



สกอร์บอร์ด 3 สี ควบคุมโดยคีย์บอร์ดไร้สาย

THE SCOREBOARD DISPLAY AND WIRELESS KEYBOARD



โดย  
นาย ภาณุ กฤตลักษณ์  
นาย สุรสิทธิ์ กิจคณะ  
นาย เอกสิทธิ์ ชนะวรรณ

วัน เดือน ปี..... 19 ม.ค ๒๕๖๑  
เลขทะเบียน..... ๐๓1๑๒๑  
เลขเรียกหนังสือ..... T๒๗๒๒๑ ส.๖

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต  
สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ปีการศึกษา 2537

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไปว่าองค์กรใดที่ขโมยสิ่งนี้ และจะแจ้งหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และขอความร่วมมือจากองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นที่เกี่ยวข้อง

สกอร์บอร์ด 3 สี ความคมโดยคีย์บอร์ดไร้สาย  
THE SCORE BOARD DISPLAY AND WIRELESS KEYBOARD

โดย

นาย ภาณุ กฤตลักษณ์ รหัส 35.103021  
นาย สุรสิทธิ์ กิจคณะ รหัส 35.103040  
นาย เอกสิทธิ์ ชนะวรรณ รหัส 35.103047

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ. สมยศ จุณณะปิยะ

ปริญญาานิพนธ์สำหรับปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2537

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2537

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
เรื่อง สกอร์บอร์ด 3 สี ความคมโดยคีย์บอร์ดไร้สาย

ผู้จัดทำ

1. นาย ภาณุ กฤตลักษณ์
2. นาย สุรสิทธิ์ กิจคณะ
3. นาย เอกสิทธิ์ ชนฉวรรณ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สกอร์บอร์ด 3 สี ควบคุมโดยคีย์บอร์ดไร้สาย

THE SCORE BOARD DISPLAY AND WIRELESS KEYBOARD

โดย นาย ภาณุ กฤตลักษณ์ เลขประจำตัว 35.103021

นาย สุรสิทธิ์ กิจคณะ เลขประจำตัว 35.103040

นาย เอกสิทธิ์ ชนวรรณ เลขประจำตัว 35.103047

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ. สมยศ จุณณะปิยะ

บทคัดย่อ

ปฏิญานินพนธ์ฉบับนี้เป็นการเสนอรูปแบบของสื่ออีกรูปแบบหนึ่ง ซึ่งสามารถเสนอข้อมูลได้ในลักษณะของตัวอักษร ภาษาไทย และภาษาอังกฤษ ตลอดจนการแสดงของรูปแบบกราฟฟิกแบบต่าง ๆ ลักษณะการนำเสนอข้อมูลในรูปของภาพและตัวอักษรสามารถแสดงผลได้ 3 สี คือ สีแดง , สีเขียว และสีส้ม โดยทำการแสดงผลบนแผง DOT MATRIX LED COLOUR DISPLAY ขนาด 16 X 160 โครงการนี้จะใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ Z- 80 เป็นตัวควบคุมให้เกิดการสแกนบนตัวสกอร์บอร์ด ซึ่งการควบคุมจะกระทำผ่านอุปกรณ์เชื่อมต่อ ( Interface ) คือ 8255 ซึ่งอุปกรณ์ดังกล่าวมีพอร์ต 3 พอร์ต โดยพอร์ตดังกล่าวจะใช้ในการควบคุมให้เกิดการสแกน การป้อนข้อมูลสู่ตัวสกอร์บอร์ดนั้นจะทำการส่งโดยใช้คีย์บอร์ดของคอมพิวเตอร์ที่ทำการส่งแบบไร้สาย( Wireless)

ABSTRACT

The report will present type of advertisement. It can be display in thai, english charectors and show many types of graphic pattern. The pattern to shown in picture and charectors, that are display three colours ( RED , GREEN , ORANGE ) on the dot matrix LED colour score board , and the size had 16 X 160 . In this project , using Z-80 microprocessor for controllng and scanning on the score board ,which control by 8255 PPI , it had 3 ports for scan on the score board. The data will be sent to score board by wireless keyboard , which using keyboard of computer.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 Z-80 ไมโครโปรเซสเซอร์	2
บทที่ 3 การใช้งาน 8255 PPI	8
บทที่ 4 คีย์บอร์ดเบื้องต้น	15
บทที่ 5 คุณสมบัติของแสงอินฟราเรด	18
บทที่ 6 ทฤษฎีและการใช้งานไทม์เมอร์ไอซี 555	25
บทที่ 7 การออกแบบและสร้างสกรีนบอร์ด 3 ที ควมคุมด้วยคีย์บอร์ดไร้สาย	19
บทที่ 6 สรุปผลการปฏิบัติงานและปัญหาของโครงการ	49
หนังสืออ้างอิง	50
บทแทรก	51



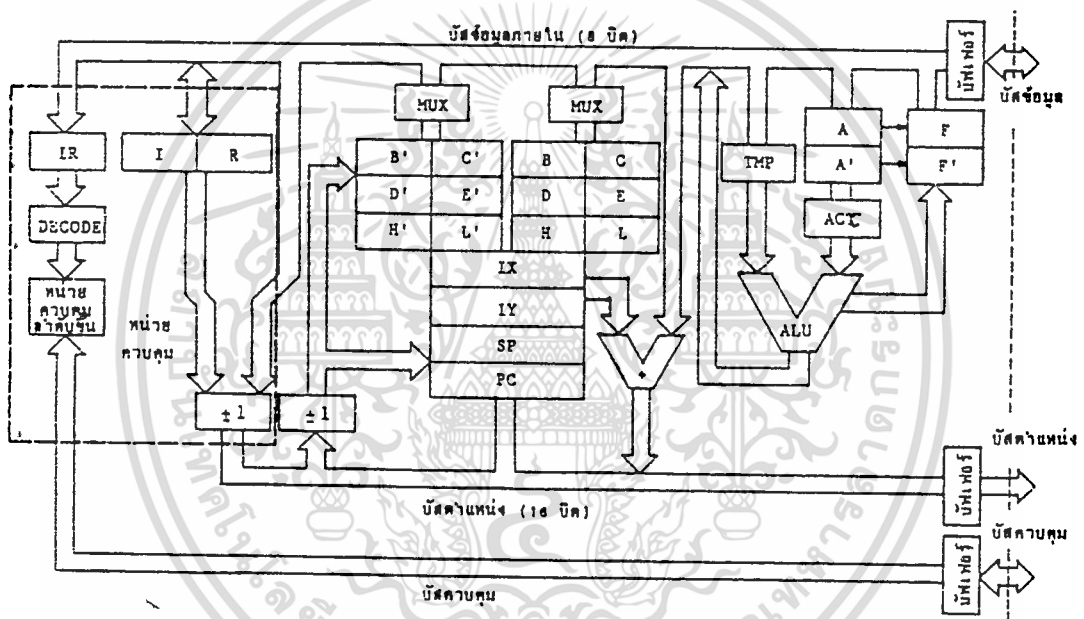


## บทที่ 2

### Z-80 ไมโครโปรเซสเซอร์

รายละเอียดเกี่ยวกับ Z- 80

รายละเอียดของซีพียู Z-80 แสดงดังในรูปที่ 2.1 และประกอบด้วยส่วนสำคัญสำหรับการออกแบบเพื่อการควบคุมดังนี้



รูปที่ 2.1 โครงสร้างภายในของซีพียู Z- 80

#### 1. หน่วยคำนวณทางคณิตศาสตร์และลอจิก ( Arithmetic Logic Unit -ALU)

เป็นหน่วยที่ทำหน้าที่ในการคำนวณฟังก์ชันพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ และกระทำฟังก์ชันทางลอจิก เช่น AND และ OR ซึ่งมันจะทำหน้าที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับ การออกแบบวงจรภายในหน่วยคำนวณทางคณิตศาสตร์และลอจิก .

#### 2. ส่วนควบคุม (Control Unit)

เป็นหน่วยที่ทำหน้าที่ในการส่งสัญญาณไปควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ต่อเชื่อมกับซีพียู (CPU) ให้ทำงานร่วมกันได้อย่างถูกต้อง สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3. บัสข้อมูล (Data Bus)

เป็นบัสสองทาง (Bi Directional) ที่ใช้ในการส่งผ่านข้อมูลระหว่างซีพียูกับอุปกรณ์ต่าง ๆ ภายในระบบ จำนวนของเส้นของบัสข้อมูล (Data Bus) จะขึ้นอยู่กับชนิดของซีพียู เช่นในกรณีของ Z-80 ซีพียู จะส่งผ่านข้อมูลที่ละ 8 บิต ดังนั้นจะมีจำนวนเส้นของบัสข้อมูล 8 เส้น .

### 4. บัสควบคุม (Control Bus)

เป็นบัสทางเดียว (Uni Directional) ที่ใช้ในการส่งผ่านสัญญาณควบคุมให้กับอุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบ .

### 5. บัสตำแหน่ง (Address Bus)

เป็นบัสทางเดียว ใช้ส่งผ่านค่าแอดเดรสจากซีพียูออกไปยังหน่วยความจำเพื่อระบุตำแหน่งที่ต้องการรับและส่งข้อมูล หรือใช้ระบุตำแหน่งของพอร์ต อินพุต/เอาต์พุต ( Input/Output Port- I/O Port ) ที่ ซีพียูต้องการติดต่อด้วย .

### 6. รีจิสเตอร์ต่าง ๆ ในซีพียู Z--80

ซีพียู Z-- 80 จะประกอบไปด้วยรีจิสเตอร์ ( Register ) ถึง 22 ตัวดังแสดงในรูปที่ 2.2 รีจิสเตอร์เหล่านี้จะแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มคือ รีจิสเตอร์ที่ทำหน้าที่ทั่ว ๆ ไป และ รีจิสเตอร์ที่ทำหน้าที่เฉพาะงาน

A	F	A'	F'	I	R
B	C	B'	C'	IX	
D	E	D'	E'	IY	
H	L	H'	L'	SP	
				PC	

รูปที่ 2.2 แสดงรีจิสเตอร์ต่าง ๆ ภายใน Z - 80

6.1 รีจิสเตอร์ที่ทำหน้าที่ทั่ว ๆ ไป แบ่งเป็นรีจิสเตอร์หลัก ได้แก่ A,B,C,D,E,H และ L มีความจุขนาด 8 บิต รีจิสเตอร์เหล่านี้ใช้ในการเก็บข้อมูลชั่วคราว นอกจากนี้ยังสามารถรับข้อมูลจากหน่วยความจำหรืออาจจะทำการย้ายข้อมูลไปเก็บไว้ในหน่วยความจำก็ได้ และรีจิสเตอร์สำรองได้แก่ A',B',C',D',E',H' และ L' ซึ่งเป็นรีจิสเตอร์ที่ทำหน้าที่เก็บข้อมูลที่มาจากรีจิสเตอร์หลัก ในกรณีที่ต้องใช้รีจิสเตอร์หลักในการทำงานอย่างอื่นก่อน ดังนั้นรีจิสเตอร์กลุ่มนี้จึงไม่สามารถกระทำขบวนการทางคณิตศาสตร์และลอจิกได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รีจิสเตอร์ A เรียกว่า แอคคิวมูเลเตอร์ (Accumulator) ทำหน้าที่เก็บข้อมูลชั่วคราวที่ได้จากการทำกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เช่น บวก หรือ ลบ ข้อมูล 2 จำนวน ผลลัพธ์ที่ได้จะเก็บไว้ในรีจิสเตอร์ A นี้ นอกจากนี้ในการปฏิบัติตามคำสั่งที่ใช้กับข้อมูลขนาด 16 บิต Z-80 จะนำเอารีจิสเตอร์แฟลก F (Flag Register) มาใช้ร่วมกับรีจิสเตอร์ A เรียกว่า คูรีจิสเตอร์ AF ซึ่งมีขนาด 16 บิต นอกจากนี้ยังมีคูรีจิสเตอร์ 16 บิต อื่น ๆ อีก คือ BC, DE และ HL

**6.2 รีจิสเตอร์ที่ใช้เฉพาะอย่าง** ได้แก่ รีจิสเตอร์ I, R, IX, IY, SP และ PC ซึ่งมีหน้าที่ต่าง ๆ ดังนี้

รีจิสเตอร์ I (Interrupt Page Address Register) เมื่อมีการอินเตอร์รัพท์เกิดขึ้นจำเป็นต้องบอกตำแหน่งของหน่วยความจำที่เก็บโปรแกรมตอบสนองการอินเตอร์รัพท์ รีจิสเตอร์ I จะทำหน้าที่เก็บค่า 8 บิตบนของตำแหน่งข้อมูลในหน่วยความจำ ส่วนค่า 8 บิตล่างจะป้อนจากภายนอกให้แก่ ซีพียู ค่าทั้งสองจะประกอบกันเป็นค่าแอดเดรสที่ประกอบตำแหน่งที่ระบุตำแหน่งของโปรแกรมการตอบสนองการอินเตอร์รัพท์

รีจิสเตอร์ R (Memory Refresh Register) เป็นรีจิสเตอร์ขนาด 7 บิต ที่ถูกใช้ในการรีเฟรชไดนามิกแรม (Refresh Dynamic Ram) และค่ารีจิสเตอร์ R จะเพิ่มขึ้นเองอัตโนมัติ ในทุก ๆ ครั้งที่มีการเฟรชคำสั่งจากหน่วยความจำ

รีจิสเตอร์ IX และ IY (Index Register) เป็นรีจิสเตอร์ที่มีขนาด 16 บิต มีประโยชน์ในการบ่งบอกตำแหน่งในหน่วยความจำแบบ อินเด็กแอดเดรสติ้งโหมด (Index Addressing Mode) โดยจะกำหนดให้ค่าในอินเด็กรีจิสเตอร์ (Index Register) เป็นค่าอ้างอิง แล้วใช้คำสั่งบ่งบอกว่าตำแหน่งของข้อมูลที่ต้องการอยู่ห่างจากค่าอ้างอิงนี้เท่าใด โดยจะบอกค่าระยะห่างในรูปของ ทูคอมพลิเมนต์ (Two's Complement)

รีจิสเตอร์ SP (Stack Pointer) มีขนาด 16 บิต ในหน่วยความจำชนิดแรม (RAM) จะมีส่วนหนึ่งที่ถูกกำหนดให้เป็นที่เก็บข้อมูลชั่วคราว ส่วนนี้เรียกว่าสแตก (Stack) ซึ่งมีลักษณะการเก็บข้อมูลแบบ LIFO (Last In First Out) เราสามารถที่จะเก็บข้อมูลลงบนสแตกโดยใช้คำสั่ง PUSH และเมื่อต้องการดึงข้อมูลออกมาจากสแตกต้องใช้คำสั่ง POP

รีจิสเตอร์ PC (Program Counter) เป็นรีจิสเตอร์ขนาด 16 บิต ที่ใช้ในการเก็บตำแหน่งของหน่วยความจำที่ ซีพียู จะเฟรชคำสั่งหลังจากที่เฟรชคำสั่งเรียบร้อยแล้ว ค่าในรีจิสเตอร์ PC จะเพิ่มขึ้นและจะชี้ไปยังคำสั่งถัดไป เราจะสามารถเปลี่ยนแปลงค่าใน PC ได้โดยคำสั่ง CALL และ JUMP

รีจิสเตอร์ F (Flag Register) จะประกอบด้วย

Sign Flag (S) : แฟลกเครื่องหมาย

Zero Flag (Z) : แฟลกศูนย์

Half Carry Flag (H) : แฟลกทศครึ่ง

Parity/Overflow Flag (P/V) : แฟลกพาริตี หรือโอเวอร์โฟลว์

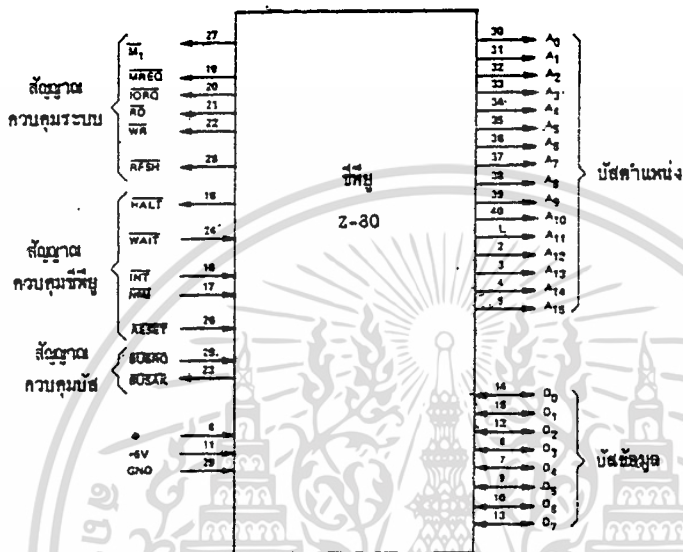
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สงวนในวงจำกัดของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี มีข้อควรระวังในการใช้ ไม่ควรนำเอกสารนี้ไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากทางมหาวิทยาลัยฯ หากมีข้อสงสัยหรือต้องการข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อฝ่ายประชาสัมพันธ์ โทร. 02-430-1000 หรือ 02-430-1001

Subtract Flag ( N ) : แผลกลับ

Carry Flag ( C ) : แผลกตัวทศ

รายละเอียดของขา Z - 80

ไมโครโปรเซสเซอร์ Z-80 บรรจุอยู่ในไอซีขนาดมาตรฐานอุตสาหกรรม ( Industry Standard ) แบบ Dual In-line Package ( DIP ) ดังแสดงไว้ในรูปที่ 2.3 และหน้าที่แต่ละขาจะได้อธิบายต่อไปนี้



รูปที่ 2.3 แสดงขาต่าง ๆ ของ ชิพ Z- 80

**A0-A15 ( Address Bus ) :** เป็นขาสัญญาณเอาต์พุตแบบไตรสเตต ( Tri State ) ใช้บ่งบอกตำแหน่งหน่วยความจำได้ถึง 2 ยกกำลัง 16 เท่ากับ 65536 ตำแหน่ง A0-A7 จะแสดงตำแหน่งของพอร์ทที่ Z- 80 ต้องการติดต่อด้วย นอกจากนี้ขา A0-A6 จะให้ค่ารีเฟรชแอดเดรสออกมาขณะที่ Z-80 ให้สัญญาณรีเฟรช

**D0-D7 ( Data Bus ) :** เป็นขาสัญญาณอินพุต / เอาต์พุต ไตรสเตต แบบสองทิศทางซึ่งเป็นทางผ่านของข้อมูลระหว่าง Z-80 กับหน่วยความจำของอุปกรณ์ อินพุต/ เอาต์พุต

**M 1 ( Machine Cycle One ) :** เป็นขาเอาต์พุตแอกทีฟที่ลจิก “ 0 ” ขา  $\overline{M1}$  นี้จะแอกทีฟที่ขาที่ Z-80 ทำการเฟรชขอฟลอคของคำสั่ง ในกรณีที่คำสั่งที่จะเฟรชเข้ามานั้นมีขนาด 2 ไบท์  $\overline{M1}$  จะแอกทีฟในทุก ๆ ไชเคิลการเฟรชแต่ละไบท์

**MREQ ( Memory Request ) :** เป็นสายเอาต์พุตแบบไตรสเตตแอกทีฟที่ลจิก “ 0 ” เพื่อเป็นการบ่งบอกว่า Z- 80 กำลังกระทำการติดต่อกับหน่วยความจำ

**IORQ ( Input / Output Request ) :** เป็นสายเอาต์พุตแบบไตรสเตตจะแอกทีฟที่ลจิก “ 0 ” เพื่อเป็นการบ่งบอกว่า Z- 80 กำลังทำการติดต่อกับอุปกรณ์ อินพุต / เอาต์พุต และเมื่อ  $\overline{IORQ}$  และ  $\overline{MI}$  แอกทีฟทั้งคู่จะเป็นการบ่งบอกการตอบรับการอินเตอร์รัพท์ ( Interrupt Acknowledge )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RD ( Memory Read ) : เป็นขาเอาต์พุทไตรสเตทจะแอกทีฟที่ลอจิก “ 0 ” เมื่อ Z- 80 ต้องการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำหรืออุปกรณ์ อินพุท / เอาต์พุท และ Z- 80 จะรับข้อมูลจากบัสข้อมูลเข้ามาเมื่อสัญญาณนี้เปลี่ยนระดับลอจิกจาก “ 0 ” เป็น “ 1 ”

WR ( Memory Write ) : เป็นขาเอาต์พุทแบบไตรสเตทจะแอกทีฟที่ลอจิก “ 0 ” เมื่อ Z- 80 ต้องการส่งข้อมูลไปให้หน่วยความจำหรืออุปกรณ์ อินพุท / เอาต์พุท

RFSH ( Refresh ) : เป็นขาเอาต์พุทจะแอกทีฟเมื่อ 7 บิตล่าง ( A0-A6 ) ของบัสแอดเดรสให้ค่ารีเฟรชออกมา

HALT ( Halt State ) : เป็นขาเอาต์พุทจะแอกทีฟที่ลอจิก “ 0 ” เมื่อ Z- 80 อยู่ในสภาวะของการ HALT คือ ซีพียู จะทำคำสั่ง NOP ( No Operation ) เพื่อให้เกิดการรีเฟรชได้และ Z- 80 จะหลุดพ้นจากสภาวะการ HALT เมื่อได้รับการรีเซ็ตหรือถูกอินเตอร์รัพท์

WAIT : เป็นขาอินพุทแอกทีฟที่ลอจิก “ 0 ” และจะมีการตรวจสอบสัญญาณนี้ที่ขอบขาของคล็อกลูกที่ 2 ของทุกแมชชีนไซเคิล ( Machine Cycle ) เมื่อมีการตรวจสอบพบว่าขาอินพุทนี้แอกทีฟจะมีการแทรก เวทสเตท ( Wait State ) ให้กับแต่ละ แมชชีนไซเคิล เพื่อการรอให้อุปกรณ์ภายนอกทำงานให้ทันกับการทำงานของ Z- 80 และ Z- 80 จะแทรกเวทสเตท จนกว่าจะมีการตรวจสอบพบว่าขา เวท ( WAIT ) จะมีลอจิกเป็น “ 1 ”

INT ( Interrupt Request ) : เป็นขาอินพุทแอกทีฟที่ลอจิก “ 0 ” Z- 80 จะตรวจสอบระดับสัญญาณที่ขานี้ทุก ๆ การสิ้นสุดของ Instruction Cycle ( Last State )

NMI ( Non Maskable Interrupt ) : เป็นขาอินพุทแอกทีฟที่ลอจิก “ 0 ” สัญญาณ NMI เป็นสัญญาณที่มีระดับความสำคัญในการขออินเตอร์รัพท์สูงกว่าสัญญาณ INT ซีพียูจะตอบรับการอินเตอร์รัพท์ชนิดนี้เสมอโดยที่เราไม่สามารถดิสเอเบิล ( Disable ) ได้ด้วย ซอฟแวร์ (Software)

RESET : เป็นขาอินพุทที่แอกทีฟที่ลอจิก “ 0 ” สัญญาณนี้จะทำการอินิเชียลไลซ์ ซีพียู ( Initialize CPU ) โดยทำการรีเซ็ต อินเตอร์รัพท์ ฟลิปฟลอป ( Interrupt Flip-Flop ) และเซ็ทค่าในโปรแกรมเคาน์เตอร์ ( Program Counter ) ให้เป็น 0000H และในสภาวะการรีเซ็ตนี้ บัสแอดเดรสและบัสข้อมูลจะอยู่ในสภาวะความต้านทานสูง ( High Impedance ) และสัญญาณควบคุมต่าง ๆ จะอยู่ในสภาวะไม่แอกทีฟ ( Inactive )

BUSRQ ( Bus Request ) : จะเป็นอินพุทแอกทีฟที่ลอจิก “ 0 ” สัญญาณ BUSRQ เป็นสัญญาณที่มีลำดับความสำคัญสูงกว่าสัญญาณ NMI และมีการตรวจสอบสัญญาณนี้ทุก ๆ การสิ้นสุดของ แมชชีนไซเคิล ( Machine Cycle ) อุปกรณ์ภายนอกจะให้สัญญาณนี้แก่ Z- 80 เมื่อต้องการใช้บัสข้อมูลและบัสแอดเดรส โดยเปรียบเสมือนว่าเป็นการถอด Z- 80 ออกจากระบบบัส

BUSAK ( Bus Acknowledge ) : เป็นขาเอาต์พุทแอกทีฟที่ลอจิก “ 0 ” ขานี้จะแอกทีฟเมื่อ Z- 80 ตอบสนองต่อสัญญาณ BUSRQ และจะทำให้บัสข้อมูล, บัสควบคุมและบัสแอดเดรสมีสถานะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นไฮอิมพีแดนซ์ ( High Impedance ) ซึ่งทำให้อุปกรณ์ภายนอกใช้บััสเหล่านี้ได้โดยไม่มีผลต่อ ซีพียู

$\Phi$  ( Clock ) : เป็นขาที่รับสัญญาณนาฬิกาซึ่งเป็นเพียงเฟสเดียว ใช้ระดับสัญญาณแบบทีทีแอล ( TTL ) และต้องมีตัวต้านทานเพื่อ พูลอัพ ( Pull Up ) ค่า 330 โอห์ม หนึ่งตัว เพื่อต่อกับแหล่งจ่ายไฟ 5 โวลต์ Z- 80 ทำงานได้ที่สัญญาณนาฬิกาไม่เกิน 2.5 MHz Z-80A ทำงานได้ไม่เกิน 4 MHz และ Z- 80B ทำงานได้ไม่เกิน 6 MHz

