กุญแจการ์ดระบบอินฟาเรดและระบบเครื่องเรียกโทรศัพท์ฉุกเฉินอัตโนมัติ

Infrared Card Key And Telephone Call For Emergency

นายพิสิฐ์ สงสว่าง

นายอนิรุทธ์ อุยานุกิจกูล

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตร์บัณฑิต

ภาควิชาเทคนิคอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2535

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

032610

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2535

สาขาวิชาเทคโนโยลีอิเลคทรอนิคส์

ภาควิชาเทคนิคอุตสาหกรรม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง กุญแจการ์ดระบบอินฟาเรดและระบบเครื่องเรียกโทรศัพท์ฉุกเฉินอัตโนมัติ

(Infrared Card Key and Telephone Call For Emergency)

ผู้จัดทำ

นายพิสัณห์ สงสว่าง 34131163

นายอนิรุทธ์ อุยานุกิจกูล 34131180

อาจารย์ที่ปรึกษา

อ.ชาลิต เบญจางคประเสริฐ

อ.ไพศาล สิทธิโยภาสกุล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

032610

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ภาควิชาเทคนิคอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง

กุญแจการ์ดระบบอินฟาเรดและระบบเครื่องเรียกโทรศัพท์ฉุกเฉินอัตโนมัติ

(INFRARED CARD KEY AND TELTPHONE CALL FOR EMERGENCY)

โดย

นาย พิสัณห์ สงสว่าง 34131163

นาย อนิรุทธ์ อุยานุกิจกูล 34131180

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตร์บัณฑิต

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

_____ประธานกรรมการ

(_____)

_____กรรมการ

(_____)

_____กรรมการ

(_____)

_____กรรมการ

(_____)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กุญแจการ์ดอินฟาเรดและระบบเครื่องเรียกโทรศัพท์ฉุกเฉินอัตโนมัติ

จัดทำโดย

พิสิษฐ์ สงสว่าง

อนิรุทธ์ อุยานุกิจกูล

อาจารย์ที่ปรึกษา

อ.ชวลิต เบญจางคประเสริฐ

อ.ไพศาล ฝันชื่นโอภาสกุล

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เสนอการออกแบบระบบกุญแจการ์ดอินฟาเรดโดยการใช้ลูกกุญแจเป็นบัตร แจะรู บรรจุรหัสตามต้องการ เมื่อสอดบัตรเข้าไปในรูกุญแจ ภายในรูกุญแจก็จะอ่านรหัส ถ้ารหัสของบัตรตรงกับรหัสที่ตั้งไว้ ก็จะมีสัญญาณไปบังคับรีเลย์ให้เปิดประตูได้ ถ้าประตูถูกเปิดได้ โดยไม่มีการเสียบบัตร ก็จะมีสัญญาณไปควบคุมเครื่องโทรศัพท์หมุนหมายเลขอัตโนมัติที่ตั้งไว้ เพื่อแจ้งให้ทราบว่าเกิดเหตุฉุกเฉิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Infrared Card Key and Telephone Call For Emergency

Pison songswang

Anirut uyanukitkul

Advisor

Chaovalit Benjangkapasert

Phaisarn Sitthiyophasakul

Abstract

The thesis describes the hardware design of key card. By using the infrared card and setting code. When it correct code the door will open. If the door was open by not use card ,telephone wil work automatic for call emergency.

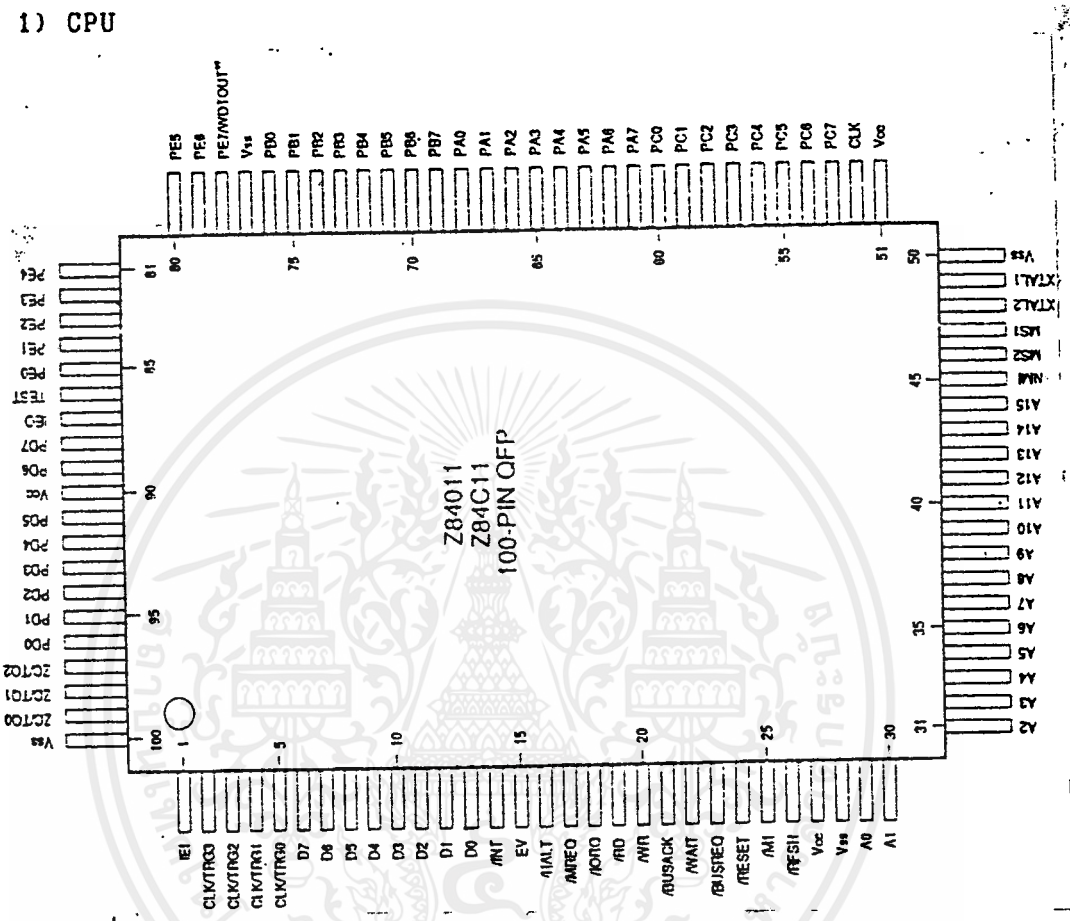
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เนื้อเรื่อง	หน้า
1) CPU	1
2) LCD	14
3) INFRARED LED	23
4) PHOTODIODE AND PHOTOTRANSISTOR	33
5) โทรศัพท์เบื้องต้น	39
7) หลักการออกแบบ	46
7) หลักการทำงาน	59
8) สรุปผลของโครงงาน	63
9) กิตติกรรมประกาศ	64
10) บรรณานุกรม	65
11) ภาคผนวก	66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) CPU



รูปที่ 1. แสดงการจัดขาและตำแหน่งสัญญาณของ Z84C11

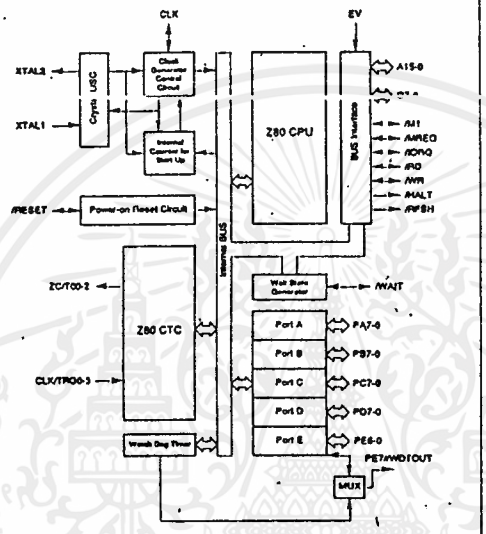
CPU ที่ใช้ในโครงงานนี้เป็น CPU ที่พัฒนามาจากไมโครโปรเซสเซอร์จากตระกูล Z-80 ของ Zilog โดย CPU ตัวนี้เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ยังคงคำสั่งของ Z-80 ไว้ทั้งหมด โดยที่บริษัท Zilog ได้ตั้งชื่อเป็น Z84C11

ข้อมูลจำเพาะของ CP-Z84C11

- ภายในจะเป็น CPU ของ Z-80 ที่มีการใช้งานก็เหมือนกัน
- ความถี่ที่ใช้งาน 10 MHz
- อ้างหน่วยงานความจำสูงสุด 64 กิโลเอริต์ (RAM 32 KByte,EPROM 32 KByte)
-ใช้ไฟ 5 โวลท์ สามารถแบดอัพแรมได้โดยเพิ่มแบตเตอรี่ 3.6 โวลท์
-กินกระแสต่ำเพียง 50 µA (stop mode)
- มีพอร์ตอนุกรมมาตราฐาน RS232

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- มีพอร์ตขนาน 5 พอร์ต ทำให้สามารถใช้ I/O ได้ถึง 40 บิท (พอร์ตภายในตัว CPU)
- มีบัส CTC
- ต่อคีย์บอร์ดได้
- สามารถกำหนดให้ทำงานที่ความถี่ครึ่งหนึ่งของสัญญาณนาฬิกาหลักได้ ในกรณีที่ใช้หน่วยความจำที่มีความเร็วต่ำ



รูปที่ 2. บล็อกไดอะแกรมการทำงานของ Z84C11

ภายในของ IC Z84C11

ไมโครโปรเซเซอร์ Z84C11 เป็นชิพที่รวมเอาวงจรต่าง ๆ รวมเข้าด้วยกัน ดังรูปที่ 3 โดยมีรายละเอียดการทำงาน ดังต่อไปนี้

Z80 CPU เป็นส่วนของตัวไมโครโปรเซสเซอร์เป็น Z80 แบบ CMOS ใช้งานที่ความถี่ 10 MHz ทำให้ Z84C11 มีขา และสัญญาณเหมือน Z80 และสามารถใช้คำสั่งของ Z80 ได้ 100 %

Z84 CTC เป็น counter timer controller 4 ช่อง โดยมีขาสัญญาณใช้งาน เช่นเดียวกับ Z80 CTC มาตรฐานธรรมดาทั่วไป

POWER ON RESET เป็นส่วนในวงจรรีเซต CPU โดยไม่จำเป็นต้องมีวงจร R,C

CRYSTAL OSC เป็นส่วนกำเนิดความถี่โดยเพียงแต่คริสตอลเข้าเท่านั้น ไม่ต้องเพิ่มวงจรออสซิลเลเตอร์จากภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

WATCH DOG TIMER เป็นส่วนวงจรในการรีเซตพีซูให้กลับไปเริ่มทำงาน ถ้ามีการผิดพลาดหรือแฮงก์ขึ้นกับระบบ

WAIT STATE GENERATOR เป็นส่วนวงจรในการทำขบวนการ wait CPU โดยสามารถทำได้จากสัญญาณภายนอก และจากโปรแกรมภายในเพื่อเซ็ตค่าให้เหมาะสมกับการต่ออุปกรณ์ต่าง ๆ

PORT 40 BIT เป็นพอร์ตใช้งานโดยจะมีการถึง 5 พอร์ตใช้งาน (40 บิท) คือ port A,B,C,D,E โดยมีข้อเด่นก็คือ สามารถกำหนดให้แต่ละบิทของพอร์ตเป็นอินพุทหรือเอาท์พุทก็ได้

การนำไปใช้งาน

Z84C11 การใช้งาน HIGH SPEED OPERATION โดยมีให้เลือก 2 แบบคือ RUN ที่ความถี่ 6 MHz ,และ RUN ที่ความถี่ 10 MHz.CPU เบอร์นี้ของ ZILOG ที่เป็นแบบ CMOS ทำให้กินกระแสต่ำมากในขณะที่เรา SET ให้อยู่ใน STOP MODE จะกินกระแสเพียง 50 μA ข้อดีอีกอย่างหนึ่ง คือของ CPU ตัวนี้ก็คือ ถึงแม้ว่าจะ RUN 10 MHz ก็ตามเราสามารถ SET ให้ RUN เพียงครั้งเดียวก็ได้คือ 5 MHz.ในกรณีที่ใช้ RAM หรือ ROM ที่มี ACCESS TIME ต่ำๆ โดยเมื่อ POWER ON แล้ว RUN เพียง 5 MHz เท่านั้นตอนเริ่มต้นและเมื่อเราต้องการ RUN 10 MHz ก็สามารถ SET ได้ด้วย โปรแกรม รูปแบบลักษณะของ CPU จะเป็น PACKAGE แบบ 100 PIN QFP

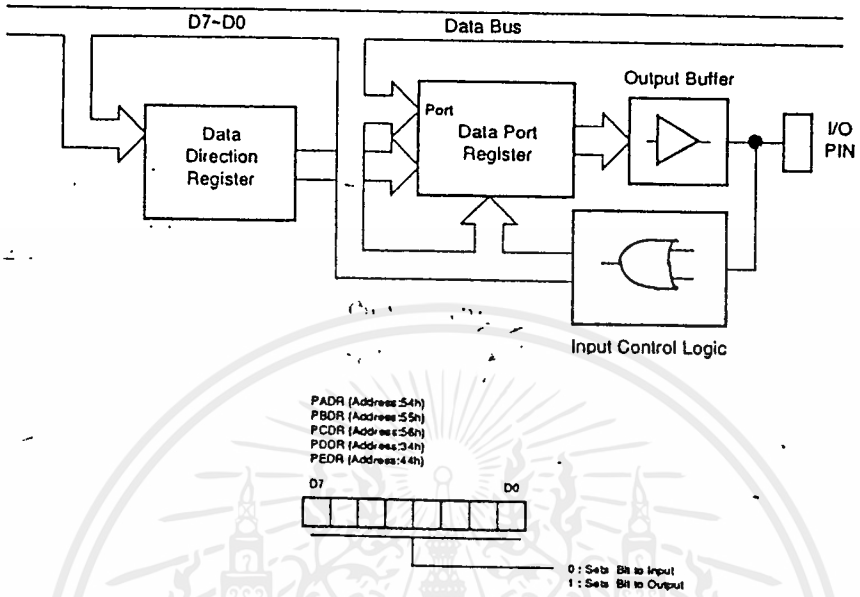
PORT

CP-Z84C11 จะมี PORT ใช้งาน 40 BIT I/O หรือ 5 PORT ด้วยกัน โดย 5 PORT นี้จะเป็น PORT ในตัว CPU เราสามารถสั่งให้ PORT ของ Z84C11 เป็น INPUT หรือ OUTPUT ได้โดยอิสระ BIT ต่อ BIT โดยถ้าเรา SET ค่าออกที่ PORT DATA DIRECTION REGISTER ถ้าให้ BIT ใดเป็น "1" ก็คือให้ PORT DATA ของ BIT นั้น ๆ เป็น OUTPUT PORT (ถ้า SET PORT นั้นเป็น OUTPUT PORT :ค่าเริ่มต้นจะเป็นศูนย์) และถ้าเราต้องการให้เป็น INPUT PORT ก็ SET ค่าออกที่ PORT DATA DIRECTION REGISTER เป็นค่า "0"

CHANNEL PORT	ADDRESS PORT
PORT A DATA PORT	50H
PORT B DATA PORT	51H
PORT C DATA PORT	52H
PORT D DATA PORT	30H
PORT E DATA PORT	40H
CHANNEL CONTROL PORT	**ADDRESS PORT**
PORT A DATA DIRECTION REGISTER	54H

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PORT B DATA DIRECTION REGISTER	55H
PORT C DATA DIRECTION REGISTER	56H
PORT D DATA DIRECTION REGISTER	34H
PORT E DATA DIRECTION REGISTER	44H



รูปที่ 3. บล็อกไดอะแกรมของพอร์ต I/O

Z80 BUS

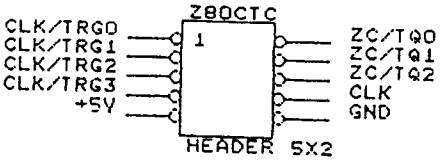
CP-Z84C11 จะมีส่วนขยายระบบได้ทาง Z80 BUS โดยมีลักษณะขาเหมือนกับ CPU Z80 40 PIN ทำให้เราสามารถต่อขยายบอร์ดได้เช่น ต่อขยาย PORT 8255 ได้อีก

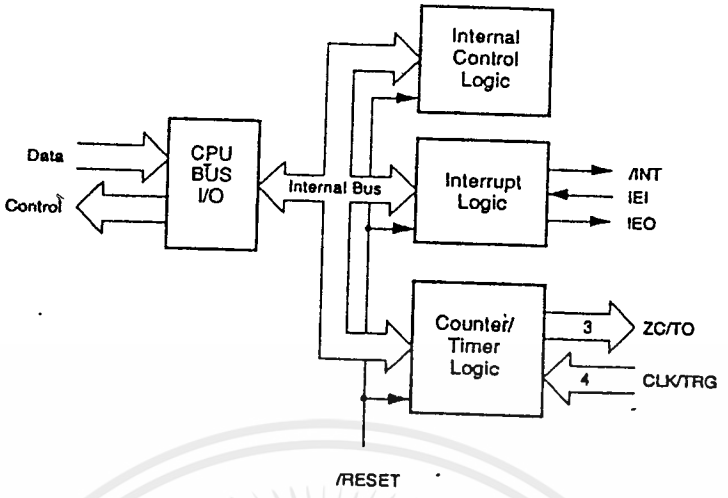
CTC

CP-Z84C11 จะมีวงจร Z84C30 (Z80 CTC) ต่อร่วมกันอยู่ในตัวเรียบร้อยแล้ว เพียงต่อออกใช้งานของ CTC ออกมาที่ CONNECTOR 10 PIN ในชุดควบคุม ส่วนขา INT ของ CTC นั้นจะต่อกับขา INT ของ Z80 ในตัวโดยเป็นแบบ WIRED-OR เรียบร้อยในตัวแล้ว รายละเอียดของ CTC จะใช้งานเหมือนกับ Z80 CTC ทั่วไป

CHANNEL	CTC ADDRESS PORT ADDRESS PORT
CH0	10H
CH1	11H
CH2	12H
CH3	13H

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





รูปที่ 4 บล็อกไดอะแกรมของ CTC

MS1,MS2

MS1 ,MS2 จะเป็นขา INPUT ของ CPU Z84C11 โดยเป็นการ SET ให้ CPU ถ้าอยู่ในคำสั่ง HALT แล้วจะให้อยู่ในสภาพใด (RUN , IDLE1 , IDLE2 , STOP)

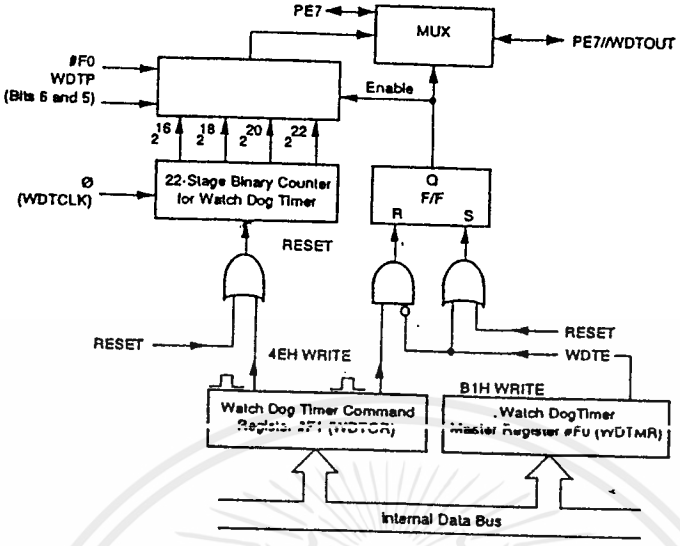
MS1	MS2	HALT STATE
1	1	RUN MODE
0	0	IDLE1 MODE
0	1	IDLE2 MODE
1	0	STOP MODE

WDTOUT

เป็น PIN จาก PORT PE BIT 7 ซึ่งทำหน้าที่ 2 อย่างคือเป็น DATA PORT ทั่ว ๆ ไป แล้ว ก็ยังเป็น WATCH DOG TIME OUTPUT ด้วย โดยจะเป็น OPEN-DRAIN I/O เมื่อถูก SET ให้เป็น WDTOUT โดย PIN นี้จะถูกต่อโดยตรงเข้ากับ PIN RESET ของ CPU

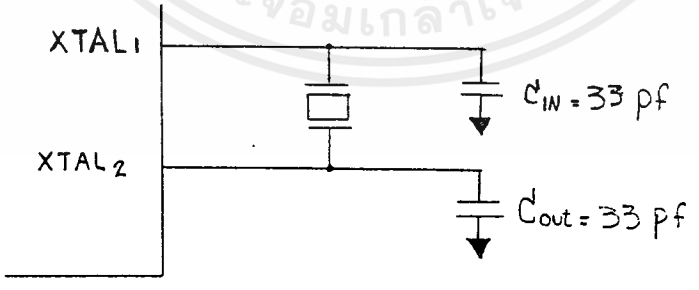
(*WATCH DOG เป็นลักษณะวงจรที่จะทำการ RESET CPU อยู่เสมอตามค่าเวลาที่เรากำหนด ซึ่งถ้าเราไม่ทำการ DISABLE WATCH DOG ภายในเวลากำหนด CPU นั้นก็จะถูก RESET เช่น ในโปรแกรมทำงานปกติเราจะ CALL DISABLE WATCH DOG อยู่เสมอ แต่ถ้า CPU กำลัง RUN อยู่นั้นเกิดมีสัญญาณรบกวนขึ้น ทำให้ไม่อาจสามารถมา RUN โปรแกรมปกติที่มีการเรียกใช้โปรแกรม CALL DISABLE WATCH DOG ได้ CPU ก็จะเกิดการ RESET ขึ้นทันที เพื่อให้กลับไปเริ่ม RUN ใหม่อีก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5. บล็อกไดอะแกรม WATCH DOG TIME

clock ความถี่ที่ใช้งานสูงสุดที่ 10 MHz ซึ่งสามารถใช้ได้ทั้ง clock จากภายนอก หรือ clock ที่เกิดขึ้นมาจากภายในตัวของ IC เอง ซึ่งเกิดมาจากการนำ crytal มาเข้าต่อกับขา IC ที่ขา XTAL1,XTAL2 พร้อมทั้งสามารถเลือกความถี่ใช้งานได้ 2 ความถี่ คือ เมื่อป้อนความถี่สูงสุดให้ CPU ที่ 10 MHz สามารถที่จะเลือกใช้งานที่ 10MHz และที่ 5 MHz



รูปที่ 6. แสดงถึงการต่อ cystal ที่ใช้แหล่งกำเนิดภายในตัว IC

สามารถต่อประยุกต์ใช้งาน Z84C11 ได้มากมาย โดยเฉพาะผู้เคยใช้งานเหมือนกับ CPU Z80 มาก่อนจะสะดวกมาก โดยสามารถนำโปรแกรมเดิมที่เขียนด้วย Z80 มาใช้กับ Z84C11 ได้เลย

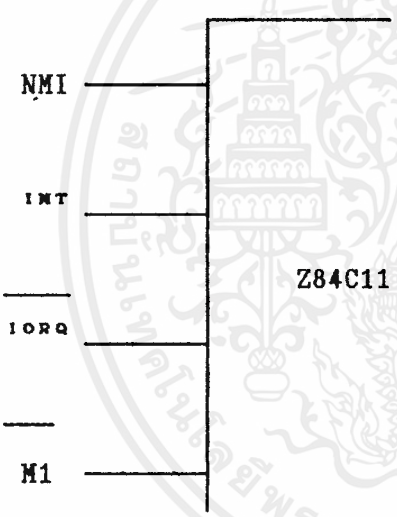
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การอินเตอร์รัพท์ไมโครโปรเซสเซอร์

ในโครงงานนี้ได้มีการใช้การอินเตอร์รัพท์ไมโครโปรเซสเซอร์เนื่องจากจะต้องมีการตรวจสอบระบบเซ็นเซอร์ว่า มีการเปิดประตูก่อนการอ่านรหัสจากบัตรหรือไม่ ถ้ามีการตรวจสอบสัญญาณของการอินเตอร์รัพท์แสดงว่ามีการเปิดประตูโดยการยังไม่มีการแสดงบัตร มีผลให้ไมโครโปรเซสเซอร์ไปทำงานในโหมดแสดงการป้องกันความปลอดภัย (ในส่วนของโทรศัพท์)

- การอินเตอร์รัพท์ หมายถึง การให้ไมโครโปรเซสเซอร์ละจากงานโปรแกรมหลักไปทำงานในโปรแกรมย่อยก่อน จนเสร็จโปรแกรมย่อยจึงกลับมาทำงานในโปรแกรมหลักต่อไป

ในระบบของ Z84C11 ซึ่งเหมือนกับ Z80 ทุกประการ จะมีสัญญาณที่สำคัญอยู่ 4 สัญญาณด้วยกัน โดยปกติจะเป็นสัญญาณจากภายนอก เข้าสู่ขาที่รับการอินเตอร์รัพท์ชนิดนั้น ๆ ซึ่งปกติจะแอคทีฟที่โลจิก "0"



$\overline{NMI}$ เป็นขารับสัญญาณการอินเตอร์รัพท์แบบนอนมาสเคเบิ้ลเป็นสัญญาณการขออินเตอร์รัพท์ที่มีความสำคัญสูงสุด

$\overline{INT}$ เป็นขารับสัญญาณจากอุปกรณ์อินพุทเอาท์พุทที่ทำการอินเตอร์รัพท์ซีพียู การอินเตอร์รัพท์นี้มีหลายโหมดสำหรับสัญญาณที่เข้าสู่ขานี้จะเรียกว่ามาสเคเบิ้ลอินเตอร์รัพท์

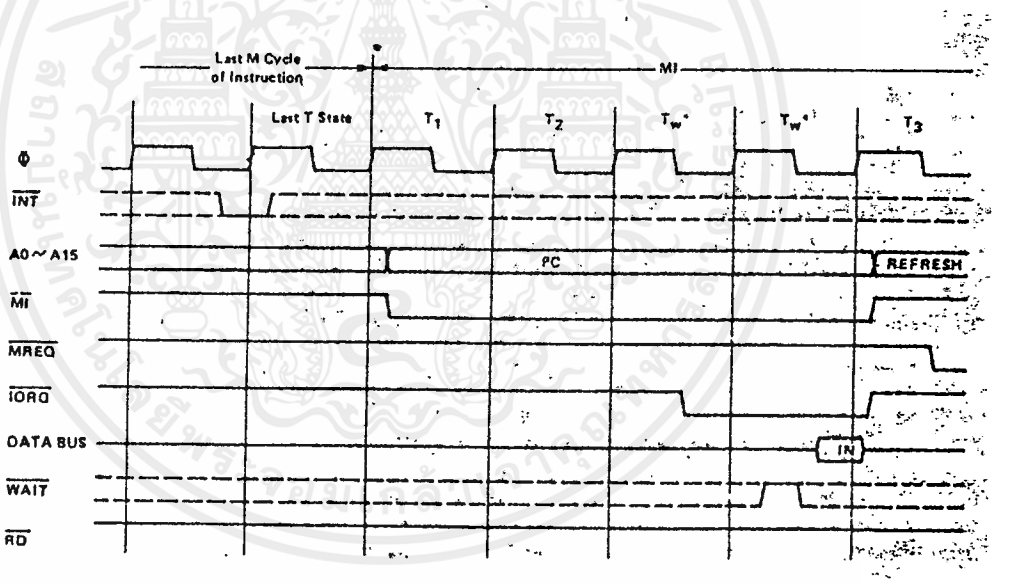
$\overline{IORQ}$ เป็นขาสัญญาณที่เมื่อเป็นโลจิก "0" แสดงว่าซีพียูต้องการติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

M1 ลักษณะเป็นสัญญาณเอาท์พุทโดยส่งสัญญาณออกมาให้ทราบว่า ตอนนี้ทำงานอยู่ในสภาวะเฟทช์ สภาวะการเอาข้อมูลคำสั่งจากหน่วยความจำเข้าสู่ตัวซีพียู โดยแอคทีฟที่โลจิก "0"

ไซเคิ้ลการร้องขอและการตอบสนองการอินเตอร์รัพ์

ในซีพียูจะมี ฟลิป-ฟลอป ตัวหนึ่งที่ใช้กำหนด สถานะของความพร้อมในการอินเตอร์รัพ์อยู่คือ INTERRUPT ENABLE FLIP-FLOP ซึ่งหากถูกเซตไว้ก็จะทำให้ซีพียูที่จะรับตอบสนองการอินเตอร์รัพ์ และหากไม่มีสัญญาณ BUSRQ เข้ามา ซีพียูก็จะเป็นอิสระที่จะรับการอินเตอร์รัพ์



