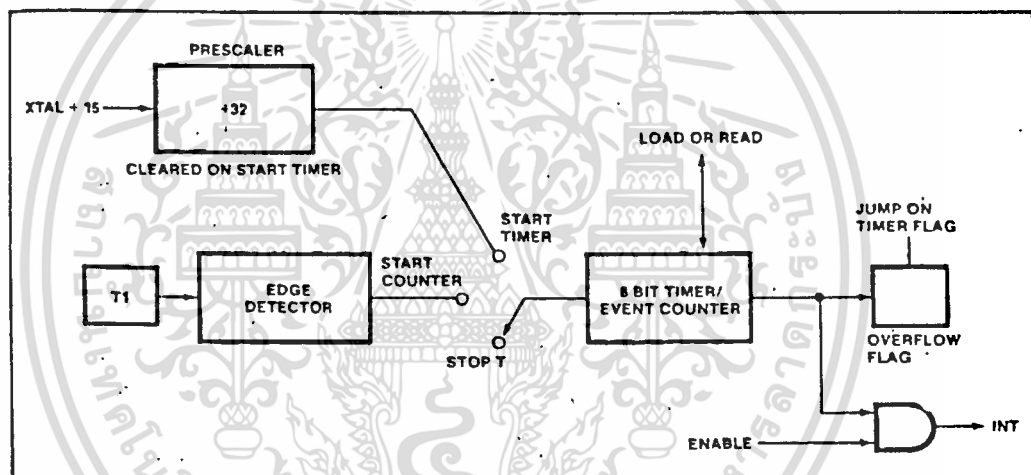
ภายในของ MCS-48 จะประกอบด้วยตัวจับเวลา/ตัวนับ การทำงานของทั้งสองจะคล้ายกัน เพียงแต่ว่าตัวนับจะมีการส่งอินพุตเข้าตัวนับเท่านั้น

4.1.10.1 ตัวนับ เป็นตัวนับแบบเลขฐานสองขนาด 8 บิต ที่สามารถกำหนดหรืออ่านค่าได้ด้วยคำสั่ง MOV ที่ส่งผ่านเข้าหรือออกทางแอกคิวมิวเลเตอร์และการรีเซ็ตจะไม่มีผลต่อค่าที่อยู่ในตัวนับ ตัวนับจะหยุดก็ต่อเมื่อมีการรีเซ็ตหรือใช้คำสั่ง STOP TCNT และจะหยุดจนกระทั่งใช้คำสั่ง START T ในการทำงานเป็นตัวจับเวลาหรือ START CNT ในการทำงานเป็นตัวนับอีกครั้งทันทีที่ตัวนับเริ่มนับ จะเพิ่มค่าตัวเองทีละ 1 จนกระทั่งถึงค่าสูงสุด FFH แล้วเริ่มนับที่ 00 ใหม่ การนับจะเป็นเช่นนี้เรื่อยไปจนกว่าจะมีคำสั่ง STOP TCNT หรือการรีเซ็ต

การเพิ่มค่าจากค่าสูงสุดไปยังค่าศูนย์ (OVERFLOW) จะมีผลไปเซ็ท OVERFLOW FLAG FLIP-FLOP และสร้างสัญญาณการร้องขออินเตอร์รัพท์ขึ้น สถานะของ OVERFLOW FLAG สามารถตรวจสอบได้โดยคำสั่งกระโดดแบบมีเงื่อนไข (JTF) แฟล็ก OVERFLOW จะถูกรีเซ็ตก็ต่อเมื่อมีการทำงานของคำสั่ง JTF หรือการรีเซ็ต MCS-48 สัญญาณอินเตอร์รัพท์จะถูกแลทช์และ OR กับการอินเตอร์รัพท์จากภายนอก การอินเตอร์รัพท์ของตัวนับสามารถอินาเบิลหรือดีสเอเบิลด้วยคำสั่ง EN TCNTI และ DIS TCNTI หากมีการอินาเบิล เมื่อตัวนับเกิด OVERFLOW จะไปทำงานโปรแกรมย่อยบริการการทำงานของตัวจับเวลา/ตัวนับที่ตำแหน่ง 007 ทันที ตัวนับสามารถทำหน้าที่เป็นตัวนับเหตุการณ์ (EVENT COUNTER) ได้โดยที่ซา T1 จะทำหน้าที่เป็นอินพุต เมื่อมีการเปลี่ยนสถานะจาก "1" ไป "0" ตัวนับจะเพิ่มค่าขึ้นหนึ่งเสมอ และ T1 จะต้องมีสถานะ '0' อย่างน้อย 1 วัฏจักรแมชชีน เพื่อให้แน่ใจว่าการนับจะไม่ขาดหายไป ดังนั้นความเร็วของการนับสูงสุด ในแต่ละครั้งจะใช้เวลา 3 รอบคำสั่ง หรือ ทุก ๆ 5.7 ไมโครวินาที เมื่อใช้คริสตอล 6 เมกกะเฮิร์ตซ์ และอินพุตเข้า T1 จะต้องมีระดับลอจิกเป็น 1 อย่างน้อย 1/5 วัฏจักรแมชชีนหลังจากการเปลี่ยนระดับในแต่ละครั้ง

4.1.10.2 ตัวจับเวลา เมื่อใช้คำสั่ง START T ตัวจับเวลา/ตัวนับจะทำหน้าที่เป็นตัวจับเวลา ในการใช้คำสั่ง START T นั้นจะทำให้ฐานเวลาภายในถูกหารด้วย 15 และ 32 ตามลำดับจากผลที่ได้จะเพิ่มค่าของตัวจับเวลาที่ได้ตั้งไว้ก่อนแล้ว เมื่อเกินค่าที่กำหนดจะทำการอินเทอร์รัพต์ของตัวจับเวลา/ตัวนับ เพื่อไปยังโปรแกรมย่อยที่ต้องการ ตัวอย่างเช่น

เมื่อใช้คริสตรอลขนาด 11 เมกกะเฮิรตซ์เป็นฐานเวลาให้ MCS-48 เมื่อผ่านตัวหาร 15 จะได้ความถี่ 733 กิโลเฮิรตซ์ และความถี่นี้จะถูกหารด้วย 32 อีก จะได้ 22.917 กิโลเฮิรตซ์ ซึ่งแสดงว่าตัวตั้งเวลาจะเพิ่มขึ้นหนึ่งทุก ๆ 44 ไมโครวินาที รูปที่ 4.12 เป็นการแสดงให้เห็นถึงส่วนประกอบการทำงานของตัวจับเวลา/ตัวนับภายใน MCS-48

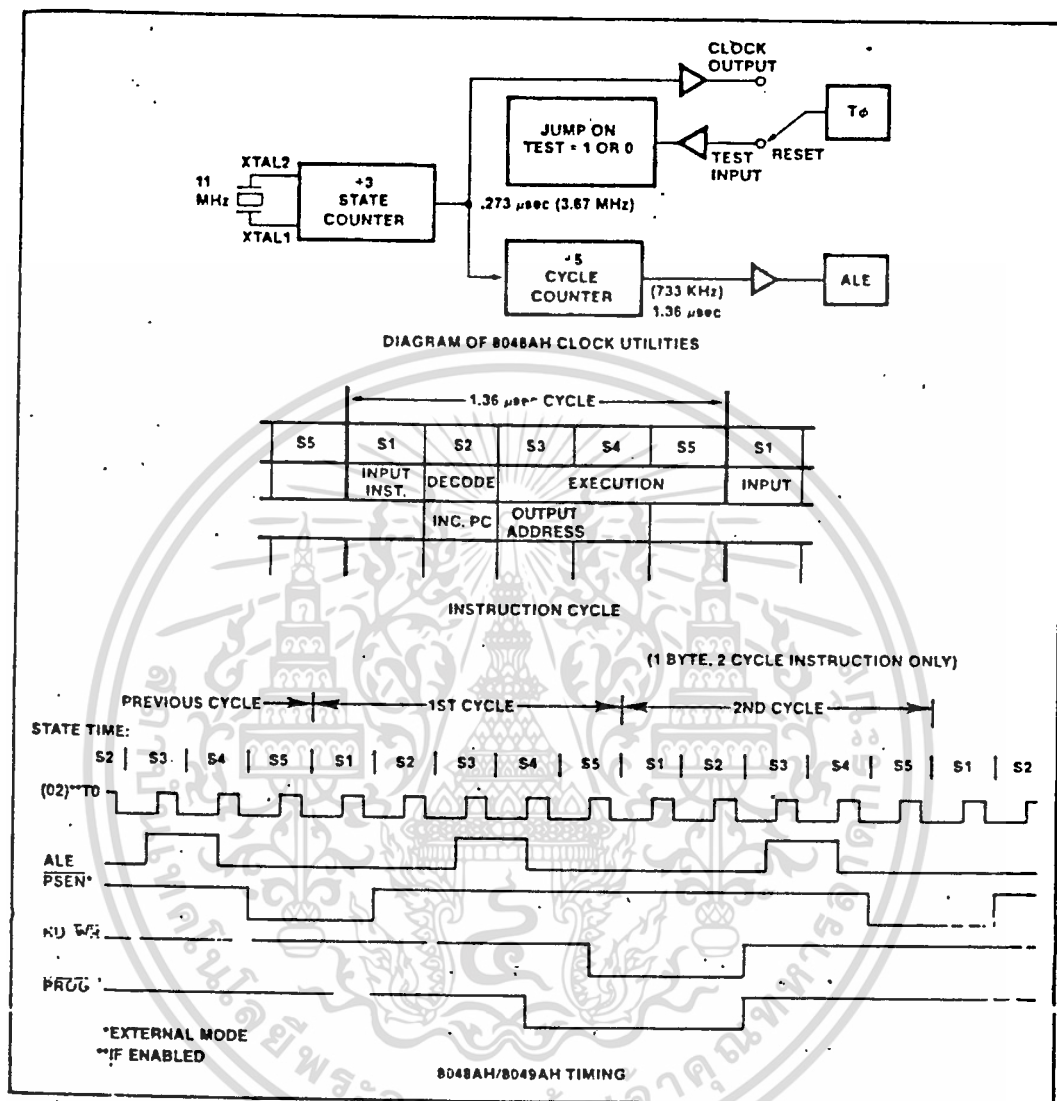


รูปที่ 4.12 แสดงส่วนของตัวจับเวลา/ตัวนับของ MCS-48

4.2 สัญญาณนาฬิกาและวงจรฐานเวลา (CLOCK AND TIMER CIRCUITS)

แหล่งกำเนิดฐานเวลาสำหรับ MCS-48 สามารถสร้างได้จากอุปกรณ์ภายนอก เช่น คริสตรอล อินดักเตอร์ หรือแหล่งกำเนิดสัญญาณนาฬิกาภายนอก การทำงานของส่วนสัญญาณนาฬิกาและวงจรฐานเวลาแสดงในรูปที่ 4.13 โดยแยกกล่าวเป็นส่วน ๆ ดังนี้

4.2.1 ตัวกำเนิดความถี่ (OSCILLATOR) ตัวกำเนิดความถี่เป็นวงจรแบบ SERIES RESONANT ที่มีอัตราขยายสูงโดยมีช่วงความถี่ระหว่าง 1 ถึง 6 เมกกะเฮิรตซ์ ซึ่งขา X1 เป็นขาอินพุตเข้าสู่วงจรขยาย ขณะที่ขา X2 เป็นขาเอาต์พุต ในการต่อคริสตรอลหรืออินดักเตอร์ระหว่างขา X1 และ X2 จะทำให้เกิดการป้อนกลับและการเลื่อนเฟสสำหรับการกำเนิดความถี่ในกรณีที่ไม่ต้องการใช้ความถี่ที่แน่นอน สามารถใช้อุปกรณ์พวกอินดักเตอร์ แทน คริสตรอลได้ ซึ่งจะให้ความถี่อยู่ในช่วง 3 ถึง 5 เมกกะเฮิรตซ์ได้



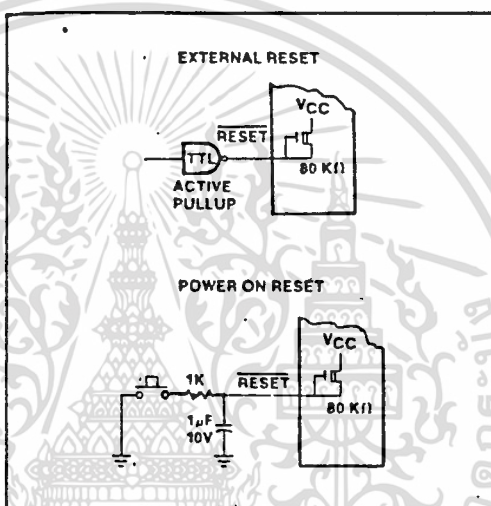
รูปที่ 4.13 แสดงโครงสร้างของส่วนสัญญาณนาฬิกาและจังหวะเวลาวัฏจักร

4.2.2 ตัวนับสถานะ (STATE COUNTER) เอาต์พุตของตัวกำเนิดความถี่จะถูกหารด้วย 3 ในตัวนับสถานะ เพื่อสร้างสัญญาณนาฬิกาสำหรับการทำงานของ MSC-48 สัญญาณนาฬิกาที่สามารถส่งออกไปยังขา TO ได้โดยใช้คำสั่ง ENTO CLK สัญญาณนาฬิกาที่ขา TO จะหยุดเมื่อถูกรีเซ็ต

4.2.3 ตัวนับรอบ (CYCLE COUNTER) สัญญาณนาฬิกาจะถูกหารด้วย 5 ในตัวนับรอบ เพื่อสร้างสัญญาณนาฬิกาที่ประกอบด้วยรอบการทำงาน 5 สถานะ สัญญาณนาฬิกาเรียกว่า ADDRESS LATCH ENABLE (ALE) เพื่อใช้เป็นสัญญาณติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก สัญญาณนี้จะออกมาอย่างต่อเนื่องตลอดเวลาขณะที่ MSC-48 ยังทำงานอยู่

4.3 การรีเซ็ต (RESET)

การรีเซ็ตจะทำให้ MCS-48 เริ่มการทำงานใหม่เมื่อขา รีเซ็ต มีลอจิกศูนย์ซึ่งขานี้จะต้องทำงานแบบ SCHMITT-TRIGGER โดยจะมีความต้านทานที่ใช้พ่วงอยู่ภายใน MCS-48 และภายนอกจะต่อตัวเก็บประจุค่า 1 ไมโครฟารัดอยู่เพื่อทำให้เกิดช่วงเวลาเพียงพอในการรีเซ็ต การรีเซ็ต MCS-48 สามารถทำได้ดังแสดงในรูปที่ 4.14



รูปที่ 4.14 แสดงการรีเซ็ต MCS-48

หากมีสัญญาณรีเซ็ตจากภายนอกที่ขา รีเซ็ต จะต้องมิต่ำลอจิกศูนย์อย่างน้อย 50 มิลลิวินาที หลังจากนี้แหล่งจ่ายไฟอยู่ในสภาวะที่พร้อมจะใช้งานแล้ว

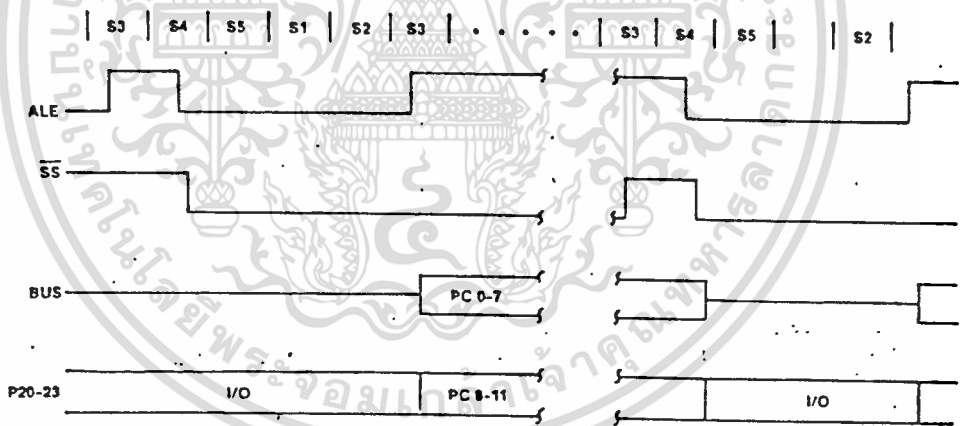
เมื่อมีการรีเซ็ตให้ MCS-48 จะทำให้เกิด

- ตัวนับโปรแกรมถูกรีเซ็ตให้เป็นศูนย์
- ตัวชี้สแต็กถูกรีเซ็ตเป็นศูนย์
- เรจิสเตอร์แบงค์ 0 จะถูกเลือก
- หน่วยความจำโปรแกรมแบงค์ 0 ถูกเลือก
- บัสจะถูกรีเซ็ตเป็น HIGH IMPEDANCE ยกเว้นเมื่อขา EA มีสถานะลอจิกหนึ่ง
- พอร์ต 1 และ พอร์ต 2 จะอยู่ในกรณีเป็นอินพุต
- อินเทอร์รัพต์ถูกดิสเอเบิล
- ตัวจับเวลาจะหยุด
- แฟลคของตัวจับเวลาถูกทำให้เป็นศูนย์
- แฟลคศูนย์และแฟลคหนึ่งถูกทำให้เป็นศูนย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเพื่อการศึกษานำเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่ต่อผู้อื่นและต้องสงวนลิขสิทธิ์เจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 การทำคำสั่งครึ่งละหนึ่งคำสั่ง (SINGLE-STEP)

การทำคำสั่งครึ่งละหนึ่งคำสั่ง เป็นวิธีที่มีประโยชน์แก่ผู้ใช้ในการตรวจสอบโปรแกรมที่ได้เขียนขึ้นมา โดยการทำงานเป็นแบบที่เรียกว่า ฮาร์ดแวร์ หมายความว่า ไอซีเบอร์ MCS-48 มีขาเฉพาะในการทำคำสั่งครึ่งละหนึ่งคำสั่ง คือขา SS โดยการทำงานจะทำงานร่วมกับสัญญาณ ALE เมื่อขา SS มีค่าลอจิกเป็นศูนย์ การทำงานของ MCS-48 จะหยุดโดยค่าตำแหน่งของคำสั่งต่อไปที่จะอ่านเข้ามา จะถูกส่งออกไปยังบัสนและ 4 บิตแรกของพอร์ต 2 ดังนั้น ผู้ใช้สามารถจะติดตามการทำงานของโปรแกรมที่เขียนขึ้นได้จากแผนภูมิจังหวะเวลาของการทำงานที่แสดง ในรูปที่ 4.15 แสดงถึงการทำงานร่วมกันของสัญญาณ ALE และ SS สัญญาณของบัสนจะหายไประหว่างการทำคำสั่งครึ่งละหนึ่งคำสั่ง แต่อย่างไรก็ตาม ถ้าต้องการทราบสัญญาณแบบบัสน สามารถเห็นได้โดยการแลทซ์เข้าช่วยเพื่อเก็บสัญญาณนี้ไว้ตรวจสอบได้



รูปที่ 4.15 แสดงแผนภูมิจังหวะเวลาการทำงานครึ่งละคำสั่ง

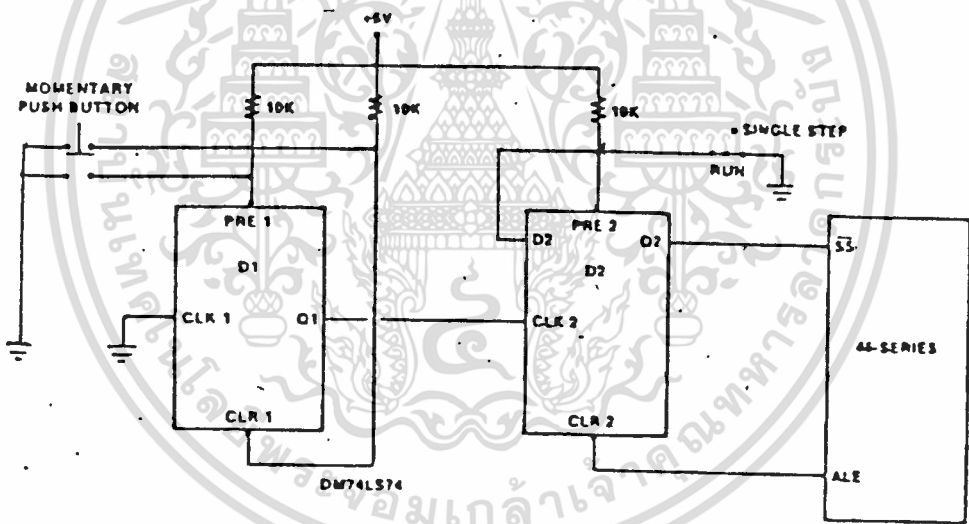
ขั้นตอนการทำงานของแผนภูมิจังหวะเวลาเมื่อ MCS-48 ทำคำสั่งครึ่งละหนึ่งคำสั่ง ดังนี้

- MCS-48 จะถูกทำให้หยุดการทำงาน เมื่อสัญญาณ SS เอ็กทีฟขึ้น
- MCS-48 จะหยุดการทำงานระหว่างที่จะทำการอ่านคำสั่งต่อไป หากเป็นคำสั่ง 2 ไบต์ ซีพียูจะทำงานจนเสร็จก่อนจึงหยุดทำงานตามสัญญาณ SS
- MCS-48 จะตอบรับการหยุดการทำงานโดยจะให้สัญญาณที่ขา ALE ใช้มีลอจิกหนึ่งตลอดค่าเวลาที่อยู่ในสถานะอย่างนี้ตำแหน่งของคำสั่งต่อไปที่จะอ่านเข้ามาจะอยู่ที่บัสนและ 4 บิตแรกของพอร์ต 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ไม่ว่ากรณีใดๆ

- เมื่อขา SS มีลอจิกเป็นหนึ่งจะทำให้ MCS-48 เลิกจากการหยุดการทำงาน เพื่ออ่านคำสั่งต่อไป MCS-48 แสดงการออกจากสถานะการหยุดทำงานโดยทำให้สัญญาณที่ขา ALE อยู่ในลอจิกศูนย์
- เมื่อต้องการให้หยุดการทำงานที่คำสั่งต่อไป ขา SS จะต้องมียุติลอจิกศูนย์อีกครั้ง ทั้งนี้ที่ขา ALE มีสถานะทางลอจิกเป็นศูนย์ แต่ถ้า SS มีสถานะลอจิกเป็นหนึ่งอยู่ จะยังคงอยู่ในช่วงการทำงานปกติ

เมื่อต้องการให้ทำงานครั้งละหนึ่งคำสั่งจำเป็นต้องเพิ่มวงจรควบคุมการทำงานของ SS ส่วนนี้ ดังแสดงในรูปที่ 4.16



