# ชุดควบคุมเครื่องปรับอากาศแบบอัตโนมัติ

# AUTOMATIC CONTROL AIR CONDITIONER


โดย

นายคำสิงห์ ลีระพันธ์

นายจักรกฤษณ์ ปานดำ

นายธนากร พรงาม



วัน เดือน ปี -? ต.ค. 2541

เลขทะเบียน 038428

เลขเรียกหนังสือ T39285 ค358ป ส.


ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาอุตสาหกรรมศาสตร์บัณฑิต

ภาควิชาเทคนิคอุตสาหกรรม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2539


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

| | |
|---|---|
| หัวข้อปริญญานิพนธ์ | ชุดควบคุมเครื่องปรับอากาศแบบอัตโนมัติ |
| โดย | นายคำสิงห์ ลีระพันธ์ |
| | นายจักรกฤษณ์ ปานดำ |
| | นายธนากร พรงาม |
| อาจารย์ที่ปรึกษา | อาจารย์มนชนก ศรีเสือชาม |
| ภาควิชา | เทคนิคอุตสาหกรรม |
| ปีการศึกษา | 2539 |

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังอนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาอุตสาหกรรมศาสตร์บัณฑิต

---

คณะกรรมการการสอบปริญญานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
( )

..... กรรมการ
( )

..... กรรมการ
( )

..... กรรมการ
( )

..... กรรมการ
( )

ลิขสิทธิ์ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

# ชุดควบคุมเครื่องปรับอากาศแบบอัตโนมัติ

โดย นายคำสิงห์ ลีระพันธ์
นายจักรกฤษณ์ ปานดำ
นายธนากร พรงาม

## บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นการศึกษาโครงสร้าง การใช้งานชิพไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ซึ่งได้เลือกเบอร์ 80C32 และการนำมาประยุกต์ ใช้ควบคุมการทำงานจริงของเครื่องปรับอากาศ เราสามารถนำ 80C32 มาควบคุมเครื่องปรับอากาศได้ โดยที่ควบคุมการปิด เปิดคอมเพรสเซอร์ และควบคุมความเร็วของพัดลม ที่เป่าให้ความเย็นซึ่งความเร็วของพัดลมมี 3 ระดับ คือ high speed และ low speed meduim speed อุปกรณ์การตัดต่อ คอมเพรสเซอร์และพัดลมจะใช้ opto isolater แทน Relay เพื่อแก้ปัญหาของหน้าสัมผัสรวมทั้งมีการควบคุมระยะไกล ( REMOTE CONTROL ) แบบไร้สาย ( ใช้ อินฟราเรด )ระยะทางได้ 5-8 เมตร แสดงผลผ่านจอ LCD โดยเงื่อนไขต่างๆถูกกำหนดโดยโปรแกรม (Soft ware )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

# AUTOMATIC CONTROL AIR CONDITIONER

By MR.KAMSING LERAPHAN
MR.JAKIT PANDUM
MR.TANAGORN PORNNGRAM

## ABSTRACT

The purpose fo this thesis is to learning structure and application of MCS-51 series single chip microcontroler which use the " 80C32 " to control operation of all type air conditioner . This appication use 80C32 for control start / stop compressor in temperature range and control speed of fan by determine current temperature and setting temp. Fan's speed has two level high and low. The power switching device use solie state relay instead of magnetic mechanical relay be it has no contact spike. The special of this controller is it can control operation by infrared wireless remote control , in rang of distance 5-8 metric. The control temperature range is 18-35 C. Temperature is display by LCD MODULE. All conditions in control system are design to fixable and easy to change parameyers by program control.

# กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ คณะอาจารย์ภาควิชาเทคนิคอุตสาหกรรมทุกท่าน ที่ให้คำปรึกษาและคำแนะนำขอบคุณเพื่อนและพี่ๆทุกคนที่ช่วยเหลือให้คำแนะนำและคำปรึกษากับกลุ่มของเราและขอบคุณความพยายามและความตั้งใจทั้งหมดที่ทุ่มเทให้กับงานชิ้นนี้ ขอบคุณคณะกรรมการทุกท่านและที่ขาดเสียมิได้ก็คือ ขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และ พี่ๆทุกคนที่ให้กำลังใจมาตลอด สุดท้ายขอขอบคุณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาคเทคนิคอุตสาหกรรม

กลุ่มผู้จัดทำ
คำสิงห์ ลีระพันธ์
จักรกฤษณ์ ปานดำ
ธนากร พรงาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

# สารบัญ


| | |
|---|---|
| บทคัดย่อภาษาไทย | ก |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ | ข |
| กิตติกรรมประกาศ | ค |
| บทที่1 บทนำ | 1 |
| บทที่2 วัตถุประสงค์ของการทำโครงการ | 4 |
| บทที่3 พื้นฐานการทำงานของระบบ AIR CONITION | 5 |
| บทที่4 หลักการและการทำงานของบอร์ดคอลโทรลและวงจรส่วนต่างๆ | 8 |
| บทที่5 หลักการทำงานของรีโมทคอนโทรลและส่วนแสดงผล (LCD) | 33 |
| บทที่6 ผลการทดลองของวงจรต่างๆ | 38 |
| บทที่7 แผนผังการทำงานของระบบควบคุม | 43 |
| บทสรุป | 52 |
| หนังสืออ้างอิง | 53 |
| ภาคผนวก | |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

# บทที่ 1
# บทนำ

ในปัจจุบันความเจริญเติบโตก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีได้ถูกพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว และมีแนวโน้มที่จะพัฒนาก้าวหน้ายิ่งขึ้นอีกอย่างรวดเร็ว ในส่วนของศาสตร์วิศวกรรมอีเลคทรอนิคส์และคอมพิวเตอร์ เราจะมองเห็นได้อย่างชัดเจน เพราะเป็นส่วนใกล้ตัวมนุษย์ปัจจุบันมาก ซึ่งเกี่ยวข้องกับตัวเรา และบางครั้งไม่อาจสามารถแยกออกได้ โดยมนุษย์ต้องงการจัดหาทรัพยากรเพื่อมาตอบสนองแก่ตนเอง เพื่อให้ความเป็นอยู่สะดวกสบายยิ่งขึ้นมากที่สุด แต่การค้นคว้าวิจัยทรัพยากรดังกล่าวจะต้องใช้ความสามารถ สมองสติปัญญาและความอดทน บางครั้งอาจจะประสพผลสำเร็จ แต่บางครั้งอาจประสพความล้มเหลวได้ ฉะนั้นการทำงานทางงด้านการค้นคว้าวิจัยพัฒนาจะต้องตั้งมั่นอยู่บนความอดทน เพื่อความสำเร็จของโครงการการศึกษาทางด้านไมโครคอนโทลเลอร์ จึงจำเป็นอย่างยิ่ง และมีแนวโน้มที่จะพัฒนาก้าวหน้ายิ่งขึ้นอีก ในทางเทคโนโลยีอีเลคทรอนิคส์และคอมพิวเตอร์ การพัฒนาไมโครคอนโทรลเลอร์ของผู้ผลิตไอซี ทางบริษัทผู้ผลิตต้องทำการค้นคว้าเพิ่มประสิทธิภาพของชิพที่ตนผลิต เพื่อทำการแข่งขันในตลาดโลกได้ เราจะเห็นได้ว่าในปัจจุบันไมโครคอนโทรลเลอร์มีประสิทธิภาพและความสามารถสูง สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้อย่างกว้างขวาง อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอีเลคทรอนิคส์ที่มีฟังก์ชันที่ซับซ้อนนั้นจะมีอุปกรณ์ที่เป็นหัวใจหลักของระบบ คือ CPU ส่วนระบบของ CPU นั้นจะรับค่า อินพุต เข้ามาเพื่อประเมินผลและให้ค่าเอาต์พุตต่าง ๆ ออกไปควบคุมระบบตามความต้องการของผู้ออกแบบ จะเห็นได้อย่างชัดเจนว่าตัว CPU คล้ายกับเป็นตัวแทนมันสมองของมนุษย์ แต่ถ้ามันสมองยังเล็กและแคบก็สามารถทำงานได้แต่ระดับหนึ่ง ดังนั้นจึงมีการพัฒนาชิพ ไมโครคอนโทรลเลอร์ อยู่ตลอดเวลา จะเห็นได้ว่า ชิพ ไมโครคอนโทรลเลอร์ จะมีอยู่หลายเบอร์หลายตระกูลด้วยกัน ในโครงการนี้เป็นการประยุกต์ใช้งานของ ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมเครื่องปรับอากาศ (Air condition) โดยมองความเหมาะสมของตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไมโครคอนโทรลเลอร์ กับระบบที่ควบคุมและกับการที่ได้ศึกษาไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล MCS-51 ของ Intel จึงเลือกใช้เบอร์ 80C32 ซึ่งมีคุณสมบัติดังนี้

ลักษณะทั่วไปของชิพ ไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ 80C32

1. สร้างโดยใช้เทคโนโลยี CHMOS ทำงานด้วยแหล่งจ่ายไฟขนาด 5V เพียงแหล่งเดียว
2. CPU มีขนาด 8 บิต
3. มีวงจรออสซิลเล่เตอร์ และวงจรนาฬิกาบนชิพ
4. มีตัวจับเวลา, ตัวนับ, ขนาด 16 บิต 2 ชุด
5. มีพอร์ตไอโอแบบขนานสองทิศทางจำนวน 4 พอร์ต
6. มีพอร์ตอนุกรมสามารถที่จะโปรแกรมการรับส่งแบบ ฟูลดูเพล็ก (FULL DUPLEX)
7. 1 Cycle time จะใช้เวลา 1
8. แอดเดรสข้อมูลภายนอกได้ 64 Kbytes
9. โครงสร้างการ อินเทอร์รัพท์ ได้ 5 แหล่ง และสามารถจัดระดับความสำคัญได้ 2 ระดับ
10. สามารถทำงานทางคณิตศาสตร์ แบบ บลูลีนได้
11. มีคำสั่ง คูณ และ หาร ทางฮาร์ดแวร์ได้
12. ตัวเลขทางคณิตศาสตร์ ใช้ได้ทั้งแบบ ไบนารี และ เดซิมอล ได้
13. มี โปรแกรมหน่วยความจำ บน ชิพ 4 Kbytes
14. Data RAM บน chip 128 byte

จากคุณสมบัติเบื้องต้นกล่าวมานั้นมีมากมาย ที่เราสามารถนำไปประยุกต์การใช้งานได้อย่างกว้างขวาง โดยจะกล่าวรายละเอียดในบทต่อ ๆ ไป การนำไปประยุกต์ใช้กับเครื่องปรับอากาศในโครงงานนี้ ใช้ได้กับทุกแบบ ไม่ว่าจะเป็นแบบ ติดหน้าต่าง แบบตั้งพื้น และแบบติดข้างฝา เพราะการระบบการทำงานมีลักษณะที่คล้ายคลึงกัน จะต่างกันที่รูปแบบ และลักษณะของการติดตั้ง ก่อนที่เราจะไปควบคุมงานอะไร พื้นฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำคัญจำเป็นอย่างยิ่งต้องศึกษาถึงระบบ การทำงานของงานนั้น ๆ เสียก่อน หาข้อดีข้อเสียและนำจุดอ่อนมาแก้ โดยใช้ตัวควบคุมเป็นตัวแก้รายละเอียด การทำงานของระบบเครื่องปรับอากาศ จะได้กล่าวในบทที่ 3

ในบทนำนี้ จะขอกล่าวอย่างคร่าว ๆ ของแต่ละบท

เนื้อหาบทที่ 2 ความเป็นมาและวัตถุประสงค์ จะกล่าวถึงความเป็นมาของโครงการ สาเหตุที่เลือกทำโครงงานนี้ วัตถุประสงค์ของการทำโครงงาน

เนื้อหาบทที่ 3 พื้นฐานการทำงานของระบบ Air condition จะกล่าวถึงระบบการทำงานของเครื่องปรับอากาศ ชนิดของเครื่องปรับอากาศ

เนื้อหาบทที่ 4 การทำงานของระบบควบคุม จะกล่าวถึงหลักและการทำงานของแต่ละวงจร ทฤษฎีของวงจร

เนื้อหาบทที่ 5 หลักการทำงานของรีโมทคอนโทรลและส่วนแสดงผล (LCD)

เนื้อหาบทที่ 6 ส่วนแสดงผล ผลการทดลองของแต่ละวงจร

เนื้อหาบทที่ 7 แผนผังการทำงานของระบบควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 2
# ความเป็นมาและวัตถุประสงค์

ในหลักสูตรการศึกษาของนักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์ ในวิชาโครงงานมีความสำคัญมากต่อนักศึกษา ซึ่งเป็นแนวทางปฏิบัติในทางทฤษฎีที่ได้ศึกษาคิดค้น และแก้ปัญหาได้ ทั้งยังจะต้องปฏิบัติงานร่วมกัน ซึ่งต้องอาศัยการทำงานร่วมกันเป็นสำคัญยิ่ง

วัตถุประสงค์ที่ดำเนินโครงงานนี้ เพื่อศึกษาโครงสร้างของไมโครคอนโทรเลอร์ เบอร์ 80C32 และการประยุกต์ใช้งานในการควบคุมระบบใดระบบหนึ่งได้ ซึ่งโครงงานนี้จะนำมาประยุกต์ใช้ควบคุม ระบบการทำงานของเครื่องปรับอากาศ (Air condition) ซึ่งจะขอกล่าวถึงการทำงานของระบบเครื่องปรับอากาศไว้ด้วยในบทที่ 3 ทั้งนี้เพื่อให้ผู้ที่จะศึกษากับโครงงานนี้ ต้องเข้าใจหลักการทำงานของเครื่องปรับอากาศเสียก่อน จึงจะได้เข้าใจถึงตัวโปรแกรมสั่งงานให้ ไมโครโปรเซสเซอร์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 3

# พื้นฐานหลักการทำงานของระบบ Air condition

ในบทนี้ จะขอกล่าวถึงพื้นฐานหลักการทำงานของระบบเครื่องปรับอากาศในลักษณะกว้าง ๆ เพื่อให้ผู้ที่จะศึกษามองและเข้าใจกับระบบที่จะถูกควบคุม ด้วยชุดควบคุมของโครงงานนี้

## 3.1 ชนิดของระบบเครื่องปรับอากาศ (Air condition System)

เครื่องปรับอากาศที่นิยมใช้แบ่งออกตามชนิดต่าง ๆ ดังนี้

1. แบบกล่อง (Package Unit) เป็นเครื่องปรับอากาศที่อุปกรณ์ต่าง ๆ รวมอยู่ในกล่องหรือ Package เดียวกัน ทั้งคอนเด็นซิ่งยูนิต และคูลลิ่งยูนิต แยกได้เป็น 2 ชนิดคือ

**1.1 แบบติดหน้าต่าง** (Window Type) เป็นเครื่องปรับอากาศขนาดเล็ก ตั้งแต่ประมาณ 6,000 BTU./hr ถึง 30,000 BTU./hr (1 ตัน = 12,000 BTU./hr) ชนิดนี้ง่ายต่อการติดตั้งแต่มีข้อเสียคือ จะมีเสียงดังและเกิด ความรำคาญ ต่อผู้ใช้

**1.2 แบบวางตั้งบนพื้น** (Big Package Type) เป็นเครื่องปรับอากาศขนาดใหญ่ ตั้งแต่ 2-15 ตัน เป็นลักษณะที่ต้องวางนอกตัวอาคาร และติด ท่อ Duct เข้าไปในห้อง

2. แบบแยกระบบ (Split System) เป็นระบบที่แยกเอาระบบ Condensing Unit ออกไว้ภายนอกอาคาร และเอาระบบความเย็น (Evaporation Unit) และพัดลมไว้ภายในตัวอาคารระบบนี้จึงแยกส่วนเป็น 2 ส่วนคือ

**2.1 Condensing Unit** จะประกอบด้วย Compressor, Condenser และ Condensing Fan ส่วนนี้จะติดตั้งอยู่ภายนอกอาคาร

**2.2 Evaporating Unit** จะประกอบด้วย Evaporator และพัดลม หรือเราเรียกว่า Cooling Unit จะติดตั้งในห้องที่ต้องการความเย็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. แบบเป่าตรง (Direct Expansion system) เป็นเครื่องปรับอากาศขนาดใหญ่ตั้งแต่ 30 ตันขึ้นไป ส่วนมากใช้ Condenser แบบระบายความร้อนด้วยน้ำ (Water Cooled Condenser)

4. แบบชิลเลอร์ (CHILLED WATER SYSTEM) เป็นระบบที่ใช้น้ำผ่านเข้าไปใน EVAPORATOR เพื่อให้น้ำมีอุณหภูมิต่ำประมาณ 42-50 F แล้วเอาน้ำเย็นนี้ส่งผ่านท่อออกไปยังห้องที่ต้องการความเย็น แล้วเอาน้ำเย็นนี้ผ่านท่อขดเย็น แล้วใช้พัดลมเป่าให้อากาศภายในห้องผ่านท่อขดเย็นเล็กนี้อีกครั้งหนึ่ง

จากชนิดต่าง ๆ ซึ่งจะถูกแบ่งตามลักษณะของระบบและขนาด (BTU./HR) ซึ่งส่วนใหญ่ขนาดหรือแบบที่นิยมใช้กันมาก คือ แบบ SPLIT TYPE ซึ่งแบบนี้นิยมเรียกได้อื่น ๆ อีกตามลักษณะ ระบบการติดตั้ง เช่น ติดข้างฝา, ตั้งพื้น, และแบบขนาน ซึ่งชุดควบคุมของโครงงานนี้จะเหมาะกับชนิดที่กล่าวมา

## 3.2 ส่วนประกอบของ AIR CONDITION SYSTEM

1. คอนเดนซิ่ง ยูนิต (CONDENSING UNIT) หรือ เอ้าดอร์ ยูนิต (OUT DOOR UNIT)ประกอบด้วย

- **คอมเพรสเซอร์ มอเตอร์** เป็นหัวใจสำคัญของระบบเครื่องปรับอากาศ มีหน้าทีดูดน้ำยาที่เป็นแก๊สแรงดันต่ำ และอัดให้มีแรงดันสูง

- **แฟน มอเตอร์** (FAN MOTOR) มีหน้าที่ระบายความร้อนของแผงคอยล์เพื่อลดปริมาณความร้อนของ HIGH PRESSER

- **คาร์ปาซิเตอร์** (CAPACITER) จะอยู่กับทั้งวงจร แฟน มอเตอร์ และ คอมเพรสเซอร์ มอเตอร์จะต่ออนุกรมกับขดสตาร์ทของมอเตอร์

- **อินเทอร์นอล โอเวอร์โหลด โปรเทกเทอร์** จะมีอยู่ภายในของแฟนมอเตอร์และคอมเพรสเซอร์ มอเตอร์ เพื่อป้องกันเกิดการลัดวงจรของขด ลวดภายในมอเตอร์

- **คอนเดนเซอร์** ส่วนที่ต้องการระบบความร้อน เพื่อลดปริมาณความร้อนลงและทำการเปลี่ยนสถานะน้ำยา ซึ่งเป็นแก๊สของเหลวที่ถูก คอมเพรสเซอร์ มอเตอร์อัดส่งทำให้น้ำยาที่ออกจากคอนเดนเซอร์ เป็นของ เหลว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. คูลลิ่ง ยูนิต (COOLING UNIT) หรือเรียกว่า อินดอร์ ยูนิต เป็นส่วนที่อยู่ในห้องหรือในอาคาร ที่เราควบคุมอุณหภูมิ ประกอบด้วย

- **อีวาพอร์เรเตอร์** (evaporator) ทำหน้าที่ให้ความเย็น ซึ่งน้ำยาภายในท่อส่วนนี้ถูกเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นแก๊ส

- **เอกซ์แพนชั่น วาล์ว** เป็นตัวควบคุมน้ำยา และขณะเดียวกันน้ำยาภายใน ท่อถูกเปลี่ยนสถานะตรงจุดนี้ด้วย จากของเหลวเป็นแก๊ส

- **แฟน มอเตอร์** จะเป็นตัวเป่าระบายความเย็นที่ อีวาพอร์เรเตอร์ เพื่อให้ความเย็นกระจายออกมา

- **เทอร์โมสตาร์ท** เป็นตัวตัดต่อให้วงจร คอมเพรสเซอร์ มอเตอร์ ทำงานหรือหยุด เมื่ออุณหภูมิภายในห้องเย็นถึงค่าที่สั่งไว้

## 3.3 การทำงานของเครื่องปรับอากาศ

การทำงานเบื้องต้นของเครื่องปรับอากาศ เริ่มต้นเมื่อจ่ายไฟ 220 โวลท์ ให้กับคอมเพรสเซอร์ ทำงานดูดน้ำยาที่เป็นแก๊ส และอัดส่งทางออก (ภายในท่อ) ซึ่งมีอุณหภูมิและแรงดันสูงผ่านคอนเดนเซอร์ซึ่งจะมีลมพัดระบายคอนเดนเซอร์ ทำให้น้ำยาที่สถานะเป็นแก๊สกลายเป็นน้ำยาที่เปลี่ยนสถานะเป็นของเหลว (ซึ่งใช้หลักการของการควบแน่น) ส่งผ่านไปเข้าเอ็กเปนชั่นวาล์ว น้ำยาจะลดแรงดันลงฉีดเข้าไปในอีแวปพอเรเตอร์ (ใช้หลักการของความร้อนแฝง) เมื่ออีแวปพอเรเตอร์เย็นจะมีพัดลมกระทบผ่านอีแวปพอเรเตอร์ให้ความเย็นกระจายออก

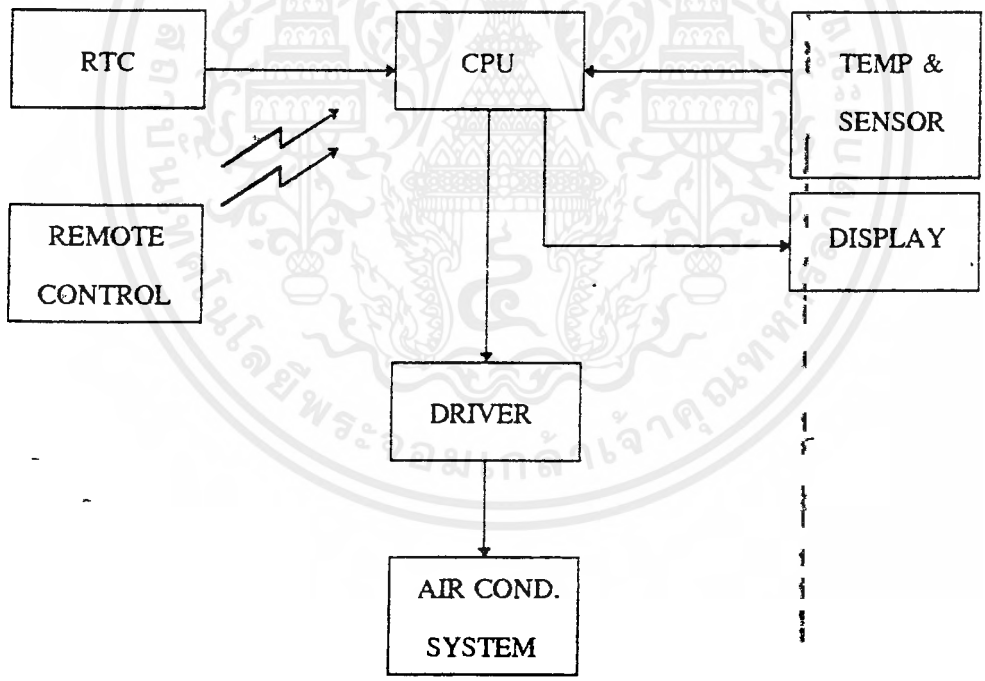
จากข้างต้นที่อธิบายมานั้นจะเห็นว่าเราจะควบคุมระบบการทำงานได้ โดยควบคุมการทำงาน on/off คอมเพรสเซอร์และปรับความเร็วของมอเตอร์ที่ระบายความเย็นที่กล่าวมาเป็นหลักใหญ่ ๆ ของจุดที่จะควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 4