รูปที่ 7. แสดงการขอใช้และตอบสนองต่อการอินเตอร์รัพ์

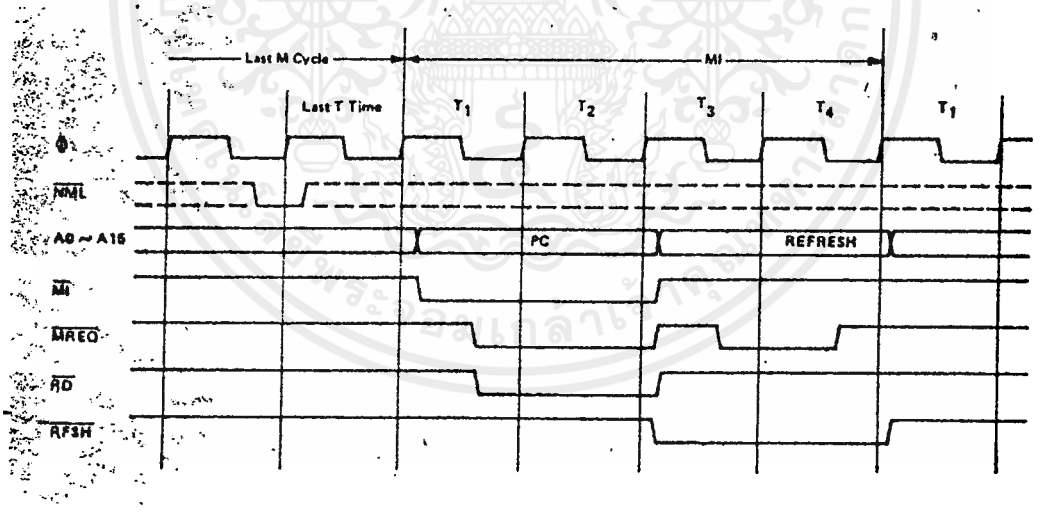
เมื่ออุปกรณ์ภายนอกจะส่งสัญญาณการขอใช้การอินเตอร์รัพ์เข้าที่ขา INT ในระหว่าง T สุดท้ายภายในแมทชีนไซเคิ้ลสุดท้ายของแต่ละคำสั่ง แล้วซีพียูจะสร้างไซเคิ้ลพิเศษเป็น M1 ต่อโดยการใช้ IORQ แทน MREQ เป็นการตอบสนองต่อการขอสัญญาณอินเตอร์รัพ์จากภายนอก เมื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์ภายนอกได้รับสัญญาณนี้แล้วก็จะให้ข้อมูลเป็นสัญญาณบัสข้อมูลในตอนท้ายของ IORQ แล้วตัวซีพียู ก็จะอ่านเข้ามาในช่วงขอบขาขึ้นของ T_3 แสดงดังรูปที่ ซึ่งซีพียูจะสร้าง TW ขึ้นมาอัตโนมัติ 2ลูก เนื่องจากว่าต้องการให้อุปกรณ์ภายนอกได้มีโอกาสตรวจสอบและจัดลำดับความสำคัญของอุปกรณ์ภายนอกที่ขออินเตอร์รัพท์นั้นและตัวซีพียูก็จะได้รับ ข้อมูลจากบัสข้อมูลที่ส่งมาจากอุปกรณ์ภายนอกเพื่อที่จะกระโดดไปทำโปรแกรมของการอินเตอร์รัพท์ได้ตามต้องการ ส่วนในช่วงเวลา T_3 และ T_4 ก็จะเป็นการรีเฟรชหน่วยความจำตามปกติต่อไป

ไซเคิ้ลการร้องขอและตอบสนองการอินเตอร์รัพท์แบบนอนมาคเคเบิ้ล

การอินเตอร์รัพท์แบบนี้เราไม่สามารถที่จะป้องกันได้โดยการรีเซท ENABLE FLIP-FLOPได้ เพราะว่าซีพียูจะให้ความสำคัญในการอินเตอร์รัพท์แบบ NMI สำคัญสูงสุดสำหรับการอินเตอร์รัพท์ภายนอกการตรวจสอบสัญญาณนี้ซีพียูจะตรวจสอบใน T สุดท้ายของแมทชีนไซเคิ้ลสุดท้ายของแต่ละคำสั่ง การอินเตอร์รัพท์วิธีนี้ซีพียูจะส่งข้อมูลเดิมที่อยู่ใน PC ไปเก็บใน STACK และปรับค่า PC เป็นที่ 0066H เพื่อไปทำงานการอินเตอร์รัพท์ที่ตำแหน่ง 0066H



รูปที่ 8. แสดงไดอะแกรมเวลาการอินเตอร์รัพท์แบบนอนมาคเคเบิ้ล

- นอนมาคเคเบิ้ลอินเตอร์รัพท์ (NON MASKABLE INTERRUPT)

สัญญาณจากอุปกรณ์ภายนอกที่ขอการใช้อินเตอร์รัพท์ที่เข้ามาสู่ซีพียูที่ขา NMI ซึ่งซีพียูจะตอบสนองในช่วงเสร็จสิ้นการทำงานแต่ละไซเคิ้ลของคำสั่งแล้ว โดยการอินเตอร์รัพท์แบบนี้ตัวซีพียูจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
032610

เก็บค่าแอดเดรสของตำแหน่งคำสั่ง ที่จะทำต่อไปในโปรแกรมหลักนั้นไว้ในพื้นที่สแตค ต่อมาจะนำค่าของอินเตอร์รัพท์ IFF1 ไปเก็บไว้ใน IFF2 เพราะว่าซีพียูจะทำการรีเซตค่าใน IFF1 เป็น "0" เพื่อป้องกันการเกิดอินเตอร์รัพท์ซ้ำเพราะว่าซีพียูถือว่า NMI มีความสำคัญสูงสุด เมื่อ IFF1 ถูกเซตเป็น "0" แล้ว ซีพียูจะกระโดดไปทำงานที่แอดเดรส 0066H (ซึ่งเป็นแอดเดรสตายตัว)

เราทราบว่าการตอบสนองการอินเตอร์รัพท์แบบนี้จะตอบสนองทุก T สุดท้ายของแต่ละคำสั่ง และเมื่อซีพียูตอบรับการอินเตอร์รัพท์แบบนี้แล้วจะไม่ตอบรับการอินเตอร์รัพท์ใด ๆ อีกจนกว่าจะกลับจากการตอบสนองการอินเตอร์รัพท์เสร็จสิ้นแล้วดังนั้นเราจึงต้องถอนสัญญาณการขออินเตอร์รัพท์ก่อนที่ซีพียูจะกลับไปทำงานที่โปรแกรมหลักเพราะว่าถ้าหากเราไม่ถอนสัญญาณการอินเตอร์รัพท์ออกไปเมื่อซีพียูกลับมาทำโปรแกรมหลักก็จะตรวจสอบการขอสัญญาณอินเตอร์รัพท์อีก

- มาสเคเบิ้ลอินเตอร์รัพท์ (MASKABLE INTERRUPT)

ในการอินเตอร์รัพท์แบบนี้ขาที่รับสัญญาณการร้องขอการอินเตอร์รัพท์จากอุปกรณ์ภายนอกได้แก่ ขา INT ซึ่งเราสามารถจะกำหนดให้ซีพียูตอบสนองสัญญาณหรือไม่ก็ได้โดยการเซตที่ IFF1 โดยคำสั่งทาง software EI คือให้อินาเบิ้ลตอบสนองการอินเตอร์รัพท์

DI คือให้ดิสอินาเบิ้ลตอบสนองการอินเตอร์รัพท์

ซึ่งในการอินเตอร์รัพท์แบบนี้สามารถที่จะทำได้ 3 โหมดคือ โหมด 0 โหมด 1 โหมด 2

- การอินเตอร์รัพท์โหมด 1

การอินเตอร์รัพท์ในโหมดนี้จะเหมือนการอินเตอร์รัพท์ในแบบ NMI มาก เพียงแต่ซีพียูจะโดดไปทำงานการอินเตอร์รัพท์ที่ตำแหน่งแอดเดรส 0038H เท่านั้น

- การอินเตอร์รัพท์โหมด 0

การทำงานในการอินเตอร์รัพท์ในโหมด 0 นี้ ซีพียูจะสามารถที่จะโดดไปทำงานได้ 8 ตำแหน่ง โดยเราสามารถที่จะกำหนดแอดเดรสการทำงานได้โดยต่ออุปกรณ์ภายนอก และอุปกรณ์ภายนอกจะส่งข้อมูลเข้าสู่สายข้อมูลโดยจะเป็นข้อมูลขนาด 8 บิต ซึ่งจะตรงกับรหัสคำสั่ง RST0-RST7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

D_7	D_6	D_5	D_4	D_3	D_2	D_1	D_0
1	1	*	*	*	1	1	1

* * * = 000 คือ RST0

* * * = 001 คือ RST1

* * * = 010 คือ RST2

* * * = 011 คือ RST3

* * * = 100 คือ RST4

* * * = 101 คือ RST5

* * * = 110 คือ RST6

* * * = 111 คือ RST7

ในการอินเตอร์รัพท์ในโหมดนี้จะมีการตรวจสอบสัญญาณ IORQ และ M1 ด้วยว่าแอคทีฟหรือยังเพื่อที่จะส่งข้อมูลจากอุปกรณ์ภายนอกมาเข้าสู่ซีพียู

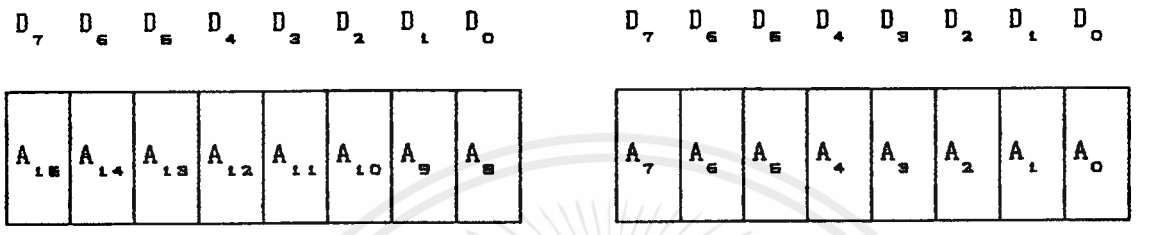
- การอินเตอร์รัพท์ในโหมด 2

ในโครงงานนี้ได้ใช้การอินเตอร์รัพท์แบบนี้ซึ่งสะดวกมากเพราะว่าในการเขียนโปรแกรมเราสามารถที่จะกำหนดให้ซีพียูโดดไปทำงานที่ไหนก็ได้ ในการอินเตอร์รัพท์แบบนี้มีการทำงานดังนี้คือเมื่อมีการร้องขอการอินเตอร์รัพท์จากอุปกรณ์ภายนอก (ในโครงงานนี้ใช้วงจร MONOSTABLE ที่จะสร้างสัญญาณทริก มาจากเซ็นเซอร์การตรวจสอบการเปิดประตูโดยมีคาบเวลาประมาณ 0.5μsec) เมื่อซีพียูได้รับสัญญาณการร้องขอการอินเตอร์รัพท์แล้ว ซีพียูจะส่งสัญญาณ IORQ และ M1 เป็นโลจิก "0" เพื่อที่จะอ่านข้อมูลจากอุปกรณ์ภายนอกซึ่งอุปกรณ์ภายนอกตัวนี้จะเป็นตัวกำหนดแอดเดรสของการที่ซีพียูจะกระโดดไปทำงาน โดยข้อมูลที่ซีพียูอ่านเข้าไปนี้จะมีขนาด 8 บิตซึ่งจะเป็นสิ่งจะนำข้อมูลนี้ไปรวมกับข้อมูลที่อยู่ในรีจิสเตอร์ I (REG I) ซึ่งเมื่อรวมแล้วเป็นข้อมูลขนาด 16 บิต เพื่อให้เป็นตัวชี้แอดเดรสเวคเตอร์ซึ่งข้อมูลในแอดเดรสเวคเตอร์ นี้จะเก็บข้อมูลที่ใช้ชี้ตำแหน่งของโปรแกรมการอินเตอร์รัพท์โดยที่เราสามารถที่จะกำหนดค่าในรีจิสเตอร์ I ได้ทาง software (ใช้คำสั่ง LD I,A) (8 บิตบน) ส่วนทางด้าน 8 ล่างเราสามารถที่จะทำการเซตได้ซึ่งในโครงงานนี้ได้ต่อกับอุปกรณ์ประเภทดิปสวิทช์ซึ่งค่าที่ได้ในครั้งแรกนี้เราเรียกว่าแอดเดรสเวคเตอร์ซึ่งในแอดเดรสเวคเตอร์นี้จะเก็บ 8 บิตทางด้านล่าง และที่แอดเดรสเวคเตอร์+1 จะเก็บ 8 บิตบนของแอด

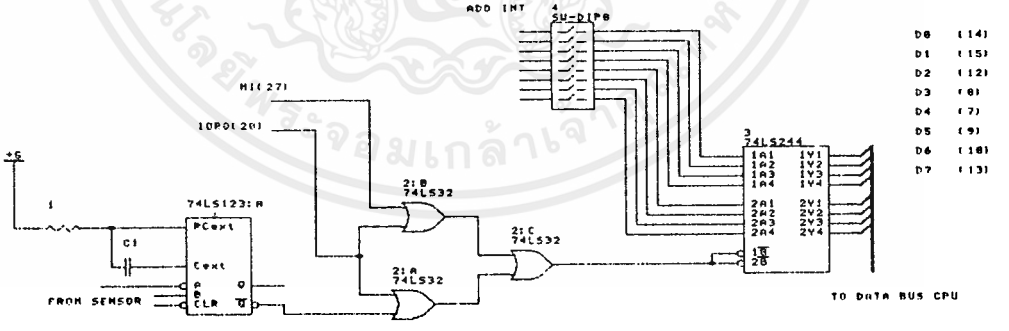
เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เดรสที่ซีพียูจะโดดไปทำงานโปรแกรมอินเตอร์รัพท์โดยที่ PC จะเอาค่าเดิมไปเก็บในพื้นที่สแตค แล้วจะเอาค่า PC ใหม่มาเก็บแทนโดยจะเก็บข้อมูลที่แอดเดรสเวคเตอร์+1ก่อนแล้วจึงไปเก็บข้อมูลที่แอดเดรสเวคเตอร์ให้เป็นขนาด 16 บิตซึ่งก็จะเป็นตำแหน่งแอดเดรสที่โปรแกรมอินเตอร์รัพท์ต้องกระโดดไปทำงาน

จากรีจิสเตอร์ I (8 บิต) จากอุปกรณ์ภายนอก (8 บิต)



แอดเดรสเวคเตอร์ขนาด 16 บิต



รูปที่ 9. แสดงวงจรในส่วนการขอการอินเตอร์และการกำหนดแอดเดรสเวคเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากวงจรจะเห็นว่า 74LS123 เป็นวงจร MONOSTABLE โดยมีคาบเวลาประมาณ 0.5μsec เนื่องจาก t = 1.1 RC โดยที่วงจร MONOSTABLE จะให้สัญญาณเป็น "0" เมื่อที่ขา 1 เปลี่ยนแปลงจาก "1" เป็น "0" (ดูจาก data sheet ของ 74LS123เพราะว่าในสภาวะที่ขา 2 และขา 3 เป็น HIGH สัญญาณทริกจะเข้าที่ขา 1) ดัง waveform แสดงในรูป เมื่อเอาท์พุทที่ได้ป้อนให้ขา INT ของซีพียูแล้วเปรียบเสมือนการขออินเตอร์รัพท์เมื่อซีพียูตรวจสอบเจอสัญญาณการขออินเตอร์รัพท์จากวงจรโมโนสเตเบิ้ลแล้ว ซีพียูจะแอคทีฟสัญญาณ IORQ และ M1 ให้เป็นโลจิก "0"ซึ่งได้ออกแบบให้นำสองสัญญาณนี้มา OR กันและนำผลจากการ OR กันนี้ไปเข้าขา control ของ 74 LS244 ซึ่งเป็น BUFFER ข้อมูลจากดิปสวิทช์เพื่อส่งผ่านเข่าสู่ DATA BUS ของซีพียู ซึ่งเมื่อซีพียูแอคทีฟสัญญาณ IORQ และสัญญาณ M1 เป็นโลจิก "0" แล้วเมื่อผ่าน OR GATE ทำให้เอาท์พุทที่ออกจาก OR GATE เป็นโลจิก "0" ไปควบคุมให้ 74LS244 ส่งข้อมูลจากดิปสวิทช์เข้าสู่ซีพียูเพื่อให้เป็นแอดเดรสเวคเตอร์ด้าน 8 บิตล่าง ซึ่งในโครงงานนี้ได้กำหนดข้อมูลเป็น 00H ส่วนทางด้าน 8 บิตบนของแอดเดรสเวคเตอร์ได้กำหนดทาง software (LD I,A ซึ่งใน REG A = 35H) ซึ่งได้กำหนดข้อมูลที่แอดเดรส 3500H เป็น 00H และกำหนดข้อมูลที่แอดเดรส 3501H เป็น 30H ซึ่งหมายถึงแอดเดรสที่ซีพียูจะต้องกระโดดไปทำงานโปรแกรมอินเตอร์รัพท์ที่แอดเดรส 3000H ซึ่งเมื่อซีพียูใช้เวลาในการทำงานที่โปรแกรมอินเตอร์รัพท์นั้นใช้เวลามากกว่า 0.5μsec ซึ่งวงจรโมโนสเตเบิ้ลก็เป็นโลจิก HIGH แล้วจึงไม่เกิดการอินเตอร์รัพท์วนอยู่เรื่อย ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2).LCD

ในโครงงานนี้ได้ใช้ LCD (liquid crystal display)แบบ DOT MATRIX เป็นส่วนแสดงผลโดยจะทำการแสดงผลต่าง ๆ เช่นแสดงเวลา การเสียบบัตร รหัสถูกต้องหรือไม่ ซึ่งเราจะมาทำความรู้จัก กับอุปกรณ์ LCD ก่อน

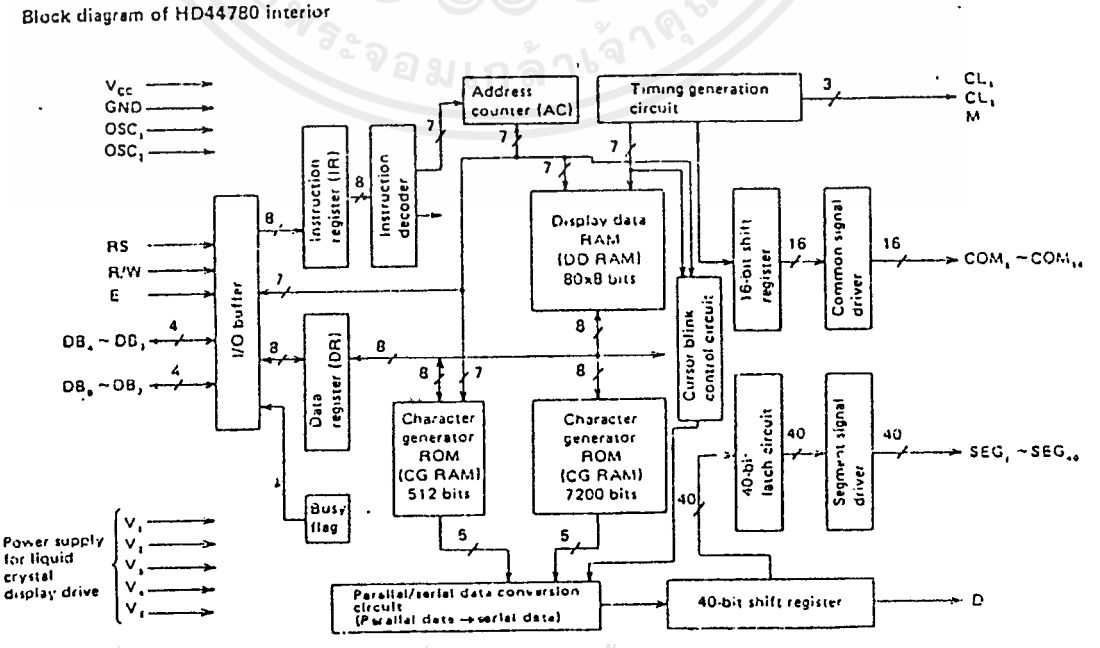
ส่วนประกอบที่สำคัญได้แก่

1. DOT MATRIX LCD เป็นตัวแสดงผลให้เรามองเห็นในลักษณะการปิดและเปิดตัวเองกับแสงซึ่งคือส่วนที่เป็นตัวกระจกบรรจุผลึก

2. DRIVER เป็นตัวรับสัญญาณตัวควบคุมมาขับผลึก LCD อีกทีหนึ่ง โดยมีเบอร์ที่นิยมใช้ เช่นเบอร์ HD 44100H,MSM5259 เป็นต้น

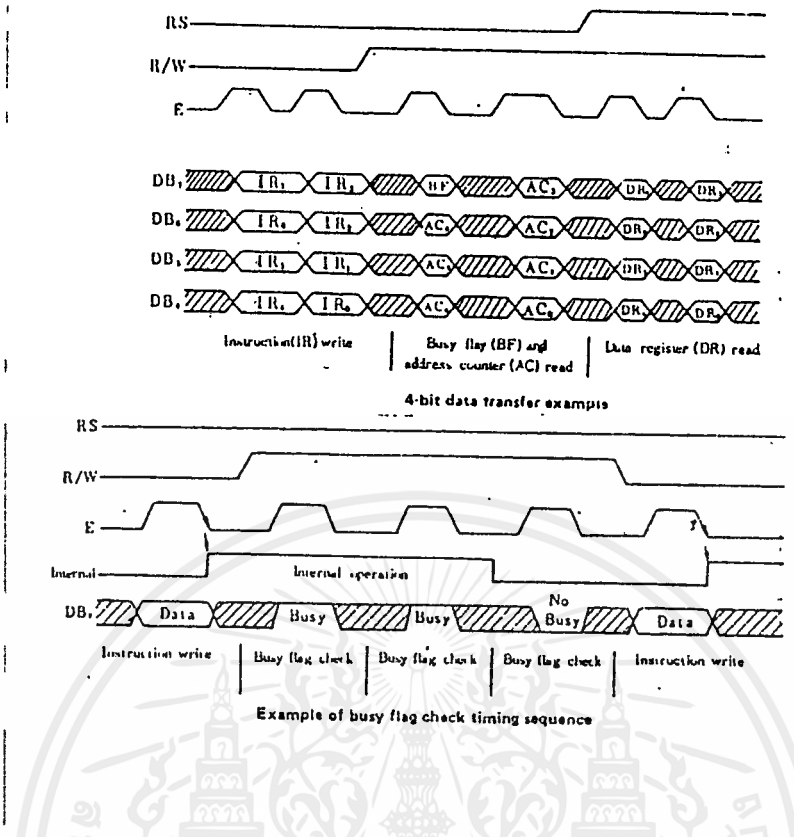
3. CONTROLLER เป็นตัวรับข้อมูลจากอุปกรณ์ภายนอกมาและจักการควบคุม LCD ให้ทำงานแสดงผลต่างๆ เช่นการลบจอภาพ การเกิดตัวอักษร โดยมีเบอร์ที่นิยมคือ HD44780 เป็นต้น

HD 44780 เป็นไอซีที่ใช้ควบคุม LCD โดยแสดงผลในรูปตัวอักษรหรือสัญญลักษณ์ต่าง ๆ ซึ่งตัวมันเองสามารถต่อใช้งานได้แบบ 4 บิต หรือ 8 บิต ก็ได้ โดยถ้าเราต่อใช้งานแบบ 4 บิตจะต่อใช้งานที่ บิตที่7 - บิตที่4 เท่านั้นโดยข้อมูลครั้งแรกที่ส่งนั้น HD44780 จะถือเป็นข้อมูล 4 บิตบนและข้อมูลที่ส่งออกมาเป็นข้อมูล 4 บิตล่าง



รูปที่ 10. บล็อกไดอะแกรมของ HD44780

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 11. แสดง Timing Diagram การอ่านข้อมูลแบบ 4 บิต

รายละเอียดของคำสั่ง HD44780

1. CLEAR DISPLAY

	RS	R/W	DB_7	- - - - - - - - - - - -	DB_0
code	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

คำสั่งนี้จะเป็นการเขียนช่องว่างหรือ SPACE (ASCII 20H) เข้าไปใน DD RAM ทั้งหมด และทำการ SET DD RAM ADDRESS เป็นศูนย์ ตัวเคอร์เซอร์จะกลับไปอยู่ตำแหน่งบนสุดท้ายมือของจอภาพ SET I/D = 1, S ไม่มีการเปลี่ยนแปลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. RETURN HOME

	RS	R/W	DB_7							DB_0
code	0	0	0	0	0	0	0	0	1	*

* No effect

คำสั่งนี้จะทำการ SET DD RAM ADDRESS เป็นศูนย์ ตัวเคอร์เซอร์จะกลับไปอยู่ตำแหน่งบนสุดซ้ายมือของจอภาพ ข้อมูลในจอภาพไม่เปลี่ยนแปลง

3. ENTRY MODE SET

	RS	R/W	DB_7							DB_0
code	0	0	0	0	0	0	0	1	I/D	S

BIT I/D : โดยจะเป็น ตัวกำหนดให้ว่าเมื่อเขียนหรืออ่านข้อมูลแล้วจะทำให้ DD RAM ADDRESS เพิ่มขึ้นหนึ่งหรือลดลงหนึ่งโดย 1 = เพิ่มขึ้น , 0 = ลดลงหนึ่ง

BIT S : เป็นตัวกำหนดแสดงผลโดยถ้า S = 1 จะเป็นการใส่ข้อมูลแล้วตัวเคอร์เซอร์อยู่กับที่ข้อมูลจะถูกดันไปทางซ้าย ถ้า S = 0 ข้อมูลจะอยู่กับที่ตัวเคอร์เซอร์จะถูกดันไปทางขวามือ

4. DISPLAY ON/OFF CONTROL

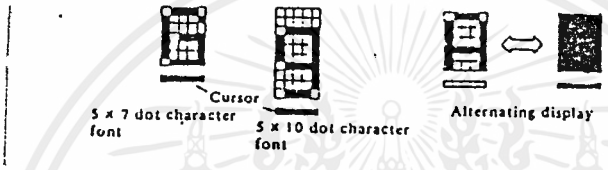
	RS	R/W	DB_7							DB_0
code	0	0	0	0	0	0	1	D	C	B

BIT D : เป็น BIT ให้เปิดปิดหน้าจอภาพโดยถ้า D = 1 จะ ON และ D = 0 จะ OFF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BIT C : จะให้แสดงเคอร์เซอร์กำหนด BIT C = 1 และถ้าไม่ต้องการให้แสดงเคอร์เซอร์กำหนด BIT C = 0 โดยตัวเคอร์เซอร์จะอยู่ที่ LINE ที่ 8 ในแบบ 5*7 DOT และจะอยู่ LINE ที่ 11 ในแบบ 5*10 DOT

BIT B : เป็น BIT SET การกระพริบของเคอร์เซอร์ โดย B = 1 มีการกระพริบและ B = 0 จะไม่มีการกระพริบ โดยมีระยะเวลาการกระพริบประมาณ 379.2 ms



รูปที่ 12. a) แสดงเคอร์เซอร์

b) แสดงการกระพริบ

5. CURSOR OR DISPLAY SHIFT

RS R/W DB_7 - - - - - - - - - - DB_0

code	0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	*	*

* No effect

เป็นคำสั่งกำหนดให้ตำแหน่งเคอร์เซอร์ หรือข้อมูลไปเกิดทางซ้ายหรือขวาโดยไม่ต้องใช้คำสั่งเขียนหรืออ่าน

S/C	R/L	
0	0	ทำการย้ายเคอร์เซอร์ไปจากตำแหน่งเดิมไปซ้ายมือ 1 ตำแหน่ง
0	1	ทำการย้ายเคอร์เซอร์ไปจากตำแหน่งเดิมไปขวามือ 1 ตำแหน่ง
1	0	เป็นการดันตัวอักษรที่เกิดไปทางซ้ายมือ
1	1	เป็นการดันตัวอักษรที่เกิดไปทางขวามือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. FUNTION SET

RS R/W DB_7 - - - - - - - - - - - - DB_0

code	0	0	0	0	1	DL	N	F	*	*

* No effect

BIT DL : เป็นการ SET การติดต่อว่าจะให้เป็นแบบ 8 บิต หรือ 4 บิต โดยถ้าต้องการการติดต่อแบบ 4 บิต DL = 0 และแบบ 8 บิต DL = 1

N : เป็นการ SET บรรทัดการแสดงผล N = 0 แสดง 1 บรรทัด ถ้า N = 0 แสดงมากกว่า 2 บรรทัด

F : เป็นการ SET ขนาดของ DOT การแสดงผล โดย F = 0 เป็นแบบ 5*7 และ F = 1 เป็นแบบ 5*10

7. SET CG RAM ADDRESS

RS R/W DB_7 - - - - - - - - - - - - DB_0

code	0	0	1	A	A	A	A	A	A	A

—— Higher Order Bits Lower Order Bits ——

8.SET DD RAM ADDRESS

เป็นคำสั่ง SET ค่า ADDRESS ใน DD RAM ในการเขียนหรืออ่านค่าจาก DD RAM (ส่วนที่แสดงผลหน้าจอ LCD) โดยจำนวน ADDRESS ที่จะเกิดขึ้นบนจอ LCD จะอยู่กับ SET ค่า N

ถ้า N = 0 (1 บรรทัด) ADDRESS จะอยู่ 00H - 4FH

ถ้า N = 1 (2 บรรทัด) ADDRESS จะอยู่ 00H - 27H สำหรับบรรทัดที่ 1 และ 40H - 67H สำหรับบรรทัดที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการจัด ADDRESSของ DD RAM หน้าจอ LCD แบบ 16 ตัวอักษร 4 บรรทัด และ 20 ตัวอักษร 2 บรรทัด HDM-16416 , HDM-20216

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	← display position
1-line	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A	0B	0C	0D	0E	0F	← DD RAM address
2-line	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	4A	4B	4C	4D	4E	4F	
3-line	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	1A	1B	1C	1D	1E	1F	
4-line	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	5A	5B	5C	5D	5E	5F	

HDM-16416II

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	← display position
1-line	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A	0B	0C	0D	0E	0F	10	11	12	13	← DD RAM address
2-line	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	4A	4B	4C	4D	4E	4F	50	51	52	53	
3-line	14	15	16	17	18	19	1A	1B	1C	1D	1E	1F	20	21	22	23	24	25	26	27	
4-line	54	55	56	57	58	59	5A	5B	5C	5D	5E	5F	60	61	62	63	64	65	66	67	

(Note) Shift display is as same as 2-line type.