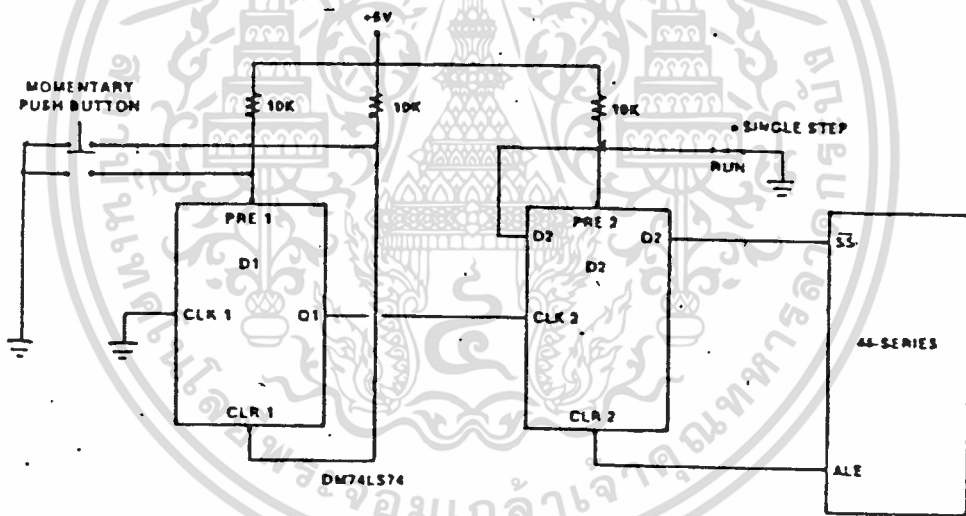
รูปที่ 4.16 แสดงวงจรควบคุมการทำงานครั้งละหนึ่งคำสั่ง

การทำงานของวงจรรูปที่ 4.16 เป็นดังนี้

เมื่ออยู่ระหว่างการทำงานปกติ ขา PRE 2 ของ 74LS74 จะคงอยู่ที่สถานะลอจิกศูนย์ทำให้ขา Q2 มีสถานะลอจิกหนึ่ง เป็นผลให้ขา SS รักษาสถานะลอจิกหนึ่งอยู่ ดังนั้น MCS-48 ยังคงทำงานได้อย่างปกติ เมื่อสวิตช์เลือกการทำงานอยู่ที่ SINGLE STEP ทำให้ขา PRE 2 มีสถานะลอจิกหนึ่งขณะที่สัญญาณ ALE มีสถานะลอจิกศูนย์สัญญาณที่ขา SS จะถูกทำให้มีสถานะลอจิกศูนย์ด้วยเป็นเหตุให้ MCS-48 หยุดการทำงาน เมื่อต้องการให้คำสั่งต่อไป เมื่อกดปุ่ม MOMENTARY PUSH BUTTON ถ้า ALE มีสถานะลอจิกเป็นหนึ่งอยู่ หรือ-หรือป D1จะส่งหนึ่งไปยัง D2 ทำให้ SS มีสถานะทางลอจิก

- เมื่อขา SS มีลอจิกเป็นหนึ่งจะทำให้ MCS-48 เลิกจากการหยุดการทำงาน เพื่ออ่านคำสั่งต่อไป MCS-48 แสดงการออกจากสถานะการหยุดทำงานโดยทำให้สัญญาณที่ขา ALE อยู่ในลอจิกศูนย์
- เมื่อต้องการให้หยุดการทำงานที่คำสั่งต่อไป ขา SS จะต้องมีค่าลอจิกศูนย์อีกครั้ง ทั้งนี้ที่ขา ALE มีสถานะทางลอจิกเป็นศูนย์ แต่ถ้า SS มีสถานะลอจิกเป็นหนึ่งอยู่ จะยังคงอยู่ในช่วงการทำงานปกติ

เมื่อต้องการให้ทำงานครั้งละหนึ่งคำสั่งจำเป็นต้องเพิ่มวงจรควบคุมการทำงานของ SS ส่วนนี้ ดังแสดงในรูปที่ 4.16



รูปที่ 4.16 แสดงวงจรควบคุมการทำงานครั้งละหนึ่งคำสั่ง

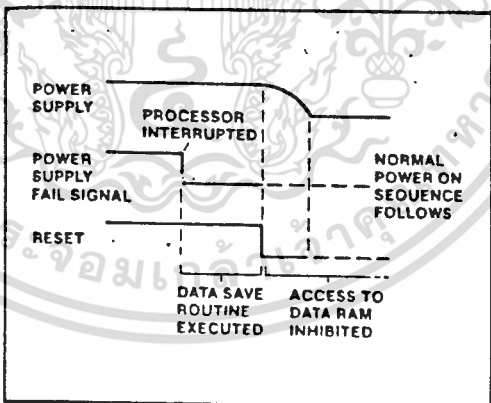
การทำงานของวงจรรูปที่ 4.16 เป็นดังนี้

เมื่ออยู่ระหว่างการทำงานปกติ ขา PRE 2 ของ 74LS74 จะคงอยู่ที่สถานะลอจิกศูนย์ทำให้ ขา Q2 มีสถานะลอจิกหนึ่ง เป็นผลให้ขา SS รักษาสถานะลอจิกหนึ่งอยู่ ดังนั้น MCS-48 ยังคงทำงานได้อย่างปกติ เมื่อสวิตช์เลือกการทำงานอยู่ที่ SINGLE STEP ทำให้ขา PRE 2 มีสถานะลอจิกหนึ่ง ขณะที่สัญญาณ ALE มีสถานะลอจิกศูนย์สัญญาณที่ขา SS จะถูกทำให้มีสถานะลอจิกศูนย์ด้วยเป็นเหตุให้ MCS-48 หยุดการทำงาน เมื่อต้องการให้คำสั่งต่อไป เพียงแต่กดปุ่ม MOMENTARY PUSH BUTTON ถ้า ALE มีสถานะลอจิกเป็นหนึ่งอยู่ ฟลิป-ฟล็อป D1จะส่งหนึ่งไปยัง D2 ทำให้ SS มีสถานะทางลอจิก

เป็นหนึ่งใน MCS-48 จะอ่านคำสั่งถัดไป เมื่อ ALE มีสถานะลอจิกเป็นศูนย์ D2 จะทำการเคลียร์ให้เอาต์พุต Q2 เป็นศูนย์ด้วย ทำให้ SS มีสถานะลอจิกศูนย์อีกครั้ง เป็นผลให้ MCS-48 หยุดการทำงานอีก เมื่อต้องการให้ MCS-48 สามารถทำงานตามปกติก็เพียงโยกสวิตช์ไปยังตำแหน่ง RUN

4.5 โหมดการทำงานเมื่อขาดแหล่งจ่ายไฟ (POWER DOWN MODE)

ในขณะที่ใช้งานไมโครโพรเซสเซอร์อยู่ เมื่อเกิดไฟฟ้ามดับข้อมทำให้ไมโครโพรเซสเซอร์ตัวนี้หยุดการทำงาน และสถานะเดิมของการทำงานจะหายไป แต่ไอซีตระกูล MCS-48 ได้รับการออกแบบให้มีความสามารถรักษาข้อมูลที่อยู่ในแรมภายในของ MCS-48 ได้เนื่องจากที่ขา VDD ของ MCS-48 จะต่อเข้ากับวงจรอึดแบตเตอรี่ที่ต่อร่วมกับขา VDD จะเป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้าสำรองให้กับแรม โดยแรมนี้จะใช้ไฟฟ้าเพียง 10-15% ของตอนปกติ และเมื่อมีแหล่งจ่ายไฟฟ้าปกติวงจรอึดแบตเตอรี่ภายใน MCS-48 จะทำการอึดแบตเตอรี่ที่ต่ออยู่ผ่านขา VDD ในการทำงานของส่วนนี้จะต้องมีวงจรตรวจจับระดับแรงดันของแหล่งจ่ายไฟฟ้า เพื่อเตือนให้ MCS-48 รู้ เมื่อเกิดไฟฟ้ามดับขึ้น MCS-48 จะไปยังโปรแกรมที่เขียนไว้ เพื่อบริการการย้ายข้อมูลที่กำลังทำงานอยู่ เก็บไว้ในส่วนของแรมก่อนเกิดไฟฟ้ามดับ การทำงานของส่วนนี้จะเป็นไปตามแผนผังเวลาในรูปที่ 4.17



รูปที่ 4.17 แสดงแผนผังเวลาเมื่อเกิดไฟฟ้ามดับขึ้น

- ลำดับการทำงานของ MCS-48 เมื่อเกิดไฟฟ้ามดับดังนี้
 - เมื่อไฟฟ้ามดับ วงจรที่ใช้ตรวจจับสัญญาณจะต้องมีความไวพอที่จะทำให้ MCS-48 สามารถเก็บข้อมูลและสถานะต่าง ๆ ที่สำคัญก่อนที่ไฟฟ้าจะตกต่ำกว่าแรงดันระดับทำงาน
 - สัญญาณของไฟฟ้ามดับจะถูกใช้ในการอินเทอร์รัพต์ MCS-48 เพื่อไปทำงานโปรแกรมย่อยที่เตรียมไว้สำหรับกรณีเกิดไฟฟ้ามดับ
 - การทำงานของโปรแกรมย่อยส่วนใหญ่ จะทำการเก็บข้อมูล และสถานะต่าง ๆ ที่สำคัญลงในแรมภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มาใช้นี้

-ขาริเร็ด ต้องอยู่ในสถานะทำงาน เพื่อให้แน่ใจว่าข้อมูลต่าง ๆ จะไม่เปลี่ยนในขณะที่แหล่งจ่ายไฟฟ้าเข้าสู่สภาวะปกติ ดังนั้นขาริเร็ด จะต้องอยู่ในสถานะศูนย์ จนกระทั่งขาริเร็ด VCC เป็นศูนย์

ความต้องการกระแสไฟฟ้าเพื่อรักษารข้อมูลของแรมมีรายละเอียดตามตารางที่ 4.3

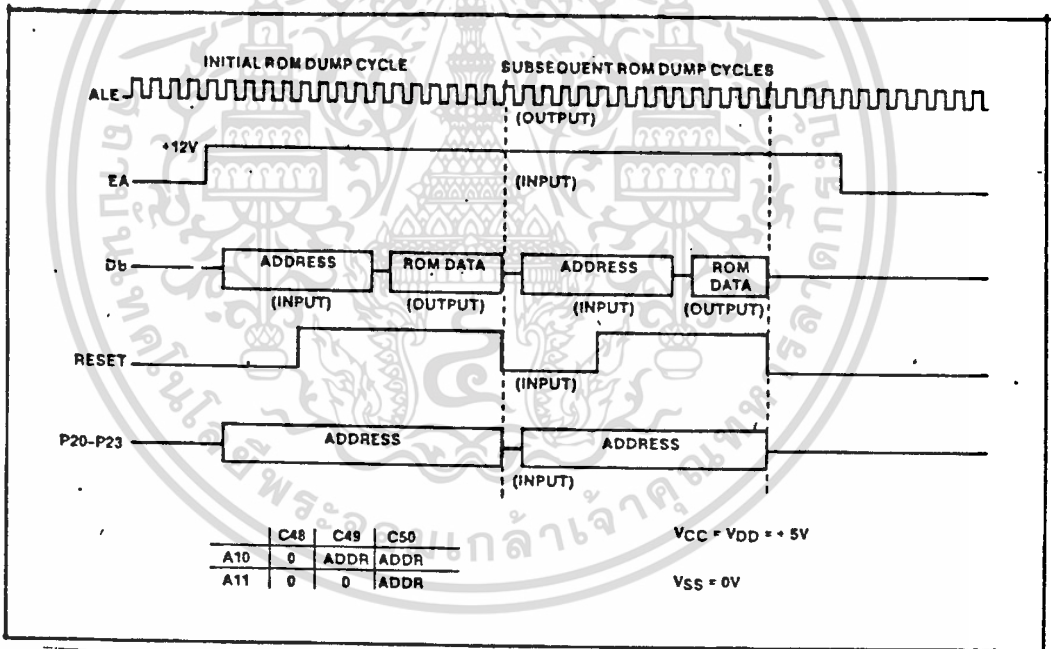
$I_{DD}(\max), @2.2 V_{DD}$	Standby Ram Available	Device
1.5 mA	0- 32	All
2.5 mA	0- 64	All
3.5 mA	0- 96	8039, 8040, 8049, 8050
4.5 mA	0-128	8039, 8040, 8049, 8050
5.5 mA	0-160	8040, 8050
6.5 mA	0-192	8040, 8050
7.5 mA	0-224	8040, 8050
8.5 mA	0-256	8040, 8050

ตารางที่ 4.3 แสดงความต้องการกระแสไฟฟ้าของแรม

4.6 . การอ่านคำสั่งจากหน่วยความจำภายนอก (EXTERNAL ACCESS MODE)

โดยปกติการใช้งานไอซีตระกูล MCS-48 นั้นจะใช้หน่วยความจำโปรแกรมภายใน แต่ในบางกรณี เช่น ขณะทำการแก้ไขข้อมูลอยู่ หรือทดสอบโปรแกรมที่เขียนขึ้นมา ส่วนมากแล้วจะให้ความสนใจความสามารถของไอซีตระกูล MCS-48 ในการติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก เนื่องจากการแก้ไขงานสะดวกกว่าหน่วยงานความจำโปรแกรมภายใน ในการใช้งานนั้น ไอซีตระกูล MCS-48 จะมีขาไว้ขาหนึ่ง สำหรับเลือกการติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกกับหน่วยความจำโปรแกรมภายในได้ ขานั้นคือขา EA (EXTERNAL ACCESS) เมื่อต้องการให้ไอซีตระกูล MCS-48 ติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก ต้องให้ขา EA มีสถานะลอจิกเป็นหนึ่งเสมอ ในลักษณะการทำงานแล้วไอซีตระกูล MCS-48 จะไม่สามารถให้หน่วยความจำโปรแกรมภายในและหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกพร้อมกันได้ แต่ก็ยังมีเทคนิคในการใช้งานแบบนี้ได้โดยอาศัยสัญญาณรีเซ็ตเข้าช่วย โดยจะเปลี่ยนสถานะลอจิกของ EA ขณะถูกรีเซ็ตเท่านั้น นอกจากนั้นยังสามารถอ่านรหัสโปรแกรมจากหน่วยความจำโปรแกรมภายในโดยอาศัยขา EA ได้อีกด้วย ขั้นตอนของการอ่านเป็นดังนี้

- ขารี่เรีตจะถูกรี่ตให้มีสถานะลจกคูนยี่
 - MCS-48 จะอยู่ในการอ่านหน่วยความจำโปรแกรมภายใน เมื่อขา EA ถูกบิอนแรงดัน 12 โวลต์
 - ตำแหน่งของคำสั่งจะถูกรี่ตที่บัสและ 4 บิตแรกของพอรต์ 2
 - ขารี่เรีตจะถูกรี่ตให้มีสถานะลจกคูนยี่ หนึ่ง ขณะเดียวกับตำแหน่งของหน่วยความจำภายในจะถูกแลกรรี่ไว้แล้ว
 - หลังจกแลกรรี่ตำแหน่งของหน่วยความจำโปรแกรมภายในแล้ว สัญญาตรีเรีตจะยังคงอยู่ที่สถานะลจกคูนยี่อยู่ จะทำให้ข้อมูลี่ตำแหน่งนั้นถูกส่งออกมามาที่บัส
- แผนผังการอ่านข้อมูลออกจากหน่วยความจำโปรแกรมภายในแสดงในรูปที่ 4.18

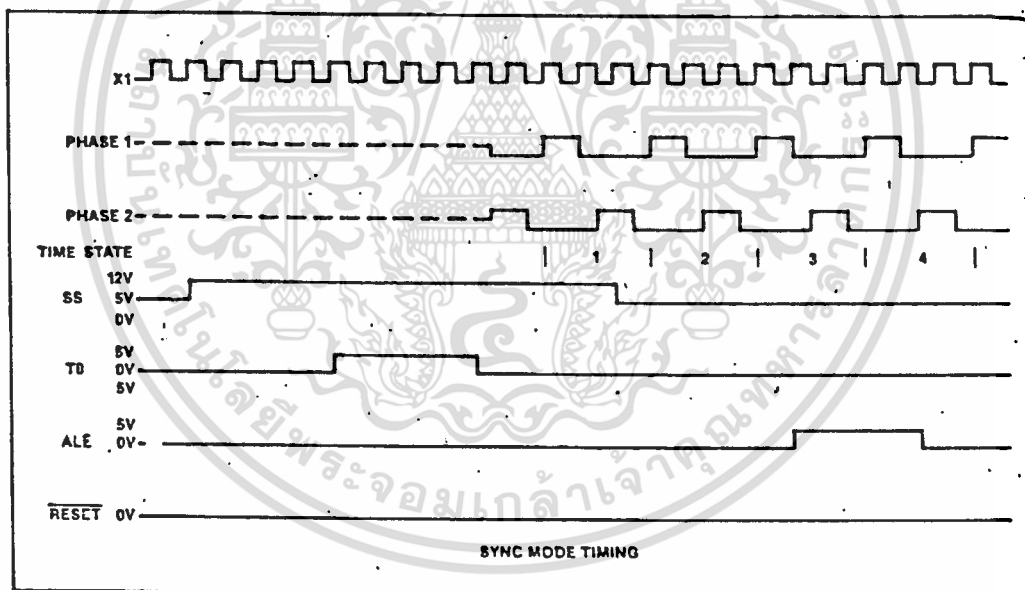


รูปที่ 4.18 แสดงแผนผังเวลาการอ่านหน่วยความจำโปรแกรมภายใน

4.7 โหมดซิงค์ (SYNC MODE)

เบอร์ 8048AH, 8049AH, และ 8050AH เพิ่มการทำงานในโหมดซิงค์ ซึ่งจะช่วยในการออกแบบวงจรที่มีการควบคุมหลายระบบ ด้วยการให้ผู้ออกแบบสามารถที่จะทราบถึงจังหวะของเฟสและสถานะของช่วงการทำงานได้การใช้ โดยมากเราจะใช้โหมดซิงค์ตรวจสอบตัวไมโครอย่างอัตโนมัติ (AUTOMATIC TEST EQUIPMENT : ATE) เพื่อให้เกิดความผิดพลาด มีประสิทธิภาพ และง่ายต่อการใช้การซึ่งใครโนส่ ระหว่างการตรวจสอบหาข้อผิดพลาดแก้ไขร่วมกับเครื่องที่กำลังพัฒนาอยู่

จะเข้าสู่โหมดซิงค์ได้ด้วยการยกระดับแรงดันที่ขา SS มีค่าแรงดันเท่ากับ +12 โวลต์ การซึ่งโครโมสจะเริ่มขึ้นที่ T0 มีระดับแรงดันออกมา 5 โวลต์นานอย่างน้อยสี่วัฏจักรสัญญาณนาฬิกา หลังจาก SS' เอ็กทีฟ T0 จะต้องมียกระดับลอจิกสูงอย่างน้อยสี่วัฏจักรสัญญาณนาฬิกาของ X1 เพื่อให้มีเวลาพอที่จะรีเซ็ตตัวทวดความถี่ (PRESCALER) และตัวสร้างสัญญาณสถานะ T0 อาจจะลดระดับลอจิกลงที่จังหวะขอบขาขึ้นของสัญญาณนาฬิกา X1 หลังจากนั้นอีกสองวัฏจักรสัญญาณนาฬิกา ตัวไมโครหรือเครื่องที่ถูกทดสอบก็จะเข้าสู่สถานะ 1 เฟส 1 ดังนั้นขา SS' ก็จะถูกลดระดับแรงดันลงจาก 12 โวลต์เป็น 5 โวลต์ หลังจาก T0 ลดเป็นลอจิกศูนย์ โดยแผนภูมิจังหวะเวลาที่เกิดขึ้นในโหมดซิงค์แสดงในรูปที่ 4.18 ขารีเซตจะถูกยกระดับเป็นลอจิกสูงอย่างเก่า เพื่อเข้าสู่การทำงานตามคำสั่งปกติได้ หลังจากสัญญาณนาฬิกาผ่านไป 75 วนรอบ หรือ 5 สถานะ(State) โดยแต่ละวัฏจักรจะเกิดจากสัญญาณนาฬิกา 15 วัฏจักรที่ถูกหารด้วย 3 ในตัวSTATE COUNTERและหารด้วย 5 ใน CYCLE COUNTER ดังวงจรรูปที่ 4.13



รูปที่ 4.19 แผนภูมิจังหวะเวลาที่เกิดขึ้นในโหมดซิงค์

4.8 โหมดอดมคติ (IDLE MODE)

นอกเหนือจากการใช้โหมดการทำงานเมื่อขาดแหล่งจ่ายไฟแล้ว ตัว MCS-48 จำพวก CHMOS เบอร์ 80C35, 80C39, 80C48, 80C49, 80C50 จะมีคำสั่งโหมดอดมคติ(01H) โดยที่การใช้โหมดนี้จะเป็นการหยุดการทำงานของซีพียู ขณะที่ตัวออสซิลเลเตอร์ แรม ตัวจับเวลา และวงจรอินเตอร์รัทยังคงทำงานอยู่ การเลือกทำงานในโหมดนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะให้ MCS-48 ใช้พลังงานน้อยลง ในที่ต้องการให้ซีพียูหยุดการทำงานเมื่อการควบคุมงานทุกอย่างอยู่ในสภาวะปกติ

เมื่อคำสั่ง IDL ถูกถอดรหัส สัญญาณนาฬิกาที่ชิพจะหยุดการทำงาน สถานะต่าง ๆ ภายในเรจิสเตอร์ของชิพจะยังคงเก็บค่าข้อมูลของ SP, PC, PSW, ACC และตัวรวมภายในไว้โดยไม่สูญหายไป ส่วนขาสัญญาณต่าง ๆ ภายนอกของตัวไอซี MCS-48 ในระหว่างการเกิดโหมดดรัมคิกก็จะเป็นดังนี้

- 1) ค่าที่ขาพอร์ตต่าง ๆ จะคงรักษาระดับลอจิกเดิมไว้
- 2) ถ้าเป็นการใช้โปรแกรมภายใน และใช้บัลเป็นพอร์ต บัสก็จะยังคงรักษาระดับลอจิกเดิมไว้ ถ้าบัลถูกแลทช์
- 3) ถ้าเป็นการใช้โปรแกรมภายนอก บัสก็จะเข้าสู่สถานะอิมพีแดนซ์สูง หรือขาบัลถูกปล่อยลอยออกจากบัลภายนอก
- 4) ขา ALE จะไม่ทำงานและมีสถานะต่ำตลอด
- 5) RD, WR, PROG, และ PSEN จะไม่ทำงานและมีสถานะสูงตลอด
- 6) มีสัญญาณนาฬิกาส่งออกที่ TO ถ้า TO ถูกอินาเบิลด้วยซอฟต์แวร์แต่เริ่มแรก

จะมีสามวิธีด้วยกันที่จะให้ออกจากโหมดดรัมคิก โดยการใช้นาฬิกาอินเทอร์รัพต์จากภายนอก เข้าสู่ชิพ หรือใช้อินเทอร์รัพต์ที่เกิดจากตัวจับเวลา ตัวชิพจะโคดเข้าทำงานตามตำแหน่งของชนิดอินเทอร์รัพต์นั้น ๆ ที่ตามด้วยคำสั่ง RETR ที่ใส่อยู่ในตำแหน่งการอินเทอร์รัพต์นั้น ๆ ตัวชิพจะทำงานต่อในตำแหน่งที่จากคำสั่ง IDL นั้น ๆ

ค่าใน FO และ F1 แฟล็กก็อาจจะใช้เป็นตัวแสดงการใช้อินเทอร์รัพต์ที่ทำงานแบบปกติหรือแบบใช้โหมดดรัมคิก วิธีนี้จะทำได้โดยเซตหรือรีเซตค่าของแฟล็กเหล่านี้ ก่อนที่จะเข้าสู่โหมดดรัมคิก เมื่อเกิดการใช้นบริการการอินเทอร์รัพต์แล้ว ก็สามารถที่จะตรวจสอบค่าในแฟล็กเหล่านี้ได้ และจะให้ทำงานตามที่ตั้งไว้ เมื่อมีการออกจากโหมดดรัมคิก