### ชุดคำสั่งของ Z- 80

ไมโครโปรเซสเซอร์ Z - 80 . มีคำสั่งจำนวน 158 คำสั่ง ซึ่งคำสั่งต่าง ๆ เหล่านี้ อาจแบ่งออกเป็นกลุ่มตามลักษณะของการทำงานได้ทั้งหมด 11 กลุ่ม ดังนี้คือ

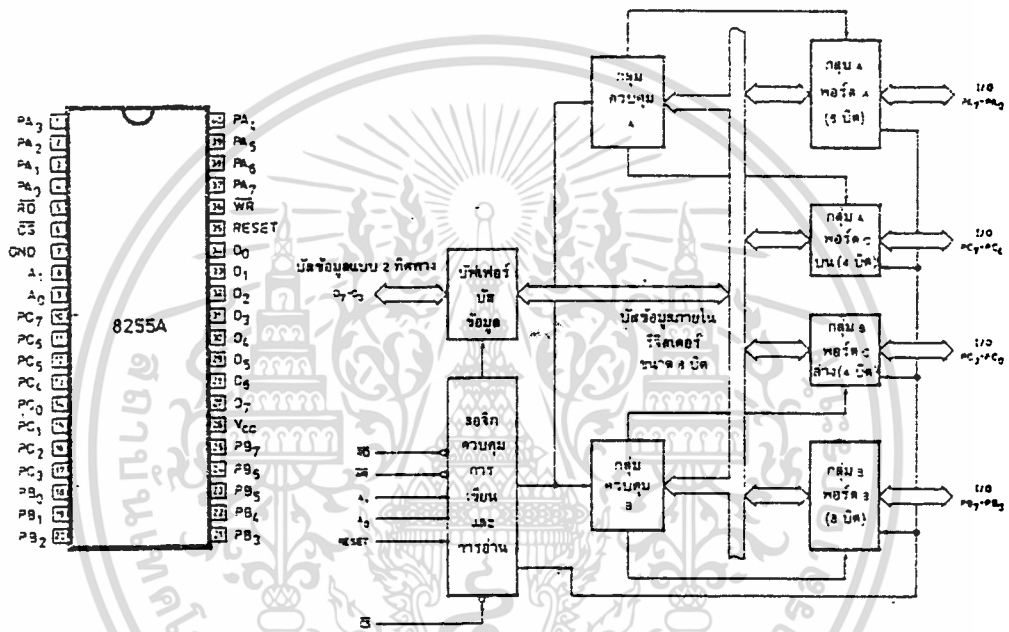
1. กลุ่มการโอนย้ายข้อมูลขนาด 8 บิต ( 8 Bit Load )
2. กลุ่มการโอนย้ายข้อมูลขนาด 16 บิต ( 16 Bit Load )
3. กลุ่มการแลกเปลี่ยนข้อมูล โอนย้ายข้อมูลเป็นกลุ่มและการค้นหา ( Exchange Block Transfer and Search )
4. กลุ่มการทำทางคณิตศาสตร์และลอจิกขนาด 8 บิต ( 8 Bit Arithmetic and Logical )
5. กลุ่มการทำทางคณิตศาสตร์ทั่วไปและควบคุมการทำงานของซีพียู ( General Purpose Arithmetic and CPU Control )
6. กลุ่มการทำทางคณิตศาสตร์ขนาด 16 บิต ( 16 Bit Arithmetic )
7. กลุ่มการหมุนและเลื่อนข้อมูล ( Rotate and Shift )
8. กลุ่มการเซต รีเซต และทดสอบบิต ( Bit Set , Reset and Test )
9. กลุ่มการกระโดด ( Jump )
10. กลุ่มการเรียกใช้และกลับจากโปรแกรมย่อย ( Call and Return )
11. กลุ่มการอินพุตและเอาต์พุต ( Input and Output )

## บทที่ 3

### การใช้งาน 8255 PPI

รายละเอียดเกี่ยวกับ 8255

8255 เป็นอุปกรณ์ LSI ( Large Scale Integrated Circuit ) บรรจุอยู่ในแพ็คเกจ ( Package ) 40 ขา แบบ DIP ( Dual In-Line Package ) ซึ่งแสดงไว้ในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมและการวางตำแหน่งขาของ 8255

ซึ่งหน้าที่ของแต่ละบล็อกมีดังต่อไปนี้

บล็อกกลุ่มแรกอยู่ทางขวาของรูปมีจำนวน 4 บล็อก ซึ่งได้แก่ พอร์ต A ( Port A ) ขนาด 8 บิต , พอร์ต B ( Port B ) ขนาด 8 บิต , พอร์ต C บน ( Port C Upper ) ขนาด 4 บิต , พอร์ต C ล่าง ( Port C Lower ) ขนาด 4 บิต ซึ่งจะเป็นส่วนที่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอกอื่น ๆ โดยมีสาย PA0-PA7, PB0-PB7, PC0-PC7 เป็นทางผ่านของข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ภายนอกกับ 8255 พอร์ตทั้งหมดดังกล่าวเหล่านี้สามารถเป็นได้ทั้งพอร์ตอินพุตและเอาต์พุต และแต่ละบล็อกจะมีสายสัญญาณเชื่อมเข้ากับบิตข้อมูลภายในของ 8255

บล็อกกลุ่มที่สองคือ Group A Control และ Group B Control ซึ่งจะเป็นตัวกำหนดลักษณะการทำงานน้ของทั้ง 3 อินพุต / เอาต์พุต พอร์ต ( I/O Port ) ( 8255 มีลักษณะการทำงานที่แตกต่างกันอยู่ 3 โหมด สามารถกำหนดได้โดยการโปรแกรมส่ง Control Word ให้กับ 8255 ) จากรูปจะเห็นว่า พอร์ต C ไม่ว่าการณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



นี้จะประกอบด้วยพอร์ทขนาด 4 บิต 2 พอร์ท กลุ่มหนึ่งจะถูกควบคุมโดย Group A Control และอีกกลุ่มหนึ่งจะถูกควบคุมโดย Group B Control

บล็อกกลุ่มสุดท้าย Data Bus Buffer และ Read/ Write Control Logic ซึ่งบล็อกเหล่านี้จะเป็นส่วนที่ติดต่อกับ ซีพียู ( CPU ) , Data Bus Buffer นี้จะเป็นบัฟเฟอร์ให้กับบัสข้อมูลของ ซีพียู ส่วน Read / Write Control Logic จะเป็นส่วนที่ควบคุมให้ข้อมูลเข้าหรือออกจากรีจิสเตอร์ภายในตัวที่ต้องการและในเวลาที่เหมาะสม

#### รายละเอียดขาของ 8255

D0-D7 : เป็นสายข้อมูลอินพุท/ เอาท์พุทแบบสองทิศทาง ( Bi Directional Bus ) จะเป็นทางผ่านของข้อมูลระหว่างพอร์ทต่าง ๆ ของ 8255 กับบัสข้อมูลของ Z- 80

$\overline{CS}$  ( Chip Select Input ) : เมื่อขานี้มีสถานะลอจิกเป็น " 0 " ซีพียูจะสามารถที่จะอ่านหรือเขียนข้อมูลกับ 8255 ได้

$\overline{RD}$  ( Read Input ) : เมื่อขานี้มีสถานะลอจิกเป็น " 0 " และสัญญาณ  $\overline{CS}$  มีลอจิกเป็น " 0 " ข้อมูลจาก 8255 จะปรากฏสู่ระบบบัสข้อมูล ซีพียู ก็จะสามารถอ่านข้อมูลออกไปได้ ( ในการตั้งชื่อของขาสัญญาณนี้จะถือเอา ซีพียู เป็นหลัก )

$\overline{WR}$  ( Write Input ) : เมื่อขานี้มีสถานะลอจิกเป็น " 0 " และขาสัญญาณ  $\overline{CS}$  มีลอจิกเป็น " 0 " ข้อมูลจากระบบบัสข้อมูลจะถูกเขียนเข้าไปยัง 8255 ได้

A0-A1 ( Port Address ) : จะเป็นตัวกำหนดเลือกใช้รีจิสเตอร์ภายในของ 8255

RESET : เมื่อขานี้มีสถานะเป็น " 1 " 8255 จะอยู่ในสภาวะรีเซ็ตทุก ๆ พอร์ทของ 8255 จะถูกเซ็ตให้อยู่ในโหมดอินพุท

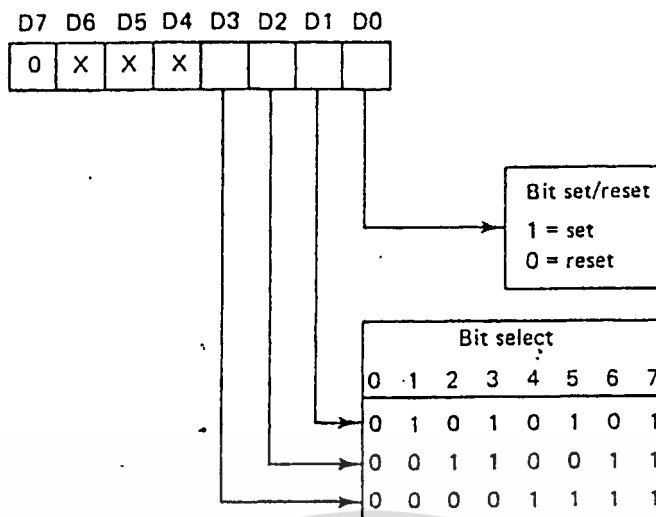
PA0-PA7, PBO-PB7 : ขาสัญญาณเหล่านี้จะถูกใช้เป็นพอร์ท อินพุท / เอาท์พุท ขนาด 8 บิต ใช้ต่อเข้ากับอุปกรณ์ภายนอกอื่น ๆ

PC0-PC7 : ขาสัญญาณนี้ถูกใช้เป็นพอร์ท อินพุท / เอาท์พุท ขนาด 8 บิตเช่นเดียวกับ PA0-PA7 และ PBO-PB7 แต่ละกลุ่มของขาสัญญาณเหล่านี้สามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มมีขนาด 4 บิตได้กลุ่มแรกจะใช้ควบคุม PBO-PB7 และกลุ่มที่ 2 ใช้ควบคุม PA0-PA7

#### การโปรแกรม 8255

ในการนำ 8255 ไปใช้งานได้นั้นจำเป็นที่จะต้องทำการโปรแกรมส่วนที่สำคัญดังต่อไปนี้

##### 1. เซ็ต Control Word ใน รีจิสเตอร์ควบคุมของ 8255



รูปที่ 3.3 การโปรแกรมบิตพอร์ท C ( ใช้เป็นเอาต์พุตเท่านั้น )

A <sub>1</sub>	A <sub>0</sub>	R <sub>D</sub>	W <sub>R</sub>	C <sub>S</sub>	
					Input operation (READ)
0	0	0	1	0	Port A → data bus
0	1	0	1	0	Port B → data bus
1	0	0	1	0	Port C → data bus
					Output operation (WRITE)
0	0	1	0	0	Data bus → port A
0	1	1	0	0	Data bus → port B
1	0	1	0	0	Data bus → port C
1	1	1	0	0	Data bus → control
					Disable function
X	X	X	X	1	Data bus → 3-state
1	1	0	1	0	Illegal condition
X	X	1	1	0	Data bus → 3-state

Source: Courtesy of Intel Corporation.

ตารางที่ 3.1 แสดงตารางความจริงของ 8255

3. ตารางความจริงของ 8255

เป็นการกำหนดการทำงานของ WR , RD , A<sub>0</sub> , A<sub>1</sub> , CS ซึ่งการทำงานทั้ง 5 ขา จะมีฟังก์ชันการทำงานดังตารางที่ 3.1

การทำงานในโหมด 0 ( Basic Register I/O )

การทำงานในโหมดนี้จะเป็นการทำงานแบบ Basic I/O ไม่มี Handshake ซึ่งแต่ละพอร์ทจะมีการกำหนดเป็นอินพุตและเอาต์พุตดังตารางที่ 3.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

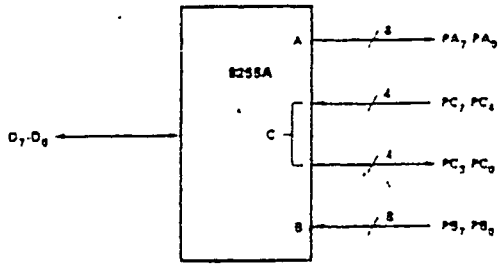
	MODE 0		MODE 1		MODE 2	
	IN	OUT	IN	OUT	GROUP A ONLY	
PA0	IN	OUT	IN	OUT	↔	
PA1	IN	OUT	IN	OUT	↔	
PA2	IN	OUT	IN	OUT	↔	
PA3	IN	OUT	IN	OUT	↔	
PA4	IN	OUT	IN	OUT	↔	
PA5	IN	OUT	IN	OUT	↔	
PA6	IN	OUT	IN	OUT	↔	
PA7	IN	OUT	IN	OUT	↔	
PB0	IN	OUT	IN	OUT	—	
PB1	IN	OUT	IN	OUT	—	
PB2	IN	OUT	IN	OUT	—	
PB3	IN	OUT	IN	OUT	—	
PB4	IN	OUT	IN	OUT	—	
PB5	IN	OUT	IN	OUT	—	
PB6	IN	OUT	IN	OUT	—	
PB7	IN	OUT	IN	OUT	—	
PC0	IN	OUT	INTR <sub>B</sub>	INTR <sub>B</sub>	I/O	
PC1	IN	OUT	IBF <sub>B</sub>	OBFB	I/O	
PC2	IN	OUT	STB <sub>B</sub>	ACK <sub>B</sub>	I/O	
PC3	IN	OUT	INTR <sub>A</sub>	INTR <sub>A</sub>	INTR <sub>A</sub>	
PC4	IN	OUT	STB <sub>A</sub>	I/O	STB <sub>A</sub>	
PC5	IN	OUT	IBF <sub>A</sub>	I/O	IBF <sub>A</sub>	
PC6	IN	OUT	I/O	ACK <sub>A</sub>	ACK <sub>A</sub>	
PC7	IN	OUT	I/O	OBFA	OBFA	

ตารางที่ 3.2 แสดงการกำหนดอินพุตและเอาต์พุตของแต่ละพอร์ท

ในการเซ็ท 8255 ให้อยู่ในโหมด 0 นั้นเราจะต้องส่งคำสั่งควบคุม ( Control Word ) ให้แก่รีจิสเตอร์ควบคุมก่อน คำสั่งควบคุมนี้จะกำหนดลักษณะการทำงานให้แก่แต่ละพอร์ทของ 8255 แล้วทำการส่งเข้าไปยัง พอร์ทควบคุม ( Control Port ) ของ 8255 หลังจากนั้นถึงจะมีการส่งและรับข้อมูลตามพอร์ทต่าง ๆ ที่ได้กำหนดกันเอาไว้ในคำสั่งควบคุม ซึ่งลักษณะของการรับส่งข้อมูลของแต่ละพอร์ทพร้อมทั้งคำสั่งควบคุมดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.4

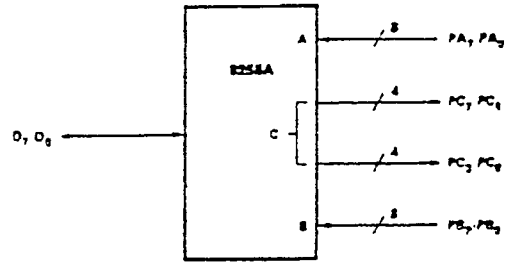
CONTROL WORD #6

D <sub>7</sub>	D <sub>6</sub>	D <sub>5</sub>	D <sub>4</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>0</sub>
1	0	0	0	1	0	1	0



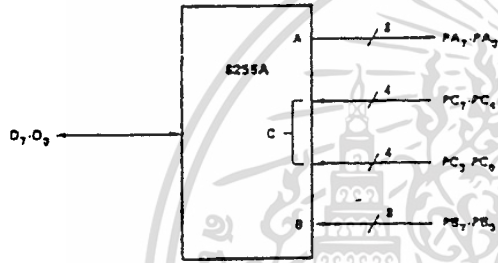
CONTROL WORD #10

D <sub>7</sub>	D <sub>6</sub>	D <sub>5</sub>	D <sub>4</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>0</sub>
1	0	0	1	0	0	1	0



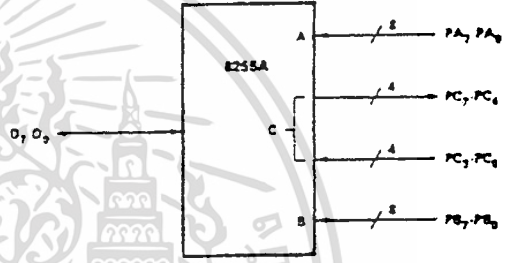
CONTROL WORD #7

D <sub>7</sub>	D <sub>6</sub>	D <sub>5</sub>	D <sub>4</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>0</sub>
1	0	0	0	1	0	1	1



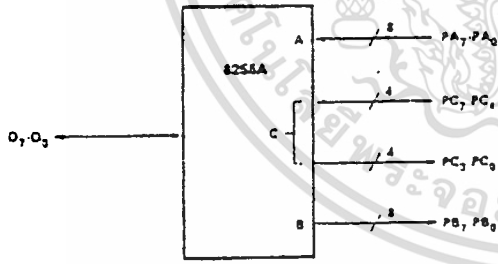
CONTROL WORD #11

D <sub>7</sub>	D <sub>6</sub>	D <sub>5</sub>	D <sub>4</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>0</sub>
1	0	0	1	0	0	1	1



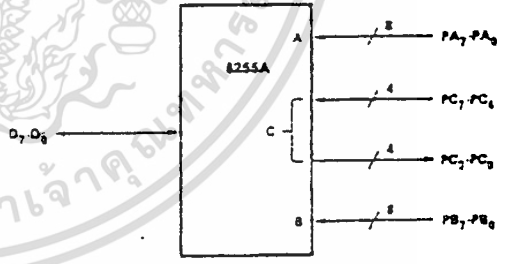
CONTROL WORD #12

D <sub>7</sub>	D <sub>6</sub>	D <sub>5</sub>	D <sub>4</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>0</sub>
1	0	0	1	1	0	0	0



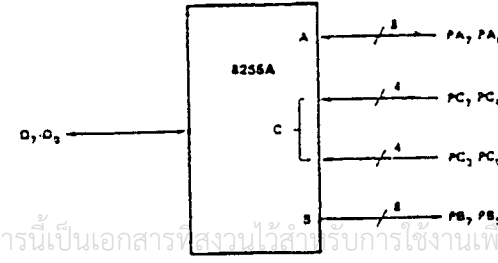
CONTROL WORD #14

D <sub>7</sub>	D <sub>6</sub>	D <sub>5</sub>	D <sub>4</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>0</sub>
1	0	0	1	1	0	1	0



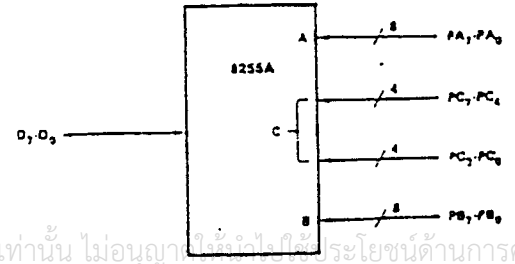
CONTROL WORD #13

D <sub>7</sub>	D <sub>6</sub>	D <sub>5</sub>	D <sub>4</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>0</sub>
1	0	0	1	1	0	0	1



CONTROL WORD #15

D <sub>7</sub>	D <sub>6</sub>	D <sub>5</sub>	D <sub>4</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>0</sub>
1	0	0	1	1	0	1	1



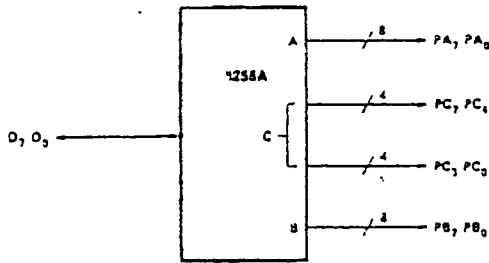
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.4 คำคำสั่งควบคุมและลักษณะการต่อของแต่ละพอร์ต

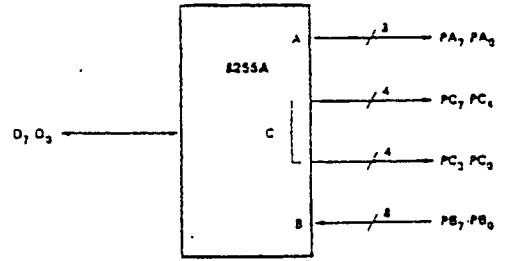
CONTROL WORD #0

D <sub>7</sub>	D <sub>6</sub>	D <sub>5</sub>	D <sub>4</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>0</sub>
1	0	0	0	0	0	0	0



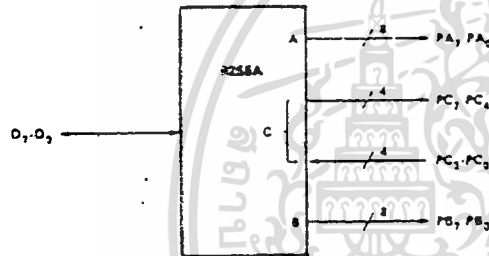
CONTROL WORD #2

D <sub>7</sub>	D <sub>6</sub>	D <sub>5</sub>	D <sub>4</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>0</sub>
1	0	0	0	0	0	1	0



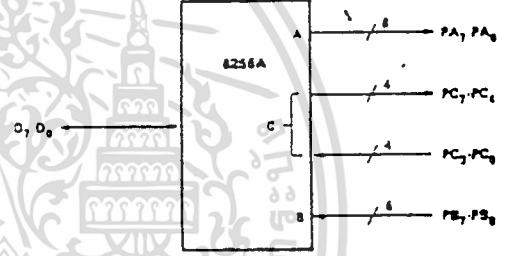
CONTROL WORD #1

D <sub>7</sub>	D <sub>6</sub>	D <sub>5</sub>	D <sub>4</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>0</sub>
1	0	0	0	0	0	0	1



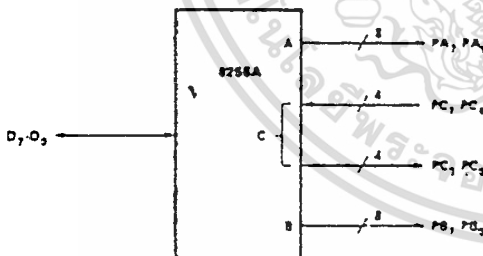
CONTROL WORD #3

D <sub>7</sub>	D <sub>6</sub>	D <sub>5</sub>	D <sub>4</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>0</sub>
1	0	0	0	0	0	1	1



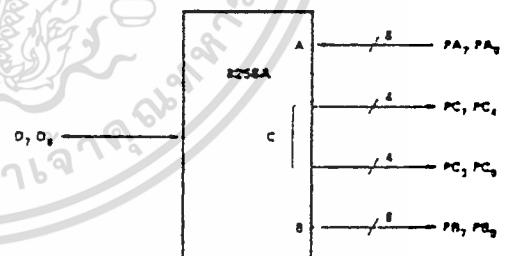
CONTROL WORD #4

D <sub>7</sub>	D <sub>6</sub>	D <sub>5</sub>	D <sub>4</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>0</sub>
1	0	0	0	1	0	0	0



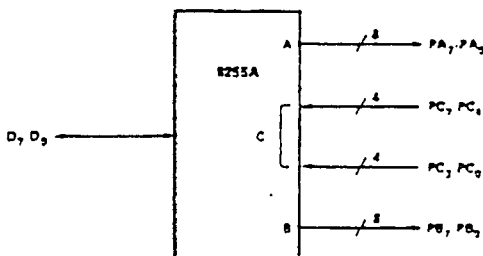
CONTROL WORD #8

D <sub>7</sub>	D <sub>6</sub>	D <sub>5</sub>	D <sub>4</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>0</sub>
1	0	0	1	0	0	0	0



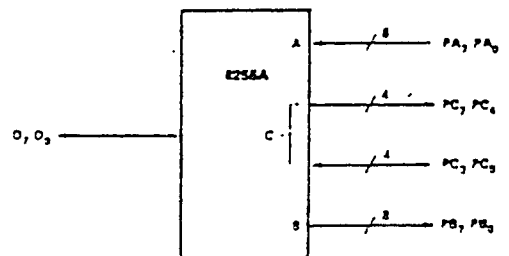
CONTROL WORD #5

D <sub>7</sub>	D <sub>6</sub>	D <sub>5</sub>	D <sub>4</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>0</sub>
1	0	0	0	1	0	0	1



CONTROL WORD #9

D <sub>7</sub>	D <sub>6</sub>	D <sub>5</sub>	D <sub>4</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>0</sub>
1	0	0	1	0	0	0	1



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้  
 รูปที่ 3.4 ( ต่อ ) คำคำสั่งควบคุมและลักษณะการต่อของแต่ละพอร์ต