HDM-20216II

9. READ BUSY FLAG AND ADDRESS

RS R/W DB_7 - - - - - - - - - - - - DB_0

code	0	1	BF	A	A	A	A	A	A	A
			——— Higher Order Bits				Lower Order Bits ———			

เป็นคำสั่งการอ่านค่า BUSY FLAG ซึ่งจะเป็นตัวบอกว่าตัว HD44780นี้อยู่ในขบวนการทำงานภายในอยู่หรืออยู่ในสภาพพร้อมจะรับข้อมูล โดย

BF = 1 อยู่ในขบวนการทำงานภายในไม่พร้อมจะรับข้อมูลหรือคำสั่ง

BF = 0 พร้อมจะรับข้อมูลหรือคำสั่งได้

และนอกจากนี้ยังเป็นคำสั่งอ่านข้อมูล ADDRESS ของ CG RAM หรือ DD RAM ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. WRITE DATA TO CG หรือ DD RAM

	RS	R/W	DB_7							DB_0
code	1	0	D	D	D	D	D	D	D	D

—— Higher Order Bits Lower Order Bits ——

เป็นคำสั่งเขียนข้อมูลเข้าไปใน CG RAM หรือ DD RAMโดยเมื่อเขียนข้อมูลและ ADDRESS จะเพิ่มหรือลดโดยอัตโนมัติตามคำสั่งที่ SETใน ENTRY MODE ข้อกำหนดที่จะรู้ว่าเป็นการเขียนข้อมูลของ CG RAM หรือ DD RAM ทำได้โดยการ SET ADDRESS ของ CG RAM หรือ DD RAM ขึ้นมาก่อนจะเขียนข้อมูล

11. READ DATA FROM CG OR DD RAM

	RS	R/W	DB_7							DB_0
code	1	1	D	D	D	D	D	D	D	D

—— Higher Order Bits Lower Order Bits ——

เป็นคำสั่งอ่านค่าข้อมูลจาก CG RAM หรือ DD RAM โดยก่อนอ่านจาก DD RAM หรือ CG RAM นี้ควรจะใช่คำสั่ง SET ADDRESS ก่อนเพื่อให้รู้ว่าข้อมูลที่อ่านได้นั้นเป็น DD หรือ CG RAM

<u>ส่วนประกอบของโปรแกรม</u>

<u>EPLUSE</u> เป็นส่วนกำเนิดสัญญาณ ENABLE

<u>GOTO</u> จะเป็นส่วนกำหนดตำแหน่งของส่วน DD RAM ADDRESS ที่จะเขียนข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยจากโปรแกรม INITIAL ที่เรา SET ไว้เมื่อเขียนข้อมูลเข้าไปไว้ใน DD RAMแล้ว ADDRESS ของ DD RAM จะเพิ่มขึ้น 1 โดยทันที

WRBYTE เป็นส่วนเขียนข้อมูล 1 BYTE เข้าไปในตำแหน่ง ADDRESS ของ DD RAM ขณะนั้น ๆ

WRLINE เป็นส่วนเขียนข้อมูลทีละ 1 LINE เพราะตำแหน่ง DD RAM ที่เกิดบนจอภาพขณะนั้นแต่ละตำแหน่งจะไม่ต่อกันไปในแต่ละบรรทัด

ตารางคำสั่ง HD44780

Instruction	Code										Description	Execution time (when fosc is 250 kHz) Note 1	Execution time (when fosc is 160 kHz) Note 2
	RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0			
Clear display	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	Clears all display and returns the cursor to the home position (Address 0).	82 μs ~ 1.64 ms	120 μs ~ 4.9 ms
Return home	0	0	0	0	0	0	0	0	1	*	Returns the cursor to the home position (Address 0). Also returns the display being shifted to the original position. DD RAM contents remain unchanged.	40 μs ~ 1.6 ms	120 μs ~ 4.8 ms
Entry mode set	0	0	0	0	0	0	0	1	I/D	S	Sets the cursor move direction and specifies or not to shift the display. These operations are performed during data write and read.	40 μs	120 μs
Display ON/ OFF control	0	0	0	0	0	0	1	D	C	B	Sets ON/OFF of all display (D), cursor ON/OFF (C), and blink of cursor position character (B).	40 μs	120 μs
Cursor and display shift	0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	*	*	Moves the cursor and shifts the display without changing DD RAM contents	40 μs	120 μs
Function set	0	0	0	0	1	DL	N	F	*	*	Sets interface data length (DL) number of display lines (L) and character font (F).	40 μs	120 μs
Set CG RAM address.	0	0	0	1	A_{CG}						Sets the CG RAM address. CG RAM data is sent and received after this setting.	40 μs	120 μs
Set DD RAM address	0	0	1	A_{DD}							Sets the DD RAM address. DD RAM data is sent and received after this setting.	40 μs	120 μs
Read busy flag & address	0	1	BF	AC							Reads Busy flag (BF) indicating internal operation is being performed and reads address counter contents.	1μs	1 μs
Write data to CG or DD RAM	1	0	Write Data								Writes data into DD RAM or CG RAM.	40 μs	120 μs
Read data to CG or DD RAM	1	1	Read Data								Reads data from DD RAM or CG RAM.	40 μs	120 μs

I/D = 1: Increment (+1) I/D = 0: Decrement (−1)
S = 1: Accompanies display shift.
S/C = 1: Display shift S/C = 0: Cursor move
R/L = 1: Shift to the right.
R/L = 0: Shift to the left.
DL = 1: 8 bits DL = 0: 4 bits
N = 1: 2 lines N = 0: 1 line
F = 1: 5 x 10 dots F = 0: 5 x 7 dots
BF = 1: Internally operating
BF = 0: Can accept instruction

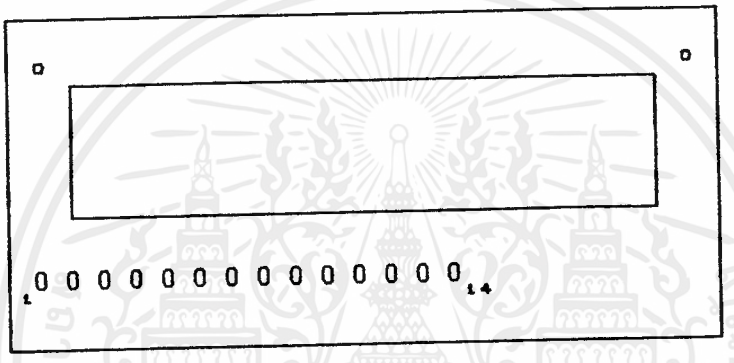
DD RAM: Display data RAM
CG RAM: Character generator RAM
A_{CG}: CG RAM address
A_{DD}: DD RAM address Corresponds to cursor address.
AC: Address counter used for both of DD and CG RAM address.

Execution time changes when frequency changes. (Example) When fosc is 270 kHz:

$40\ \mu s \times \frac{250}{270} = 37\ \mu s$

*No effect
Notes 1. Applied to models driven by 1/8 duty or 1/11 duty.
2. Applied to models driven by 1/16 duty.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 13. แสดงลักษณะของ LCD แบบ 16 ตัวอักษร 1 บรรทัด

ขา 1	GROUND	ขา 2	V_{cc}
ขา 3	V_o (ปรับความเข้ม)	ขา 4	RS
ขา 5	R/W	ขา 6	ENABLE
ขา 7 - ขา 14	D_0 - D_7 ตามลำดับ		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.Infared Led

INFARED LED มีคุณสมบัติหลายประการ คือ

1.ใช้กระแสและ Voltage มีค่าน้อยมากในการผลิตคลื่น

2.เราสามารถควบคุมการทำงาน LED ให้มีค่าแน่นอนได้ โดยพิจารณาจากกราฟของ factor ที่มาเกี่ยวข้อง

3.มี Speed Response สูง

ลักษณะ Infrared Led ที่เหมือนกับ Led โดยทั่วไปคือ จะเป็นสารกึ่งตัวนำที่ถูก dope โดยสารที่มี Valence electron ต่างกัน โดยสารที่มี electron มากกว่าปกติ จะเป็นสาร N-Type และสารที่มี electron น้อยกว่าปกติ จะเป็น P-Type เมื่อนำสารทั้งสองชนิดมาต่อกัน ทำให้มีการ share electron กันขึ้นทำให้สารทั้งสองมีความต่างศักดากันขึ้นเรียกว่า Potential Barrier (Eb) ซึ่งมีค่าน้อยกว่าขนาดของ Eneygy gap ดังนั้น electron จากด้าน N-Type จะเคลื่อนที่มายังด้าน P-Type จะต้องใช้พลังงานค่าหนึ่ง

เมื่อเราป้อน Supply Voltage ให้กับ Led จะมี electron เคลื่อนที่จากด้าน N-Typeมารวมกับ hole ด้าน P-Type ซึ่งการรวมตัวกันนี้ มีอยู่ 2 ลักษณะคือ Radiative process ซึ่งเมื่อรวมตัวกันแล้ว จะมีพลังงานบางส่วนสูญหายไปจาก electron-pair และกระจายออกมาเป็น photon ถ้าเป็นแบบ Non-Radiative Process พลังงานจะแสดงออกมาในรูป Phonon or heat

Radiative Process มี 2 แบบ คือ

1.เกิดจาก electron and hole ส่วนที่อยู่ใกล้ๆ กับ junction ซึ่งจะให้ photon energy ประมาณค่าเท่ากับค่า vand gap energy ซึ่งมีค่าค่อนข้างสูง

2.เป็นการที่ electron and hole จะเคลื่อนมารวมตัวกันที่บริเวณ trap level photon energy gap ลบด้วยค่า binding energy และจาก process ทั้งสองได้ photon

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

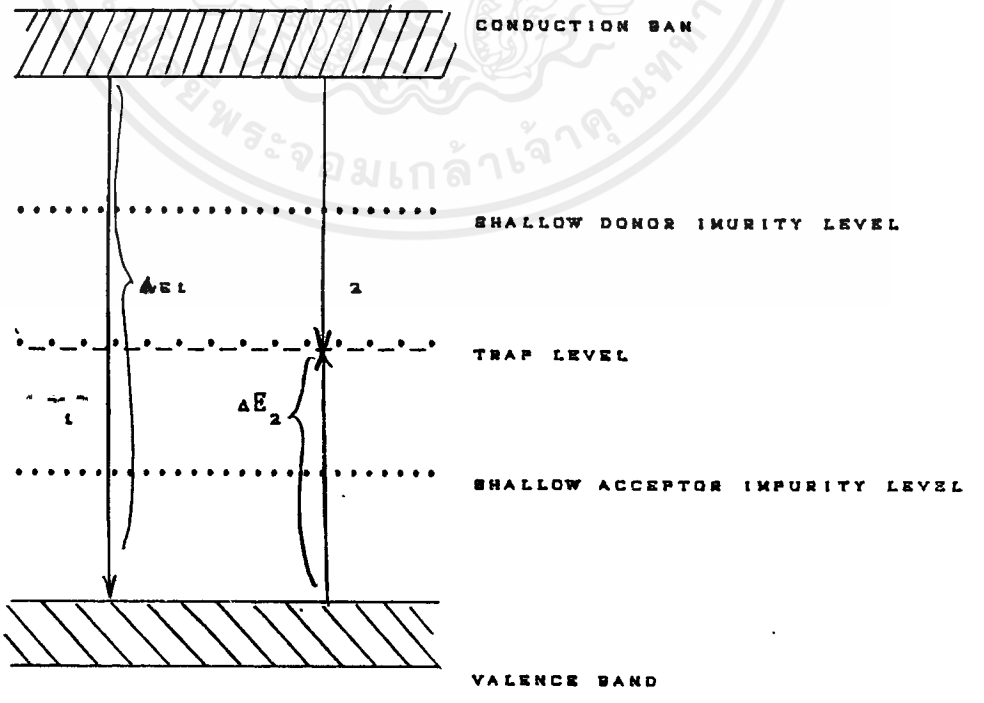
ออกมา ซึ่งจะมีค่า wave length ตามสมการข้างล่าง

$$= \frac{1240}{\Delta E}$$

ΔE คือ ค่าความต่างของพลังงานหน่วยเป็น electron volt

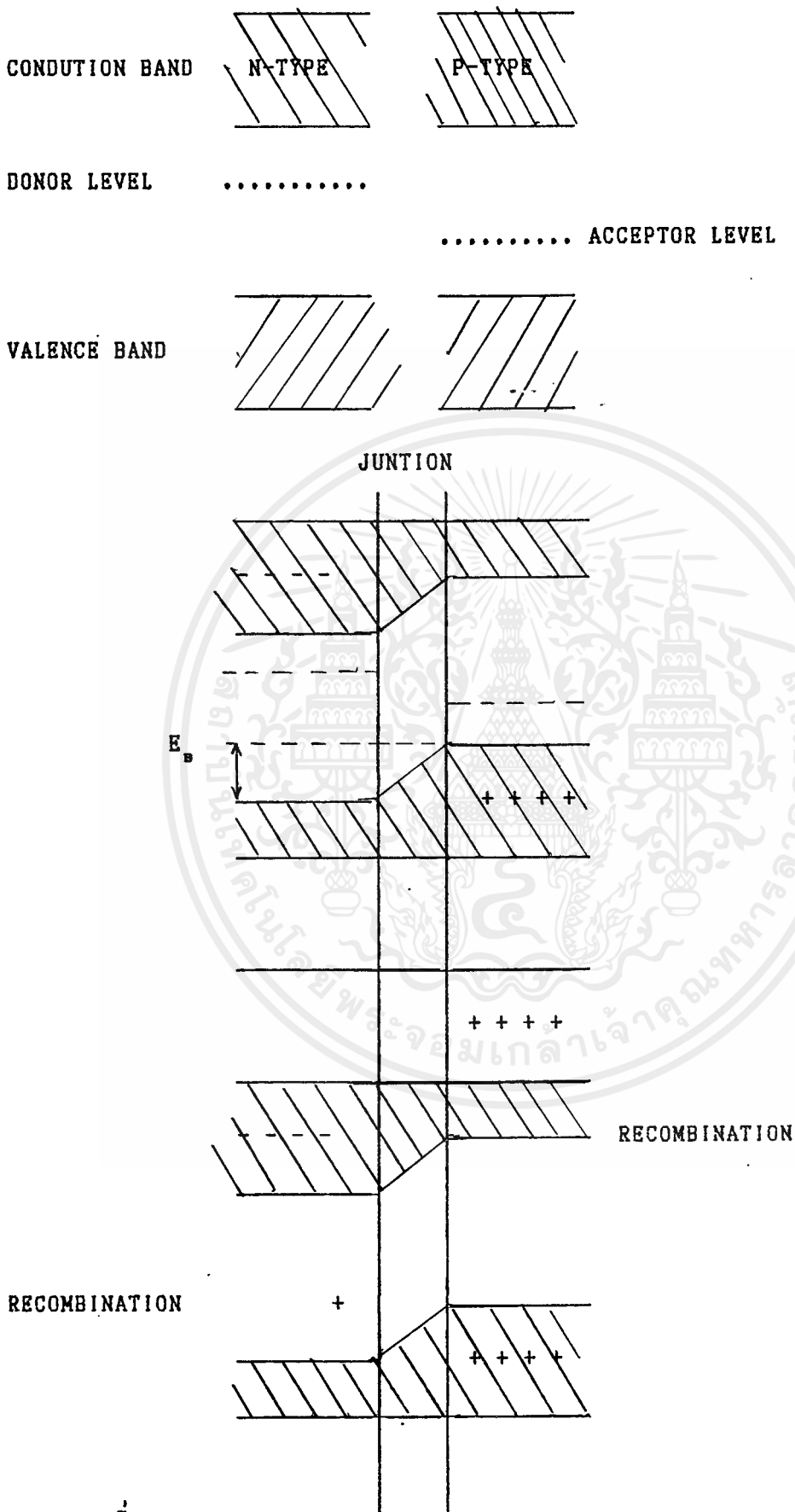
จากที่กล่าวมาแล้วจะเห็นได้ว่า ถ้าใช้สารต่างชนิดกับค่า $\triangle E$ จะมีค่าความแตกต่างกันออกไปซึ่งเราจะสามารถดูได้จากตารางในรูปที่ 15. เป็นกวรแสดงถึง Led ชนิดต่างๆ ซึ่งใช้ Photon ที่มี Wavelength ค่าต่างๆ กันไป และจะเห็นได้ว่า Led ที่สร้างจาก gallium arsenide (GA AS) จะให้คลื่นในช่วง Infrared ซึ่งมีค่าประมาณ 900 nm.

จากรูปที่ 17 เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพ ในการทำงานของ Led กับค่า current density และจากกราฟจะเห็นได้ว่า Led แม้ว่าจะมี current density เปลี่ยนแปลงไปเป็นจำนวนมาก แต่ประสิทธิภาพในการทำงานก็ยังใกล้เคียงกัน



รูปที่ 14. Recombination Procasses in the P-N Junction

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

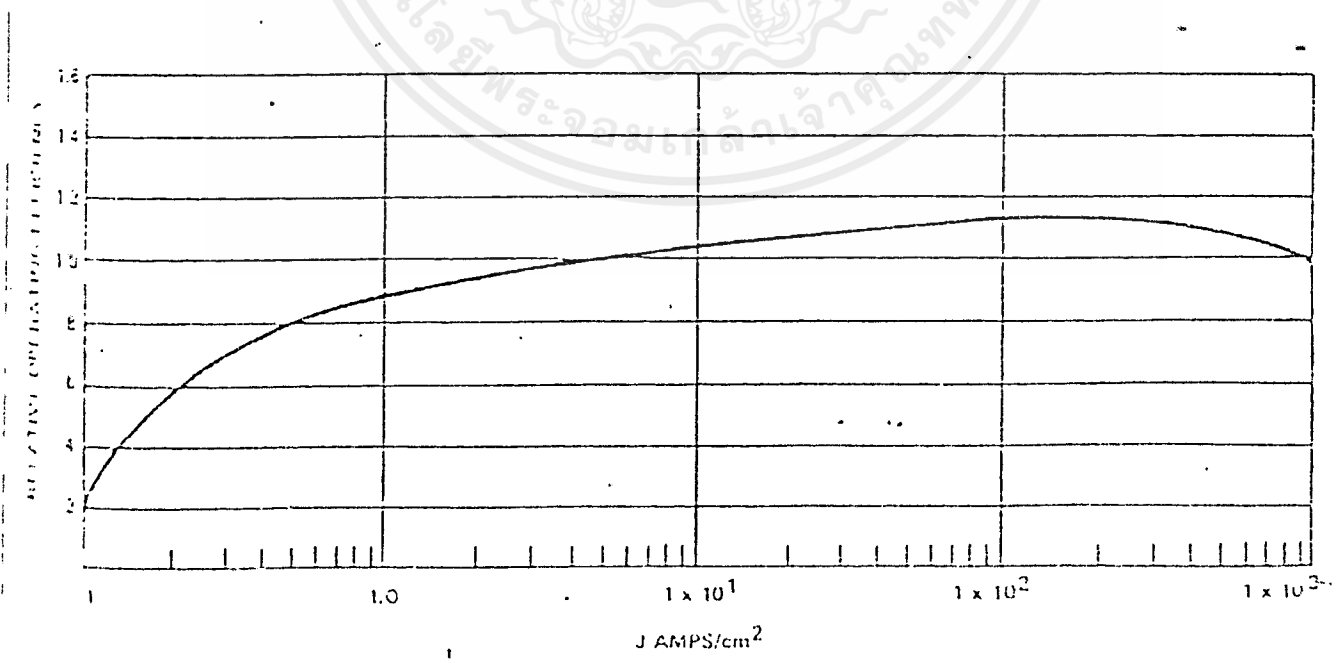


รูปที่ 15. Schematic Representation of the P-N Juntion

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MATERIAL	BAND GAP ENERGY	EMISSION nm	TRANSITION TYPE
Ge	0.66	1880	INDIRECT
Si	1.09	1140	INDIRECT
GaAs	1.43	910	DIRECT
GaP	2.24	560	INDIRECT
$GaAs_{60}P_{40}$	1.19	650	DIRECT
Al Sb	1.60	775	INDIRECT
Ln Sb	0.18	6900	DIRECT
Si C	2.2-3.0	563-413	INDIRECT

รูปที่ 16. Some of the Materials Available for Led Devices



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 17. Normalized Operating Efficiency Current Density for Led

จากรูปที่ 17 quantum effieiency ได้แสดงไว้ด้วยเส้นไข่ปลา ส่วน responsivity ได้แสดงด้วยเส้นเต็ม และจากรูป ยังแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของ responsivity of edge region และ interior region โดย edge region จะแสดงผลเมื่อมี reverse bias ส่วน Interior region นั้นจะทำงานเป็นอิสระไม่ขึ้นกับ bais และทำงานที่ความยาวคลื่นสั้นๆ หรือความถี่สูง ถ้าเป็นคลื่นความถี่ต่ำ interior response จะเพิ่มขึ้นเมื่อ reverse bias

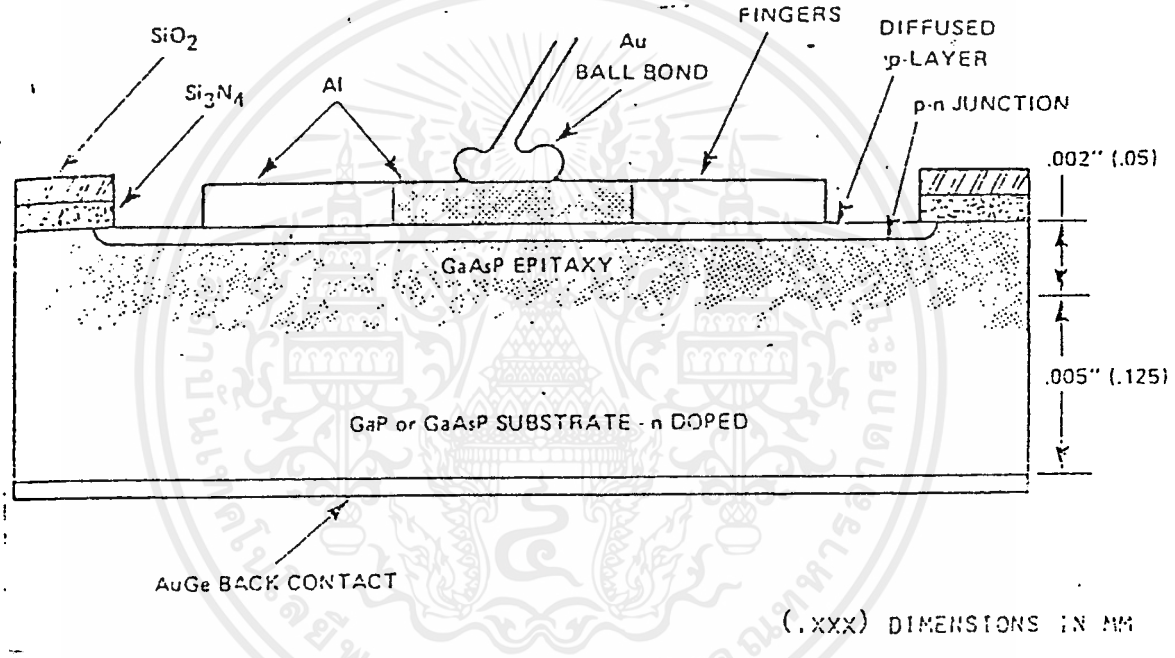


Figure A. CROSS SECTION OF AN LED

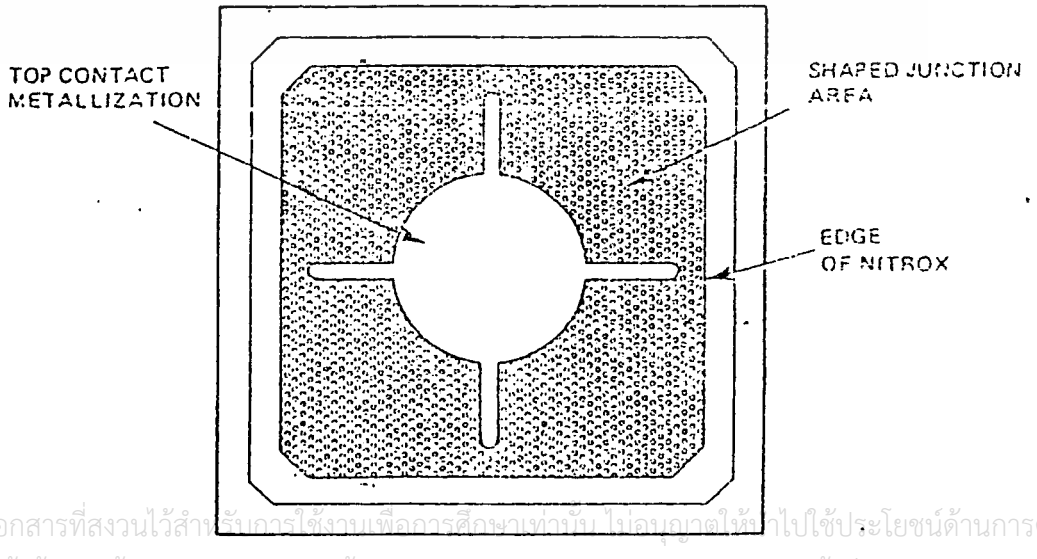
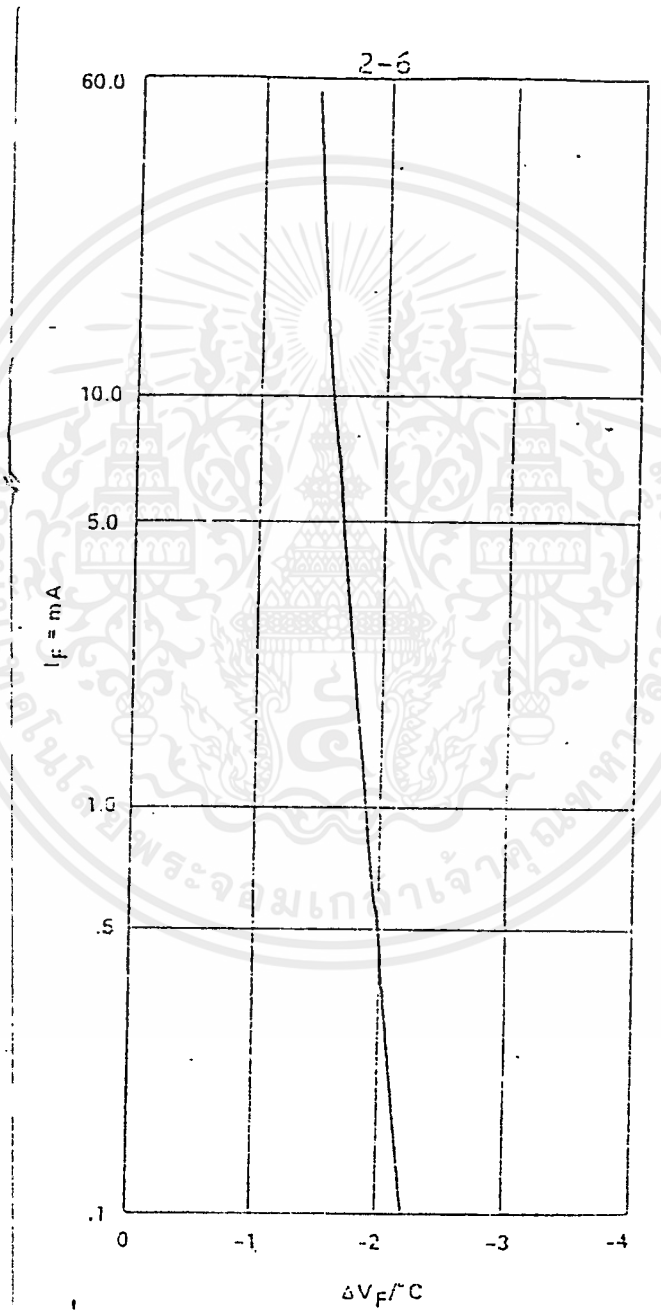


Figure B. PLAN VIEW OF AN LED

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 19. เป็นการแสดงถึง forward voltage/current and temperature

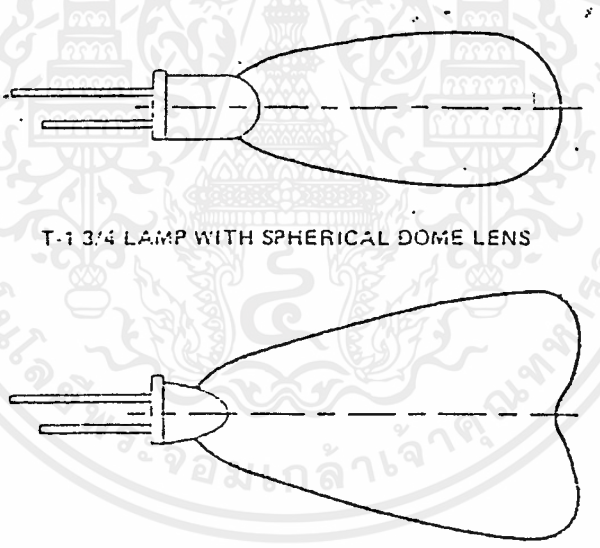
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปข้างบนสามารถแสดงความสัมพันธ์ด้วยสมการ

$$I_F = Io \exp(\frac{qVF}{nk})$$

จากที่เราได้ทราบมาแล้วว่าค่า wavelength นั้นได้จากสูตร $=\frac{1240}{\Delta E}$

เพราะฉะนั้น เมื่อ Led มีอุณภูมิเปลี่ยนแปลงไป จะทำให้ E เปลี่ยนแปลงด้วยทำให้ค่า wavelength เปลี่ยนไป