การรีเซตตัว MCS-48 ก็สามารถที่จะทำให้การทำงานในโหมดดรัมคิกสิ้นสุดได้เช่นกัน เพราะตัวออสซิลเลเตอร์ยังทำงานอยู่ ดังนั้นการรีเซตช่วงเวลา 5 วัฏจักรแมซิน ก็สามารถที่จะทำให้ MCS-48 เข้าสู่การทำงานปกติได้

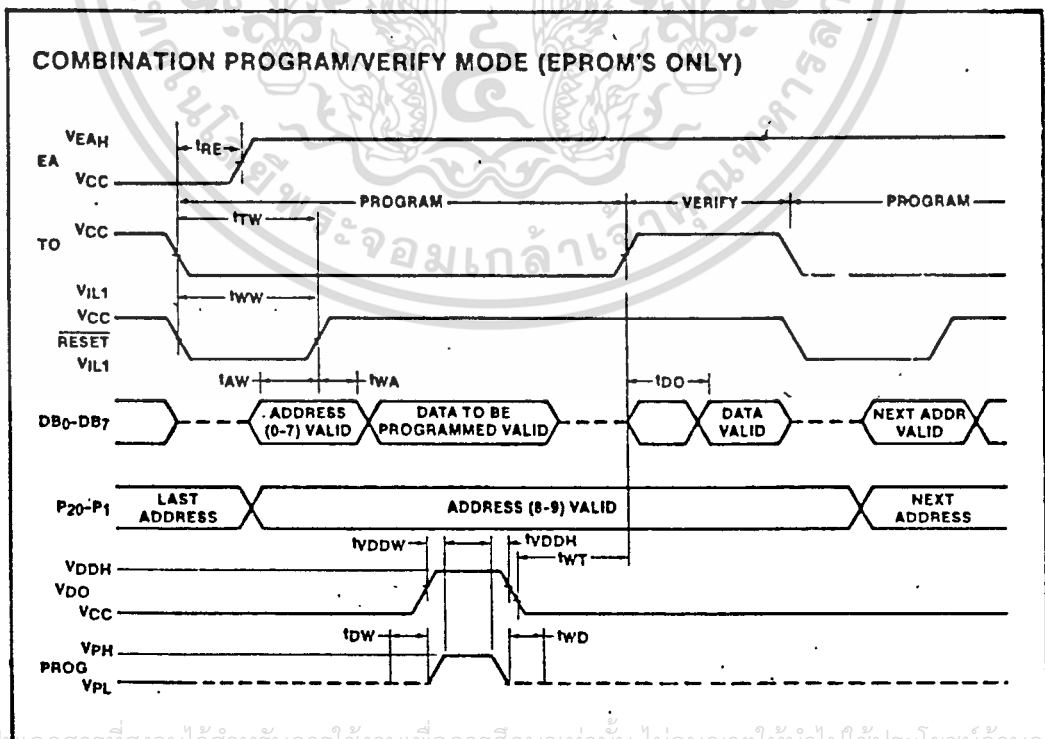
4.9 การโปรแกรม การตรวจสอบ และการลบข้อมูลในอีพรอม (PROGRAMMING VERIFYING AND ERASING EPROM)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่หน่วยความจำโปรแกรมภายในของไอซีเบอร์ 8747 (ซึ่งไอซีตัวหนึ่งในตระกูล MCS-48) ไม่เป็นหน่วยความจำที่สามารถโปรแกรมและลบข้อมูลได้ง่ายโดยผู้ใช้ ซึ่งหน่วยความจำส่วนนี้จะเป็นชนิดอีพรอม ส่วนต่อไปนี้จะเป็นการอธิบายถึงวิธีการดังนี้

4.9.1 การโปรแกรมและการตรวจสอบ (PROGRAMMING/VERIFICATION) ในขบวนการโปรแกรมจะประกอบด้วย การเซตตำแหน่ง การแลทซ์ตำแหน่ง การบ้อนตำแหน่ง และ การให้สัญญาณโปรแกรม หลังจากการโปรแกรมแต่ละไบต์แล้ว จะเป็นขั้นตอนการตรวจสอบซึ่งจะตรวจสอบข้อมูลที่โปรแกรมลงในหน่วยความจำโปรแกรมภายในของ 8748 ว่าถูกต้องหรือไม่ แล้วจึงทำการโปรแกรมไบต์ต่อไปในขณะทำการ โปรแกรมไอซี 8748 จะต้องใช้สัญญาณต่าง ๆ จากแต่ละชาดังนี้

ขา	หน้าที่
XTALI	สัญญาณนาฬิกาเข้า (1 ถึง 6 เมกกะเฮิรตซ์)
RESET	การรีเซตเป็นการเริ่มต้นทำงาน และการแลทซ์ตำแหน่ง
TESTO	การเลือกโปรแกรมหรือทำการตรวจสอบ
EA	ตัวกำหนดการทำงานโปรแกรม หรือการตรวจสอบ
BUS	เป็นขาอินพุตของตำแหน่งและข้อมูล
P20-P21	อินพุตของตำแหน่ง
VDD	แหล่งจ่ายไฟฟ้าใช้ในการโปรแกรม
PROG	เป็นขาอินพุตที่จะรับสัญญาณในการโปรแกรม

แผนผังของเวลาในการโปรแกรม 8748 แสดงในรูปที่ 4.20



รูปที่ 4.20 แสดงแผนผังเวลาการโปรแกรมและการตรวจสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้เฉพาะภายในเท่านั้น ไม่ควรเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีเหตุแห่งลิขสิทธิ์และต้องยื่นฟ้องถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดขั้นตอนการโปรแกรมและการตรวจสอบเป็นดังนี้

1. VDD = 5V. ใช้สัญญาณนาฬิกาแก่ 8748 ซา TESTO และ EA = 5V. ในขณะที่ซารี เชื่อมอยู่ที่ศูนย์นั้นบัสและ PROG จะถูกปล่อยลอยไว้
2. ใส่ 8748 ในที่สำหรับโปรแกรม
3. ให้ซา TEST = 0V. (เลือกเป็นการโปรแกรม)
4. EA = 25V. (ให้การโปรแกรมทำงาน)
5. บ้อนตำแหน่งของหน่วยความจำภายในแผ่นบัส และ P20-P21
6. ให้ซาRESET = 5V. เพื่อแลกร์ตำแหน่งของหน่วยความจำโปรแกรมภายใน
7. ให้ข้อมูลที่โปรแกรมไปยังบัส
8. ให้ VDD = 25V. กำลังไฟที่ใช้ในการโปรแกรม
9. PROG = 0V. จากนั้นให้สัญญาณพัลส์ 25V. ในช่วงเวลา 50 มิลลิวินาที
10. ให้ VDD = 3V.
11. ให้ TESTO = 5V. (ทำการตรวจสอบ)
12. อ่านข้อมูลจากบัสเพื่อใช้ในการตรวจสอบ
13. ให้ TESTO = 0V.
14. ให้รีเซ็ต = 0V. จากนั้นจะทำซ้ำขั้นตอนที่ 5
15. เมื่อต้องการเลิกการโปรแกรม 8748 จะต้องเซ็ตเงื่อนไขเหมือนข้อ 1

4.9.2 การลบข้อมูล 8748 (ERASURE CHARACTERISTICS) เมื่อต้องการแก้ไข ข้อมูลในหน่วยความจำโปรแกรมภายใน ในกรณีที่เกิดข้อผิดพลาดในการเขียนโปรแกรมขึ้นสามารถที่จะ ลบข้อมูลออกได้ง่าย โดยวิธีการฉายแสงอุลตราไวโอเลตที่มีความยาวคลื่น 2537 Å โดยใช้เวลาประมาณ 15-20 นาที เมื่อลบข้อมูลแล้วสามารถทำการโปรแกรมใหม่ได้

4.10 การทดสอบและการแก้ไข (TEST AND DEBUG)

เพื่อสะดวกในการใช้งานไอซีตระกูล MCS-48 นั้นทางผู้ผลิตได้สร้างให้มีหน้าที่พิเศษ เพื่อให้ ความสะดวกในการทดสอบและแก้ไขได้ สำหรับหน้าที่พิเศษมีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 4.10.1 การทำคำสั่งครั้งละคำสั่ง (SINGLE STEP) วิธีการนี้จะทำให้ผู้ใช้สามารถ
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่ข้อมูลนี้และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกแห่งที่มีการ
 ตรวจสอบการทำงานของโปรแกรมที่เขียนขึ้นได้สะดวก และสามารถแก้ไขได้ง่ายขึ้น

4.10.2 ความสามารถเลือกใช้หน่วยความจำโปรแกรมภายในหรือภายนอก (DISABLING INTERNAL PROGRAMMEMORY) ความสามารถนี้จะให้ความสะดวกในการทดสอบและแก้ไขโปรแกรมได้ง่ายขึ้น โดยใช้หน่วยความจำโปรแกรมภายนอก ซึ่งสามารถแก้ไขได้ง่ายกว่าหน่วยความจำโปรแกรมภายใน เมื่อแก้ไขให้โปรแกรมทำงานถูกต้องแล้วจึงใช้หน่วยความจำโปรแกรมภายใน

4.10.3 ความสามารถอ่านโปรแกรมในหน่วยความจำโปรแกรมภายใน (READING INTERNAL PROGRAM MEMORY) หน่วยความจำโปรแกรมภายในสามารถอ่านข้อมูลออกมาได้โดยไม่เกี่ยวข้องกับตัว MCS-48 โดยใช้ความสามารถของการตรวจสอบ เพื่อทำการอ่านข้อมูลที่เก็บภายในหน่วยความจำโปรแกรมภายใน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุดคำสั่งของตระกูล MCS-48

ชุดคำสั่งสำหรับตระกูล MCS-48 สามารถแบ่งตามชนิดการทำงานได้ดังนี้

- คำสั่งควบคุม (CONTROL INSTRUCTION)
- คำสั่งเคลื่อนย้ายข้อมูล (DATA MOVE INSTRUCTION)
- คำสั่งเกี่ยวกับตัวจับเวลา/ตัวนับ (TIMER/COUNTER INSTRUCTION)
- คำสั่งเกี่ยวกับนอกคิวมิวเลเตอร์ (ACCUMULATOR INSTRUCTION)
- คำสั่งการกระโดด (BRANCH INSTRUCTION)
- คำสั่งเกี่ยวกับอุปกรณ์ภายนอก (INPUT/OUTPUT INSTRUCTION)
- คำสั่งเกี่ยวกับเรจิสเตอร์ (REGISTER INSTRUCTION)
- คำสั่งเกี่ยวกับโปรแกรมย่อย (SUBROUTINE INSTRUCTION)
- คำสั่งเกี่ยวกับแฟล็ก (FLAGS INSTRUCTION)
- คำสั่งเบ็ดเตล็ด (MISCELLANEOUS INSTRUCTION)

ชุดคำสั่งของตระกูล MCS-48 ประกอบด้วยคำสั่งทั้งหมด ๖ คำสั่ง ลักษณะคำสั่งเป็นคำสั่งที่ใช้ง่ายและจำได้ง่าย โดยคำสั่งเหล่านี้จะประกอบด้วยคำสั่งไบต์เดียวและคำสั่งสองไบต์ ประมาณ 70 % ของคำสั่ง จะเป็นคำสั่งไบต์เดียว สำหรับคำสั่งสองไบต์จะเป็นทั้งแบบคำสั่งโดยทันที (IMMEDIATE INSTRUCTIONS) คำสั่งติดต่ออุปกรณ์ภายนอกที่แน่นอน (ยกเว้น MOVE PP,A) และคำสั่งเกี่ยวกับการกระโดดทั้งหมด การทำงานของคำสั่งจะใช้เวลาหนึ่งหรือ สองวัฏจักรแมชชีน (MACHINE CYCLE) โดยกว่า 60% เป็นคำสั่งที่ใช้เวลาหนึ่ง วัฏจักรแมชชีน ซึ่งหมายความว่าการทำงาน ของคำสั่งแต่ละคำสั่งใช้เวลาน้อย ย่อมทำให้มีความเร็วการทำงานเร็วขึ้น

นอกจากนี้ตระกูล MCS-48 ยังมีความสามารถการทำงานทางคณิตศาสตร์ที่ ไม่ค่อยธรรมดาทั้งแบบเลขฐานสองและเลขฐานสิบ ECD ะต่ออย่างมีประสิทธิภาพ และยังสามารทำ งานควบคุมด้วยบิตเพียงบิตเดียวได้ง่าย

รายละเอียดของการทำงานของชุดคำสั่งแต่ละแบบมีดังนี้

1. คำสั่งควบคุม (CONTROL INSTRUCTION)

คำสั่งควบคุมจะทำให้โปรแกรมที่ใช้งานสามารถควบคุมการอินเตอร์รัปต์ การเลือกชุดของหน่วยความจำโปรแกรม และการให้สัญญาณนาฬิกาออกมา เพื่อใช้ใน งานควบคุม

เมื่อตระกูล MCS-48 เริ่มทำงานนั้น สัญญาณอินเตอร์รัปต์ที่เข้าทาง ขา INT จะถูกคิเสเบิ้ลโดยอัตโนมัติ การอินเตอร์รัปต์จากภายนอกสามารถควบคุมการ อินเตอร์รัปต์ได้โดย คำสั่งเกี่ยวกับการอินเตอร์รัปต์ แต่อย่างไรก็ตามการร้องขอด้วย สัญญาณอินเตอร์รัปต์ที่ขา INT จะไม่ได้รับการตอบรับ เมื่อการทำงานของตระกูล MCS-48 ยังอยู่ในโปรแกรมการอินเตอร์รัปต์อยู่ เนื่องจากการอินเตอร์รัปต์ของตระกูล MCS-48 เป็นการอินเตอร์รัปต์ระดับเคียว หรือภายในโปรแกรมที่ทำงานอยู่ไม่ได้ ซึ่งให้มีการรับอินเตอร์รัปต์สำหรับคำสั่งที่ใช้เลือกชุดการทำงาน 4 คำสั่งนั้น 2 คำสั่งจะใช้ เลือกเรจิสเตอร์ทำงานที่อยู่ในส่วนของแรมภายในตระกูล MCS-48 และอีก 2 คำสั่งใช้ สำหรับเลือกหน่วยความจำโปรแกรมซึ่งเป็นรวม

คำสั่งที่ใช้เลือกชุดของหน่วยความจำโปรแกรม จะทำหน้าที่เซตค่า MEMORY BANK FLIP-FLOP (DBF) เพื่อใช้เลือกชุดของหน่วยความจำโปรแกรมค่า ของDBF จะยังคงค่าเดิมอยู่จนกว่าจะมีคำสั่งเลือกชุดใหม่เข้ามา บิต 11ของตัวนับ โปรแกรมจะไม่เพิ่มตาม ตามการเพิ่มของบิตอื่นแต่บิตนี้จะเปลี่ยนแปลงตาม DBF เมื่อคำสั่ง CALLและคำสั่งJUMP ทำงานซึ่งจะมีประโยชน์เมื่อมีโปรแกรมน้อยอยู่ในส่วนของ หน่วยความจำอีก ชุดหนึ่งทำงานได้ทันทีโดยที่ข้อมูลเดิมที่มีอยู่ในเรจิสเตอร์เก่า ยังคง เก็บรักษาอยู่เหมือนเดิมคำสั่งเลือกชุดเรจิสเตอร์นี้มีประโยชน์มากในการใช้อินเตอร์รัปต์ เพราะสามารถใช้เรจิสเตอร์หนึ่งชุดสำหรับ การอินเตอร์รัปต์และอีกชุดหนึ่งสำหรับ การทำงานปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ความไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีผู้นำไปใช้ สำหรับคำสั่งที่ใช้ควบคุมสัญญาณนาฬิกาที่จะส่งออกไปยังขา T0 นั้น มีประ

โยชน์สำหรับให้สัญญาณนาฬิกาที่อุปกรณ์ภายนอกที่ติดต่อกับ ทรูทูล MCS-48 ซึ่งสามารถควบคุมสัญญาณนาฬิกาด้วยคำสั่งได้

2. คำสั่งเคลื่อนย้ายข้อมูล (MOVE DATA INSTRUCTION)

ชุดของคำสั่งเคลื่อนย้ายข้อมูล เป็นชุดคำสั่งแรกในการเคลื่อนย้ายระหว่างแอกคิวมิวเลเตอร์ กับเรจิสเตอร์ต่าง ๆ หรือหน่วยความจำของระบบการเคลื่อนย้ายข้อมูลระหว่างแอกคิวมิวเลเตอร์กับ เรจิสเตอร์จะเป็นการเคลื่อนย้ายโดยตรง โดยกำหนดทิศทางของการเคลื่อนย้ายในคำสั่งได้ แต่การเคลื่อนย้ายข้อมูลระหว่างแอกคิวมิวเลเตอร์กับหน่วยความจำนั้น เป็นการ เคลื่อนย้ายทางอ้อม โดยจะมีตัวชี้ตำแหน่งที่ต้องการเคลื่อนย้ายอยู่ในเรจิสเตอร์ R0 หรือ R1 ชุดเรจิสเตอร์แต่ละชุด การเคลื่อนย้ายระหว่างหน่วยความจำข้อมูลภายในจะใช้เวลาเพียงหนึ่งรอบการทำงาน ขณะที่การเคลื่อนย้ายกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอกจะใช้เวลาสองรอบการทำงาน ขณะเดียวกันข้อมูลที่เก็บอยู่ในส่วนหน่วยความจำโปรแกรมสามารถอ่านเข้ามาเก็บไว้ในแอกคิวมิวเลเตอร์ได้โดยตรง ซึ่งมีประโยชน์ในการจัดข้อมูลในตารางไว้สำหรับเปรียบเทียบได้ นอกจากนี้ยังสามารถเคลื่อนย้ายข้อมูลของตัวนับ/ตัวจับเวลา หรือเรจิสเตอร์บอกลสถานะโปรแกรม เข้าสู่หรือออกจากแอกคิวมิวเลเตอร์ได้ ความสามารถในการเคลื่อนย้ายข้อมูลระหว่างตัวแอกคิวมิวเลเตอร์กับเรจิสเตอร์บอกลสถานะโปรแกรม ทำให้สามารถเปลี่ยนสถานะการทำงานของโปรแกรมได้ หรือเปลี่ยนตัวชี้สแตคที่อยู่ในเรจิสเตอร์บอกลสถานะโปรแกรมได้ เมื่อมีความจำเป็นที่ต้องสลับข้อมูล ในทรูทูล MCS-48 จะมีคำสั่งนี้พิเศษอีกหนึ่งคำสั่งคือ XCHD A เป็นคำสั่งที่ทำงานร่วมกับคำสั่ง SWAP A เมื่อความสะดวกในการย้ายครั้งละ 4 บิตหรือการเคลื่อนย้ายของเลข BCD คำสั่งนี้จะมีการแลกเปลี่ยนระหว่างข้อมูล 4 แรคของแอกคิวมิวเลเตอร์กับ 4 บิตแรกของหน่วยความจำข้อมูลภายใน เมื่อทำงานร่วมกับคำสั่ง SWAP A จะทำให้สามารถเก็บรักษาข้อมูลครั้งละ 4 บิตหรือเลข BCD ไว้ในหน่วยความจำข้อมูลภายใน

3. คำสั่งเกี่ยวกับตัวจับเวลา/ตัวนับ (TIMER/COUNTER INSTRUCTION)

ชุดคำสั่งเกี่ยวกับตัวจับเวลา/ตัวนับ จะทำหน้าที่เริ่มการทำงานของตัวจับเวลา/ตัวนับ เป็นตัวเคลื่อนย้ายข้อมูลระหว่างแอกคิวมิวเลเตอร์กับตัวจับเวลา/ตัวนับ ไม่่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้การทำงานของตัวจับเวลา/ตัวนับ สามารถควบคุมได้โดยคำสั่งโดยตรง

ตัวจับเวลา/ตัวนับ สามารถใช้เป็นตัวจับเวลาที่ใช้ฐานเวลาจากสัญญาณนาฬิกาภายในหรือสัญญาณนาฬิกาภายนอก กับตัวนับสัญญาณที่เข้ามาทางขา T1 การเลือกการทำงานทั้งสองแบบเลือกได้โดยคำสั่ง นอกจากนี้ตัวจับเวลา/ตัวนับสามารถอ่านหรือเขียนผ่านทางแอกคิวมิวเลเตอร์ได้ไม่ว่าตัวนับหรือตัวจับเวลาทำงานอยู่หรือไม่ ทำให้สามารถตรวจสอบได้ทุกเวลาที่ต้องการ

4. คำสั่งเกี่ยวกับแอกคิวมิวเลเตอร์ (ACCUMULATOR INSTRUCTION)

ชุดคำสั่งเกี่ยวกับแอกคิวมิวเลเตอร์จะประกอบด้วย การบวกข้อมูลที่มีตัวทศและไม่มีตัวทศ การทำงานเกี่ยวกับลอจิก คำสั่งเหล่านี้คือ ADD, AND, OR, XOR หรือ ROTATE เมื่อสร้างรูปแบบของข้อมูลตรง ข้อมูลสำหรับหน่วยความจำหรือการเลือกชุดของเรจิสเตอร์ ข้อมูลสามารถเคลื่อนย้ายระหว่างแอกคิวมิวเลเตอร์กับเรจิสเตอร์หรือหน่วยความจำ ขึ้นกับคำสั่งที่ใช้งาน นอกจากนี้ยังมีคำสั่งพิเศษสำหรับแอกคิวมิวเลเตอร์คือ SWAP A และ XCHD A ซึ่งได้กล่าวไปแล้วในกรณีที่แอกคิวมิวเลเตอร์คำนวณให้อยู่ในรูปแบบของ BCD ได้ นอกจากการทำงานทางคณิตศาสตร์แล้วชุดคำสั่งของแอกคิวมิวเลเตอร์ยังประกอบด้วย คำสั่งเกี่ยวกับวนรอบซ้ำหรือขวบรวมหรือไม่รวมบิตตัวทศ COMPLEMENT, INCREMENT, DECREMENT หรือการทำให้เป็นศูนย์

เนื่องจากชุดคำสั่งของตระกูล MCS-48 ไม่มีคำสั่งการลบ ดังนั้นเมื่อต้องการลบเลขขึ้น จะต้องใช้คำสั่ง 3 คำสั่งที่ทำหน้าที่การลบโดยผ่านแอกคิวมิวเลเตอร์ คือ

CPL A COMPLEMENT THE ACCUMULATOR

ADD A ADD THE VALUE TO THE ACCUMULATOR

INC A ADD 1 TO ACCUMULATOR

หลังจากทำคำสั่งดังกล่าว ผลลัพธ์จะเก็บไว้ในแอกคิวมิวเลเตอร์ เมื่อต้องการเปลี่ยนเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า แปลงข้อมูลของเรจิสเตอร์แต่ละสถานะ โปรแกรม สามารถทำได้โดยการเขียนผ่านไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้ แอกคิวมิวเลเตอร์ได้

5. คำสั่งการกระโดด (BRACH INSTRUCTION)

ชุดคำสั่งกระโดดนี้ จะทำหน้าที่การกระโดดที่มีเงื่อนไขหรือไม่ไปยังหน่วยความจำโปรแกรมใด ๆ เพื่อให้ทำคำสั่งในส่วนของหน่วยความจำโปรแกรมนั้น ๆ ในกรณีของคำสั่งกระโดดแบบไม่มีเงื่อนไข จะสามารถกระโดดไปยังส่วนใดส่วนหนึ่งของหน่วยความจำโปรแกรมภายในชุดของหน่วยความจำโปรแกรมใดโปรแกรมหนึ่ง หมายความว่า การกระโดดของโปรแกรมจะอยู่ในช่วง 2 กิโลไบต์เท่านั้น สำหรับกรณีที่ต้องการกระโดดข้ามระหว่างชุดของหน่วยความจำโปรแกรม สามารถทำได้โดยการใช้คำสั่งเลือกชุดของหน่วยความจำโปรแกรมที่ต้องการกระโดดก่อนที่ใช้คำสั่งกระโดด คำสั่งการเลือกชุดของหน่วยความจำโปรแกรมจะมีผลทำงานเมื่อทำคำสั่งกระโดด