## หลักและการทำงานของระบบควบคุม

ในบทนี้จะอธิบายถึง หลักการและการทำงานของส่วนควบคุม เพื่อควบคุมระบบการทำงานเครื่องปรับอากาศ ในโครงงานนี้จะออกแบบและสร้างส่วนที่ควบคุมเท่านั้น ซึ่งก็สามารถนำไปติดตั้งกับระบบบางระบบได้ และมีข้อจำกัดอยู่เช่นกัน เพื่อเป็นที่เข้าใจง่ายมากยิ่งขึ้น จะขออธิบายโดยแยกส่วนของการทำงาน แต่ละภาค โดยสามารถแบ่งแยกเป็นบล็อกไดอะแกรม ดังรูปที่ 4.1




รูปที่ 4.1 BLOCK DIAGRAM

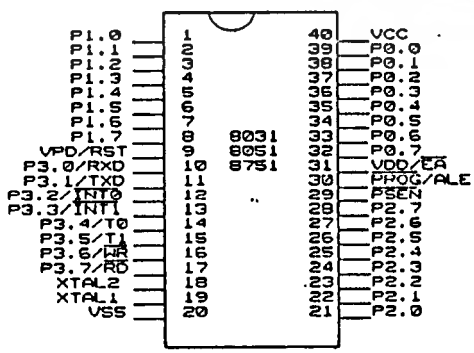
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# 4.1 CPU CONTROLLER

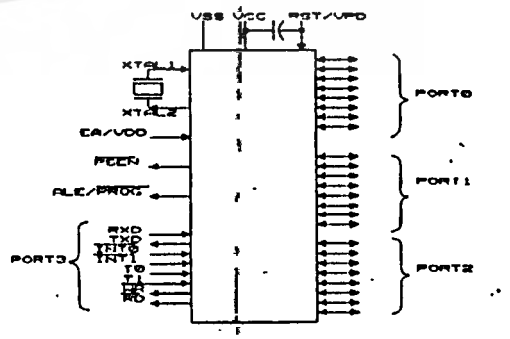
## 4.1.1 พื้นฐานทั่วไปของตระกูล MCS-51

CPU เป็นมันสมองของระบบ การอ่านโปรแกรมและทำงานตามคำสั่งโปรแกรมจะกระทำส่วนนี้ โดยการใช้ส่วนคณิตศาสตร์ และตรรกศาสตร์ทำงานร่วมกับ register A,B, PSW (program status word), SP (stackpointer) ตัวนับโปรแกรม (PC: program counter) ขนาด 16 bit และตัวชี้ตำแหน่งข้อมูล (DPTR) ส่วนคณิตศาสตร์ และตรรกศาสตร์ (ALU: Arithmaticlogic unit) นี้ทำงานใน ฟังก์ชั่นด้วยตัวแปรต่าง ๆ ขนาด 8 บิต ที่มีลักษณะการทำงานเป็น บวก, ลบ, คูณ, หาร รวมทั้งทางตรรก เช่น AND, OR, XOR รวมทั้งการเลื่อนและวนรอบบิต การเคลียค่าและกลับค่า และ ALU ยังสามารถจะตัดสินใจในการให้กระโดดไปทำคำสั่งของโปรแกรมในส่วนอื่น ๆ ตามเงื่อนไขที่ตั้งไว้

ตระกูล MCS-51 นี้เป็นอุปกรณ์ที่ออกแบบมาสนองตามความต้องการของผู้ใช้ คือ มีสายอินพุตและเอาท์พุตภายในตัวเอง พอร์ตของอินพุตและเอาท์พุตบัพเฟอร์อินเตอร์เฟส และสายควบคุมอื่น ๆ ที่ใช้สำหรับแยก data กับ address และยังมีคำสั่งเพิ่มขึ้นเป็นพิเศษเพื่อจัดการข้อมูลแถมท้ายด้วยวงจรตั้งเวลากับวงจรนับด้วย (ปรกติวงจรนับจะสามารถทำงานเป็นวงจรตั้งเวลาได้ด้วย จึงเรียกควบคู่กันไปคือวงจรตั้งเวลา/วงจรตรวจนับ) จากรูปที่ 4.2 a แสดงการจัดวางขาต่าง ๆ และ รูป 4.2b แสดงหน้าที่ของพอร์ตและฟังก์ชันพิเศษ เมื่อคอนโทรลเลอร์ทำงานหน่วยความจำภายใน

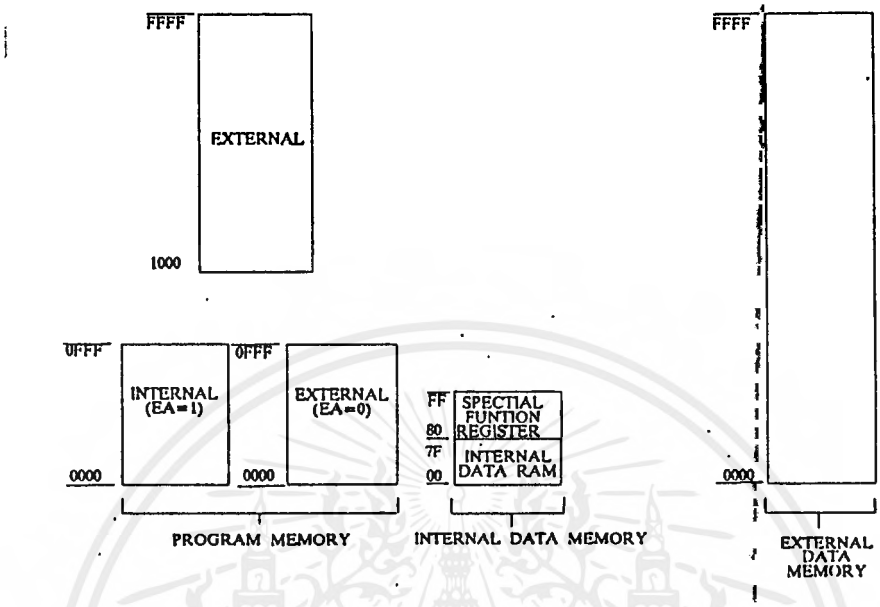



รูป 4.2 a




รูป 4.2 b

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 4.3

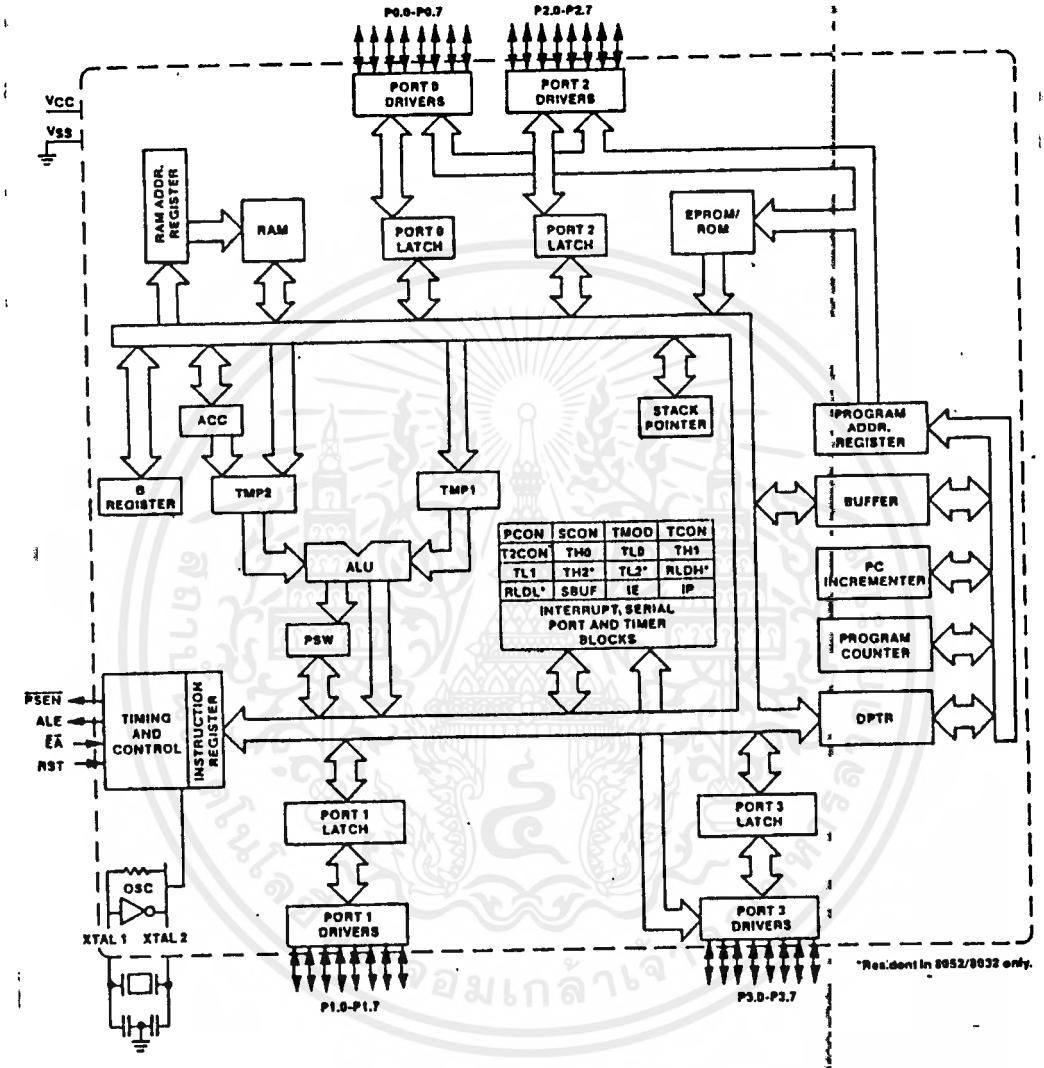
จากรูปที่ 4.3 เป็นหน่วยความจำภายในตัว MCS-51 หน่วยความจำนี้แบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือ หน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรม และหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูล หน่วยความจำแรกมี address ที่ต่ำกว่า 4 หรือ 6 Kbytes บรรจุอยู่ใน ROM ส่วน MCS-51 ที่ไม่มี ROM ภายในจะใช้หน่วยความจำภายนอกซึ่งอาจเป็น ROM, RAM, หรือ EPROM แทน MCS-51 จะอ่านหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรม เข้ามาเป็นภาษาเครื่องตามลำดับ ส่วนหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลจะใช้เป็นที่เก็บตัวแปรการคำนวณหาผลลัพธ์ทันที หน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลใช้ร่วมกับหน่วยความจำภายนอกได้ถึง 64 Kbytes ซึ่งเลือกใช้ ROM ก็ได้ และยังมี register พิเศษ ที่ใช้หน่วยความจำภายนอกของ RAM ได้ 128 หรือ 256 Kbyte รีจิสเตอร์ภายใน MCS-51

MCS-51 มีรีจิสเตอร์ที่อำนวยความสะดวกในการใช้งานตามคำสั่งต่าง ๆ ประกอบ Accumulator, register B ที่ใช้ในการคูณและหาร programstatus word (PSW) stack pointer (SP), data pointer (DPTR), พอร์ต 0-3 รีจิสเตอร์แบบคู่ ซึ่งใช้ส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และรับข้อมูลชนิดอนุกรม รีจิสเตอร์ 16 bit ที่เป็นวงจร ตั้งเวลา/วงจรนับ รีจิสเตอร์คำสั่ง สำหรับหน้าที่พิเศษ เช่น การอินเตอร์รัพต์ RTC

**การจัดการทางสถาปัตยกรรม**




รูปที่ 4.4

รูปที่ 4.4 เป็นบล็อกไดอะแกรมที่แบ่งตามลักษณะงานทางสถาปัตยกรรมภายในของ MCS-51 โดย single chip แต่ละตัวของตระกูลนี้จะประกอบด้วยหน่วยประมวลผลกลาง หน่วยความจำ 2 ชนิด คือ แบบ RAM กับ ROM หรือ EPROM พอร์ตเอาพุท อินพุท โหมดรีจิสเตอร์ สถานะ และข้อมูล ส่วนวงจรตรรกในการ random ที่จำเป็นสำหรับตัวแปรของ ฟังก์ชันการต่อพ่วงส่วนต่าง ๆ ที่กล่าวนี้จะติดต่อกันด้วยบัสข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนาด 8 บิต และจะมีบัฟเฟอร์สำหรับการติดต่อ ข้อมูลภายนอกผ่านพอร์ตไอโอ เมื่อต้องการขยายหน่วยความจำหรือพอร์ตไอโอ

**การจัดขาลักษณะภายนอกของ MCS-51**

จากรูป 4.2 a แสดงการจัดขาตามลักษณะภายนอก ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

- ขา Vss (ขา 20) เป็นขาสำหรับต่อลงดิน

- ขา VCC (ขา 40) เป็นขาที่ต่อแรงดันไฟกระแสตรงขนาด 5 V

- ขา P0.0 - P0.7/ADO-AD7 (ขา 32-39) เป็นพอร์ตไอโอ 8 บิต แบบ open drain bi-directional การเขียนค่า "1" ที่พอร์ตนี้จะเป็นการปล่อยลอยทำให้พอร์ตอื่นพุทมีสถานะอิมพิแดนซ์สูง ในการให้พอร์ตนี้บริการแบบไอโอจะทำงานเป็นมัลติเพลกซ์ ด้วยสัญญาแอดเดรสไบต์ต่ำกับบัสข้อมูล สำหรับการใช้งานแบบนี้จะใช้ลักษณะภายในเป็นตัวพูลอัพ พอร์ต 0 ยังใช้งานเป็นตัวส่งข้อมูลออกทางพอร์ตนี้ เมื่อใช้ด้านการตรวจสอบโปรแกรม ROM ภายใน และการโปรแกรมนับ EPROM ภายใน ถ้าใช้งานในลักษณะนี้การพูลอัพจากภายนอกจะต้องต่อ R ค่า 10 K

- ขา P1.0 - P1.7 (ขา 1-8) เป็นพอร์ตไอโอ 8 บิตพร้อมด้วยการ พูลอัพภายใน ถ้าให้เป็นพอร์ตเอาท์พุท บัฟเฟอร์สามารถขับ TTL ได้ 4 ตัว เมื่อเขียนค่า "1" ด้วยโปรแกรมการให้สถานะเช่นนี้ เป็นการ initial ใช้งานพอร์ตนี้เป็นอินพุต

- ขา P2.0 - P2.7 / A8 - A15 (ขา 21-28) เป็นพอร์ตไอโอ 8 บิต พร้อมด้วยการพูลอัพภายใน พอร์ตจะถูกใช้งานเป็นตัวส่งแอดเดรสไบต์สูง เมื่อใช้งานร่วมกับหน่วยความจำภายนอกเพื่อให้เอกสารได้ถึง 16 บิต

- ขา P3.0 - P3.7 (ขา 10-17) เป็นพอร์ตไอโอ 8 บิต นอกจากนี้ยังใช้เป็นฟังก์ชัน พิเศษได้ดังนี้

| ขาพอร์ต | การทำงานฟังก์ชันพิเศษ |
|---|---|
| P3.0 | RDX พอร์ตอนุกรม input |
| P3.1 | TXD พอร์ตอนุกรม output |
| P3.2 | INTO อินเตอร์รัพภายนอกที่ 1 |
| P3.3 | INTI อินเตอร์รัพภายนอกที่ 2 |
| P3.4 | TO สัญญาณกระตุ้นเข้าที่ตัวตั้งเวลา/ |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | |
|---|---|
| | ตัวนับ0 |
| P3.5 | TI สัญญาณกระตุ้นเข้าที่ตัวตั้งเวลา/ตัวนับ1 |
| P3.6 | WR สัญญาณควบคุมการเขียน |
| P3.7 | RD สัญญาณควบคุมการอ่าน |

- ขา RST (ขา 9) ต้องคงสถานะสูง เป็นเวลาประมาณสองคาบเวลาที่ออสซิลเลเตอร์ทำงานขณะที่ต้องการรีเซททั้งระบบ แต่ทำให้ตัวชิพรีเซทโดยอัตโนมัติขณะเปิดไฟจะใช้คาบ่าซิเตอร์ต่อหร่อม ระหว่าง RST กับ ขา Vcc

- ขา ALE/PROG\ (ขา 30) เป็นขาแอดเดรสแลทซ์อีนาเบิล ด้วยการส่งพัลท์ออกไปใช้สำหรับ แลทซ์ค่าแอดเดรสไบต์ต่ำจากพอร์ต 0 ในระหว่างการเข้าถึงข้อมูลจากหน่วยความจำภายใน ALE จะถูกส่งสัญญาณนาฬิกาออกมา ในอัตราความเร็ว 1/8 ของความถี่ออสซิลเลเตอร์ ตลอดเวลาแม้ว่าจะไม่มีการเข้าถึงข้อมูลจากภายใน ดังนั้นจึงสามารถที่จะใช้สัญญาณจากขานี้ เป็นตัวตั้งเวลาภายนอก หรือเป็นความถี่สัญญาณนาฬิกา แต่ความถี่ของสัญญาณจะช้าลงไปเท่าหนึ่ง ในการทำงานแบบเข้าถึงหน่วยความจำข้อมูลภายนอก ขานี้ยังใช้เป็นสัญญาณพัลส์เข้า สำหรับการควบคุมการโปรแกรม EPROM ภายในชิพ

- ขา PSEN/ (ขา 29) เป็นสโตรปอ่านข้อมูลจากโปรแกรมหน่วยความจำภายนอก ขา PSEN จำสร้างสโตรปต่ำ 2 ครั้งใน 1 machine cycle และกลับเป็นสถานะสูง ถ้า PSEN ไม่มีพัลส์ส่งออก แสดงว่าชิพทำงาน ด้วยโปรแกรมหน่วยความจำภายใน

- ขา EAVVpp (ขา 31) มีสถานะสูงชิพจะทำงานตามโปรแกรมที่อยู่ในหน่วยความจำภายใน (โดยที่โปรแกรม จะต้องไม่ยาวกว่า 4 Kbytes สำหรับเบอร์ 8051 AH และ 8 Kbytes สำหรับ 8052 AH) การทำให้ EA มีสถานะต่ำจะเป็นการควบคุมให้ชิพทำงานตามโปรแกรมหน่วยความจำภายนอกได้ 64 Kbytes ส่วนเบอร์ 8031 และ 8032 ขา EA ต้องต่อลงดินถึงแม้จะไม่มี ROM ภายในก็ตาม

- ขา XTAL1 (ขา 19) ใช้เป็น input เข้าสู่ตัวออสซิลเลเตอร์ของแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ขา XTAL2 (ขา 18) ใช้เป็นตัว output จากตัวออสซิลเลเตอร์ ขยายแบบ invert ที่กล่าวมาข้างต้นจะเป็นในแง่ของการกำหนดค่าขาต่าง ๆ เพื่อกำหนดค่าสภาวะในการทำงาน ในลักษณะใหม่ ยังมีอีกส่วนหนึ่งที่มีความสำคัญไม่น้อยที่ควรจะเข้าใจเบื้องต้น ก่อนที่จะทำการเขียนโปรแกรมสั่งงานได้นั้น คือส่วนของโปรแกรม ฉะนั้นจะต้องทำความเข้าใจกับตัวแปรต่าง ๆ และรีจิสเตอร์ที่เป็นคุณสมบัติในการนำไปเขียนโปรแกรม

**ACCUMULATOR : ACC**

MCS-51 ใช้ ACC ที่มีขนาด 8 บิต คำสั่งส่วนใหญ่จะอ้างถึงรีจิสเตอร์นี้โดยถือค่าภายในเป็นตัวตั้ง และรับค่าผลลัพท์ที่ได้จากคำสั่งทางคณิตศาสตร์ เช่น บวก ลบ คูณ หาร เข้ามาเก็บไว้ ACC ยังสามารถ ใช้เป็นตัวแหล่งกระทำหรือถูกกระทำในการทำงานตรรก และใช้เป็นตัวกลางในการถ่ายเทข้อมูล ในการติดต่อกับอุปกรณ์ ภายนอกไอโอ และ หน่วยความจำภายนอก รวมถึงการตรวจสอบตารางข้อมูล

**REGISTER B**

เป็นรีจิสเตอร์พิเศษที่ใช้งานสำหรับคำสั่งของการ คูณ และ หาร โดยใช้เป็นที่เก็บตัว คูณ หรือ หาร และ เป็นที่เก็บผลลัพธ์ตัวที่ 2 หลังการคูณ และเศษหลังการหาร

**PROGRAM STATUS WORD : PSW**

PSW เป็นรีจิสเตอร์ ที่แสดงผลที่ได้หลังจากการใช้คำสั่งต่าง ๆ และใช้ เป็นตัวเลือกกลุ่มการทำงาน ของ รีจิสเตอร์กลุ่มต่าง ๆ

**STACK POINTER : SP**

MCS-51 จะรวมเอา Stack ของ ฮาร์ดแวร์ที่ใช้ RAM ภายในสำหรับการเชื่อมต่อระหว่างโปรแกรมหลัก stack การผ่านพารามิเตอร์ระหว่างงานในแต่ละส่วนโปรแกรมและ stack เก็บตัวแปรข้อมูล ชั่วคราว หรือ stack การเก็บสถานะระหว่างการบริการอินเตอร์รัพท์ ไว้ภายในชิพโดย SP มีขนาด 8 บิตจะเพิ่มค่าขึ้นโดยอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก่อนที่ข้อมูลจะนำมาเก็บในหน่วยความจำระหว่าง การใช้คำสั่ง PUSH หรือ CALL และจะลดค่าของ SP ลงหลังจากที่ได้ถ่ายเทข้อมูลออกไปแล้วในคำสั่ง POP หรือ RETURN ในทางปฏิบัติ SP มีเนื้อที่น้อยกว่า 128 Kbytes และจะ เริ่มต้นทำตำแหน่ง 07 H ฉะนั้น STACK จะเริ่มบรรจุข้อมูลที่ ตำแหน่ง 08 H และ MSC-51 สามารถแปลงค่าใน SP ได้ซึ่งจะเป็นการเปลี่ยนตำแหน่ง stack ไปยังที่ใด ๆ ของ RAM ภายในชิพ

**DATA POINTER : DPTR**

DPTR เป็นรีจิสเตอร์ขนาด 16 บิต ที่ประกอบด้วยไบต์สูง (DPH) และไบต์ต่ำ (DPL) ที่สามารถแบ่งออกเป็น รีจิสเตอร์ 8 บิต สองตัวที่ใช้ได้อย่างอิสระหรือใช้รวมกันทั้ง 16 บิตก็ได้ ในการ Increment หรือ Decrement เพื่อประโยชน์ในการใช้ เป็นฐานของเลขที่อยู่ใน รีจิสเตอร์ ในการกระโดดในทางอ้อม ในการใช้คำสั่งเกี่ยวกับตารางข้อมูล และชี้ตำแหน่งของหน่วย ความจำภายนอก