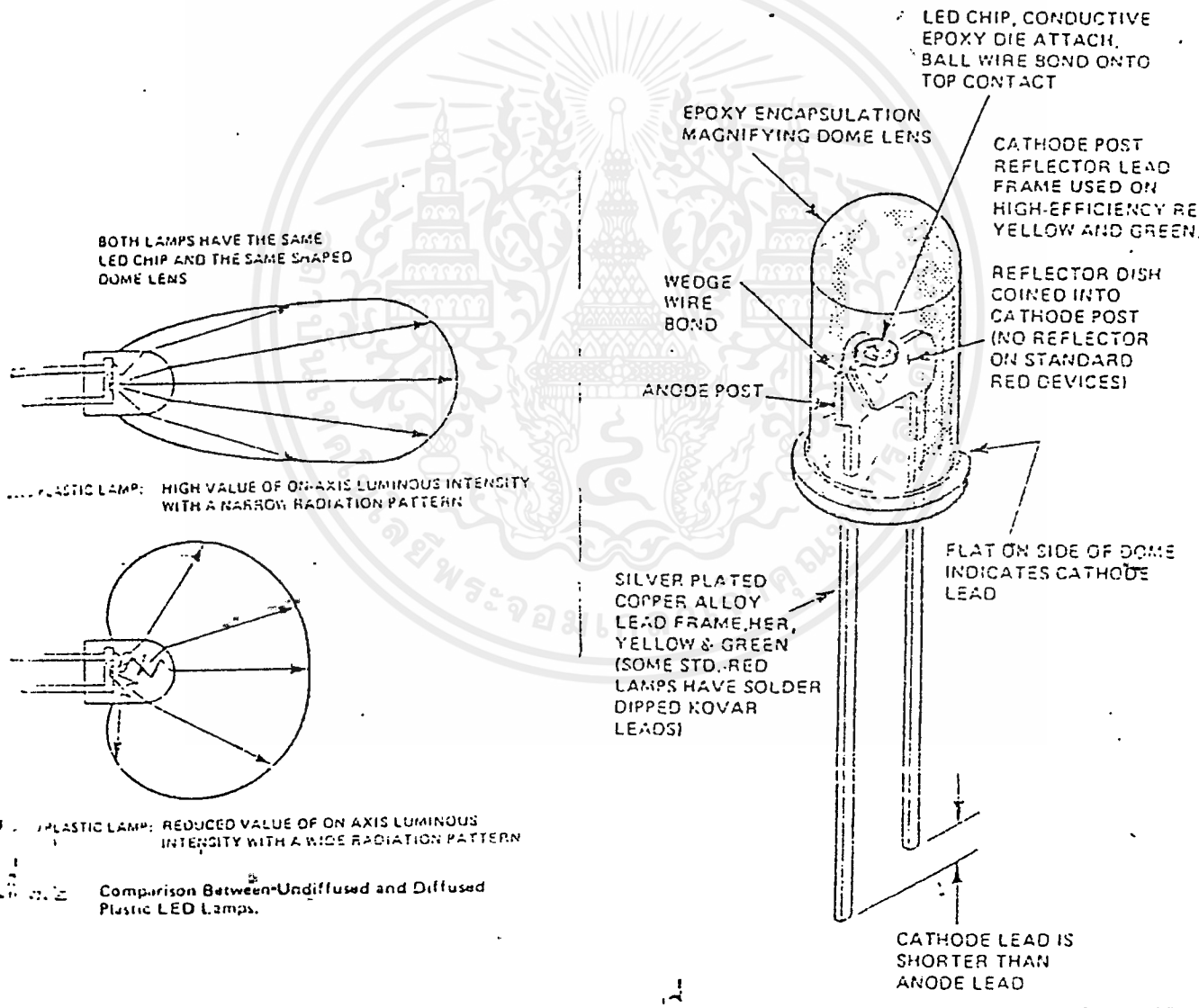
T-1 3/4 LAMP WITH SPHERICAL DOME LENS

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

จากรูปที่ 20. แสดงถึงรูปร่างของ dome lens ซึ่งแตกต่างกัน จะให้ Radiation Pattern ต่างๆ กันแต่ใน Plastic Led แล้ว Spherical Dome Lens จะให้ pattern เหมาะสมกับการส่งแบบ point to point ซึ่งจุดทั้งจุดจะถูกตรึงกับที่ค่อนข้างแน่นอน และจะส่งได้ไกลกว่าแบบอื่น ส่วนแบบ Aspheric Dome Lens เหมาะสำหรับครอบคลุมพื้นที่ แต่ส่งได้ไกล้กว่า เช่น Remote control

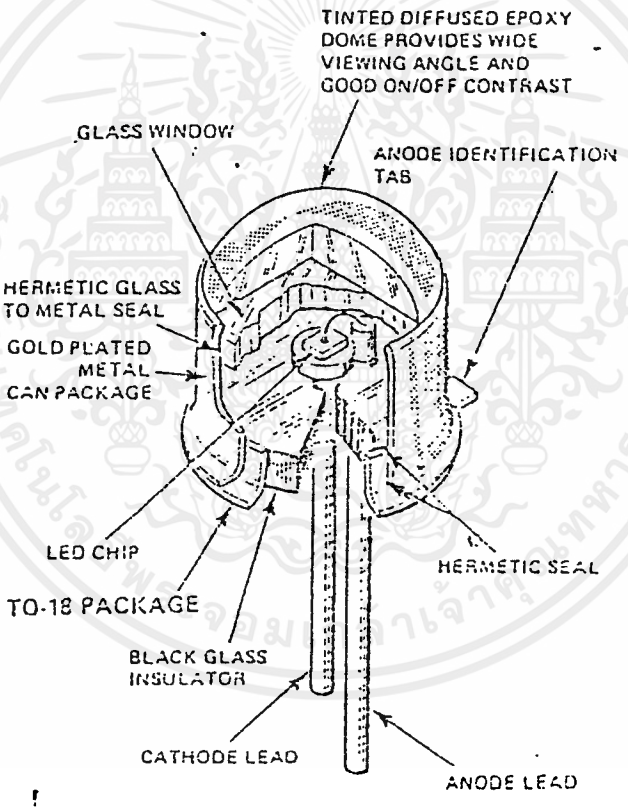
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้ แม้ว่า Led จะเป็นชนิดเดียวกัน และมี Dome Lens เหมือนกันแต่ถ้าพลาสติกที่ใช้ทำต่างชนิดกันก็จะให้ผลต่อการส่งคลื่นออกไป ทำให้ pattern ไม่เหมือนกัน เช่น ดังรูปที่แสดงถึง Led สองตัวที่มีขนาดเท่ากัน และเล็นชนิดเดียวกัน แต่ใช้ diffusde plastic อันหนึ่ง อีกอันใช้ undiffusde plastic จะให้ pattern ออกมาต่างกัน



รูปที่ 21. เป็นรูปที่แสดงถึงส่วนประกอบต่างๆ ของ plastic led

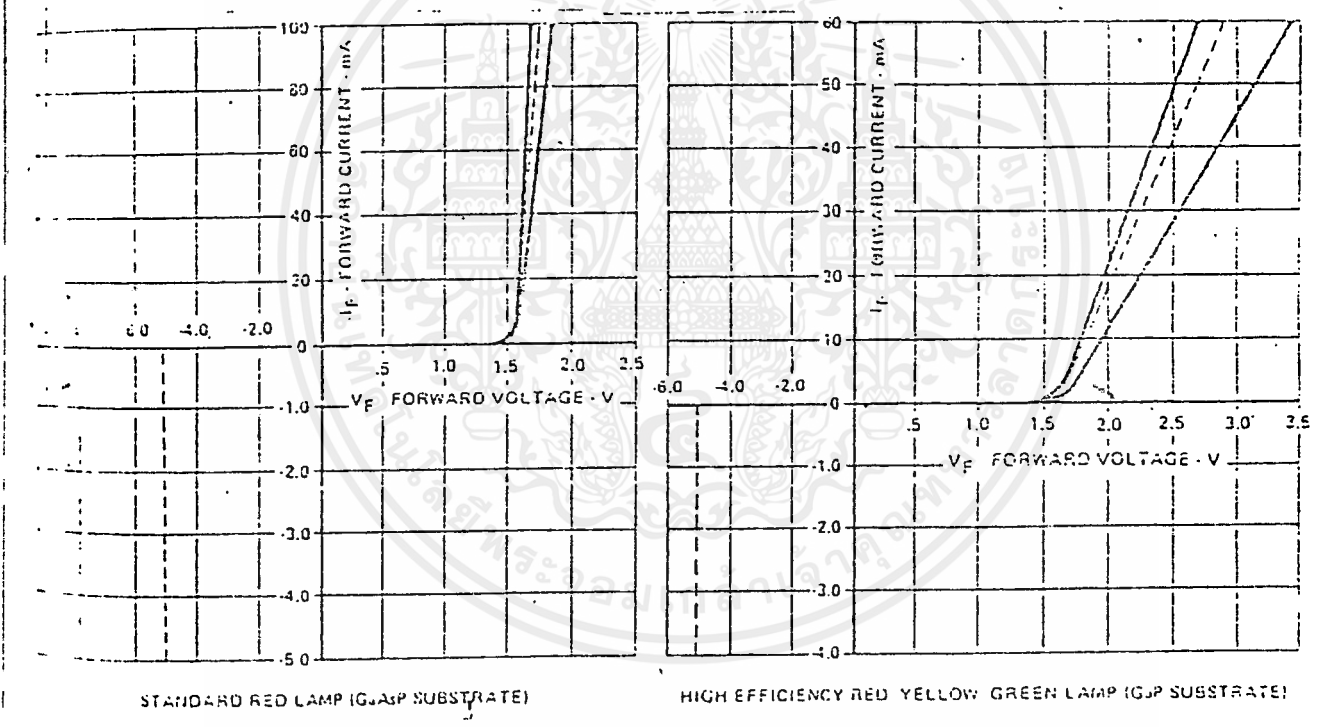
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 22. เป็นของ Hermetic led ซึ่งเป็น led ที่มีคุณภาพดีกว่าแบบแรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จาก 2 รูปดังกล่าว เป็นรูปที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างกระแสกับความเข้มของ photon ที่เปล่งออกไป โดยรูปที่ นั้น เป็นค่าความสัมพันธ์ โดยที่ลักษณะกระแสไม่สม่ำเสมอมีลักษณะเป็นคลื่น ดังนั้นค่ากระแส จึงแสดงออกมาเป็นค่า Iaverage and Ipeak



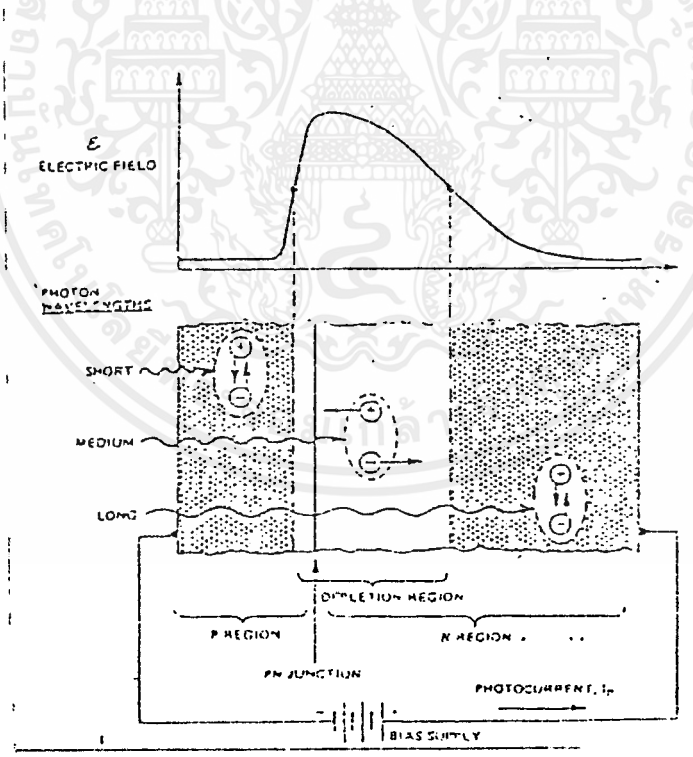
จากกราฟในรูปที่ 23. จะเห็นได้ว่าโดยปกติแล้ว Voltage ที่ตกคร่อม Led จะมีค่าที่แน่นอนมีแต่เพียงกระแสเท่านั้นที่มีการเปลี่ยนแปลงและจากรูปด้านขวาแสดงถึงผลของ High frequency ซึ่งจะส่งผลให้ Voltage มีค่าเปลี่ยนแปลงตามกระแสไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. photodiode and phototransistor (detector)

เมื่อมีการส่งสัญญาณที่เป็น Photon ออกมาแล้ว ทางด้านรับจะต้องรับสัญญาณนั้นแล้วเปลี่ยนกลับมาเป็นสัญญาณไฟฟ้าอีกที่หนึ่ง โดยจะต้องตัดสัญญาณ Infrared ที่เป็นสัญญาณพาออกไปโดยจะต้องให้ได้สัญญาณไฟฟ้าเหมือนกับตอนส่งมาด้วย การ detect สัญญาณนี้เราจะใช้ Photoransistor or Photodiode

เมื่อมี photon มากระทบ สารกึ่งตัวนำจะทำให้ photon นั้นถ่ายพลังงานให้กับ electron-hole pair ซึ่งจะทำให้ electron and hole แยกตัวออกจากกัน และถ้ามีการ bais ไว้แบบ Reverse bias จะทำให้ electron เคลื่อนที่ไปยัง N-Region และ hole เคลื่อนที่ไปยัง P-Region ดังรูปที่ 24.



รูปที่ 24. P-N PHOTODIODE JUNCTION ;DIAGRAM OF INTERNAL FIELD EFTECT ON DETECTION

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การที่ photon ทำให้ electron-pair แยกตัวจากกันนั้น จะเป็นง่ายขึ้น ถ้า pair นั้นอยู่ภายในสนามไฟฟ้าที่มีค่าสูง จากรูปจะเห็นได้ว่า สนามไฟฟ้าใน PIN Photodiode นี้ มีค่าไม่สม่ำเสมอเท่ากันตลอด โดยจะมีค่าสนามไฟฟ้าในช่อง P and N Region ส่วนในช่วง Depletion Region จะมีค่าสนามไฟฟ้าสูงกว่ามาก เพราะฉะนั้นเราจะต้องให้ Photon ส่วนใหญ่ ถ่ายเทพลังงานให้กับช่วง Depletion Region นี้ แต่เนื่องจาก photon ที่มีความถี่สูงจะมีอำนาจทะลุทะลวงต่ำ และถ้าความถี่ต่ำเกินไปก็จะทะลุผ่านช่วง Depletion ไป ทั้งในช่วงความถี่สูงและต่ำนี้ จะสามารถถ่ายเทพลังงานให้กับ electron-hole pair ในสาร P and N ได้ แต่ Hole and electron ก็จะไม่เคลื่อนที่ไปไหน จะรวมตัวกันในบริเวณเดิม ซึ่งไม่ทำให้เกิดกระแสขึ้น

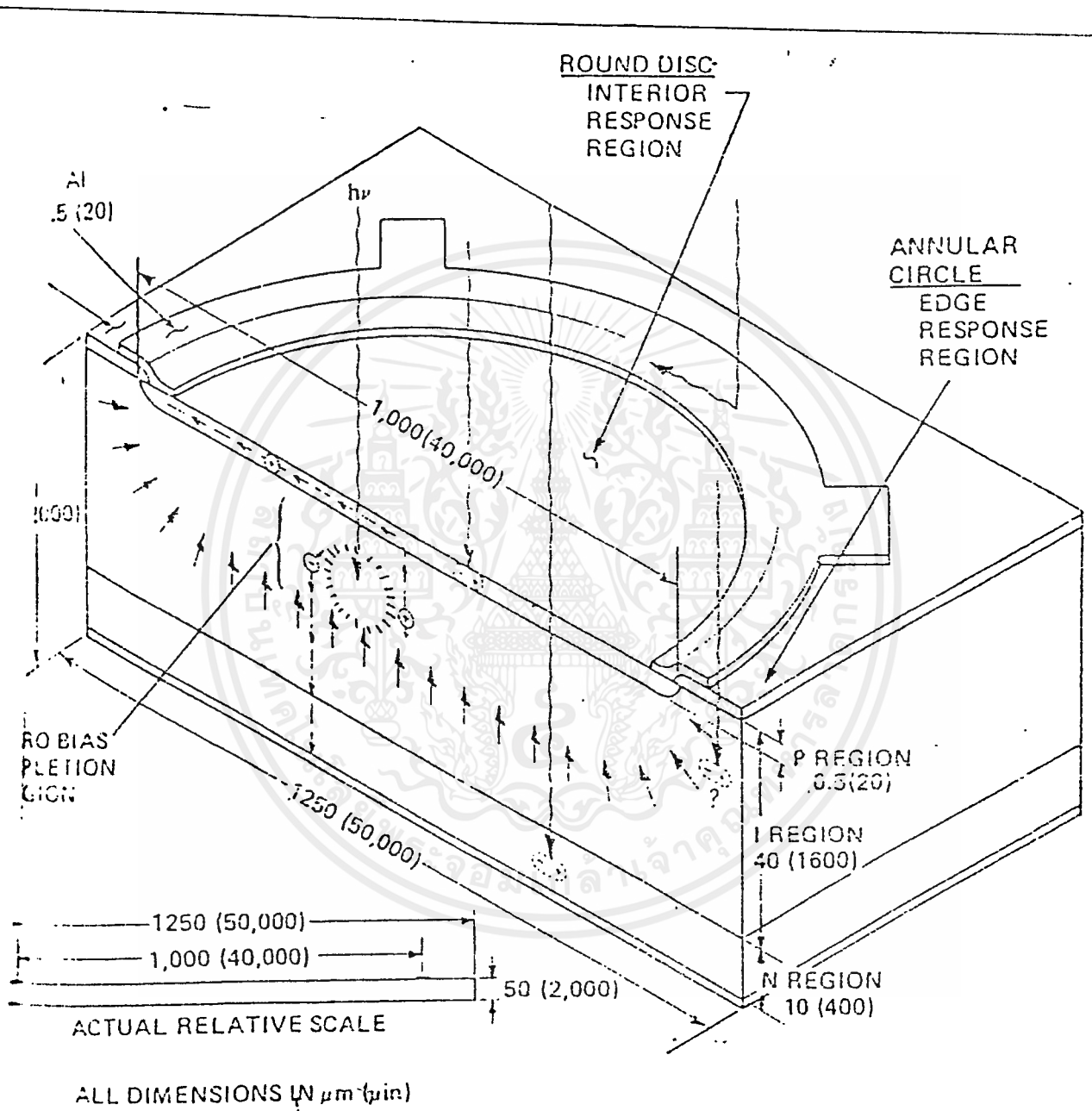
ดังนั้นจะเห็นได้ว่า Photodiode or Phototransistor จะสามารถตอบสนองต่อคลื่นในช่วงหนึ่งเท่านั้น

ช่วง Depletion นี้จะมีอยู่ตลอดเวลา แม้ว่าจะไม่มีการ bias แต่ขนาดของมันจะเปลี่ยนแปลงได้ โดยขึ้นอยู่กับ Voltage ที่ vias และความต้านทาน ก็จะเปลี่ยนแปลงด้วยเช่นกัน โดยถ้าช่อง Depletion กว้างจะมีความต้านทานสูง

ใน transistor นั้น ช่วง Depletion ที่เป็นส่วนรับ photon นั้น เป็นช่วงระหว่างสารของ collector กับสารของ base

ในรูปที่ 25. เป็นรูปโครงสร้างของ PIN Photodiode ซึ่งเป็น diode ที่มีความต้านสูง และมีช่วง depletion กว้างประมาณครึ่งหนึ่งของ Depletion กว้างประมาณครึ่งหนึ่งของ I layer และถ้ามี Reverse bias ประมาณ 5 volt จะทำให้ช่วง Depletion กว้างถึงเกือบทั้งหมดของ I layer (Intrinsic region)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 25. P.I.N Photodiode; Isometric Cutaway Distortedto Clarify Main Features.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Photodiode Charateristic

Quantum efficiency แสดงคุณสมบัติ การตอบสนองของ Photodiode ซึ่ง photon ตัวหนึ่งๆ จะทำให้ electron เคลื่อนที่เกิด Photo current จากค่า flux responsitioity R_o ซึ่งแสดงค่าของ photo energy ในค่าของอัตราส่วนของ photocurrent กับ sport flux

โดยสมการ $$R_o = N_p \frac{X}{1240} = \frac{I_p}{O_p}$$

R_o = flux responsitivity

N_p = quantum effciency

X = wavelength

I_p = photo current

O_p = ratio flux

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Speed of Response

ความเร็วในการตอบสนองขึ้นอยู่กับพื้นที่ส่วนใดได้รับ photon จากการ radiate และการ bias มีค่ามากน้อยมากน้อยเท่าใด นอกจากนี้ยังคำนึงถึง load Resistance ว่ามีค่าเท่าไรอีกด้วย โดยปกติ ถ้าเป็น Phontotransistor or Phontodiode ที่มีคุณภาพมาตรฐาน โดยทั่วไป เมื่อได้รับ photo แล้วจะใช่เวลาไม่กี่วินาที ในการเริ่มให้กระแสไหล แต่บางที response อาจต้องช้าลง เนื่องจากต้อง charge ประจุให้กับค่า c ภายในก่อน เช่น junction capacitance or package capacitance ส่วน rise/fall time constant ขึ้นอยู่กับค่า load resistance ถ้า load resistance มีค่าน้อยความต้านทานภายในตัว diode จะเป็นตัวกำหนด ค่าความต้านทานภายในจะมีค่าประมาณ 50

Low noise

ใน Phontotransistor and Photodiode จะเห็นได้ว่า จะมีความต้านทานค่อนข้างสูง และในการกำหนด หรือจำกัด noise นั้นเราจะทำได้แต่เป็น DC จนกระทั่งความถี่ 1 KHZ สมการข้างล่างแสดงถึง noise current

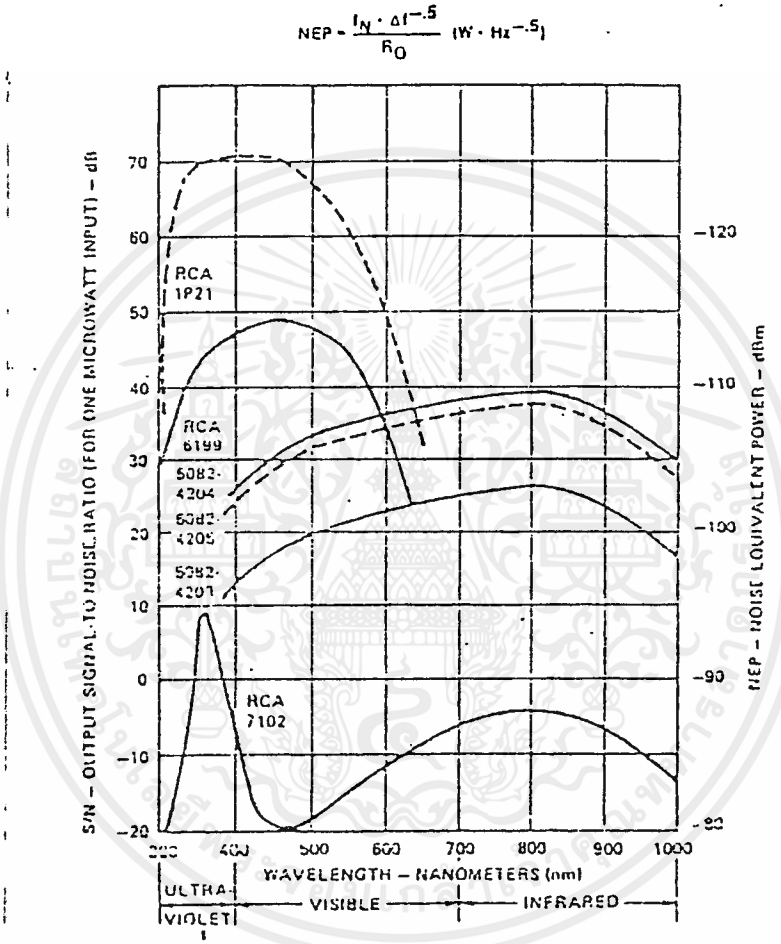
$$\frac{I_{N,\,SHOT}}{B} = 2qI_{dc} = 17.9\ I_{dc}(nA)\ \frac{(f_B)}{HG}$$

$I_{n/}\ B$ = Bandwidth normalized noise current

q = electron charge = $1.602*10^{-19}$ coulomb

I_{dc} = เป็นกระแสตรงที่ไหลผ่าน diode

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 26. เป็นรูปแสดงถึงค่า S/N ratio เปรียบเทียบกันที่ความถี่ต่างๆ กันและ photodiode หลายๆ เบอร์ ซึ่งจากรูปจะเห็นได้ว่า การตอบสนองต่อความถี่ photodiode จะตอบสนองต่อคลื่นในช่วง ultraviolet ดีที่สุด และในช่วง Infrared รองลงมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. <u>ทฤษฎีเบื้องต้นเกี่ยวกับระบบโทรศัพท์</u>

โทรศัพท์ที่เคยเห็นกันทั่วๆ ไปก็มีอยู่ 2 แบบคือ แบบกดปุ่มและแบบหมุน หน้าที่ของทั้ง 2 ระบบก็จะเหมือนๆ กัน จะต่างกันก็ตรงที่แบบกดปุ่มจะส่งสัญญาณออกไปเป็นความถี่ที่แตกต่างส่วนหมุนจะส่งสัญญาณเป็นจำนวนพัลส์ สามารถสรุปได้ดังนี้

-เครื่องโทรศัพท์จะรับรู้ว่ามีผู้ต้องการใช้โทรศัพท์ เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ขึ้น

-เครื่องโทรศัพท์จะส่งสัญญาณที่เรียกว่า สัญญาณหมุน (dial tone) พร้อมที่จะให้ทำการกดหมายเลขที่จะติดต่อได้ซึ่งก็คือ เสียงที่ได้ยินเมื่อยกหูเป็นสัญญาณเสียงที่มีความถี่ 350 เฮิรตซ์ กับ 440 เฮิรตซ์ มอดูเลตรวมกัน

-เครื่องโทรศัพท์จะทำหน้าที่ส่งรหัสหมายเลขที่ผู้เรียกต้องการติดต่อด้วยไปยังชุมสายที่ควบคุม

-เครื่องโทรศัพท์จะส่งสัญญาณผู้เรียกว่า หมายเลขที่ต้องการติดต่อด้วยว่างหรือไม่ ถ้าว่างก็จะส่ง สัญญาณกลับ (ring back) ซึ่งมีความถี่ 440 เฮิรตซ์ กับ 480 เฮิรตซ์ มอดูเลตกันมาโดยจะดัง 2 วินาที แล้วเงียบ 4 วินาที สลับกันไป แต่ถ้าสัญญาณที่ต้องการจะเรียกไม่ว่างก็จะส่งสัญญาณความถี่ 480 เฮิรตซ์ กับ 620 เฮิรตซ์ มอดูเลตกันมา

-สามารถเปลี่ยนรูปพลังงานเสียงเป็นสัญญาณไฟฟ้าและสัญญาณไฟฟ้ากลับมาเป็นพลังงานเสียง

-เครื่องโทรศัพท์จะปรับแรงดันอย่างอัตโนมัติ ในกรณีที่เกิดการเปลี่ยนแปลงของแรงดันขึ้น

-เครื่องโทรศัพท์จะส่งสัญญาณไปยังชุมสายเพื่อแจ้งให้ทราบว่าสิ้นสุดการใช้งานแล้ว และให้ชุมสายเลิกทำการติดต่อกับอีกฝ่ายหนึ่งได้

ในที่นี้จะกล่าวถึงระบบโทรศัพท์แบบกดปุ่ม (DTMF) มีวิธีการส่งหมายเลขของผู้ต้องการติดต่อด้วย โดยการส่งสัญญาณความถี่ 2 ความถี่มอดูเลตกันไป ซึ่งจะเป็นตัวแทนของหมายเลขที่กด ซึ่งค่าความถี่ที่ถูกส่งออกไปจะอยู่ในย่านความถี่ของเสียงพูด (0-4 กิโลเฮิรตซ์) ซึ่งค่าความถี่ที่ต่ำกว่าจะเป็นความถี่ที่แสดงในแนวนอนและอีกค่าหนึ่งก็จะเป็นในแนวตั้ง ซึ่งค่าต่างๆ จะแสดงไว้ในรูป

<u>ข้อควรคำนึงในการเชื่อมต่อระบบ DTMF กับสายส่งสัญญาณ</u>

-ระดับแรงดันและกระแสลูปจะต้องรักษาให้คงที่ตลอดระยะทางของสายส่งสัญญาณ

-ความถี่ที่ผลิตขึ้นจะต้องไม่มีความผิดเพี้ยนทั้งคาบและขนาดของสัญญาณ

-วงจรออสซิลเลเตอร์จะต้องมีอิมพีแดนซ์ที่สมดุล (matching) กับสายส่งสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

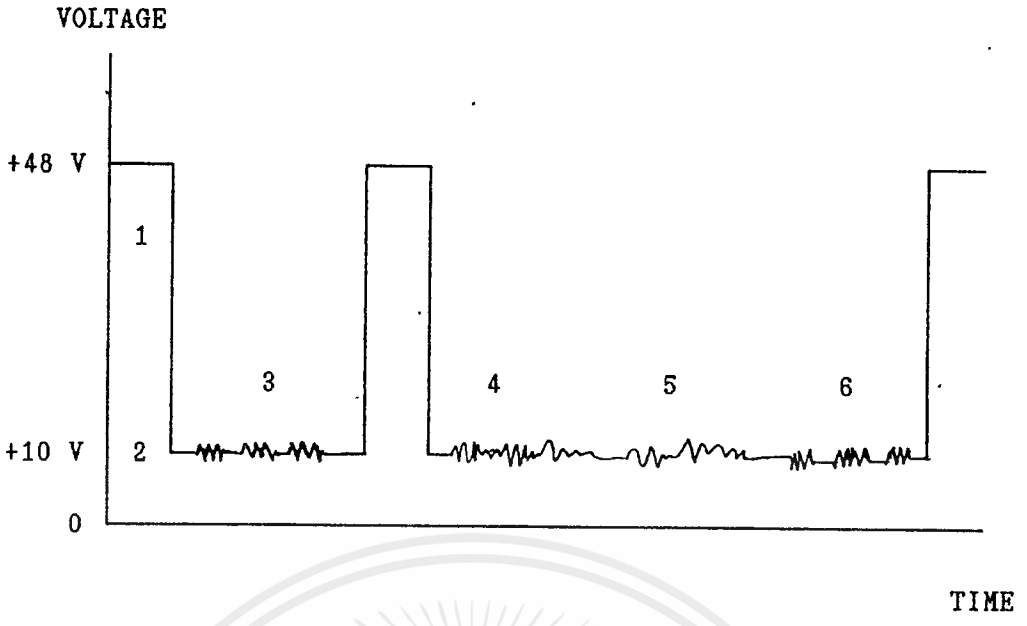
ระบบต่อด้านผู้เรียก

เมื่อผู้เรียกยกหูขึ้นเพื่อทำการเรียกจะทำให้ DC VOLTAGE ที่คู่สายโทรศัพท์เปลี่ยนจาก 48 V (1) เป็น 10 V (2) ภาพที่ 27(ก) เครื่องชุมสายโทรศัพท์จะรู้ว่าเป็นการเริ่มต้นการเรียก ชุมสายโทรศัพท์ก็จะส่งสัญญาณให้หมุน DT (4) ไปยังผู้เรียก (กรณี OGT : OUT GOING TRUCK) ไม่ว่างก็จะส่งสัญญาณไม่ว่าง BT : (3) ไปยังผู้เรียกทำให้ผู้เรียกวางหู และทำการเรียกใหม่ เมื่อผู้เรียกได้ยินสัญญาณให้หมุน DT ก็ทำการกดหมายเลขของผู้รับปลายทางเป็นสัญญาณ DTMF ที่กดหมายเลขตัวแรก