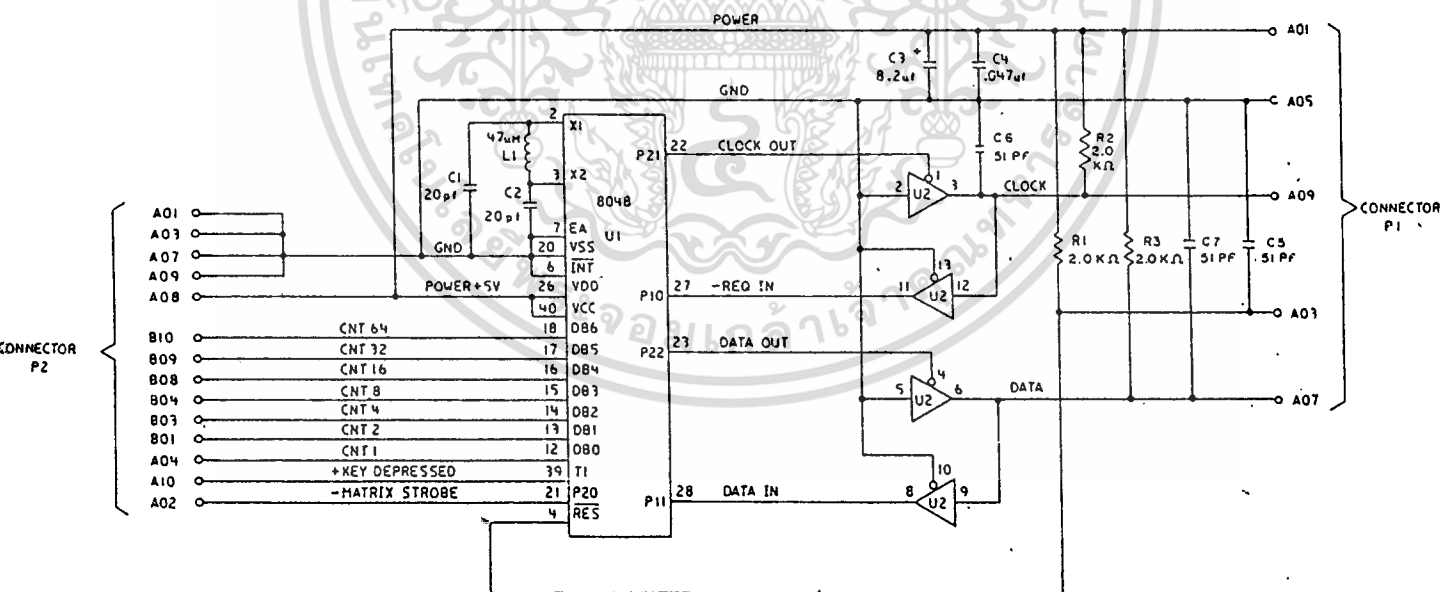
## บทที่ 4

### คีย์บอร์ดเบื้องต้น

#### โครงสร้างคีย์บอร์ด

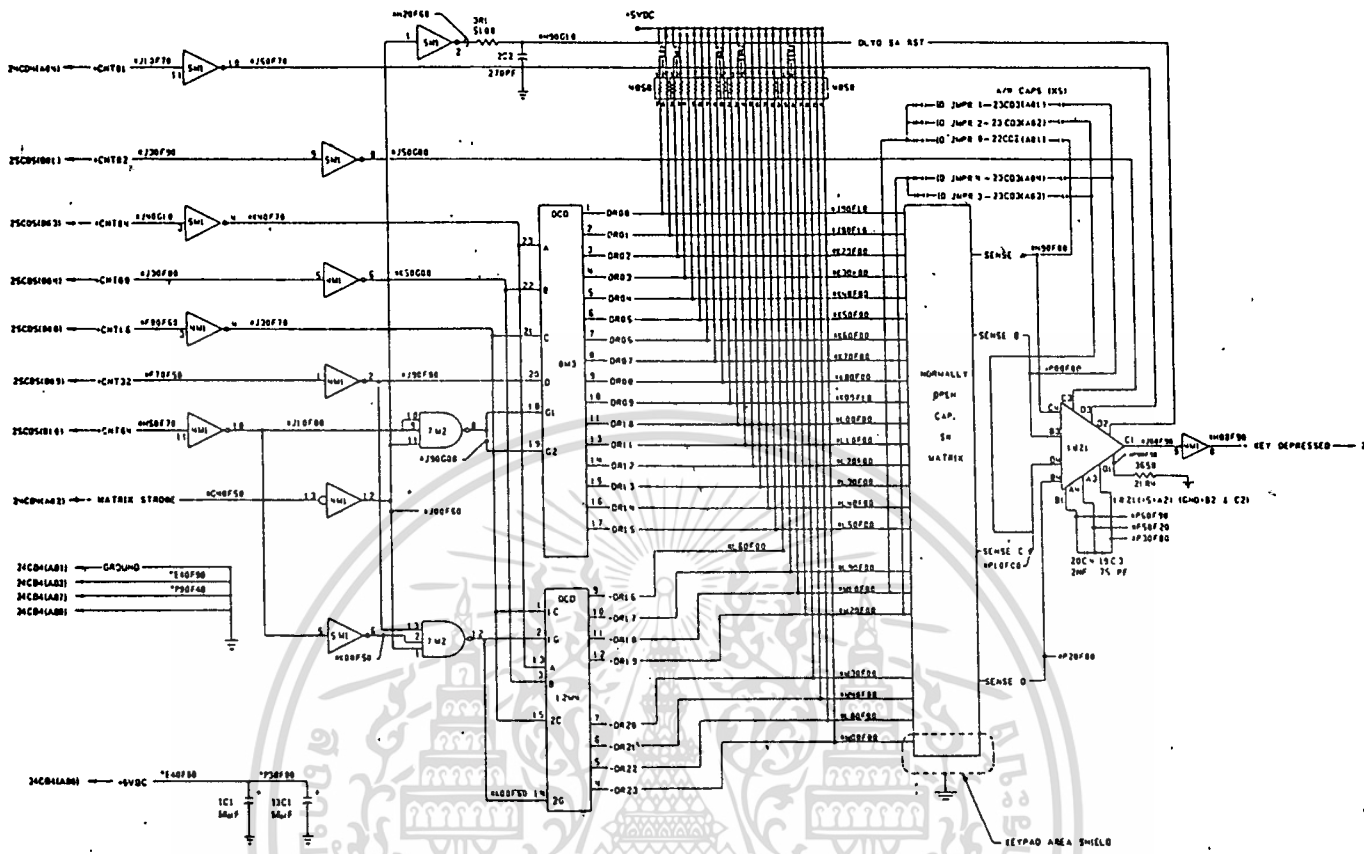
ตัวคีย์บอร์ดในที่นี้ใช้ขนาด 101 คีย์ ซึ่งใช้กันอยู่ในปัจจุบัน บนคีย์บอร์ดจะมีไมโครโปรเซสเซอร์ 8048 1 ตัว ทำหน้าที่ในการสแกนคีย์บอร์ดและส่งค่ารหัสสแกน ( Key Scan Code ) มายังเมนบอร์ด ( Main Board ) โดยการทำงานเมื่อมีการกดคีย์ ไมโครโปรเซสเซอร์ก็จะรับรู้และส่งข้อมูลออกมาตามค่ารหัสสแกนคีย์นั้น ๆ

การส่งข้อมูลออกนี้จะส่งออกทางพอร์ต 2 ขา 2 และส่งสัญญาณคล็อกออกทางพอร์ต 2 ขา 1 ตามค่ารหัสสแกนคีย์ที่ได้รับจากการกดคีย์โดยจะอ่านเข้าทางขาคาดำบัส ( Data Bus - DB ) ดังแสดงในรูปที่ 4.1 และโครงสร้างของคีย์บอร์ดแสดงในรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.1 แสดงวงจรภายในคีย์บอร์ด

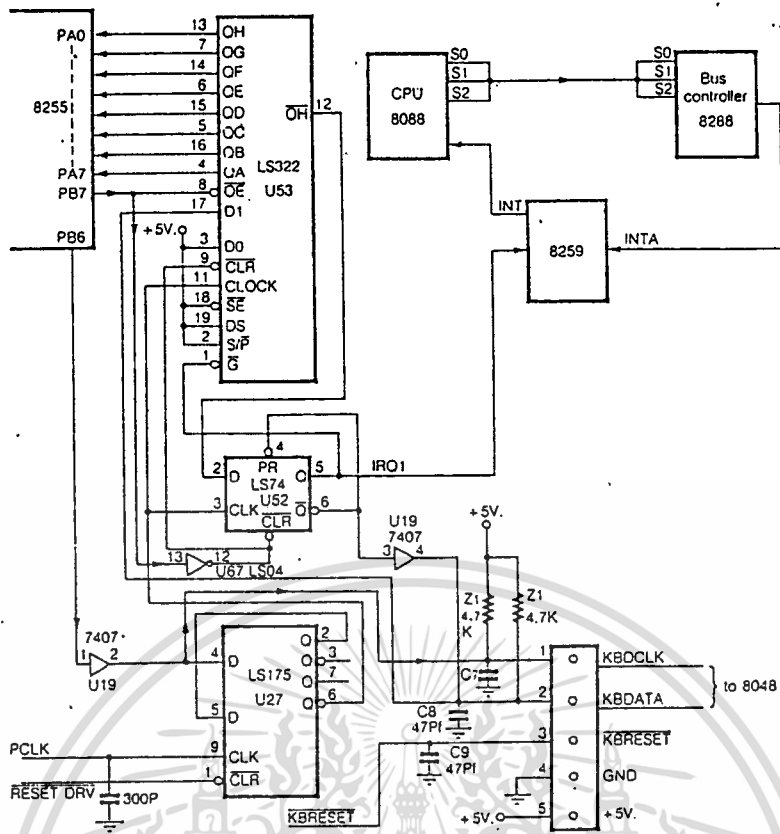
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 แสดงวงจรภายในคีย์บอร์ด ( ต่อ )

การเชื่อมต่อคีย์บอร์ด

ในการเชื่อมต่อคีย์บอร์ดนั้น โครงสร้างทางฮาร์ดแวร์ ( Hardware ) มีการทำงานในลักษณะที่ซับซ้อนพอสมควร กล่าวคือ โครงสร้างของอินพุตจากคีย์บอร์ดนี้ทำงานร่วมกับอินเทอร์รัพท์ ( Interrupt ) ด้วย โครงสร้างของคีย์บอร์ดที่ต่อกับเมนบอร์ด ( Main Board ) จะใช้สายเชื่อมโยง 5 เส้น โดยมีรายละเอียดบล็อกโคแแกรมโครงสร้างการเชื่อมโยงได้จากรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 โครงสร้างการเชื่อมโยงคีย์บอร์ดกับเมนบอร์ด

สังเกตว่าคีย์บอร์ดของไมโครคอมพิวเตอร์ 16 บิต นี้มีสายที่สำคัญคือ ไฟบวก 5 โวลต์ , กราวด์, สายสัญญาณข้อมูล ( Data Bus ) , สายสัญญาณนาฬิกา ( Clock ) , สัญญาณรีเซต (Reset ) ลักษณะของหัวต่อจะเป็นหัวต่อแบบ DIN โดยมีโคดะแกรมของหัวต่อดังในรูปที่ 4.4



คอนเนคเตอร์สำหรับ คีย์บอร์ดแบบ DIN (5 ขา)

- ขาที่ 1 : สัญญาณนาฬิกาคีย์บอร์ด ( Keyboard Clock )
- ขาที่ 2 : สัญญาณข้อมูลคีย์บอร์ด ( Keyboard Data )
- ขาที่ 3 : สัญญาณรีเซตคีย์บอร์ด ( Keyboard Reset )
- ขาที่ 4 : กราวด์ ( Ground )
- ขาที่ 5 : ไฟบวก 5 โวลต์ ( +5 Volts )

รูปที่ 4.4 แสดงหัวต่อแบบ DIN ของคีย์บอร์ดและสัญญาณของแต่ละขา

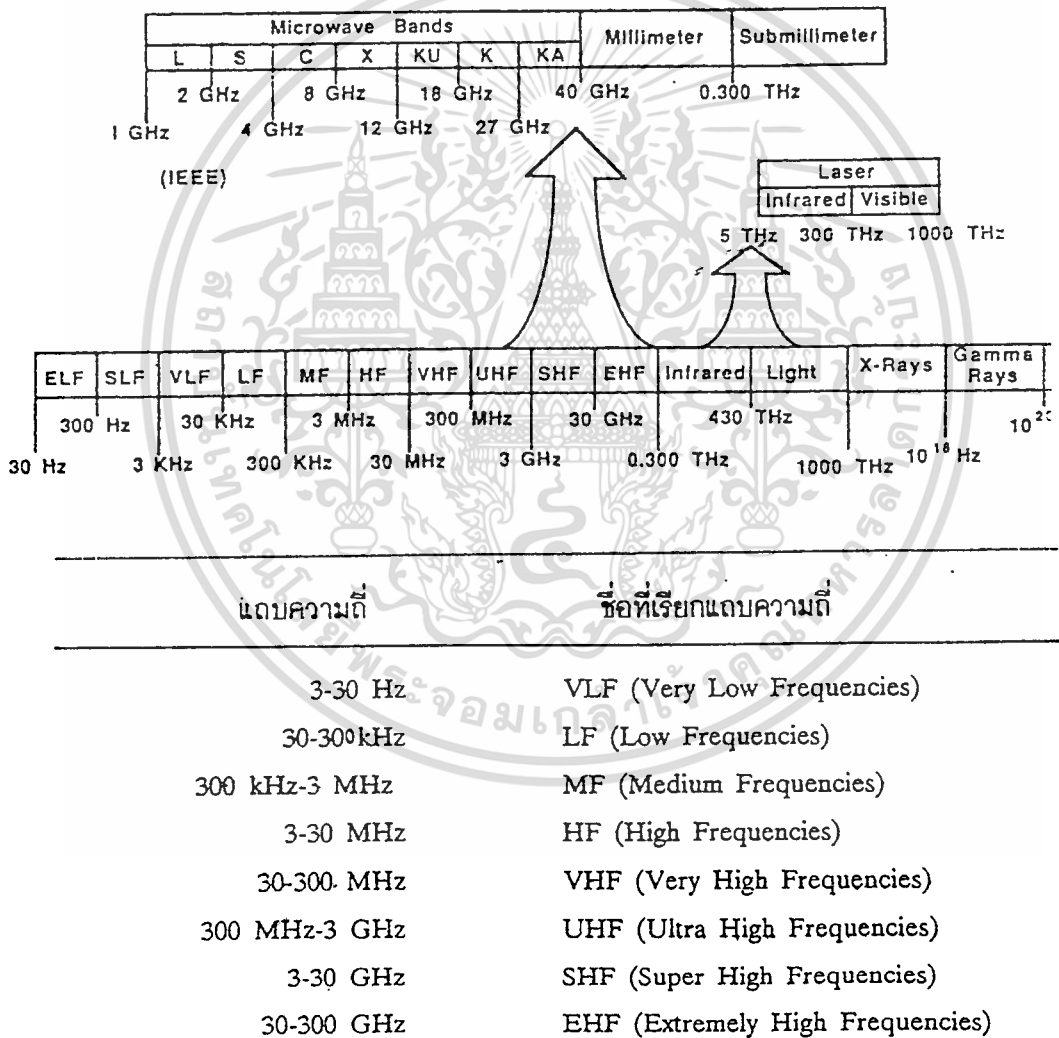
# บทที่ 5

## คุณสมบัติของแสงอินฟราเรด

### 5.1 พื้นฐานของแสง

#### การแยกคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ( Electromagnetic Spectrum )

ตามธรรมชาติของแสงที่เรามองเห็นกันอยู่ทุกวันนี้เป็นเพียงส่วนเล็กน้อยของช่วงแถบระยะคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กราฟที่แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของความยาวคลื่น ตามรูปที่ 5.1 ซึ่งมีความยาวคลื่นเป็น มิลลิไมครอน ( millimicron ) , นาโนไมครอน ( nanomicron )



รูปที่ 5.1 สเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## หน่วยความยาวคลื่น

$$1 \text{ micron} = 1 \times 10^{-6} \text{ metre} = 1 \mu$$

$$1 \text{ millimicron} = 1 \times 10^{-9} \text{ metre} = 1 \text{ มม}$$

$$1 \text{ nanomicron} = 1 \times 10^{-12} \text{ metre} = 1 \text{ นม}$$

ความถี่และความยาวคลื่นของพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้านี้สัมพันธ์กับความเร็วแสงจะได้จากสมการ

$$c = f \cdot \lambda$$

โดยที่  $c$  = ความเร็วของแสงมีค่าเท่ากับ  $3 \times 10^8$  เมตร/วินาที (m/s)

$f$  = ความถี่ มีหน่วยเป็น เฮิรตซ์ (Hz)

$\lambda$  = ความยาวคลื่นมีหน่วยเป็น เมตร (m)

ทฤษฎีของควอนตัมของแพลงค์กล่าวว่า แหล่งกำเนิดพลังงานจะไม่แผ่หรือปล่อยพลังงานออกมาอย่างต่อเนื่องแต่จะปล่อยออกมาเป็นกลุ่ม ๆ และมีหน่วยขนาดของกลุ่มเรียกว่า “ควอนตัม (Quantum)” สำหรับการแผ่พลังงานแม่เหล็กไฟฟ้า เรียกว่า “โฟตอน (Photon)” ซึ่งอาจถือว่าเป็นอนุภาคแผ่ (Radiation) ที่เกิดจากสสารได้ พลังงานแผ่มีคุณสมบัติของคลื่น และจะเคลื่อนที่ผ่านระหว่างที่ว่าง (Free Space) ด้วยความเร็วของแสง และค่าของพลังงาน 1 โฟตอน คือ

$$1 \text{ Photon} = h \cdot f \text{ (Joules)}$$

โดยที่  $h$  = ค่าคงตัวของแพลงค์ มีค่าเท่ากับ  $6.625 \times 10^{-34}$  J.S

$f$  = ค่าความถี่ของการแผ่ (Hz)

ความถี่ของกำลังงานการแผ่แม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Radiation) มีช่วงความกว้างมาก ดังแสดงในตารางที่ 5.1

ชนิด	ความยาวคลื่น (m)	ความถี่ (Hz)	พลังงานควอนตัม(eV)
วิทยุ	$1 \times 10^4 - 1 \times 10^{-3}$	$3 \times 10^4 - 3 \times 10^{11}$	$1.2 \times 10^{-10} - 1.2 \times 10^3$
อินฟราเรด	$1 \times 10^{-3} - 7 \times 10^7$	$3 \times 10^{11} - 4 \times 10^{14}$	$1.2 \times 10^{-3} - 1.7$
Visible	$7 \times 10^{-7} - 4 \times 10^7$	$4 \times 10^4 - 7 \times 10^4$	1.7 - 3
Ultra	$4 \times 10^7 - 1 \times 10^{-9}$	$7 \times 10^{14} - 3 \times 10^{17}$	3 - $1.2 \times 10^3$
X - Rays	$1 \times 10^{-9} - 1 \times 10^{-11}$	$3 \times 10^{17} - 3 \times 10^{19}$	$1.2 \times 10^3 - 1.2 \times 10^5$
Rays	$1 \times 10^{-11} - 1 \times 10^{-19}$	$3 \times 10^{19} - 3 \times 10^{21}$	$1.2 \times 10^5 - 1.2 \times 10^7$

ตารางที่ 5.1 พลังงานแผ่แม่เหล็กไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเร็วของพลังงานแผ่ในที่ว่างหรือในอากาศ  $C = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$

### Relative Process มี 2 แบบ

1. เกิดจาก Electron และ Hole และส่วนที่อยู่ใกล้ ๆ กับ junction ซึ่งจะให้ Photon Energy ประมาณค่าเท่ากับ Band Gap Energy ซึ่งมีค่าค่อนข้างสูง

2. จากการที่ Electron และ Hole จะเคลื่อนที่มารวมกันบริเวณ Trap Level Photon จะมีพลังงานเท่ากับ Energy Gap ปล่อยด้วยค่า Binding Energy และจาก Process ทั้งสองจะได้ โฟตอนออกมา ซึ่งจะมีค่าความยาวคลื่นตามสมการข้างล่างนี้

$$\lambda = 1240 / \Delta E$$

$\Delta E =$  ค่าความแตกต่างของพลังงานมีหน่วยเป็น Electron Volt ( eV )

จากที่กล่าวมาจะเห็นว่า ถ้าใช้สารต่างชนิดกัน ค่า  $\Delta E$  จะแตกต่างกันออกไป ซึ่งเราสามารถดูได้จากตารางที่ 5.2

Material	Band Gap Energy	Emission ( nm )	Transition Type
Ge	0.66	1880	Indirection
Si	1.09	1140	Indirection
GaAs	1.43	910	Direction
Gap	2.24	560	Indirection
GaAs <sub>60</sub> P <sub>40</sub>	1.91	650	Direction
Al Sb	1.60	775	Indirection
In Sb	0.18	6900	Direction
Si c	2.2 - 3.0	563 - 413	Indirection

ตารางที่ 5.2 Some of the Material Available for LED Device

เป็นการแสดงถึง LED ชนิดต่าง ๆ ซึ่งใช้โฟตอน ที่มีความยาวคลื่นต่าง ๆ กันและจะเห็นได้ว่า LED ที่สร้างจาก Gallium Arsenide ( Ga As ) จะให้คลื่นอยู่ในช่วงอินฟราเรด ( Infrared ) ซึ่งมีค่าประมาณ 900 nm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตัวกำเนิดแสงอินฟราเรด ( Infrared )

จากหลักการกำเนิดแสงอินฟราเรด โดยการนำเอาอุปกรณ์ชนิดหนึ่งที่สามารถเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานแสงซึ่งจะให้ความยาวคลื่นแสงที่ออกจากอุปกรณ์ตัวนี้ ที่มีความยาวคลื่นในช่วงอินฟราเรด ดังที่กล่าวมา อุปกรณ์นี้คือ Infrared Light Emitting Diode

ซึ่งมีข้อดีหลายประการ คือ

1. ใช้กระแสและแรงดันที่มีค่าน้อยมากในการผลิตคลื่น
2. สามารถควบคุมการทำงานของ LED ให้มีค่าแน่นอนได้
3. มี Speed Response สูง

ลักษณะ Infrared LED ที่เหมือนกับ LED โดยทั่ว ๆ ไป คือจะใช้สารตัวนำที่ถู Dope โดยสารที่มี Valance Electron ต่างกันโดยสารที่มี Electron มากกว่าปกติจะเป็น N-Type และสารที่มี Electron น้อยกว่าปกติจะเป็น P-Type เมื่อสารทั้งสองชนิดมาต่อกัน จะทำให้มีการแบ่งกันระหว่าง Electron ขึ้น ทำให้เกิดความต่างศักย์ที่เรียกว่า Potential Barrier (  $E_b$  ) ซึ่งมีค่าน้อยกว่าขนาดของ Energy Gap ดังนั้น Electron ทางด้าน N-Type จะเคลื่อนมาทางด้าน P-Type ซึ่งการรวมตัวกันนี้มีอยู่ 2 ลักษณะคือ Radiative Process ซึ่งเมื่อรวมตัวกันแล้วจะมีพลังงานบางส่วนหายไปจาก Electron Pair และจะกระจายออกมาเป็นโฟตอนถ้าเป็นแบบ Non- Radiative Process พลังงานจะแสดงออกมาในรูป โฟตอน หรือ ฮีต ( Heat )

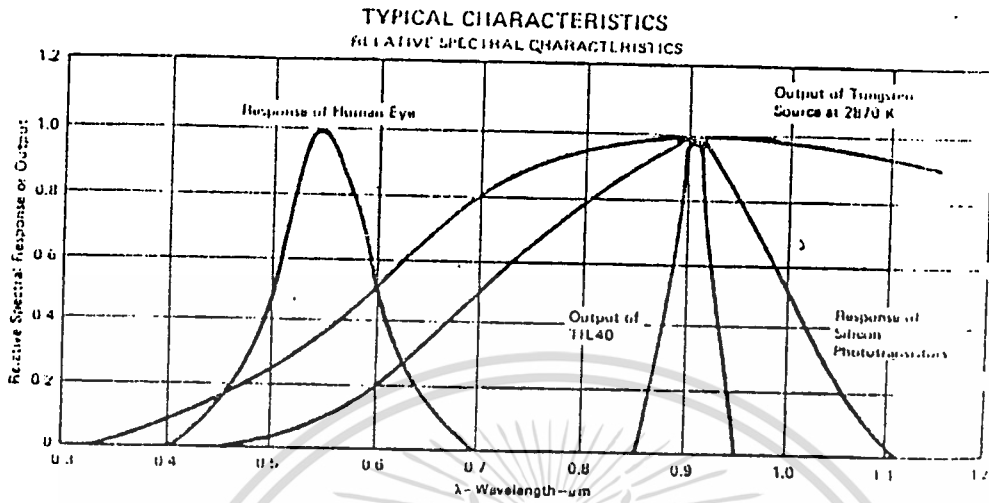
แถบย่านการตอบสนอง ( Spectral Response )

อุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ ที่แผ่พลังงานในย่านการมองเห็นและย่านอินฟราเรดดังรูปที่ 5.2 แสดงถึงค่าเฉลี่ยที่ตามนุษย์สามารถมองเห็น การแผ่ของคลื่นที่มีความยาวคลื่นตั้งแต่ 0.4-0.76 micron และตามนุษย์เราสามารถตอบสนองในการมองเห็นแสงที่มีความยาวคลื่น 0.55 micron ที่เกิน 50 % ขึ้นไปและมีความยาวคลื่นสูงสุดที่ 0.61 micron จากรูปที่ 5.3 เป็นการแสดงถึง Forward Voltage and Temperature ซึ่งสามารถแสดงได้ด้วยความสัมพันธ์ ของสมการดังต่อไปนี้