ในกรณีของการใช้ชุดคำสั่งกระโดดแบบมีเงื่อนไข สามารถตรวจสอบสัญญาณอินพุตหรือสถานะการทำงานก่อนทำการกระโดดได้ เมื่ออินพุตหรือสถานะการทำงานถูกต้องตามเงื่อนไขหรือไม่ เงื่อนไขที่ใช้กับคำสั่งการกระโดดมีดังนี้

TO = 1 หรือ 0

T1 = 1 หรือ 0

INT = 0

แอกคิวมิวเลเตอร์ = 0 หรือ $\neq 0$

แอกคิวมิวเลเตอร์บิต = 1

CARRY = 1 หรือ 0

FO = 1

F1 = 1

TIMER FLAG = 1

การกระโดดแบบมีเงื่อนไข จะมีช่วงกระโดดอยู่ในแอมป์เดียว ขณะที่ทำงานคำสั่งนั้นอยู่หรือภายในช่วง 256 เมื่อเงื่อนไขที่ทดสอบถูกต้องการทำงานจะกระโดดไปยังลั่วที่กำหนดทันที นอกจากนี้เงื่อนไขที่กล่าวมาแล้วยังมีการกระโดดเมื่อค่าเรจิสเตอร์ตัวใดตัวหนึ่งไม่เป็นศูนย์หลังจากมีการลค่าเรจิสเตอร์นั้น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น เมื่อผู้ใดเห็นนำไปใช้ประโยชน์ด้านธุรกิจค้า
ไม่ว่าในรูปแบบใด ๆ ทั้งสิ้น ย่อมเป็นความผิดของผู้นั้น ผู้จัดทำเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. คำสั่งเกี่ยวกับอุปกรณ์ภายนอก (INPUT/OUTPUT INSTRUCTION)

ชุดคำสั่งเกี่ยวกับอุปกรณ์ภายนอกประกอบด้วย การเคลื่อนย้ายข้อมูลระหว่างแอกคิวมิวเลเตอร์กับพอร์ต โดยที่พอร์ตจะแลทซ์ค่าที่แอกคิวมิวเลเตอร์ส่งให้กับเอาต์พอร์ต แต่กรณีเป็นอินพุตพอร์ตนั้นจะไม่มีแลทซ์ นอกจากนี้ยังสามารถทำการแอนด์หรือออร์โดยตรงกับพอร์ต โดยผลลัพท์ของการแอนด์และออร์จะเก็บไว้ที่พอร์ตนั้นอยู่ จากวิธีการแอนด์หรือออร์ได้โดยตรงนี้เอง ทำให้สามารถเซตค่าของแต่ละบิตของพอร์ตได้โดยตรง ในกรณีต้องการเป็นอินพุตพอร์ตนั้น จะต้องทำให้บิตที่ต้องการทำเป็นอินพุตมีลอจิกเป็น 1 เสมอ

บัสของตระกูล MCS - 48 ยังสามารถทำเป็นพอร์ตได้ โดยจะเป็นพอร์ตชนิด BI-DIRECTIONAL และยังสามารถแอนด์หรือออร์ได้โดยตรงเช่นเดียวพอร์ต 1 และ พอร์ต 2 การทำงานของบัส เมื่อทำหน้าที่เป็นพอร์ตจะต่างกับพอร์ต 1 และพอร์ต 2 ตรงที่ว่าการทำงานจะเป็นอินพุตหรือเอาต์พุตอย่างไรอย่างหนึ่งเท่านั้น เมื่อใช้บัสเป็นอินพุต/เอาต์พุตพอร์ต จะหน้าที่เป็นอินพุตตลอดเวลา หลังทำการรีเซ็ตแล้ว และจะเป็นเอาต์พุตเมื่อใช้คำสั่ง OUT BUS,A เมื่อใช้คำสั่งนี้แล้วไม่สามารถกลับไปทำเป็นอินพุตได้ จนกว่าจะใช้เป็นบัสภายนอกหรือระบบกักรีเซ็ตใหม่

นอกจากนี้บัสยังทำหน้าที่ติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอกได้ โดยใช้คำสั่ง MOVX ซึ่งจะทำให้เกิดสัญญาณ RD หรือ WR ขึ้นกับหน้าที่ที่ใช้ เมื่อบัสไม่ได้ใช้งานจะอยู่ในสถานะ TRI-STATEหรือลอยตัว

อินพุตเอาต์พุตของตระกูล MCS - 48 สามารถขยายเพิ่มได้จาก 3 พอร์ตเป็น 7 พอร์ต โดยอาศัย 4 บิตแรกของพอร์ต 2 เมื่อทำหน้าที่ในการขยาย พอร์ตที่ขยายออกมานี้จะมีคำสั่งในการแอนด์หรือออร์แยกออกต่างหาก แต่การแอนด์หรือออร์ของพอร์ตที่เพิ่มขึ้นมาไม่สามารถแอนด์หรือออร์ข้อมูลโดยตรง ต้องผ่านแอกคิวมิวเลเตอร์เสมอ

คำสั่ง OUTL BUS,A จะใช้ได้ในการที่ใช้ตระกูล MCS - 48 ทำงานเพียงตัวเดียว และคำสั่งนี้สามารถทำงานกับคำสั่ง MOVX ได้ แต่ต้องระวังในการใช้คำสั่ง เพราะจะทำให้รูปแบบของพอร์ตที่ส่งข้อมูลออกไปแล้วจะสูญหายไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. คำสั่งเกี่ยวกับเรจิสเตอร์ (REGISTER INSTRUCTION)

ชุดคำสั่งเกี่ยวกับเรจิสเตอร์ ใช้สำหรับทำการเพิ่มหรือลดค่าของเรจิสเตอร์ครึ่งละ
หนึ่ง นอกจากนี้ยังสามารถเพิ่มข้อมูลในหน่วยความจำข้อมูลภายใน ครึ่งละหนึ่งโดยใช้
เรจิสเตอร์ RO หรือ R1 เป็นตัวชี้ได้อีกด้วย

8. คำสั่งเกี่ยวกับโปรแกรมย่อย (SUBROUTINE INSTRUCTION)

ชุดคำสั่งของโปรแกรมย่อย ใช้สำหรับการเรียกและกลับจากโปรแกรม
ย่อย ในการเรียกโปรแกรมย่อย สามารถเรียกได้จากหน่วยความจำโปรแกรมชุดหนึ่ง
ไปยังอีกชุดหนึ่งได้ โดยต้องใช้คำสั่งเลือกชุดหน่วยความจำโปรแกรมก่อนใช้คำสั่ง
CALL ในชุดคำสั่งนี้จะมีคำสั่งการกลับของโปรแกรมย่อยสองชนิดคือ ชนิดกลับโดยไม่
เก็บสถานะกลับเข้าเรจิสเตอร์ของสถานะโปรแกรม และชนิดกลับโดยเก็บสถานะเรจิส
เตอร์บอกสถานะโปรแกรม สำหรับการกลับชนิดหลังนี้ จะใช้สำหรับการกลับจากการอิน
เตอร์รัปต์

9. คำสั่งเกี่ยวกับแฟลก (FLAG INSTRUCTION)

ชุดคำสั่งเกี่ยวกับแฟลกจะให้ความสะดวกในการที่จะ COMPLEMENT หรือทำให้เป็น
ศูนย์ สำหรับหน้าที่ของแฟลกมีดังนี้

- CARRY ใช้แสดงเมื่อเกิด OVERFLOW เมื่อผลการทำ งานของแอกคิวมิวเล
เตอร์เกินจำนวนบิต ของ

แอกคิวมิวเลเตอร์

- AUXILIARY ใช้แสดงเมื่อเกิด OVERFLOW ขึ้นระหว่าง 4 บิต

ในกรณีทำงานคณิตศาสตร์แบบ BCD เมื่อใช้

คำสั่งการปรับให้เป็นเลข BCD

- FO และ F1 เป็นแฟลกที่ใช้ทั่วไปสำหรับกระโดดแบบมีเงื่อนไข

- CARRY และ FO เป็นส่วนหนึ่งของเรจิสเตอร์บอกสถานะโปรแกรม

และจะเก็บรักษาไว้ในสแต็คเมื่อมีการเรียกโปรแกรมย่อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น 10. คำสั่งเบ็ดเตล็ด (MISCELLANEOUS INSTRUCTION) ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุดคำสั่งเบ็ดเตล็ดเป็นคำสั่งที่นอกเหนือจากที่กล่าวมาแล้ว ซึ่งได้แก่คำสั่ง

ที่ให้ตระกูล MCS - 48 ไม่มีการทำงานเพียงแต่ข้ามไปทำคำสั่งถัดไป

ชุดคำสั่งทั้งหมดของตระกูล MCS - 48

คำอธิบายความหมายของคำย่อต่างๆ ที่ใช้ในชุดคำสั่งที่จะอธิบาย ต่อไป

A, ACC แทน แอคคิวมิวเลเตอร์

AC แทน ตัวสำรอง(auxiliary carry)

addr แทน ค่าแอดเดรสในหน่วยความจำขนาด 12 บิต

Bd แทน ตำแหน่งบิตที่ใช้งาน โดย b มีค่า 0 ถึง 7

BUS แทน พอร์ตของบัส

C แทน บิตทด

CLX แทน สัญญาณนาฬิกา

CNT แทน ตัวนับจำนวนเหตุการณ์

CRR แทน การแปลงเลขฐานจากผลลัพธ์ในเรจิสเตอร์

D แทน นิวมอนิกที่ใช้ตัวเลขขนาด 4 บิต

data แทน ข้อมูลตัวเลขขนาด 8 บิตหรืออินพจน์

DBF แทน ตัวฟิลิปป์ของหน่วยความจำแบงด์

FO, F1 แทน แฟลก 0, แฟลก 1

I แทน การอินเตอร์รัพต์

P แทน นิวมอนิกที่ทำงานภายในเพจ(Page)

PC แทน ตัวนับโปรแกรม

Pp แทน นอร์คที่กำหนด(p = 1, 2 หรือ 4-7)

PSW แทน ค่าแสดงสถานะโปรแกรม

Ri แทน ตัวรับข้อมูลในหน่วยความจำ(i = 0 หรือ 1)

Rr แทน ตัวเรจิสเตอร์ที่ถูกใช้(r=0, 1 หรือ 0-7)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของลิขสิทธิ์
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ SP แทน ตัวรีเซ็ตอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

T แทน ตัวจับเวลา

TF แทน แฟลคตัวจับเวลา

TO, T1 แทน บิตทดสอบ 0, บิตทดสอบ 1

X แทน นิวมอนิคที่ใช้แรมภายนอก

แทน ตัวบอกการใช้โหมดการกำหนดเลขที่อยู่ข้อมูลโดยทันที

@ แทน ตัวบอกการใช้โหมดการกำหนดเลขที่อยู่ข้อมูลโดย

ทางอ้อม

* แทน ค่าของตัวนับโปรแกรมในปัจจุบัน

(X) แทน ค่าข้อมูลที่อยู่ใน X

((X)) แทน ค่าข้อมูลตำแหน่งแอดเดรสที่ถูกชี้โดย X

<--- แทน ถูกแทนด้วย

รายละเอียดคำสั่ง MCS - 48

ADD A, Rr : การบวกข้อมูลในเรจิสเตอร์กับข้อมูลในแอดคิว มีวเลเตอร์

การทำงาน : (A) <--- (A) + (Rr) r=0-7

ADD A, @Rr : เป็นการบวกข้อมูลของหน่วยความจำภายในกับ
ข้อมูลใน ACC

การทำงาน : (A) <--- ((Ri))

ADD A, #DATA : บวกข้อมูลโดยทันทีกับ ACC

การทำงาน : (A) <--- (A) + DATA

ADDC A, @Ri : บวกตัวทศร่วมกับข้อมูลในหน่วยความจำกับ ACC

การทำงาน : (A) <--- (A) + ((Ri)) + (C) i=0,1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANL A, Rr : การ AND กันทางตรรกะหว่าง ACC กับ เรจิสเตอร์

ANL A,@Ri : การ AND กันทางตรรกะหว่าง ACC กับค่า
ข้อมูลมาลีในหน่วยความจำ

การทำงาน : (A) <--- (A) AND ((Ri)) i=0,1

ANL A,#data: การ ANDกันทางตรรกะหว่าง ACC กับข้อมูล
มาลีโดยทันที

การทำงาน : (A) <--- (A) AND data

ANL BUS,#data: การ AND กันทางตรรกะหว่างข้อมูลบนพอร์ต
บัลกับข้อมูลมาลีโดยทันที

การทำงาน : (BUS) <--- (BUS) AND data

ANL Pp,#data: การ AND กันระหว่างพอร์ต 1 หรือ 2 ด้วยข้อมูล
มาลีโดยทันที

การทำงาน :

ANL Pp,A : การ AND ทางตรรกะหว่างพอร์ต 4-7 กับ
ค่ามาลี ใน ACC

การทำงาน : (Pp) <--- Pp AND (AO - 3) P=4-7

Call address : การเรียกโปรแกรมย่อย

การทำงาน : ((SP)) <--- (PC), (PSW4-7)

(SP) <--- (SP) + 1

(PC 8-10) <--- (addr 8-10)

(PC 0-7) <--- (addr 0-7)

(PC 11) <--- DBF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
CLR A : เคลียร์ค่าใน ACC
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุเปลี่ยนแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงาน : (A) <--- 0

CLR C : เคลียร์บิตตก

การทำงาน : (C) <--- 0

CLR F1 : เคลียร์แฟลก 1

การทำงาน : (F1) <--- 0

CLR FO : เคลียร์แฟลก 0

การทำงาน : (FO) <--- 0

CPL A : เป็นการกลับค่า (complement) ลง ACC

การทำงาน : (A) <--- NOT(A)

CPL C : กลับค่าในบิตตก

การทำงาน : (C) <--- NOT(C)

CPL FO : กลับค่าในแฟลก 0

การทำงาน : (FO) <--- NOT(FO)

CPL F1 : กลับค่าในแฟลก 1

การทำงาน : (F1) <--- NOT(F1)

DA A : การปรับค่าใน ACC เป็นเลขฐานสิบ

การทำงาน : $DA \rightarrow A \rightarrow 10$

DIS I : ไม่ให้เกิดอินเทอร์รัพต์จากภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
DIS TCNT1 : ไม่ให้เกิดอินเทอร์รัพต์จากตัวจับเวลา/ตัวนับ

ไม่ว่ากรณีใดๆ ห้ามสืบย้อนหลังพิมพ์เผยแพร่โดยไม่ขออนุญาตเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EN I : การทำให้เกิดอินเตอร์รัพต์จากภายนอก

EN TCNTI : การทำให้เกิดการอินเตอร์รัพต์จากตัวจับเวลา
/ตัวนับ

ENTO CLK : ให้มีความสามารถส่งสัญญาณนาฬิกา ออกสู่ภายนอก

INC A : เพิ่มค่าที่ ACC อีกหนึ่ง

การทำงาน : $(A) \leftarrow (A) + 1$

INC @Rr : เพิ่มค่าข้อมูลที่หน่วยความจำข้อมูลที่ถูกระบุตำแหน่ง

Rr

การทำงาน : $((Rr)) \leftarrow ((Rr)) + 1 \quad r=0,1$

IN A, PO : ข้อมูลที่อินพุตพอร์ต 0 ย้ายเข้า ACC

JB b, Address : กระโดดถ้าบิตใดบิตหนึ่งของ b เซตเป็นหนึ่ง

การทำงาน : $(PC+7) \leftarrow \text{addr}$ ถ้าบิต $b=1$

JC Address : จะกระโดดถ้าบิตทุกเซตเป็นหนึ่ง

การทำงาน : $(PC+7) \leftarrow \text{addr}$ ถ้าบิต $c=1$

$(PC) = (PC) + 2$ ถ้าบิต $c=0$

JFO Address : กระโดดถ้าบิตแฟล็ก 0 เซตเป็นหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

การทำงาน : $(PC+7) \leftarrow \text{addr}$ ถ้าบิต $FO=1$

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$(PC) = (PC) + 2$ ถ้าบิต $FO=0$

JF1 Address : กระโดดข้ามฟลัก 1 เซตเป็นหนึ่ง

การทำงาน : (PC0-7) <--- addr ถ้าบิตF1=1

(PC) = (PC) + 2 ถ้าบิตF1=0

JMP Address : กระโดดโดยตรงภายใน 2 กิโลไบต์

การทำงาน : (PC8-10) <--- addr 8 - 10

(PC0-7) <--- addr 0 - 7

(PC11) <--- DBF

JMPP EA : การกระโดดไปภายในของในเนื้อหาของคำสั่งนี้

การทำงาน : (PC0-7) <--- ((A))

JNC Address : กระโดดถ้าบิตตกไม่เซตเป็นหนึ่ง

การทำงาน : (PC0-7) <--- addr ถ้าบิตตก= 0

(PC) = (PC) + 2 ถ้าบิตตก= 1

JNI Address : กระโดดไปถ้าสัญญาณอินเทอร์รัพต์ ที่เข้ามา มีสถานะต่ำ

การทำงาน : (PC0-7) <--- addr ถ้า I = 0

(PC) = (PC) + 2 ถ้า I = 1

JNTO Address : กระโดดไปถ้าสัญญาณที่เข้ามาที่ขา TEST 0

(TO) มีสถานะต่ำ

การทำงาน : (PC0-7) <--- addr ถ้า TO = 0

(PC) = (PC) + 2 ถ้า TO = 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 JNT1 Address : กระโดดไปถ้าสัญญาณที่เข้ามาที่ขา TEST 1
 (T1) มีสถานะต่ำ

การทำงาน : (PC0-7) <--- addr

$$(PC) = (PC) + 2$$

JNZ Address : กระโดดไปถ้าใน ACC ไม่เป็นศูนย์

การทำงาน : (PC0-7) <--- addr ถ้า A.<> 0

$$(PC) = (PC) + 2 \text{ ถ้า } A = 0$$

JTF Address : กระโดดถ้าแฟลกตัวตั้งเวลาเซตเป็นหนึ่ง

การทำงาน : (PC0-7) <--- addr ถ้า TF = 2

$$(PC) = (PC) + 2 \text{ ถ้า } TF = 0$$

JTO Address : กระโดดไปถ้าสัญญาณที่เข้ามาที่ขา TEST 0

(TO) มีสถานะสูง

การทำงาน : (PC0-7) <--- addr ถ้า TO = 1

$$(PC) = (PC) + 2 \text{ ถ้า } TO = 0$$

JT1 Address : กระโดดไปถ้าสัญญาณที่เข้ามาที่ขา T1 มีสถานะ

สูง

การทำงาน : (PC0-7) <--- addr ถ้า T1 = 1

$$(PC) = (PC) + 2 \text{ ถ้า } T1 = 0$$

JZ Address : กระโดดไปถ้าออกคิวมีวเลเตอร์มีค่าเป็นศูนย์

การทำงาน : (PC0-7) <--- addr ถ้า Z1 = 1

$$(PC) = (PC) + 2 \text{ ถ้า } Z1 = 0$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 MOV A, #data ย้ายข้อมูลโดยทันที (ขอมลก็กมากับคำสั่ง)
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและด้อย่างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
 เข้าสู่ ACC

การทำงาน : (A) <--- DATA

MOV A,PSW : ย้ายข้อมูลในเรจิสเตอร์ PSW เข้าสู่ ACC

การทำงาน : (A) <--- (PSW)

MOV A,Rr : ย้ายข้อมูลภายในเรจิสเตอร์ทำงานไปยัง ACC

การทำงาน : (A) <--- (Rr) r = 0 - 7

MOV A,ERi : ย้ายข้อมูลจากหน่วยความจำข้อมูลไปยัง ACC

การทำงาน : (A) <--- ((Ri)) i = 0 - 1

MOV A,T : ย้ายข้อมูลภายในเรจิสเตอร์ตัวจับเวลา/ตัวนับ
ไปยัง ACC

การทำงาน : (A) <--- (T)

MOV PSW,A : ย้ายข้อมูลภายใน ACC ไปยังเรจิสเตอร์ PSW

การทำงาน : (PSW) <--- A

MOV Rr,A : ย้ายข้อมูลใน ACC ไปยังเรจิสเตอร์ทำงาน

การทำงาน : (Rr) <--- (A) r = 0 - 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MOV Rr,#data : ย้ายข้อมูลโดยทันทีไปยัง ACC

การทำงาน : $(Rr) \leftarrow \text{data}$

MOV @Ri,A : ย้ายข้อมูลใน ACC ไปยังหน่วยความจำภายใน

การทำงาน : $((Ri)) \leftarrow (A)$

MOV @R, #data : ย้ายข้อมูลโดยทันทีไปยังหน่วยความจำข้อมูลภายใน

การทำงาน : $((R)) \leftarrow \text{data } i = 0 - 1$

MOV T,A : ย้ายข้อมูลในแอกคิวมิวเลเตอร์ไปยังเรจิสเตอร์
ตัวจับเวลา/ตัวนับ

การทำงาน : $(T) \leftarrow (A)$

MOVD A,P : ย้ายข้อมูลจากพอร์ต 4-7 ไปยังแอกคิวมิวเลเตอร์

การทำงาน : $(0 - 3) \leftarrow (Pp)$
 $(4 - 7) \leftarrow 0$

MOVD Pp,A : ย้ายข้อมูลจากแอกคิวมิวเลเตอร์ไปยังพอร์ต

การทำงาน : $(Pp) \leftarrow (A0-3) \quad P=4-7$

MOV P A, #A : ย้ายข้อมูลที่ถูกระบุด้วยเลขเดียวกับคำสั่ง
ไปยังแอกคิวมิวเลเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุเปลี่ยนแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงาน : $(PC0-7) \leftarrow (A)$

$(A) \leftarrow (PC)$

MOV P3,EA : ย้ายข้อมูลที่ถูกกำหนดด้วยเลข 3 ไปยังแอกคิว
มิวเลเตอร์

การทำงาน : (PC0-7) <--- (A)

MOVX A,ER : ย้ายข้อมูลที่อยู่หน่วยความจำภายนอกไปยังแอกคิว
มิวเตอร์

การทำงาน : (A) <--- (R)

MOVX ERi<A : ย้ายข้อมูลที่อยู่ใน แอกคิวมิวเลเตอร์ไปยังหน่วย
ความจำภายนอก

การทำงาน : ((R)) <--- (A)

ORL A,Rr : การทำงานตรรก OR กันระหว่างข้อมูลแอกคิวมิว
เลเตอร์กับค่า MASK ในเรจิสเตอร์ทำงาน

การทำงาน : (A) <--- (A) OR (Rr) X= 0-7

ORL A,ERi : การทำงานตรรก OR กันระหว่างข้อมูล แอกคิวมิว
เลเตอร์ กับค่า MASK ในหน่วยความจำ

การทำงาน : (A) <--- (A) OR ((R)) I = 0-1

46

ORL BUS,#data : การทำงานตรรก OR กันระหว่างข้อมูลที่นอร์มัล
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
กับข้อมูล MASK โดยทันที ไม่มีใน 8021 ; 8022
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
การทำงาน : (BUS) <--- (BUS) OR data