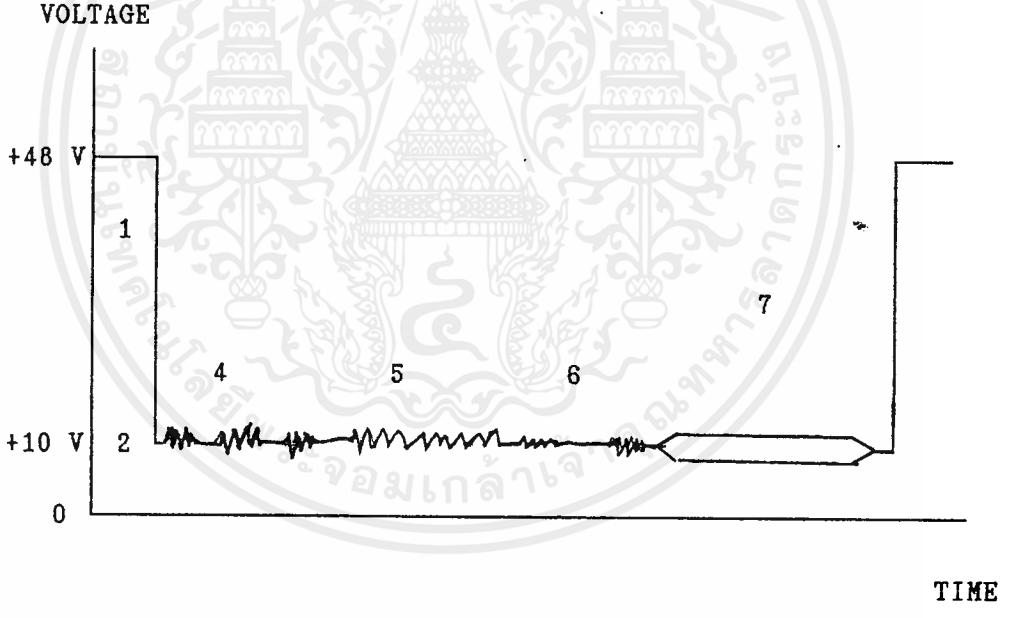
เครื่องชุมสายโทรศัพท์รับหมายเลขของผู้รับ จะทำการแปรตัวเลขระบุปลายทางจากรหัสชุมสายที่กดหมายเลขมา เมื่อรู้ตำแหน่งของผู้รับแล้ว เครื่องชุมสายโทรศัพท์จะจองทางผ่านระหว่างผู้เรียก (OGT) และผู้รับหรือ ICT : INCOMING TRUNG แล้วส่งสัญญาณกริ่งเรียกกลับ :RGT ไปยังผู้รับ (กรณีผู้รับกำลังใช้โทรศัพท์หรือ ICT ไม่ว่าง เครื่องชุมสายโทรศัพท์ก็จะส่งสัญญาณไม่ว่าง BT ไปยังผู้เรียกเพื่อให้ทำการวางหู และเริ่มทำการเรียกใหม่ (ก)

เมื่อผู้รับมาตอบเรียก สัญญาณตอบรับจะถูกส่งไปยังเครื่องชุมสายโทรศัพท์ จะตัดสัญญาณกริ่งเรียก RGT ด้านผู้รับหรือ ICT และยกเลิกสัญญาณเรียกกลับ RBT ด้านผู้เรียก (OGT) และทำให้ทางผ่านระหว่าง RBT และผู้เรียกว่าง ขณะเดียวกันก็จะสร้างทางผ่านด้านผู้รับหรือ ICT การสนทนาก็จะสามารถเริ่มต้นได้ (2) ภาพที่ 27 (ข)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) ผู้เรียกทำการเรียกผู้รับไม่สำเร็จ



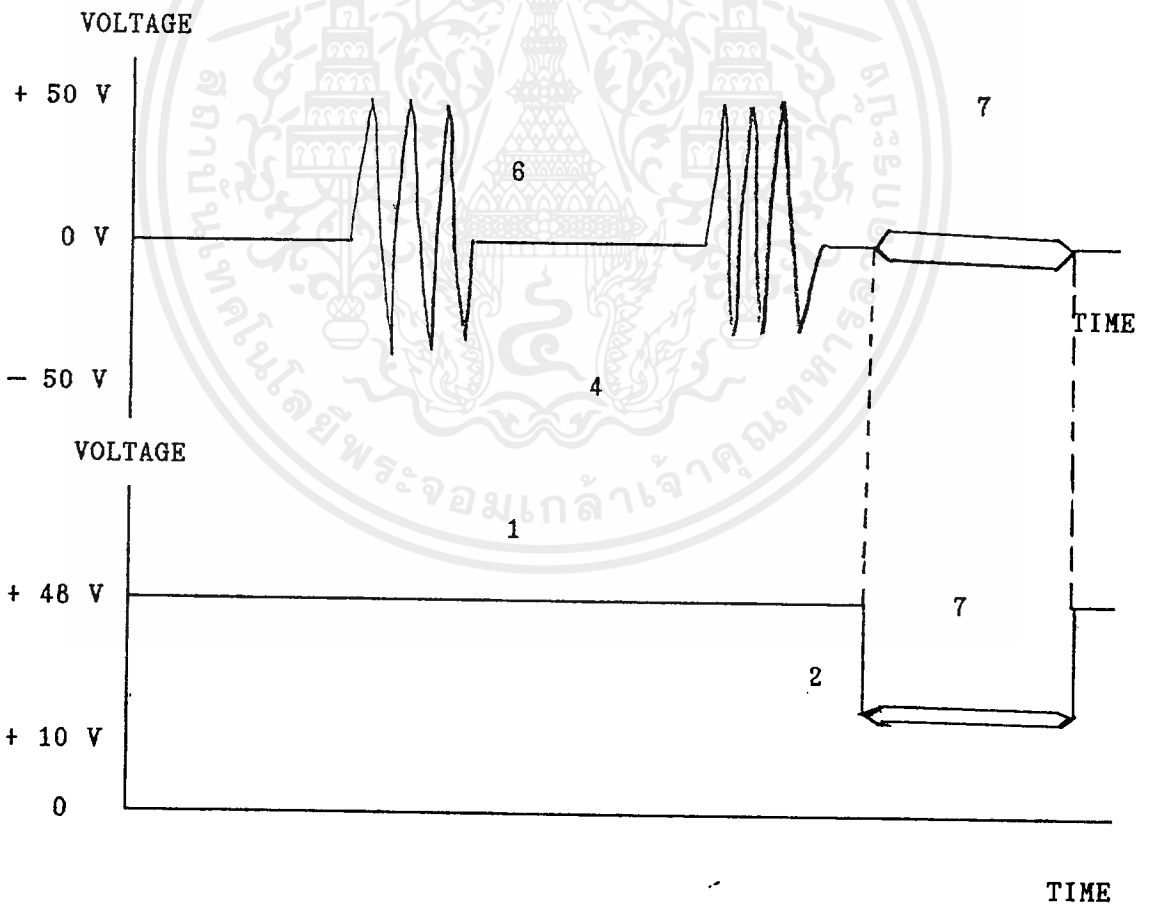
(ข) ผู้เรียกทำการเรียกผู้รับสำเร็จ

รูปที่ 27 แสดงลักษณะของสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบการเรียกด้านผู้รับ

เมื่อผู้รับถูกเรียกจากผู้เรียก เครื่องชุมสายโทรศัพท์จะส่งสัญญาณกริ่งเรียก RGT (3) ขนาด 100 V_{AC} ไปยังผู้รับเพื่อทำการเรียกผู้รับ ภาพที่ 28 (ก) (ถ้าผู้รับไม่ตอบเรียกสัญญาณกริ่งเรียก RGT ยังดำเนินอยู่จนกว่าวงจรคู่สายจะตัดวงจรเอง เมื่อไม่มีการตอบเรียก และส่งสัญญาณไม่ว่าง BT ไปยังผู้เรียกทำการเรียกใหม่) เมื่อผู้ตอบรับการเรียกจะทำให้ DC VOLTAGE เปลี่ยนจาก 48 V (1) เป็น 10 V (2) ทำให้วงจรตัดสัญญาณกริ่งเรียก RGT ด้านผู้รับหรือ ICT และสัญญาณเรียกกลับ RBT ด้านผู้เรียก (OGT) พร้อมทั้งสร้างทางผ่านระหว่างผู้รับหรือ ICT และผู้เรียก OGT การสนทนาสามารถเริ่มต้นได้ (7) ภาพที่ 28 (ข) สถานะการวางหูของผู้เรียกจะเลิกทางเสียงผู้พูดผ่านและทำให้ผู้รับวางหูตาม วงจรคู่สายจะตรวจรู้ว่าเป็นการเลิกสนทนา



รูปที่ 28 แสดงลักษณะสัญญาณทางผู้รับเมื่อถูกเรียก

(ก) ทำการวัดสัญญาณทางด้าน AC

(ข) ทำการวัดสัญญาณทางด้าน DC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนของการผลิตความถี่โทรศัพท์ในโครงงานนี้ใช้เบอร์ TCM 5087 ซึ่งเป็นไอซีมีหลักการคือการนำเอาความถี่ที่มีค่าแตกต่างกัน 2 ความถี่ซึ่งเกิดจากดีโค้ดหมายเลขให้เป็นสัญญาณความถี่ที่เกิดจากการถอดรหัสได้ในแนวแถว (row) และแนวคอลัมน์ (colum) จากนั้นก็จะนำสัญญาณทั้งสองมามอดดูเลตกันและจึงถูกส่งไปยังชุมสายต่อไป

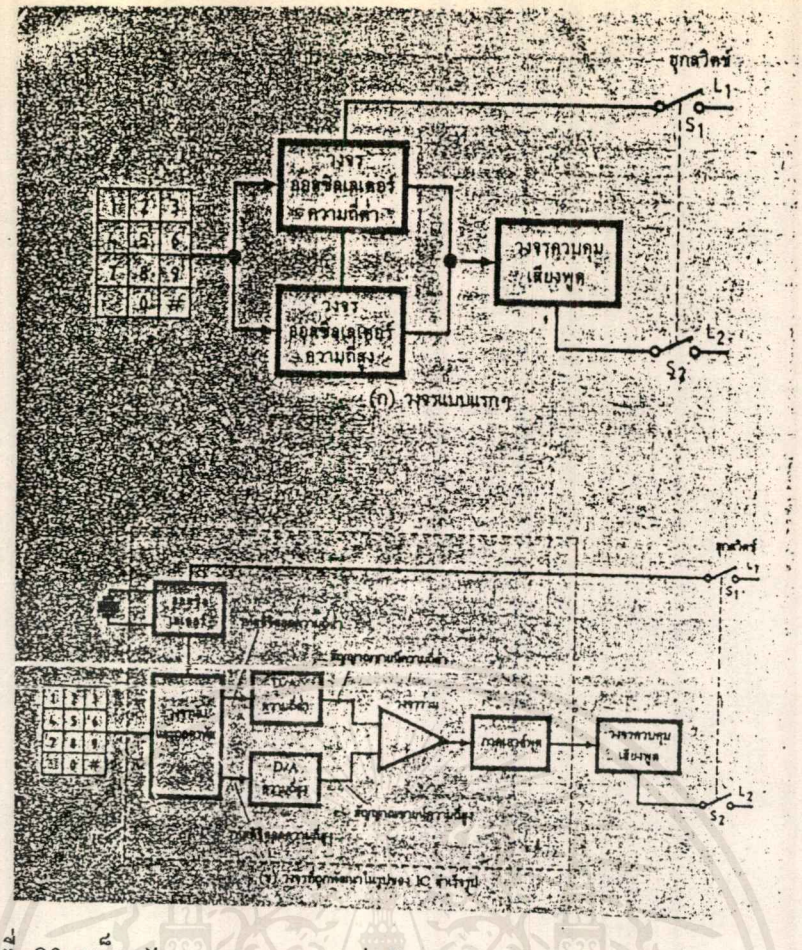
ในรูปที่ 29 ก เป็นบล็อคไดอะแกรมของการส่งสัญญาณแบบ DTMF และในรูปที่ 29 ข เป็นบล็อคไดอะแกรมของไอซีที่นำมาใช้สร้างสัญญาณในระบบ DTMFซึ่งวงจรภายในประกอบด้วยวงจรนับและวงจรถอดรหัส (counter & decoder)ซึ่งวงจรถอดรหัสก็จะแยกแยะว่าหมายเลขแต่ละครั้งตรงกับตำแน่งใดบ้างในแนวแถวและแนวคอลัมน์เมื่อทำการถอดรหัสจากการกดได้แล้วก็นำค่าในแนวแถวและแนวคอลัมน์ไปหารความถี่หลัก สัญญาณที่ออกจากวงจรนับและถอดรหัสก็จะได้สัญญาณดิจิตอล 2 สัญญาณที่มีความถี่แตกต่างกัน จากนั้นก็นำสัญญาณทั้งสอง ไปผ่านวงจรแปลงสัญญาณจาก ดิจิตอลเป็นอนาล็อค (D/A Converter) และนำมารวมกันโดยการนำไปผ่านวงจรรวมและขยายสัญญาณ (Summimng Amp) และถูกส่งไปยังวงจรควบคุมเสียงพูดและผ่านต่อไปยังชุมสายโทรศัพท์ต่อไป จะสังเกตุได้ว่าไอซี TCM 5087 นี้ในการดีโค้ดของแนวแถว (row)จะแอคทีฟที่ลอจิก "0" แต่ในแนวคอลัมน์ (colum) จะแอคทีฟที่ลอจิก "1"

ในรูปที่ 30 เป็นบล็อคไดอะแกรมของวงจรภายในของไอซีเบอร์ TCM 5087 จะเห็นว่าวงจรภายในประกอบไปด้วยวงจรถอดรหัสลอจิกเกต วงจรหารความถี่ (วงจรนับ)หรือ CTRDIV K ขั้นตอนการทำงานเมื่อมีการให้หมายเลขโทรศัพท์จะทำให้สัญญาณโลว์และคอลัมน์เกิดขึ้น และขาสัญญาณ single tone enable จะถูกทำให้แอคทีฟสัญญาณโลว์และคอลัมน์จะถูกนำไปเลือกค่า K ในวงจร CTRDIV K เพื่อนำค่าไปเป็นตัวหารความถี่จากวงจรออสซิลเลเตอร์ให้มีค่า 3.579545 เมกกะเฮริร์ต ซึ่งจะต้องนำไปหารด้วยค่า K จากวงจร CTRDIV K ทั้งสองวงจร สำหรับลอจิกเกตนั้นถูกนำมาใช้ในการตรวจเพื่อให้แน่ใจว่าการส่งหมายเลขแต่ละครั้งเป็นการส่งหมายเลขเดียวจริง ๆ เมื่อตรวจพบว่ามีการส่งเพียงหมายเลขเดียวจึงค่อยเอาสัญญาณลอจิกจากส่วนนี้ไปเป็นสัญญาณอีนาเบิ้ล (enable) ให้แก่วงจร CTRDIV K ทั้ง 2 วงจร

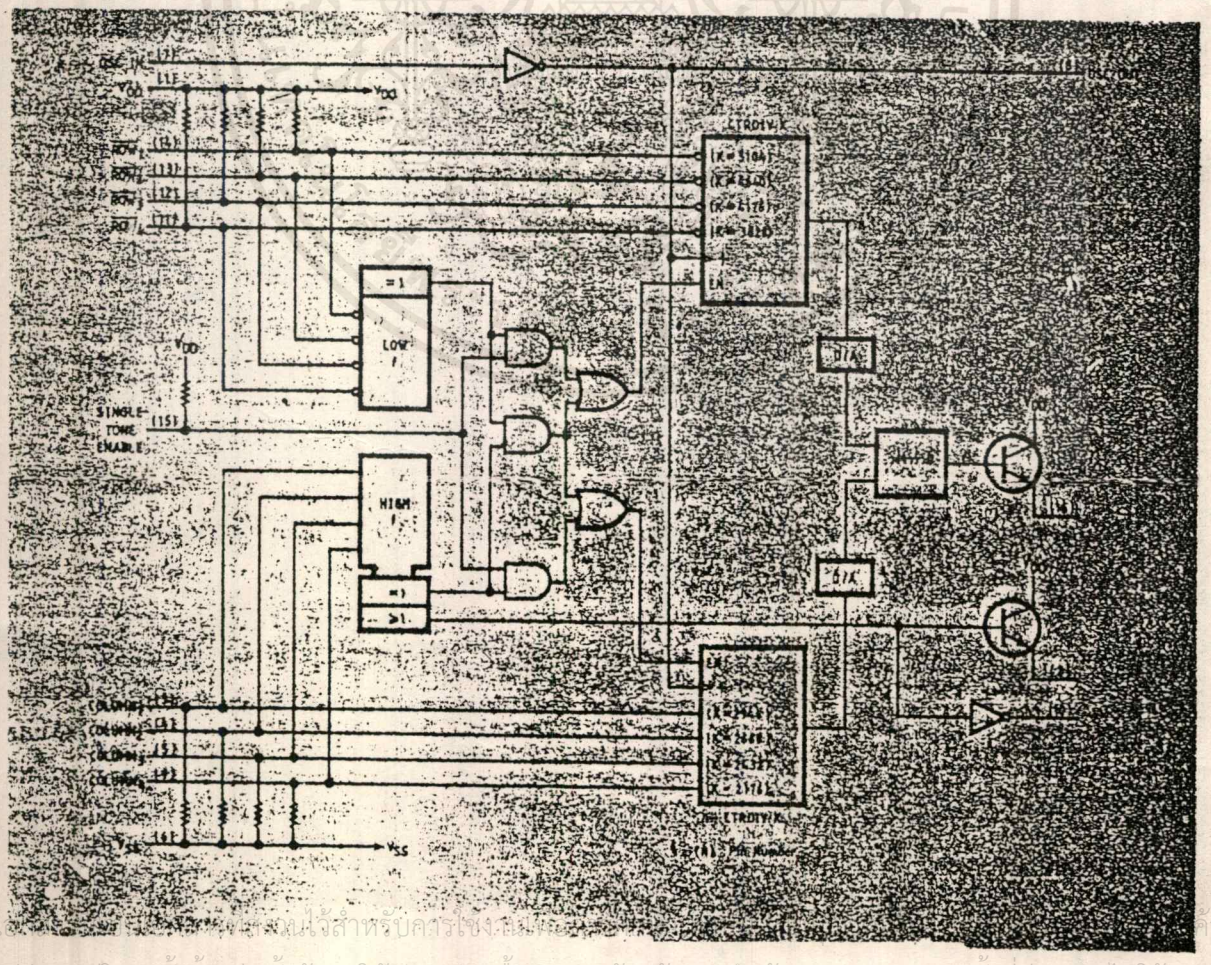
ในส่วนของลอจิกที่ออกมาจากบล็อค ' 1 หมายความว่าเมื่อใดก็ตามที่มีการส่งหมายเลขใด ๆ จะเป็นการส่งสัญญาณไปยังขา 10 (mute out) ส่วนสัญญาณที่ขา 2 (trans SW) จะถูกนำไปใช้ควบคุมไม่ให้วงจรของการส่งสัญญาณเสียงพูดทำงานเมื่อมีการกดปุ่มหมายเลขอยู่เพื่อป้องกันการผิดพลาดในขณะส่งหมายเลขเนื่องจากเสียงพูดมีความถี่ในย่านนี้พอดี

สัญญาณที่ออกมาจากวงจร CTRDIV K ทั้งสองจะถูกนำไปเข้าวงจร D/A Converter เพื่อแปลงเป็นสัญญาณรปคลื่นซายน์ และนำมามอดดเลตกันโดยใช้วงจรบวกและขยายสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

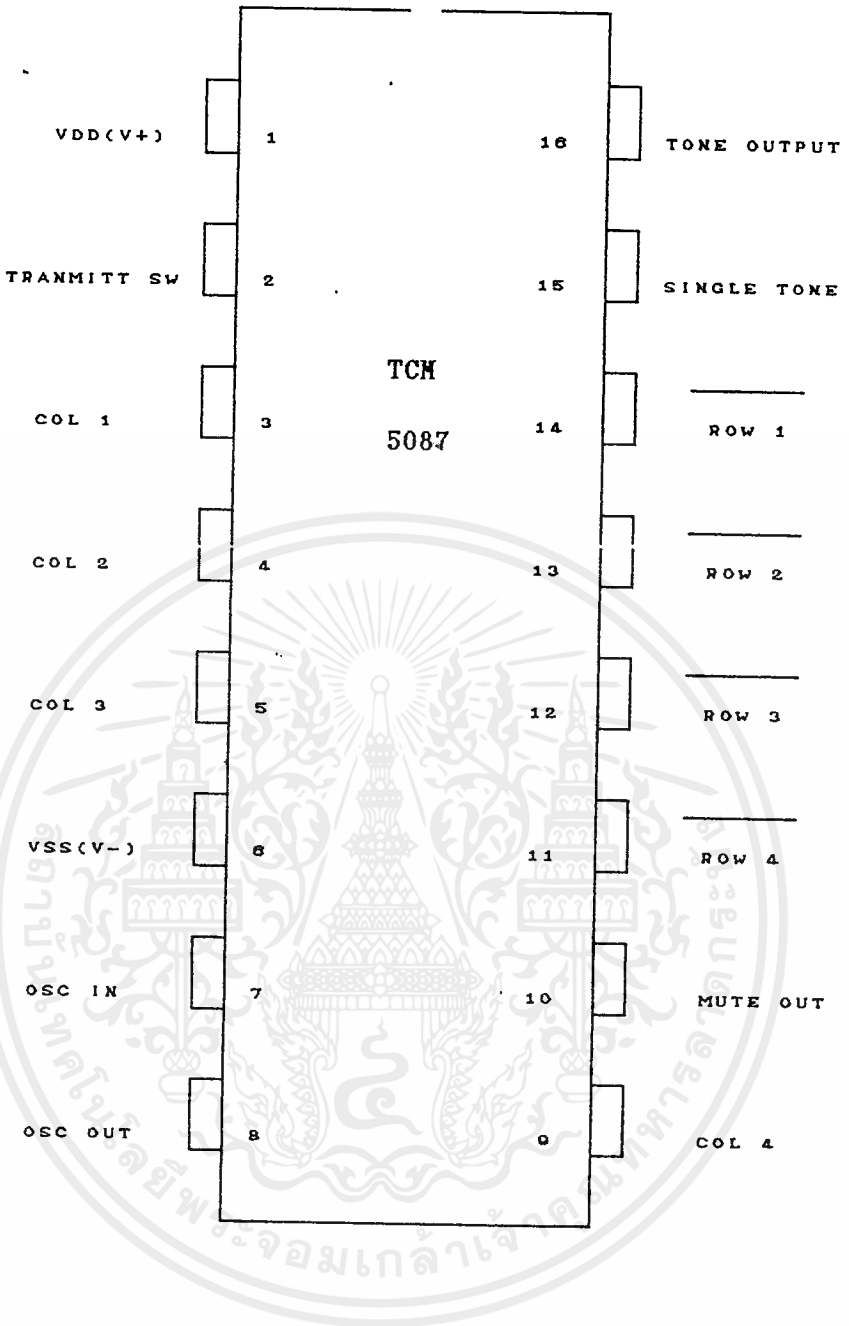


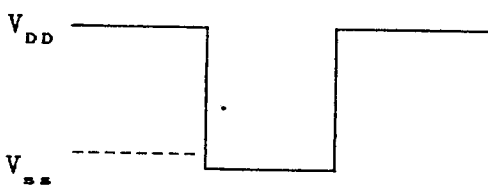
รูปที่ 29 บล็อคไดอแกรมของการส่งสัญญาณแบบ DTMF

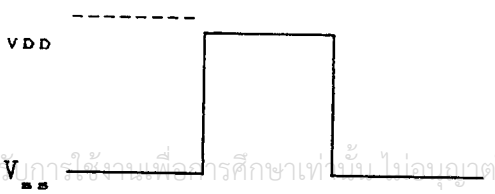


เอกสารนี้จัดทำขึ้นเพื่อใช้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในเชิงพาณิชย์ หรือแสวงหาผลกำไรในทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 30 อุปกรณ์ภายในของไอซีเบอร์ TCM 5087







รูปที่ 31 TCM 5087

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

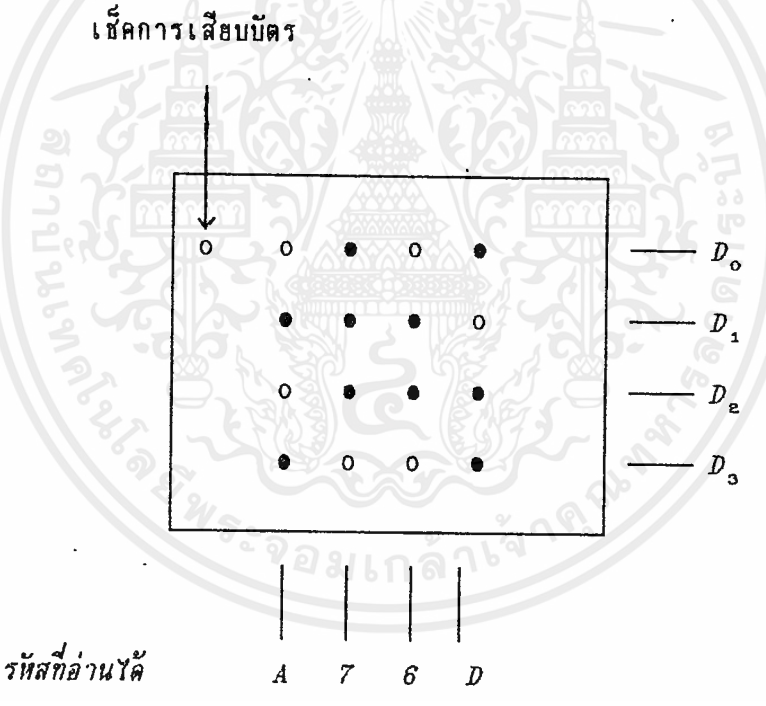
6.หลักการออกแบบ

- ลักษณะของบัตร

ลักษณะของบัตรจะเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้าพลาสติกแข็งโดยเราจะทำการเก็บข้อมูลได้โดยการที่เราจะเจาะรูที่บัตร เราสามารถที่จะเจาะรูที่บัตรได้ทั้งหมด 16 รู เพราะว่าบนบัตรเราจะแบ่งเป็นแถว *row* 4 รู และแถว *coloum* 4 รู ซึ่ง 1 *coloum* จะได้ข้อมูล 1รหัส เราสามาถที่จะเก็บรหัสตั้งแต่ 00H-FFH รหัส (ประมาณ 65,535 รหัส)เพราะฉนั้นเราจะได้ข้อมูลขนาด 8 บิต จำนวน 2 รหัส โดยเราจะบันทึกข้อมูลได้โดยการที่

ถ้าเราเจาะรูที่บัตร ข้อมูลที่อ่านได้จะเป็น โลจิก "0" o

ถ้าเราไม่เจาะรูที่บัตร ข้อมูลที่อ่านได้จะเป็น โลจิก "1" ●



รูปที่ 32 แสดงลักษณะของบัตร

ซึ่งการอ่านข้อมูลนั้นเราจะสอดบัตรผ่านชุดอ่านโดยชุดอ่านข้อมูลจะประกอบไปด้วย *infrared led* (ตัวส่ง) และ *photo diode detector* (ตัวรับ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- วงจรการอ่านข้อมูลจากบัตร

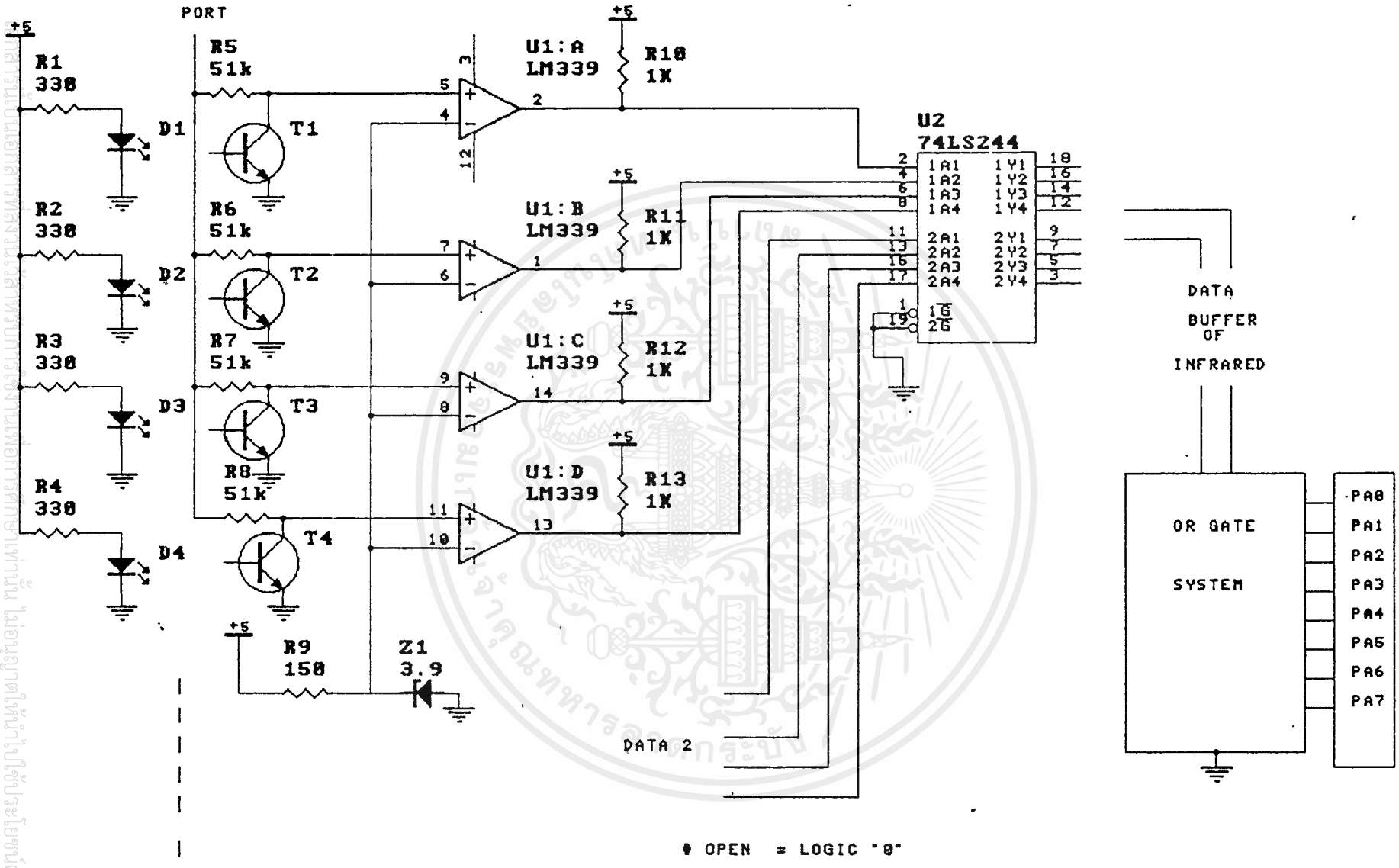
วงจรการอ่านข้อมูลจากบัตรเป็นวงจรอิเล็คทรอนิกส์ที่ประกอบไปด้วย infrared led (ตัวส่ง) และ photo didoe detector (ตัวรับ) โดยหลักการทำงานของ infrared led และ photo diode detector คือเมื่อตัวส่งส่งแสงออกมา ที่ตัวรับถ้าตัวรับรับแสงจะทำให้ค่าความต้านทานภายในของตัวรับเปลี่ยนแปลง เราจึงนำเอาหลักการนี้มาใช้งาน แต่ความแตกต่างระหว่างรับแสงกับตอนไม่รับแสงนั้นมีความแตกต่างกัน ดังนั้นเราจึงต้องมาผ่านวงจรอิเล็คทรอนิกส์อีก