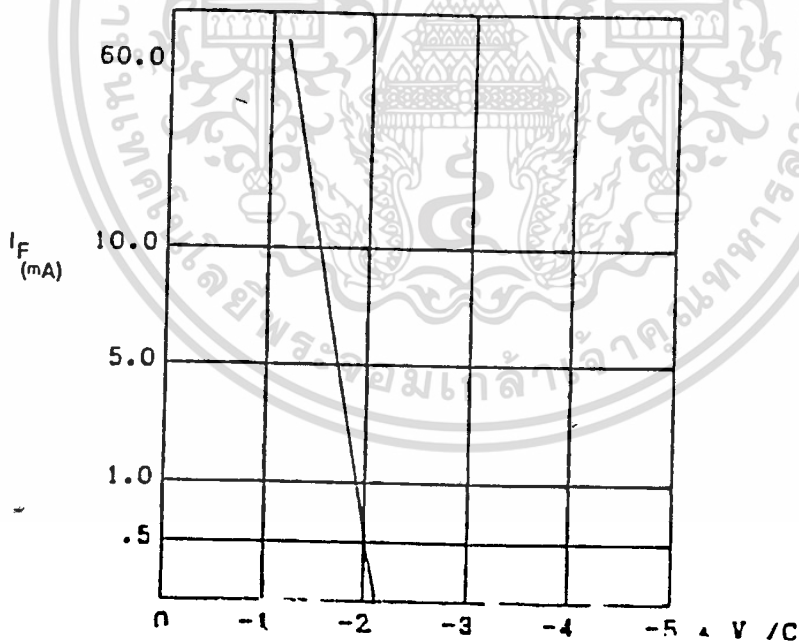
$$I_F = I_0 \exp ( qV_F / nkT )$$

จากการที่เราทราบมาแล้วว่าค่าของความยาวคลื่นนั้นได้จากสูตร  $\lambda = 1240/\Delta E$  เพราะฉะนั้นเมื่อ LED มีอุณหภูมิเปลี่ยนไปจะทำให้  $\Delta E$  เปลี่ยนแปลงไปด้วยค่าความยาวคลื่นจึงเปลี่ยนไป จากรูปที่ 5.4 แสดงรูปร่างของ Dome Lens ซึ่งแตกต่างกันจะทำให้ Radiation Pattern ต่าง ๆ กัน แต่ใน Plastic LED แล้ว Spherical Dome Lens จะให้ Pattern ที่เหมาะสมกับการส่งแบบ Point to Point ซึ่งจุดทั้งสองจะถูกตรงกับที่ค่อนข้างแน่นอนและจะส่งไปได้ไกลกว่าแบบอื่น ๆ ส่วนแบบ Aspherical Dome Lens เหมาะสมกับงานครอบคลุมพื้นที่แต่ส่งไปได้ไม่ไกล นอกจากนี้แม้ว่า LED จะเป็นชนิดเดียวกันและมีเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Dome Lens เหมือนกันแต่ถ้ามี Plastic ที่ใช้ต่างชนิดกันก็จะให้ผลต่อการส่งออกไปมี Pattern ที่ไม่เหมือนกันดังรูป 5.5

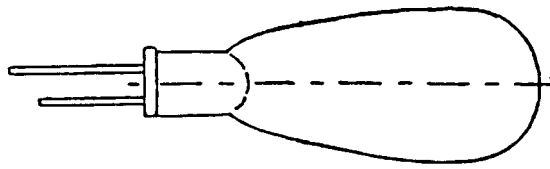


รูปที่ 5.2 แสดงถึงย่านของคลื่นแสงที่ตามองเห็น

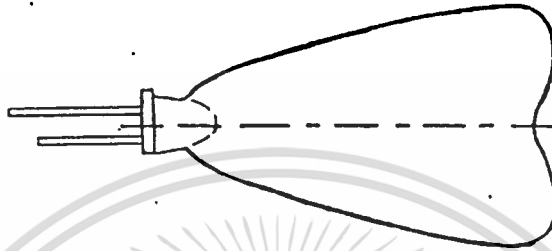


รูปที่ 5.3 แสดงถึงอุณหภูมิของแรงดันกับกระแส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

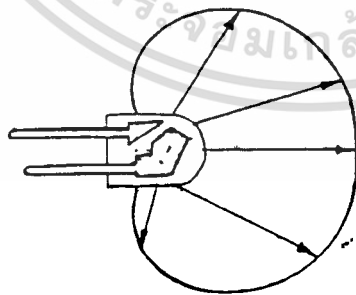
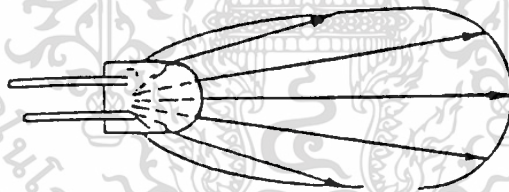


T.T3/4 LAMP WITH SPHERICAL DOME LENS



T.T3/4 LOW PROFILE LAMP WITH AN ASPHERIC DOME LENS

รูปที่ 5.4 Radiative Pattern for Undiffused Lamp



รูปที่ 5.5 การเปรียบเทียบระหว่าง Undiffused และ Diffused Plastic LED Lamps

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## หลักการของตัวรับแสงอินฟราเรด

ในการรับแสงอินฟราเรดเราใช้อุปกรณ์รับแสง ( Detector ) คือสามารถเปลี่ยนพลังงานแสงที่รับเข้ามาเป็นพลังงานทางไฟฟ้า อุปกรณ์ประเภทนี้เช่น โฟโอดีไดโอด ( Photo Diode ) โฟโอดีทรานซิสเตอร์ ( Photo Transistor ) เป็นต้น จัดเป็นสวิทซ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง แต่อุปกรณ์ที่นำมาใช้ในวงจรระบบควบคุมโดยมากคือ โฟโอดีไดโอดและโฟโอดีทรานซิสเตอร์ เป็นอุปกรณ์รับแสงในระบบควบคุมระยะไกลแบบไร้สาย ( Remote Control By Optoelectronic ) ซึ่งจะรับแสงในย่านอินฟราเรดเป็นส่วนมาก เพราะว่าจะไม่ทำให้สภาพแสงตามธรรมชาติเข้าไปรบกวนในการควบคุมได้

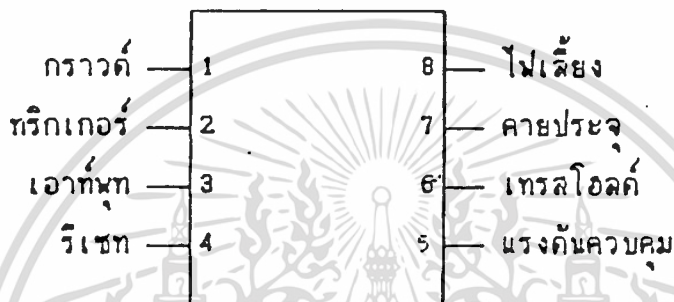


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

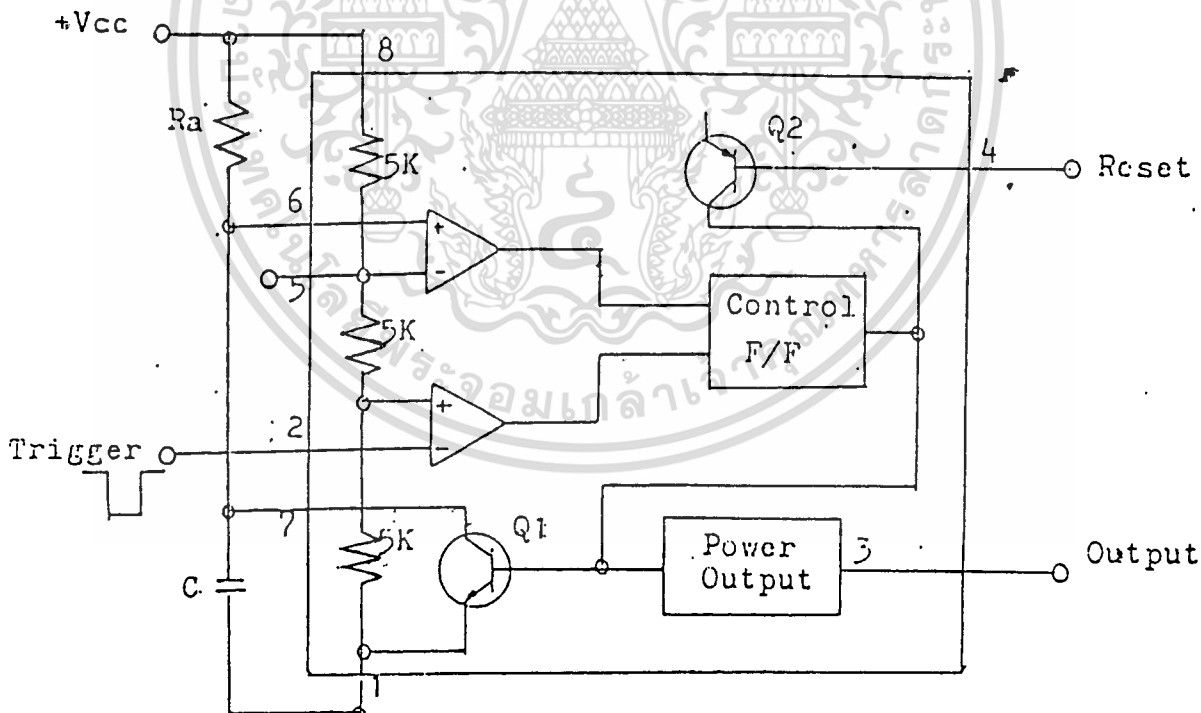
## บทที่ 6

### ทฤษฎีและการใช้งานไทม์เมอร์ไอซี 555

ไอซี 555 สามารถนำมาใช้งานเป็นวงจรโมโนสเตเบิล หรือวงจรอะสเตเบิล (Astable) และจากรูปที่ 6.1 แสดงโครงสร้างภายในของไอซี 555 จะเห็นว่าภายในประกอบด้วย วงจรที่เป็นคิวิตอล (วงจรไบสเตเบิล) และวงจรนาถอก (วงจรเปรียบเทียบ) เมื่อพิจารณาจากโครงสร้างแล้ว จะเห็นว่ามันสามารถจ่ายกระแสได้สูง และใช้ได้กับไฟเลี้ยงในช่วงกว้าง ๆ และรูปที่ 6.2 แสดงรายละเอียดการจัดขาของไอซี 555



รูปที่ 6.1 แสดงการจัดขาของ ไอซี 555



รูปที่ 6.2 แสดงถึง โครงสร้างพื้นฐานภายใน ไอซี 555

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## การนำเอาไอซี 555 ไปใช้งาน

ในวงจรโมโนสเตเบิลหรืออะสเตเบิล ช่วงเวลาของพัลส์จะถูกกำหนดด้วยเวลาที่ใช้ในการประจุตัวเก็บประจุจาก 0 โวลต์ ถึง  $2/3$  โวลต์ ของแรงดันไฟเลี้ยง ( แรงดันทรานซิสเตอร์ )

โดยทั่วไปแล้วแรงดันประจุคาปาซิเตอร์ ( Voltage Capacitor :  $V_C$  ) จะถูกประจุผ่าน รีซิสเตอร์ (Resistor :  $R$  ) จากแหล่งจ่ายไฟ (  $V_{CC}$  ) จะมีแรงดันเท่ากับ  $2/3 V_{CC}$

$$\begin{aligned} \text{เมื่อ} \quad V_C ( t ) &= V_{CC} ( 1 - \exp -( t / RC ) \\ \text{โดย} \quad t &= ( - \log \exp (1/2) ) RC \\ &= 1.1 RC \end{aligned}$$

แรงดันที่ประจุนี้ จะเป็นตัวกำหนดช่วงเวลาเดียว ( Monotime ) และพัลส์ที่กระตุ้น จะกว้างกว่าช่วงเวลาเดียว ถ้าพัลส์ที่กระตุ้นยิ่งกว้างก็จะส่งผลให้ช่วงเวลาเดียวกว้างขึ้นด้วย แต่สามารถแก้ไขได้โดยใช้วิธีการส่งผ่านแบบสัญญาณไฟสลับ โดยมีการเพิ่ม  $R_2$  และ  $C_2$  และให้  $( R_2 * C_2 ) < ( R_1 * C_1 )$

ถ้าเราต้องการเปลี่ยนวงจร โมโนสเตเบิลไปเป็นวงจรอะสเตเบิลก็เพียงแค่ทำให้ตัวไอซีสามารถทำการกระตุ้นตัวเองได้ ตัวเก็บประจุ  $C_1$  จะถูกประจุโดย  $R_1$  และ  $R_2$  จะมีแรงดันเท่ากับ  $2/3$  ของแรงจ่ายแรงดัน ในช่วงเวลา  $t_1$

$$\begin{aligned} t_1 &= [ ( - \log \exp (1/2) ) ( R_1 + R_2 ) C ] - [ ( - \log \exp (1/2) ) ( R_1 + R_2 ) ] \\ &= 0.693 ( R_1 + R_2 ) C \end{aligned}$$

เมื่อถึงช่วงเวลา ของการคายประจุ การคายประจุของ  $C$  จะผ่าน  $R_2$  เท่านั้น ดังนั้นในช่วงเวลาของการคายประจุเท่ากับ

$$t_2 = 0.693 R_2 C$$

ซึ่งหมายความว่าแรงดันบนตัวเก็บประจุจะเปลี่ยนไปมาระหว่าง  $1/3$  ถึง  $2/3$  ของแรงดันที่จ่าย ช่วงเวลาทั้งหมดคำนวณได้จาก

$$\begin{aligned} T &= t_1 + t_2 \\ &= 0.693 ( R_1 + 2R_2 ) C \end{aligned}$$

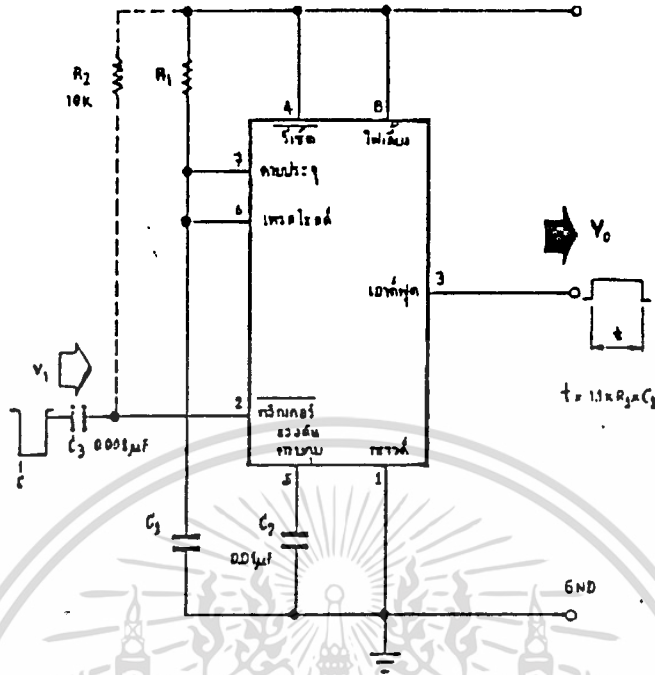
และค่าความถี่เอิร์ทพุท (  $f_0$  ) จะมีค่าเท่ากับ

$$\begin{aligned} f_0 &= 1 / T \\ &= 1.44 ( R_1 + 2R_2 ) C \end{aligned}$$

เมื่อเราจ่ายไฟให้กับวงจรครั้งแรกหรือเมื่อให้อินพุทรีเซทเป็นระดับ  $C$  จะเริ่มประจุจาก 0 โวลต์ ดังนั้นช่วงเวลาของพัลส์ลูกแรกเท่ากับ  $1.1 R_1 C_1$

เมื่อนำมาทำเป็นวงจรโมโนสเตเบิลหรืออะสเตเบิล ก็คือช่วงเวลาของพัลส์จะไม่ขึ้นอยู่กับแรงดันของแหล่งจ่ายไฟเลี้ยง  $V_{CC}$  ซึ่งเมื่อแรงดันของแหล่งจ่ายไฟลดลงจะทำให้แรงดันทริกเกอร์ และแรง

คันเทรล โวลต์ลดลงตามมาด้วยคั้งนั้นช่วงเวลาของพัลส์ที่เอาท์พุทก็จะไม่เปลี่ยนไปตามแรงดันของแหล่งจ่ายไฟเลี้ยง



รูปที่ 6.3 การใช้งานไอซี 555 เป็นวงจรโมโนสเตเบิล

คิวตี้ไซเคิล ( Duty Cycle ) คืออัตราส่วนของช่วงเวลาที่มีศักดาสูงกับช่วงเวลาทั้งหมดของพัลส์หนึ่งลูกคลื่น เขียนแทนด้วย D

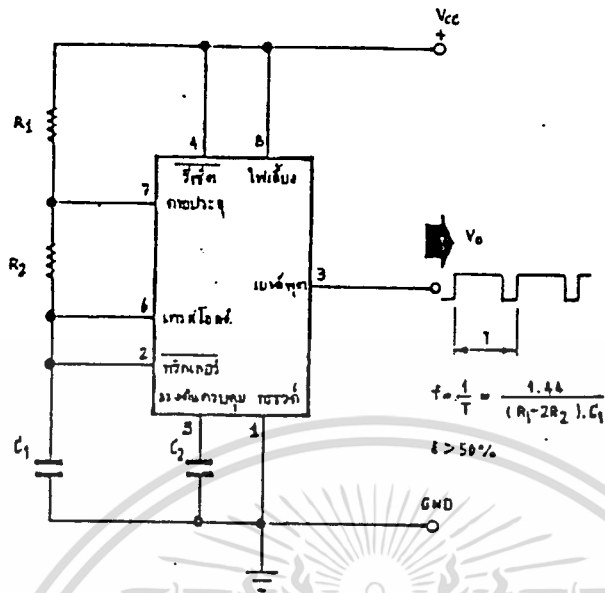
$$D = t_1 / T$$

$$= (R_1 + R_2) / (R_1 + 2R_2)$$

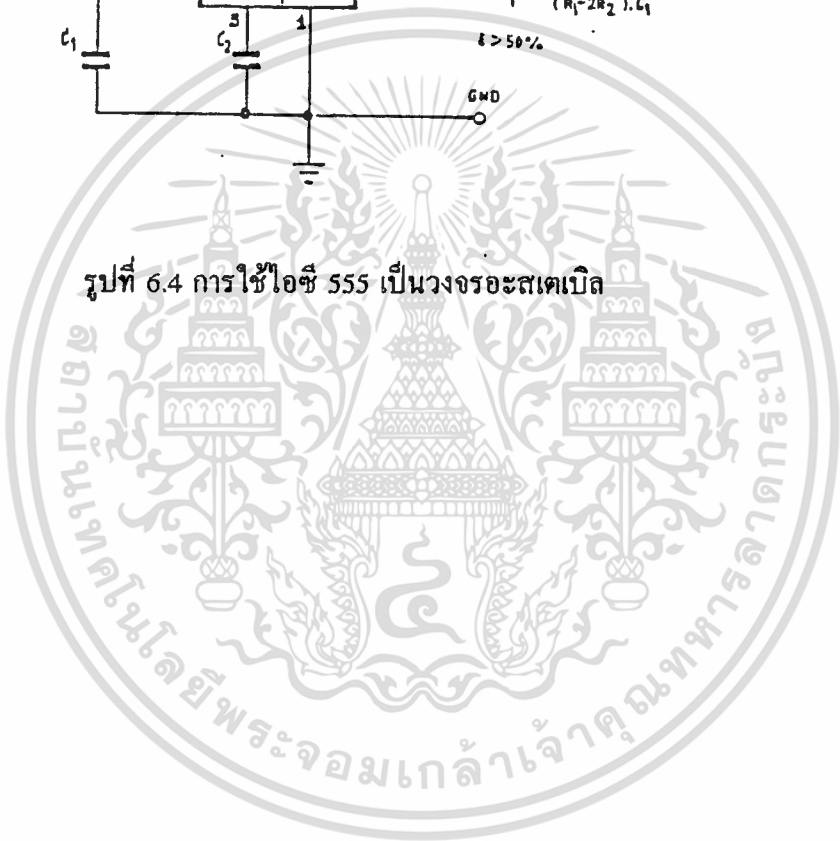
และ โลว์ทไฮท์ ( Low to Hight ) หรือ  $t_2 / t_1$  คือ

$$t_2 / t_1 = R_2 / (R_1 + R_2)$$

สำหรับวงจรอะสเตเบิลในรูปที่ 6.4 ตัวไอซีเองไม่สามารถจ่ายเอาท์พุทตามที่ค่าคิวตี้แฟกเตอร์ (Duty Factor ) ต่ำกว่า 0.5 ได้ เนื่องจากค่าความต้านทานในการเก็บประจุเท่ากับ  $R_1 + R_2$  จะมีค่ามากกว่าค่าความต้านทานของคายประจุ  $R_2$  อย่างแน่นอน



รูปที่ 6.4 การใช้ไอซี 555 เป็นวงจรออสเตเบิลิต



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 7

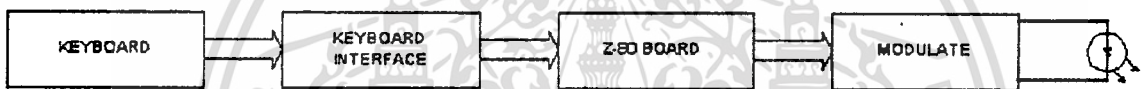
### การออกแบบและสร้างสกรีนบอร์ด 3 ลี ควบคุมด้วยคีย์บอร์ดไร้สาย

#### วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาทฤษฎีการทำงานและการประยุกต์ใช้งาน Z-80 CPU
2. เพื่อศึกษาทฤษฎีการทำงานและการประยุกต์ใช้งานไอซีตระกูล TTL
3. เพื่อศึกษาการติดต่อสื่อสารข้อมูลระหว่าง Z-80 CPU โดยผ่านทางแสงอินฟราเรด
4. เพื่อเป็นแนวทางในการนำเทคโนโลยีทางด้านอิเล็กทรอนิกส์มาประยุกต์ช่วยงานทางด้าน

#### ธุรกิจ

#### หลักการของสกรีนบอร์ด 3 ลี ควบคุมโดยคีย์บอร์ดไร้สาย



รูปที่ 7.1 บล็อกไดอะแกรมแสดงการทำงานของคีย์บอร์ดไร้สาย



รูปที่ 7.2 บล็อกไดอะแกรมแสดงการทำงานของสกรีนบอร์ด

#### หลักการในการทำให้เกิดภาพบนสกรีนบอร์ด

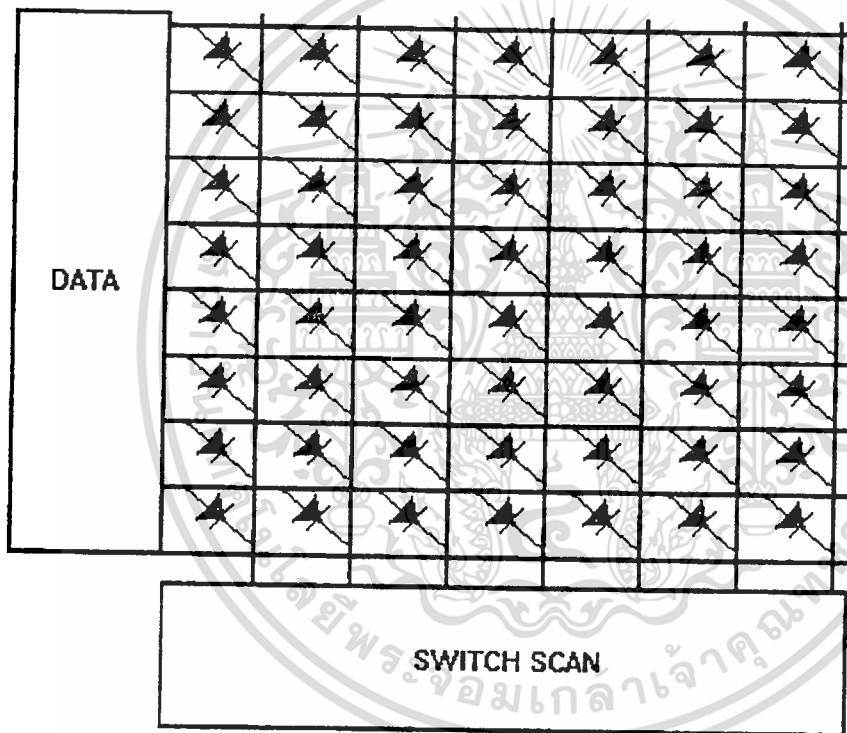
เราสามารถทำให้เกิดภาพขึ้นบนสกรีนบอร์ดได้จากการอาศัยหลักการสแกน(SCAN) คล้ายๆกับจอภาพของโทรทัศน์นั่นเองคือภาพที่ปรากฏนั้นจะประกอบด้วยการรวมเส้นสแกนครั้งละ 1 เส้นเป็นจำนวนเท่ากับหลัก(COLUMN)หรือแถว(ROW)ของสกรีนบอร์ดและจะต้องสแกนซ้ำกันหลายๆรอบเพื่อให้ภาพที่ได้ไม่เกิดการกระพริบหรือตาคนเราไม่สามารถจับการสแกนได้นั่นเอง โดยความเร็วที่ใช้มันจะต้องไม่ต่ำกว่า 25 รอบต่อวินาทีการสแกนนั้นจะใช้สวิชซึ่งถูกควบคุมด้วยซอฟต์แวร์ซึ่งสามารถกำหนดความเร็วหรือเวลาได้จากซอฟต์แวร์นั้น ซึ่งเราจะนำหลักการนี้ไปสร้างเป็นวงจรใช้งานจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## หลักการเบื้องต้นของการสแกน