ORL Pp ,#data : การทำงานตรรก OR ระหว่างข้อมูลที่พอร์ต
1 หรือ 2 กับข้อมูล MASK โดยทันที

การทำงาน : (Pp) <--- (Pp) OR data P = 1-2

ORLD P , A : การทำงานตรรก OR กันระหว่างข้อมูลที่พอร์ต
4-7 กับข้อมูล MASK ในแอกคิวมิวเลเตอร์

การทำงาน : (Pp) <--- (Pp) OR (AO-3) P = 4-7

OUTL BUS,A : ส่งข้อมูลจากแอกคิวมิวเลเตอร์ไปยังพอร์ตบัล

การทำงาน : (BUS) <--- (A)

OUTL P, A : การส่งข้อมูลในแอกคิวมิวเลเตอร์พอร์ต 1 หรือ 2

การทำงาน : (Pp) <--- (A) P= 1-2

RET : กลับคืนสู่โปรแกรมหลักโดยไม่นำค่า PSW เก่ากลับคืน

การทำงาน : (SP) <--- (SP) - 1

(PC) <--- ((SP))

RETR : กลับคืนสู่โปรแกรมหลักด้วยการนำ PSW เก่ากลับคืน

การทำงาน : (SP) <--- (SP) - 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปดสิ่งเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
(PC) <--- ((SP))
(PSW 4-7)) <--- ((SP))

RL A : วนบิตทางซ้ายโดยไม่ใช้บิตทด

การทำงาน : $(A_{n+1}) \leftarrow (A_n)$

$(A_0) \leftarrow (A_7)$

RLC A : วนบิตทางซ้ายโดยการใช้บิตทดด้วย

การทำงาน : $(A_{n+1}) \leftarrow (A_n) \quad n = 0-6$

$(A_0) \leftarrow (C)$

RR A : วนบิตรอบทางขวาโดยไม่ใช้บิตทด

การทำงาน : $(A_n) \leftarrow (A_{n+1}) \quad n = 0-6$

$(A_7) \leftarrow A_0$

RRC A : วนบิตทางขวา โดยการใช้บิตทดด้วย

การทำงาน : $(A_n) \leftarrow (A_{n+1}) \quad n = 0-6$

$(A_7) \leftarrow (C)$

$(C) \leftarrow (A_0)$

SEL MBO : การเลือกทำงานในหน่วยความจำบงก์ 0

การทำงาน : $(DBF) \leftarrow 0$

SEL MB1 : การเลือกทำงานในหน่วยความจำบงก์ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์หรือการสงวนสิทธิ์ในบางประการ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงาน : $(DBF) \leftarrow 1$

SKL RBO : การเลือกชุดเรจิสเตอร์ทำงานแบงก์ 0

SEL RB1 : การเลือกชุดเรจิสเตอร์ทำงานแบงก์ 1

STOP TCNT : หยุดการทำงานของตัวจับเวลา/ตัวนับ

STRT CNT : ล้างตัวนับจำนวนเริ่มทำงาน

STRT T : ล้างตัวจับเวลาเริ่มทำงาน

SWAP A : การสลับค่าขนาดนิบเบิ้ลภายในแอกคิวมิวเลเตอร์

XCH A,Rr : การสลับข้อมูลขนาดหนึ่งไบต์ระหว่างข้อมูลที่อยู่ใน
แอกคิวมิวเลเตอร์กับข้อมูลในเรจิสเตอร์ทำงาน

XCH A,@Ri : สลับข้อมูลขนาด 1 ไบต์ในแอกคิวมิวเลเตอร์กับ
ข้อมูลในหน่วยความจำ

XCHD A, @Ri : สลับค่าข้อมูลขนาด 4 บิตแรกในแอกคิวมิวเลเตอร์
กับข้อมูลในหน่วยความจำ

XRL A,Rr : การทำงานตรรก XOR ระหว่างข้อมูลที่ ACC กับ
ข้อมูล MASK ในเรจิสเตอร์

XRL A,@Ri : การทำงานตรรก XOR ระหว่างข้อมูลที่ ACC กับ

ข้อมูล MASK ในหน่วยความจำภายใน
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายในเท่านั้น ไม่ควรเผยแพร่ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

XRL A,#DATA : การทำงานตรรก XOR ระหว่างข้อมูล ACC กับ

ข้อมูล MASK โดยทันที การทำงาน : (A) <--- (A)

AND(Rr) r=0-7



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

;

; THIS IS AN EXAMPLE PROGRAM FOR THE 8048 PROCESSOR.

; IT IS TAKEN FROM PAGE 335 OF THE NOVEMBER 15, 1984

; ISSUE OF EDN, AND AFTER ONLY FORMAT MODIFICATIONS

; FOR CROSS-16, IT IS PASSED ON AS AN EXAMPLE, FREE

; OF CHARGE, BY UNIVERSAL CROSS-ASSEMBLERS.

; THERE ARE NO SPECIAL NOTES CONCERNING THE USE OF

; CROSS-16 WITH THE 8048 FAMILY OF MICROCONTROLLERS.

CPU "8048.TBL" ; CPU TABLE
HOF "INT8" ; HEX FORMAT

; THIS PROGRAM IS DELAY TIME OF PROJECT MCS-48 BASED

; REMOTE CONTROL

ORG 0000H

JMP SETS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ORG 0003H

JMP KEY

```

KEY:  DIS I
      IN    A,P1
      MOV   R7,A
      MOV   R6,#0FH
      RETR

```

```

SETS:  ANL   P2,#00H
      MOV   R6,#00H
      MOV   R7,#00H

```

```

LOOP2: MOV   A,R6
      JNZ   START
      JMP   NOKEY

```

```

START: MOV   R6,#00H
      MOV   A,#01H
      MOV   R5,A
      MOV   A,R7
      CPL   A
      INC   A
      ADD   A,R5
      JZ    ABA
      MOV   A,#02H
      MOV   R5,A
      MOV   A,R7
      CPL   A

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

ADD   A,R5

```

```

JZ      ABB
MOV     A,#03H
MOV     R5,A
MOV     A,R7
CPL     A
INC     A
ADD     A,R5
JZ      ABC
MOV     A,#04H
MOV     R5,A
MOV     A,R7
CPL     A
INC     A
ADD     A,R5
JZ      ABD
MOV     A,#05H
MOV     R5,A
MOV     A,R7
CPL     A
INC     A
ADD     A,R5
JZ      ABE
MOV     A,#06H
MOV     R5,A
MOV     A,R7
CPL     A

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 INC A
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
 ADD A,R5

```

JZ      ABF

MOV     A, #07H

MOV     R5, A

MOV     A, R7

CPL     A

INC     A

ADD     A, R5

JZ      ABG

MOV     A, #08H

MOV     R5, A

MOV     A, R7

CPL     A

INC     A

ADD     A, R5

JZ      ABH

JMP     NOKEY

ABA:    CALL    DELAY

MOV     A, #01H

CALL    ONE

JMP     NOKEY

ABB:    CALL    DELAY

MOV     A, #02H

CALL    ONE

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

ABC:  CALL    DELAY
      MOV     A,#04H
      CALL   ONE
      JMP    NOKEY

```

```

ABD:  CALL    DELAY
      MOV     A,#08H
      CALL   ONE
      JMP    NOKEY

```

```

ABE:  CALL    DELAY
      MOV     A,#10H
      CALL   ONE
      JMP    NOKEY

```

```

ABF:  CALL    DELAY
      MOV     A,#20H
      CALL   ONE
      JMP    NOKEY

```

```

ABG:  CALL    DELAY
      MOV     A,#40H
      CALL   ONE
      JMP    NOKEY

```

```

ABH:  CALL    DELAY
      MOV     A,#80H
      CALL   ONE

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

JMP      NOKEY

DELAY:   MOV      R3,#0FEH

SB:      MOV      R4,#0FEH

SC:      NOP

DJNZ    R4,SC

DJNZ    R3,SB

RET

```

```

ONE:     MOV      R3,#80H

GO:      MOV      R4,#0FEH

GO2:     OUTL    P2,A

DJNZ    R4,GO2

DJNZ    R3,GO

RET

```

```

NOKEY:   ORL    P1,#0FH

         ANL    P2,#00H

         ER    1

         JMP   LOOP2

```

```

END

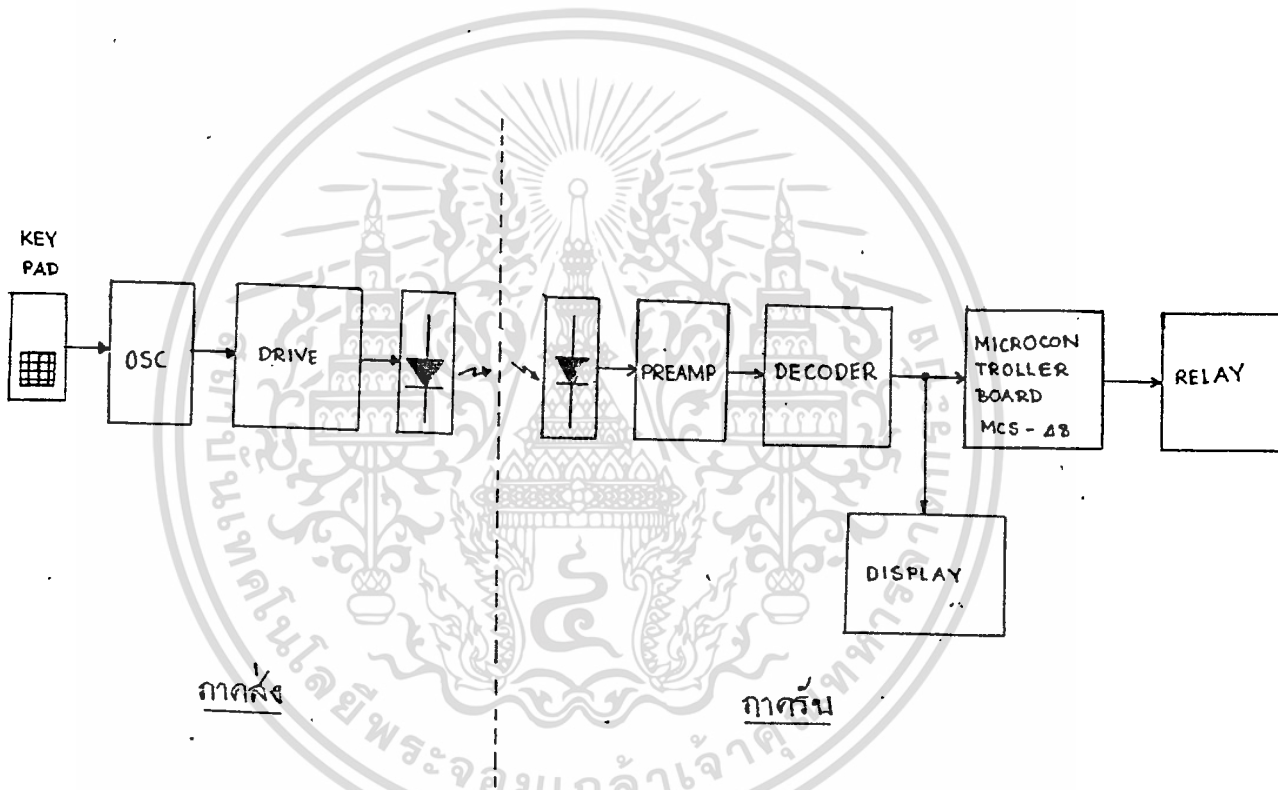
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

หลักการทํางานและเทคนิคการสํารวจ

ในรูปที่ 5-1 เป็นบล็อกไดอะแกรมแสดงการทํางานของรีโมทคอนโทรลชุดนี้ โดยที่ในการทํางานของรีโมทคอนโทรลในแต่ละช่อง จะใช้ความถี่ในการควบคุมแตกต่างกันออกไป ในเครื่องส่งจะมีคีย์สวิตช์ 15 ตัว เพื่อเลือกความถี่ 15 ความถี่ ให้กับวงจรผลิตความถี่ที่อยู่ภายในตัวไอซี SL490B ก่อนส่งให้ภาคเอาท์พุทเพื่อไปยัง LED อินฟราเรด เพื่อส่งความถี่ออกไป



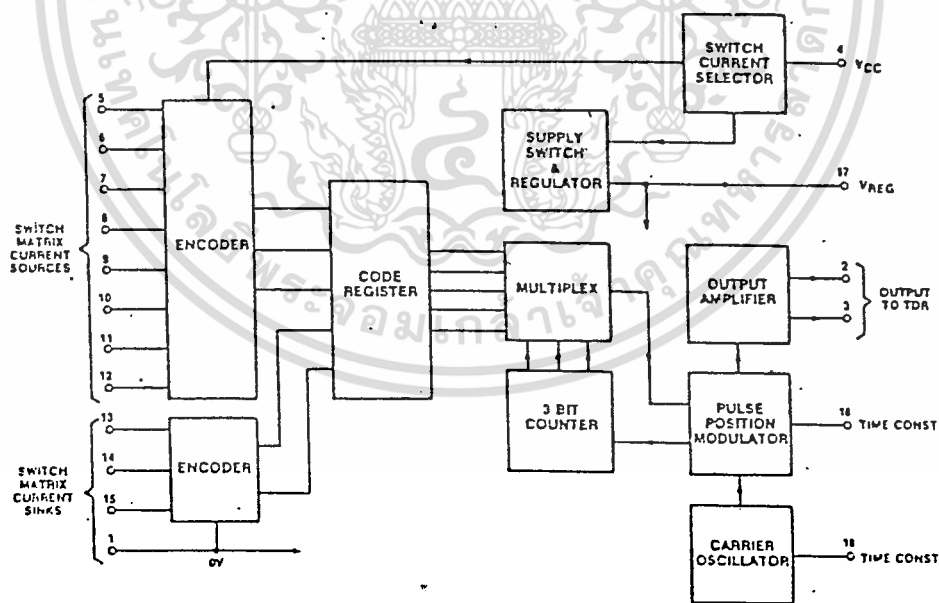
รูปที่ 5-1 บล็อกไดอะแกรมการทํางานของรีโมทคอนโทรล

ในเครื่องรับจะใช้โฟโต้ไดโอด เป็นตัวรับสัญญาณจากเครื่องส่ง จากนั้นก็จะได้รับการขยายสัญญาณให้แรงขึ้นด้วยปรีแอมป์ (โดยไอซี SL486) แล้วส่งให้ภาคถอดรหัสสัญญาณ (ไอซี ML920) เพื่อทำการถอดรหัสสัญญาณออกมา เป็นรหัสไบนารีให้ตรงกับหมายเลขช่องที่ทางภาคส่ง ส่งสัญญาณ ต่อจากนั้น ก็จะนำรหัสไบนารีดังกล่าวนี้ ไปป้อนเป็นอินพุทให้กับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-48 เพื่อเพิ่มความสามารถและให้ความยืดหยุ่นในการทํางานของรีโมทคอนโทรลชุดนี้มีมากขึ้น เช่น สามารถหน่วงเวลาก่อนออกเอาท์พุทได้ เติมหรือลดค่าที่ออกทางเอาท์พุทได้ เป็นต้น ซึ่งเอาท์พุทที่ได้จากบอร์ด MCS-48 นี้ก็จะไปส่งงานให้กับรีเลย์ทํางานได้ พร้อมกับนั้น ก็จะขับ LED แสดงให้สว่างด้วย ในขณะที่รับความถี่เข้ามา

#การทำงานของภาคส่ง

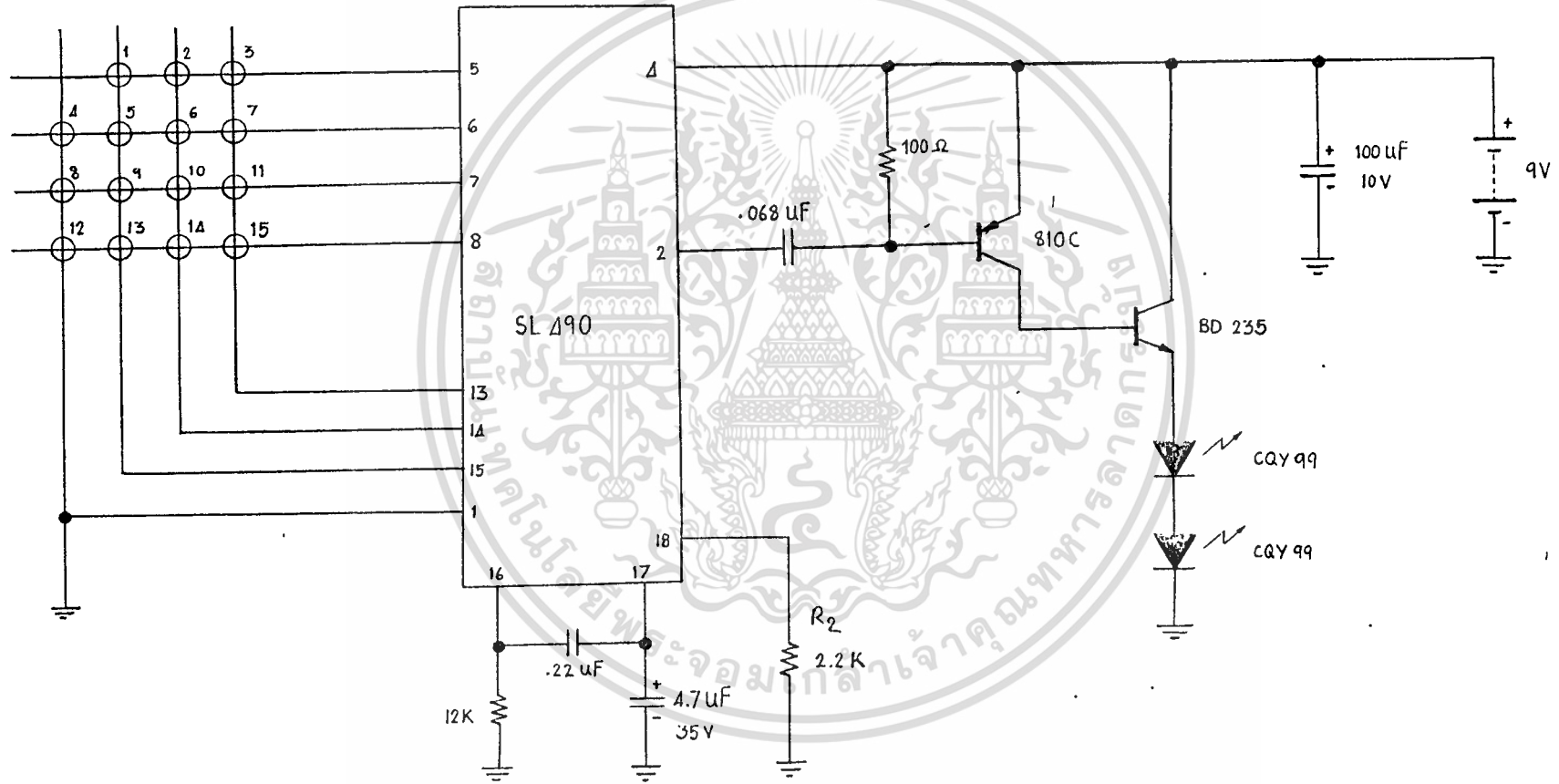
รูปที่ 5-3 แสดงวงจรที่สมบูรณ์แบบของภาคส่ง ซึ่งมีคีย์สวิตช์แบบเมตริกซ์ขนาด 4×4 ขั้ว เพื่อใช้ในการเข้ารหัสเลือกช่องสัญญาณที่จะผลิตความถี่ เพื่อส่งไปให้ตรงช่องที่ภาครับ โดยที่จะใช้ขา 5, 6, 7 และ 8 ของตัวไอซีเป็นแถว ROW และใช้ขา 1, 13, 14 และ 15 ในการเข้ารหัสเป็นแถว COLUMN เมื่อกดสวิตช์ตัวใดตัวหนึ่ง ก็จะเป็นการทำให้เกิดการเข้ารหัสขึ้นภายในตัวไอซี ซึ่งจะมีภาคเอ็นโค้ดเดอร์อยู่ภายใน และจากรหัสที่ได้จากภาคเอ็นโค้ดเดอร์นี้ ก็จะถูกนำไปทำขบวนการผลิตความถี่ในลักษณะแบบ PULSE POSITION MODULATION ส่งออกทางเอาต์พุตที่ขา 2 ของตัวไอซีเอง ซึ่งความถี่ที่ผลิตออกมานี้ จะเกิดการเปลี่ยนแปลงไปตามช่องของสวิตช์ที่กดแต่ละช่อง โดยมีความต้านทานค่า $12k$, $22k$ และคาปาซิเตอร์ค่า $0.22 \mu F$, $4.7 \mu F$ ต่อร่วมกันเป็นวงจร Time Constant กำเนิดเป็นค่าฐานเวลาให้กับตัวไอซี

เอาต์พุตที่ได้จากขา 2 ของตัวไอซีจะถูกส่งไปที่ภาคขยายสัญญาณ ซึ่งประกอบด้วยทรานซิสเตอร์เบอร์ 810C และเบอร์ BD 235 ซึ่งจะทำการขยายสัญญาณให้มีกำลังแรงขึ้น เพื่อที่จะไดรวีให้กับ LED อินฟราเรดทั้งสองตัวมีกำลังแรงสูงสุด ภาคส่งจะได้มีกำลังในการส่งสัญญาณได้ระยะทางที่ไกลที่สุด

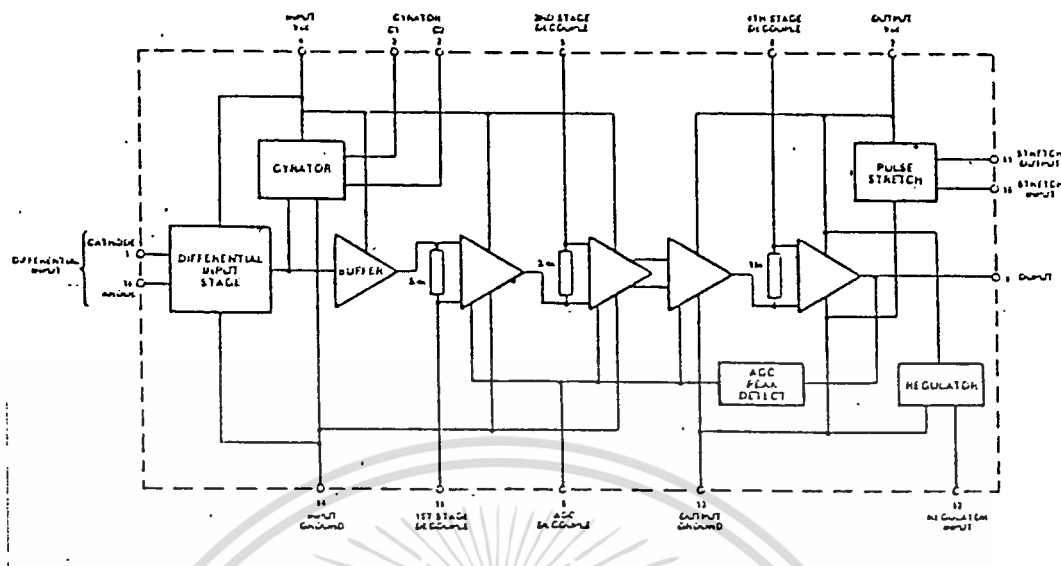


รูปที่ 5-2 แสดงบล็อกไดอะแกรมภายในไอซีตัวส่ง SL490B

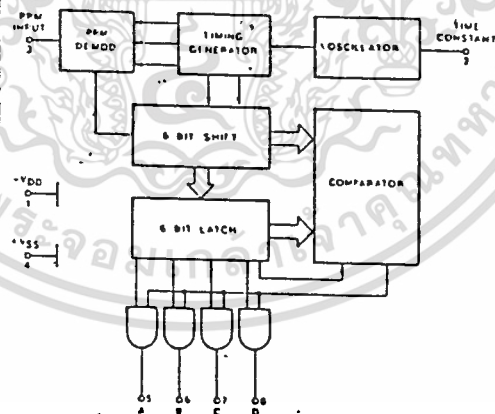
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5-3 แสดงวงจรสมบูรณ์ของภาคส่ง INFRARED REMOTE CONTROL