**PORT 0-3**

รีจิสเตอร์ P0, P1, P2 และ P3 ของกลุ่มรีจิสเตอร์ฟังก์ชันพิเศษ (SFR) จะเป็นตัวรีจิสเตอร์ที่แลทซ์ค่าของพอร์ต ในขณะใช้งาน

**SERIAL DATA BUFFER : SUBF**

บัฟเฟอร์ข้อมูลอนุกรมแบ่ง ออกเป็นรีจิสเตอร์สองตัว ตัวหนึ่งเป็นบัฟเฟอร์ตัวส่ง และ อีกตัวเป็นบัฟเฟอร์ ตัวรับ เมื่อข้อมูลถ่ายเทเข้า SBUF มันจะถ่ายเข้าบัฟเฟอร์ส่ง ซึ่งเป็นตัวจัดการส่งข้อมูลอนุกรม วิธีการเคลื่อนย้ายเข้า SBUF ขึ้นอยู่กับการเริ่มแรกการส่งเมื่อข้อมูลย้ายออกจาก SBUF จะเป็นการรับข้อมูลจากบัฟเฟอร์ตัวรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

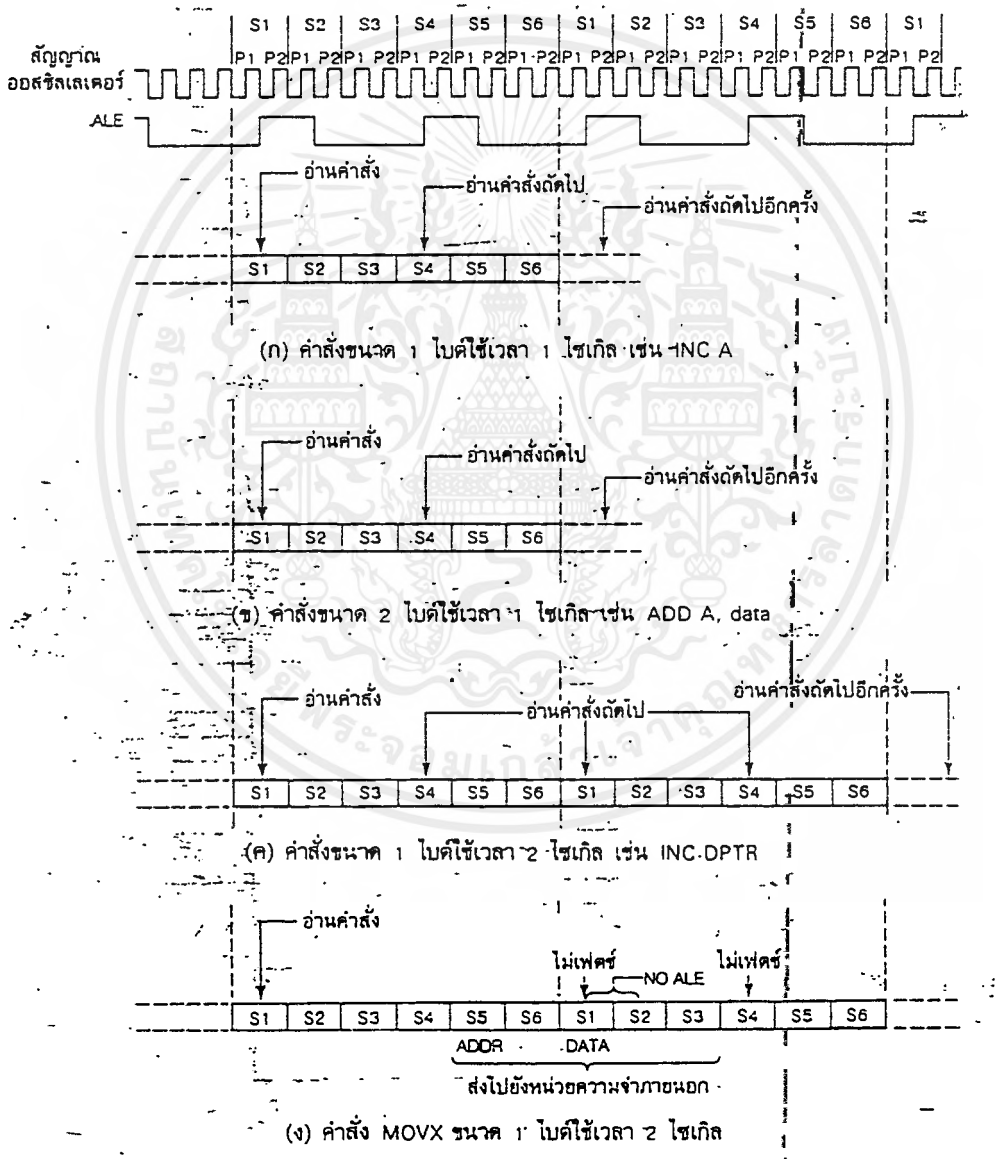
**CONTROL REGISTER**

กลุ่ม SFR ที่เป็น IP,IE,TMOD,TCON,T2CON,SCON,PCON จะประกอบด้วยบิตที่ใช้ควบคุม และแสดงสถานะของการใช้งานในระบบอินเตอร์รัพต์ตัวตั้ง เวลา/ตัวนับ และพอร์ตอนุกรม ซึ่งแสดงค่าตำแหน่งดังนี้

| | | ตำแหน่ง |
|---|---|---|
| * ACC | Accumulator | 0E0H |
| * B | B รีจิสเตอร์ | 0F0H |
| * PSW | Program Status Word | 0D0H |
| SP | Stack Pointer | 081H |
| DPTR | ตัวชี้ข้อมูล ประกอบด้วย DPH และ DPL | 083H |
| * P0 | พอร์ต 0 | 082H |
| * P1 | พอร์ต 1 | 080H |
| * P2 | พอร์ต 2 | 090H |
| * P3 | พอร์ต 3 | 0A0H |
| * IP | ตัวควบคุมการอินเตอร์รัพต์ตามลำดับ | 0B0H |
| * IE | ตัวควบคุมการอินเตอร์รัพท์อีนาเบิล | 0B8H |
| TMOD | ตัวควบคุมการเลือกโหมดตัวตั้งเวลา/ตัวนับ | 0A8H |
| * T2CON | ตัวควบคุมตัวตั้งเวลา/ตัวนับ 2 | 089H |
| TCON | ตัวควบคุมตัวตั้งเวลา/ตัวนับ | 088H |
| THO | รีจิสเตอร์ตัวตั้งเวลา/ตัวนับ 0 (ไบต์สูง) | 0C8H |
| TLO | รีจิสเตอร์ตัวตั้งเวลา/ตัวนับ 0 (ไบต์ต่ำ) | 08CH |
| TH1 | รีจิสเตอร์ตัวตั้งเวลา/ตัวนับ 1 (ไบต์สูง) | 08AH |
| TL1 | รีจิสเตอร์ตัวตั้งเวลา/ตัวนับ 1 (ไบต์ต่ำ) | 08DH |
| + TH2 | รีจิสเตอร์ตัวตั้งเวลา/ตัวนับ 2 (ไบต์สูง) | 08BH |
| + TL2 | รีจิสเตอร์ตัวตั้งเวลา/ตัวนับ 2 (ไบต์ต่ำ) | 0CDH |
| + RLDH | รีจิสเตอร์ตัวตั้งเวลา/ตัวนับ 2 ประจุใหม่อัตโนมัติ | 0CBH |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | | |
|---|---|---|
| + RLDL | (ไบต์สูง) | 0CAH |
| * SCON | รีจิสเตอร์ตัวตั้งเวลา/ตัวนับ 2 ประจุใหม่อัตโนมัติ | 098H |
| SBUF | (ไบต์ต่ำ) | 099H |
| PCON | ควบคุมการส่งข้อมูลอนุกรม | 097H |
| | บัฟเฟอร์ข้อมูลการส่งอนุกรม | |
| | ควบคุมการใช้พลังงงาน (Power) | |




รูปที่ 4.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ช่วงจังหวะเวลาของ CPU**

Machine cycle ประกอบด้วย 6 สถานะ หรือเท่ากับ 12 คาบ ของออสซิลเลเตอร์ แต่ละสถานะจะแบ่งเป็นเฟส (P1) ดังรูป 4.5 ครึ่งหนึ่ง เป็นช่องเฟส 1 แอคทีฟ และ เฟส 2 (P2) เป็นช่องเฟส 2 แอคทีฟ ดังนั้นในแต่ละ Machine cycle จะประกอบด้วย 12 คาบอสซิลเลเตอร์เป็นจำนวน S1P1 คือ สถานะที่ 1 เฟสที่ 1 ถึง S6P2 คือ สถานะที่ 6 เฟสที่ 2 โดยปกติการทำงานแบบคณิตศาสตร์ และตรรกศาสตร์จะทำในช่องเฟส 1 และการถ่ายเทข้อมูล ภายในระหว่างที่รีจิสเตอร์จะทำในช่องเฟส 2

จากรูปที่ 4.5 แสดงถึงช่วงเวลา Fetch และการทำงานที่อ้างถึงลักษณะภายใน และ เฟส เนื่องจากสัญญาณนาฬิกาภายใน ผู้ใช้ไม่สามารถที่จะควบคุมการเข้าถึงภายในได้ตามปกติ ALE จะแอ็คทีฟ 2 ครั้ง ในแต่ละ machine cycle และจะเกิดขึ้นระหว่าง S1P2 ถึง S2P1 ครั้งหนึ่งระหว่าง S4P2 ถึง S5P1 อีกครั้งหนึ่ง

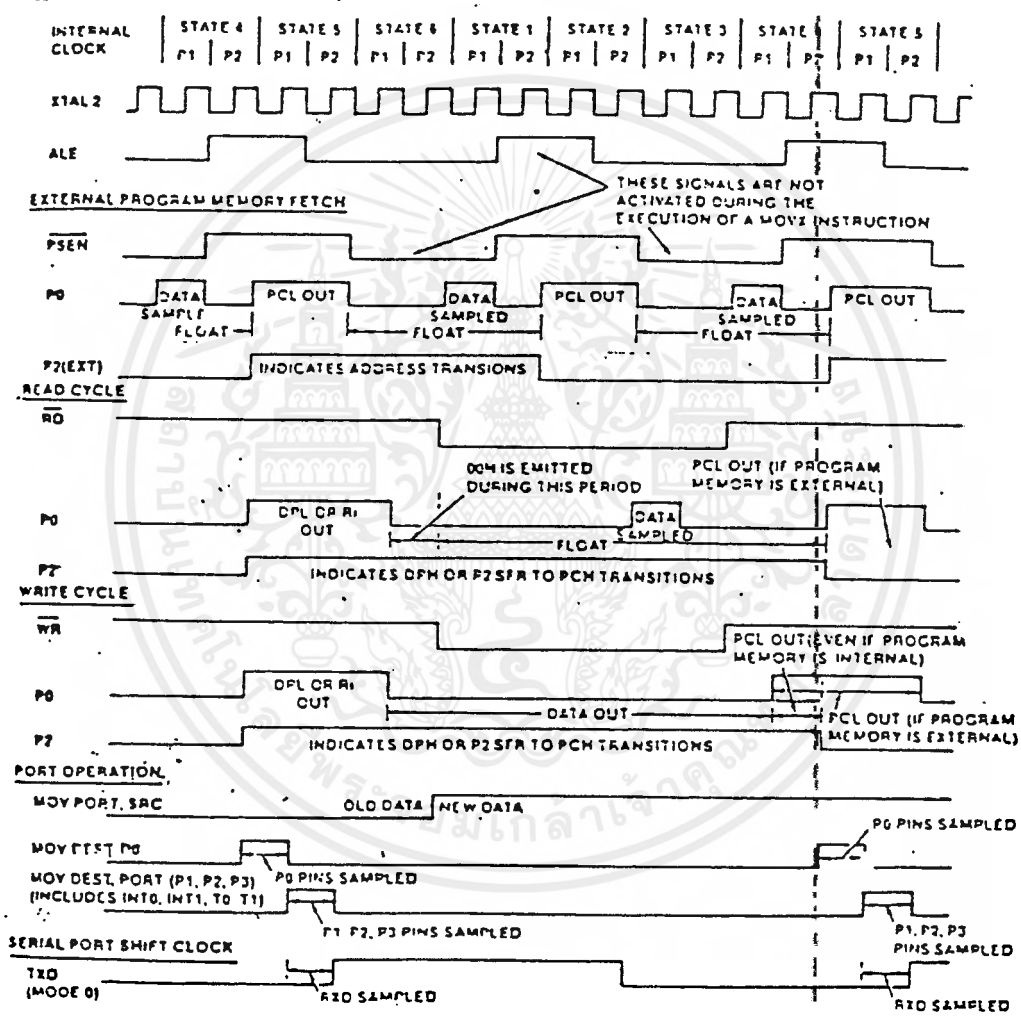
การทำงานของแต่ละ machine cycle จะเริ่มที่ S1P2 เมื่อ opcode เก็บเข้าในตัวรีจิสเตอร์ ถ้าสั่งหรืออ่าน opcode เข้ามา ถ้าคำสั่งมี 2 ไบต์ ไบต์ที่ 2 จะถูกอ่านในช่วง S4 ภายใน machine cycle เดียวกัน แต่ถ้าเป็น 1 ไบต์ คำสั่งจะยังคง fetch ที่ S4 แต่ไบต์ที่ถูกอ่าน (ซึ่งควรจะเป็น ไบต์ ที่ 2 ของคำสั่งเดียวกัน) จะไม่มีผล และตัว PC จะยังไม่เพิ่มค่าไม่ว่ากรณีใด ๆ

คำสั่ง MCS-51 ส่วนใหญ่จะทำงานในช่วง 1 Machine cycle ยกเว้นคำสั่ง MUL (คูณ) DIV (หาร) ที่ใช้มากกว่าสอง machine cycle ที่จะทำงานให้สมบูรณ์ได้จะใช้ถึง สี่ machine cycle การเขียนไปยังพอร์ต

การทำงานตามคำสั่งที่เปลี่ยนค่าใน latch ของแต่ละ Port ค่าใหม่จะเข้ามาเก็บในช่วงระหว่าง S6P2 ของ machine cycle สุดท้ายของคำสั่งอย่างไรก็ตาม Port จะเก็บค่าใน latch เมื่อมีการใช้ส่งข้อมูลออกที่ buffer output ระหว่าง phase 1 ของคาบบอกเวลาใด ๆ ของสัญญาณนาฬิกา (ส่วนระหว่าง phase 2 buffer output จะยังคงเก็บค่าเริ่มแรกที่ปรากฏใน Phase 1 ก่อนหน้านั้น) โดยลำดับค่าใหม่ที่ Latch ไว้ จะยังไม่ปรากฏที่ขา port จนกว่าจะถึง Phase 1 ตัวใหม่ ซึ่งอยู่ในช่วง S1P1 ของ machine cycle ตัวต่อมา ดังรูป 4.6

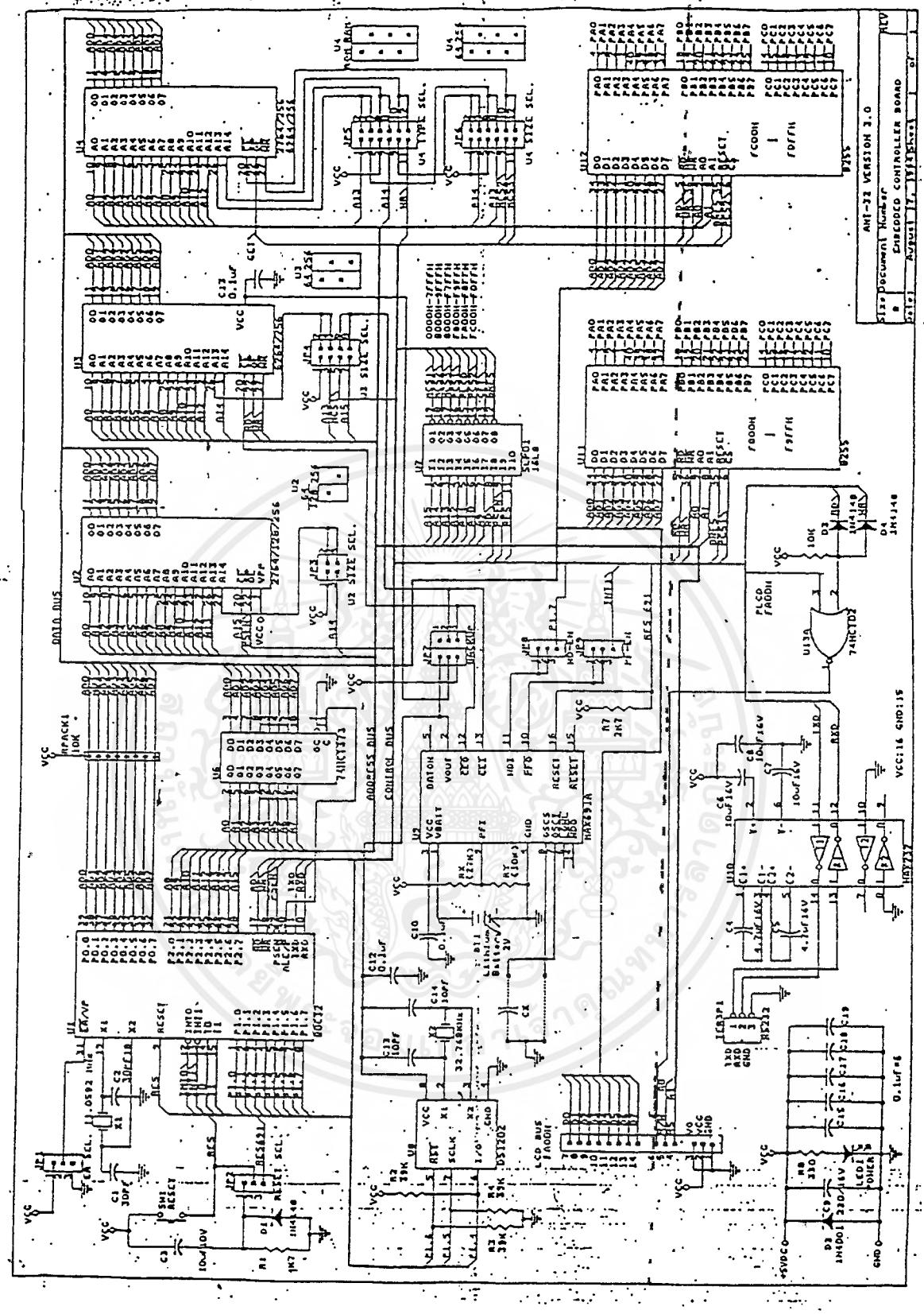
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ได้กล่าวมาเป็นเพียงคุณสมบัติเบื้องต้นที่จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทำความเข้าใจเสียก่อน เพื่อเป็นการกำหนดวงจร และแนวทางการที่จะเขียนโปรแกรมสั่งงาน และคุณสมบัติพิเศษ ที่แตกต่างกัน เฉพาะบางเบอร์ของตระกูล MCS-51 นั้น โดยลำดับค่าใหม่ที่ latch ไว้ จะยังไม่ปรากฏที่ขา port จนกว่าจะถึง Phase 1 ตัวใหม่ ซึ่งอยู่ในช่วง S1P1 ของ machine cycle ตัวต่อมา ดังรูป 4.6



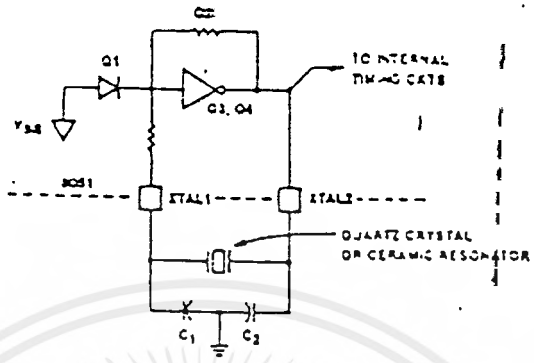

รูปที่ 4.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
038428



รูปที่ 4.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 4.8

4.1.2 การทำงานของวงจร

ลักษณะของวงจร ดังรูปที่ 4.7 ซึ่งในโครงงานเราได้นำบอร์ต ANT-32 ของบริษัท ศิลารีเสิร์ช ด้วยเหตุที่เหมาะสมที่สุดเพราะใช้ chip ตระกูล MCS-51 เป็น CPU ในส่วนของ ANT-32 จะมีวงจร RTC อยู่ในบอร์ดด้วยซึ่งจากบล็อกไดอะแกรมที่ 4.1 จะมีบล็อกของ RTC อยู่ด้วย และมีไอซีพิเศษที่เป็นตัวช่วยการทำงานของ CPU เพื่อให้การทำงานของ CPU มีความแน่นอน (เสถียรภาพที่ดี) ด้วยภายใน IC มีวงจร Watch Dog Timer, การควบคุมการรีเซทแสดงสภาวะไฟตก, การแบคอัพข้อมูลใน RAM หรือวงจร RTC ซึ่งคุณสมบัติจะมีรายละเอียดต่อไป

CPU (U1) ใช้ chip เบอร์ 80C32 ซึ่งมีคุณสมบัติต่าง ๆ ได้อธิบายไว้ข้างต้นแล้ว ลักษณะการทำงานที่ขา X1 X2 จะต่ออยู่กับ Crystal 11.0592 MHz และต่อขนานกับ C1 และ C2 เป็นตัวออสซิสเลเตอร์แบบ positive reactance ซึ่งภายในจะเป็นลักษณะ Single limber inverter ดังรูปที่ 4.8 ในการใช้งาน Crystal นี้ จะทำที่โหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

fundamental เสมือนเป็น inductance โดยต่อขนานอยู่กับตัวคาปาซิเตอร์ภายนอกที่ต่อกับ Crytal ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล 80C31 สามารถต่อกับหน่วยความจำภายนอกได้ถึง 128 Kbytes โดยแบ่งออกเป็นสองส่วนคือ 64 byte เป็นหน่วยความจำโปรแกรม (program memory) และอีก 64 Kbytes เป็นหน่วยความจำข้อมูล (Data memory) ซึ่งหน่วยความจำทั้งสองส่วนนี้มี Asdress ที่ OOOOH - FFFFh เหมือนกัน แต่จะถูกแยกออกจากกันด้วยสัญญาณควบคุมที่ต่างกันโดยสัญญาณ PSEN\ ใช้ควบคุมในการอ่านหน่วยสัญญาณโปรแกรม (EPROM) สัญญาณ RD\ และ WR\ ใช้ควบคุมการอ่านและเขียน หน่วยความจำข้อมูลและ Port I/O และ สำหรับการอ่านหน่วยความจำ โปรแกรมและข้อมูล (program and datamemory) ใช้สัญญาณ GET\ ซึ่งสัญญาณนี้ได้จากการ AND สัญญาณ PSEN\ และ RD\CPU ทำการติดต่อกับหน่วยความจำ 3 ส่วนคือ U2 เป็นหน่วยความจำภายนอกที่ใช้เก็บโปรแกรม [external program memory] ซึ่งจะใช้ EPROM มีค่า memorymap ที่ (OOOOH - 7FFFH) ส่วนที่ 2 คือ U3 เป็นหน่วยความจำที่ใช้เก็บข้อมูล (data memory) มีค่า memory map ที่ (OOOOH - 7FFFH) ซึ่ง U3 นี้มีแบตเตอรี่แบคอัพ สำหรับเก็บข้อมูลเมื่อเกิดกรณีไฟดับ จะต่ออยู่กับ Vout (ขา 2 ของ U8) ส่วนที่ 3 คือ U4 เป็นหน่วยความจำที่ใช้ทั้งเก็บโปรแกรมและเก็บข้อมูล (program and datamemory) ซึ่งใช้ EPROM