สกอร์บอร์ดจะมีการสแกน 2 แบบคือ

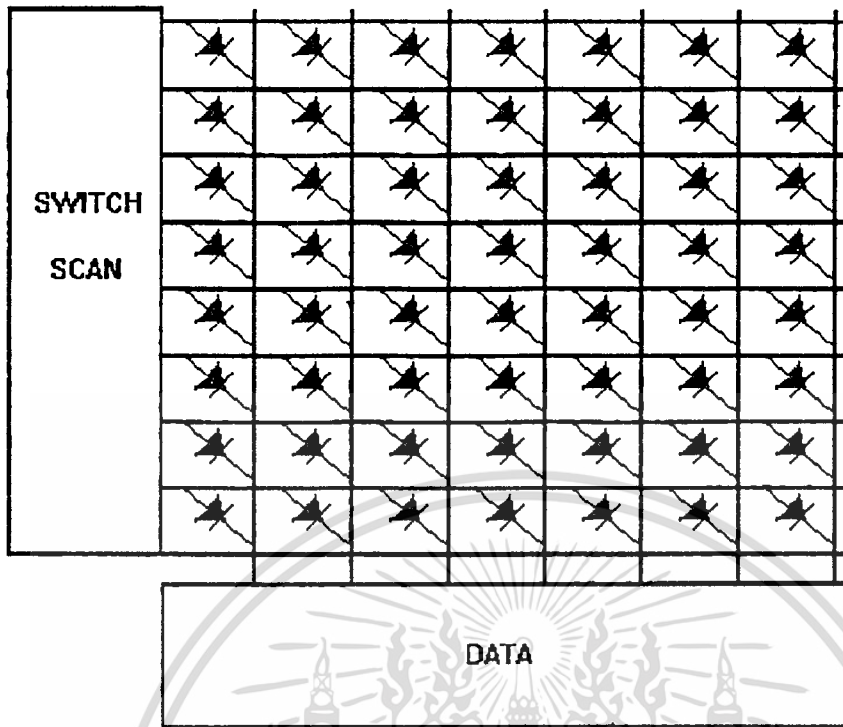
1. การสแกนทางหลัก ( COLUMN ) ในการสแกนทางหลักนั้น จะทำการส่งข้อมูลออกไปทางแถว โดยส่งข้อมูลตัวที่ 1 ออกไป แล้วให้หลักที่ 1 ทำงานจากนั้นก็ทำการส่งข้อมูลตัวที่ 2 ออกไปแล้วให้หลักที่ 2 ทำงานทำเช่นนี้ไปจนกระทั่งข้อมูลถูกส่งออกไปครบหมดทุกหลัก ก็จะเป็นการสแกนครบ 1 รอบดังนั้น ถ้าจำนวนหลักที่แสดงผลออกมาเป็นตัวอักษรที่มีจำนวนหลายหลัก วิธีนี้จะไม่เหมาะที่จะนำมาใช้งาน เพราะว่าเมื่อให้หลอดโคโอดเปล่งแสงในหลักที่ 1 ดิจ กว่าที่หลอดโคโอดเปล่งแสงที่หลักสุดท้ายจะติดจะต้องใช้เวลานาน ทำให้ภาพที่ปรากฏบนสกอร์บอร์ดเกิดอาการพรูว์



รูปที่ 7.3 แสดงการสแกนทางหลักของสกอร์บอร์ด

2. การสแกนทางแถว ( ROW ) ในการสแกนทางแถวนั้นจะทำการส่งข้อมูลออกไปทางแถว โดยจะทำการส่งข้อมูลออกไปจนครบหมดทุกหลักก่อน แล้วให้แถวที่ 1 ทำงาน จากนั้นก็ทำการส่งข้อมูลชุดถัดไปออกไปจนครบหมดทุกหลัก แล้วให้แถวที่ 2 ทำงาน ทำเช่นนี้จนกระทั่งข้อมูลถูกส่งออกไปครบหมดทุกแถวก็จะเป็นการสแกนครบ 1 รอบ วิธีนี้มีข้อดีคือ สามารถแสดงผลตัวอักษรพร้อมกันได้หลายหลักและถ้าจัดเวลาให้เหมาะสมแล้วเวลาทำการสแกนจะไม่ทำให้ภาพเกิดอาการพรูว์ แต่มีข้อเสียคือ การเขียนโปรแกรมควบคุมให้ตัวอักษรเลื่อนทำได้ยากกว่าแบบแรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 7.4 แสดงการสแกนทางแถวของสกรีนบอร์ด

จะเห็นได้ว่าสกรีนบอร์ดที่ทำนั้นมีขนาด 160x160 จุด ถ้าหากเราใช้การสแกนทางหลักจะมีปัญหาคือภาพจะเกิดอาการพริ้ว ดังนั้นในสกรีนบอร์ดที่ทำนี้จะใช้การสแกนทางแถว

ขั้นตอนการออกแบบและสร้างวงจรสกรีนบอร์ด

กำหนดคุณลักษณะของสกรีนบอร์ด

1. สกรีนบอร์ดมีขนาด 16x160 จุด
2. สามารถแสดงผลได้ 3 สีคือ สีแดง,สีเขียวและสีส้ม
3. ควบคุมด้วยคีย์บอร์ดไร้สาย

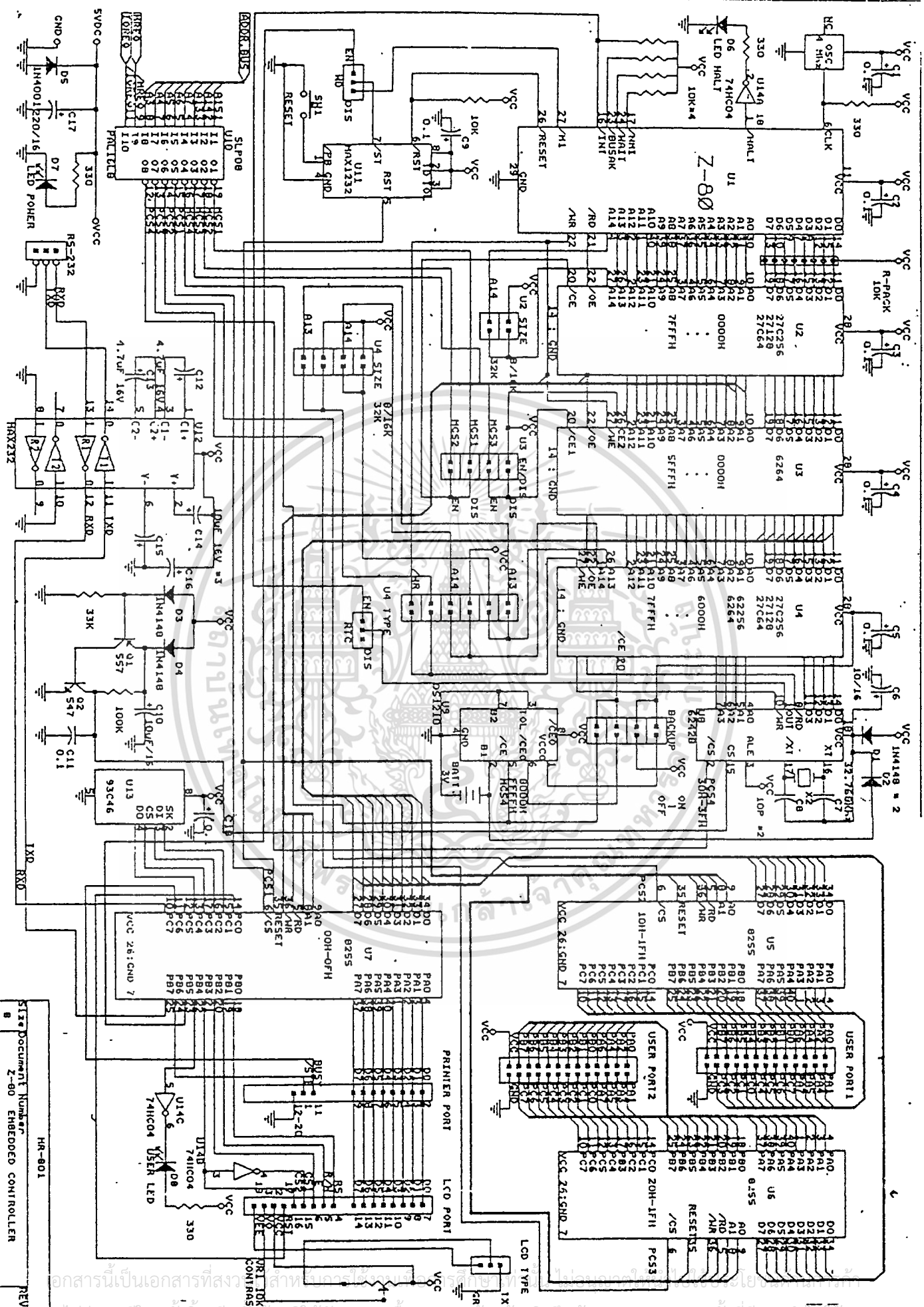
การออกแบบทางด้านฮาร์ดแวร์

#### 1. บอร์ด Z-80

หน่วยประมวลผลกลาง ใช้ Z-80A CMOS 4 MHZ

หน่วยความจำ จะมีช่องใส่หน่วยความจำอยู่ 3 ช่อง ซึ่งสามารถที่จะใช้หน่วยความจำได้สูงสุดถึง 32 KBYTE สามารถเลือกใส่เลือกใส่เป็น หน่วยความจำชั่วคราว (RAM) หรือ หน่วยความจำถาวร (EPROM) ได้ โดยแต่ละช่องว่างจะกำหนดลักษณะไว้แตกต่างกันดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



HR-801  
 SIK Document Number  
 Z-80 EMBEDDED CONTROLLER  
 REV  
 Date: August 13, 1993

รูปที่ 7.5 วงจรบอร์ดควบคุม Z-80

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช่องว่าง	ขนาดของหน่วยความจำ	เบอร์หน่วยความจำที่ใช้ได้	แนวทางการใช้งาน
U2	8-32K	2764,27128,27256	สำหรับโปรแกรมมอนิเตอร์
U3	8K	6264	สำหรับเก็บข้อมูล
U4	8-32K	6264,62256,2764,27256	สำหรับเก็บข้อมูล

### อินพุตและเอาต์พุตพอร์ทของ 8255

บนบอร์ดจะมี 8255 อยู่ 2 ตัวซึ่งมีการกำหนดหมายเลขพอร์ท ดังนี้

	พอร์ท	หมายเลขพอร์ท
8255 USER 1	พอร์ท A	10H
	พอร์ท B	11H
	พอร์ท C	12H
	ควบคุม	13H
8255 USER 2	พอร์ท A	20H
	พอร์ท B	21H
	พอร์ท C	22H
	ควบคุม	23H

## 2. ออกแบบวงจรตรรกะบอร์ดขนาด 16X160 จุด ซึ่งมีการทำงานดังนี้

### 2.1 การทำงานวงจรควบคุมทางหลัก ( COLUMN )

IC13 , IC14 เบอร์ 74LS154 จะใช้เลือกหลักในการส่งข้อมูลออกไปโดยใช้พอร์ท C เป็นตัวควบคุมคือ PC0,PC1,PC2 ,PC3,PC4 และ PC5 เอาท์พุทของ 74LS154 จะต่อเข้ากับขา CLK ของ 74LS374 ส่วน 74LS374 จะทำหน้าที่ค้างข้อมูลเอาไว้โดยที่ข้อมูลจะถูกส่งมาจาก พอร์ท B ทั้ง 8 บิต ในการส่งข้อมูลนั้นจะต้องทำการเลือกหลักที่จะส่งข้อมูลก่อนโดยให้ขา CLK ของ 74LS374 เป็น "LOW" แล้วจึงทำการส่งข้อมูลออกไป จากนั้นต้องให้ขา CLK ของ 74LS374 เป็น "HIGH" ข้อมูลจึงจะถูกค้างไว้ ( ข้อมูลจะถูกค้างไว้ที่ขอบขาขึ้น ) เอาท์พุทของ 74LS374 จะต่ออยู่กับ อินพุต ของ ULN2803 ถ้า อินพุต ของ ULN2803 เป็น "HIGH" จะได้ เอาท์พุท เป็น "LOW" และจะทำหน้าที่เป็นตัวขับ ( DRIVER ) ด้วย เมื่อข้อมูลถูกส่งออกมาจาก พอร์ท B ทั้ง 8 บิต แล้วทรานซิสเตอร์ที่ต่อไว้ขับหลอดไฟแอลอีดีเปล่งแสงจะยังคงไม่ทำงานจนกว่า จะให้ขา เบส ( BASE ) มีสถานะเป็น "LOW" ทรานซิสเตอร์ก็จะทำงาน ละขับให้หลอดไฟแอลอีดีเปล่งแสงติดตามข้อมูลที่ถูส่งออกมา

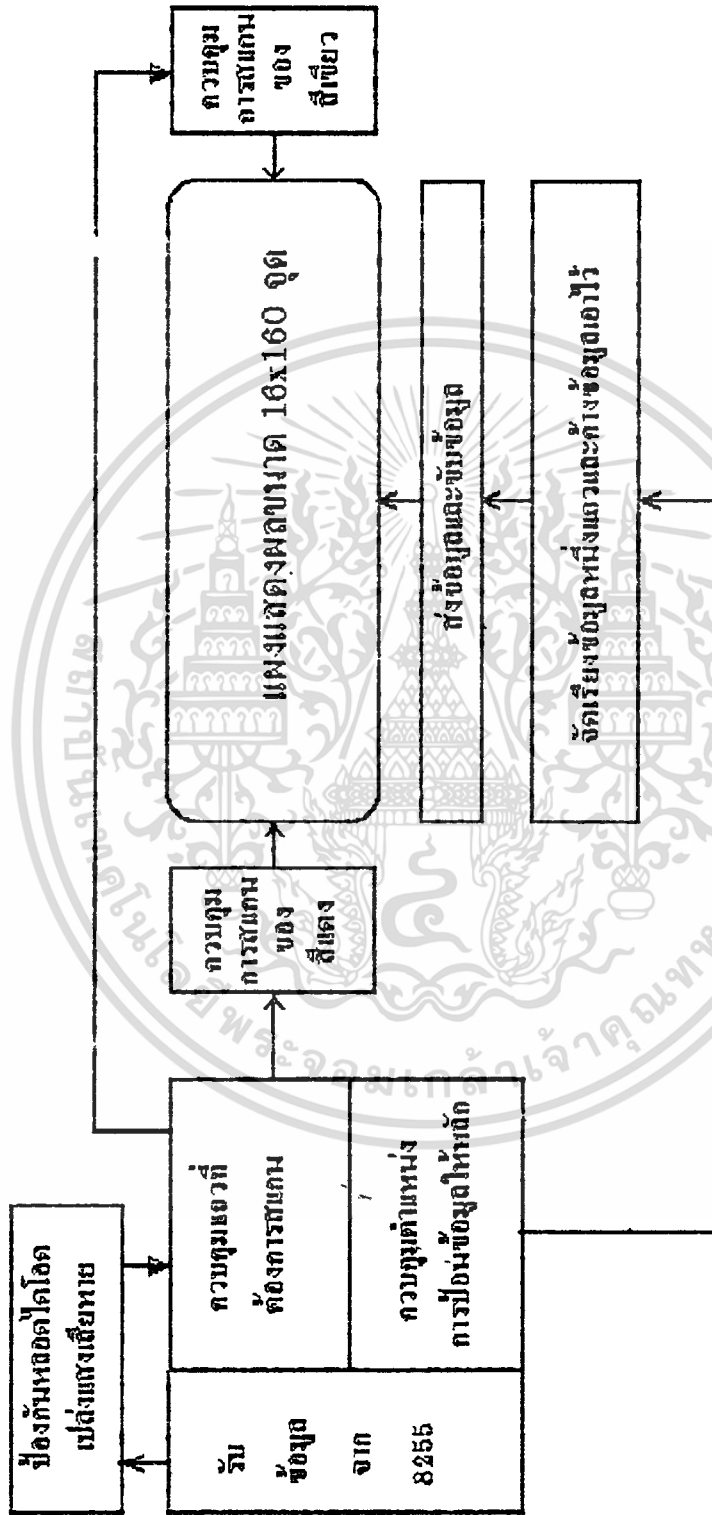
### 2.2 การทำงานของวงจรควบคุมแถว ( ROW )

จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนแรกจะใช้การสแกนสีแดงและส่วนที่สองจะใช้การ

สแกนสีเขียว ถ้าหากเราสแกนสีแดงและสีเขียวพร้อมกันก็จะได้สีส้ม

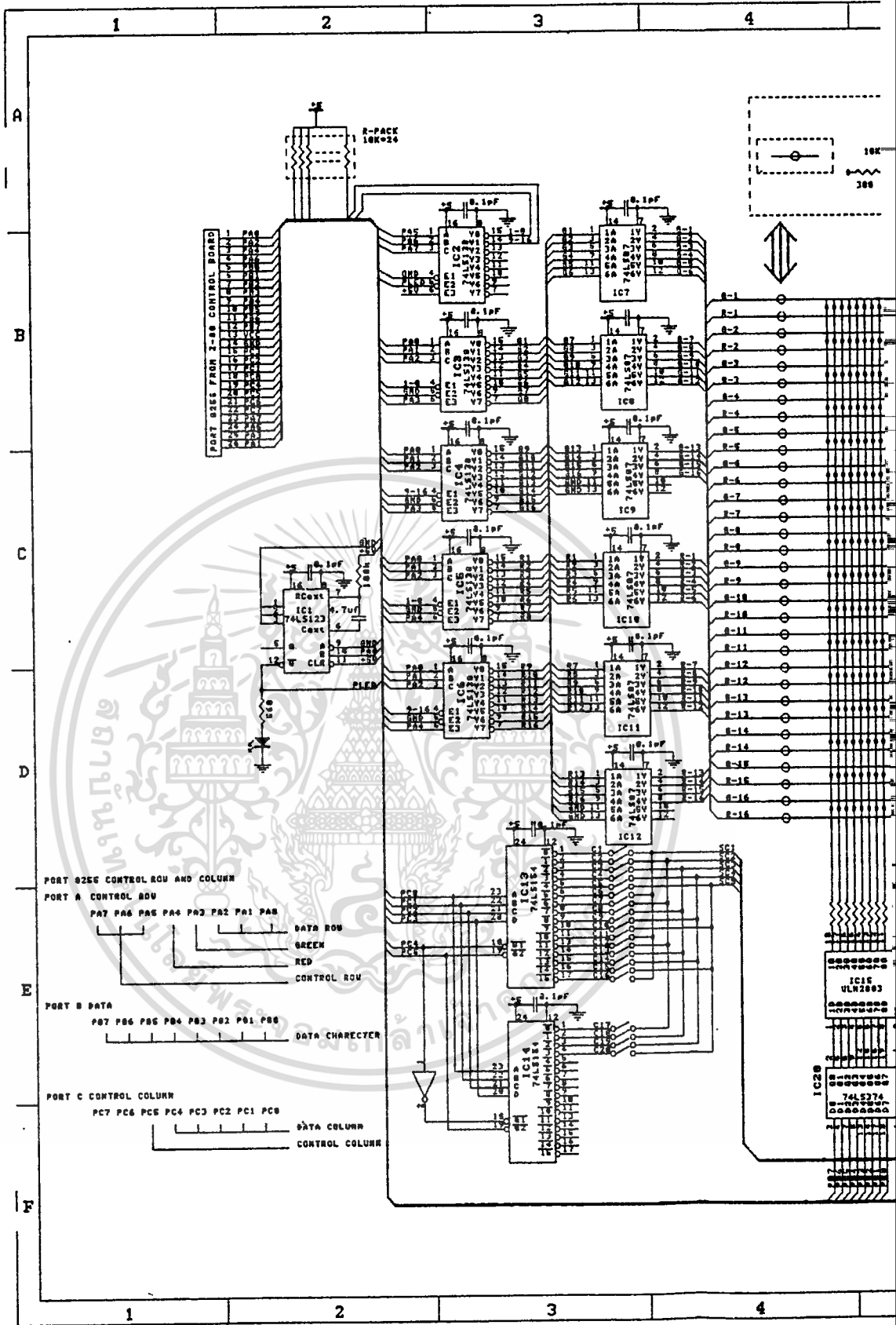
แยกสถานะเป็นเอาต์พุทสีต่าง ๆ สำหรับใช้กับหลอดไฟแอลอีดีเปล่งแสงตามที่ต้องการ เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 7.6 บล็อกไดอะแกรมแสดงการทำงานของวงจรถักออร์บอร์ค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 7.7 วงจรสกรีนบอร์ด 3 สี ขนาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

74LS138จะทำหน้าที่สแกนทางแถวโดยใช้พอร์ท A เป็นตัวควบคุมคือ PA0, PA1, PA2, PA3, PA4, PA5, PA6 และ PA7 โดย PA3 จะควบคุมการสแกนของสี่เขียว PA4 จะควบคุมการสแกนของสี่แดง ถ้า PA3 เป็น "LOW" ก็จะเป็นการปิดการสแกนคือเอาท์พุทของ 74LS138 ที่ใช้เลือกการสแกนของสี่เขียวจะเป็น "HIGH" หหมด ก็จะทำให้ทรานซิสเตอร์อยู่ในสภาวะคัทออฟ(CUTOFF) ถ้า PA3 เป็น "HIGH" ก็จะเป็นการเปิดการสแกนของสี่เขียว ส่วน PA4 จะควบคุมการปิดและเปิดการสแกนของสี่แดง คือ ถ้า PA4 เป็น "LOW" ก็จะเป็นการปิดการสแกนคือเอาท์พุทของ 74LS138 ที่ใช้เลือกการสแกนของสี่แดงจะเป็น "LOW" หหมด ก็จะทำให้ทรานซิสเตอร์อยู่ในสภาวะคัทออฟ(CUTOFF) ถ้า PA7 เป็น "LOW" ก็จะเป็นการเปิดการสแกนของสี่แดง และ เอาท์พุทของ 74LS138 จะต่ออยู่กับ 74LS07 ซึ่งจะทำหน้าที่เป็น ตัวบัฟเฟอร์และตัวขับ โดยที่เอาท์พุทเป็นแบบ OPEN COLLECTOR

### 2.3 วงจรป้องกันหลอดไดโอดเปล่งแสงเสียหาย

จะทำหน้าที่ป้องกันหลอดไดโอดเปล่งแสงไม่ให้ติดค้างนานเกินไป เพราะจะทำให้หลอดไดโอดเปล่งแสงขาดได้เนื่องจากว่าค่าของตัวต้านทานที่ต่ออยู่กับหลอดไดโอดเปล่งแสงมีขนาดเพียง 10 โอห์มเท่านั้น ถ้าใช้ค่าสูงกว่านี้หลอดไดโอดเปล่งแสงก็จะไม่สว่างเท่าที่ควร อินพุทของวงจรจะต่ออยู่กับขา PA0 ส่วนเอาท์พุทจะต่ออยู่กับขา G2B ของ 74LS138 ซึ่งทำหน้าที่ปิดและเปิดการสแกนทั้งหมด 74LS123 จะต่อเป็นวงจรโมโนสเตเบิลถ้าอินพุทของ 74LS123 ถูกทริกภายในเวลาที่กำหนดโดยค่าของตัวต้านทานและค่าของตัวเก็บประจุ เอาท์พุทของ 74LS123 ก็จะเป็น "LOW" ถ้าไม่เช่นนั้น เอาท์พุทของ 74LS123 ก็จะเป็น "HIGH" ถ้าเป็น "HIGH" ก็จะทำให้การปิดการสแกนทั้งหมด ดังนั้นถ้าต้องการเห็นหลอดไดโอดเปล่งแสงติดค้างจะต้องทำการสแกน

ขั้นตอนการออกแบบและพัฒนาสกริปบอร์ดขนาด 16x160 จุด

วงจรสกริปบอร์ดขนาด 16x160 จุด โดยเราจะแบ่งสกริปบอร์ดขนาด 16x160 จุด ออกเป็น 4 ส่วนและแต่ละส่วนจะมีขนาด 16x40 จุด ในการออกแบบวงจรเราจะออกแบบให้สามารถนำแต่ละส่วนมาต่อรวมกันให้ได้ขนาดต่างๆดังนี้คือ

1. สกริปบอร์ดขนาด 16x40 จุด จะใช้สกริปบอร์ดเพียงส่วนเดียว
2. สกริปบอร์ดขนาด 16x80 จุด จะใช้สกริปบอร์ดขนาด 16x40 จุด จำนวน 2 บอร์ดมาต่อกันตามแนวนอน
3. สกริปบอร์ดขนาด 16x120 จุด จะใช้สกริปบอร์ดขนาด 16x40 จุด จำนวน 3 บอร์ดมาต่อกันตามแนวนอน
4. สกริปบอร์ดขนาด 16x160 จุด จะใช้สกริปบอร์ดขนาด 16x40 จุด จำนวน 4 บอร์ดมาต่อกันตามแนวนอน
5. สกริปบอร์ดขนาด 32x40 จุด จะใช้สกริปบอร์ดขนาด 16x40 จุด จำนวน 2 บอร์ดมาต่อกันตามแนวตั้ง
6. สกริปบอร์ดขนาด 32x80 จุด จะใช้สกริปบอร์ดขนาด 16x40 จุด