รูปที่ 5-4 บล็อกโดยแกรมการทำงานภายในตัวไอซี SL486



รูปที่ 5-5 บล็อกโดยแกรมการทำงานภายในตัวไอซี ML926

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#การทำงานของภาครับ

รูปที่ 5-6 แสดงวงจรที่สมบูรณ์ของภาครับ เริ่มต้นที่แหล่งจ่ายไฟเลี้ยงของวงจรจะใช้ไฟตรง 15 โวลต์ ที่ได้จากการรักษาระดับแรงดันของซีเนอร์ไดโอด ป้อนให้กับวงจรเครื่องรับนี้

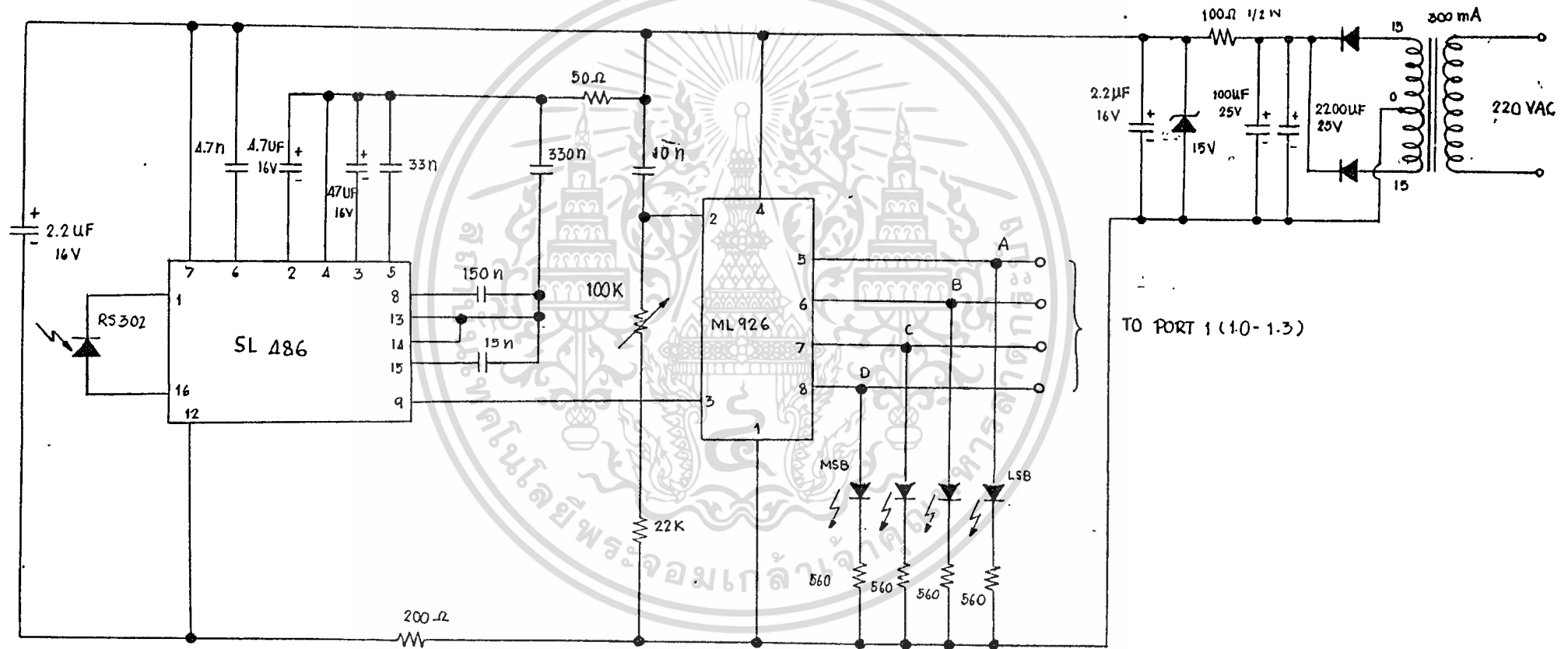
โฟโตไดโอดเบอร์ RS302 จะทำหน้าที่รับแสงอินฟราเรดที่ส่งมาจากเครื่องส่ง โดยจะถูกต่อคร่อมขั้วขา 1 และขา 16 ของตัวไอซี SL486 ไว้ ซึ่งขา 1 และขา 16 ของตัวไอซีนี้จะ เป็นขาอินพุต คัดเฟเพื่อเรนเซียลของภาค Differention Input Stage ภายในตัวไอซี ดังรูปที่ 5-4 ซึ่งเป็นบล็อกไดอะแกรมการทำงานภายในตัวไอซี SL486

เมื่อมีแสงมาตกกระทบโฟโตไดโอด ก็จะทำงานได้ สัญญาณจากโฟโตไดโอดนี้ก็จะได้รับการขยายให้แรงขึ้น โดยภาคปริแอมป์ที่ประกอบด้วย ไอซี SL486 (ซึ่งเป็นหัวใจของภาคนี้) และคาปาซิเตอร์ ค่า 4.7nF , $4.7\mu\text{F}$, 3.3nF , 150nF , 15nF และ 330nF

VR 100K, C. 10nF และ R 22K ต่อรวมกันเป็นวงจรปรับแต่งค่าจังหวะเวลาของสัญญาณที่รับมาจากภาคปริแอมป์เข้าทางขา 3 ของไอซี ML926 ซึ่งเป็นไอซีภาคถอดรหัสสัญญาณที่รับมาได้จากภาคส่ง โดยตัวไอซีจะทำขบวนการคีมอดูเลชั่นระบบ PPM แล้วเปรียบเทียบกับสัญญาณที่ถูกผลิตขึ้นภายในตัวไอซีเอง จากนั้นก็จะทำการถอดรหัสออกมาเป็นรหัสไบนารีขนาด 4 บิต ดังรูปที่ 5-5 ซึ่งเป็นรูปบล็อกไดอะแกรมการทำงานภายในตัวไอซี ML926

เอาท์พุทที่ได้จากไอซี ML926 นี้ ก็จะถูกส่งไปกระตุ้นและขับ LED ทั้ง 4 ตัวให้สว่างขึ้น เพื่อเป็นการบอกให้ทราบว่า ขณะนี้เครื่องรับกำลังรับสัญญาณจากเครื่องส่งอยู่ และก็จะเป็นการบอกให้ทราบถึงรหัสไบนารี 4 บิต ที่ไอซีนีแปลงค่าออกมาได้ด้วยรวมทั้งจะนำสัญญาณนี้ไปเป็นอินพุทของระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-48 ด้วย เพื่อให้เกิดความยืดหยุ่นขึ้นในการทำงานได้ต่อไป

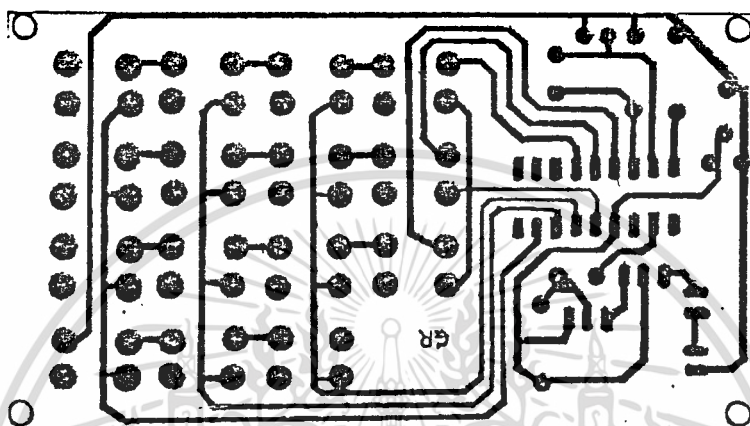
รายละเอียดการทำงานของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-48 จะได้กล่าวถึงในหัวข้อต่อไป



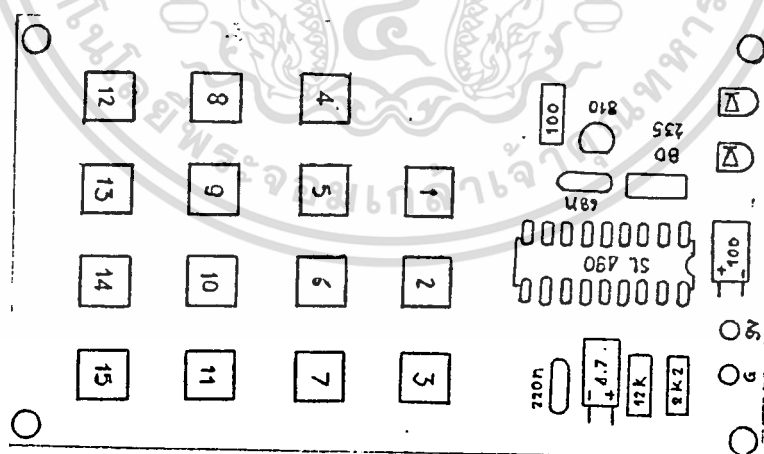
รูปที่ 5-6 แสดงวงจรส่งสัญญาณของอุปกรณ์ INFRARED REMOTE CONTROL

#การสร้างเครื่องส่งและเครื่องรับ

แผ่นวงจรพิมพ์และการวางอุปกรณ์ของเครื่องส่งแสดงดังรูปที่ 5-8 และรูปที่ 5-9 ตามลำดับ ส่วนเครื่องรับ ก็ได้แสดงไว้ดังในรูปที่ 5-10 เมื่อผลิตแผ่นวงจรพิมพ์ตามแบบที่ให้ได้แล้ว การประกอบก็เริ่มจากประกอบจากอุปกรณ์ตัวที่เล็กที่สุดไปหาตัวที่สูงที่สุด ทั้งเครื่องส่งและเครื่องรับ

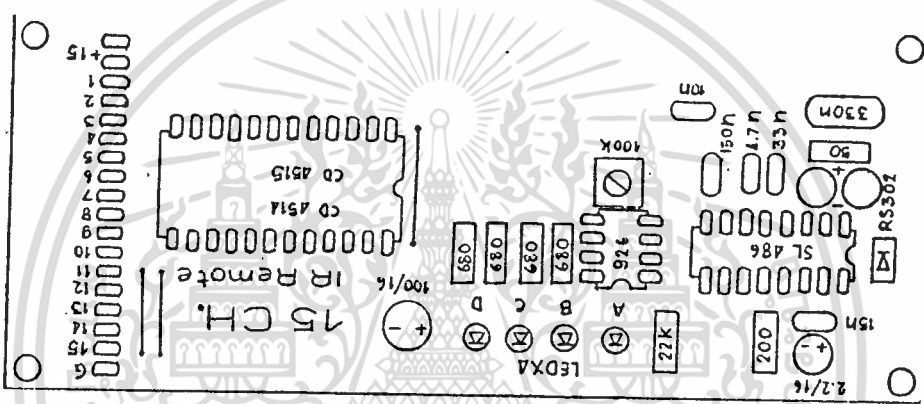
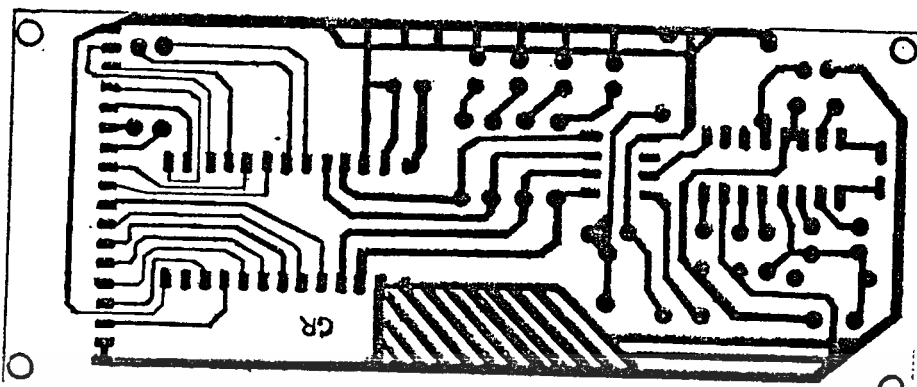


รูปที่ 5-8 ตามวงจรพิมพ์ของเครื่องส่ง



รูปที่ 5-9 แสดงการวางอุปกรณ์ของเครื่องส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 8-10 แสดงภาพวงจรพิมพ์และการลงอุปกรณ์ของเครื่องนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

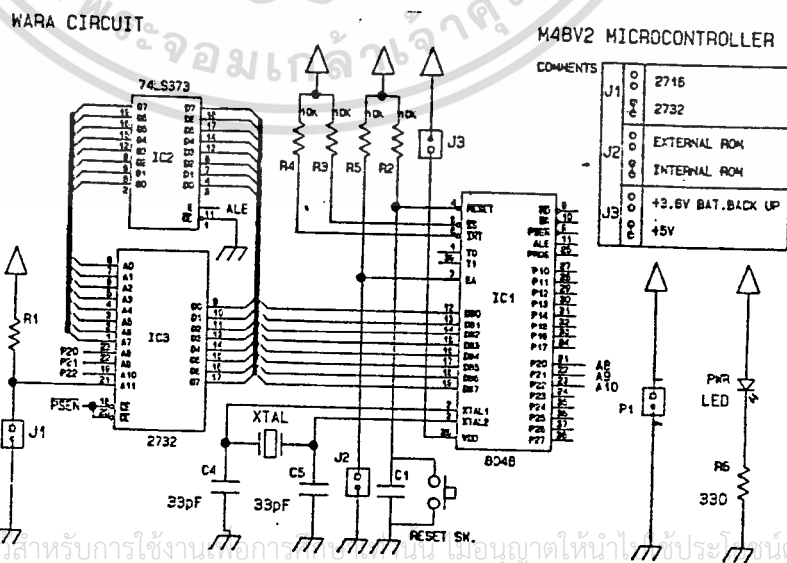
#การทำงานของระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ บอร์ด MCS-48

วงจรของ M48 version 2.0 แสดงดังรูปที่ 5-7 การทำงานของวงจรจะแบ่งการทำงานได้เป็น 2 โหมด โดยใช้จัมป์เปอร์ J2 เป็นตัวเลือกการทำงานเป็นแบบใช้รอมภายในหรือใช้รอมภายนอก

ถ้า J2 ไม่ถูกจัมป์แสดงว่าการทำงานของ IC₁ หรือซีพียูตระกูล 8048 จะให้สัญญาณ Addr และ data ผ่านทางบัส DBO-DB7 โดยที่ IC₂ ทำหน้าที่แยกสัญญาณ Addr ออกจากบัสเพื่อป้อนสัญญาณ Addr ให้กับ IC₃ ซึ่งทำหน้าที่เป็นรอมของระบบ โดยมีสัญญาณ ALE จาก IC₁ เป็นสัญญาณควบคุม ส่วน DBO-DB7 นั้นจะเป็นบัสของ data ให้กับ IC₃ และยังมีสัญญาณ Addr ไบต์ส่งจากขา P20, P21, P22 ของ IC₁ ป้อนให้กับ IC₃ ทำให้สามารถเก็บข้อมูลได้ขนาด 2 กิโลไบต์ หรือใช้ไอซีอีพรอมเบอร์ 2716 หรือเบอร์ 2732 ก็ได้ โดยการต่อจัมป์เปอร์ J1 เพื่อให้สัญญาณ A11 ของไอซีต่อร่วมกับกราวด์

ในกรณีที่ต่อจัมป์เปอร์ J2 การทำงานของวงจรนี้จะขึ้นอยู่กับ IC₁ อย่างเดียวเพราะจะทำงานด้วยรอมภายในซึ่ง IC₁ ที่ใช้จะต้องมีอีพรอมที่เราสามารถเขียนโปรแกรมลงไปได้ อย่างเช่นเบอร์ 8748, 8749 โดยมี XTAL เป็นตัวกำเนิดสัญญาณนาฬิกาให้กับวงจร

นอกจากนี้ยังมีส่วนประกอบอื่นอีก เช่น วงจรสวิตช์รีเซต(reset) เพื่อทำการรีเซตวงจร และมีไฟ LED แสดงว่ามีไฟจ่ายให้กับวงจร ส่วน J3 เป็นจัมป์เปอร์ที่ใช้ในการแบคอัพข้อมูลในแรมของ IC₁ ในกรณีที่ต้องการต่อแบตเตอรี่แบคอัพก็ให้ถอดจัมป์เปอร์ที่ต่อไว้ออก (ควรสร้างวงจร Power Down Reset เพื่อให้การแบคอัพเป็นไปอย่างได้ผล)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานี้ เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ยังประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

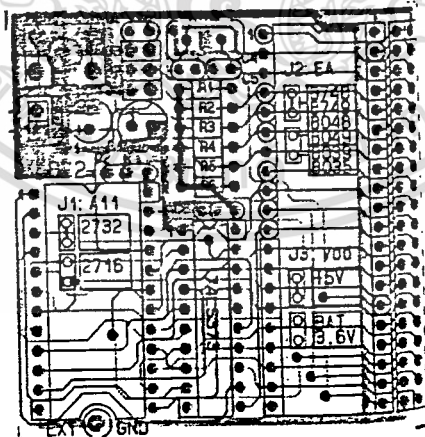
รูปที่ 5-7 แสดงวงจรลิมบอร์นของ M48 version 2.0

#การสร้างบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์

M48 ได้เคยถูกออกแบบมาก่อนหน้านี้แล้วคือ เป็น version 1.0 มีขนาดของแผ่นวงจรพิมพ์ใหญ่ทำให้ไม่สะดวกในการใช้งานและติดตั้ง ดังนั้นจึงได้ตัดวงจรบางส่วนที่ไม่จำเป็นออก เพื่อลดขนาดของแผ่นวงจรพิมพ์ลง จากวงจรในรูปที่ 5-17. จะเห็นได้ว่าอุปกรณ์เหลืออยู่เพียงไม่กี่ตัว ดังนั้นการประกอบจึงกระทำได้ง่าย แต่อย่างไรก็ดีเพื่อให้บอร์ดมีขนาดเล็กที่สุดจึงจำเป็นต้องใช้แผ่นวงจรพิมพ์ชนิด 2 หน้า เฟลตทริโพลตั้งในรูปที่ 5-11 การประกอบก็ให้ใส่อุปกรณ์เดี่ยว ๆ พวกตัวต้านทานก่อน จากนั้นจึงค่อยลงตัวที่สูงถัดมา สุดท้ายจึงใส่ไอซีลงไป สำหรับไอซีขอแนะนำให้ใช้ช็อกเก็ตเพื่อการถอดใส่ที่ง่ายและปลอดภัยจากความร้อนของหัวแร้ง

#การนำไปใช้งาน

การประยุกต์ใช้งานของ M48 เป็นไปได้มากมาย เช่น ใช้ควบคุมการทำงานของเครื่องมือ เครื่องใช้ หรือควบคุมอุณหภูมิ โดยที่อาจจะเพิ่มส่วนแสดงผลเป็น LED หรือ LCD และส่วนคีย์บอร์ดก็ได้ และเนื่องจาก MCS-48 มีวงจรตั้งเวลาและวงจรมันอยู่ในตัว ดังนั้นจึงอาจจะนำไปใช้เป็นเครื่องนับหรือตั้งเวลาก็ได้ ส่วนการพัฒนาโปรแกรมนั้นก็กระทำได้ง่าย โดยผ่านทางอุปกรณ์พัฒนาระบบต่าง ๆ ที่มีจำหน่ายอยู่มากมายในท้องตลาดและซอฟต์แวร์ก็มีทั้งที่คนไทยเรานำมาพัฒนาขึ้นขึ้นมาเอง และของที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ



รูปที่ 5-11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

การปรับแต่งและผลการทดลอง

การปรับแต่ง

ในโครงการนี้เรามีการปรับแต่งที่ภาครับเพียงแห่งเดียวเท่านั้น ดังนี้

: ให้กดปุ่มหมายเลขใดหมายเลขหนึ่งที่ภาคส่ง แล้วทำการปรับ VR 100K ที่ภาครับจนกระทั่ง LED ที่ภาครับแสงโค๊ดที่ output ติดสว่างขึ้นเป็นอันใช้ได้

การทดลอง

ภาคส่ง

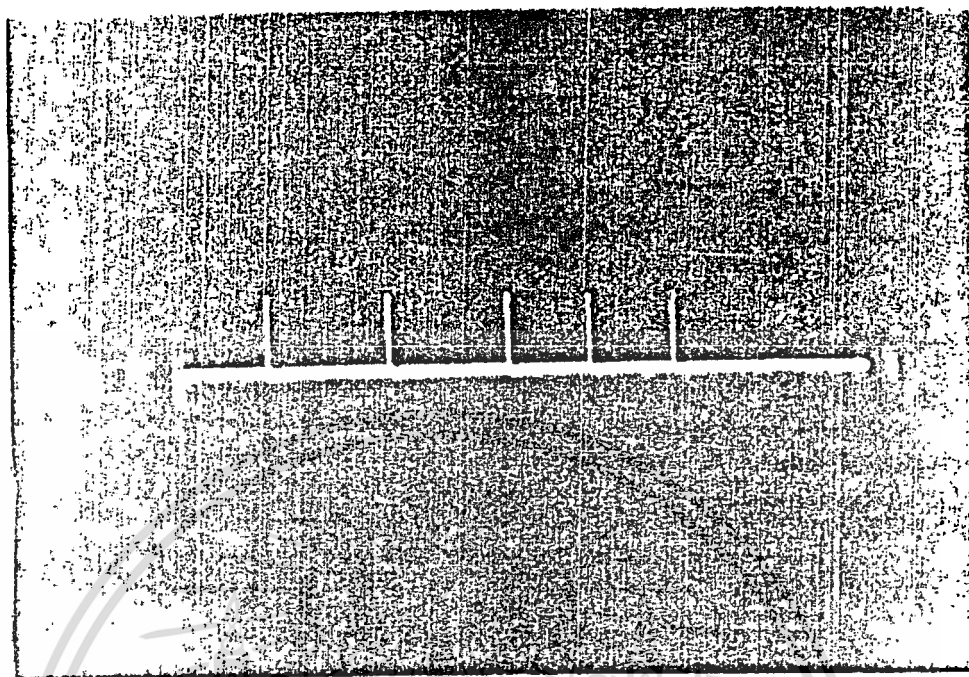
- 1) วัดรูปสัญญาณหรือค่าของสัญญาณที่ขา 2 ของไอซี 5L490 ในขณะกดปุ่มส่งและขณะไม่กดปุ่มส่ง บันทึกผล
- 2) วัดแรงดันคร่อมหลอด Infrared ขณะกดปุ่มส่งและขณะไม่กดปุ่มส่ง สังเกตการเปลี่ยนแปลง