การทำงานของวงจร

ในโครงงานนี้ตัวส่ง infrared led ใช้เบอร์ MLED 81 และตัวรับ photo diode detector ใช้เบอร์ MRD 821 ซึ่งเป็นอุปกรณ์ประเภท opto device จากรูปวงจร เมื่อตัวรับได้รับแสงจะทำให้เอาท์พุทโวลท์เตจมีค่าประมาณ 1.9 - 2.3 โวลท์ (โลจิก "0") แต่ถ้าตัวรับไม่ได้รับแสงค่าเอาท์พุทโวลท์เตจมีค่าประมาณ 4.5 - 4.8 โวลท์ (โลจิก "1")(การที่เราได้เอาท์พุทโวลท์เตจไม่คงที่ เนื่องจากตัวแปรหลาย ๆ ตัว เช่น ระยะทางระหว่างตัวรับกับตัวส่ง ทิศทางของการส่ง (pattern) มุม)ซึ่งในโครงงานนี้เรานำมาประยุกต์โดยมีระยะทางระหว่างตัวรับกับตัวส่งสั้นจึงไม่ต้องพิจารณาว่าข้องมูลที่อ่านได้จะมีความเพี้ยนมากหรือน้อย แต่ถ้ามีระยะทางระหว่างตัวส่งกับตัวรับไกลจะต้องมีชุดขยายสัญญาณข้อมูลด้วย

เมื่อเราได้ข้อมูลที่อ่านจากบัตรแล้ว (เป็นแรงดัน)แต่มีความแตกต่างของแรงดันที่ไม่แน่นอน ดังนั้นเพื่อกันความผิดพลาดเราจึงต้องนำข้อมูลที่อ่านได้มาทำการเปรียบเทียบแรงดันเพื่อจะแบ่งให้แน่นอนว่าข้อมูลที่อ่านได้เป็นโลจิก "0" หรือโลจิก"1" โดยในที่นี้เราใช้วงจร comparatorโดยใช้ IC LM 339N ต่อเป็นวงจร noninverting comparator โดยมีแรงดันเปรียบเทียบ (reference voltage)ที่มาจาก zener diode มีค่าประมาณ 3.9 โวลท์ เมื่อข้อมูลที่อ่านมาได้มีแรงดันต่ำกว่าแรงดันเปรียบเทียบก็จะให้เป็นโลจิก"0"(ประมาณ 0 โวลท์) แต่ถ้าข้อมูลที่อ่านได้มีแรงกันสูงกว่าแรงดันเปรียบเทียบก็จะให้เป็นโลจิก "1" (ประมาณ 3.9 โวลท์)เมื่อได้ระดับโลจิก "0" และ โลจิก"1"แน่นอนแล้วเราก็นำข้อมูลมาผ่าน IC 74LS244 ซึ่งทำหน้าที่เป็น buffer เพื่อป้องกันการเกิดการโหลดกระแสของแรงดันที่จะทำให้ cpu อ่านข้อมูลผิดพลาดเมื่อได้ข้อมูลเป็นระดับแรงดันที่แน่นอนแล้วเราก็นำเอาโลจิกที่อ่านมาได้เข้าสู่ชุด ORGATE โดยเราจะเอาข้อมูล D_0 ในชุดแรกมา OR กับข้อมูล D_0 ในชุดที่สองและ OR กับข้อมูลของการเช็คบัตร เพื่อคอยตรวจสอบว่าบัตรนั้นมีรูที่ตรงแล้วพร้อมที่จะอ่านข้อมูล ส่วนข้อมูลที่ D1... ก็จะนำมา OR กันทำนองเดียวกันจดประสงค์เพื่อที่ให้ข้อมลเข้าที่พอร์ทเดียวกันเท่านั้นซึ่งในโครงงานนี้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

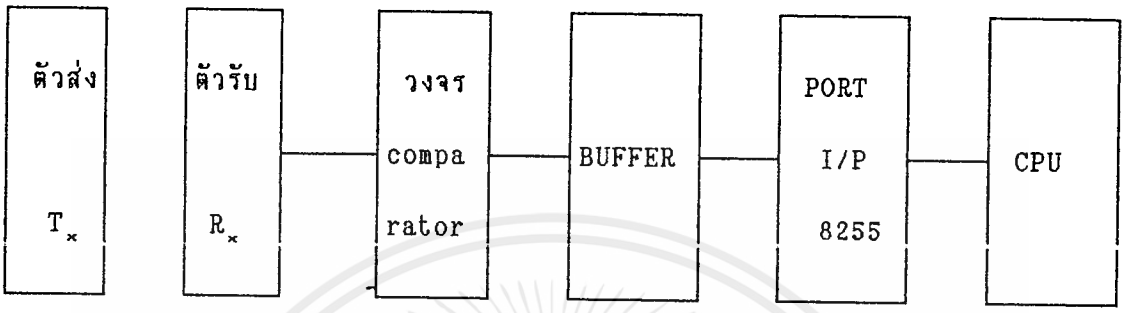


● OPEN = LOGIC "0"

CLOSE = LOGIC "1"

D16 T16 COMPAR16

ใช้พอร์ทเบอร์ 50H ซึ่งในโครงงานนี้ถ้าเราเสียบบัตรผิดด้านโดยตรวจสอบจากรูเช็คบัตรเครื่องก็จะแสดงผลว่ามีการเสียบบัตรผิด โดยจะแสดงที่จอแสดงผล (แสดง " THE CARD ERROR "และ"PRESS CARD AGAIN" เพื่อบอกว่าให้เสียบบัตรอีกครั้ง) เมื่อเสียบบัตรถูกต้องแล้วก็จะทำการอ่านข้อมูลและส่งต่อไปยัง CPU พื่อนำไปทำการประมวลผลต่อไป



รูปที่ 34 block diagram ของการอ่านข้อมูล

- ขั้นตอนการประมวลผล

เมื่อเราได้ข้อมูลจากบัตรเรียบร้อยแล้ว ซึ่งเป็นข้อมูลที่อ่านมาจากบัตร เราจะได้ข้อมูลขนาด 8 บิต จำนวน 2 รหัส เราจะนำมาผ่านขั้นตอนทาง softwareเพื่อให้ได้ข้อมูลเป็นขนาด 8 บิต 2 รหัส จากบัตรเรียบร้อยแล้วเราก็จะนำไปเปรียบเทียบกับรหัสที่เราตั้งไว้ ว่าข้อมูลที่อ่านได้นั้นเป็นรหัสที่ถูกต้องหรือไม่ถ้าข้อมูลที่อ่านมาจากบัตรไม่ตรงกับรหัสที่ตั้งเอาไว้ก็จะมีการแสดงผลที่จอแสดงผลว่ารหัสผิด

- การควบคุมการอ่านข้อมูล

เมื่อ CPU รับรู้ว่ามีการสอดบัตรสเต็ปปิ้งมอเตอร์ก็จะทำการดึงบัตรเข้าไปเป็นจำนวนรอบที่กำหนดไว้ใน software เมื่อสเต็ปปิ้งมอเตอร์หมุนตามที่กำหนดแล้วก็จะทำการหมุนเพื่อตรวจสอบว่าเสียบบัตรถูกต้องหรือไม่สาเหตุที่ใช้สเตปปิ้งมอเตอร์เนื่องจาก สเตปปิ้งมอเตอร์สามารถที่จะควบคุมให้เดินหน้าหรือถอยหลังได้โดยควบคุมทาง software

จะเห็นว่าสเตปปิ้งมอเตอร์ประกอบไปด้วยขดลวด 4 ขด (ϕ_1 ϕ_2 ϕ_3 ϕ_4) โดยที่เมื่อแต่ละขดเมื่อได้รับแรงไฟก็จะเคลื่อนที่ไปในตำแหน่งต่าง ๆ กัน จากลักษณะนี้เราสามารถที่จะป้อนแรงไปให้แก่เฟสต่าง ๆ ได้ 3 แบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) แบบจ่ายกระแสเฟสเดียวานเวียนกันไปเรื่อย ๆ (*ONE-EXCITATION*)หรือ HALF DRIVE

คือป้อนแรงไฟให้ทีละเฟส

2) แบบจ่ายกระแส 2 เฟสวนเวียนกันไปเรื่อย ๆ *(TWO-EXECITATION)* การป้อนแบบนี้จะป้อนแรงไฟทีละ 2 เฟสพร้อมกัน ซึ่งการป้อนแบบนี้จะให้แรงบิดมาก

3) แบบจ่ายกระแสสลับ 1 เฟส 2 เฟส *(ONE-TWO EXECITATION)* ซึ่งการป้อนแบบนี้จะให้จำนวนรอบมากกกว่าเดิม 2 เท่า

ในโครงงานนี้ต้องให้มอเตอร์มีแรงบิดมากเพื่อที่จะมีแรงฉุดบัตรได้ดังนั้นจึงได้ทำการจ่างแรงไฟแบบ *TWO-EXECITATION* ซึ่งการจ่ายแรงไฟเป็นไปตามตาราง

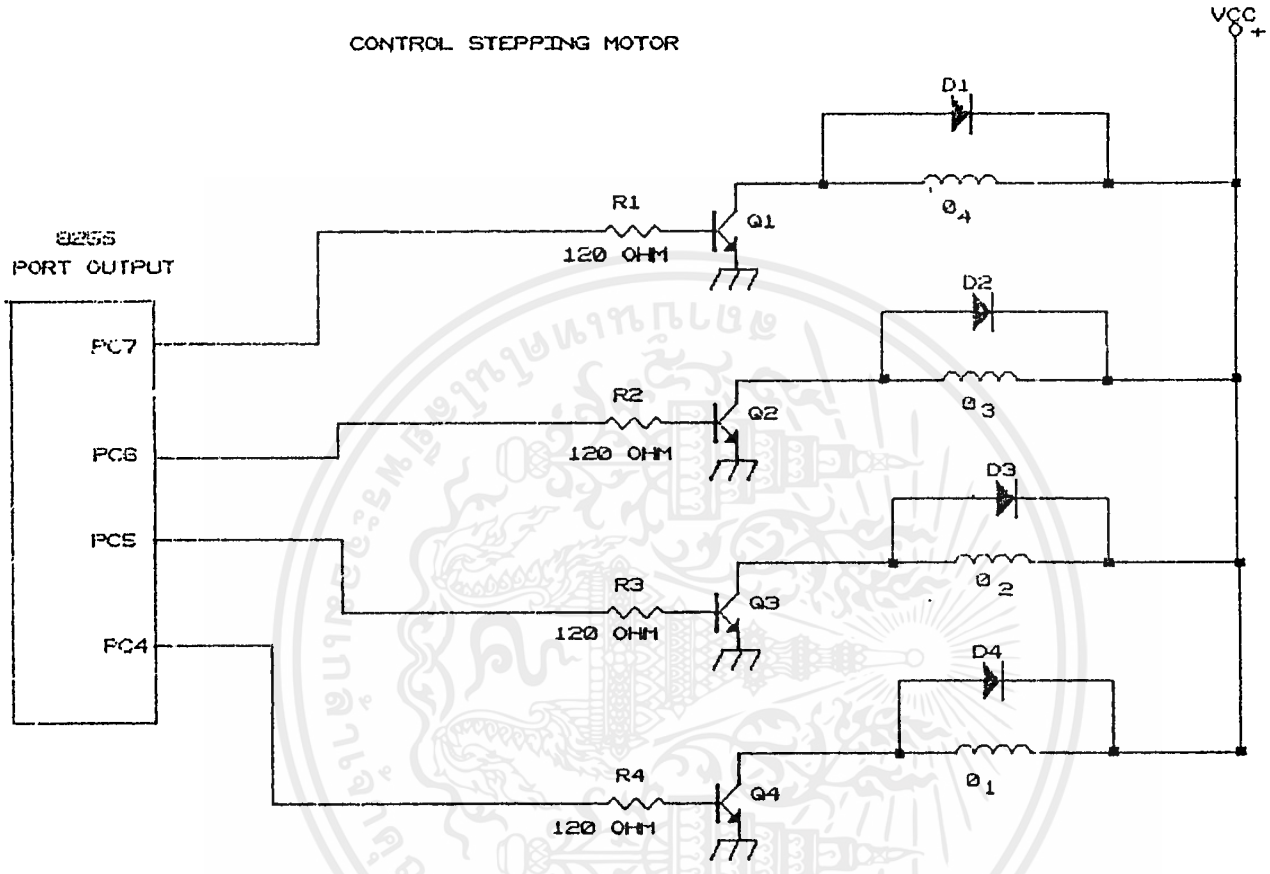
ϕ_4	ϕ_3	ϕ_2	ϕ_1	
0	0	1	1	03H
0	1	1	0	06H
1	1	0	0	0CH
1	0	0	1	99H

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การควบคุมเราสามารถที่จะใช้ *Z-80* ควบคุมได้โดยเราจะทำการป้อนข้อมูลแรก (33H) เพื่อที่จะป้อนแรงไฟให้กับ ϕ_1 ϕ_2 ก่อนเมื่อสเตปปิ้งมอเตอร์หมุนไป 1 สเตป เราก็ใช้คำสั่ง RLC (LEFT ROTATE) ซึ่งเป็นการเลื่อนข้อมูลไปทางซ้าย ก็จะหมายถึงเป็นการป้อนแรงไฟให้กับ ϕ_2 ϕ_3 เพื่อที่จะให้หมุนไปอีก 1 สเตป แล้วก็จะเลื่อนข้อมูลไปทางซ้ายอีก ทำเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ เราก็จะสามารถที่จะควบคุมให้มอเตอร์หมุนได้ ในกรณีเดียวกันถ้าเราจ่ายไป โดยให้ ϕ_4 ϕ_3 ก่อน แล้วค่อยให้แรงไฟแก่ ϕ_3 ϕ_2 เราก็จะสามารถที่จะควบคุมมอเตอร์ให้หมุนถอยหลังได้โดยใช้คำสั่ง RRC (RIGHT ROTATE)

ในรูปที่ 35 เป็นวงจรขยายกระแสที่ออกจาก CPU เพื่อให้เพียงพอที่จะจ่ายให้แก่มอเตอร์โดยเราใช้ทรานซิสเตอร์ (TR_1-TR_4) ซึ่งปัญหาที่เกิดจากการ DRIVER คือ เมื่อทรานซิสเตอร์หยุดการนำกระแส จะเกิดโวลท์เตจค่าสูง จำนวนหนึ่ง เนื่องจากผลของการเปลี่ยนแปลงของกระแสในอินดัคแตนซ์ ซึ่งค่าโวลท์เตจนี้จะเป็นอันตรายต่อทรานซิสเตอร์ เราจึงสามารถที่จะป้องกันทรานซิสเตอร์เนื่องจากกระแสจำนวนนี้ได้โดยการต่อ ไดโอดคร่อมขดลวด ซึ่งเราเรียกว่า "ไดโอดซัพเพรสเซอร์" ซึ่งลักษณะการต่อวงจรแสดงดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Q1 - Q4 = 2SC458

D1 - D4 = 1N914 (DIODE SUPPRESSOR)

Size	Document Number	REV
A		
Date: October 30, 1992	Sheet of	

- ส่วนของโทรศัพท์

ตารางแสดง คู่ความถี่

ความถี่	กลุ่มความถี่สูง (เฮิร์ต)			
ต่ำ	1209	1336	1477	1633
697	1	2	3	-
770	4	5	6	-
852	7	8	9	-
941	*	9	#	-

ในโครงงานส่วนนี้เป็นส่วนของการโทรศัพท์ออกอัตโนมัติเพื่อแจ้งเหตร้ายไปยังเบอร์ที่บันทึกไว้ใน CPU เมื่อ CPU ตรวจจับเซ็นเซอร์และพบว่ามีเหตุร้าย โดยได้แยกโครงงานในส่วนนี้ออกเป็น 4 ส่วน ได้แก่

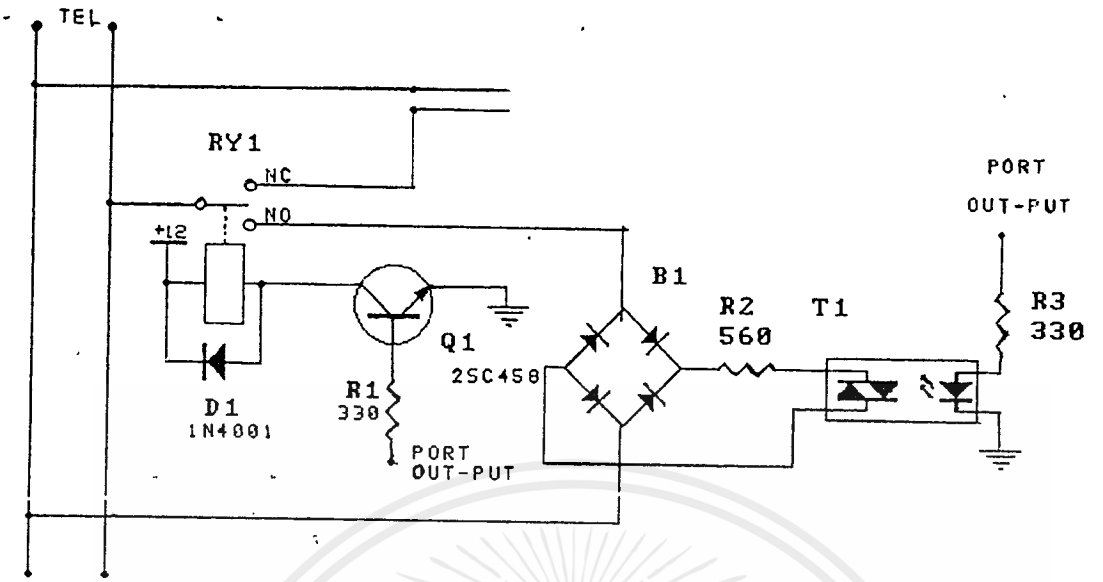
1. ส่วนร้องขอสัญญาณ Dial tone
2. ส่วน Detect สัญญาณต่าง ๆ เพื่อให CPU รับรู้
3. ส่วนส่งความถี่โทรศัพท์ไปยังชุมสาย
4. ส่วนบันทึกเสียงพูด

โดยจะอธิบายในแต่ละส่วนดังต่อไปนี้

1. ส่วนร้องขอสัญญาณ Dial tone

ในส่วนนี้เราใช้หลักการที่ว่าในเวลาที่เรายังไม่ยกหูโทรศัพท์ทางองค์การโทรศัพท์จะจ่ายไฟมาในคู่สายประมาณ 48 โวลท์แต่ถ้าเราทำการยกหูโทรศัพท์แรงดันในคู่สายโทรศัพท์จะตกเหลือประมาณ 14 โวลท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 36 แสดงวงจรที่ใช้งานเพื่อร้องขอสัญญาณ DIAL TONE

แสดงการคำนวณหาค่าความต้านทานไบอัสให้ตัวส่ง

จากตารางที่ 1 เมื่อ I_F มีค่า 10 mA จะมีแรงดันตกคร่อมตัวส่ง(V_F) ประมาณ 1.2 โวลท์

เมื่อ CPU เอาท์พอร์ทมีค่าแรงดันประมาณ 5 โวลท์

$$R_1 = \frac{(5 - V_F)}{10 * 10^{-3}}$$

$$= 380 \text{ โอห์ม} \quad (\text{ในที่นี้ใช้ 330 โอห์ม})$$

การทำงานของวงจรร้องขอสัญญาณ Dial Tone เมื่ออยู่ในสภาวะปกติ คู่สายโทรศัพท์จะต่ออยู่กับเครื่องรับโทรศัพท์ในลักษณะการใช้งานปกติ เนื่องจากรีเลย์อยู่ในสภาวะ NC เมื่อมีสัญญาณตรวจจับจากเซ็นเซอร์ว่ามีเหตุร้าย CPU จะเอาท์พอร์ทออกมาควบคุมรีเลย์เมื่อทรานซิสเตอร์ได้รับแรงดันก็จะไปควบคุมรีเลย์ให้อยู่ในสภาวะ NO เมื่อรีเลย์อยู่ในสภาวะ NO คู่สายโทรศัพท์ก็จะตัดออกจากชุดโทรศัพท์เข้าสู่ชุดร้องขอสัญญาณ Dial Tone ซึ่งจะผ่านวงจรบริดจ์เพื่อป้องกันการโหลดคู่สายขององค์การและต้องการไฟบวกที่จุดเอาท์พุทให้คงที่ ซึ่งทางด้านเอาท์พุทของอุปกรณ์ตัวเชื่อมโยง(ไตรแอค)จะต่อกับวงจรบริดจ์ซึ่งในตอนแรกองค์การโทรศัพท์จะยังไม่ให้สัญญาณ Dial Tone เนื่องจากค่าอิมพีแดนซ์มีค่ามาก (ค่าความต้านทานของไตรแอคยังมีค่ามาก)เราจึงต้องเอาท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พอร์ทออกมาที่ชุดตัวส่งของตัวเชื่อมโยงแสง องค์การโทรศัพท์ก็จะทำการเช็คคู่สายว่าตกเหลือ 14 โวลท์หรือไม่แล้วก็จะส่งสัญญาณ Dial Tone มาเข้าสู่ระบบ (ทิศทางการเดินกระแสได้แสดงไว้ในวงจรซึ่งเป็นเส้นประ)

2.TONE DECODE SIGNAL

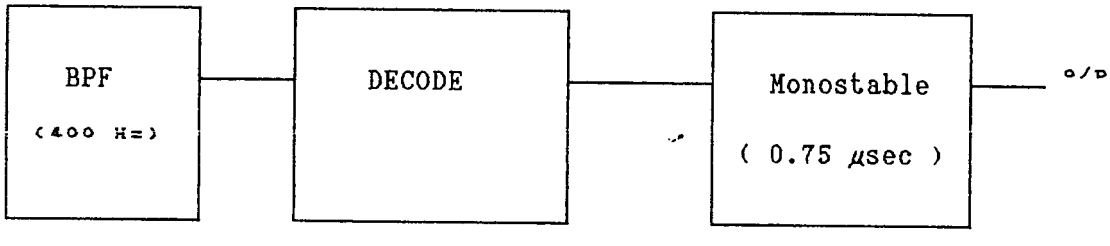
ในส่วนนี้เป็นส่วนที่จะดีโค๊ดสัญญาณต่าง ๆ ของโทรศัพท์ซึ่งสัญญาณต่างได้กล่าวไว้แล้วใน ตอนต้นของระบบโทรศัพท์ ซึ่งมีสัญญาณสำคัญ 3 สัญญาณได้แก่ DIAL - TONE , BUSY - TONE ,RING BACK - TONE ซึ่งแต่ละสัญญาณจะมีหน้าที่แตกต่างกัน

DIAL TONE เป็นสัญญาณที่จะบอกว่าคู่สายว่างแล้วให้ทำการกดหมายเลขที่ต้องการซึ่งสัญญาณนี้มีความถี่ประมาณ 400 Hz มีขนาดประมาณ 8 โวลท์

BUSY TONE เป็นสัญญาณที่จะบอกว่าเบอร์ที่เราทำการหมุนหรือกดไปไม่ว่างคือทางฝ่ายผู้รับกำลังใช้โทรศัพท์อยู่ สัญญาณนี้จะมีความถี่ประมาณ 400 Hz ซึ่งจะติด 0.5วินาที และดับ 0.5วินาที

RINGBACK TONE เป็นสัญญาณที่บอกว่าเบอร์ที่เราทำการหมุนหรือกดไปนั้นว่างเพียงแต่รอให้ทางฝ่ายผู้รับมารับสายเท่านั้น ซึ่งสัญญาณนี้จะติด 1 วินาที และดับ 4 วินาที

ซึ่งในโครงงานนี้สัญญาณเหล่านี้มีความจำเป็นมากเพราะว่าต้องให้ CPU รับรู้ว่าเบอร์ที่ CPU ส่งออกไปนั้นเป็นอย่างไร



รูปที่ 37. แสดงบล็อคไดอะแกรมของชุดดีโค๊ดสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

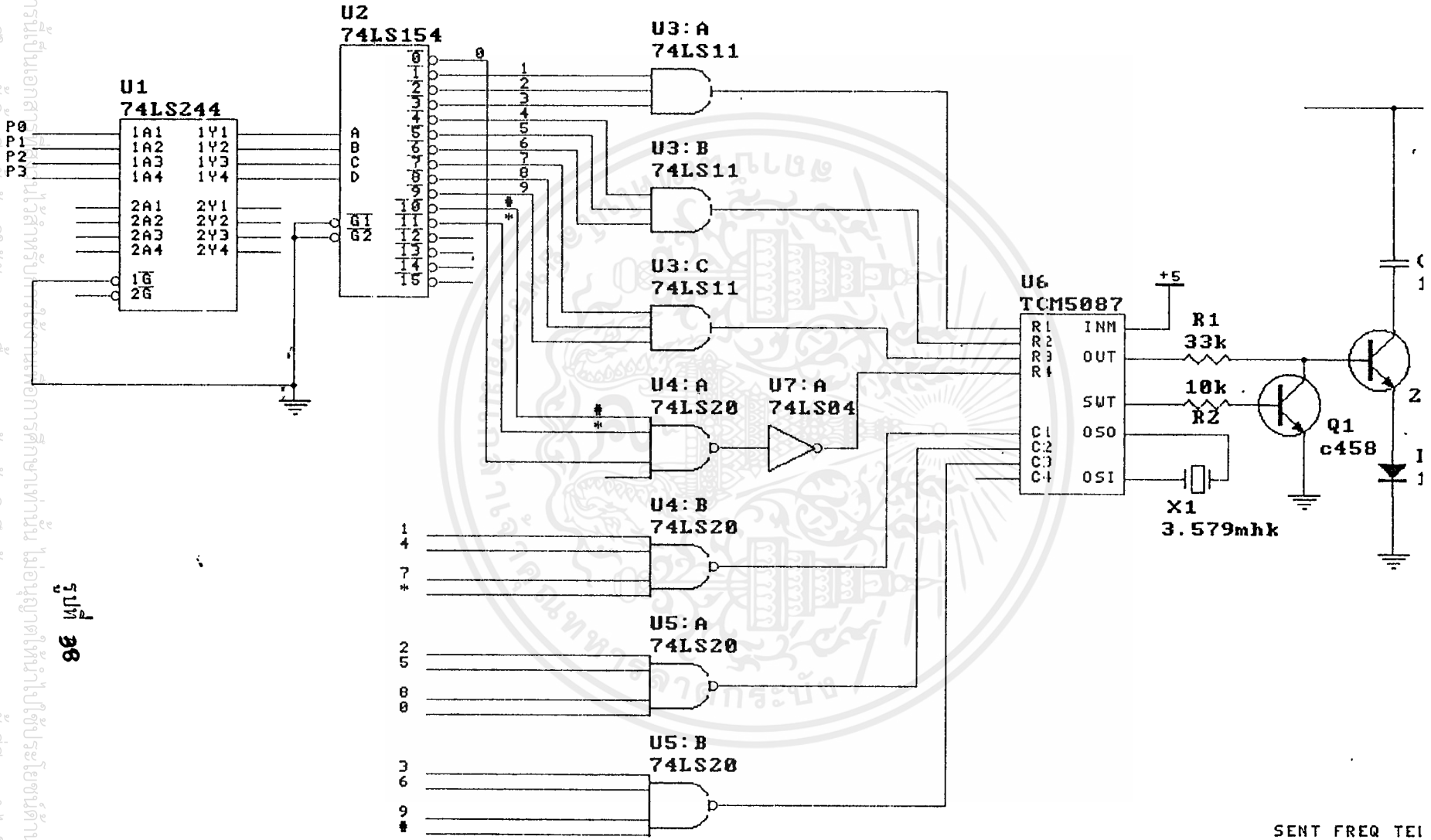
3.ส่วนส่งความถี่โทรศัพท์

การผลิตความถี่ของ TCM 5087 นี้ไม่ใช่ผลิตความถี่ที่ตรงกับความถี่มาตรฐานขององค์การโทรศัพท์เลยทีเดียว ก็จะมีความผิดพลาดแต่องค์การยังยอมรับได้ ตารางที่ 1 แสดงความถี่มาตรฐานขององค์การ และความถี่ที่ผลิตขึ้นโดย TCM 5087 และเปอร์เซนต์ความผิดพลาด

	standard DTMF (Hz)	Tone output frequency using 3.579545 MHz cry.	% Deviation from standard
ROW			Low group
R_1	679	701.3	+ 0.62
R_2	770	771.4	+ 0.19
R_3	852	857.2	+ 0.61
R_4	941	935.1	- 0.63
COL			High group
C_1	1209	1215.9	+ 0.57
C_2	1336	1331.7	- 0.32
C_3	1477	1471.9	- 0.35
C_4	1633	1645.0	+ 0.73