ส่วนของ Port นอกจาก Port ภายใน (internal port) ของ CPU คือ Port 1 รวมทั้งขา INTO,INT1,TO,T1 และยังมี Port ภายนอกคือ U10 และ U11 เบอร์ 8255 แต่เราใช้เพียง U10 เท่านั้น

8255 program Peripheral Interface (PPI) เป็น chip port แบบขนานที่นิยมใช้กันมากสำหรับบอร์ด ANT-32 นี้มี 8255 อยู่ 2 ตัว คือ U10, U11 ทำหน้าที่เป็น Port ขนานทำให้มี Port I/O ถึง 24 x 2 = 48 bit แต่เราจะใช้ U10 เพียงตัวเดียวและมีตำแหน่ง Address ดังนี้

| | | | |
|---|---|---|---|
| Port | A | ตำแหน่ง | Address F800H + 00H = F800H |
| Port | B | ตำแหน่ง | Address F800H + 01H = F801H |
| Port | C | ตำแหน่ง | Address F800H + 02H = F802H |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Mode Port ตำแหน่ง Address F800H + 03H = F803H

ก่อนที่จะใช้งาน port 8255 จะต้องทำการกำหนดโหมดการทำงานของ พอร์ต A,B,C ให้เป็น Input, หรือ output โดยการเขียนค่า Control code ไปที่ Mode port ซึ่ง Mode port นี้สามารถเขียนได้ เท่านั้นไม่สามารถอ่านได้

ส่วนถอดรหัส Address ของหน่วยความจำสำหรับ U 2 ใช้สายสัญญาณ Address (A15) เพื่อเป็นการกำหนดให้ U2 อยู่ที่ Address 0000H - 7FFFH ส่วน U3 และ U4 ใช้สายสัญญาณ Address A13 - A15 ร่วมกับ U6 จัดให้ U3 อยู่ที่ Address 0000H - 7FFFH และ U4 อยู่ที่ Address 800H - F7FFH ส่วน port ของ U10 จัดให้อยู่ที่ Address F800H - F9FFH และ U11 อยู่ที่ Address FC00H - FDFFH ส่วน U6 นอกจากใช้ถอดรหัส Address แล้วยังใช้สร้าง สัญญาณอ่านข้อมูลสำหรับหน่วยความจำของ U4 และเป็น buffer สัญญาณ reset CPU ด้วย ซึ่งแสดง memory map ดังตารางที่ 4.1

ส่วนที่ช่วยเพิ่มเสถียรภาพของ CPU คือ U8 (MAX691) ซึ่งมีหน้าที่การใช้งานดังนี้

- reset CPU เมื่อเริ่มจ่ายไฟให้กับระบบ (power up) และเมื่อแรงดัน Vcc ตกลงต่ำกว่าที่กำหนดโดยที่ขา reset จะเป็น "1" เมื่อแรงดัน Vcc ตกลงต่ำกว่า 4.5 V และจำเป็น "0" หลังจากแรงดัน Vcc สูงกว่า 4.75V ประมาณ 50 ms ซึ่งก็หมายความว่า CPU จะถูก reset เมื่อเริ่มจ่ายไฟด้วย pulse ที่มีความกว้าง 50 ms และจะถูก reset อีกครั้งเมื่อไฟตก นอกจากนี้แล้ว reset จะถูกใช้เมื่อเลือกใช้งาน Watch dog timer และส่วนวงจรตรวจจับแรงดันไฟตก (Power Fail Detector) สำหรับระบบมีความสำคัญมากที่ต้องเก็บค่าพารามิเตอร์หรือข้อมูล ก่อนที่ระบบจะหยุดทำงาน โครงสร้างภายในของวงจรนี้เป็น Voltaage Comparator โดยรับแรงดัน input ที่ต้องการตรวจสอบจากภายนอกเข้าที่ขา PFI นำมาเปรียบเทียบกับแรงดันอ้างอิง 1.3 V ซึ่งขา output คือ PFO จะเป็น "0" เมื่อแรงดันที่ขา PFI ต่ำกว่า 1.3 V ขา PFI รับแรงดันมาจากวงจร Voltage devider ภายนอกซึ่งก็คือ Rx,Ry โดยทำการตรวจ Vcc 5V ค่าอัตราส่วนของวงจร Voltage Devider สามารถกำหนดได้จากหลักการที่แรงดันที่ขา PFI จะตกลงถึงค่า 1.3V ก่อนที่แรงดัน .5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

V จากแหล่งจ่าย ไฟจะตกลงถึง 4.75V โดยปกติแล้วขา PFO จะต่อเข้ากับขา INT1 ของ CPU เพื่อให้ทำการนำข้อมูลที่จำเป็นลง RAM ก่อนที่แรงดัน Vcc จะตกลงต่ำกว่า 4.75V และแรงดันนี้เองที่ CPU จะถูก reset อีกครั้ง (power down reset) และที่ขา 1 และขา 4 ของ U8 เราต่อแบตเตอรี่สำรองข้อมูลใช้สำหรับเก็บค่าของเวลาของ U7 และเก็บข้อมูลลง RAM ในขณะไฟดับโดยใช้แบตเตอรี่ลิเทียมซึ่งข้อดีคือ จัดวงจรง่ายไม่ต้องมีวงจรชาร์จ และมีอายุการใช้งานนานกว่าชนิดนิกเกิลแคดเมียม

ส่วนของบอร์ด -32 จะมีอธิบายโดยละเอียดอีกครั้งในเรื่องบอร์ด -32

- reset เมื่อ CPU ไม่กระตุ้นวงจร Watch dog timer ในช่วงเวลาที่กำหนด หลักการทำงานของ (Watch cog timer) คือ CPU ต้องส่งสัญญาณไปกระตุ้นที่ขา WDI (Watch dor timer)ของ MAX691 โดยใช้ P1.7 ที่ขา OSC IN ของ OSC SEL ของ MAX691 ไม่ได้ต่อใช้งาน (ปล่อยลอย) CPU ต้องทำการเปลี่ยนสภาวะ (toggle) ที่ขา WDI ทุก ๆ 1.6 วินาที (Watchdog timer Period = 1.6วินาที โดยใช้คำสั่ง CPL P1.7 เพื่อให้แน่ใจว่า Software ได้ทำงานอย่างถูกต้องถ้า Hardware หรือ Software เกิดทำงานผิดพลาด ซึ่งจะมีผลทำให้สภาวะที่ขา WDI ไม่เปลี่ยนแปลงตามเวลาที่กำหนดไว้ MAX691 จะส่งสัญญาณ reset เป็น pulse บวกที่ขา RESET กว้าง 50 ms เพื่อ reset ให้ CPU กลับไปทำงานใหม่อีกครั้ง และที่ขา reset นี้จะส่ง pulse Reset ออกมาทุก ๆ 1.6 ms จนกว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงที่ขา WDI อีกครั้ง

- ตัดไฟ Vcc กับแบตเตอรี่ เพื่อจ่ายให้กับ IC ที่ทำการสำรองข้อมูล ICMAX691 นี้จะคอยกระตุ้น (reset) ให้ CPU เริ่มทำงานใหม่ เมื่อระบบแฮงก์ (hang) เพื่อเพิ่มเสถียรภาพการทำงานของระบบให้ดีขึ้น

## 4.2 RTC (REAL TIME CLOCK)

สำหรับการใช้งานของระบบ Microcontroller ในโครงงานนี้ซึ่งมีเวลามาเกี่ยวข้องด้วยจำเป็นต้องมีวงจรในส่วนที่ทำหน้าที่เป็น RTC คือเวลานาฬิกาจริงคือ U7 ในรูปที่ 4.7 ใช้ chip เบอร์ DS1202 Serial Timekeeper chip โดยต่อร่วมกับ อุปกรณ์ภายนอกเพียงเล็กน้อย ซึ่งเมื่อใช้งานต้องมี chip Ds1202 และ MAX691 รวมทั้ง คริสตอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

32.768 KHz และแหล่งจ่ายไฟสำรอง (แบตเตอรี่ลิเซี่ยม) DS1202 (U7) ซึ่งเป็น RTC/Calendar และ Static RAM ขนาด 24 byte ทำการ Interface กับ CPU แบบอนุกรม โดยใช้สายเพียง 3 เส้นคือ ขา RST(Reset) ขา I/O (DataLine), ขา SCLK (Serial Clock) ขาสัญญาณทั้ง 3 นี้จะต่อเข้ากับขา P1.6, P1.4 และ P1.5 ของ 80C31 เมื่อต้องการทราบค่าเวลา CPU ต้องทำการอ่านค่าเวลาจาก RTC เพราะว่า DS1202 ไม่มีขาสำหรับไป Interrupt CPU และ CPU สามารถเขียนหรืออ่านข้อมูลของ Clock หรือ RAM ได้ 2 วิธี คือ Single-byte และ Multiple-byte โดยทั้งสองวิธี CPU จะต้องส่ง command byte (8 bit) ให้ DS1202 เพื่อบอกให้ DS1202 ทราบว่าจะทำการเขียนหรืออ่าน Clock หรือ RAM พร้อมตำแหน่ง Address และตามด้วยข้อมูล ในขณะที่กำลังติดต่อกับ DS 1202 สัญญาณที่ขา RST\ ต้องเป็น "1" ขา SCLK จะเป็นสัญญาณ Serial Clock เพื่อทำการเขียนหรืออ่านข้อมูล โดยจะใช้สัญญาณ clock 1 ลูกสำหรับข้อมูล 1 bit ส่วนขา I/O เป็นข้อมูลอนุกรมโดยจะเป็น input เมื่อทำการเขียนและเป็น output เมื่อทำการอ่าน โดยข้อมูลที่จะเขียนหรืออ่านนี้จะเริ่มจากบิทที่ 0 และจบด้วยบิท 7 ค่าของ command byte ในการเขียนและอ่าน Clock และ RAM แสดงไว้ดังตารางที่ 4.2

ซึ่งบล็อกไดอะแกรม RTC (รูปที่ 4.1) จะร่วมอยู่ในบอร์ด ANT-32 ด้วย

COMMAND BYTES/DEFINITION Figure 4

| REGISTER | FUNCTION | COMMAND ADDRESS (HEX) | WRITE=W READ=R | RANGE DATA (BCD) | REGISTER DEFINITION 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | SECONDS | 80<br>81 | W<br>R | 00-59 | CH | 10 SEC | | | SEC | | | |
| 1 | MINUTES | 82<br>83 | W<br>R | 00-59 | 0 | 10 MIN | | | MIN | | | |
| 2 | 12HRS<br>24 HRS | 84<br>85 | W<br>R | 01-12<br>00-23 | 12\<br>24 | 0<br>0 | AP<br>10 | HR<br>HR | HOUR | | | |
| 3 | DATE | 86<br>87 | W<br>R | 01-31 | 0 | 0 | 10DATE | | DATE | | | |
| 4 | MONTH | 88<br>89 | W<br>R | 01-12 | 0 | 0 | 0 | 10M | MONTH | | | |
| 5 | DAY | 8A<br>8B | W<br>R | 01-07 | 0 | 0 | 0 | 0 | DAY | | | |
| 6 | YEAR | 8C<br>8D | W<br>R | 00-99 | 10 YEAR | | | | YEAR | | | |
| 7 | WRITE PROTECT | 8E<br>8F | W<br>R | 00-60 | WP | ALWAYS ZERO | | | | | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | | | |
|---|---|---|---|
| 31 | CLOCK BURST | BE BF | W R |
| 0 | RAM 0 | C0 | W |
| | | C1 | R |
| 23 | RAM 23 | CE | W |
| 31 | RAM BURST | FE FF | W R |

TABLE 4.2 COMMAND BYTE

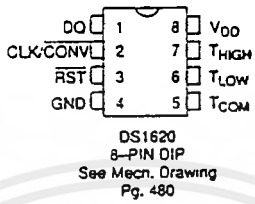
## 4.3 TEMPERATURE & SENSOR

4.3.1 ตัววัดอุณหภูมิ

มีวิธีการหลายวิธีในการวัดอุณหภูมิ โดยเครื่องมือแต่ละชนิดอาศัยหลักการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติ เฉพาะของสาร คือ จะต้องมีการเปลี่ยนแปลงที่วัดได้ เมื่ออุณหภูมิที่วัดเปลี่ยนไปและการเปลี่ยนแปลงที่วัดได้ต้องคงที่แน่นอน ส่วนตัววัดอุณหภูมิทางอิเลคทรอนิคส์นั้นจะแสดงค่าอุณหภูมิออกมาเป็นตัวเลขอย่างเที่ยงตรง (บอกเป็นแรงดัน) ตัวอุปกรณ์ที่ว่านี้เราใช้อุปกรณ์ทาง Semiconductor โดยหลักการทำงานคือ เมื่ออุณหภูมิมีการเปลี่ยนทำให้ Junction P-N มีการไปลี่ยนแปลงด้วย และลักษณะตัววัดเสมือน Zener diode จึงทำให้การรักษาระดับแรงดัน มีการเปลี่ยนแปลงไปตามอุณหภูมิ โดยเมื่อ อุณหภูมิสูงจะได้ค่าแรงดัน Output มีค่าแรงดันมากและเมื่ออุณหภูมิเริ่มต่ำลงค่าแรงดันที่ output จะลดลงด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคัดเลือกตัววัดอุณหภูมิ เห็นว่า IC เบอร์ DS1620 คุณสมบัติตามที่กล่าวมา ซึ่ง DS1620 เป็นวงจรอินดิเกรทเซอร์กิตซึ่งใช้ทำเป็นตัวตรวจจับอุณหภูมิสำหรับใช้ในย่านอุณหภูมิตั้งแต่ -55 ‘ C ถึง + 125 ‘ C มีลักษณะรูปร่างดังรูป 4.9




รูปที่ 4.9

โดยพื้นฐานแล้ว DS1620 เป็นไอซีที่ใช้ SENSOR อุณหภูมิที่อยู่ล้อมรอบตัวของ IC ซึ่งไอซีตัวนี้จะเปลี่ยนอุณหภูมิที่ผิวของตัวมันไปเป็นข้อมูลฐาน 16 ส่งออกมาแบบอนุกรม

ในการใช้งานจะใช้ขาสัญญาณ 3 ขา คือ DQ , CLK / CONV , VCC , GND และ RST โดยขา DQ จะส่งข้อมูลออกมาแบบอนุกรมมีขนาด 9 bit ใช้เวลาในการแปลงค่าอุณหภูมิไปเป็นข้อมูลฐาน 16 เท่ากับ 1 วินาที

**ตาราง 4.3**

| อุณหภูมิ (‘C) | DIGITAL OUTPUT BINARY | HEX |
|---|---|---|
| 18 | 0 0010 0100 | 24 |
| 19 | 0 0010 0110 | 26 |
| 20 | 0 0010 1000 | 28 |
| 21 | 0 0010 1010 | 2A |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | | |
|---|---|---|
| 22 | 0 0010 1100 | 2C |
| 23 | 0 0010 1110 | 2E |
| 24 | 0 0010 0000 | 30 |
| 25 | 0 0011 0010 | 32 |
| 26 | 0 0011 0100 | 34 |
| 27 | 0 0011 0110 | 36 |
| 28 | 0 0011 1000 | 38 |
| 29 | 0 0011 1010 | 3A |
| 30 | 0 0011 1100 | 3C |
| 31 | 0 0011 1110 | 3E |
| 32 | 0 0100 0000 | 40 |
| 33 | 0 0100 0010 | 42 |
| 34 | 0 0100 0100 | 44 |
| 35 | 0 0100 0110 | 46 |

TABLE TEMPRATURE / DATA

<u>ความเป็นเชิงเส้น</u>

จุดเด่นของตัววัดที่เป็น Semiconductor เช่น เบอร์ DS1620 จะได้ BINARYแรงดัน output ที่เป็น เชิงเส้นเมื่อเทียบกับอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงในย่านที่กำหนดซึ่งไม่เหมือนกัน output ที่ได้จากตัวตรวจจับอุณหภูมิส่วนใหญ่ ซึ่ง output จะไม่เป็นเชิงเส้น ซึ่งถ้าเรานำเอาค่าแรงดัน output มาเขียนเป็นกราฟระหว่างค่าแรงดันกับอุณหภูมิตลอดย่านการทำงานของ DS1620 เมื่อลากเส้นไปตัดแกนอุณหภูมิที่ 0 องศาสัมบูรณ์ สัญญาณ output ที่อ่านได้จากกราฟจะเป็น 0000 H จากความเป็นเชิงเส้นที่กล่าว จะต้องขึ้นอยู่กับการปรับความถูกต้องของอุณหภูมิเพียงครั้งเดียวจะให้ความถูกต้องตลอดย่านอุณหภูมิที่ ใช้งานนั้นก็เนื่องมาจาก output จะแปรผันโดยตรงอย่างเที่ยงตรง กับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุณหภูมิสัมบูรณ์ โดย output จะลดลงเป็น 0000 H ที่อุณหภูมิองศาสัมบูรณ์ ดังนั้น การปรับความลาดชันที่อุณหภูมิค่าหนึ่งให้ถูกต้อง จะทำให้เกิดความถูกต้องตลอดย่านอุณหภูมิ

## 4.4 Driver

Driver เป็น Output อีกวงจรหนึ่ง (จากรูป 4.1) จะเป็นส่วนที่ตัดต่อไฟสลับให้กับ Compressor และพัดลม (เปลี่ยนความเร็วของพัดลม)

ส่วนของ Compressor สัญญาณที่ควบคุมส่วนนี้จะต่อกับ PORT 8255 ซึ่งใช้ USER PORT 1 (PAO) เมื่อที่ PA.0 มีค่าเป็น "1" (5 Vde) ที่ D7 นำกระแส R/8 ทำหน้าที่กำจัดกระแสที่ไหลผ่านไม่ให้เกินค่าสูงสุดที่ตัวเชื่อมโยงทางแสงจะทำได้คือ 50 mA ตัว Opto Isolator (Iso1) ทำงานทำให้ให้ Q1 นำกระแสวงจรส่วนไฟสลับทำงาน ที่ขา GATE กับขา MT1 จะมี C16 และ R17 ต่อคร่อมเป็น Damping ไว้เพื่อป้องกันการเสียหายในช่วงการ OFF ของ TRIAG ส่วน R24 และ C17 เพื่อป้องกัน Spike จากการที่ Compressor On Off จะมีกระแสกระชากอยู่ขณะหนึ่ง เหตุผลที่เลือก opto-Isorator เพราะแยกไฟกระแสตรงกับกระแสสลับให้ออกจากกันเพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นไม่กระทบถึง CPU 80C31 มีคุณสมบัติที่เริ่มการทำงานจาก 0 ซึ่งภายในตัวนี้มีวงจรตรวจจับแรงดัน 0 และ TRIAG ภายในจะเริ่มนำกระแสเมื่อแรงดันมีค่าเริ่มจากศูนย์เพิ่มขึ้น ทั้งทางบวกและทางลบ การใช้อุปกรณ์ solid-state แทน Relay จะแก้ปัญหาของการอาร์คของหน้าสัมผัส และแยกส่วนทาง DC กับ AC

วงจรที่ควบคุม Compressor และควบคุมพัดลมจะเหมือนกัน จึงเป็นหลักการอันเดียวกันสภาวะใดที่ Compressor On หรือ Off จะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิที่ตัววัด (Sensor) ว่ามีความแตกต่างกับอุณหภูมิที่ตั้งค่าไว้อย่างไร ถ้าอุณหภูมิที่ตัววัดมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิที่ตั้งค่าไว้ ทำให้ PAO USER PORT 1 ของ 8255 มีค่าเป็น "1", และวงจรชุดควบคุมส่วนของ Compressor ทำงาน เมื่ออุณหภูมิที่ตัววัดมีค่าลดลงจนเท่ากับอุณหภูมิที่ตั้งค่าไว้ (อุณหภูมิห้องเย็นลง) ทำให้ค่าที่ PAO มีค่าเป็น "0" และวงจรชุดควบคุมส่วนของ Compressor Off ทำให้ Compressor หยุดทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนของความเร็วพัดลม (FAN SPEED) ซึ่งค่า input ที่ได้จะทำการเปลี่ยนความเร็วของพัดลม (speed) มีด้วยกัน 3 ระดับ คือ High speed (PA2), Low speed (PA6) และ Meduim speed (PA4) ซึ่งการทำงาน ON/OFF ใช้หลักการเดียวกับส่วนควบคุมของ Comperssor การควบคุมความเร็วของพัดลมได้

## 4.5 POWER

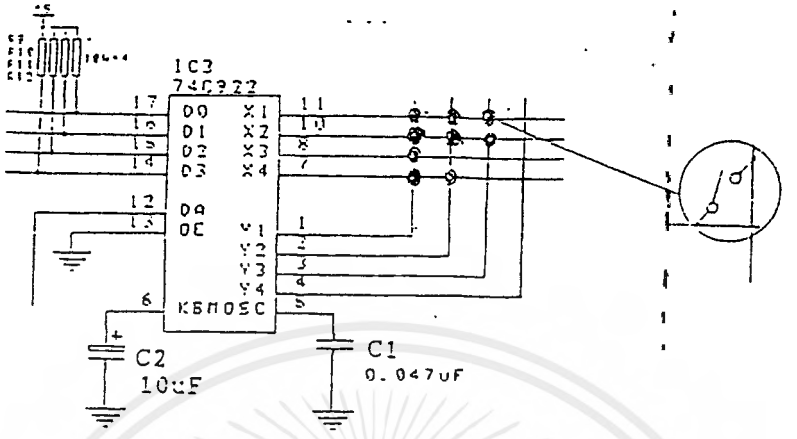
แต่ละภาควงจร ที่ได้กล่าวมาต้องการแรงดันกระแสตรง +5 Volt เป็นแบบ Single Supply คือไฟบวกกับกราวน์ และวงจรต่าง ๆ ต้องการเสถียรภาพของแรงดัน จึงต้องใช้ IC Regulated เบอร์ LM7805 (U18) ตามรูปที่ 4.17 มี C24 และ C25 เป็นตัวกรองสัญญาณรบกวนที่ปนเข้ามากับไฟสลับสัญญาณรบกวนต่าง ๆ ที่ปนเข้ามานั้นจะเป็นสาเหตุทำให้การทำงานของอุปกรณ์ผิดพลาดรวมทั้งส่วนของข้อมูลโปรแกรมด้วย การลดแรงดันไฟสลับใช้ Transformer T1 จาก 220 Vac มาเป็น 9 Vac ต่อเข้ากับวงจร Bridge Rectifier เพื่อให้ได้แรงดันไฟตรงเป็น Full wave Rectifier ขนาดของ T1 ใช้ 500 mA ซึ่งเพียงพอที่จะจ่ายกระแสให้กับองศาต่าง ๆ ได้ ส่วนทางขด Primary ของ T1 มี Fuse F1 ต่ออนุกรมอยู่เป็นตัวป้องกันการ Short circuit และ Over load Circuit Breaker มีเพื่อเปิด/ปิด แรงดันที่จะจ่ายให้กับวงจรควบคุมแบบถาวร (Nc standby) และตัดไฟเพื่อการตรวจสอบวงจรเมื่อทาง Hard ware เกิดขัดข้อง