จำนวน 4 บอร์ดมาต่อกันตามแนวตั้ง

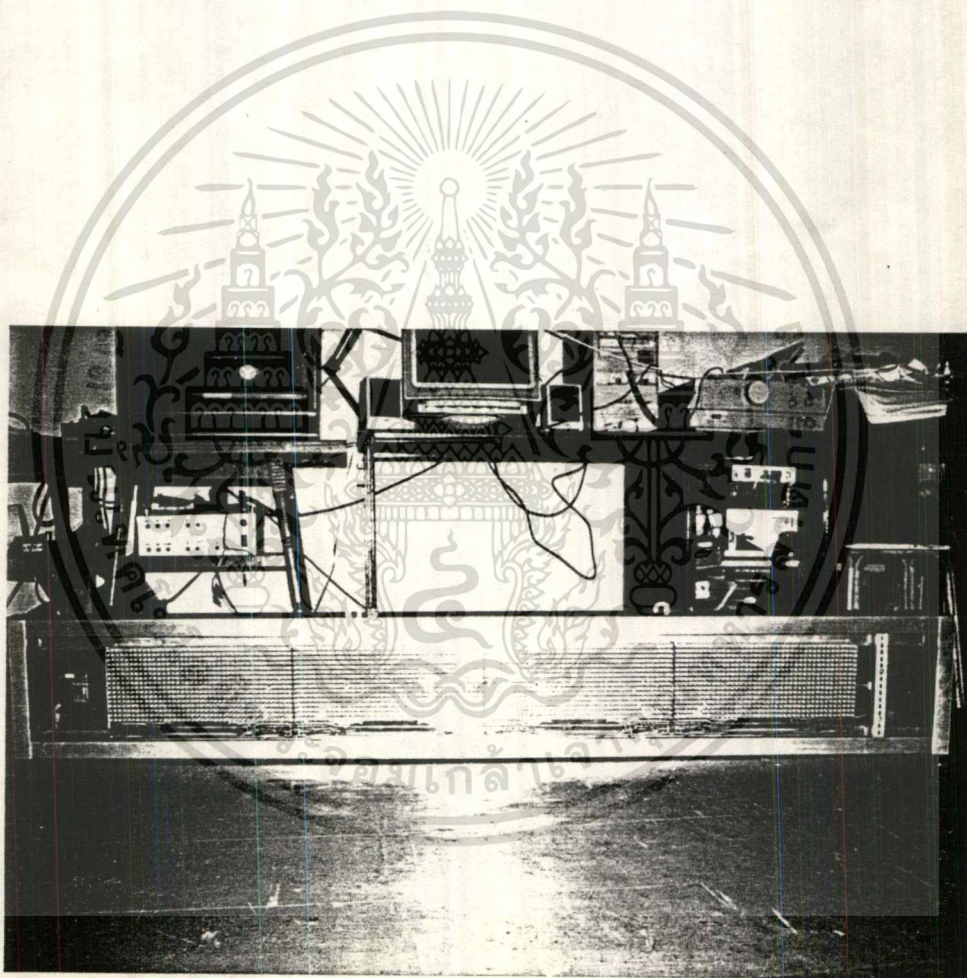
7. สกอร์บอร์ดขนาด 32x120 จุด จะใช้สกอร์บอร์ดขนาด 16x40 จุด

จำนวน 6 บอร์ดมาต่อกันตามแนวตั้ง

8. สกอร์บอร์ดขนาด 32x160 จุด จะใช้สกอร์บอร์ดขนาด 16x40 จุด

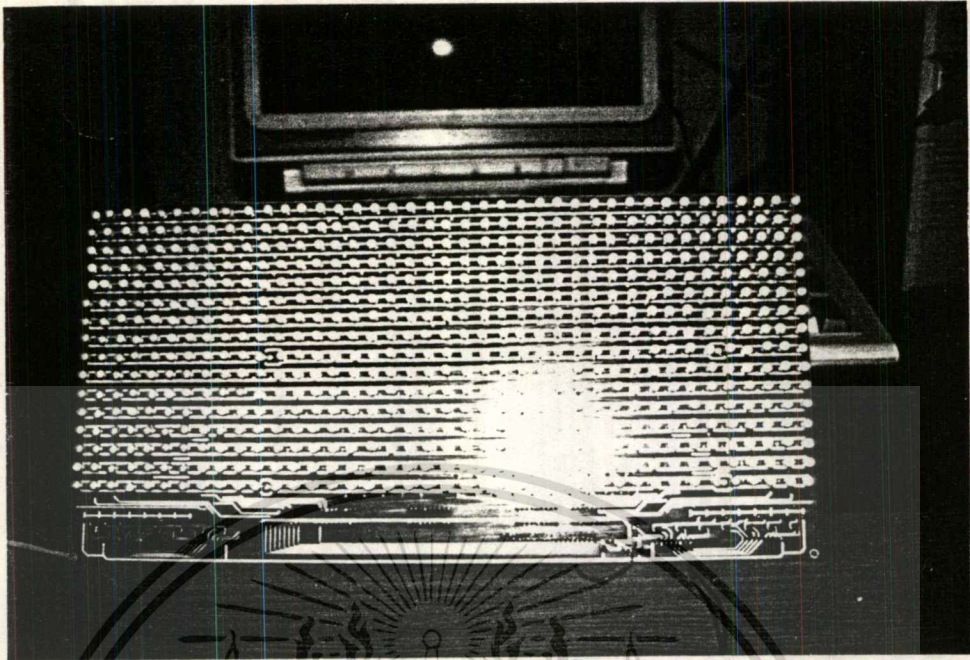
จำนวน 8 บอร์ดมาต่อกันตามแนวตั้ง

ในการนำแต่ละส่วนมาต่อกันเราจะเซตที่ตัว JUMPER เพื่อเลือกแถวและหลักของแต่ละบอร์ด และในโครงการนี้เราจะเน้นที่การนำสกอร์บอร์ดแต่ละส่วนมาต่อกันให้ได้ขนาด 16x160 จุด เท่านั้น เนื่องจากว่างประมาณมีจำนวนจำกัด

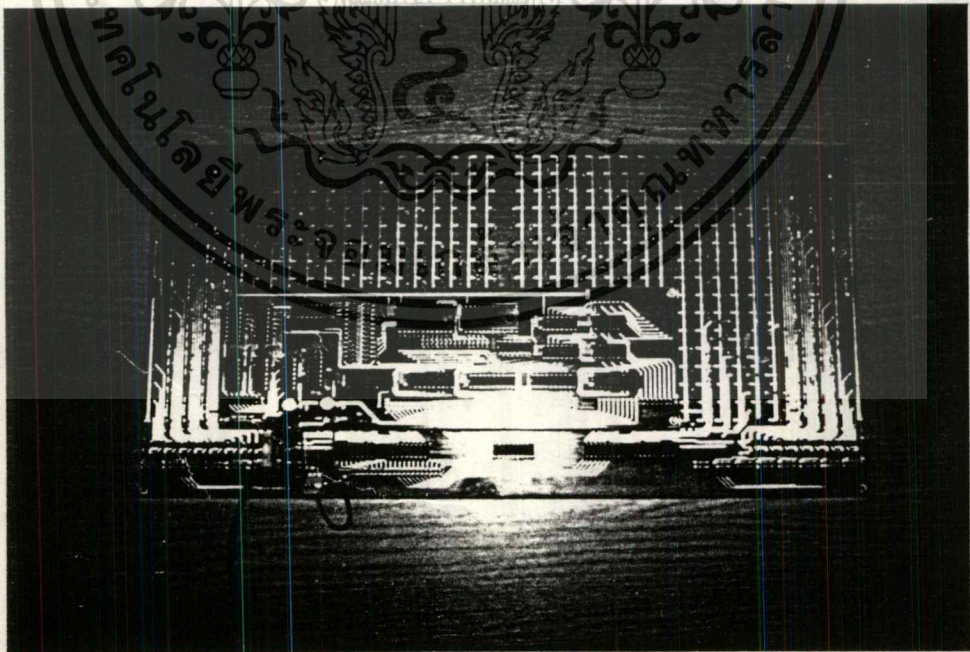


รูปที่ 7.8 แผงวงจรสกอร์บอร์ด 3 ที ขนาด 16 x 160 จุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 7.9 แผงวงจรสกรีนบอร์ด 3 ชั้น ขนาด 16 x 40 จุด ด้านหน้า



รูปที่ 7.10 แผงวงจรสกรีนบอร์ด 3 ชั้น ขนาด 16 x 40 จุด ด้านหลัง

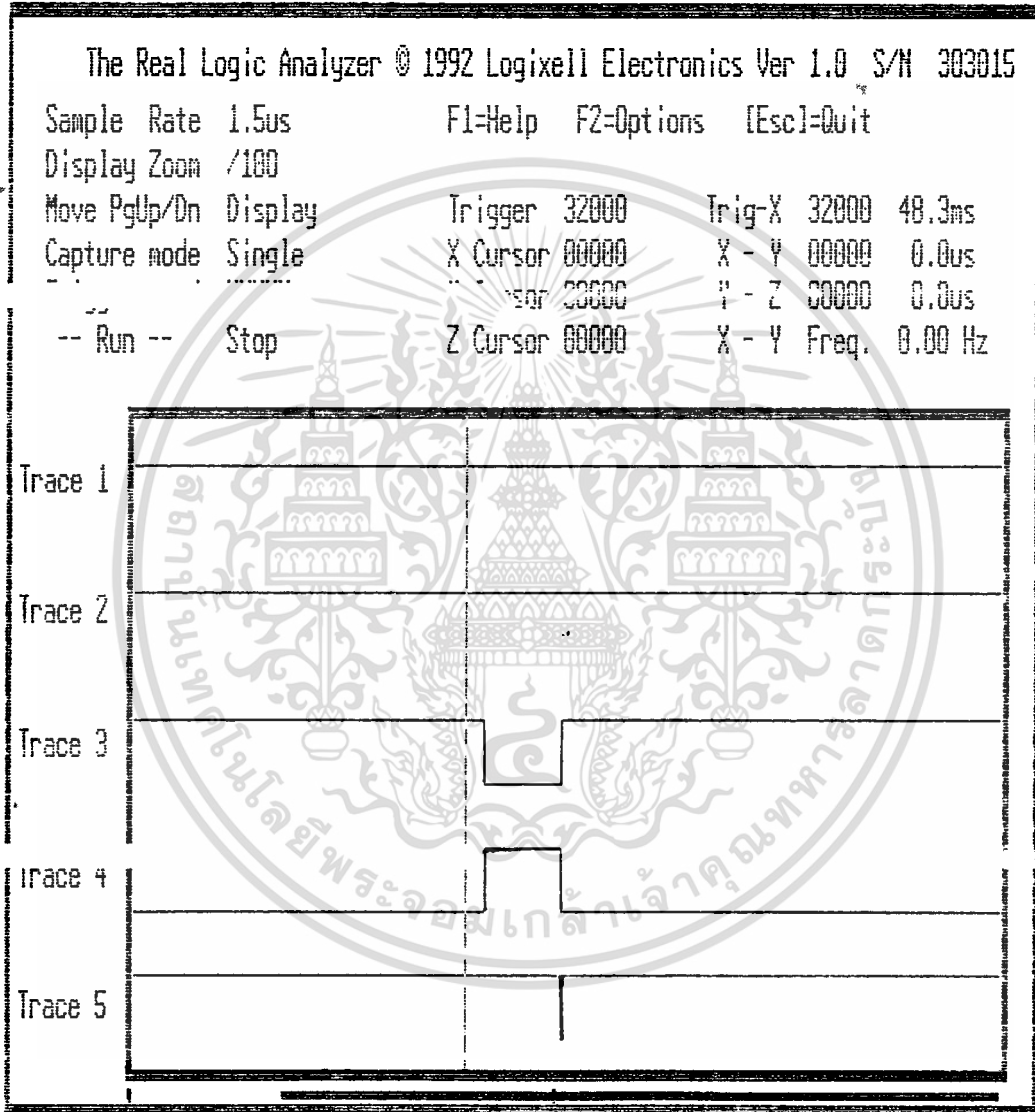
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### การทดลอง

1. วัดสัญญาณที่ขา IC 74LS123 ในส่วนของวงจรป้องกันหลอดไดโอดเปล่งแสงเสียหาย
2. วัดสัญญาณที่ขา IC 74LS374 ซึ่งเป็นส่วนของการค้างของข้อมูล
3. วัดสัญญาณที่ขา PA0 ของ 8255 เพื่อหาจำนวนรอบของการสแกนในแต่ละรอบ

### ผลการทดลอง

1. สัญญาณที่ขา IC 74LS123



รูปที่ 7.11 แสดงสัญญาณที่ขาของไอซี 74LS123

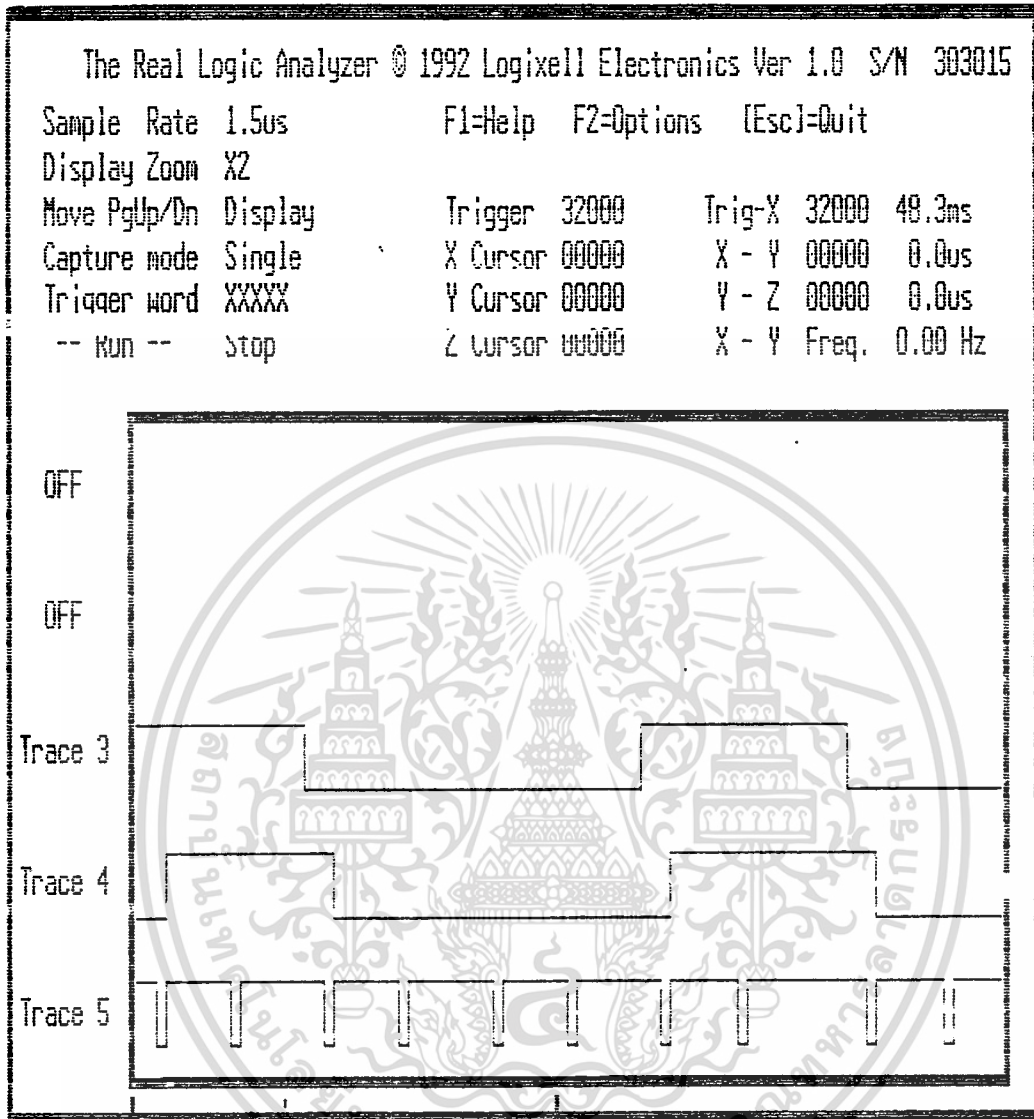
Trace 3 คือ สัญญาณที่ขา Q

Trace 4 คือ สัญญาณที่ขา  $\bar{Q}$

Trace 5 คือ สัญญาณอินพุต ( PA0 )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2. สัญญาณที่ขา IC 74LS374



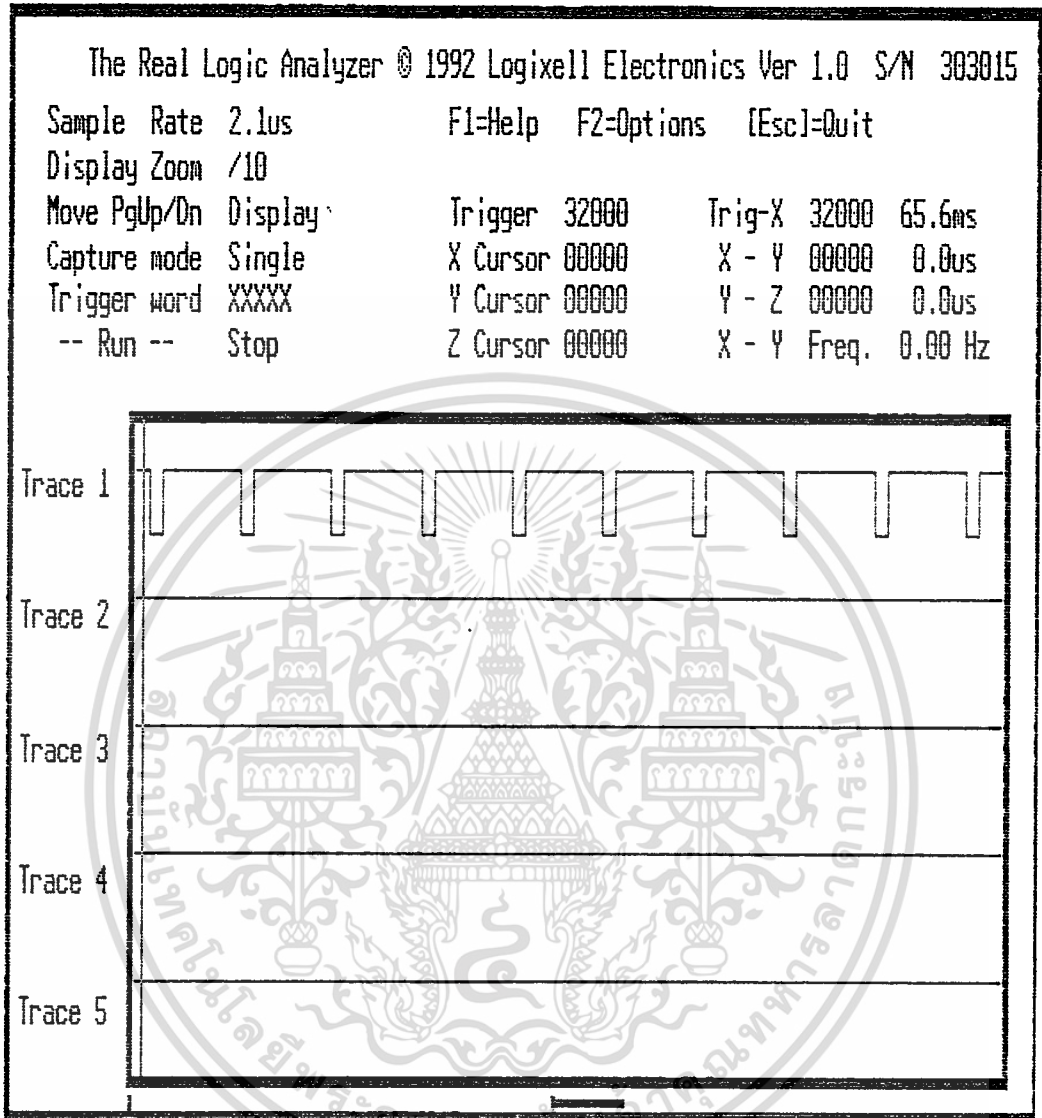
รูปที่ 7.12 แสดงสัญญาณที่ขาของไอซี 74LS374

Trace 3 คือ สัญญาณที่ขาอินพุต

Trace 4 คือ สัญญาณที่ขาเอาต์พุต

Trace 5 คือ สัญญาณนาฬิกา

## 3. สัญญาณที่ขา PA0 ของ 8255



รูปที่ 7.13 แสดงสัญญาณที่ขาของไอซี 8255

Trace 1 คือ สัญญาณที่ขา PA0

## ส่วนของคีย์บอร์ดไร้สาย

ในการออกแบบเพื่อสร้างสกอร์บอร์ด 3 สีควบคุมโดยคีย์บอร์ดไร้สายนั้นเราจะแบ่งการออกแบบออกเป็น 2 ส่วนด้วยกันคือในส่วนของตัวสกอร์บอร์ดซึ่งมีขนาด  $16 \times 160$  โดยมีการแบ่งออกเป็น 4 แผงซึ่งแต่ละแผงมีขนาด  $16 \times 40$  และส่วนที่สองคือ ส่วนของคีย์บอร์ดไร้สายที่มีการส่งผ่านข้อมูลจากตัวคีย์บอร์ดไปยังตัวสกอร์บอร์ดโดยมีการส่งผ่านทางแสงอินฟราเรดซึ่งใช้หลักการมอดูเลทแบบ ASK (Amplitude Shift Keying) ระหว่างข้อมูลกับคลื่นพาหะที่เป็นพัลส์ ซึ่งทั้งสองส่วนจะแสดงในละเอียดต่อไป

## การออกแบบวงจรภาคส่ง

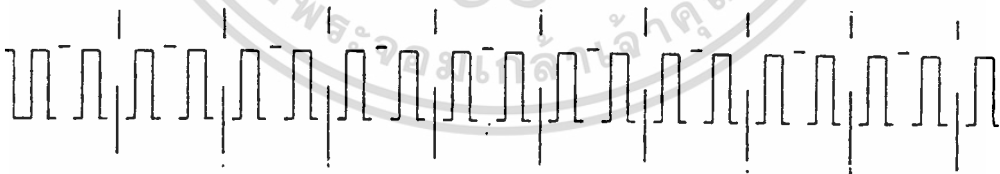
จากรูปวงจรที่ 7.15 จะประกอบไปด้วยทั้งวงจรภาคส่งและภาครับ ซึ่งในส่วนของการส่งจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

1. ส่วนของการสร้างสัญญาณพาหะ ( Carrier )
2. ส่วนของการปิดเปิด LED อินฟราเรด

### ส่วนของการสร้างสัญญาณพาหะ ( Carrier )

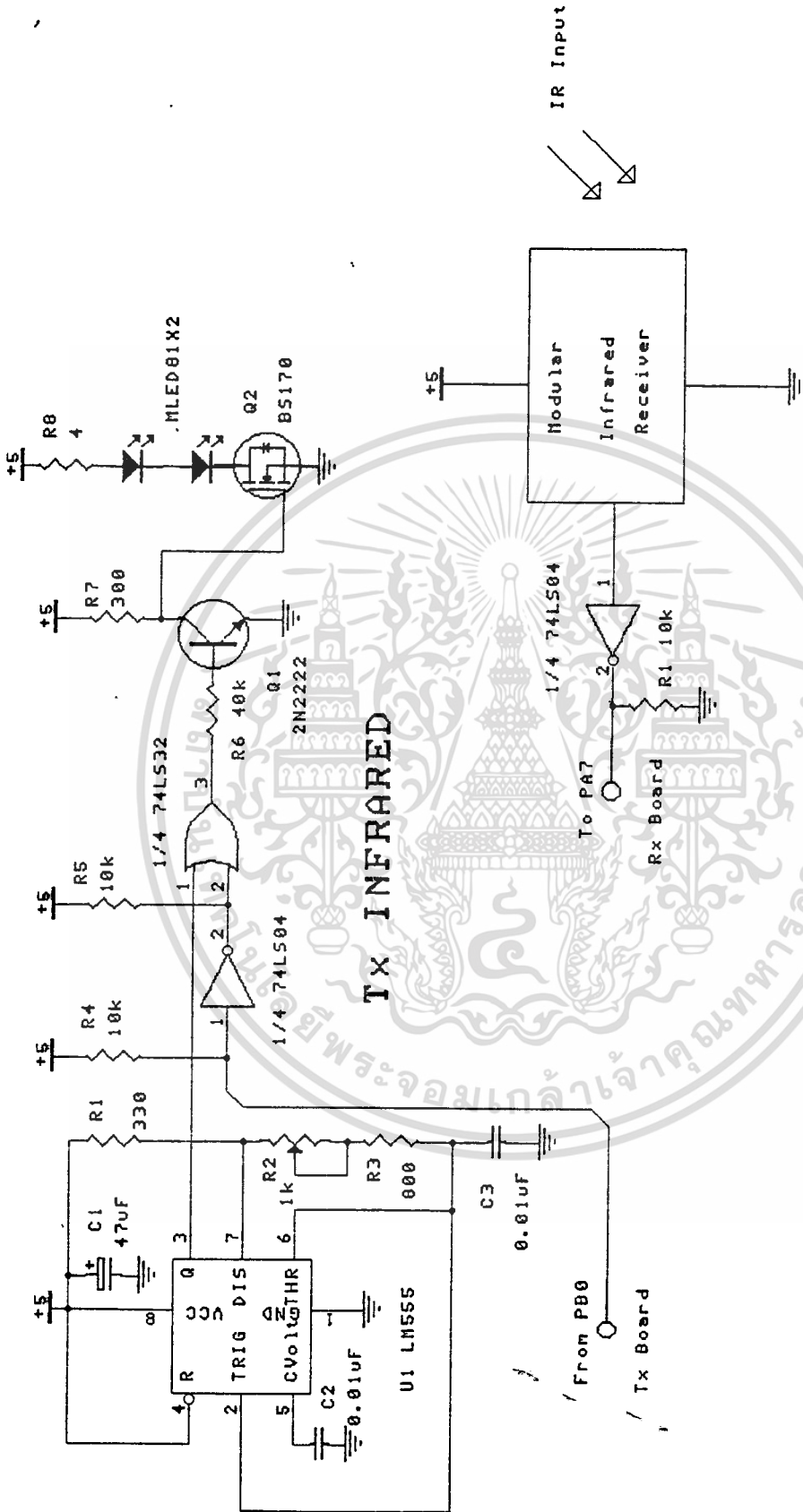
ในการออกแบบวงจรส่วนนี้นั้นเราจะต้องคำนึงถึงโมดูลา อินฟราเรด รีซีฟเวอร์ ( Modular Infrared Receiver ) ซึ่งในส่วนที่นำมาใช้นี้ต้องการความถี่สัญญาณพาหะ 38kHz และรูปแบบของสัญญาณจะเป็นสัญญาณพัลส์สี่เหลี่ยมและในส่วนของสัญญาณข้อมูลทางอินพุทก็จะเป็นสัญญาณพัลส์ ซึ่งสัญญาณทั้งสองนี้จะต้องนำมามอดูเลทแบบ ASK ก่อนที่จะทำการส่งออกไป