ในรูปที่ 38 เป็นวงจรที่ผลิตความถี่ที่ใช้งานในโครงงานนี้โดยที่เราจะทำการส่งหมายเลขที่ต้องการออกจากพอร์ทของซีพียูมีขนาด 4 บิต ผ่านบัฟเฟอร์ 74ls244 ซึ่งเป็นเลขฐานสองและนำมาเข้าสู่ 4 to 16 line decoder คือ 74ls154 และนำเอาท์พุทของดีโค้ดเดอร์มาเข้าสู่วงจรวงจรดีเท็คเพื่อที่ให้เป็นเงื่อนไขเข้าที่ในส่วน ROW และ COL ของ TCM 5087 โดยเราจะดีโค้ดตามเงื่อนไขจากตารางที่ 2 เมื่อเราดีโค้ดโลจิกให้แก่ TCM 5087 แล้วเอาท์พุทออกมาที่ขา 16 แล้วเราต้องผ่านวงจรขยายซึ่งในที่นี้ได้ใช้ทรานซิสเตอร์เบอร์ 2sc458 ต่อแบบดาร์ลิงตันซึ่งเราใช้ความต้านทานแบบปรับค่าได้เป็นตัวไบอัสเพื่อให้เอาท์พุทมีขนาดของสัญญาณตรงกับที่องค์การโทรศัพท์ต้องการเนื่องจากถ้าสัญญาณมีความแรงหรือน้อยกว่าที่องค์การโทรศัพท์ต้องการก็จะเพี้ยนไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


U1
74LS244
P0
P1
P2
P3
1A1
1A2
1A3
1A4
2A1
2A2
2A3
2A4
1G
2G
1Y1
1Y2
1Y3
1Y4
2Y1
2Y2
2Y3
2Y4
U2
74LS154
A
B
C
D
G1
G2
U3:A
74LS11
U3:B
74LS11
U3:C
74LS11
U4:A
74LS20
U7:A
74LS04
U4:B
74LS20
U5:A
74LS20
U5:B
74LS20
U6
TCM5087
INM
OUT
SWT
OSO
OSI
+5
R1
33k
10k
R2
Q1
c458
X1
3.579mhk
SENT FREQ TEI

ตารางที่ 2

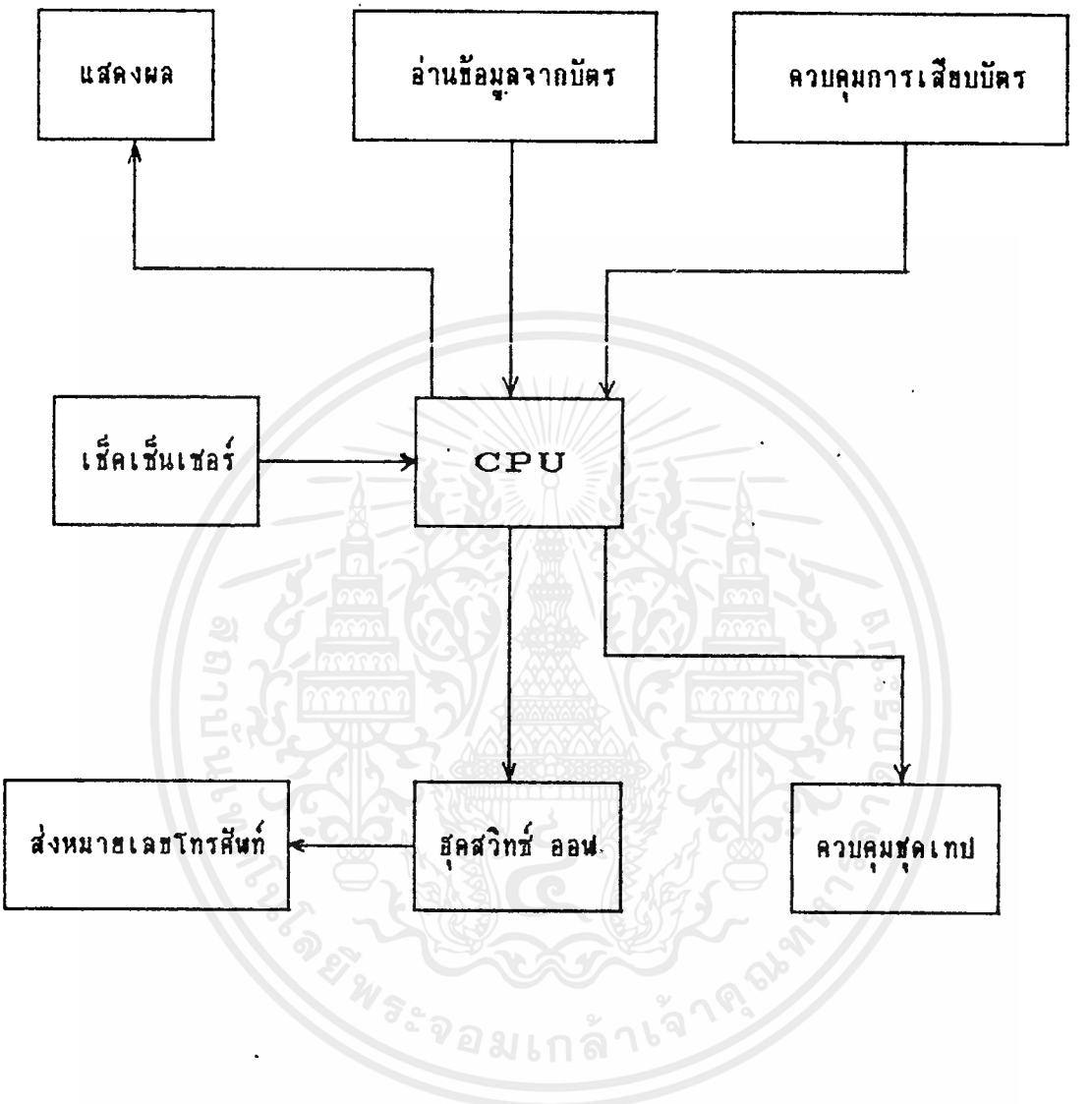
หมายเลข	R_1	R_2	R_3	R_4	C_1	C_2	C_3	C_4
0	1	1	1	0	0	1	0	-
1	0	1	1	1	1	0	0	-
2	0	1	1	1	0	1	0	-
3	0	1	1	1	0	0	1	-
4	1	0	1	1	1	0	0	-
5	1	0	1	1	0	1	0	-
6	1	0	1	1	0	0	1	-
7	1	1	0	1	1	0	0	-
8	1	1	0	1	0	1	0	-
9	1	1	0	1	0	0	1	-
*	1	1	1	0	1	0	0	-
#	1	1	1	1	0	1	0	-

4.ส่วนบันทึกเสียงพูด

จะให้พอร์ทไปควบคุมรีเลย์เพื่อให้เทปทำงานแล้วส่งเสียงพูดที่อัดไว้ไปยังผู้รับ ซึ่งเทปจะทำงานตามเวลาที่หน่วงไว้

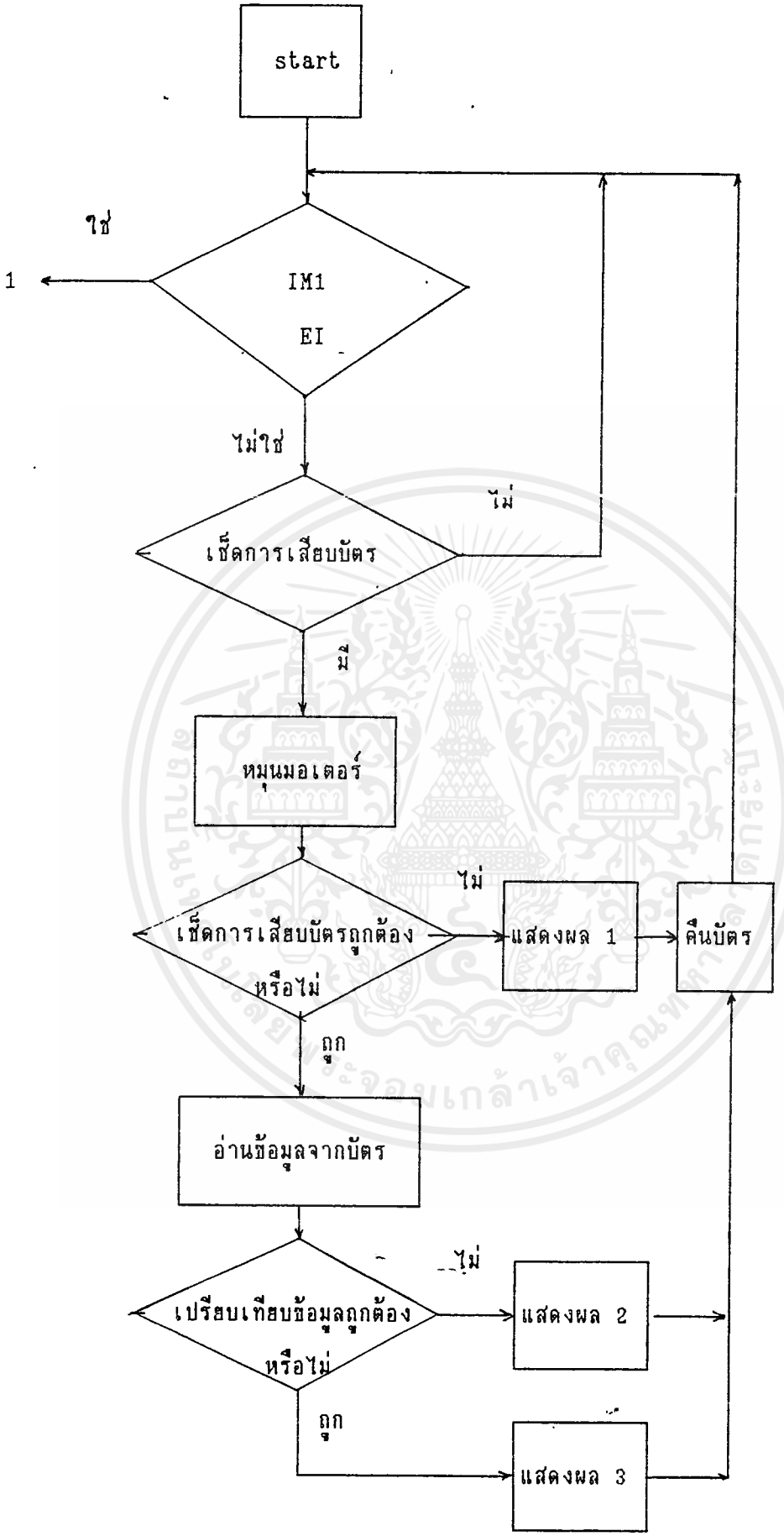
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.หลักการทำงาน

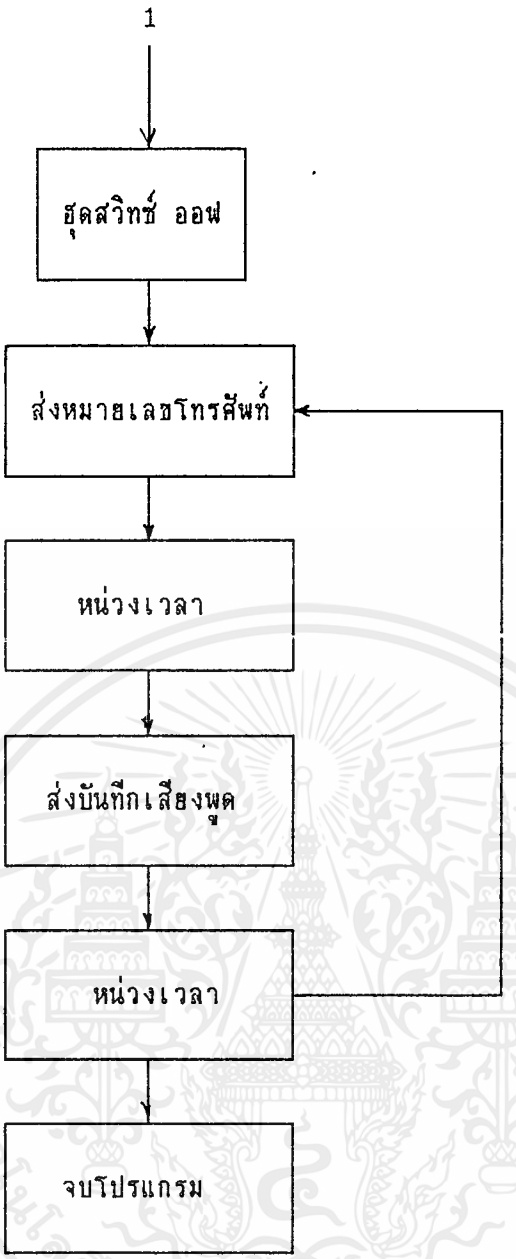


บล็อคไดอะแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการทำงานของโครงงานนี้

จากบล็อคไดอะแกรมที่แสดงไว้ในเริ่มต้นซีพียูจะทำการคอยตรวจสอบว่ามีการเสียบบัตรหรือไม่ถ้าไม่มีการเสียบบัตรก็จะทำการตรวจสอบอยู่ตลอดเวลาในกรณีที่มีการเสียบบัตรซีพียูก็จะทำการควบคุมมอเตอร์ให้หมุนบัตรเข้าไปและซีพียูก็จะทำการตรวจสอบว่ามีการเสียบบัตรตรงหรือไม่ถ้าไม่ตรงก็จะทำการควบคุมมอเตอร์ให้คืนบัตรถ้ามตรวจสอบและทุกอย่างถูกต้องก็จะทำการอ่านข้อมูลจากบัตรเมื่ออ่านข้อมูลเรียบร้อยแล้วก็จะทำการนำไปประมวลผลถ้าไม่ถูกต้อง ก็จะควบคุมให้มอเตอร์คืนบัตรให้ในกรณีกลับกันถ้าการอ่านรหัสถูกต้องก็จะแสดงผลออกมาซึ่งเราสามารถที่จะเอาไปควบคุมในสิ่งที่เราต้องการได้ใน ระหว่างการประมวลผล ถ้าเกิดเซ็นเซอร์ตรวจจับได้ก็เปรียบเสมือนว่ามีสัญญาณอินเตอร์รัพท์ซึ่งเป็นโลจิกศูนย์ซีพียูก็จะทำการโดดไปทำงานที่แอดเดรส 0038 ซึ่งเป็นคำสั่งให้ซีพียูควบคุมชุดโทรศัพท์ให้โทรไปยังหมายเลขที่เก็บไว้ในหน่วยความจำโดยเราสามารถที่จะควบคุมให้โทรไปกี่หมายเลขก็ได้โดยเราสามารถควบคุมได้ทางซอร์ฟแวร์ โดยในโครงงานนี้ได้ทำการบันทึกเบอร์หมายเลขโทรศัพท์ไว้ 2 หมายเลข ซึ่งจากบล็อกไดอะแกรมเมื่อมีสัญญาณอินเตอร์รัพท์เข้ามาที่ขา INT ซีพียูก็จะทำการเอาท์ข้อมูลออกไปที่พอร์ทเพื่อควบคุมรีเลย์ตัดให้ไลน์โทรศัพท์เพื่อทำการร้องขอสัญญาณ DIAL TONE และจะทำการหน่วงเวลาประมาณ 3 วินาที เพื่อทำการส่งหมายเลขที่เราทำการบันทึกไว้ โดยในส่วนนี้เราใช้ไอซี TCM 5087 เป็นตัวส่งสัญญาณความถี่ที่ทางองค์การโทรศัพท์ซึ่งสามารถรับได้ซึ่งจากคุณสมบัติของไอซีความถี่ที่ผลิตออกมานั้นทางองค์การโทรศัพท์สามารถรับได้เมื่อส่งสัญญาณไป แล้วก็จะทำการหน่วงเวลาเพื่อรอเวลาที่ให้ทางผู้รับมารับโทรศัพท์ซึ่ง ในโครงงานนี้เราใช้การหน่วงเวลาจากชุด RTC ซึ่งเราจะทำการอินข้อมูลจากชุด RTC ซึ่ง ในส่วนของชุด RTC นั้นเราก็สามารถที่จะทำการเซ็ตค่าต่าง ๆ จากซอร์ฟแวร์ได้ โดยในโครงงานนี้เราจะทำการอ่านในช่วงของหน่วยเวลาวินาที โดยเราจะทำการโปรแกรมควบคุมดอนอินทิเซียลโปรแกรมเมื่อเราทำการหน่วงเวลาครบ แล้วก็จะไปควบคุมชุดเทปให้ส่งสัญญาณเสียงพูดออกไปทางคู่สายโทรศัพท์เพื่อแจ้งเหตุให้ทางปลายสายทราบว่าเป็นเหตุฉุกเฉิน เมื่อโทรศัพท์ในหมายเลขแรกเป็นที่เรียบร้อยแล้วก็จะทำการเอาท์ข้อมูล เพื่อคัดต่อรีเลย์ใหม่เพื่อที่จะทำการโทรไปยังเบอร์ใหม่ที่เราบันทึกเอาไว้โดยจะมีกระบวนการเหมือนที่กล่าวมาข้างต้น ซึ่งในโครงงานนี้ได้ทำการ DI ดิสเอเบิ้ลอินเตอร์รัพท์ไว้ในกรณีที่มีการอ่านข้อมูลจากบัตรถูกต้องซึ่งแสดงว่ากระบวนการทุกอย่างถูกต้องก็ไม่ต้องทำการอินเตอร์รัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทำงานของโครงงาน

ในการทดลองในโครงงานนี้เป็นการทดลองเพื่อการศึกษาความรู้ แต่ก็สามารถนำไปเป็นแนวทางพัฒนาและประยุกต์ใช้ในธุรกิจเล็กๆ ได้ ซึ่งจากการทดลองนี้สามารถทำให้ได้รับความรู้, แนวความคิด, วิธีแก้ปัญหา ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการทำงานในอนาคต

ในการทดลองโครงงานนี้สามารถทำให้เกิดความรู้ใหม่ๆ นอกเหนือจากเรียนในชั้นเรียน เช่น หลักการทำงานของ INFRARED, PHOTODIODE, CPU, LCD, สเต็ปปิ้งมอเตอร์ และโทรศัพท์ เป็นต้น

ผลการทำงานของโครงงานนี้ สามารถทำงานได้ตามเป้าหมาย ซึ่งระหว่างในการทดลองก็มีปัญหาเกิดขึ้น แต่ก็สามารถหาวิธีแก้ไขให้ผ่านไปได้ด้วยดี

ปัญหาที่เกิดขึ้น

- การอ่านข้อมูลไม่ค่อยถูกต้อง การแก้ไขคือจัดตัวส่งตัวรับให้ตรงกัน และใส่ C ค่า 0.003 uF ระหว่าง +VCC กับ GND ค่อมไอซี TTL เพื่อป้องกันสัญญาณรบกวน

- ส่วนของโทรศัพท์ เมื่อส่งบันทึกเสียงพูดไปยังผู้รับ จะมีสัญญาณรบกวน การแก้ไขคือใส่หม้อแปลง อัตราส่วน 1:1 เพื่อแยกระบบกราวด์ และใส่ C ต่อลงกราวด์ ในคู่สายโทรศัพท์

ข้อแนะนำและแนวทางในการพัฒนาโครงงานนี้

ในการทำงานในโครงงานนี้เป็นทดลองเพื่อการศึกษา แต่ก็สามารถพัฒนาโครงงานนี้ได้อีกหลายส่วนเพื่อใช้ในธุรกิจ เช่น ลักษณะของบัตรถ้าจะให้เป็นความลับมากขึ้น ก็ทำบัตรเป็นลักษณะแผ่นฟิมล์ หรือทำบัตรเป็นแถบแม่เหล็ก ส่วนของโทรศัพท์ ในส่วนบันทึกเสียงพูดที่ใช้เทปนั้นอาจจะเปลี่ยนเป็นไอซีบันทึกเสียงพูดแทน จะทำให้ขนาดของวงจรเล็กลง ส่วนเซ็นเซอร์ในการเช็คสัญญาณเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉินนั้นมีมากมาย เช่น เช็คการงัดแงะประตู, เช็คการเกิดไฟไหม้, เช็คแก๊สรั่ว เป็นต้น และอาจจะทำไฟสำรอง เมื่อมีการตัดไฟ หรือถ้ามีการตัดสายโทรศัพท์ เราอาจจะแจ้งสัญญาณฉุกเฉินในรูปของคลื่นวิทยุหรือ เสียงกระดิ่ง เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จไปได้ เนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์จากท่านอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ และคณาจารย์ประจำภาควิชาเทคนิคอุตสาหกรรมหลายท่านซึ่งได้ให้ความอนุเคราะห์ในด้านคำปรึกษา เครื่องมือ อุปกรณ์ และสถานที่เป็นอย่างดี ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการจัดทำในครั้งนี้ คณะผู้จัดทำใคร่ขอขอบพระคุณทุกท่านเป็นอย่างสูงมา ณ.โอกาสนี้ด้วย

นายนิสัณห์ สังสว่าง

นายอนิรุทธ์ อุฮานุกิจกูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

1. วิบูลย์ ชื่นแขก, " ไมโครโปรเซสเซอร์ " ;
   พิมพ์ครั้งที่ 2 , สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้า พระนครเหนือ

2. คู่มือ CP-Z84C11 PLUS ,บริษัท อีทีที จำกัด

3. วารสารเซมิคอนดัคเตอร์ อิเล็คทรอนิคส์ " อุปกรณ์อินฟาเรด "
   ฉบับที่ 110 เดือน กย.-ตค. 34

4. สุทธินันท์ นรศิริกุล , วารสารเซมิคอนดัคเตอร์ " ลิกอีกนิดกับโทรศัพท์ "
   ฉบับที่ 121-123 เดือน กย.-ธค. 35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2500 A.D. Z80 Macro Assembler - Version 4.02a

Input Filename : A:PURE.asm
Output Filename : A:PURE.obj

```
 1  0000                                    ORG 0000H
 2          00AE                      SEC:  EQU  0AEH
 3          0054                   PORT_A:  EQU  54H
 4          0055                   PORT_B:  EQU  55H
 5          0056                   PORT_C:  EQU  56H
 6          0034                   PORT_D:  EQU  34H
 7          0044                   PORT_E:  EQU  44H
 8          0050                     RX_1:  EQU  50H
 9          0051                     RX_2:  EQU  51H
10          0030                      CKC:  EQU  30H
11          0040                    RESET:  EQU  40H
12          0052                    MOTOR:  EQU  52H
13          8000                    TABLE:  EQU  8000H
14          8100                    SPACE:  EQU  8100H
15  0000    31 00 90                        LD SP,9000H
16  0003    ED 56                           IM1
17  0005    FB                              EI
18  0006    3E 04                           LD A,04H
19  0008    D3 AE                           OUT (SEC),A
20  000A    3E 00                           LD A,00H
21  000C    D3 54                           OUT (PORT_A),A
22  000E    3E FF                           LD A,FFH
23  0010    D3 55                           OUT (PORT_B),A
24  0012    3E 0F                           LD A,0FH
25  0014    D3 56                           OUT (PORT_C),A
26  0016    3E F0                           LD A,F0H
27  0018    D3 34                           OUT (PORT_D),A
28  001A    CD 4F 01                        CALL INTLCD
29  001D    21 71 02                        LD HL,KMITL
30  0020    CD 24 01                        CALL WRP
31  0023    CD 7F 01                        CALL WAIT
32  0026    DB 30                     CK:   IN A,(CKC)
33  0028    CB 47                           BIT 0,A
34  002A    20 FA                           JR NZ,CK
35  002C    C3 3E 00                        JP CARD
36  002F    00                              NOP
37  0030    00                              NOP
38  0031    00                              NOP
39  0032    00                              NOP
40  0033    00                              NOP
41  0034    00                              NOP
42  0035    00                              NOP
43  0036    00                              NOP
44  0037    00                              NOP
45  0038    C3 85 02                        JP TEL
46  003B    C3 00 00                        JP 0000H
47  003E    FD 21 00 81               CARD: LD IY,SPACE
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น และห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 48  0042   06 FF
 49  0044   3E 33
 50  0046   D3 52
 51  0048   CD AB 01
 52  004B   CB 07
 53  004D   10 F7
 54  004F   FD 77 0E
 55  0052   3E 01
 56  0054   D3 51
 57  0056   CD B9 01
 58  0059   DB 50
 59  005B   CD B9 01
 60  005E   CB 47
 61  0060   C2 CD 00
 62  0063   DD 21 00 80
 63  0067   06 02
 64  0069   3E 02
 65  006B   D3 51
 66  006D   CD B9 01
 67  0070   CB 07
 68  0072   57
 69  0073   DB 50
 70  0075   CD B9 01
 71  0078   DD 77 00
 72  007B   DD 23
 73  007D   7A
 74  007E   10 EB
 75  0080   DD 21 00 80
 76  0084   FD 21 00 81
 77  0088   21 C7 01
 78  008B   AF
 79  008C   08
 80  008D   06 05
 81  008F   0E 00
 82  0091   DD 7E 00
 83  0094   5E
 84  0095   BB
 85  0096   CA BE 00
 86  0099   0C
 87  009A   11 12 00
 88  009D   19
 89  009E   10 F1
 90  00A0   3E 05
 91  00A2   A9
 92  00A3   CA E5 00
 93  00A6   08
 94  00A7   47
 95  00A8   DD 7E 01
 96  00AB   FD 2B
 97  00AD   FD 66 00
 98  00B0   FD 2B
 99  00B2   FD 6E 00
100  00B5   23
101  00B6   4E
102  00B7   B9
103  00B8   28 43
104  00BA   10 EC
```

```
            LD B,0FFH
            LD A,33H
FORWARD:    OUT (MOTOR),A
            CALL DELAY
            RLC  A
            DJNZ FORWARD
            LD (IY+0EH),A
            LD A,01H
            OUT (RX_2),A
            CALL DELAY1
            IN A,(RX_1)
            CALL DELAY1
            BIT 0,A
            JP NZ,DISPLAY1
            LD IX,TABLE
            LD B,02H
            LD A,02H
CONTROL:    OUT (RX_2),A
            CALL DELAY1
            RLC A
            LD D,A
            IN A,(RX_1)
            CALL DELAY1
            LD (IX+00H),A
            INC IX
            LD A,D
            DJNZ CONTROL
            LD IX,TABLE
            LD IY,SPACE
            LD HL,TUYR
            XOR A
            EX AF,AF'
            LD B,05H
            LD C,00H
P1:         LD A,(IX+00H)
            LD E,(HL)
            CP E
            JP Z,GIVE
            INC C
SWAP:       LD DE,0012H
            ADD HL,DE
            DJNZ P1
            LD A,05H
            XOR C
            JP Z,DISPLAY2
            EX AF,AF'
            LD B,A
P2:          LD A,(IX+01H)
            DEC IY
            LD H,(IY+00H)
            DEC IY
            LD L,(IY+00H)
            INC HL
            LD C,(HL)
            CP C
            JR Z,DISPLAY3
            DJNZ P2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
105  00BC  18 27                        JR DISPLAY2
106  00BE  08                  GIVE:    EX AF ,AF'
107  00BF  3C                           INC A
108  00C0  08                           EX AF,AF'
109  00C1  FD 75 00                     LD (IY+00H),L
110  00C4  FD 23                        INC IY
111  00C6  FD 74 00                     LD (IY+00H),H
112  00C9  FD 23                        INC IY
113  00CB  18 CD                        JR SWAP
114  00CD  CD 4F 01            DISPLAY1: CALL INTLCD
115  00D0  21 21 02                     LD HL,ERROR
116  00D3  CD 24 01                     CALL WRP
117  00D6  CD 7F 01                     CALL WAIT
118  00D9  CD 4F 01                     CALL INTLCD
119  00DC  21 31 02                     LD HL,AGAIN
120  00DF  CD 24 01                     CALL WRP
121  00E2  C3 90 01                     JP BACK
122  00E5  CD 4F 01            DISPLAY2: CALL INTLCD
123  00E8  21 41 02                     LD HL,SORRY
124  00EB  CD 24 01                     CALL WRP
125  00EE  CD 7F 01                     CALL WAIT
126  00F1  CD 4F 01                     CALL INTLCD
127  00F4  21 51 02                     LD HL,MISSING
128  00F7  CD 24 01                     CALL WRP
129  00FA  C3 90 01                     JP BACK
130  00FD  FD 21 00 81         DISPLAY3: LD IY,SPACE
131  0101  FD 74 00                     LD (IY+00H),H
132  0104  FD 75 01                     LD (IY+01H),L
133  0107  CD 4F 01                     CALL  INTLCD
134  010A  21 61 02                     LD HL,WELL
135  010D  CD 24 01                     CALL WRP
136  0110  CD 7F 01                     CALL  WAIT
137  0113  CD 4F 01                     CALL INTLCD
138  0116  FD 6E 01                     LD L,(IY+01H)
139  0119  FD 66 00                     LD H,(IY+00H)
140  011C  23                           INC HL
141  011D  CD 24 01                     CALL WRP
142  0120  F3                           DI
143  0121  C3 90 01                     JP BACK
144  0124  3E 00                 WRP:   LD A,00H
145  0126  CD 35 01                     CALL GOTO
146  0129  CD 44 01                     CALL WRLINE
147  012C  3E 40                        LD A,40H
148  012E  CD 35 01                     CALL GOTO
149  0131  CD 44 01                     CALL WRLINE
150  0134  C9                          RET
151  0135  CB FF                 GOTO:  SET 7,A
152  0137  D3 80                        OUT (80H),A
153  0139  CD 3D 01                     CALL READ
154  013C  C9                           RET
155  013D  DB 84                 READ:  IN A,(84H)
156  013F  CB 7F                        BIT 7,A
157  0141  20 FA                        JR NZ,READ
158  0143  C9                           RET
159  0144  06 08                 WRLINE: LD B,08H
160  0146  7E                    TEST:  LD A,(HL)
161  0147  57                           LD D,A
```