## 4.6 KEY BOARD INPUT

ในการออกแบบวงจรสร้างสัญญาณอินพุต จะใช้ไอซี 74C922 เป็นตัวสร้างสัญญาณเพื่อเป็นสัญญาณอินพุตให้กับพอร์ตอินพุตซึ่งคุณสมบัติของไอซี 74C922 สามารถสร้างสัญญาณ Binary 4 บิต จำนวน 16 ชุด คือ 0000 ถึง 1111 ซึ่งสามารถที่เกิดขึ้นนี้จะเกิดจากการนำขา X1 ถึง X4 กับขา Y1 ถึง Y4 มาต่อกันครั้งละหนึ่งคู่เช่น นำขา X1 ต่อกับขา Y1 จะได้สัญญาณเป็น 0000, ขา X1 ต่อกับขา Y2 จะได้สัญญาณที่เป็น 0001 เป็นต้น จากคุณสมบัติดังกล่าวจึงนำไอซี 74C922 มาประกอบวงจรสร้าง

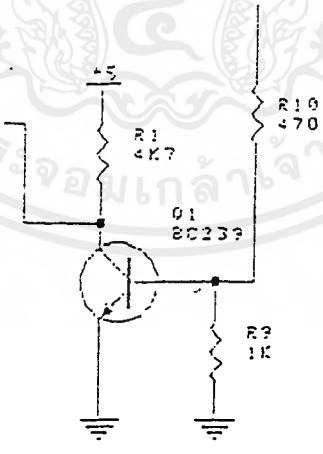
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณอินพุต โดยใช้สวิทช์กดติดปล่อยดับแบบหน้าสัมผัสเดียว ซึ่งจะต่อระยะระหว่างขา X กับขา Y รูปการต่อวงจรแสดงไว้ดังรูป 4.15 ในขณะที่ไอซี 74C922




รูปที่ 4.10 แผนภาพแสดงการต่อวงจรของไอซี 74C922

สร้างสัญญาณ Binary 4 บิต ออกมา 1 ชุด ที่ขา DA จะมีสัญญาณลอจิกสูงออกมา 1 ลูก ซึ่งสัญญาณนี้จะนำไปเป็นสัญญาณอินเตอร์รัปต์ให้กับไอซี 8751 แต่ในการออกแบบเลือกใช้อินเตอร์รัปต์ที่ลอจิกต่ำ ดังนั้นจึงต้องออกแบบวงจร ดังแสดงไว้ในรูปที่ 4.11 เพื่อเปลี่ยนสัญญาณลอจิกสูงให้เป็นลอจิกต่ำ




รูปที่ 4.11 แผนภาพแสดงวงจรกับเฟสุ

การกำหนดค่า C1 และ C2 ของวงจรรูปที่ 4.10 ขึ้นอยู่กับขนาดของสวิทช์ที่ใช้ ไอซี 74c922 สามารถต่อสวิทช์เพื่อใช้งานได้ทั้งหมด 16 ชุด แต่ในชุดควบคุมนี้ใช้สวิทช์เพียง 9 ตัว ซึ่งตำแหน่งการใช้มีรายละเอียดดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | | | |
|---|---|---|---|
| สวิทช์ตัวที่ 1 | ต่อขา X1 กับขา Y1 | ให้เอาต์พุตคือ | 0000 |
| สวิทช์ตัวที่ 2 | ต่อขา X2 กับขา Y1 | ให้เอาต์พุตคือ | 0001 |
| สวิทช์ตัวที่3 | ต่อขา X3 กับขา Y1 | ให้เอาต์พุตคือ | 0010 |
| สวิทช์ตัวที่4 | ต่อขา X4 กับขา Y1 | ให้เอาต์พุตคือ | 0011 |
| สวิทช์ตัวที่5 | ต่อขา X1 กับขา Y2 | ให้เอาต์พุตคือ | 0100 |
| สวิทช์ตัวที่6 | ต่อขา X2 กับขา Y2 | ให้เอาต์พุตคือ | 0101 |
| สวิทช์ตัวที่7 | ต่อขา X3 กับขา Y2 | ให้เอาต์พุตคือ | 0110 |
| สวิทช์ตัวที่8 | ต่อขา X1 กับขา Y3 | ให้เอาต์พุตคือ | 1000 |
| สวิทช์ตัวที่9 | ต่อขา X2 กับขา Y3 | ให้เอาต์พุตคอ | 1000 |

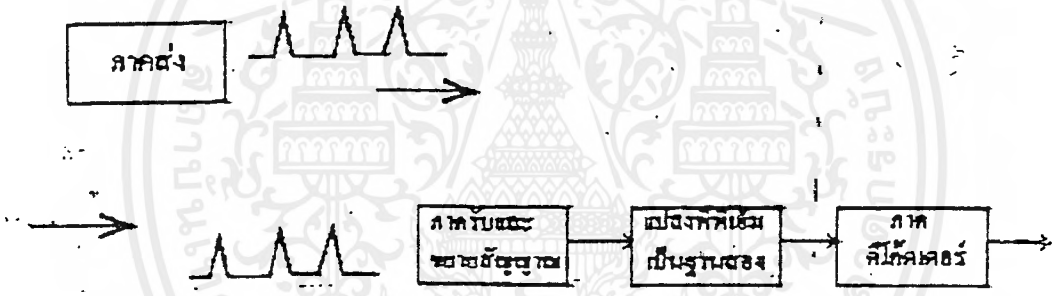
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 5

# การทำงานของรีโมทคอนโทรลและส่วนแสดงผล (LCD)

## หลักการทำงานของรีโมทคอนโทรล

แบ่งภาคการทำงานเป็น 3 ส่วน คือ ในส่วนแรกคือ ภาคส่ง (TRANSMITTER) ใน ภาคที่สองคือ ภาครับ ซึ่งประกอบด้วยตัวรับและตัวแปลงรหัสหรือ DECODER และในส่วนที่สาม คือ ภาคเอ้าพุตที่เราจะนำไปใช้งานต่อไป แสดงในรูปที่ 5.1




รูปที่ 5.1 แสดงหลักการเบื้องต้นของรีโมทคอนโทรล

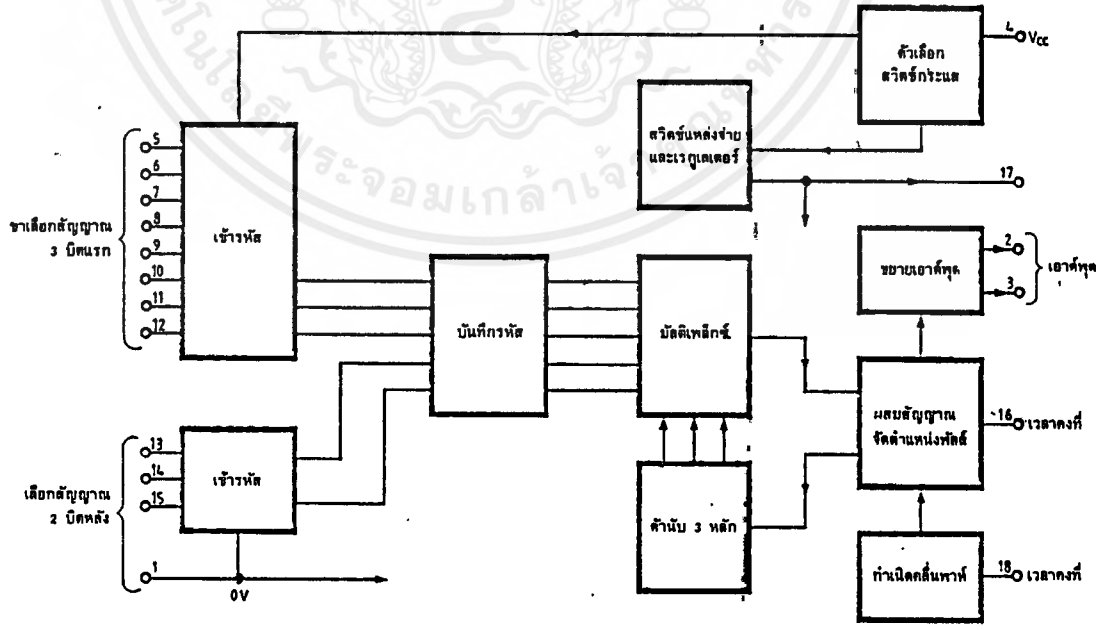
<u>ภาคส่ง</u>

ใช้ ไอซีเบอร์ SL 490 เป็นไอซีสำหรับเข้ารหัสเมื่อกดคีย์ โดยส่งออกไปเป็นลักษณะของพัลส์โพซิชั่น มอดูเลชั่นหรือ PPM มีลักษณะเปลี่ยนไปตามโค้ดที่ได้จากโค้ดรีจิสเตอร์ เมื่อส่งย่านอินฟาเรด โครงสร้างภายในแสดงในรูปที่ 5.2 โดย key ที่ใช้ในโครงงานนี้มีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| CONTROL FUNCTION | RECEPTION CODE |
|---|---|
| TIM.ON | FEH |
| TIM.OFF | FDH |
| TEMP | FBH |
| CANCLE | F7H |
| ENTER | EFH |
| ( - ) | DFH |
| ( + ) | BFH |
| POWER ON/OFF | 7FH |

วงจรภาคส่งแสดงในรูปที่ 5.2 ใช้ไฟ 9 โวลท์ ป้อนเข้าขา 4 ของ SL 490B และเป็นไฟเลี้ยงให้ Q1, Q2 เมื่อขา 2 ให้สัญญาณเอ้าต์พุต ซึ่งเป็นการผสมสัญญาณระหว่างความถี่ของคลื่นพาห์กับสัญญาณมัลติเพล็กไปเป็นสัญญาณพีพีเอ็ม เป็นไบแอสสำหรับ Q1 เพื่อขับ Q2 ให้ทำงาน LED1, LED2 จะส่งพัลส์อินฟาเรดออกมา โดยที่ R1, R2, C1, C2 เป็นตัวกำหนดความถี่คลื่นพาห์



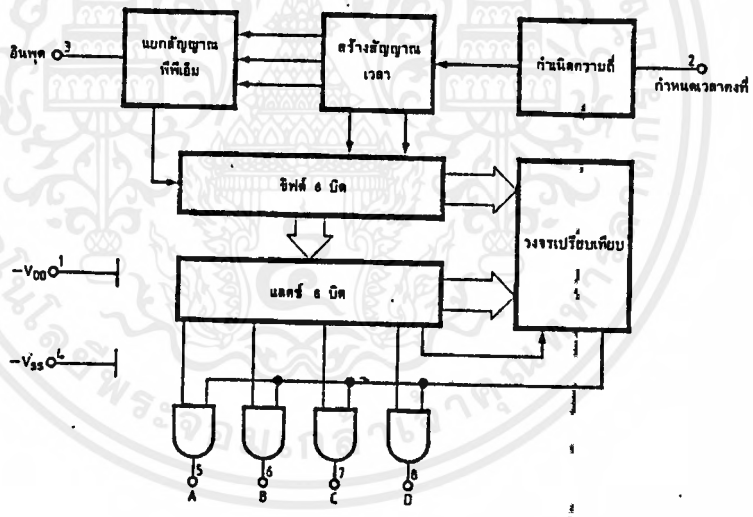

รูปที่ 5.2 แสดงบล็อกไดอะแกรมของ SL 490B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ภาครับ**

ใช้ไอซีเบอร์ SL 486 เป็นภาครับสัญญาณเข้ามาโดยผ่านไดโอดรับคลื่น แล้วทำการขยายสัญญาณพีพีเอ็มที่รับเข้ามา ก่อนส่งไป ML 926

ML 926 จะรับสัญญาณพีพีเอ็มเข้ามาแยก แล้วแปลงออกมาเป็นสัญญาณเลขฐานสอง ออกมาทางขา 5,6,7 และ 8 VR1 100K ใช้สำหรับปรับความถี่ออสซิลเลเตอร์ของ IC2 ML926 ให้ตรงกับอินพุตที่รับเข้ามา ส่วนเอ้าพุตขา 5,6,7 และ 8 ของ IC2 ML926 ซึ่งจะแสดงผลผ่าน LED1 - LED4 สำหรับ IC3 CD4514 รับสัญญาณเข้ามาถอดรหัสให้ได้เอ้าต์พุต 15 ช่อง ในกรณีของ CD 4514 เมื่อยังไม่มีการทำงานเอ้าต์พุตทั้งหมดจะเป็น "0" เวลากดสวิตซ์ช่องใดช่องหนึ่ง ช่องนั้นจะมีเอ้าต์พุตเป็น "1" แสดงในรูปที่ 5.3




รูปที่ 5.3 แสดงบล็อกไดอะแกรมของ ML 926

เนื่องจาก IC1, IC2, IC3 นั้นใช้ไฟเลี้ยง 12 โวลท์ ฉะนั้นจะทำการต่อเข้าบอร์ดคอนโทรลโดยตรงไม่ได้ เนื่องจากบอร์ดคอนโทรลใช้ไฟเลี้ยงเพียง 5 โวลท์ เพราะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฉะนั้นเราจะต้องทำการแปลงไฟจาก 12V (CMOS) เป็น 5 V (TTL) โดยใช้ IC4 เบอร์ ULN 2804 และเอ้าต์พุต ต่อเข้า U1 (8255) ของบอร์ดคอนโทรล

## แนวทางการใช้งาน LCD MODULE

ปัจจุบัน LCD เป็นที่นิยมกันอย่างมาก สำหรับการแสดงผลในเครื่องมือเครื่องใช้ต่าง ๆ ทั้งนี้เนื่องจากมีความเหมาะสมด้วยประการทั้งปวง ทั้งในด้านของการกินกระแส สามารถแสดงผลเป็นตัวอักษรและตัวเลข หรือแสดงเป็นกราฟฟิคได้ ผู้ผลิต LCD จะทำรุ่นที่เป็น LCD MODULE ออกมา คือเป็น MODULE ที่มีตัว LCD และวงจรควบคุมมาให้พร้อม (เรียกว่า LCD MODULE)

LCD MODULE แบ่งได้เป็น 2 กลุ่มหลักคือ แบบ DOT MATRIX และ GRAPHIC คุณสมบัติของ DOT MATRIX LCD MOCULE สามารถสรุปได้ คือ

1. มีให้เลือกหลายรุ่นตามการใช้งาน โดยมีจำนวนตัวอักษรและบรรทัดแตกต่างกันไป

2. ตัวอักษรแสดงด้วย DOT MATRIX ขนาด 5*8 DOT

3. สามารถต่อเข้ากับระบบไมโครได้ 2 ลักษณะ คือ แบบ MEMORY MAP (20-PIN LCD BUS) และแบบผ่าน 8255 PORT (26-PIN 8255 BUS) โดยกรณี (26-PIN 8255 BUS) จะใช้แผ่น PCB

4. การใช้งานง่ายและสะดวก ระบบไมโครเพียงแค่ส่งข้อมูลให้กับ LCD MODULE เท่านั้น ข้อความก็จะปรากฏบนแผงแสดง และจะคงค้างไว้ตลอด ทำให้ไม่ต้องเสียเวลาหลักของระบบไมโคร

5. มีคำสั่งพิเศษสำหรับอำนวยความสะดวกมากมาย เช่น CLEAR DISPLAY,HOME CURSOR, ON CURSOR, BLINK CHARACTER และอื่น ๆ อีก

6. สามารถแสดงผลเป็นตัวอักษรที่ออกแบบเองได้ 160 ตัว และสัญลักษณ์พิเศษอีก 32 ตัว รวมทั้งสามารถกำหนดอักษรที่ออกแบบเองได้อีก 8 ตัว

7. กินกระแสน้อย และน้ำหนักเบา รวมทั้งทำงานได้ด้วยไฟเลี้ยงระดับ 5V เท่านั้น ขาสัญญาณของ LCD MODULE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ชุดคำสั่งควบคุมและการแสดงข้อความ

| INSTRUCTION | RS | R/W | DATA BIT 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | EXE. TIME ( ) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CLEAR DISPLAY | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1640 |
| CURSOR AT HOME | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | * | 1640 |
| ENTRY MODE SET | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | I/D | S | 40 |
| DISPLAY ON/OFF | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | D | C | B | 40 |
| DISPLAY SHIFT | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | S/C | R/L | * | * | 40 |
| FUNCTION SET | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | DL | N | F | * | * | 40 |
| SET CGRAM ADD. | 0 | 0 | 0 | 1 | CGRAM ADDRESS | | | | | | 40 |
| SET DDRAM ADD. | 0 | 0 | 1 | DDRAM ADDRESS | | | | | | | 40 |
| BUSY, ADD. READ | 0 | 1 | BF | ADDRESS | | | | | | | 0 |
| CGRAM, DDRAM WR | 1 | 0 | WRITE DATA | | | | | | | | 40 |
| CGRAM, DDRAM RD | 1 | 1 | READ DATA | | | | | | | | 40 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 6

# ผลการทดลองของฟังก์ชั่นรีโมท แสดงผลที่ LCD และวงจรส่วนต่าง ๆ

## 1. ส่วนของตัว SENSOR

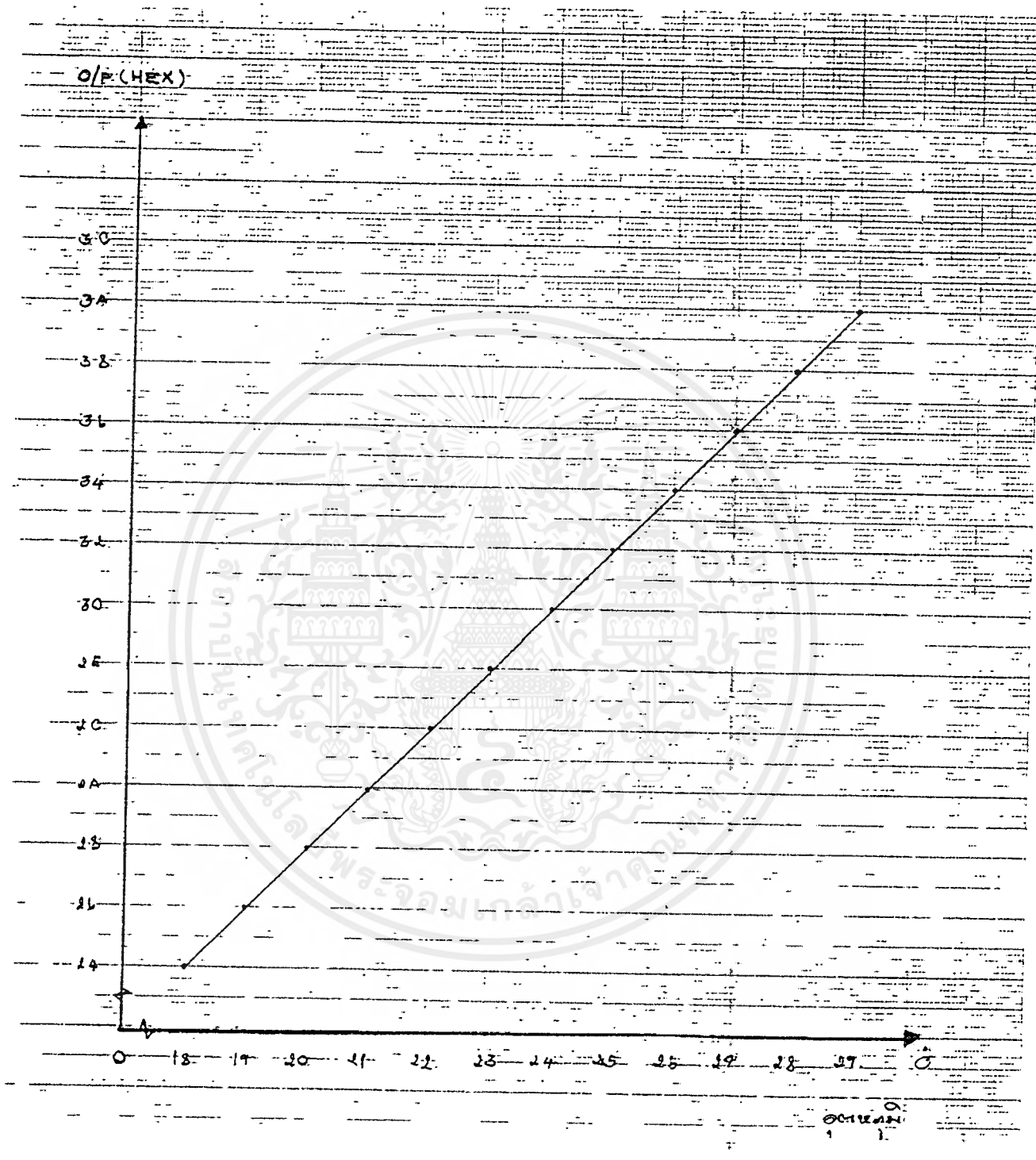
**ตารางแสดงการวัดค่าอุณหภูมิและ OUTPUT DIGITAL (HEX)**

| O/P DIGITAL | (HEX) |
|---|---|
| 18 | 24 |
| 19 | 26 |
| 20 | 28 |
| 21 | 2A |
| 22 | 2C |
| 23 | 2E |
| 24 | 30 |
| 25 | 32 |
| 26 | 34 |
| 27 | 36 |
| 28 | 38 |
| 29 | 3A |
| 30 | 3C |
| 31 | 3E |