ภาครับ

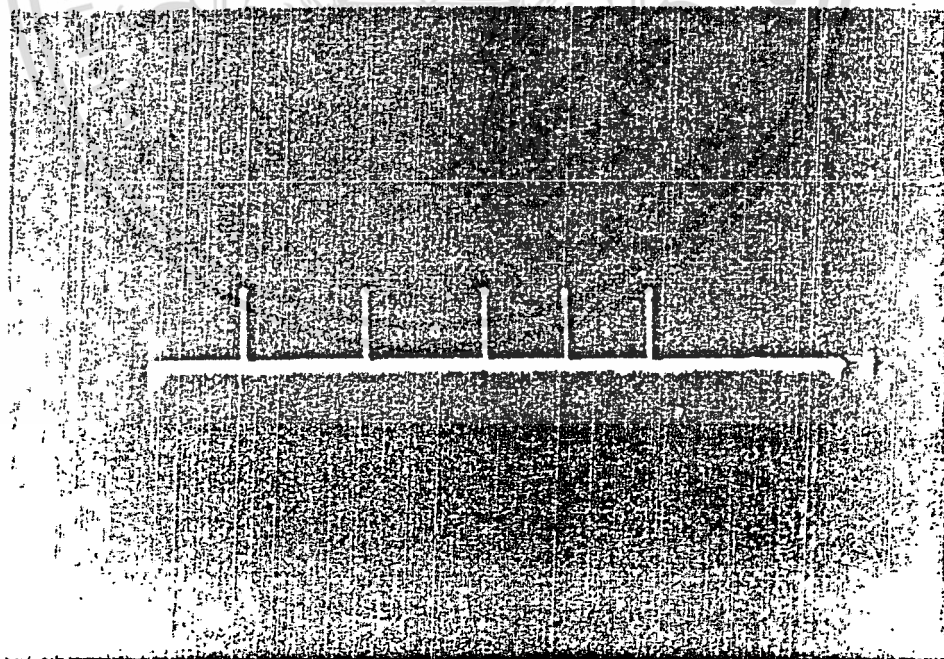
- 1) ถือชุดส่งให้ห่างจากชุดรับประมาณ 5 เมตรและวัดรูปสัญญาณและค่าแรงดันที่เอาท์พุทของภาครีแอมป์และภาคถอดรหัสสัญญาณ
- 2) ทำตามข้อ 1 โดยเพิ่มระยะห่างระหว่างชุดส่งกับชุดรับทีละ 5 เมตรจนกระทั่งถึงระยะไกลสุดที่ชุดรับยังคงรับสัญญาณจากชุดส่งได้อย่างถูกต้อง บันทึกผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง



รูปถ่ายแสดงภาพรูปคลื่นทางเอาทพุทของภาคส่งเมื่อมีการกดสวิทซ์ จะเห็นได้ว่า
ได้คลื่นที่มีลักษณะเป็นสัญญาณ ๕ นิต ส่งไปให้ภาครับสัญญาณ (ในที่นี้เกิดสวิทซ์ช่อง 4)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีจุดตัดไปส่งเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
ได้รูปคลื่นพัลส์ขนาด 5 นิต ที่ตรงกันกับทางภาคส่ง ส่งเข้ามา

สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลอง พอสรุปได้อย่างคร่าว ๆ ดังนี้ :

-ทดลองโดยการหันเครื่องส่งและเครื่องรับเข้าหากันแล้ว ปรากฏว่า เมื่อทำการกดสวิทช์ตัวใดตัวหนึ่ง แล้วนำสโคปมาจับที่เอาต์พุทของตัวส่ง (เว็คคร่อมไดโอดอินฟราเรด) ได้เป็นรูปคลื่นพัลส์ขนาด 5 บิท ในลักษณะแบบ ppm ตามต้องการ

-ต่อมา กดสวิทช์ที่เครื่องส่งที่ช่องเดิม แล้วนำสโคปมาจับที่เอาต์พุทของภาคปริแอมป์ในภาครับ ปรากฏว่า ได้ลักษณะของรูปคลื่นพัลส์ 5 บิท เหมือนกับที่ตัวส่ง เช่นเดียวกัน

จากผลลัพท์ดังกล่าว จึงสรุปได้ว่า เครื่องส่งและเครื่องรับจึงส่งค่าได้ตรงกันทุกประการ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะในการพัฒนาวงจร

- 1) เราสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการรับ โดยการตัดแสงรบกวนจากภายนอก โดยใช้ KODAK FILTER 87C ติดกันด้านหน้าตัวรับ RS302
- 2) การเพิ่มกำลังส่งและระยะทางการส่งสามารถเพิ่มได้ โดยการเพิ่มตัวส่ง จาก 2 ตัว เป็น 3 ตัวหรือ 4 ตัว แต่ต้องเพิ่มแรงดันของแหล่งจ่ายไฟด้วย
- 3) การเพิ่มระยะทางโดยการปรับปรุงทางภาครับ โดยการใช้อากาศขยายที่มีคุณสมบัติ และวงจรกรองความถี่ที่มีประสิทธิภาพ โดยสามารถทำให้อัตราส่วน S/N (SIGNAL PER NOISE RATIO) มีค่ามาก ๆ และตัดสัญญาณที่มีความถี่สูงมาก ๆ ออกให้หมด

ปัญหาที่พบ

ปัญหาที่มีผลมากที่สุด ก็คือ ปัญหาสัญญาณรบกวน ที่มีเข้ามาทั้งทางไฟเลี้ยง และเข้ามาทาง RS302 เนื่องจากสัญญาณรบกวน มีทุกความถี่และโดยเฉพาะความถี่สูง ๆ บางความถี่มีแอมพลิจูดสูงมาก มีผลทำให้การส่งและรับสัญญาณ ผิดพลาดได้ง่าย ทางแก้ก็คือ การใช้วงจรกรองสัญญาณ BAND PASS FILTER ทั้งทางไฟเลี้ยงและภาคขยายสัญญาณต่าง ๆ.

อีกปัญหานึงก็คือ ปัญหาทางฮาร์ดแวร์ในระบบไมโครคอนโทรลเลอร์บนบอร์ด MCS-48 ยังมีระบบการอินเทอร์รัพท์ (Interrupt) ที่ไม่ค่อยสมบูรณ์มากนัก ในการตรวจจับค่าของช่องสัญญาณแต่ละช่องที่เข้ามาทางอินพุทพอร์ต เนื่องจากอินพุทพอร์ตจะต้องทำการเซตให้เป็น 1 จึงจะรับค่าสัญญาณทางอินพุทได้ ดังนั้นจึงต้องทำการพัฒนาและปรับปรุงระบบต่อไปอีก

กิติกรรมประกาศ

คณะผู้จัดทำ ขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษา คือท่าน ผศ. วัฒน เลาสงคราม อาจารย์ภาควิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งคอยช่วย แนะนำหลักการ วางแนวทางพร้อมทั้งวางแผนการทำงาน และให้คำปรึกษาในเรื่องของ เทคนิคต่าง ๆ ในด้านฮาร์ดแวร์, ซอฟต์แวร์ ตลอดจนเรื่องอื่น ๆ ทั้งยังเป็นผู้ติดตาม ผลงานและให้กำลังใจตลอดเวลาที่ผ่านมา จนทำให้ปริญญาโทชั้นนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วย ดี และท่านที่จะลืมไม่ได้เลยในที่นี้คือ ท่านกรรมการสอบปริญญาโทและท่านอาจารย์ ภาควิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม ซึ่งได้สละเวลามาทำการสอบปริญญาโท ลดท่ายนี้ ขอขอบพระคุณบุคคลซึ่งมีส่วนเกี่ยวข้องทางด้านเทคนิค, ให้คำปรึกษาตลอดจนเอื้อเฟื้ออุปกรณ์ในการจัดพิมพ์ปริญญาโทและผู้ที่มีความสนใจและช่วยเหลือมา ณ โอกาสนี้ด้วย



คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SL490B

REMOTE CONTROL TRANSMITTER

Plessey Semiconductors have developed and produced a range of monolithic integrated circuits which give a wide variety of remote control facilities. As well as ultrasonic or infra red transmission, cable, radio or telephone links may also be utilised. Pulse position modulation (PPM) is used with or without carrier and automatic error detection is also incorporated. Although initially designed with TV remote control in mind the devices may equally easily be applied for use in radios, tuners, tape and record decks, lamps and lighting, toys and models, industrial control and monitoring.

The SL490B is an easily extendable, 32 command, pulse position modulation transmitter drawing negligible standby current. It may be used with the ML920 series of remote control receivers.

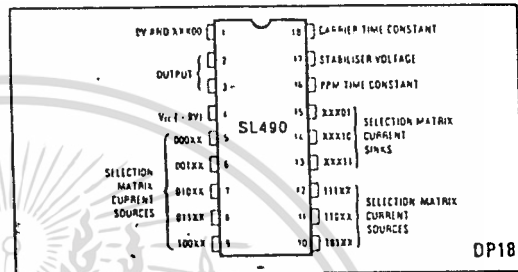


Fig.1 Pin connections - top view

FEATURES

- Ultrasonic or Infra-red Transmission
- Direct Drive for Ultrasonic Transducer
- Direct Drive of Visible LED when using Infra-red
- Very Low Power Requirements
- Pulse Position Modulation gives Excellent Immunity from Noise and Multipath Reflections
- Single Pole Key Matrix
- Switch Resistance up to 1kohms Tolerated
- Few External Components
- Anti-bounce Circuitry On Chip

QUICK REFERENCE DATA

- Power Supply: 9V, Standby 6microamps, Operating 8mA
- Modulation: Pulse Position with or without Carrier
- Coding: 5 Bit Word giving a Primary Command Set of 32 Commands
- Key Entry: 8 x 4 Single Pole Key Matrix
- Data Rate: Selectable 1 Bit/Sec to 10k Bit/Sec.
- Carrier Frequency: Selectable 0Hz (No Carrier) to 200kHz

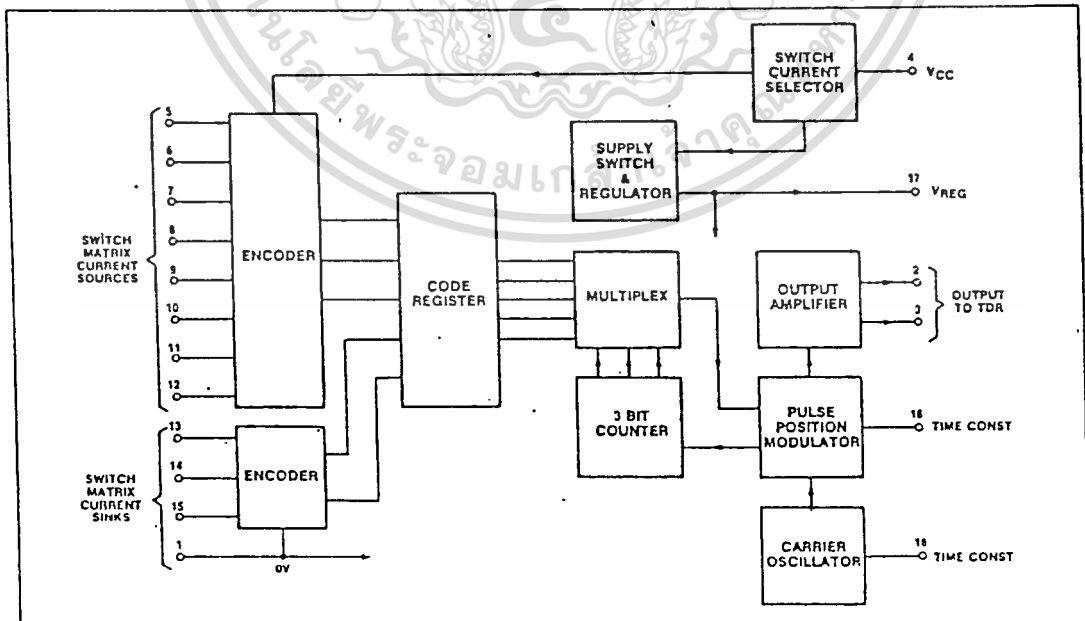
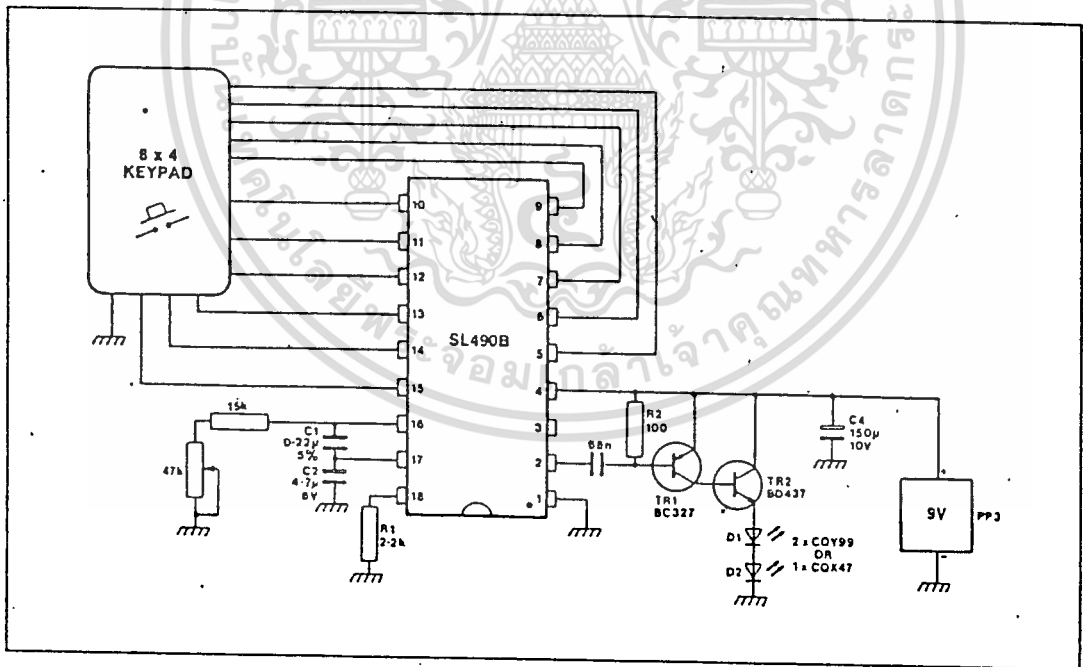
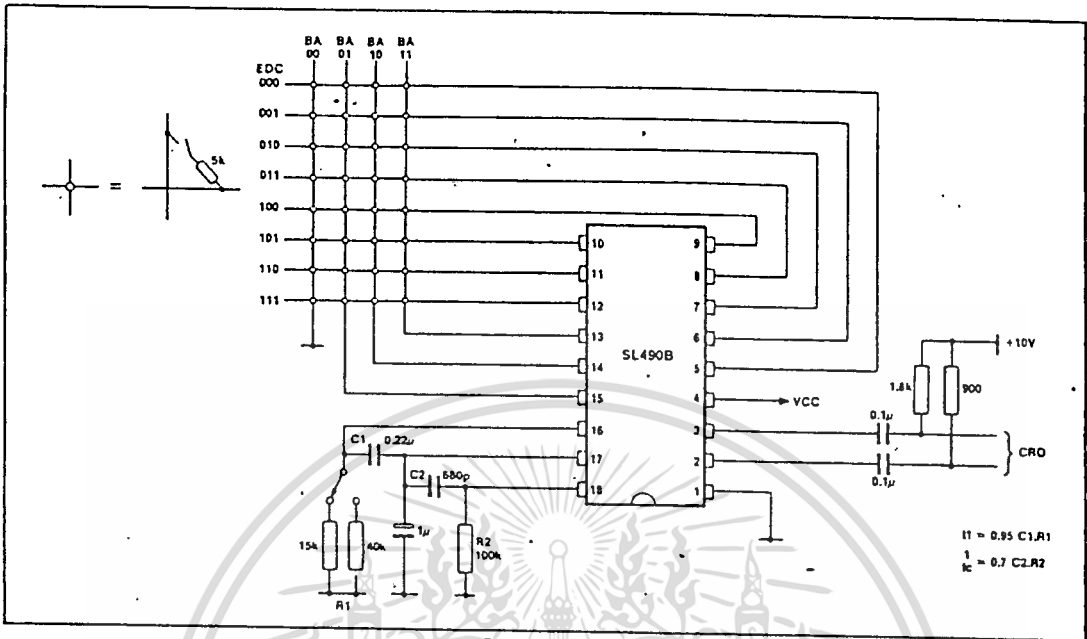


Fig.2 SL490B transmitter block diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



OPERATING NOTES

Fig.5 shows the circuit for a simple infra-red transmitter where the PPM output from pin 2 of the SL490B is fed to the base of the PNP transmitter TR1, producing an amplified current pulse about 15µsec wide. This pulse is further amplified by TR2 and applied to the infra-red diodes D1 and D2.

The current in the diodes and the infra-red output is controlled by the quantity, type, and connection method of the diodes and also by the gain at high currents of the transistors.

The most common solution where cost is important is to use 2 single-chip diodes, such as the CQY99 connected in series.

Improved output can be obtained by using four CQY99 diodes in a series parallel arrangement, but it is usually simpler to use 2 multichip diodes such as the COX47 connected in parallel or a single COX19 which gives similar results.

A significant increase in range can be obtained by using diodes such as the CQY99 in conjunction with a plated plastic parabolic reflector.

When building the transmitter, care should be taken with the choice of the capacitor C4 and with the circuit layout, particularly when multi-chip diodes are being used, as the current pulses can be as high as 6 to 8 Amps.

Transistor choice is also important and any substitutes should have high current gain characteristics and switching speeds similar to those specified in Fig.3.

An increase in output can be obtained by connecting TR2 in common emitter configuration, but care should be taken not to exceed the rating of the diodes.

Choice of PPM Frequencies

Although the ML920 series of remote control receivers is designed to work over a wide range of PPM frequencies, the actual usable range may be restricted by the application. The analogue outputs on the ML920, ML922 and ML923 serve as a good example, since the outputs will step up or down, one step for each pair of PPM words received. This in turn fixes the rate of increment or decrement of the volume or colour controls of a TV set.

When the transmitter is being used with an infra-red link, with high current pulses fed to the diodes as in Fig.5, power consumption will increase with frequency. It is thus advisable that with a battery power supply, the slowest PPM rate consistent with adequate response time should be chosen.

Setting Up Procedure

When designing a remote control system using the SL490 in conjunction with the ML920 range of receiving circuits it is important from a manufacturing point of view for all transmitters to be interchangeable. The timing capacitor C1 should be chosen to give the required T1 time, calculated from the formula $T1 = 1.4CR$ with $R \approx 33k$. The R value should be made up of a series potentiometer resistor combination with sufficient adjustment to compensate for the I.C. and component tolerances.

The timing components on the receiver can be selected using the formula

$$f_{RX} = \frac{1}{0.15CR} \pm 20\% \text{ where } f_{RX} = \frac{40}{t_0}$$

t_0 being the PPM logic 0 time from the transmitter.

If the recommended value of potentiometer and fixed resistor, as shown in Fig.6, are used, then the value of R in the above formula should be 84kΩ. This gives the maximum frequency adjustment range, which is needed to cope with component and IC tolerances.

Final adjustment is made by setting the period on the receiver oscillator time constant pin to 1/40th of the transmitter PPM logic 0 time using the potentiometer. Connection to the receiver time constant pin should be made using a x10 oscilloscope probe to reduce circuit loading.

When adjusting the ML920, the monitor output can be used for setting up, but in this case, a figure of 1/20th of the transmitter PPM logic 0 time should be used as the monitor output is at half the oscillator frequency.

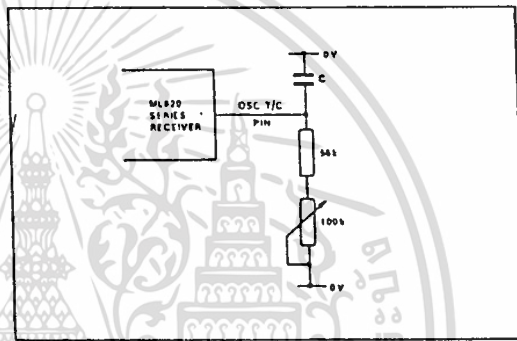


Fig.6 Recommended receiver time constant components

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Supply voltage	7V to 9.5V
Total power dissipation	600mW
Operating temperature range	-10°C to +65°C
Storage temperature range	-55°C to +125°C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

Test conditions (unless otherwise stated):
 $T_{amb} = 25^{\circ}\text{C}$, $V_{cc} = 4.5\text{V to }7.0\text{V}$

Characteristic	Pin	Value			Unit	Conditions
		Min.	Typ.	Max.		
Supply current (See Note 1)	4,7		6.5	9.0	mA	$V_{cc} = 5.0\text{V}$, $I_{DIODE} = 1.0\mu\text{A}$ } Pins 13 & 14 $V_{cc} = 4.5\text{V}$, $I_{DIODE} \leq 1.5\text{mA}$ } ground $V_{cc} = 18\text{V}$, $I_{DIODE} = 1.0\mu\text{A}$ Pin 12 ground
	4	$3.5 \times I_{D}$	$4.2 \times I_{D}$	$5 \times I_{D}$	mA	
	4,7		8.5	10	mA	
Low voltage supply (external)	4,7(+ve), 13,14(-ve)	4.5		9.5	V	Input and output V_{cc} commoned, input and output ground commoned
High voltage supply (external)	4,7(+ve), 12(-ve)	8.4		18.0	V	Input and output V_{cc} commoned, input and output ground at internal regulated voltage
Internal regulated voltage	13(wrt 7)	5.9	6.2	6.5	-V	V Pin 7(+) to V Pin 12(-) = +16V
Voltage between input and output V_{cc}	4,7			1.5	V	At room temperature
				1.1	V	At 70°C
Minimum sensitivity of differential input	1,16	9.0		2.3	nA	$I_{DIODE} = 1.0\mu\text{A}$
		74.0		18.5	nA	$I_{DIODE} = 100\mu\text{A}$
		168.0		42.0	nA	$I_{DIODE} = 0.5\text{mA}$
Common mode rejection	1,16		35.0		dB	
Maximum signal input	1,16	3.0	4.0		mA(peak)	
AGC range			68.0		dB	
Output and stretch output pull-up resistance (internal)	9,11		55.0		$k\Omega$	At 25°C
Stretch output pulse width (T_p)	11		2.4		ms	Capacitance Pin 9 to Pin 10 = 10nF; $T_p \approx R_x C \ln \left\{ \frac{1.5}{V_{cc}} \right\}$
T co-efficient on R_x			0.7		$\%^{\circ}\text{C}$	Where $R_x = 200k\Omega \pm 25\%$ (internal resistance)
Output low	9			Output ground +0.35	V	0.2mA Sink, max.
Output high	9	Output V_{cc} -0.5			V	5 μA Source
Stretch output low	11			Output ground +0.5	V	1.6mA Sink, max.
Stretch output high	11	Output V_{cc} -0.1			V	Output open circuit 5 μA Source
Supply rejection, input V_{cc}	4		1.5		V(peak)	Ripple amplitude at 100Hz, Pin 12 ground
			0.8		V(peak)	Ripple amplitude at 100Hz, Pins 13 & 14 ground

NOTE

1. $I_D = I_{DIODE} = I_R$ diode forward current

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

APPLICATION NOTES - REFER TO FIGURE 4

Diode Anode and Cathode (Pins 1 and 16) The infra-red receiving diode is connected between pins 1 and 16. The input circuit is configured so as to reject signals common to both pins. This improves the stability of the device, and greatly reduces the sensitivity to radiated electrical noise. The diode is reverse biased by a nominal 0.65V.

Gyrator C2 and C1 (Pins 2 and 3) The decoupling, provided by gyrator C2 and C1, rolls off the gain of the feedback loop which balances the DC component of the infra-red diode current. The values of C2 and C1 are chosen to produce a low frequency cut-off characteristic below a nominal 2kHz. Hence, the gyrator produces approximately 20dB rejection at 100Hz.