สารนิพนธ์นี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
162  0148   CD 6F 01                    CALL WRBYTE
163  014B   23                          INC HL
164  014C   10 F8                       DJNZ TEST
165  014E   C9                          RET
166  014F   3E 38              INTLCD:  LD A,38H
167  0151   D3 80                       OUT (80H),A
168  0153   CD 76 01                    CALL LAY1
169  0156   CD 76 01                    CALL LAY1
170  0159   3E 0F                       LD A,0FH
171  015B   D3 80                       OUT (80H),A
172  015D   CD 76 01                    CALL LAY1
173  0160   3E 06                       LD A,06H
174  0162   D3 80                       OUT (80H),A
175  0164   CD 76 01                    CALL LAY1
176  0167   3E 01                       LD A,01H
177  0169   D3 80                       OUT (80H),A
178  016B   CD 3D 01                    CALL READ
179  016E   C9                          RET
180  016F   7A                  WRBYTE:  LD A,D
181  0170   D3 82                       OUT (82H),A
182  0172   CD 3D 01                    CALL READ
183  0175   C9                          RET
184  0176   C5                    LAY1:  PUSH BC
185  0177   F5                          PUSH AF
186  0178   06 80                       LD B,80H
187  017A   10 FE                 LAY2:  DJNZ LAY2
188  017C   F1                          POP AF
189  017D   C1                          POP BC
190  017E   C9                          RET
191  017F   D9                    WAIT:  EXX
192  0180   06 13                       LD B,13H
193  0182   0E 33                    R3:  LD C,33H
194  0184   16 FF                    R2:  LD D,0FFH
195  0186   15                      R1:  DEC D
196  0187   20 FD                       JR NZ,R1
197  0189   0D                          DEC C
198  018A   20 F8                       JR NZ,R2
199  018C   10 F4                       DJNZ R3
200  018E   D9                          EXX
201  018F   C9                          RET
202  0190   FD 21 00 81          BACK:   LD IY,SPACE
203  0194   FD 7E 0E                     LD A,(IY+0EH)
204  0197   06 FF                       LD B,FFH
205  0199   CB 0F              REVERSE:  RRC A
206  019B   D3 52                       OUT (MOTOR),A
207  019D   CD AB 01                    CALL DELAY
208  01A0   10 F7                       DJNZ REVERSE
209  01A2   DB 30                 CKR:  IN A,(CKC)
210  01A4   CB 47                       BIT 0,A
211  01A6   C2 00 00                    JP NZ,0000H
212  01A9   18 F7                       JR CKR
213  01AB   D9                   DELAY:  EXX
214  01AC   08                          EX AF,AF'
215  01AD   06 33                       LD B,33H
216  01AF   0E 77                LOOP2:  LD C,77H
217  01B1   0D                   LOOP1:  DEC C
218  01B2   20 FD                       JR NZ,LOOP1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
219  01B4  10 F9                              DJNZ LOOP2
220  01B6  D9                                 EXX
221  01B7  08                                 EX AF,AF'
222  01B8  C9                                 RET
223  01B9  D9                          DELAY1: EXX
224  01BA  08                                 EX AF,AF'
225  01BB  06 FF                              LD B,0FFH
226  01BD  0E FF                        LOOP3: LD C,0FFH
227  01BF  0D                           LOOP4: DEC C
228  01C0  20 FD                              JR NZ,LOOP4
229  01C2  10 F9                              DJNZ LOOP3
230  01C4  D9                                 EXX
231  01C5  08                                 EX AF,AF'
232  01C6  C9                                 RET
233  01C7  E3 97                         TUYR: DB  E3H,97H
234  01C9  2A 20 4B 48 55                     DB "* KHUN  ANIRUT *"
     01CE  4E 20 20 41 4E
     01D3  49 52 55 54 20
     01D8  2A
235  01D9  76 43                              DB  76H,43H
236  01DB  2A 20 4B 48 55                     DB "* KHUN   PISON *"
     01E0  4E 20 20 20 50
     01E5  49 53 4F 4E 20
     01EA  2A
237  01EB  3A 97                              DB  3AH,97H
238  01ED  2A 20 4B 48 55                     DB "* KHUN   BOBOO *"
     01F2  4E 20 20 20 42
     01F7  4F 42 4F 4F 20
     01FC  2A
239  01FD  FE 76                              DB  0FEH,76H
240  01FF  2A 20 4B 48 55                     DB "* KHUN   TAWAT *"
     0204  4E 20 20 20 54
     0209  41 57 41 54 20
     020E  2A
241  020F  00 00                              DB  00H,00H
242  0211  2A 20 4B 48 55                     DB "* KHUN  SUCHAI *"
     0216  4E 20 20 53 55
     021B  43 48 41 49 20
     0220  2A
243  0221  50 52 45 53 53               ERROR: DB "PRESS CARD ERROR"
     0226  20 43 41 52 44
     022B  20 45 52 52 4F
     0230  52
244  0231  50 52 45 53 53               AGAIN: DB "PRESS CARD AGAIN"
     0236  20 43 41 52 44
     023B  20 41 47 41 49
     0240  4E
245  0241  2A 20 49 20 20               SORRY: DB "* I  am  SORRY *"
     0246  61 6D 20 20 53
     024B  4F 52 52 59 20
     0250  2A
246  0251  54 48 45 20 43            MISSING: DB "THE CODE MISSING"
     0256  4F 44 45 20 4D
     025B  49 53 53 49 4E
     0260  47
247  0261  20 2A 20 20 57              WELL: DB " *  WELLCOME  * "
     0266  45 4C 4C 43 4F
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
     026B   4D 45 20 20 2A
     0270   20
248  0271   20 2A 20 20 20                KMITL: DB " *   KMIT 'L  * "
     0276   4B 4D 49 54 20
     027B   27 4C 20 20 2A
     0280   20
249  0281   00                                   NOP
250  0282   00                                   NOP
251  0283   00                                   NOP
252  0284   00                                   NOP
253  0285   F3                             TEL:  DI
254  0286   DD 21 48 03                          LD IX,NUMBER
255  028A   06 07                               LD B,07H
256  028C   3E 80                               LD A,80H
257  028E   D3 30                               OUT (30H),A
258  0290   CD FE 02                            CALL DELAY14
259  0293   CD FE 02                            CALL DELAY14
260  0296   3E 08                               LD A,08H
261  0298   D3 51                               OUT (51H),A
262  029A   CD FE 02                            CALL DELAY14
263  029D   CD FE 02                            CALL DELAY14
264  02A0   CB 9F                               RES 3,A
265  02A2   D3 51                               OUT (51H),A
266  02A4   CD FE 02                            CALL DELAY14
267  02A7   CD FE 02                            CALL DELAY14
268  02AA   DD 7E 00                      IUY:  LD A,(IX+00H)
269  02AD   D3 51                               OUT (51H),A
270  02AF   CD FE 02                            CALL DELAY14
271  02B2   CD FE 02                            CALL DELAY14
272  02B5   CB 9F                               RES 3,A
273  02B7   D3 51                               OUT (51H),A
274  02B9   CD FE 02                            CALL DELAY14
275  02BC   CD FE 02                            CALL DELAY14
276  02BF   DD 23                               INC IX
277  02C1   10 E7                               DJNZ  IUY
278  02C3   CD FE 02                            CALL DELAY14
279  02C6   CD 0F 03                            CALL MIN
280  02C9   CD 2D 03                            CALL TAPE
281  02CC   3E 80                               LD A,80H
282  02CE   D3 30                               OUT (30H),A
283  02D0   CD FE 02                            CALL DELAY14
284  02D3   CD FE 02                            CALL DELAY14
285  02D6   06 02                               LD B,02H
286  02D8   3E 18                               LD A,18H
287  02DA   D3 51                          POI: OUT (51H),A
288  02DC   CD FE 02                            CALL DELAY14
289  02DF   CD FE 02                            CALL DELAY14
290  02E2   CB 9F                               RES 3,A
291  02E4   D3 51                               OUT (51H),A
292  02E6   CD FE 02                            CALL DELAY14
293  02E9   CD FE 02                            CALL DELAY14
294  02EC   CB DF                               SET 3,A
295  02EE   C6 00                               ADD A,00H
296  02F0   10 E8                               DJNZ POI
297  02F2   CD FE 02                            CALL DELAY14
298  02F5   CD 0F 03                            CALL MIN
299  02F8   CD 2D 03                            CALL TAPE
```

สารนิพนธ์เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
300  02FB  C3 00 00                    JP 0000H
301  02FE  D9                  DELAY14: EXX
302  02FF  06 22                       LD B,22H
303  0301  0E 44                  A3:   LD C,44H
304  0303  16 45                  A2:   LD D,45H
305  0305  15                      A1:   DEC D
306  0306  20 FD                       JR NZ,A1
307  0308  0D                          DEC C
308  0309  20 F8                       JR NZ,A2
309  030B  10 F4                       DJNZ A3
310  030D  D9                          EXX
311  030E  C9                          RET
312  030F  D9                   MIN:   EXX
313  0310  08                          EX AF,AF'
314  0311  16 00                       LD D,00H
315  0313  DB 30                   E2:   IN A,(30H)
316  0315  CB 57                       BIT 2,A
317  0317  28 02                       JR Z,E1
318  0319  18 F8                       JR E2
319  031B  DB 30                   E1:   IN A,(30H)
320  031D  CB 57                       BIT 2,A
321  031F  20 02                       JR NZ,E3
322  0321  18 F8                       JR E1
323  0323  14                      E3:   INC D
324  0324  0E 0F                       LD C,0FH
325  0326  7A                          LD A,D
326  0327  B9                          CP C
327  0328  28 02                       JR Z,RU
328  032A  18 E7                       JR E2
329  032C  C9                    RU:   RET
330  032D  3E C0                 TAPE:  LD A,C0H
331  032F  D3 30                        OUT (30H),A
332  0331  CD 0F 03                     CALL MIN
333  0334  CD 0F 03                     CALL MIN
334  0337  CD 0F 03                     CALL MIN
335  033A  CD 0F 03                     CALL MIN
336  033D  3E 00                        LD A,00H
337  033F  D3 30                        OUT (30H),A
338  0341  CD FE 02                     CALL DELAY14
339  0344  CD FE 02                     CALL DELAY14
340  0347  C9                          RET
341  0348  58 28 58 08 18      NUMBER:  DB 58H,28H,58H,08H,18H,68H,28H
     034D  68 28
342  034F                              END
```

Lines Assembled : 342 Assembly Errors : 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Parameter	Symbol	Condition	Rating	Unit
Power Supply Voltage	V_{DD}	Ta = 25°C	−0.3~ 7	V
Input Voltage	V_I		GND − 0.3~V_{DD} + 0.3	V
Output Voltage	V_O		GND − 0.3~V_{DD} + 0.3	V
Storage Temperature	T_{STG}		−55~ +150	°C

OPERATING CONDITIONS

Parameter	Symbol	Condition	Rating	Unit
Power Supply Voltage	V_{DD}	–	4 ~ 6	V
Standby Supply Voltage	V_{BAK}	–	2 ~ 6	V
Crystal Frequency	$f_{(XT)}$	–	32.768	kHz
Operating Temperature	T_{OP}	–	−30~+85	°C

D.C. CHARACTERISTICS

V_{DD} = 5V ± 10%, T_A = −30 ~ +85

Parameter	Symbol	Condition	Min.	Typ.	Max.	Unit	Applicable Terminal
"H" Input Voltage	V_{IH1}	–	2.2	–	–	V	All input terminals except CS_1
"L" Input Voltage	V_{IL1}	–	–	–	0.8	V	All input terminals except CS_1
Input Leak Current	I_{LK1}	V_I = V_{DD}/0V	–	–	1/−1	μA	Input terminals other than D_0 ~ D_3
Input Leak Current	I_{LK2}	V_I = V_{DD}/0V	–	–	10/−10	μA	D_0 ~ D_3
"L" Output Voltage	V_{OL1}	I_{OL} = 2.5mA	–	–	0.4	V	D_0 ~ D_3
"H" Output Voltage	V_{OH}	I_{OH} = −400μA	2.4	–	–	V	D_0 ~ D_3
"L" Output Voltage	V_{OL2}	I_{OL} = 2.5mA	–	–	0.4	V	STD.P
OFF Leak Current	I_{OFFLK}	V_I = V_{DD}/0V	–	–	10 /−10	μA	STD.P
Input Capacitance	C_I	Input frequency 1MHz	–	5	–	PF	All input terminals
Current Consumption	I_{DD1}	$f_{(xt)}$ = 32.768 KHz, T_a=25°C, V_{DD} = 5V	–	–	30	μA	V_{DD}
Current Consumption	I_{DD2}	$f_{(xt)}$ = 32.768 KHz, T_a=25°C, V_{DD} = 2V	–	–	10	μA	V_{DD}
"H" Input Voltage	V_{IH2}	V_{DD} = 2~5.5V	4/5V_{DD}	–	–	V	CS_1
"L" Input Voltage	V_{IL2}	V_{DD} = 2~5.5V	–	–	1/5V_{DD}	V	CS_1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SWITCHING CHARACTERISTICS

(1) WRITE mode (ALE = V_{DD})

(V_{DD} = 5V ± 10% = Ta = −30 ~ +85°C)

Parameter	Symbol	Condition	Min.	Max.	Unit
CS_1 Set up Time	t_{C1S}	—	1000	—	ns
CS_1 Hold Time	t_{C1H}	—	1000	—	
Address Stable Before WRITE	t_{AW}	—	20	—	
Address Stable After WRITE	t_{WA}	—	10	—	
WRITE Pulse Width	t_{WW}	—	120	—	
Data Set up Time	t_{DS}	—	100	—	
Data Hold Time	t_{DH}	—	10	—	

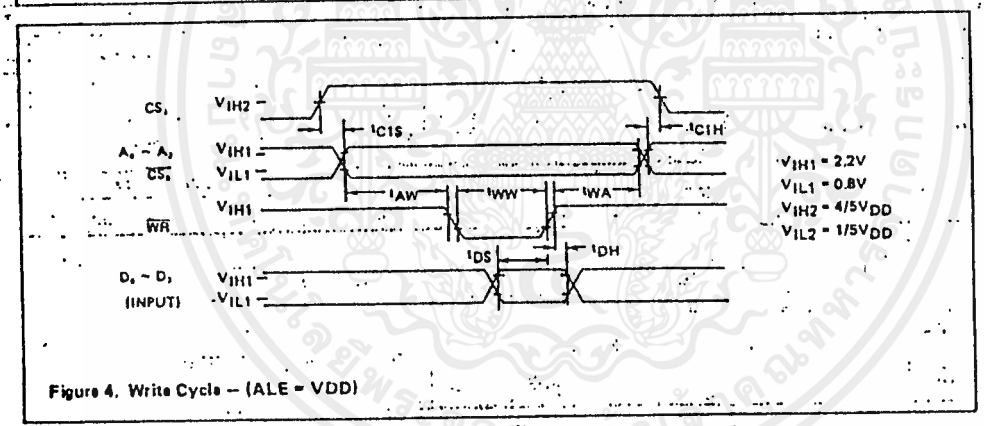


Figure 4. Write Cycle – (ALE = VDD)

(2) WRITE mode (With use of ALE)

(V_{DD} = 5 V ± 10%, Ta = −3C)

Parameter	Symbol	Condition	Min.	Max.	Unit
CS_1 Set up Time	t_{CIS}	—	1000	—	ns
Address Set up Time	t_{AS}	—	25	—	
Address Hold Time	t_{AH}	—	25	—	
ALE Pulse Width	t_{AW}	—	40	—	
ALE Before WRITE	t_{ALW}	—	10	—	
WRITE Pulse Width	t_{WW}	—	120	—	
ALE After WRITE	t_{WAL}	—	20	—	
DATA Set up Time	t_{DS}	—	100	—	
DATA Hold Time	t_{DH}	—	10	—	
CS_1 Hold Time	t_{C1H}	—	1000	—	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

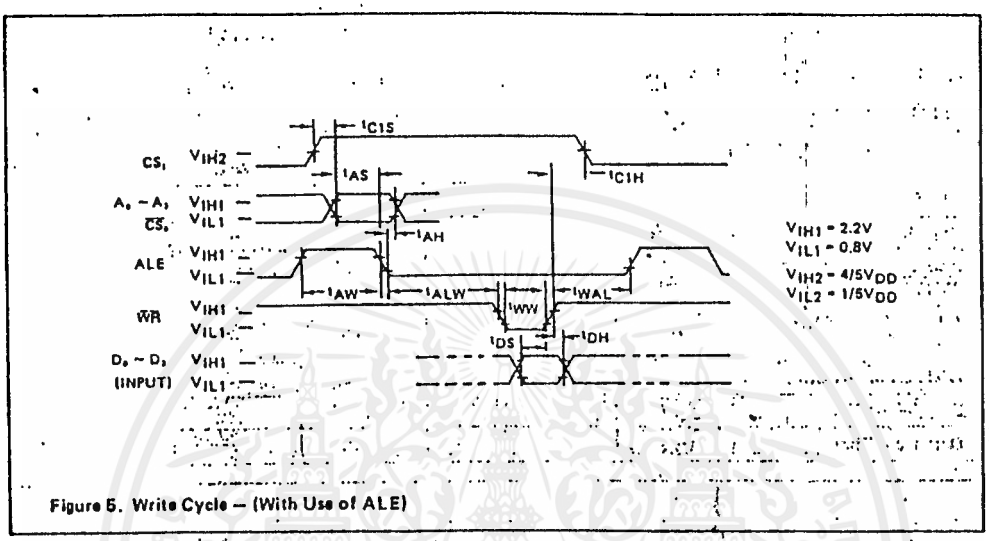


Figure 5. Write Cycle – (With Use of ALE)

(3) READ mode (ALE = V_{DD})

(V_{DD} = 5V ± 10%, Ta = –30 ~ +85°C)

Parameter	Symbol	Condition	Min.	Max.	Unit
CS_1 Set up Time	t_{C1S}	–	1000	–	ns
CS_1 Hold Time	t_{C1H}	–	1000	–	
Address Stable Before READ	t_{AR}	–	20	–	
Address Stable After READ	t_{RA}	–	0	–	
$\overline{RD}$ to Data	t_{RD}	C_L = 150pF	–	120	
Data Hold	t_{DR}	–	0	–	

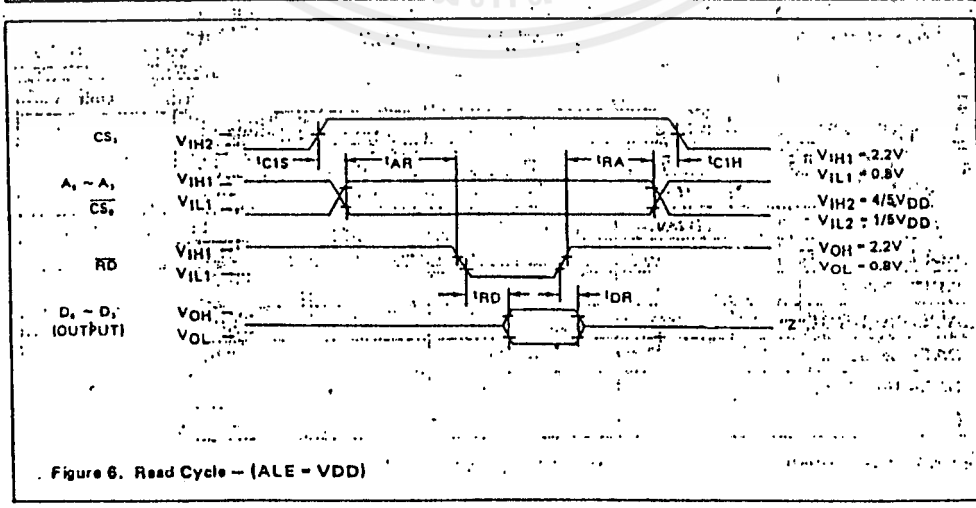


Figure 6. Read Cycle – (ALE = VDD)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(4) READ mode (With use of ALE)

(V_{DD} = 5V ±10%, Ta = −30~+85°C)

Parameter	Symbol	Condition	Min.	Max.	Unit
CS_1 Set up Time	t_{C1S}	–	1000	–	ns
Address Set up Time	t_{AS}	–	25	–	
Address Hold Time	t_{AH}	–	25	–	
ALE Pulse Width	t_{AW}	–	40	–	
ALE Before READ	t_{ALR}	–	10	–	
ALE after READ	t_{RAL}	–	10	–	
RD to Data	t_{RD}	C_L = 150pF	–	120	
DATA Hold	t_{DR}	–	0	–	
CS_1 Hold Time	t_{C1H}	–	1000	–	

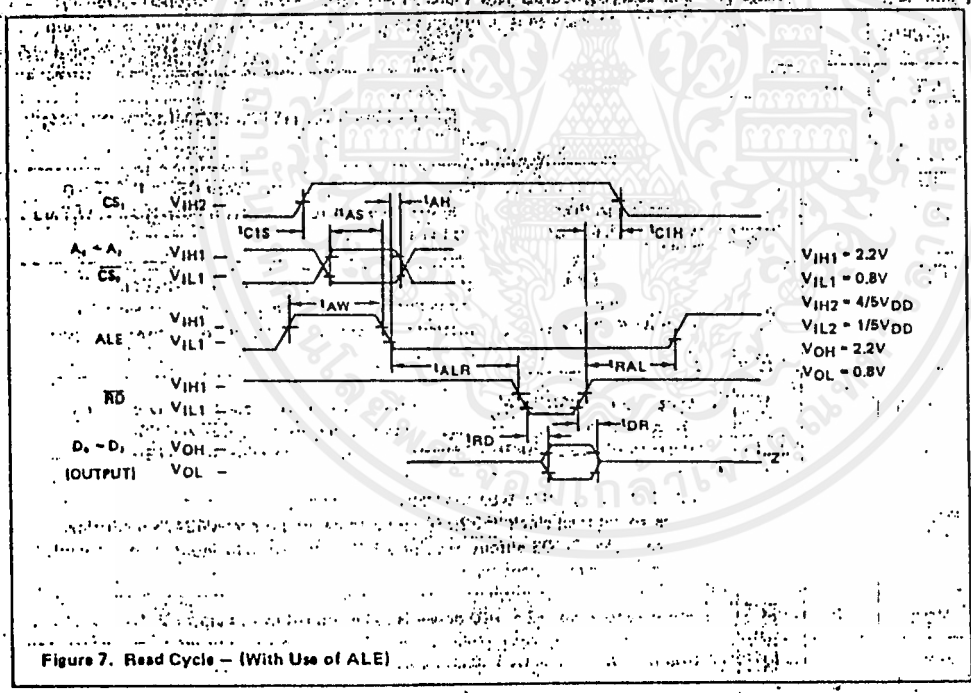
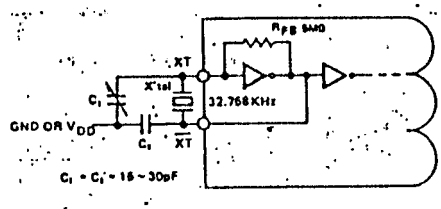


Figure 7. Read Cycle – (With Use of ALE)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PIN DESCRIPTION

Name	Pin No. RS	Pin No. GS	Description
D_0	14	19	Data Input/Output pins to be directly connected to a microcontroller bus for reading and writing of the clock/calendar's registers and control registers. D0 = LSB and D3 = MSB.
D_1	13	16	
D_2	12	15	
D_3	11	14	
A_0	4	5	Address input pin for use by a microcomputer to select internal clock/calendar's registers and control registers for Read/Write operations (See Function Table Figure 1). Address input pins A0-A3 are used in combination with ALE for addressing registers.
A_1	5	7	
A_2	6	9	
A_3	7	10	
ALE	3	4	Address Latch Enable pin. This pin enables writing of address data when ALE = 1 and $\overline{CS0}$ = 0; address data is latched when ALE = 0 Microcontroller/Microprocessors having an ALE output should connect to this pin; otherwise it should be connected at V_{DD}.
$\overline{WR}$	10	13	Writing of data is performed by this pin. When CS_1 = 1 and $\overline{CS_0}$ = 0, $D_0 \sim D_3$ data is written into the register at the rising edge of $\overline{WR}$.
$\overline{RD}$	8	11	Reading of register data is accomplished using this pin. When CS_1 = 1, $\overline{CS_0}$ = 0 and $\overline{RD}$ = 0, the data of the register is output to $D_0 \sim D_3$. If both $\overline{RD}$ and $\overline{WR}$ are set at 0 simaltanuously, $\overline{RD}$ is to be inhibited.
$\overline{CS_0}$	2	2	Chip Select Pins. These pins enable/disable ALE, $\overline{RD}$ and $\overline{WR}$ operation. $\overline{CS_0}$ and ALE work in combination with one another, while CS_1 work independent with ALE. CS_1 must be connected to power failure detection as shown in Figure 18.
CS_1	15	20	
STD.P	1	1	Output pin of N-CH OPEN DRAIN type. The output data is controlled by the D_1 data content of C_E register. This pin has a priority to $\overline{CS_0}$ and CS_1. Refer to Figure 9 and FUNCTIONAL DESCRIPTION OF REGISTERS.
XT	16	22	32.768 kHz crystal is to be connected to these pins. When an external clock of 32.768 kHz is to be used for MSM6242's oscillation source, either CMOS output or pull-up TTL output is to be input from XT, while $\overline{XT}$ should be left open.
$\overline{XT}$	17	23	
V_{DD}	18	24	Power supply pin. +2 ~ +6V power is to be applied to this pin.
GND	9	12	Ground pin.



The impedence of the crystal should be less than 30kΩ

Figure 8. Oscillator Circuit

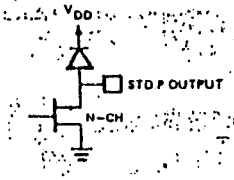
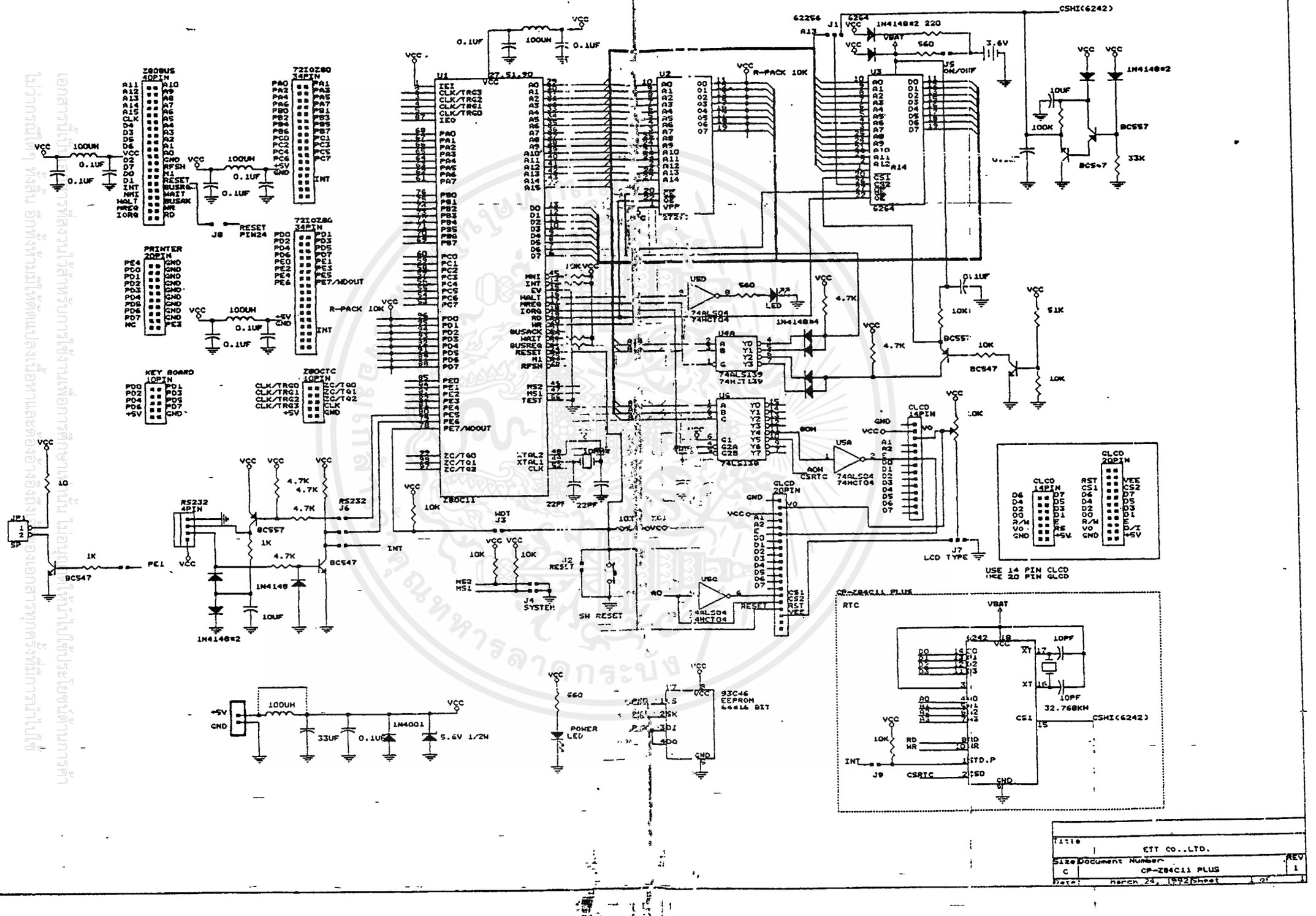


Figure 9.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


Z80BUS 40PIN
72I0Z80 34PIN
PRINTER 20PIN
KEY BOARD 10PIN
Z80CTC 10PIN
Z80CTC
Z80SIO
R-PACK 10K
RESET PIM24
RS232 4PIN
RS232 J6
J1 6264
62256
CSHI(6242)
3.6V
J5 ON/OFF
LED
POWER LED
93C46 EEPROM 64x16 BIT
74ALS04 74HCT04
74ALS139 74HCT139
74ALS138
GLCD 14PIN
GLCD 20PIN
J7 LCD TYPE
USE 14 PIN GLCD
USE 20 PIN GLCD
CP-Z84C11 PLUS
RTC
32.768KH
SW RESET
J4 SYSTEM
J9 CSRTC
BC547
BC557
1N4148
1N4148#2
1N4001
5.6V 1/2W
33UF
10UF
22PF
4.7K
10K
1K
100K
33K
560
100UH
0.1UF
0.1UF
10PF
10PF
Title
ETT CO.,LTD.
Size C
Document Number
CP-Z84C11 PLUS
REV 1
Date: March 24, 1992 Sheet 1 of 1