**รูปที่ 6.1**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง(OUTPUT ของ DS1620) กับอุณหภูมิ

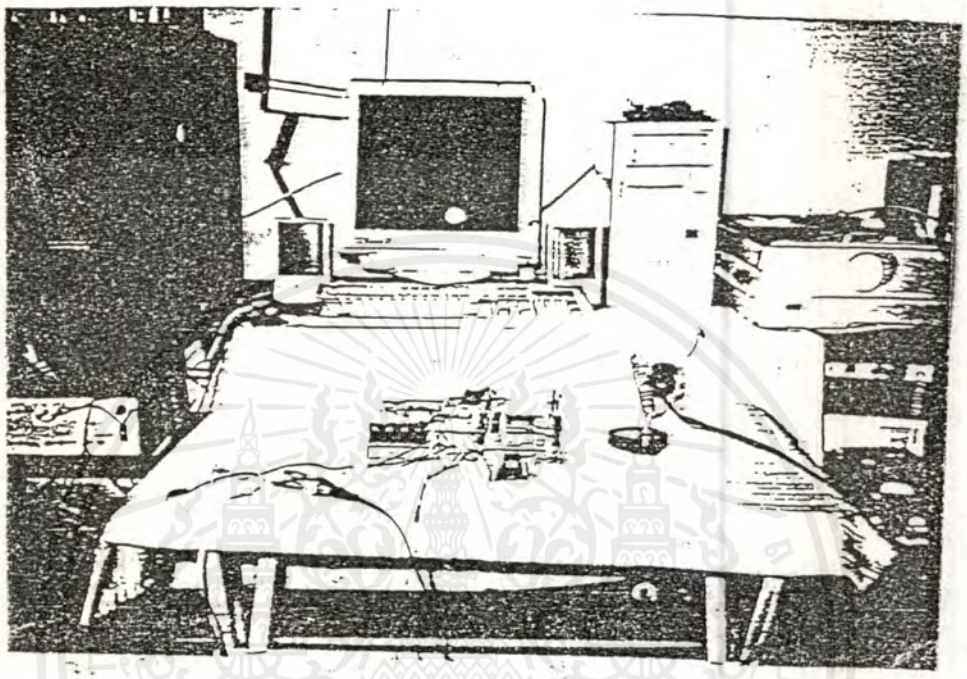



รูปที่ 6.2

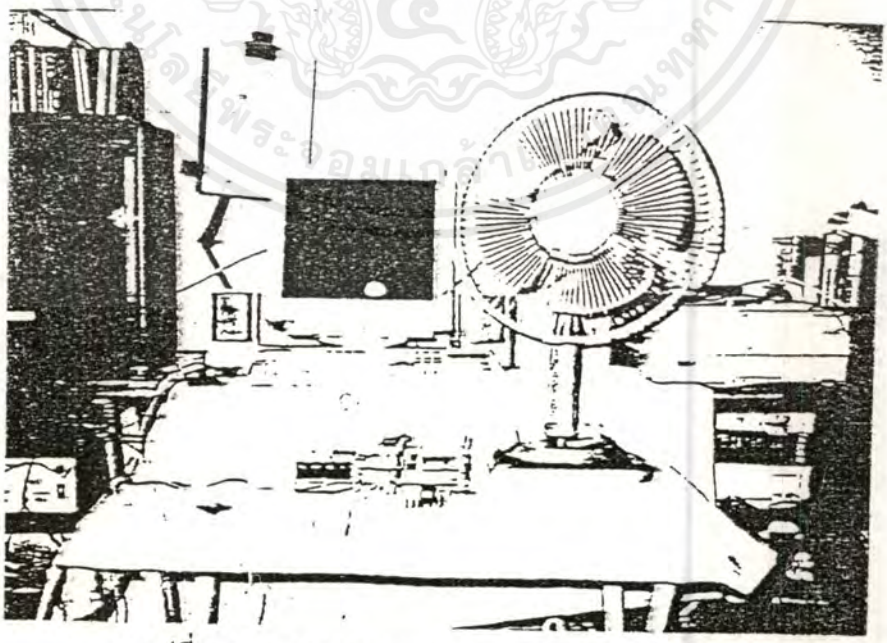
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2. ส่วนของ DRIVER

เราทำการทดลองโดยการต่อส่วนของวงจรกับหลอดไฟ และพัดลม แสดงดังภาพด้านล่าง



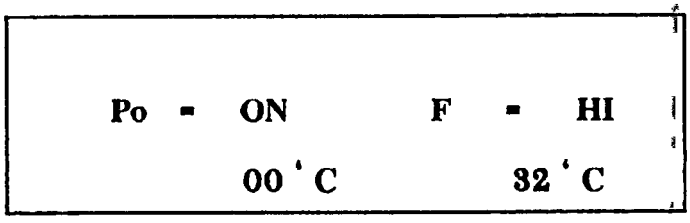
รูปที่ 6.3 แสดงการทดสอบวงจร DRIVER กับหลอดไฟ



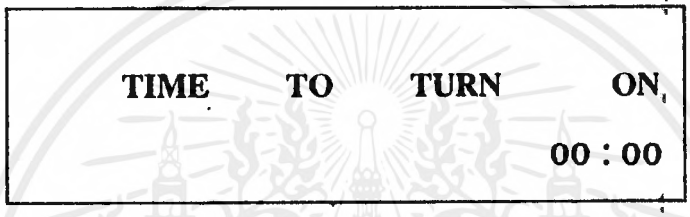
รูปที่ 6.4 แสดงการทดสอบวงจร DRIVER กับพัดลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

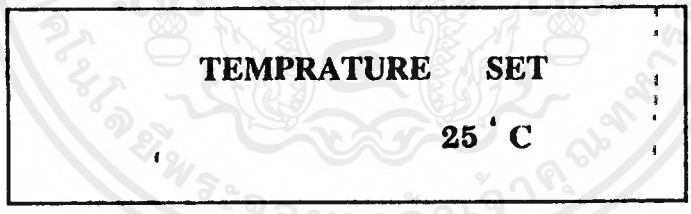
**ภาพแสดงหน้าจอ LCD แสดงผลการรับ FUNCTION KEY จาก REMOTE**



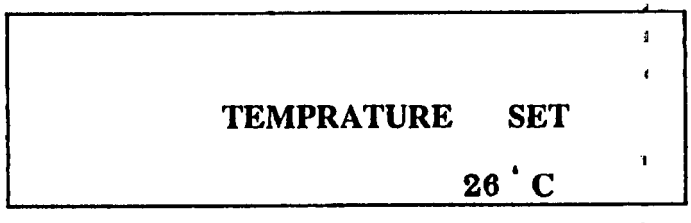

รูปที่ 6.3 แสดงการรับ KEY POWER ON แสดงที่จอ LCD




รูปที่ 6.4 แสดงการรับ KEY TIME ON (ตั้งเวลา) และ KEY UP (+) STEP ละ 5 นาที

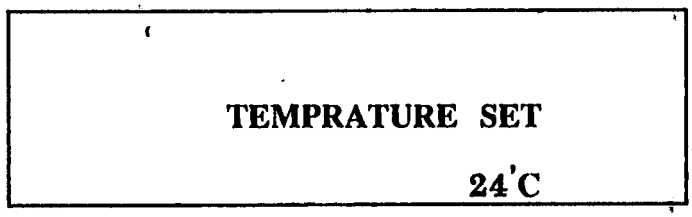



รูปที่ 6.5 แสดงการรับ KEY TEMP เพื่อทำการตั้งอุณหภูมิ (เริ่มที่ 25 'C)

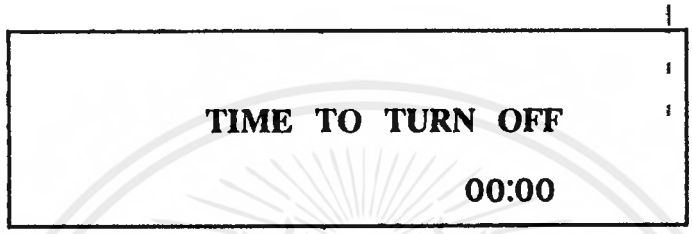



รูปที่ 6.6 แสดงการรับ KEY TEMP UP (+) ตั้งอุณหภูมิ STEP ละ 1'C

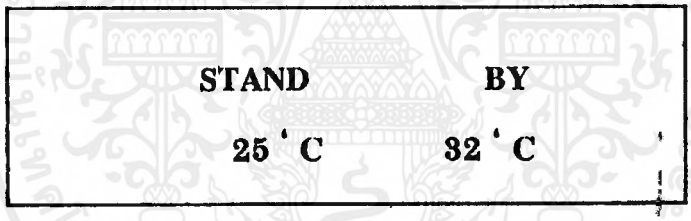
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 6.7 แสดงการรับ KEY TEMP DOWN PP(-) STEP ละ 1'C




รูปที่ 6.8 แสดงการรับ KEY TIME OFF ตั้งเวลาปิดเครื่อง




รูปที่ 6.9 แสดงการรับ KEY POWER OFF เพื่อปิดเครื่อง

สรุปหน้าที่ของ FUNCTION KEY REMORE

1. สามารถตั้งเวลา เปิด-ปิด เครื่องได้ โดยใช้ KEY TON (STEP ละ 5 นาที)
2. สามารถตั้งอุณหภูมิได้โดยใช้ KEY TEMP (STEP ละ 1'C)
3. การตั้งเวลาและอุณหภูมิ ต้องทำการยืนยันโดยใช้ KEY ENTER ทุกครั้ง
4. การตั้งเวลาและอุณหภูมิ สามารถยกเลิกได้ โดยใช้ KEY CANCLE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

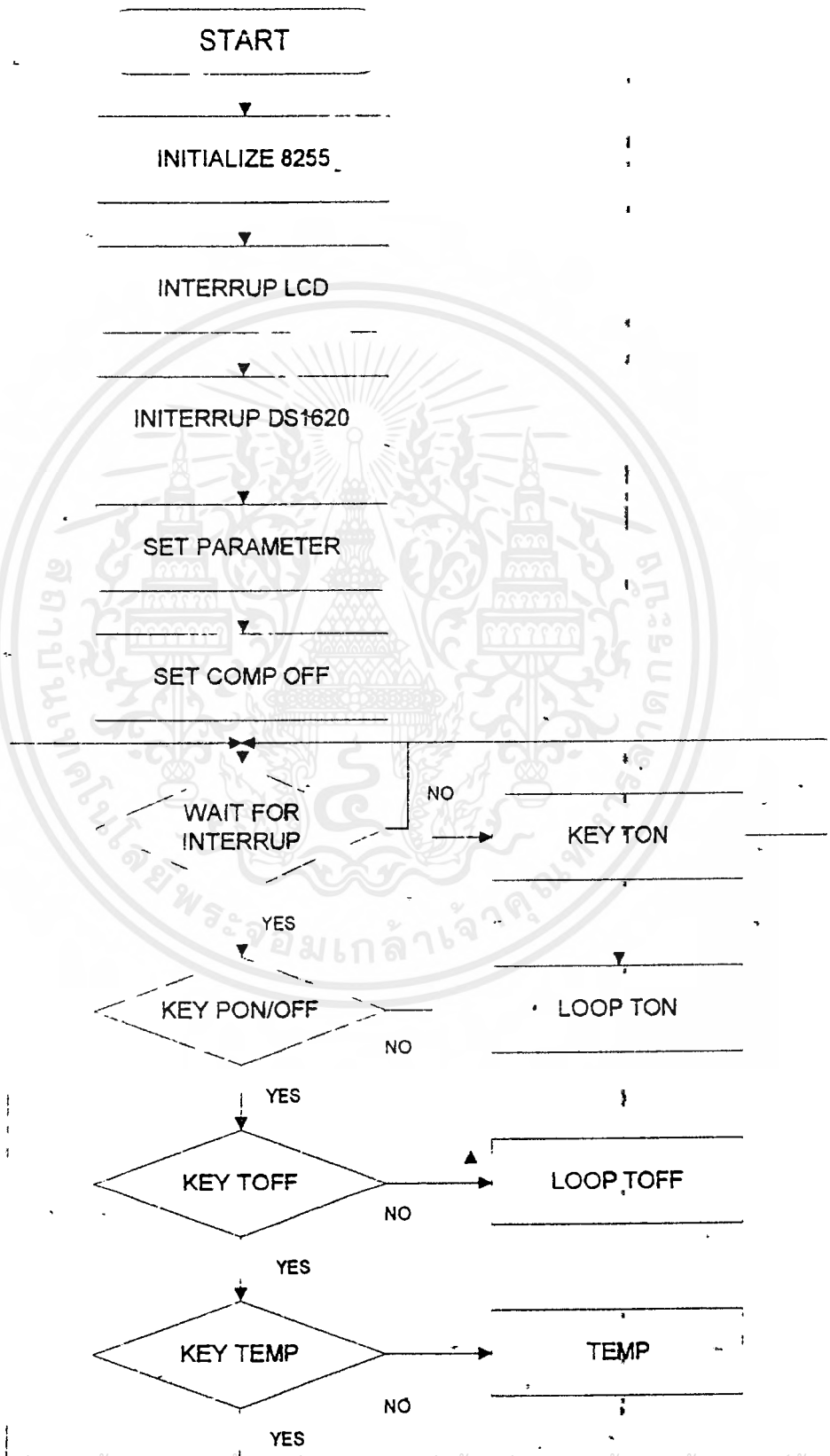
# บทที่ 7

# แผนผังการทำงานของระบบควบคุม

การใช้แผนผัง ( FLOWCHART ) แสดงการทำงานของระบบควบคุม เพื่อให้สามารถทำความเข้าใจได้ง่ายขึ้น การใช้แผนผังจะอธิบายเป็นขั้นๆตามขั้นตอนของคำสั่งในโปรแกรมมีรูปแบบดังนี้

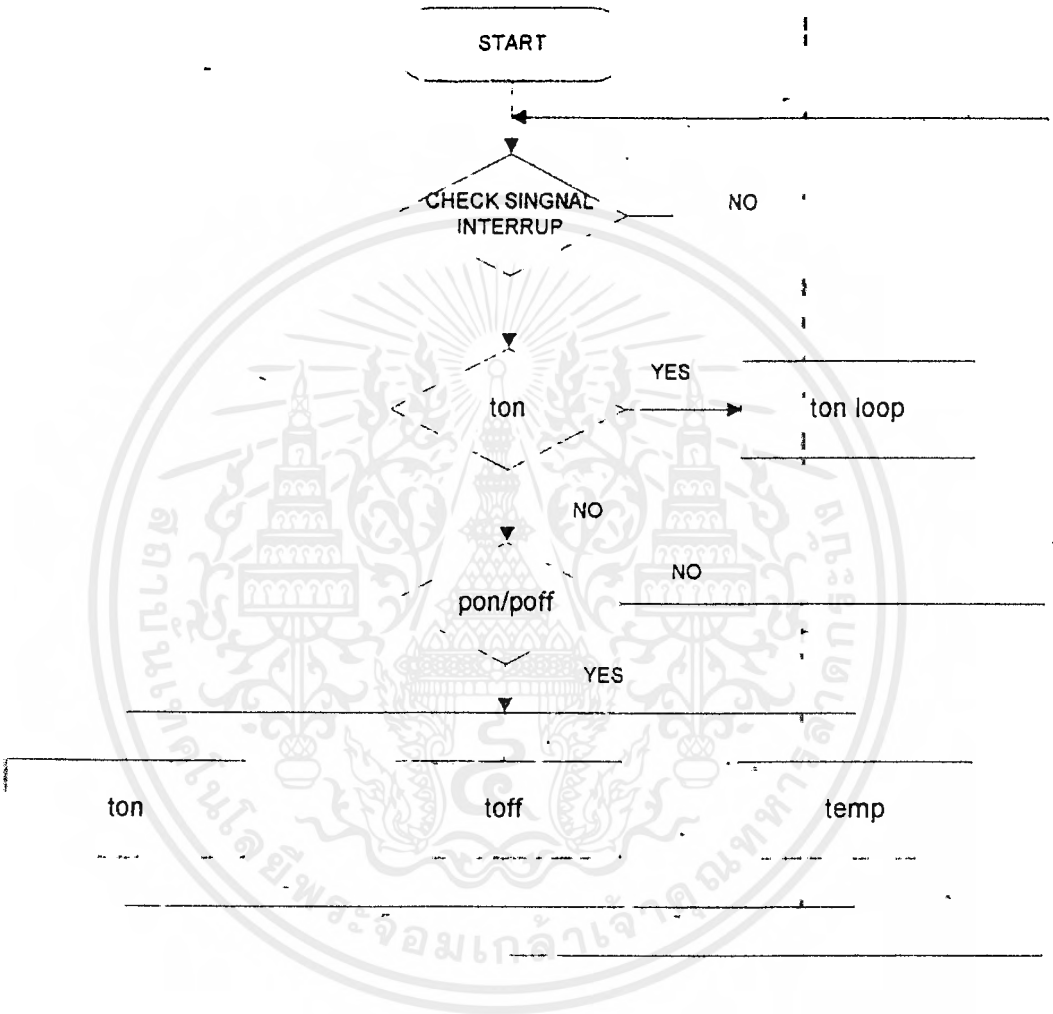
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MAIN PROGRAM



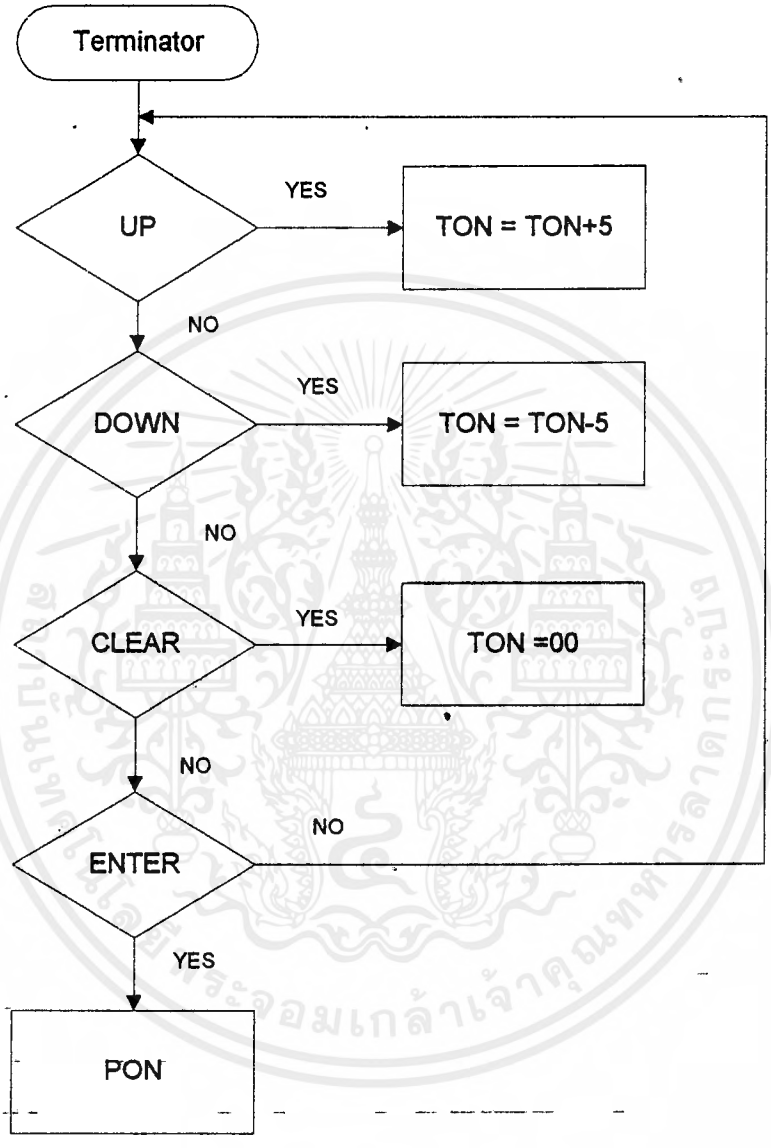

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# CHECK SINGNAL INTERRUP OF REMOTE 8 KEY