ตามที่ได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 6 เรากำหนดวงจรอะอสเตเบิลิลิตีไวเบรเตอร์เพื่อสร้างสัญญาณแคเรียร์ 38 kHz โดยใช้ไอซีเบอร์ 555 รูปแบบของความถี่นั้น จะอยู่ในรูปของสัญญาณพัลส์สี่เหลี่ยมที่มีความกว้างของพัลส์ดังรูปที่ 7.14



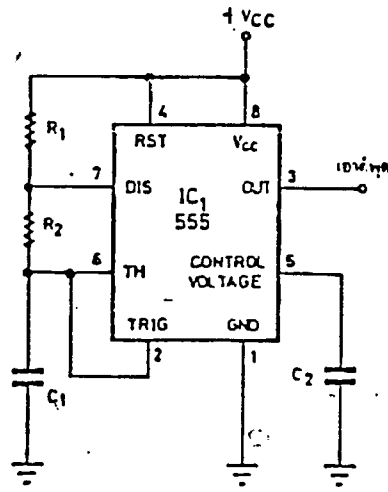
รูปที่ 7.14 สัญญาณที่ได้จากเอาต์พุทของอะอสเตเบิลิลิตีไวเบรเตอร์

จากรูปจะเห็นว่าช่วงเวลา  $t_1$  และ  $t_2$  เราสามารถที่จะกำหนดได้ว่ามีความกว้างเป็นเท่าไรโดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ เช่นเราให้ความกว้างของ  $t_1 - t_2$  คือคิดไว้ที่ 50 % การออกแบบสามารถออกแบบได้ดังรูปที่ 7.16



รูปที่ 7.15 แสดงวงจรรับและส่งอินฟราเรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



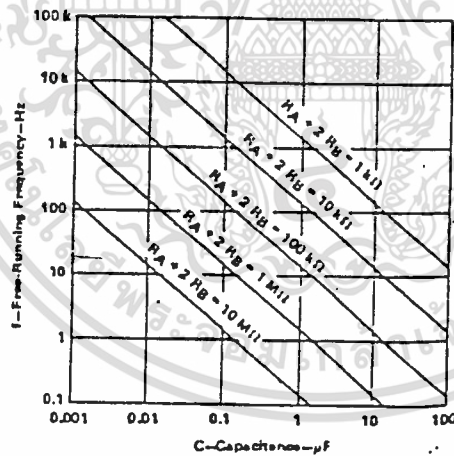
รูปที่ 7.16 แสดงวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบเรเตอร์

จากบทที่ 6 เราสามารถหาคาบเวลาได้จากสมการ

$$T = t_1 + t_2 = 0.693 (R_1 + 2R_2)C$$

ดังนั้น 
$$f = 1.44 / (R_1 + 2R_2) C$$

จากสมการข้างต้นเราจะได้ว่ามีตัวแปร 2 ตัว คือ R และ C การออกแบบเราจะกำหนดค่าของ C มาก่อนแล้วเราจะมาหาค่าของ R ทั้งนี้เพราะเราสามารถปรับหรือหาค่าของ R ได้ง่ายกว่าค่าของ C และเราสามารถหาความสัมพันธ์ของ R และ C ได้จากตารางที่ 7.1



ตารางที่ 7.1 ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า R และค่า C

จากตารางที่ 7.1 เราจะเลือกค่า  $C_1$  และ  $C_2$  มีค่าเท่ากับ  $0.01 \mu\text{F}$

แทนค่าในสมการความถี่ข้างต้น

$$38 \times 10^3 = 1.44 / (R_1 + 2R_2) \times 0.01 \times 10^{-6}$$

เพราะฉะนั้น

$$R_1 + R_2 = 1.44 / (38 \times 10^3 \times 0.01 \times 10^{-6})$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$= 3.8 \text{ k}\Omega$$

$$\text{ให้ } R_1 = 350 \text{ }\Omega$$

$$350 + 2R_2 = 3.8 \times 10^3$$

$$\text{เพราะฉะนั้น } R_2 = 1.73 \text{ k}\Omega$$

$$\begin{aligned} \text{ค่าคิวตี้ไซเคิล } D &= (R_1 + R_2) / (R_1 + 2R_2) \\ &= (350 + 1730) / (350 + 3460) \\ &= 54 \% \end{aligned}$$

### ส่วนของการเปิดเปิด LED อินฟราเรด

ในการทำงานส่วนนี้จะใช้ FET เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เป็นสวิตช์ เพื่อให้มีการเปิดและปิด (On- Off) ให้กับ LED อินฟราเรดดังในรูปที่ 7.17

ในการออกแบบเราใช้ FET เบอร์ BS 170 ส่วนตัวกำเนิดแสงอินฟราเรดนั้นเราใช้ แอลอีดีอินฟราเรด (LED Infrared) เบอร์ MLED 81 จำนวน 2 ตัว ซึ่งการคำนวณจะแสดงในส่วนข้างล่างต่อไปนี้

เราจ่ายแรงดัน  $V_{CC} = 5 \text{ V}$  และให้มีกระแสไหลผ่าน แอลอีดีอินฟราเรด ( $I_F$ ) มีค่าเท่ากับ 200 mA แรงดันที่ตกคร่อมขาเดรนกับขาซอร์ส ( $V_{DS}$ ) มีค่าเท่ากับ 1 V และแรงดันที่ตกคร่อมแอลอีดี ( $V_F$ ) มีค่าเท่ากับ 1.6 V จากนั้นทำการหาค่า R

$$V_{CC} = 5 \text{ V}$$

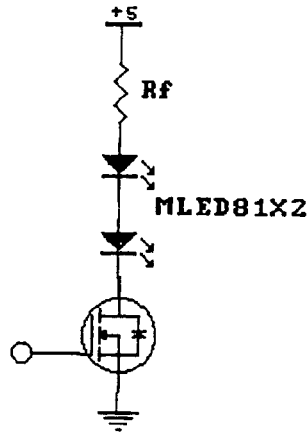
$$I_F = 200 \text{ mA}$$

$$V_{DS} = 2 \text{ V}$$

$$V_F = 1.6 \text{ V}$$

ดังนั้น

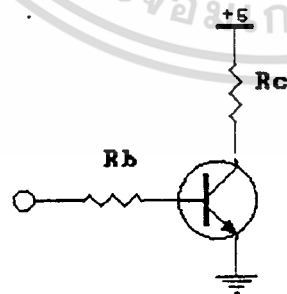
$$\begin{aligned} R &= (V_{CC} - 2V_F - V_{DS}) / I_F \\ &= (5 - 3.2 - 1) / 0.2 \\ &= 4 \text{ Ohms} \end{aligned}$$



รูปที่ 7.17 การใช้ FET เป็นตัวปิดและเปิดอินฟาเรด

ในส่วนที่เป็นภาคขยายสัญญาณอินพุตเพื่อป้อนให้กับ FET เราจะใช้ทรานซิสเตอร์มาทำงานส่วนนี้ ซึ่งแสดงในรูปที่ 7.18 เราให้กระแสคอลเลกเตอร์ ( $I_C$ ) มีค่าเท่ากับ 16 mA อัตราขยายกระแส ( $h_{fe}$ ) มีค่าเท่ากับ 150 และเราจะหาค่า  $R_B$  และ  $R_C$

$$\begin{aligned} R_C &= V_{CC} / I_C \\ &= 5 / 0.016 \\ &= 312.5 \text{ Ohms} \\ R_B &= (V_B - V_{BE}) / (I_C / h_{fe}) \\ &= (5 - 0.7) / (0.016 / 150) \\ &= 40 \text{ kiloOhms} \end{aligned}$$

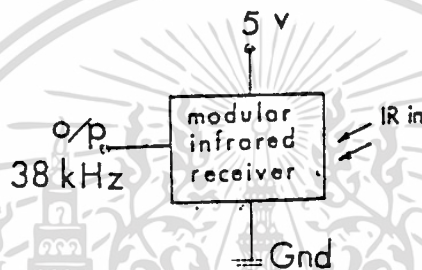


รูปที่ 7.18 แสดงส่วนของภาคขับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## การออกแบบภาครับ

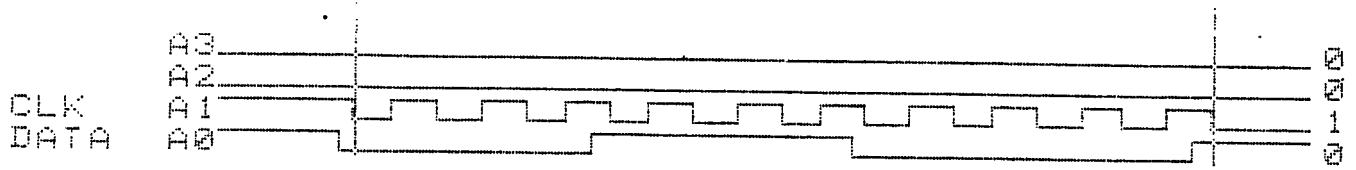
ในการออกแบบส่วนนี้เรามีการเอาโมดูลรับอินฟราเรดมาใช้งานซึ่งการที่นำตัวนี้มาใช้งานนั้น เพราะเนื่องจากว่าเราสามารถที่จะรวมแสงอินฟราเรดได้ยากแต่เมื่อเรานำโมดูลตัวนี้มาใช้แล้วเราจะสามารถแก้ปัญหาตรงจุดนี้ได้เมื่อมีการนำโมดูลตัวนี้มาใช้แล้วเราจะต้องคำนึงว่ามันใช้ความยาวคลื่นแสงเท่าไรและความถี่แคเรียสเท่าไร โดยในส่วนนี้โมดูลที่นำมาใช้มีความยาวคลื่นแสงเท่ากับ 940 nm และความถี่ของแคเรียสมีค่าเท่ากับ 38 kHz และตรงส่วนของขาเอาต์พุตนั้นสถานะปกติของมันจะเป็นไฮ ( High ) แต่ในส่วนนี้เราจะใช้สถานะเป็นโล ( LOW ) เพื่อง่ายต่อการตรวจสอบข้อมูล ( Data ) ซึ่งแสดงในรูปแบบที่ 7.19



รูปที่ 7.19 แสดงวงจรภาครับอินฟราเรด

## การออกแบบคีย์บอร์ดอินเตอร์เฟซ

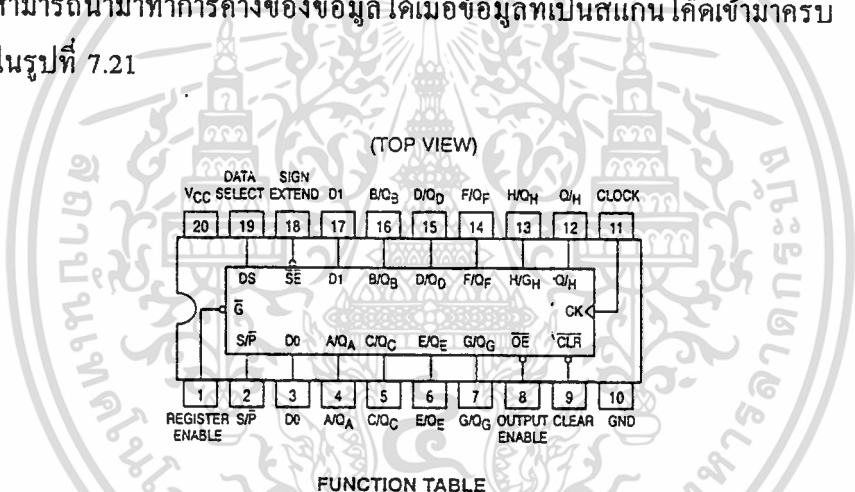
ในการออกแบบวงจรส่วนนี้เป็นการออกแบบเพื่อดึงค่าของข้อมูลออกจากตัวคีย์บอร์ดซึ่งค่าข้อมูลที่ส่งออกมาจากตัวคีย์บอร์ดนั้นจะเป็นการส่งข้อมูลแบบอนุกรมที่ใช้สัญญาณนาฬิกาเป็นตัวทำให้เกิดการซิงโครไนส์ ( Synchronous ) ซึ่งข้อมูลหนึ่งลูกจะเท่ากับสัญญาณนาฬิกาหนึ่งลูกด้วยเช่นกัน ซึ่งการส่งข้อมูลของตัวคีย์บอร์ดนั้นเมื่อเราทำการกดตัวอักษรเป็นคีย์บอร์ดคีย์บอร์ดก็จะส่งค่าสแกนไค้คออกมาตามค่าของแป้นนั้น ๆ ซึ่งมีค่า 8 บิต แต่เมื่อมีการปล่อยแป้นออกมาคีย์บอร์ดจะทำการเซ็ทค่าบิตแรกของข้อมูลให้เป็นลอจิกหนึ่ง “ 1 ” เพราะฉะนั้นค่าสแกนไค้คที่ส่งออกมาจะเป็น 9 บิต ดังตัวอย่างของค่าสแกนไค้คของตัวอักษรของแป้นตัว A ที่มีค่าสแกนไค้คประจำแป้นของมันคือ E3H ซึ่งมีค่าไบนารีคือ 11100011B ซึ่งผลที่ได้จะแสดงในรูปแบบที่ 7.20 ซึ่งได้จากการทำการวัดโดยใช้ลอจิกอนาไลเซอร์



CONTROL=0121 REF=0925 R-C=+ 804 ( .804 mS)  
 █=PAGE UP, █=PAGE DOWN, █=HORIZ EXP, █=VERT EXP  
 MEMORY=A MAIN MAIN=RDY

รูปที่ 7.20 แสดงค่าสแกนโค้ดของเป็นตัวอักษร A

เพื่อให้ได้ค่าสแกนโค้ดตามที่ทำการวัดเราจึงนำไอซีเบอร์ 74 LS 322 ซึ่งโครงสร้างภายในประกอบด้วย ดีฟลิปฟล็อป ( D - F/F ) 8 บิต ซึ่งทำหน้าที่เป็น 8 Bit Shift Registers With Sign Exten ซึ่งบิตที่ 9 ของข้อมูลมันสามารถนำมาทำการค้างของข้อมูลได้เมื่อข้อมูลที่เป็นสแกนโค้ดเข้ามาครบ 8 บิต ซึ่งสามารถแสดงในรูปที่ 7.21



FUNCTION TABLE

OPERATION	INPUTS							INPUTS/OUTPUTS				OUTPUT Q <sub>H</sub> '
	CLEAR	REGISTER ENABLE	S/P	SIGN EXTEND	DATA SELECT	OUTPUT ENABLE	CLOCK	A/Q <sub>A</sub>	B/Q <sub>B</sub>	C/Q <sub>C</sub> ... H/Q <sub>H</sub>		
Clear	L	H	X	X	X	L	X	L	L	L	L	L
Hold	H	H	X	X	X	L	X	L	L	L	L	L
Shift Right	H	L	H	H	L	L	↑	Q <sub>A0</sub>	Q <sub>B0</sub>	Q <sub>C0</sub>	Q <sub>H0</sub>	Q <sub>H0</sub>
Sign Extenc	H	L	H	L	X	L	↑	D <sub>0</sub>	Q <sub>An</sub>	Q <sub>Bn</sub>	Q <sub>Gn</sub>	Q <sub>Gn</sub>
Load	H	L	L	X	X	X	↑	D <sub>1</sub>	Q <sub>An</sub>	Q <sub>Bn</sub>	Q <sub>Gn</sub>	Q <sub>Gn</sub>

When the output enable is high, the eight input/output terminals are disabled to the high-impedance state; however, sequential operation or clearing of the register is not affected. If both the register enable input and the S/P input are low while the clear input is low, the register is cleared while the eight input/output terminals are disabled to the high-impedance state.

H = HIGH Level (steady state)  
 L = LOW Level (steady state)  
 X = Irrelevant (any input, including transitions)  
 ↑ = Transition from LOW to HIGH level  
 Q<sub>A0</sub>... Q<sub>H0</sub> = the level of Q<sub>A</sub> through Q<sub>H</sub>, respectively, before the indicated steady-state conditions were established  
 Q<sub>An</sub>... Q<sub>Hn</sub> = the level of Q<sub>A</sub> through Q<sub>H</sub>, respectively, before the most recent ↑ transition of the clock  
 D<sub>0</sub>, D<sub>1</sub> = the level of steady-state inputs at inputs D<sub>0</sub> and D<sub>1</sub> respectively  
 a...h = the level of steady-state inputs at inputs A through H respectively

รูปที่ 7.21 แสดงการทำงานของ 74LS322

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 8

### สรุปผลการปฏิบัติงานและปัญหาของโครงการ

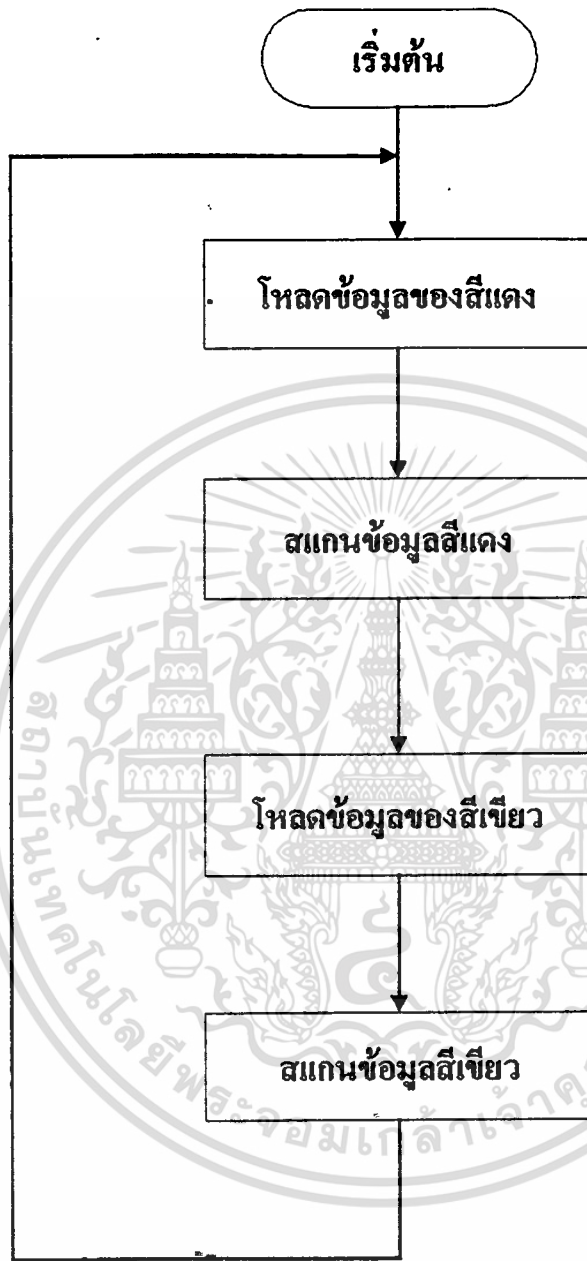
ได้ทำการสร้างวงจรถอกบอร์ด 3 สี ดันแบบขนาด 8x8 จุด และทำการทดลองเพื่อศึกษาเกี่ยวกับการแสดงสีต่างๆ พบว่าสามารถแสดงสี ได้ 3 สีคือ สีแดง, สีเขียว และ สีส้ม ( สีแดง+สีเขียว ) จากนั้นก็นำวงจรถอกบอร์ด 3 สี ดันแบบขนาด 8x8 จุด มาพัฒนาเป็นวงจรถอกบอร์ด 3 สี ขนาด 16x160 จุด และสร้างวงจรถอกบอร์ดไร้สาย จากนั้นก็นำส่วนของวงจรถอกบอร์ดไร้สายมาเชื่อมต่อกับส่วนของวงจรถอกบอร์ด ซึ่งปรากฏว่าส่วนของวงจรถอกบอร์ดไร้สายสามารถที่จะส่งข้อมูลให้กับวงจรถอกบอร์ด ได้ ในระยะไม่เกิน 6 เมตร จึงจะทำให้ข้อมูลที่วงจรถอกบอร์ด 3 สี ขนาด 16x160 จุด รับได้ไม่เกิดการผิดพลาด

ปัญหาของโครงการ

1. จากการทดสอบวงจรถอกบอร์ด พบว่าบางครั้งเมื่อเปิดเครื่องใหม่ๆและทำการทดสอบโปรแกรม วงจรถอกบอร์ด จะไม่ทำงาน สาเหตุเกิดจาก เมื่อเวลาที่เราย้ายไฟเลี้ยงให้กับวงจรครั้งแรก อุปกรณ์แต่ละตัวจะมีความพร้อมในการทำงานไม่เท่ากัน ทำให้บางครั้ง 8255 ไม่รับรู้ รหัสควบคุมที่ส่งมาได้ แก้ไขโดยการหน่วงเวลาที่ดันโปรแกรมเพื่อคอยให้อุปกรณ์แต่ละตัวพร้อมที่จะทำงานแล้วจึงทำการ เซต 8255
2. ขณะที่กำลังทดสอบโปรแกรมอยู่บางครั้งบอร์ด Z-80 เกิดอาการแสงค์ขึ้นมา สาเหตุเนื่องจากว่าบอร์ด Z-80 กับ สกอร์บอร์ด ใช้แหล่งจ่ายไฟร่วมกัน ดังนั้นเมื่อสกอร์บอร์ดทำงานก็จะคั้งกระแสมากเป็นผลให้บอร์ด Z-80 ทำงานผิดพลาด แก้ไขโดยการแยกไฟเลี้ยงระหว่างบอร์ดทั้งสอง
3. ไม่สามารถหาซื้อหลอดไดโอดเปล่งแสง 2 สี แบบ DOT MATRIX ขนาด 8x8 จุด หรือ หลอดไดโอดเปล่งแสง 2 สี แบบ DOT MATRIX ขนาด 4x4 จุดได้ จึงต้องใช้หลอดไดโอดเปล่งแสง 2 สี ขนาด 5 มม.แทน ( ไม่ใช่ขนาด 8 มม.เพราะว่ามีราคาแพงมาก )



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



### แสดงโครงสร้างของโปรแกรมทดสอบวงจรสกรับอร์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## หนังสืออ้างอิง

1. ยืน ภู่วรรณ , “ ทฤษฎีและการประยุกต์ ไมโครโปรเซสเซอร์ Z-80 ” .  
: สำนักพิมพ์ บริษัท ซีเอ็ด ยูเคชั่น จำกัด , 2528.
- 2 KENNETH HINTZ DANIEL TABAK , “ Microcontrollers : Architecture ,Implementation and Programming , ” : McGRAW-HILL INTERNATIONAL EDITIONS , 1992 .
3. John B. Peatman , “ Design with Microcontrollers , ” : McGRAW-HILL INTERNATIONAL EDITIONS , 1988



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

;*****
; โปรแกรมทดสอบ วงจรสกรีนบอร์ด 3 สี ขนาด 16 x 160 จุด
;
0000 CPU "Z80.TBL" ; CPU TABLE
0000 HOF "INT8" ; HEX OUTPUT FORMAT
;
;*****
;
7000 = DATAC: EQU 7000H ;DATA CHAR
7000 = DATAR: EQU 7000H ;DATA CHAR RED
7000 = DATAG: EQU 7000H ;DATA CHAR GREEN
FFA0 = DATAS: EQU 0FFA0H ;DATA SCAN
FFA0 = SDR: EQU 0FFA0H ;DATA SCAN RED
FFC0 = SDG: EQU 0FFC0H ;DATA SCAN GREEN4
;
;*****
8000 ORG 8000H ; RESET ORIGIN
;***** MAIN PROGRAM *****
8000 06FF LD B,0FFH;DELAY
8002 10FE LOOP1: DJNZ LOOP1
8004 3E80 LD A,80H ;INIT 8255
8006 D313 OUT (13H),A
8008 0650 LD B,80 ;DELAY
800A 10FE LOOP2: DJNZ LOOP2
800C 210070 LOOP3: LD HL,DATAC;DATA CHAR
800F DD21A0FF LD IX,DATAS;DATA SCAN
8013 0E10 LD C,10H
8015 CD2980 LOOP4: CALL COLUMNR
8018 CD6180 CALL RSCAN
801B CD4580 CALL COLUMNG
801E CD6F80 CALL GSCAN
8021 0D DEC C

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

804A 0E00          LD    C,0H ;START FIRST COLUMN
804C 79          LOOP6: LD    A,C ;RECIVE DATA
804D D312          OUT   (12H),A
804F 7E          LD    A,(HL) ;LOAD DATA
8050 D311          OUT   (11H),A
8052 3EFF          LD    A,0FFH;LATCH DATA
8054 D312          OUT   (12H),A
8056 111000       LD    DE,10H;INC COLUMN
8059 19          ADD   HL,DE
805A 0C          INC   C
805B 10EF          DJNZ  LOOP6
805D C1          POP   BC
805E D1          POP   DE
805F E1          POP   HL
8060 C9          RET

```

\*\*\*\*\* PROGRAM SCAN RED \*\*\*\*\*

```

8061 DD7E00       RSCAN: LD    A,(IX+0H);ON SCAN
8064 D310          OUT   (10H),A
8066 0630          LD    B,30H ;DELAY
8068 10FE          LOOP7: DJNZ  LOOP7
806A 3EFF          LD    A,0FFH;OFF SCAN
806C D310          OUT   (10H),A
806E C9          RET

```

;

;

\*\*\*\*\* PROGRAM SCAN GREEN \*\*\*\*\*

```

806F DD7E10       GSCAN: LD    A,(IX+10H);ON SCAN
8072 D310          OUT   (10H),A
8074 0630          LD    B,30H ;DELAY

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

8022 23          INC  HL   ;INC DATA CHAR ROW
8023 DD23        INC  IX   ;INC DATA SCAN ROW
8025 20EE        JR    NZ,LOOP4
8027 18E3        JR    LOOP3

```