The gyrator consists of two feedback loops operating in tandem. Only one feedback path is functional when the DC component of the diode current is less than 200 μ A. This loop is decoupled by gyrator C2. For diode currents between 200 μ A and 1.5mA the second control loop is operative, and this is decoupled by gyrator C1.

The decoupling capacitors, gyrator C2 and C1, must be connected between pins 2 and 3, to pin 4. The series impedance of C2 and C1 should be kept to a minimum.

First Stage Decouple (Pin 15) The capacitor on pin 15 decouples the signal from the non-inverting input of the first difference amplifier (see also Figure 2). The capacitance of 15nF is chosen to produce a 2kHz low frequency roll-off.

The capacitor must be connected between pins 15 and 14 (the input ground).

Second Stage Decouple (Pin 5) The capacitor on pin 5 decouples the signal from the non-inverting input of the second difference amplifier. The capacitance of 33nF is chosen to produce a 2kHz low frequency roll-off. The capacitor must be connected between pins 5 and 4 (the input Vcc).

Fourth Stage Decouple (Pin 6) The capacitor on pin 6 decouples the signal from the non-inverting input of the fourth difference amplifier. The capacitance of 4.7nF is chosen to produce a 2kHz low frequency roll-off. The capacitor must be connected between pins 6 and 7 (the output Vcc).

AGC Decouple/Delay Adjust (Pin 8) The output of the fourth difference amplifier is followed by a peak detector, which is used to provide an AGC control level. This produces a current source which is limited to 10mA at pin 8. The AGC decouple capacitor (C5 normally 150nF) filters the pulsed input, and the resultant level controls the gain of the first three difference amplifiers.

The AGC control level exhibits a fast attack/slow decay characteristic. Immediately infra-red pulses are detected, the gain will be reduced, so that any weaker noise pulses that are also received will not be seen at the output. Thus, provided the infra-red pulses are the most intense, it is possible to receive data in noisy environments. The slow decay keeps the AGC level intact during data reception, and produces a delay before any received noise may become present at the output, when transmission ceases.

Output (Pin 9) The output will be low, pulsing high with a source impedance of a nominal 55k Ω , for a received infra-red pulse. It is a linear amplification of the input and swings between output ground and output Vcc.

Stretch Input and Stretch Output (Pins 10 and 11) A typical infra-red PPM system transmits very narrow pulses. The duration of these pulses is typically 15 μ s, so in order to utilise a microprocessor based decoder system it is necessary to lengthen the received pulse. This stretched output can be obtained from pin 11 when a capacitor is connected between pins 9 and 10.

The width of the pulse is determined by the value of this coupling capacitor (C8 in Figure 3) and is given by:

$$T_p = -R_x C_8 \ln \left\{ \frac{1.5}{(V_4 - V_{13})} \right\}$$

where T_p = pulse width in ms

R_x = 200k Ω (see electrical characteristics)

C_8 = coupling capacitance

and $(V_4 - V_{13})$ = potential between input Vcc and ground (pins 13 and 14)

The stretch output is normally high pulsing low for a received infra-red pulse, and swings between output Vcc and output ground.

Regulator Input (Pin 12) The device can be operated with supplies of between 4.5V and 9.0V connected between input/output ground (pins 14 and 13) and input and output Vcc (pins 4 and 7) as shown in Figure 3.

The device can be operated with supplies in excess of 9.0V by utilising the on-chip regulator. In this case connections are made between output Vcc (pin 7) and the regulator input (pin 12) as shown in Figure 4. A supply voltage of between 9.0V and 18V will then cause the output ground to be regulated at a level nominally 6.4V below the output Vcc (pin 7).

The regulator will, however, lose control with a potential difference of less than 9.0V. Below this level the voltage on pin 13 will track nominally 1.5V above the level of pin 12.

When the regulator is not used (low voltage operation), pin 12 must be shorted to output ground (pin 13).

OPERATING NOTES - REFER TO FIGURES 3 AND 4

Gyrator C1 (Pin 3) If the environment in which the device is operating, limits the background light such that the DC component of the diode current has a maximum of 200 μ A, it may be desirable to omit (see Figure 3) the more bulky and costly 68 μ F capacitor, gyrator C1 shown in Figure 4. In this case pin 3 can be left open circuit. The resultant application will then have a characteristic of greatly reduced gain when the ambient light causes the DC current to rise above this threshold.

The 68 μ F capacitor can alternatively be replaced by a resistor. The outcome of this is to further reduce the gain in ambient light levels above the 200 μ A threshold. Below this threshold the overall gain is slightly enhanced as the light level approaches the threshold value. If chosen this resistance should lie between 10k Ω and 200k Ω .

Noise Immunity The stretch output can also be used as a means of improving performance relating to a receiver system, over and above its main purpose of providing a stretched output facility. Including C8 (Figure 4) causes the output pulses (from pin 9) to be subjected to the stretch input threshold. Thus any noise pulses from pin 9 that are below this threshold will not be seen at the stretch output (pin 11).

A further improvement can be made, utilising this stretch input threshold by including some additional filtering of the output (C10 in Figure 4). This can be adjusted in value (typically 10 μ F) to reduce some of the noise pulses that otherwise cross the threshold, to a level below the threshold.

It must be noted that the stretch output logic sense is inverse (for microprocessor applications) from that of the output (pin 9), and the cost of re-inversion may be deemed uneconomical for the improvements gained.

Screening Use of screening for the device, and associated components, improves the performance and immunity to externally radiated noise. The screening method used must protect the sensitive front-end of the device; provided that

the diode, pin 1, pin 16, C2 (pin 2) and the first stage decouple (pin 15) are screened, it may be found that for the application considered, the remaining circuitry need not be so protected.

In applications where externally radiated noise is minimal, it may be possible to reduce any screening to pins 1 and 16, and the diode connections, only. In some instances, no screening may be necessary, but this largely depends on the level of radiated noise, the decoupling/filtering employed and the receivers decoding technique.

Decoupling Typical decoupling arrangements for use with or without the regulator, are given in Figures 4 and 3

respectively. When using the regulator, further improvements in high frequency supply rejection are possible by the inclusion of R2. The value can be chosen so as to keep the pin 12 end of R2 within the -9.0 to -18V (w.r.t. pin 7) specified voltage range. For example if using the 920 series remote control receivers, on a supply of 16V, a typical value for R2 would be 200Ω.

Note that the regulator is a low impedance point between pins 12 and 13. C7 thus maintains a low impedance path between pins 4 and 12 at high frequencies.

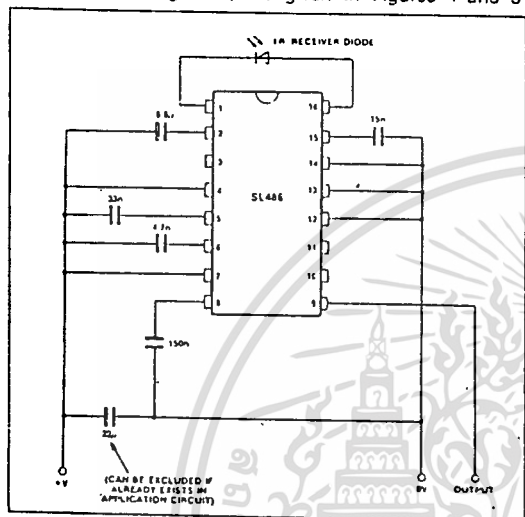


Fig.3 Circuit diagram of minimum component application (showing low voltage operation)

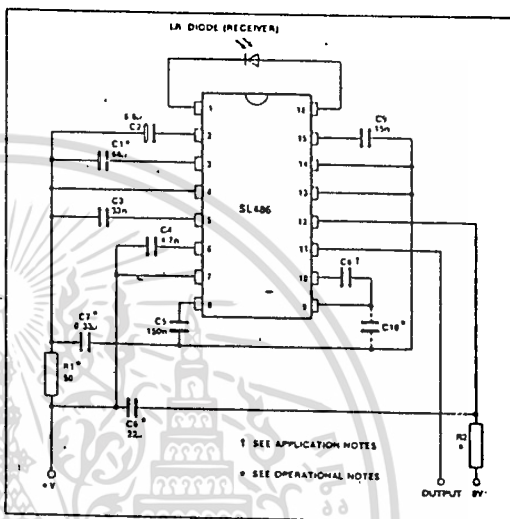
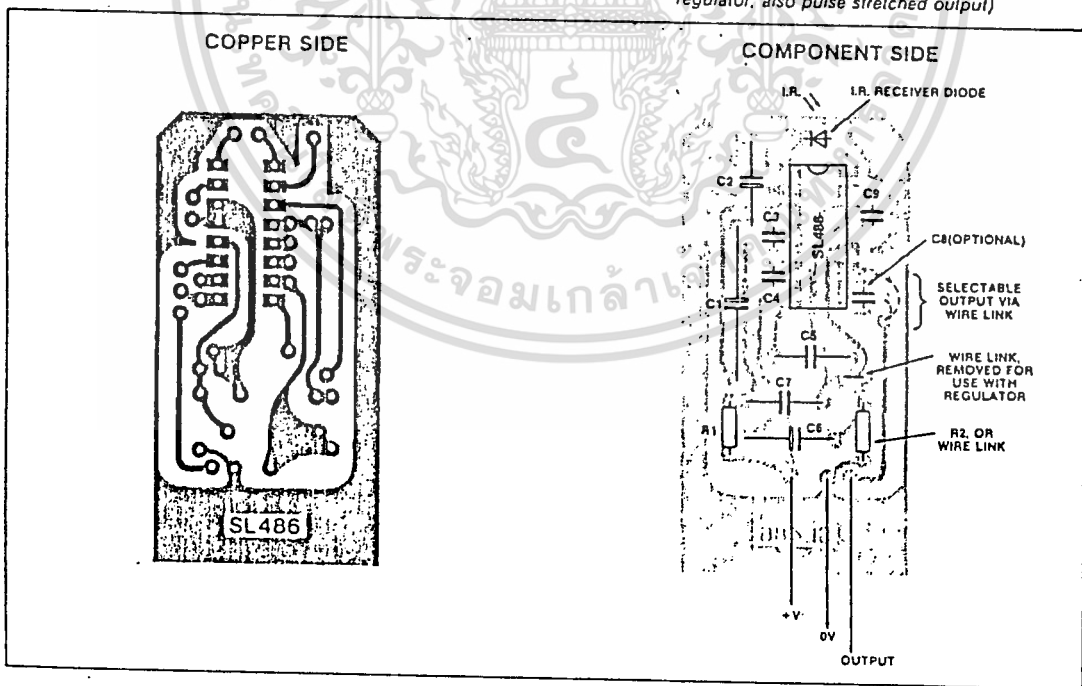


Fig.4 SL486 application diagram showing all optional circuitry (Note: Supply decoupling and connections for use of voltage regulator; also pulse stretched output)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

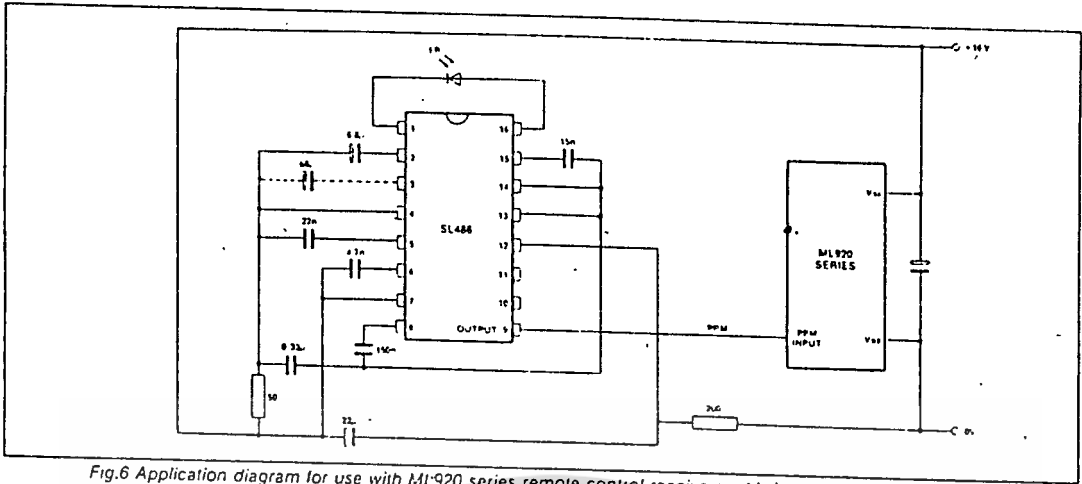


Fig.6 Application diagram for use with ML920 series remote control receivers, utilising on-chip supply stabiliser

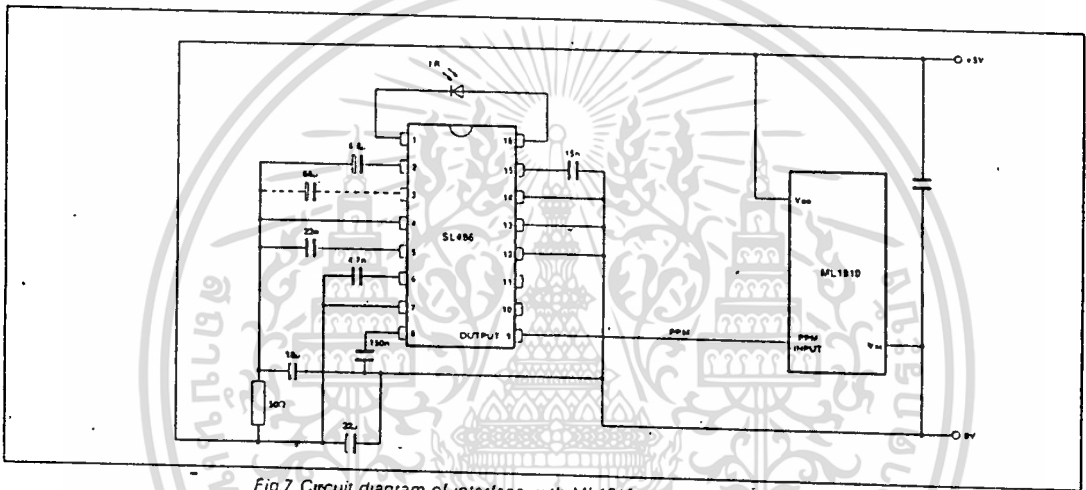


Fig.7 Circuit diagram of interface with ML1910 remote control receiver

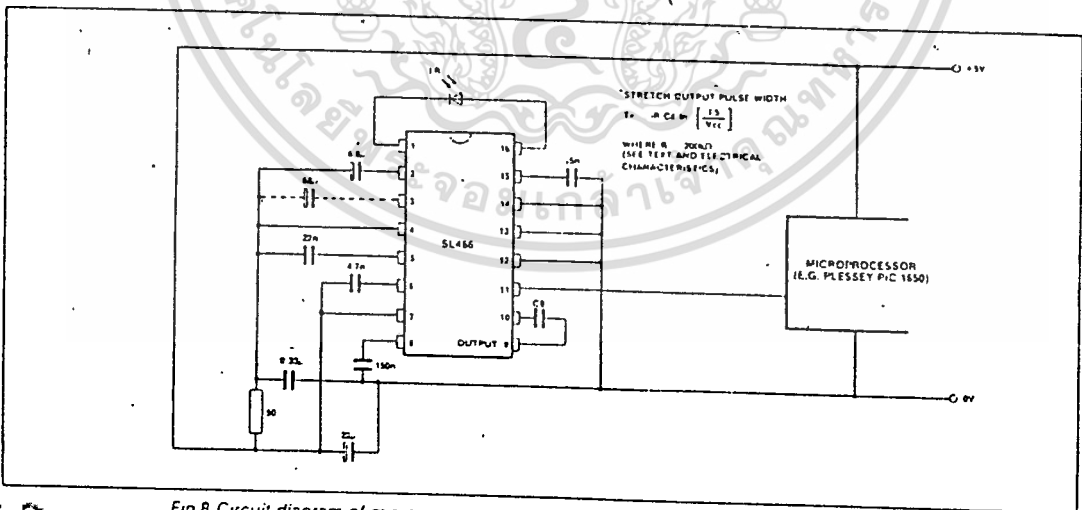


Fig.8 Circuit diagram of microprocessor interface, utilising on-chip pulse stretching facility

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ML926/7

REMOTE CONTROL RECEIVERS (WITH MOMENTARY OUTPUTS)

The ML926 and ML927 are MOS LSI monolithic circuits for use as receivers of remote control signals for television control and many other applications. They are general purpose devices each receiving sixteen of the thirty-two codes transmitted by the SL490 circuit as pulse position modulation (PPM).

FEATURES

- Minimum Package Size — 8-Lead Minidip
- Four Outputs Indicate in Binary the Code Currently Being Received, and Are Switched Off (Low) When No Valid Code is Detected.
- On-Chip Oscillator
- High Power, Free Drain, Output Buffers

OPERATING NOTES

The receiver operates on a timescale fixed by an internal oscillator and its external timing components. The oscillator may be adjusted to any value between 15kHz and 150kHz (allowing different receivers to respond to different transmission rates within the same area).

Checks are made to ensure 6 pulses, or 5 bits, are received for a word to be valid, and only after two consecutive and identical words is the receiver allowed to respond to the incoming code.

The ML926 responds only to codes 00001 to 01111 from the SL490 transmitter whereas the ML927 responds to codes 10001 to 11111.

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

V_{DD} supply and inputs w.r.t. V_{SS}	+0.3V to -25V
Storage temperature	-55°C to +125°C
Operating temperature ambient	-10°C to +65°C

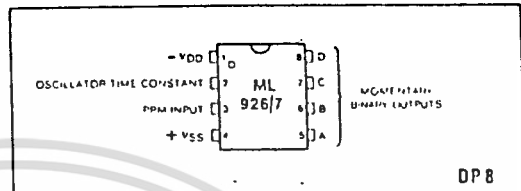


Fig. 1 Pin connections (top view)

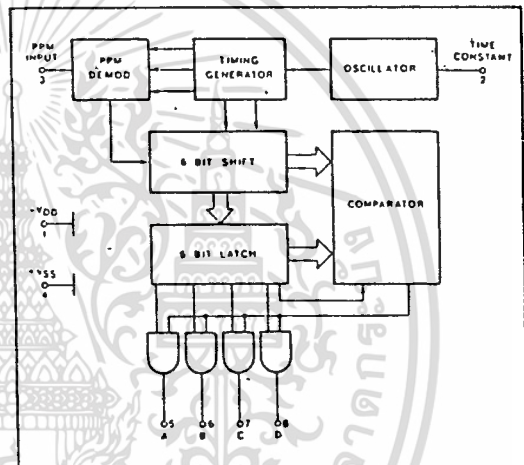


Fig. 2 Block diagram

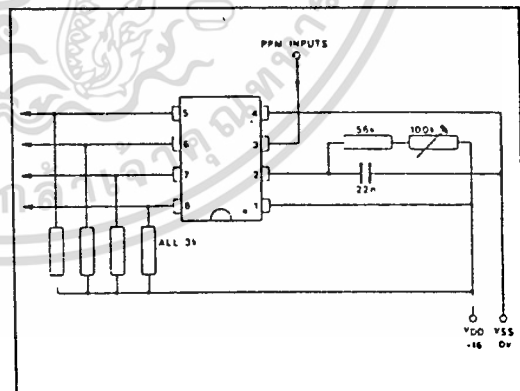


Fig. 3 Test circuit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

Test Conditions (unless otherwise stated):
 $V_{DD} = -16V$, $V_{SS} = 0V$
 $T_{amb} = 25^{\circ}C$

Characteristic	Pin	Value			Units	Conditions
		Min.	Typ.	Max.		
Operating supply voltage range	1	12	14	18	V	$T = \frac{1}{f_{osc}}$ Typical TC: 22nF to V_{SS} 100k Ω to V_{DD} $R_L = 3.0K\Omega$ to V_{DD}
Current consumption	1	2	3	4	mA	
PPM input						
Input level high	3	-1		0	V	
Input level low	3	V_{DD}		-6	V	
Input pulse width	3	1		$22T_{osc}$	μsec	
Oscillator time constant	See Note 1					
Oscillator frequency	2	15	3k	150k	Hz Hz	
Variation wrt V_{DD}			1		%/V	
Output voltage high	5-8	-1.5		0	V	
Output device leakage (Output OFF)	5-8			1	μA	

Note 1. R_{osc} (Pin 2) is 56k-156k Ω . $f_{osc} \approx \frac{1}{0.15CR} \pm 20\%$

PIN FUNCTIONS

POSITIVE LOGIC '1' = V_{SS} , '0' = V_{DD}

- V_{DD}**
-14V to -18V power supply
- Oscillator time constant**
An RC time constant of a capacitor and resistor at this pin defines the internal clock frequency. The clock frequency may be varied from 15Hz to 150kHz.
- PPM input**
The output of the 'front end' amplifier is connected to this pin; the signal must consist of a normal 'low' level with pulses to high level corresponding to the PPM pulses from the transmitter.
- V_{SS}**
0V (ground)
- 5-8. A,B,C,D**
Four open drain high power transistors give a binary coded output of the valid code being received.

Transmitter Code	Momentary binary outputs							
	ML926				ML927			
	E	D	C	A	D	C	B	A
0 0 0 0 0	0	0	0	0	0	0	0	0
0 0 0 0 1	0	0	0	1	0	0	0	1
0 0 0 1 0	0	0	0	1	0	0	1	0
0 0 0 1 1	0	0	0	1	0	0	1	1
0 0 1 0 0	0	0	1	0	0	1	0	0
0 0 1 0 1	0	0	1	0	0	1	0	1
0 0 1 1 0	0	0	1	1	0	1	1	0
0 0 1 1 1	0	0	1	1	0	1	1	1
0 1 0 0 0	0	1	0	0	0	1	0	0
0 1 0 0 1	0	1	0	0	0	1	0	1
0 1 0 1 0	0	1	0	1	0	1	0	0
0 1 0 1 1	0	1	0	1	0	1	0	1
0 1 1 0 0	0	1	1	0	0	1	1	0
0 1 1 0 1	0	1	1	0	0	1	1	0
0 1 1 1 0	0	1	1	1	0	1	1	0
0 1 1 1 1	0	1	1	1	0	1	1	1
1 0 0 0 0	1	0	0	0	0	0	0	0
1 0 0 0 1	1	0	0	0	0	0	0	1
1 0 0 1 0	1	0	0	1	0	0	0	1
1 0 0 1 1	1	0	0	1	0	0	0	1
1 0 1 0 0	1	0	1	0	0	0	1	0
1 0 1 0 1	1	0	1	0	0	0	1	0
1 0 1 1 0	1	0	1	1	0	0	1	0
1 0 1 1 1	1	0	1	1	0	0	1	1
1 1 0 0 0	1	1	0	0	0	0	1	0
1 1 0 0 1	1	1	0	0	0	0	1	0
1 1 0 1 0	1	1	0	1	0	0	1	0
1 1 0 1 1	1	1	0	1	0	0	1	1
1 1 1 0 0	1	1	1	0	0	0	1	0
1 1 1 0 1	1	1	1	0	0	0	1	0
1 1 1 1 0	1	1	1	1	0	0	1	0
1 1 1 1 1	1	1	1	1	0	0	1	1

Table 1 Response to SL490 codes

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

- INTEL MICROCONTROLLER HANBOOK, 1983
- INTEL MCS-48 ARCHITECTURAL OVERVIEW, 1983
- ผศ. พินิจ เลาสงคราม, ไมโครโปรเซสเซอร์
- คู่มือไอซีทีทีแอล, MOTOROLA
- เซมิคอนดักเตอร์ อิเล็กทรอนิกส์ (Semiconductor Electronics)
ฉบับที่ 110



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้