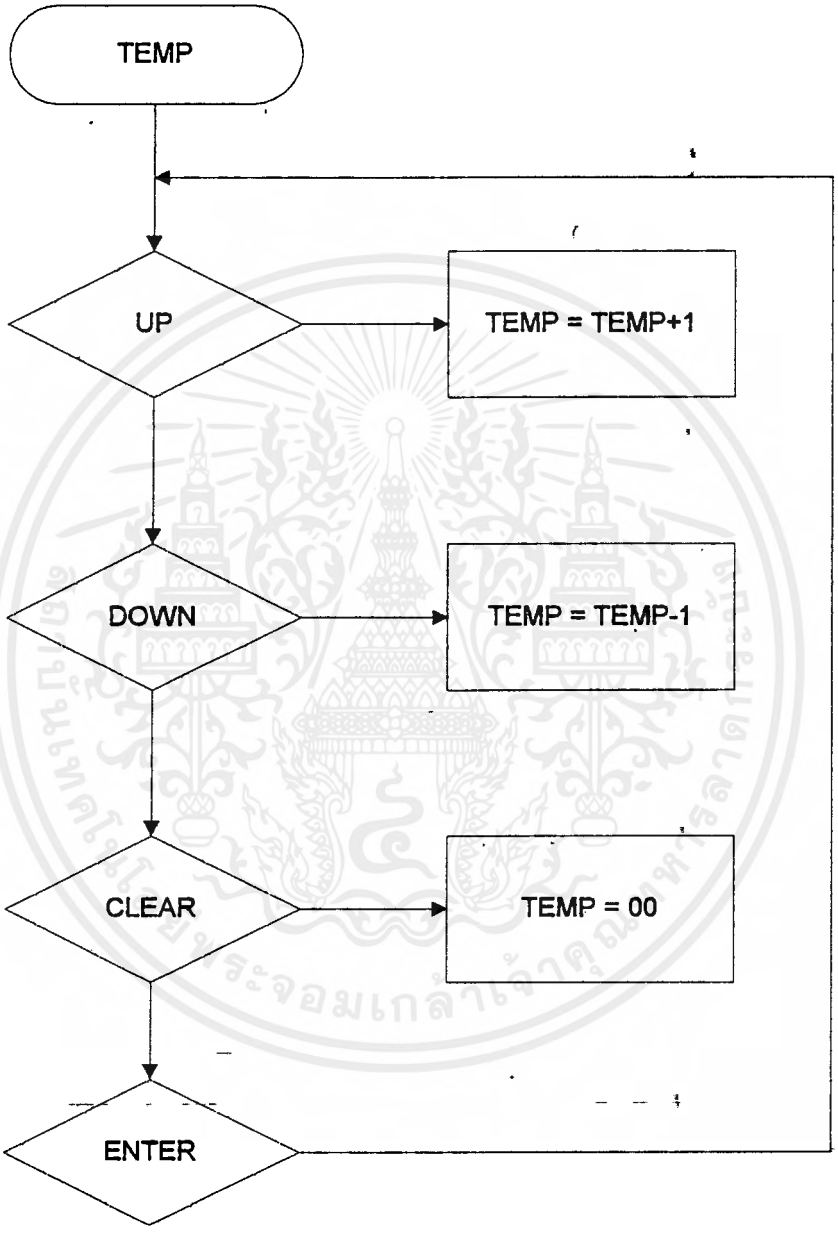

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LOOP TIMER-OFF



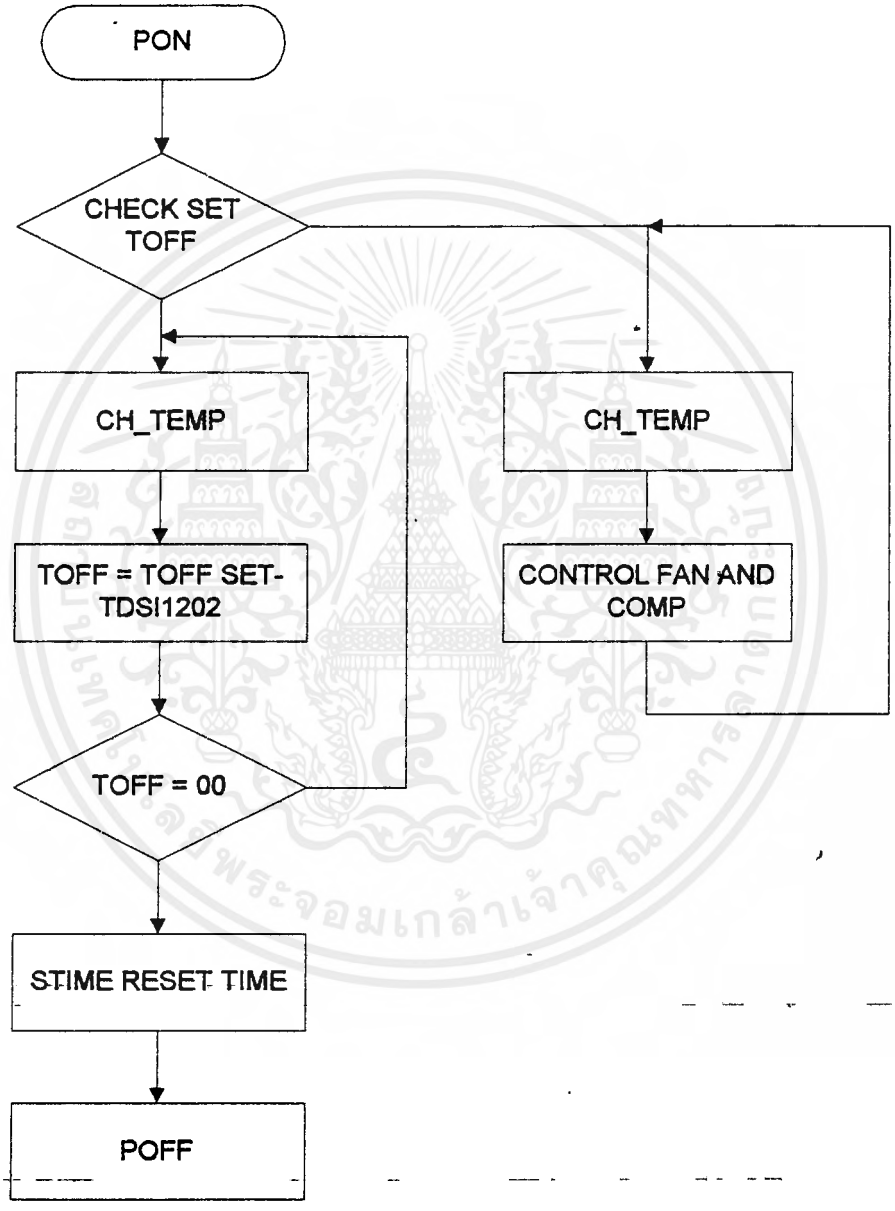

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LOOP SET TEMP



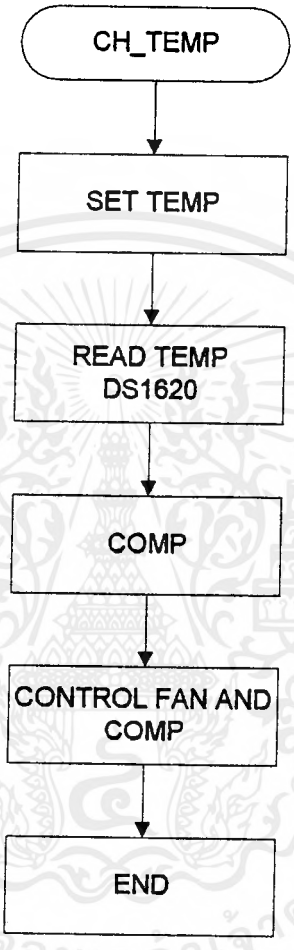

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LOOP POWER_ON



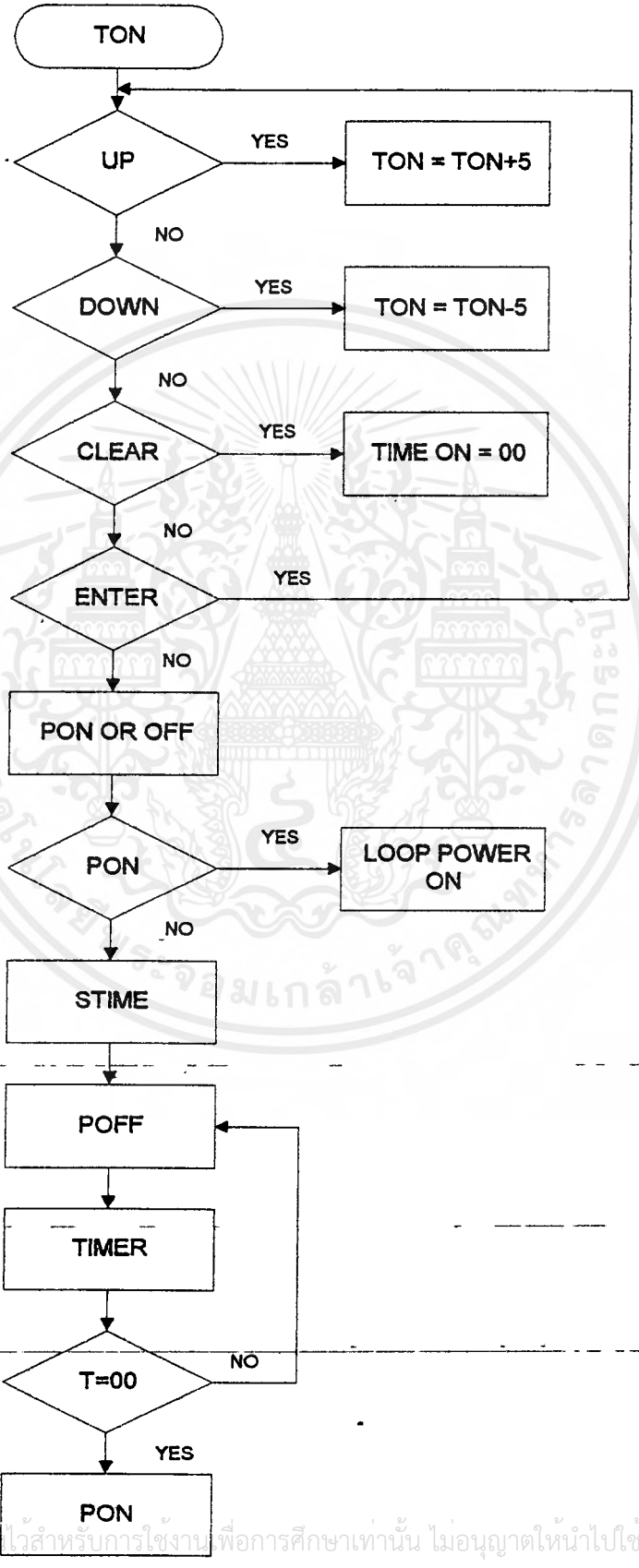

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LOOP CHECK TEMP AND
CONTROL FAN AND COMP



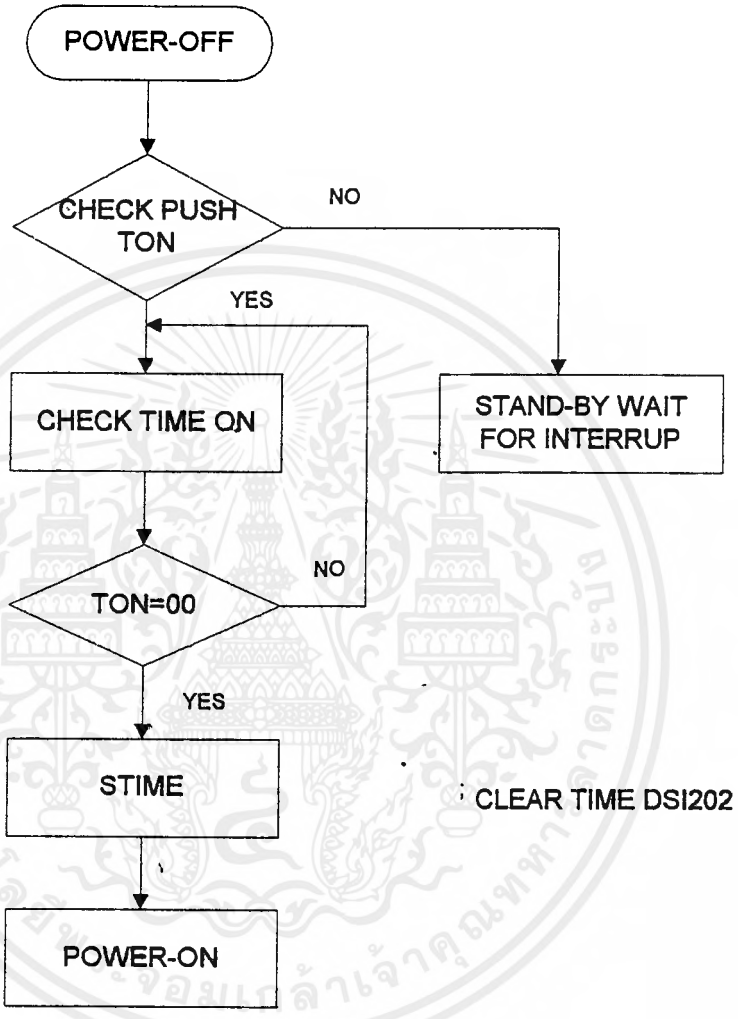

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LOOP TIMER-ON




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LOOP POWER-OFF




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทสรุป

ในภาคการศึกษาที่แล้ว เราได้ทำการศึกษาไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ 80C32 ซึ่งเป็นชิพตระกูล MCS-51 ของบริษัทศิลา , ศึกษาบอร์ดคอนโทรลของ ANT 32 ศึกษาส่วนรีโมทคอนโทรลอินฟาเรด เพื่อใช้ในการเลือกฟังชั่นและหน้าที่ต่างๆ รวมทั้งส่วนแสดงผลของ LCD ซึ่งได้บรรลุวัตถุประสงค์แล้วบางส่วน คือ สามารถเลือกฟังก์ชั่นและหน้าที่ต่างๆด้วยรีโมทคอนโทรลอินฟาเรด พร้อมแสดงผลข้อมูลที่ส่วนแสดงผล ด้วยผลการทดลองที่แสดงในบทที่ 6 ปัญหาที่พบคือ เนื่องจากซีพียูของชิพตระกูล MCS-51 เบอร์ 8032 นี้ไม่สามารถทำการติดต่อกับ 8255 ได้ในทันทีในขณะเปิดเครื่อง จึงต้องทำการหน่วงเวลาเพียงเล็กน้อย ก่อนที่ซีพียูจะติดต่อกับ 8255 เพื่อป้องกันปัญหาที่เกิดขึ้น

ในภาคการศึกษานี้ เราจัดทำส่วนควบคุมระบบ แอร์ คอนดิชั่น คือ ส่วนของวงจร DRIVER , TEMPRATER & SENSOR , POWER , ทั้งด้านซอร์ฟแวร์ และฮาร์ดแวร์ ซึ่งมีการแสดงผลการทดลองของวงจรส่วนต่างๆ ในบทที่ 6 ซึ่งเราได้ทำการทดลองส่วนของวงจร DRIVER โดยการนำไป DRIVER พัดลม และ หลอดไฟ ผลการทดลองดังรูปในบทที่ 6 รวมทั้งปรับปรุงส่วนซอร์ฟแวร์ของการรับ ฟังก์ชั่นคีย์ต่างๆ จาก รีโมทคอนโทรลพร้อมประมวลผลเพื่อควบคุมระบบต่างๆดังรูปในบทที่ 6 โมทคอนโทรล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# หนังสืออ้างอิง

(1) สุนทร วิทูสุรพจน์ " การโปรแกรมภาษาแอสเซมบลีของไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล 8051 " กรุงเทพฯ
:สำนักพิมพ์ บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด ( มหาชน )

(2) สุเจตน์ จันทรังษ์ " ไมโครคอลโทรลเลอร์ชิพเดี่ยว 8051 " กรุงเทพฯ
:สำนักพิมพ์ โครงการตำราวิชาการ วิทยาลัยมหานคร

(3) สุนทร วิทูสุรพจน์ " การใช้งานไมโครคอรโทรลเลอร์ ตระกูล 8051 " กรุงเทพฯ
:สำนักพิมพ์ บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด ( มหาชน )

(4) คู่มือ/ เทียบเบอร์ไอซี TTL, สำนักพิมพ์ซีเอ็ด พ.ศ 2521

(5) Carl T.nelson Super Matched Bipolar Transistor Pair sets New Standard for Drift and Noise, National Semiconductor for AN 222, February 1979

(6) R.C Doblin, lOW Drift Amplifiers, National Semiconductor LB 22 June 1973

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;DECRIPTION      PROGRAM EXAMPLE FOR CONTROL AIR
;FILENAME        CONT.ASM

;*************************************************
            CPU         "8051.TBL"
            HOF         "INT8"
;*************************************************
;
;MCS-51 INTERNAL REGISTERS
;
B:          EQU         0F0H        ;B REGISTER
ACC:        EQU         0E0H        ;ACCUMULATOR
PSW:        EQU         0D0H        ;PROGRAM STATUS WORD
IP:         EQU         0B8H        ;INTERRUPT PRIORITY
P3:         EQU         0B0H        ;PORT 3
IE:         EQU         0A8H        ;INTERRUPT ENABLE
P2:         EQU         0A0H        ;PORT 2
SBUF:       EQU         99H         ;SEND BUFFER
SCON:       EQU         98H         ;SERIAL CONTROL
P1:         EQU         90H         ;PORT 1
TH1:        EQU         8DH         ;TIMER 1 HIGH
TH0:        EQU         8CH         ;TIMER 0 HIGH
TL1:        EQU         8BH         ;TIMER 1 LOW
TL0:        EQU         8AH         ;TIMER 0 LOW
TMOD:       EQU         89H         ;TIMER MODE
TCON:       EQU         88H         ;TIMER CONTROL
PCON:       EQU         87H         ;POWER CONTROL REGISTER
DPH:        EQU         83H         ;DATA POINTER HIGH
DPL:        EQU         82H         ;DATA POINTER LOW
SP:         EQU         81H         ;STACK POINTER
P0:         EQU         80H         ;PORT 0
;
;MCS-51 INTERNAL BIT ADDRESSES
;
CY:         EQU         0D7H        ;CARRY FLAG
AC:         EQU         0D6H        ;AUXILIARY-CARRY FLAG
ACC:        EQU         0E0H
ACC.7:      EQU         0E7H        ;ACCUMULATOR BIT 7
F0:         EQU         0D5H        ;USER FLAG 0
RS1:        EQU         0D4H        ;REGISTER SELECT MSB
RS0:        EQU         0D3H        ;REGISTER SELECT LSB
OV:         EQU         0D2H        ;OVERFLOW FLAG
P:          EQU         0D0H        ;PARITY FLAG
PS:         EQU         0BCH        ;PRIORITY SERIAL PORT
PT1:        EQU         0BBH        ;PRIORITY TIMER 1
PT2:        EQU         0BDH        ; NEW  ADD
PX1:        EQU         0BAH        ;PRIORITY EXTERNAL 1
PT0:        EQU         0B9H        ;PRIORITY TIMER 0
PX0:        EQU         0B8H        ;PRIORITY EXTERNAL 0
T2CON:      EQU         0C8H        ;NEW  ADD
T2CP:       EQU         0C8H
T2C:        EQU         0C9H
EA:         EQU         0AFH        ;ENABLE ALL INTERRUPT
ES:         EQU         0ACH        ;ENABLE SERIAL INTERRUPT
ET1:        EQU         0ABH        ;ENABLE TIMER 1 INTERRUPT
EX1:        EQU         0AAH        ;ENABLE EXTERNAL 1 INTERR
ET0:        EQU         0A9H        ;ENABLE TIMER 0 INTERRUPT
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 58 ET2:       EQU       0ADH       ; NEW  ADD
 59 EX0:       EQU       0A8H       ;ENABLE EXTERNAL 0 INTERR
 60 SM0:       EQU       09FH       ;SERIAL MODE 0
 61 SM1:       EQU       09EH       ;SERIAL MODE 1
 62 SM2:       EQU       09DH       ;SERIAL MODE 2
 63 REN:       EQU       09CH       ;SERIAL RECEPTION ENABLE
 64 TB8:       EQU       09BH       ;TRANSMITT BIT 8
 65 RB8:       EQU       09AH       ;RECEIVE BIT 8
 66 TI:        EQU       099H       ;TRANSMIT INTERRUPT FLAG
 67 RI:        EQU       098H       ;RECEIVE INTERRUPT FLAG
 68 TF1:       EQU       08FH       ;TIMER 1 OVERFLOW FLAG
 69 TR1:       EQU       08EH       ;TIMER 1 RUN CONTROL BIT
 70 TR2:       EQU       0CAH
 71 EXEN2:     EQU       0CBH
 72
 73 TF0:       EQU       08DH       ;TIMER 0 OVERFLOW FLAG
 74 TR0:       EQU       08CH       ;TIMER 0 RUN CONTROL BIT
 75 IE1:       EQU       08BH       ;EXT INTERR. 1 EDGE FLAG
 76 IT1:       EQU       08AH       ;EXT INTERR. 1 TYPE FLAG
 77 IE0:       EQU       089H       ;EXT INTERR. 0 EDGE FLAG
 78 IT0:       EQU       088H       ;EXT INTERR. 0 TYPE FLAG
 79 P1.0:       EQU        090H
 80 P1.1:       EQU        091H
 81 P1.2:       EQU        092H
 82 P1.3:       EQU        093H
 83 P1.4:       EQU        094H
 84 P1.5:       EQU        095H
 85 P1.6:       EQU        096H
 86 P1.7:       EQU        097H
 87 P3.0:       EQU        0B0H
 88 P3.1:       EQU        0B1H
 89 P3.2:       EQU        0B2H
 90 P3.3:       EQU        0B3H
 91 P3.4:       EQU        0B4H
 92 P3.5:       EQU        0B5H
 93 P3.6:       EQU        0B6H
 94 P3.7:       EQU        0B7H
 95 ACC.0:      EQU        0E0H
 96 ACC.1:      EQU        0E1H
 97 ACC.2:      EQU        0E2H
 98 ACC.3:      EQU        0E3H
 99 ACC.4:      EQU        0E4H
100 ACC.5:      EQU        0E5H
101 ACC.6:      EQU        0E6H
102 ACC.7:      EQU        0E7H
103 ;
104
105 ; ********** VARIABLE **********
106
107 LCDWRC:    EQU  0FA00H       ;LCD WRITE CONTROL
108 LCDRDC:    EQU  0FA01H       ;LCD READ CONTROL (BUSY CHECK)
109 LCDWRD:    EQU  0FA02H       ;LCD WRITE DATA
110 LCDRDD:    EQU  0FA03H       ;LCD READ DATA
111 LCDBUF:    EQU  8800H
112
113 PORT1_A:   EQU  0F800H
114 PORT1_B:   EQU  0F801H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
PORT1_C:   EQU  0F802H
CONT1:     EQU  0F803H

PORT2_A:   EQU  0FC00H
PORT2_B:   EQU  0FC01H
PORT2_C:   EQU  0FC02H
CONT2:     EQU  0FC03H

T_ONH:     EQU  30H
T_ONM:     EQU  31H
T_OFFH:    EQU  32H
T_OFFM:    EQU  33H
TEMP:      EQU  34H
REG:       EQU  35H
TEMP1:     EQU  36H

;********** RESET **********
           ORG  0000H
           LJMP s_delay

           ORG  0003H
           LJMP  MAIN2

           ORG  002FH
s_delay:   mov   r2,#0fh
s_delay1:mov   r3,#0
s_delay2:mov   r4,#0
s_delay3:djnz  r4,s_delay3
           djnz  r3,s_delay2
           djnz  r2,s_delay1

           MOV   20H,#00H
           MOV   21H,#00H
           MOV   T_ONH,#00H
           MOV   T_ONM,#00H
           MOV   T_OFFH,#00H
           MOV   T_OFFM,#00H
           MOV   TEMP,#25H


;*************************************
;*          initialize    lcd        *
;*************************************