```
;
```

```
;
```

```
***** PROGRAM LOAD DATA RED *****
```

```

8029 E5          COLUMNR:  PUSH HL
802A D5          PUSH DE
802B C5          PUSH BC
802C 0614        LD    B,14H ;20 COLUMN
802E 0E00        LD    C,0H  ;START FIRST COLUMN
8030 79          LOOP5:    LD    A,C   ;RECIVE DATA
8031 D312        OUT   (12H),A
8033 7E          LD    A,(HL) ;LOAD DATA
8034 D311        OUT   (11H),A
8036 3EFF        LD    A,0FFH;LATCH DATA
8038 D312        OUT   (12H),A
803A 111000      LD    DE,10H;INC COLUMN
803D 19          ADD   HL,DE
803E 0C          INC   C
803F 10EF        DJNZ  LOOP5
8041 C1          POP   BC
8042 D1          POP   DE
8043 E1          POP   HL
8044 C9          RET

```

```
;
```

```
;
```

```
***** PROGRAM LOAD DATA GREEN *****
```

```

8045 E5          COLUMNM:  PUSH HL
8046 D5          PUSH DE
8047 C5          PUSH BC
8048 0614        LD    B,14H ;20 COLUMN

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8076 10FE	LOOP8:	DJNZ LOOP8
8078 3EFF		LD A,0FFH;OFF SCAN
807A D310		OUT (10H),A
807C C9		RET
0000		END



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**MOTOROLA**  
**SEMICONDUCTOR**  
**TECHNICAL DATA**

**Infrared LED**

**Features:**

- Low Cost
- Popular T-1 $\frac{1}{2}$  Package
- Ideal Beam Angle for Most Remote Control Applications in Conjunction with MRD821
- Uses Stable Long-Life LED Technology
- Clear Epoxy Package

**Applications:**

Remote Controls and Long Distance Interruptive Sensing

**MAXIMUM RATINGS**

Rating	Symbol	Value	Unit
Reverse Voltage	$V_R$	5	Volts
Forward Current — Continuous	$I_F$	100	mA
Forward Current — Peak Pulse	$I_F$	1	A
Total Power Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ Derate above $25^\circ\text{C}$	$P_D$	100 2.2	mW mW/°C
Ambient Operating Temperature Range	$T_A$	-30 to +70	°C
Storage Temperature	$T_{stg}$	-30 to +80	°C
Lead Soldering Temperature, 5 seconds max. 1/16 inch from case	—	260	°C

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

Characteristic	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
Reverse Leakage Current ( $V_R = 3\text{ V}$ )	$I_R$	—	10	—	nA
Reverse Leakage Current ( $V_R = 5\text{ V}$ )	$I_R$	—	1	10	$\mu\text{A}$
Forward Voltage ( $I_F = 100\text{ mA}$ )	$V_F$	—	1.35	1.7	V
Temperature Coefficient of Forward Voltage	$\Delta V_F$	—	-1.6	—	mV/K
Capacitance ( $f = 1\text{ MHz}$ )	C	—	25	—	pF

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

Characteristic	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
Peak Wavelength ( $I_F = 100\text{ mA}$ )	$\lambda_p$	—	940	—	nm
Spectral Half-Power Bandwidth	$\Delta\lambda$	—	50	—	nm
Total Power Output ( $I_F = 100\text{ mA}$ )	$\theta_e$	—	16	—	mW
Temperature Coefficient of Total Power Output	$\Delta\theta_e$	—	-0.25	—	%/K
Axial Radiant Intensity ( $I_F = 100\text{ mA}$ )	$I_e$	10	15	—	mW/sr
Temperature Coefficient of Axial Radiant Intensity	$\Delta I_e$	—	-0.25	—	%/K
Power Half-Angle	$\theta$	—	$\approx 30$	—	°

**MLED81**

Motorola Preferred Device

INFRARED  
LED  
940 nm



CASE 279B-01  
STYLE 1



# MLED81

## TYPICAL CHARACTERISTICS

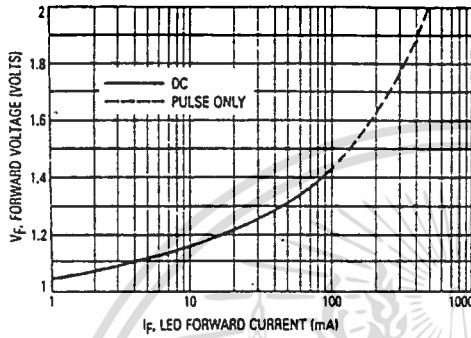


Figure 1. LED Forward Voltage versus Forward Current

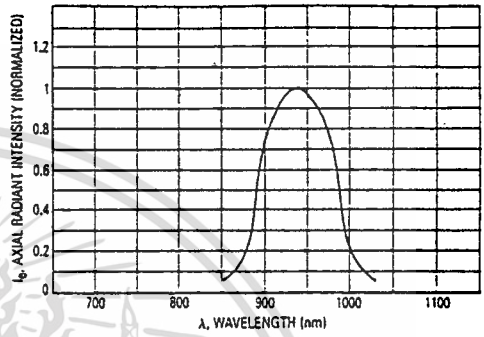


Figure 2. Relative Spectral Emission

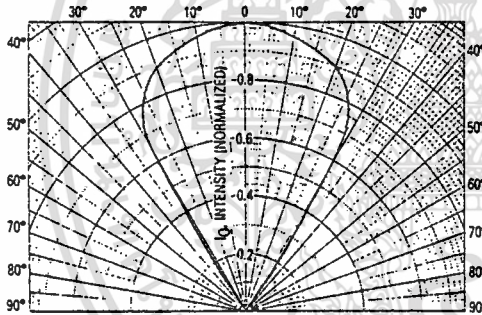


Figure 3. Spatial Radiation Pattern

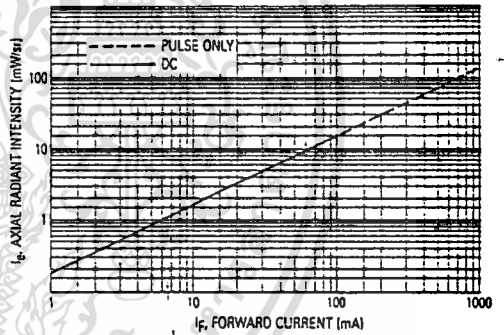


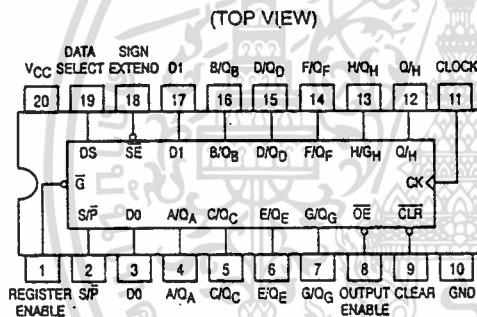
Figure 4. Intensity versus Forward Current



## 8-BIT SHIFT REGISTERS WITH SIGN EXTEND

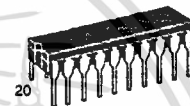
These 8-bit shift registers have multiplexed input/output data ports to accomplish full 8-bit data handling in a single 20-pin package. Serial data may enter the shift-right register through either D0 or D1 inputs as selected by the data select pin. A serial output is also provided. Synchronous parallel loading is achieved by taking the register enable and the S/P inputs low. This places the three-state input/output ports in the data input mode. Data is entered on the low-to-high clock transition. The data extend function repeats the sign in the Q<sub>A</sub> flip-flop during shifting. An overriding clear input clears the internal registers when taken low whether the outputs are enabled or off. The output enable does not affect synchronous operation of the register.

- Multiplexed Inputs/Outputs Provide Improved Bit Density
- Sign Extend Function
- Direct Overriding Clear
- 3-State Outputs Drive Bus Lines Directly

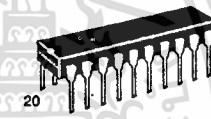


SN54/74LS322A

8-BIT SHIFT REGISTERS WITH SIGN EXTEND  
LOW POWER SCHOTTKY



J SUFFIX  
CERAMIC  
CASE 732-03



N SUFFIX  
PLASTIC  
CASE 738-03



DW SUFFIX  
SOIC  
CASE 751D-03

### ORDERING INFORMATION

SN54LSXXXJ Ceramic  
SN74LSXXXN Plastic  
SN74LSXXXDW SOIC

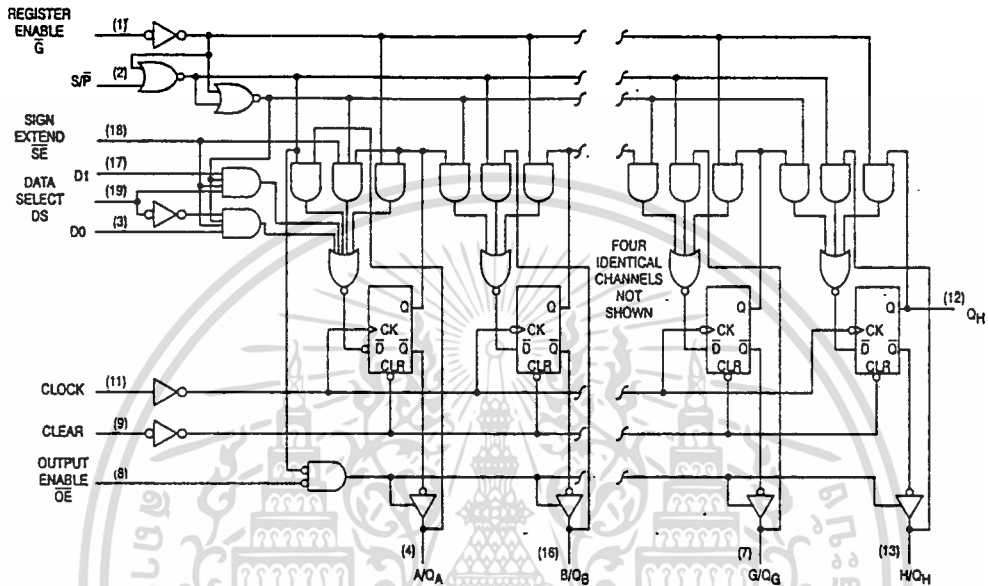
### GUARANTEED OPERATING RANGES

Symbol	Parameter	Min	Typ	Max	Unit
V <sub>CC</sub>	Supply Voltage	54 74	4.5 5.0	5.5 5.25	V
T <sub>A</sub>	Operating Ambient Temperature Range	54 74	-55 25	125 70	°C
I <sub>OH</sub>	Output Current — High Q <sub>H</sub> '	54, 74		-0.4	mA
I <sub>OL</sub>	Output Current — Low Q <sub>H</sub> '	54 74		4.0 8.0	mA
I <sub>OH</sub>	Output Current — High Q <sub>A</sub> -Q <sub>H</sub>	54 74		-1.0 -2.6	mA
I <sub>OL</sub>	Output Current — Low Q <sub>A</sub> -Q <sub>H</sub>	54 74		12 24	mA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# SN54/74LS322A

## BLOCK DIAGRAM



## FUNCTION TABLE

OPERATION	INPUTS							INPUTS/OUTPUTS				OUTPUT QH'
	CLEAR	REGISTER ENABLE	S/P	SIGN EXTEND	DATA SELECT	OUTPUT ENABLE	CLOCK	A/QA	B/QB'	C/QC	...H/QH	
Clear	L	H	X	X	X	L	X	L	L	L	L	L
	L	X	H	X	X	L	X	L	L	L	L	L
Hold	H	H	X	X	X	L	X	QA0	QB0	QC0	QH0	QH0
Shift Right	H	L	H	H	L	L	↑	D0	QA <sub>n</sub>	QB <sub>n</sub>	QC <sub>n</sub>	QH <sub>n</sub>
	H	L	H	H	H	L	↑	D1	QA <sub>n</sub>	QB <sub>n</sub>	QC <sub>n</sub>	QH <sub>n</sub>
Sign Extend	H	L	H	L	X	L	↑	QA <sub>n</sub>	QA <sub>n</sub>	QB <sub>n</sub>	QC <sub>n</sub>	QH <sub>n</sub>
Load	H	L	L	X	X	X	↑	a	b	c	h	h

When the output enable is high, the eight input/output terminals are disabled to the high-impedance state; however, sequential operation or clearing of the register is not affected. If both the register enable input and the S/P input are low while the clear input is low, the register is cleared while the eight input/output terminals are disabled to the high-impedance state.

H = HIGH Level (steady state)

L = LOW Level (steady state)

X = Irrelevant (any input, including transitions)

↑ = Transition from LOW to HIGH level

QA0...QH0 = the level of QA through QH, respectively, before the indicated steady-state conditions were established

QA<sub>n</sub>...QH<sub>n</sub> = the level of QA through QH, respectively, before the most recent ↑ transition of the clock

D0, D1 = the level of steady-state inputs at inputs D0 and D1 respectively

a...h = the level of steady-state inputs at inputs A through H respectively

## SN54/74LS32A

### DC CHARACTERISTICS OVER OPERATING TEMPERATURE RANGE (unless otherwise specified)

Symbol	Parameter		Limits			Unit	Test Conditions	
			Min	Typ	Max			
V <sub>IH</sub>	Input HIGH Voltage		2.0			V	Guaranteed Input HIGH Voltage for All Inputs	
V <sub>IL</sub>	Input LOW Voltage	54			0.7	V	Guaranteed Input LOW Voltage for All Inputs	
		74			0.8			
V <sub>IK</sub>	Input Clamp Diode Voltage			-0.65	-1.5	V	V <sub>CC</sub> = MIN, I <sub>IN</sub> = -18 mA	
V <sub>OH</sub>	Output HIGH Voltage Q <sub>A</sub> -Q <sub>H</sub>	54	2.4	3.2		V	V <sub>CC</sub> = MIN, I <sub>OH</sub> = MAX	
		74	2.4	3.2		V		
V <sub>OH</sub>	Output HIGH Voltage Q <sub>H</sub> '	54	2.5	3.4		V	V <sub>CC</sub> = MIN, I <sub>OH</sub> = MAX	
		74	2.7	3.4		V		
V <sub>OL</sub>	Output LOW Voltage Q <sub>A</sub> -Q <sub>H</sub>	54, 74		0.25	0.4	V	I <sub>OL</sub> = 12 mA	V <sub>CC</sub> = V <sub>CC</sub> MIN, V <sub>IN</sub> = V <sub>IL</sub> or V <sub>IH</sub> per Truth Table
		74		0.35	0.5	V	I <sub>OL</sub> = 24 mA	
V <sub>OL</sub>	Output LOW Voltage Q <sub>H</sub> '	54, 74			0.4	V	I <sub>OL</sub> = 4.0 mA	V <sub>CC</sub> = V <sub>CC</sub> MIN, V <sub>IN</sub> = V <sub>IL</sub> or V <sub>IH</sub> per Truth Table
		74			0.5	V	I <sub>OL</sub> = 8.0 mA	
I <sub>OZH</sub>	Output Off Current HIGH Q <sub>A</sub> -Q <sub>H</sub>					40	μA	V <sub>CC</sub> = MAX, V <sub>OUT</sub> = 2.7 V
I <sub>OZL</sub>	Output Off Current LOW Q <sub>A</sub> -Q <sub>H</sub>					-400	μA	V <sub>CC</sub> = MAX, V <sub>OUT</sub> = 0.4 V
I <sub>IH</sub>	Input HIGH Current	Other				20	μA	V <sub>CC</sub> = MAX, V <sub>IN</sub> = 2.7 V
		A-H, Data Select				40	μA	
		Sign Extend				60	μA	
		Other				0.1	mA	V <sub>CC</sub> = MAX, V <sub>IN</sub> = 7.0 V
		Data Select				0.2	mA	
		Sign Extend				0.3	mA	
A-H				0.1	mA	V <sub>CC</sub> = MAX, V <sub>IN</sub> = 5.5 V		
I <sub>IL</sub>	Input LOW Current	Other				-0.4	mA	V <sub>CC</sub> = MAX, V <sub>IN</sub> = 0.4 V
		Data Select				-0.8	mA	
		Sign Extend				-1.2	mA	
I <sub>OS</sub>	Short Circuit Current (Note 1)	Q <sub>H</sub> '	-20			-100	mA	V <sub>CC</sub> = MAX
		Q <sub>A</sub> -Q <sub>H</sub>	-30				-130	mA
I <sub>CC</sub>	Power Supply Current					60	mA	V <sub>CC</sub> = MAX

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

## SN54/74LS322A

### AC CHARACTERISTICS ( $T_A = 25^\circ\text{C}$ , $V_{CC} = 5.0\text{ V}$ )

Symbol	Parameter	Limits			Unit	Test Conditions
		Min	Typ	Max		
$f_{MAX}$	Maximum Clock Frequency	25	35		MHz	$C_L = 15\text{ pF}$
$t_{PHL}$ $t_{PLH}$	Propagation Delay, Clock to $Q_H'$		26 22	35 33	ns	
$t_{PHL}$	Propagation Delay, Clear to $Q_H'$		27	35	ns	
$t_{PHL}$ $t_{PLH}$	Propagation Delay, Clock to $Q_A-Q_H$		22 16	33 25	ns	$C_L = 45\text{ pF}$ , $R_L = 687\ \Omega$
$t_{PHL}$	Propagation Delay, Clear to $Q_A-Q_H$		22	35	ns	
$t_{PZH}$ $t_{PZL}$	Output Enable Time		15 15	35 35	ns	
$t_{PHZ}$ $t_{PLZ}$	Output Disable Time		15 15	25 25	ns	$C_L = 5.0\text{ pF}$

### AC SETUP REQUIREMENTS ( $T_A = 25^\circ\text{C}$ , $V_{CC} = 5.0\text{ V}$ )

Symbol	Parameter	Limits			Unit	Test Conditions
		Min	Typ	Max		
$t_W$	Clock Pulse Width HIGH	25			ns	$V_{CC} = 5.0\text{ V}$
$t_W$	Clock Pulse Width LOW	15			ns	
$t_W$	Clear Pulse Width LOW	20			ns	
$t_S$	Data Setup Time	20			ns	
$t_S$	Select Setup Time	15			ns	
$t_H$	Data Hold Time	0			ns	
$t_H$	Select Hold Time	10			ns	
$t_{rec}$	Recovery Time	20			ns	

#### DEFINITIONS OF TERMS

**SETUP TIME ( $t_S$ )** — is defined as the minimum time required for the correct logic level to be present at the logic input prior to the clock transition from LOW-to-HIGH in order to be recognized and transferred to the outputs.

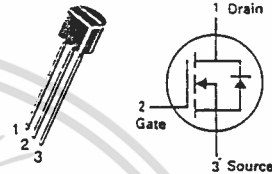
**HOLD TIME ( $t_H$ )** — is defined as the minimum time following the clock transition from LOW-to-HIGH that the logic level must be maintained at the input in order to ensure continued

recognition. A negative HOLD TIME indicates that the correct logic level may be released prior to the clock transition from LOW-to-HIGH and still be recognized.

**RECOVERY TIME ( $t_{rec}$ )** — is defined as the minimum time required between the end of the reset pulse and the clock transition from LOW-to-HIGH in order to recognize and transfer HIGH Data to the Q outputs.

# BS170★

CASE 29-04, STYLE 30  
TO-92 (TO-226AA)



## TMOS FET SWITCHING

N-CHANNEL — ENHANCEMENT

★This is a Motorola  
designated preferred device.

### MAXIMUM RATINGS

Rating	Symbol	Value	Unit
Drain-Source Voltage	$V_{DS}$	60	Vdc
Gate-Source Voltage	$V_{GS}$	$\pm 20$	Vdc
Drain Current(1)	$I_D$	0.5	Adc
Total Device Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$	$P_D$	350	mW
Operating and Storage Junction Temperature Range	$T_J, T_{stg}$	$-55$ to $+150$	$^\circ\text{C}$

(1) The Power Dissipation of the package may result in a lower continuous drain current.

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

Characteristic	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
<b>OFF CHARACTERISTICS</b>					
Gate Reverse Current ( $V_{GS} = 15\text{ V}, V_{DS} = 0$ )	$I_{GSS}$	—	0.01	10	nAdc
Drain-Source Breakdown Voltage ( $V_{GS} = 0, I_D = 100\ \mu\text{A}$ )	$V_{(BR)DSS}$	60	90	—	Vdc
<b>ON CHARACTERISTICS(2)</b>					
Gate Threshold Voltage ( $V_{DS} = V_{GS}, I_D = 1.0\ \text{mA}$ )	$V_{GS(Th)}$	0.8	2.0	3.0	Vdc
Static Drain-Source On Resistance ( $V_{GS} = 10\ \text{V}, I_D = 200\ \text{mA}$ )	$r_{DS(on)}$	—	1.8	5.0	Ohms
Drain Cutoff Current ( $V_{DS} = 25\ \text{V}, V_{GS} = 0\ \text{V}$ )	$I_D(off)$	—	—	0.5	$\mu\text{A}$
Forward Transconductance ( $V_{DS} = 10\ \text{V}, I_D = 250\ \text{mA}$ )	$g_{fs}$	—	200	—	mmhos
<b>SMALL-SIGNAL CHARACTERISTICS</b>					
Input Capacitance ( $V_{DS} = 10\ \text{V}, V_{GS} = 0, f = 1.0\ \text{MHz}$ )	$C_{iss}$	—	—	60	pF
<b>SWITCHING CHARACTERISTICS</b>					
Turn-On Time ( $I_D = 0.2\ \text{A}$ ) See Figure 1	$t_{on}$	—	4.0	10	ns
Turn-Off Time ( $I_D = 0.2\ \text{A}$ ) See Figure 1	$t_{off}$	—	4.0	10	ns

(2) Pulse Test: Pulse Width  $\leq 300\ \mu\text{s}$ , Duty Cycle  $\leq 2.0\%$ .

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BS170

RESISTIVE SWITCHING

FIGURE 1 — SWITCHING TEST CIRCUIT

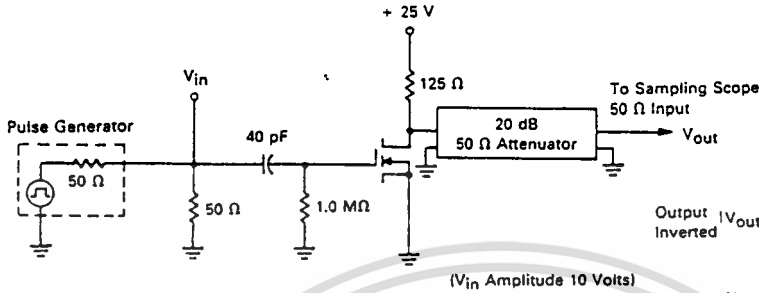


FIGURE 2 — SWITCHING WAVEFORMS

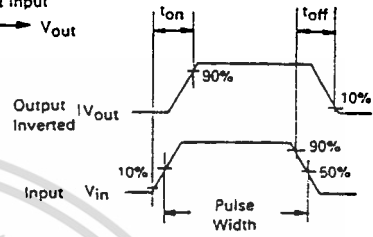


FIGURE 3 —  $V_{GS(th)}$  NORMALIZED versus TEMPERATURE

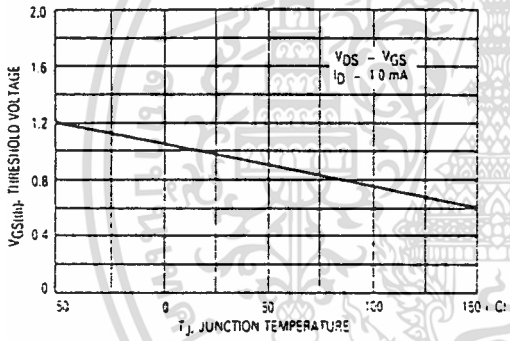


FIGURE 4 — ON-REGION CHARACTERISTICS

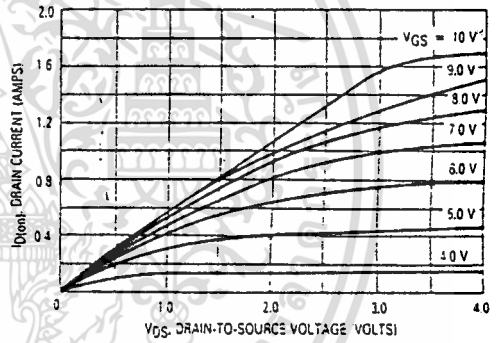


FIGURE 5 — OUTPUT CHARACTERISTICS

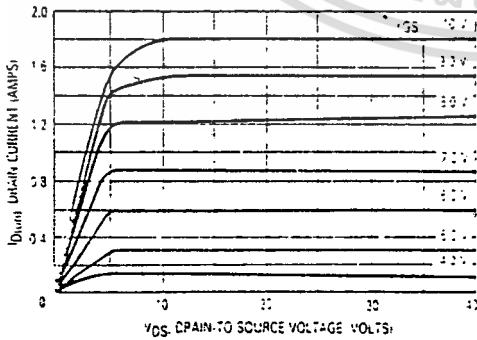
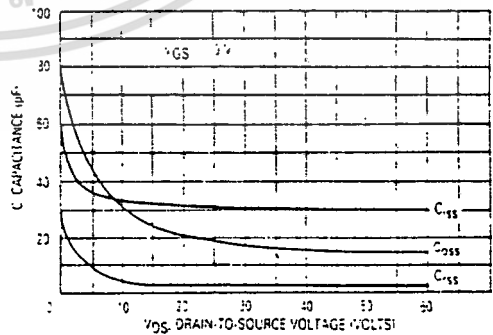


FIGURE 6 — CAPACITANCE versus DRAIN-TO-SOURCE VOLTAGE



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้