MENU4:     MOV    A,#00111000B     ;FUNCTION SET
           LCALL  LCDWI
           MOV    A,#00001100B     ;DISPLAY ON/OFF
           LCALL  LCDWI
           MOV    A,#01H       ;CLEAR
           LCALL  LCDWI
           lcall  l_delay
;*************************************
;*         initialize   8255         *
;*************************************
          MOV     DPTR,#CONT1
          MOV     A,#8BH
          MOVX    @DPTR,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
172          MOV     DPTR,#CONT2
173          MOV     A,#8BH
174          MOVX    @DPTR,A
175          LCALL   l_delay
176
177 ;*****************************
178 ;   initialize   DS 1620    *
179 ;*****************************
180          MOV     R7,#0CH     ;WRITE CONFIG TEMPRATURE
181          MOV     R6,#82H
182          LCALL   WDAT16
183          LCALL   DELAYX
184          MOV     R7,#0EEH
185          MOV     R6,#00H
186          LCALL   WDAT16
187          LCALL   DELAYX       ; LOOP TEMP
188
189
190 ;*******************************
191 ;*      STAND   BY   MODE      *
192 ;*******************************
193 P_OFF:  LCALL   OFF_DRI
194          LCALL   CLRLCD
195          MOV     DPTR,#MENUT0
196          LCALL   LCDLDP
197          MOV     DPTR,#MENUT5
198          LCALL   LCDLDP1
199          LCALL   STIME
200          LJMP    START
201 ;*******************************
202
203          ORG     0500H
204 MAIN2:  LCALL   CLRLCD
205 SCAN_K0:CLR     EA
206          MOV     DPTR,#PORT1_C
207          MOVX    A,@DPTR
208          ANL     A,#0FH
209          MOV     21H,A
210          MOV     R7,#05H
211          LCALL   DELAY
212          MOV     A,21H
213          MOV     R1,A
214          CJNE    R1,#0CH,L0_1
215          LJMP    L0_2
216    L0_1:LJMP     L0_3
217    L0_2:MOV    DPTR,#MENUT2
218          LCALL  LCDLDP
219          MOV    A,T_ONH
220          LCALL  HTOA
221          MOV    A,R2
222          MOV    R1,A
223          MOV    R0,#0CAH
224          LCALL  LCDLDP2
225          MOV    A,R3
226          MOV    R1,A
227          MOV    R0,#0CBH
228          LCALL  LCDLDP2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
229           MOV     R1,#3AH
230           MOV     R0,#0CCH
231           LCALL   LCDLDP2
232           MOV     A,T_ONM
233           LCALL   HTOA
234           MOV     A,R2
235           MOV     R1,A
236           MOV     R0,#0CDH
237           LCALL   LCDLDP2
238           MOV     A,R3
239           MOV     R1,A
240           MOV     R0,#0CEH
241           LCALL   LCDLDP2
242
243      D_3:MOV      DPTR,#PORT1_C
244          MOVX     A,@DPTR
245          ANL      A,#0FH
246          CJNE     A,#00H,D_5
247          LJMP     TAU
248      D_5:MOV      23H,A
249      D_4: MOV      DPTR,#PORT1_C
250           MOVX     A,@DPTR
251           ANL      A,#0FH
252           CJNE     A,#00H,D_4
253           MOV      A,23H
254           CJNE     A,#04H,DDOWN
255           LCALL    D_UP
256    DDOWN: CJNE      A,#02H,DCANCLE
257           LCALL    D_DOWN
258  DCANCLE:CJNE      A,#06H,DENTER
259   DCLR:  MOV       T_ONH,#00H
260          MOV       T_ONM,#00H
261
262          MOV       A,T_ONH
263          LCALL     HTOA
264          MOV       A,R2
265          MOV       R1,A
266          MOV       R0,#0CAH
267          LCALL     LCDLDP2
268          MOV       A,R3
269          MOV       R1,A
270          MOV       R0,#0CBH
271          LCALL     LCDLDP2
272          MOV       R1,#3AH
273          MOV       R0,#0CCH
274          LCALL     LCDLDP2
275          MOV       A,T_ONM
276          LCALL     HTOA
277          MOV       A,R2
278          MOV       R1,A
279          MOV       R0,#0CDH
280          LCALL     LCDLDP2
281          MOV       A,R3
282          MOV       R1,A
283          MOV       R0,#0CEH
284          LCALL     LCDLDP2
285
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
286             LJMP    D_3
287    DENTER:  CJNE    A,#01H,D_3
288     DENT:   MOV     A,T_ONH
289             LCALL   HTOA
290             MOV     A,R2
291             MOV     R1,A
292             MOV     R0,#0CAH
293             LCALL   LCDLDP2
294             MOV     A,R3
295             MOV     R1,A
296             MOV     R0,#0CBH
297             LCALL   LCDLDP2
298             MOV     R1,#3AH
299             MOV     R0,#0CCH
300             LCALL   LCDLDP2
301             MOV     A,T_ONM
302             LCALL   HTOA
303             MOV     A,R2
304             MOV     R1,A
305             MOV     R0,#0CDH
306             LCALL   LCDLDP2
307             MOV     A,R3
308             MOV     R1,A
309             MOV     R0,#0CEH
310             LCALL   LCDLDP2
311             MOV     A,20H
312             CJNE    A,#00H,PG_1
313             LCALL   STIME
314             LCALL   OFF_DRI
315             LCALL   CLRLCD
316             LJMP    POWER_OFF
317       PG_1:LJMP     POWER_ON
318
319      TAU:   LCALL   L_DELAY
320             MOV     DPTR,#PORT1_B
321             MOVX    A,@DPTR
322             ANL     A,#0FH
323             CJNE    A,#0FH,TA_1
324             LJMP    D_3
325        TA_1:MOV     23H,A
326             CJNE    A,#07H,RDOWN
327             LCALL   D_UP
328     RDOWN:  CJNE    A,#0BH,RCANCLE
329             LCALL   D_DOWN
330    RCANCLE:CJNE    A,#0DH,RENTER
331             MOV     T_ONH,#00H
332             MOV     T_ONM,#00H
333             MOV     A,T_ONH
334             LCALL   HTOA
335             MOV     A,R2
336             MOV     R1,A
337             MOV     R0,#0CAH
338             LCALL   LCDLDP2
339             MOV     A,R3
340             MOV     R1,A
341             MOV     R0,#0CBH
342             LCALL   LCDLDP2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
343             MOV     R1,#3AH
344             MOV     R0,#0CCH
345             LCALL   LCDLDP2
346             MOV     A,T_ONM
347             LCALL   HTOA
348             MOV     A,R2
349             MOV     R1,A
350             MOV     R0,#0CDH
351             LCALL   LCDLDP2
352             MOV     A,R3
353             MOV     R1,A
354             MOV     R0,#0CEH
355             LCALL   LCDLDP2
356             LJMP    TAU
357     RENTER: CJNE    A,#0EH,TAU
358             MOV     A,T_ONH
359             LCALL   HTOA
360             MOV     A,R2
361             MOV     R1,A
362             MOV     R0,#0CAH
363             LCALL   LCDLDP2
364             MOV     A,R3
365             MOV     R1,A
366             MOV     R0,#0CBH
367             LCALL   LCDLDP2
368             MOV     R1,#3AH
369             MOV     R0,#0CCH
370             LCALL   LCDLDP2
371             MOV     A,T_ONM
372             LCALL   HTOA
373             MOV     A,R2
374             MOV     R1,A
375             MOV     R0,#0CDH
376             LCALL   LCDLDP2
377             MOV     A,R3
378             MOV     R1,A
379             MOV     R0,#0CEH
380             LCALL   LCDLDP2
381             MOV     A,20H
382             CJNE    A,#00H,PG_G
383             LCALL   STIME
384             LCALL   OFF_DRI
385             LCALL   CLRLCD
386             LJMP    POWER_OFF
387       PG_G:LJMP     POWER_ON
388
389
390
391       D_UP:MOV      A,T_ONH
392            MOV      DPH,A
393            MOV      A,T_ONM
394            MOV      DPL,A
395            MOV      R2,#00H
396            MOV      R3,#05H
397            LCALL    DTADD
398            MOV      A,DPH
399            MOV      T_ONH,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
400             LCALL   HTOA
401             MOV     A,R2
402             MOV     R1,A
403             MOV     R0,#0CAH
404             LCALL   LCDLDP2
405             MOV     A,R3
406             MOV     R1,A
407             MOV     R0,#0CBH
408             LCALL   LCDLDP2
409             MOV     R1,#3AH
410             MOV     R0,#0CCH
411             LCALL   LCDLDP2
412             MOV     A,DPL
413             MOV     T_ONM,A
414             LCALL   HTOA
415             MOV     A,R2
416             MOV     R1,A
417             MOV     R0,#0CDH
418             LCALL   LCDLDP2
419             MOV     A,R3
420             MOV     R1,A
421             MOV     R0,#0CEH
422             LCALL   LCDLDP2
423             RET
424
425     D_DOWN:MOV      A,T_ONH
426             MOV     DPH,A
427             MOV     A,T_ONM
428             MOV     DPL,A
429             MOV     R2,#00H
430             MOV     R3,#05H
431             LCALL   DTSUB
432             MOV     A,DPH
433             MOV     T_ONH,A
434             LCALL   HTOA
435             MOV     A,R2
436             MOV     R1,A
437             MOV     R0,#0CAH
438             LCALL   LCDLDP2
439             MOV     A,R3
440             MOV     R1,A
441             MOV     R0,#0CBH
442             LCALL   LCDLDP2
443             MOV     R1,#3AH
444             MOV     R0,#0CCH
445             LCALL   LCDLDP2
446             MOV     A,DPL
447             MOV     T_ONM,A
448             LCALL   HTOA
449             MOV     A,R2
450             MOV     R1,A
451             MOV     R0,#0CDH
452             LCALL   LCDLDP2
453             MOV     A,R3
454             MOV     R1,A
455             MOV     R0,#0CEH
456             LCALL   LCDLDP2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
457             RET
458
459     L0_3:MOV      R3,20H
460          CJNE     R3,#01H,L1
461          AJMP     L2
462      L1: CJNE     R1,#0EH,RE_2
463          AJMP     L1_1
464     RE_1:MOV      A,20H
465          CJNE     A,#00H,RE_2
466          MOV      DPTR,#MENUT4
467          LCALL    LCDLDP
468          LCALL    R1620
469          Ijmp     restart
470     RE_2:MOV      DPTR,#MENUT0
471          LCALL    LCDLDP
472          LCALL    R1620
473          LJMP     RESTART
474     L1_1:CJNE     R1,#0EH,K2
475          MOV      T_ONH,#00H
476          MOV      T_ONM,#00H
477          MOV      B,#5
478      H3: LCALL    L_DELAY
479          LCALL    L_DELAY
480          LCALL    L_DELAY
481          DJNZ     B,H3
482          LJMP     POWER_ON
483
484      L2: CJNE     R1,#0EH,K2
485          MOV      T_OFFH,#00H
486          MOV      T_OFFM,#00H
487 ;         MOV      B,#3
488 ;       H2: LCALL    L_DELAY
489 ;          LCALL    L_DELAY
490 ;          LCALL    L_DELAY
491 ;          DJNZ     B,H2
492           LCALL    OFF_DRI
493           LCALL    CLRLCD
494           LJMP     POWER_OFF
495
496        K2:CJNE     R1,#0AH,K3_1
497           AJMP     K2_1
498      K3_1:LJMP     K3
499      K2_1:LCALL    CLRLCD
500           MOV      DPTR,#MENUT1
501           LCALL    LCDLDP
502           MOV      A,T_OFFH
503           LCALL    HTOA
504           MOV      A,R2
505           MOV      R1,A
506           MOV      R0,#0CAH
507           LCALL    LCDLDP2
508           MOV      A,R3
509           MOV      R1,A
510           MOV      R0,#0CBH
511           LCALL    LCDLDP2
512           MOV      R1,#3AH
513           MOV      R0,#0CCH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
514             LCALL   LCDLDP2
515             MOV     A,T_OFFM
516             LCALL   HTOA
517             MOV     A,R2
518             MOV     R1,A
519             MOV     R0,#0CDH
520             LCALL   LCDLDP2
521             MOV     A,R3
522             MOV     R1,A
523             MOV     R0,#0CEH
524             LCALL   LCDLDP2
525
526         J_3:MOV     DPTR,#PORT1_C
527             MOVX    A,@DPTR
528             ANL     A,#0FH
529             CJNE    A,#00H,J_5
530             LJMP    KIT
531         J_5:MOV     23H,A
532         J_4: MOV    DPTR,#PORT1_C
533             MOVX    A,@DPTR
534             ANL     A,#0FH
535             CJNE    A,#00H,J_4
536
537             MOV     A,23H
538             CJNE    A,#04H,KDOWN
539             LCALL   K_UP
540      KDOWN: CJNE    A,#02H,KCANCLE
541             LCALL   K_DOWN
542    KCANCLE:CJNE    A,#06H,KENTER
543             MOV     T_OFFH,#00H
544             MOV     T_OFFM,#00H
545             MOV     A,T_OFFH
546             LCALL   HTOA
547             MOV     A,R2
548             MOV     R1,A
549             MOV     R0,#0CAH
550             LCALL   LCDLDP2
551             MOV     A,R3
552             MOV     R1,A
553             MOV     R0,#0CBH
554             LCALL   LCDLDP2
555             MOV     R1,#3AH
556             MOV     R0,#0CCH
557             LCALL   LCDLDP2
558             MOV     A,T_OFFM
559             LCALL   HTOA
560             MOV     A,R2
561             MOV     R1,A
562             MOV     R0,#0CDH
563             LCALL   LCDLDP2
564             MOV     A,R3
565             MOV     R1,A
566             MOV     R0,#0CEH
567             LCALL   LCDLDP2
568             LJMP    J_3
569    KENTER:  CJNE    A,#01H,J_3
570             MOV     A,T_OFFH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
571             LCALL   HTOA
572             MOV     A,R2
573             MOV     R1,A
574             MOV     R0,#0CAH
575             LCALL   LCDLDP2
576             MOV     A,R3
577             MOV     R1,A
578             MOV     R0,#0CBH
579             LCALL   LCDLDP2
580             MOV     R1,#3AH
581             MOV     R0,#0CCH
582             LCALL   LCDLDP2
583             MOV     A,T_OFFM
584             LCALL   HTOA
585             MOV     A,R2
586             MOV     R1,A
587             MOV     R0,#0CDH
588             LCALL   LCDLDP2
589             MOV     A,R3
590             MOV     R1,A
591             MOV     R0,#0CEH
592             LCALL   LCDLDP2
593             LCALL   STIME
594             LJMP    POWER_ON
595       KIT:  LCALL   L_DELAY
596             MOV     DPTR,#PORT1_B
597             MOVX    A,@DPTR
598             ANL     A,#0FH
599             CJNE    A,#0FH,KIT_1
600             LJMP    J_3
601     KIT_1:  MOV     23H,A
602             MOV     A,23H
603             CJNE    A,#07H,GDOWN
604             LCALL   K_UP
605   GDOWN:    CJNE    A,#0BH,GCANCLE
606             LCALL   K_DOWN
607  GCANCLE:   CJNE    A,#0DH,GENTER
608             MOV     T_OFFH,#00H
609             MOV     T_OFFM,#00H
610             MOV     A,T_OFFH
611             LCALL   HTOA
612             MOV     A,R2
613             MOV     R1,A
614             MOV     R0,#0CAH
615             LCALL   LCDLDP2
616             MOV     A,R3
617             MOV     R1,A
618             MOV     R0,#0CBH
619             LCALL   LCDLDP2
620             MOV     R1,#3AH
621             MOV     R0,#0CCH
622             LCALL   LCDLDP2
623             MOV     A,T_OFFM
624             LCALL   HTOA
625             MOV     A,R2
626             MOV     R1,A
627             MOV     R0,#0CDH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
628             LCALL   LCDLDP2
629             MOV     A,R3
630             MOV     R1,A
631             MOV     R0,#0CEH
632             LCALL   LCDLDP2
633             LJMP    KIT
634     GENTER: CJNE    A,#0EH,KIT
635             MOV     A,T_OFFH
636             LCALL   HTOA
637             MOV     A,R2
638             MOV     R1,A
639             MOV     R0,#0CAH
640             LCALL   LCDLDP2
641             MOV     A,R3
642             MOV     R1,A
643             MOV     R0,#0CBH
644             LCALL   LCDLDP2
645             MOV     R1,#3AH
646             MOV     R0,#0CCH
647             LCALL   LCDLDP2
648             MOV     A,T_OFFM
649             LCALL   HTOA
650             MOV     A,R2
651             MOV     R1,A
652             MOV     R0,#0CDH
653             LCALL   LCDLDP2
654             MOV     A,R3
655             MOV     R1,A
656             MOV     R0,#0CEH
657             LCALL   LCDLDP2
658             LCALL   STIME
659             LJMP    POWER_ON
660
661       K_UP:MOV      A,T_OFFH
662             MOV     DPH,A
663             MOV     A,T_OFFM
664             MOV     DPL,A
665             MOV     R2,#00H
666             MOV     R3,#05H
667             LCALL   DTADD
668             MOV     A,DPH
669             MOV     T_OFFH,A
670             LCALL   HTOA
671             MOV     A,R2
672             MOV     R1,A
673             MOV     R0,#0CAH
674             LCALL   LCDLDP2
675             MOV     A,R3
676             MOV     R1,A
677             MOV     R0,#0CBH
678             LCALL   LCDLDP2
679             MOV     R1,#3AH
680             MOV     R0,#0CCH
681             LCALL   LCDLDP2
682             MOV     A,DPL
683             MOV     T_OFFM,A
684             LCALL   HTOA
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
685             MOV     A,R2
686             MOV     R1,A
687             MOV     R0,#0CDH
688             LCALL   LCDLDP2
689             MOV     A,R3
690             MOV     R1,A
691             MOV     R0,#0CEH
692             LCALL   LCDLDP2
693             RET
694
695     K_DOWN:MOV      A,T_OFFH
696             MOV     DPH,A
697             MOV     A,T_OFFM
698             MOV     DPL,A
699             MOV     R2,#00H
700             MOV     R3,#05H
701             LCALL   DTSUB
702             MOV     A,DPH
703             MOV     T_OFFH,A
704             LCALL   HTOA
705             MOV     A,R2
706             MOV     R1,A
707             MOV     R0,#0CAH
708             LCALL   LCDLDP2
709             MOV     A,R3
710             MOV     R1,A
711             MOV     R0,#0CBH
712             LCALL   LCDLDP2
713             MOV     R1,#3AH
714             MOV     R0,#0CCH
715             LCALL   LCDLDP2
716             MOV     A,DPL
717             MOV     T_OFFM,A
718             LCALL   HTOA
719             MOV     A,R2
720             MOV     R1,A
721             MOV     R0,#0CDH
722             LCALL   LCDLDP2
723             MOV     A,R3
724             MOV     R1,A
725             MOV     R0,#0CEH
726             LCALL   LCDLDP2
727             RET
728
729 ;*************************************
730 ;*        LOOP    TEMPRATURE          *
731 ;*************************************
732         K3:CJNE     R1,#08H,J_1       ;CHECK KEY  TEMPRATURE
733            AJMP     J_2
734        J_1:LJMP     RESTART
735        J_2:MOV      DPTR,#MENUT3
736            LCALL    LCDLDP
737            MOV      A,TEMP
738            LCALL    HTOA
739            MOV      A,R2
740            MOV      R1,A
741            MOV      R0,#0CDH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
742             LCALL   LCDLDP2
743             MOV     A,R3
744             MOV     R1,A
745             MOV     R0,#0CEH
746             LCALL   LCDLDP2
747         R_3:MOV     DPTR,#PORT1_C
748             MOVX    A,@DPTR
749             ANL     A,#0FH
750             CJNE    A,#00H,R_4
751             LJMP    POP
752         R_4:MOV     R1,A
753             MOV     DPTR,#PORT1_C
754             MOVX    A,@DPTR
755             ANL     A,#0FH
756             CJNE    A,#00H,R_4
757             MOV     A,R1
758             CJNE    A,#04H,TDOWN
759             LCALL   T_UP
760     TDOWN:  CJNE    A,#02H,TCANCLE
761             LCALL   T_DOWN
762    TCANCLE:CJNE     A,#06H,TENTER
763             MOV     TEMP,#00H
764             MOV     A,TEMP
765             LCALL   HTOA
766             MOV     A,R2
767             MOV     R1,A
768             MOV     R0,#0CDH
769             LCALL   LCDLDP2
770             MOV     A,R3
771             MOV     R1,A
772             MOV     R0,#0CEH
773             LCALL   LCDLDP2
774     TENTER:CJNE     A,#01H,R_3
775             MOV     A,TEMP
776             LCALL   HTOA
777             MOV     A,R2
778             MOV     R1,A
779             MOV     R0,#0CDH
780             LCALL   LCDLDP2
781             MOV     A,R3
782             MOV     R1,A
783             MOV     R0,#0CEH
784             LCALL   LCDLDP2
785             LJMP    POWER_ON
786
787       POP:  MOV     DPTR,#PORT1_B
788             MOVX    A,@DPTR
789             ANL     A,#0FH
790             CJNE    A,#0FH,GORN1
791             LJMP    R_3
792    GORN1:   MOV     R1,A
793             MOV     DPTR,#PORT1_B
794             MOVX    A,@DPTR
795             ANL     A,#0FH
796             CJNE    A,#0FH,GORN1
797             MOV     A,R1
798             CJNE    A,#07H,SDOWN
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
799             LCALL   T_UP
800     SDOWN:  CJNE    A,#0BH,SCANCLE
801             LCALL   T_DOWN
802     SCANCLE:CJNE    A,#0DH,SENTER
803             MOV     TEMP,#00H
804             MOV     A,TEMP
805             LCALL   HTOA
806             MOV     A,R2
807             MOV     R1,A
808             MOV     R0,#0CDH
809             LCALL   LCDLDP2
810             MOV     A,R3
811             MOV     R1,A
812             MOV     R0,#0CEH
813             LCALL   LCDLDP2
814             LJMP    POP
815     SENTER: CJNE    A,#0EH,POP
816             MOV     A,TEMP
817             LCALL   HTOA
818             MOV     A,R2
819             MOV     R1,A
820             MOV     R0,#0CDH
821             LCALL   LCDLDP2
822             MOV     A,R3
823             MOV     R1,A
824             MOV     R0,#0CEH
825             LCALL   LCDLDP2
826             LJMP    POWER_ON
827
828       T_UP:MOV      R2,#00H
829             MOV     R3,#01H
830             MOV     A,#00H
831             MOV     DPH,A
832             MOV     A,TEMP
833             MOV     DPL,A
834             LCALL   DBADD
835             MOV     A,DPL
836             MOV     TEMP,A
837             LCALL   HTOA
838             MOV     A,R2
839             MOV     R1,A
840             MOV     R0,#0CDH
841             LCALL   LCDLDP2
842             MOV     A,R3
843             MOV     R1,A
844             MOV     R0,#0CEH
845             LCALL   LCDLDP2
846             RET
847
848     T_DOWN:MOV      R2,#00H
849             MOV     R3,#01H
850             MOV     A,#00H
851             MOV     DPH,A
852             MOV     A,TEMP
853             MOV     DPL,A
854             LCALL   DBSUB
855             MOV     A,DPL
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
856             MOV     TEMP,A
857             LCALL   HTOA
858             MOV     A,R2
859             MOV     R1,A
860             MOV     R0,#0CDH
861             LCALL   LCDLDP2
862             MOV     A,R3
863             MOV     R1,A
864             MOV     R0,#0CEH
865             LCALL   LCDLDP2
866             RET
867 MENUT0:    DFB     " STAND BY       "
868 MENUT1:    DFB     " TIME TURN  OFF    "
869 MENUT2:    DFB     "TIME TO TURN ON    "
870 MENUT3:    DFB     "TEMPRATURE  SET  "
871 MENUT4:    DFB     " P.= ON           "
872 MENUT5:    DFB     " MADE  BY  KMITL  "
873 MENUT7:    DFB     "   STAND   BY      "
874
875 ;*********************************
876 ;* EQU  TEMP  DS1620 TO   A      *
877 ;*********************************
878  EQUTEMP:MOV     A,DPL
879          CJNE    A,#0H,V2
880          MOV     R2,#30H
881          MOV     R3,#30H
882          MOV     TEMP1,#00H
883       V2:CJNE    A,#1H,V3
884          MOV     R2,#30H
885          MOV     R3,#31H
886          MOV     TEMP1,#01H
887       V3:CJNE    A,#2H,V4
888          MOV     R2,#30H
889          MOV     R3,#32H
890          MOV     TEMP1,#02H
891       V4:CJNE    A,#3H,V5
892          MOV     R2,#30H
893          MOV     R3,#33H
894          MOV     TEMP1,#03H
895       V5:CJNE    A,#4H,V6
896          MOV     R2,#30H
897          MOV     R3,#34H
898          MOV     TEMP1,#04H
899       V6:CJNE    A,#5H,V8
900          MOV     R2,#30H
901          MOV     R3,#35H
902          MOV     TEMP1,#05H
903       V8:CJNE    A,#6H,V9
904          MOV     R2,#30H
905          MOV     R3,#36H
906          MOV     TEMP1,#06H
907       V9:CJNE    A,#7H,V10
908          MOV     R2,#30H
909          MOV     R3,#37H
910          MOV     TEMP1,#07H
911      V10:CJNE    A,#8H,V11
912          MOV     R2,#30H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
913             MOV     R3,#38H
914             MOV     TEMP1,#08H
915         V11:CJNE    A,#9H,V12
916             MOV     R2,#30H
917             MOV     R3,#39H
918             MOV     TEMP1,#09H
919         V12:CJNE    A,#0AH,V13
920             MOV     R2,#31H
921             MOV     R3,#30H
922             MOV     TEMP1,#10H
923         V13:CJNE    A,#0BH,V14
924             MOV     R2,#31H
925             MOV     R3,#31H
926             MOV     TEMP1,#11H
927         V14:CJNE    A,#0CH,V15
928             MOV     R2,#31H
929             MOV     R3,#32H
930             MOV     TEMP1,#12H
931         V15:CJNE    A,#0DH,V16
932             MOV     R2,#31H
933             MOV     R3,#33H
934             MOV     TEMP1,#13H
935         V16:CJNE    A,#0EH,V17
936             MOV     R2,#31H
937             MOV     R3,#34H
938             MOV     TEMP1,#14H
939         V17:CJNE    A,#0FH,V18
940             MOV     R2,#31H
941             MOV     R3,#35H
942             MOV     TEMP1,#15H
943         V18:CJNE    A,#10H,V19
944             MOV     R2,#31H
945             MOV     R3,#36H
946             MOV     TEMP1,#16H
947         V19:CJNE    A,#11H,V20
948             MOV     R2,#31H
949             MOV     R3,#37H
950             MOV     TEMP1,#17H
951         V20:CJNE    A,#12H,V21
952             MOV     R2,#31H
953             MOV     R3,#38H
954             MOV     TEMP1,#18H
955         V21:CJNE    A,#13H,V22
956             MOV     R2,#31H
957             MOV     R3,#39H
958             MOV     TEMP1,#19H
959         V22:CJNE    A,#14H,V23
960             MOV     R2,#32H
961             MOV     R3,#30H
962             MOV     TEMP1,#20H
963         V23:CJNE    A,#15H,V24
964             MOV     R2,#32H
965             MOV     R3,#31H
966             MOV     TEMP1,#21H
967         V24:CJNE    A,#16H,V25
968             MOV     R2,#32H
969             MOV     R3,#32H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
970             MOV     TEMP1,#22H
971         V25:CJNE    A,#17H,V26
972             MOV     R2,#32H
973             MOV     R3,#33H
974             MOV     TEMP1,#23H
975         V26:CJNE    A,#18H,V27
976             MOV     R2,#32H
977             MOV     R3,#34H
978             MOV     TEMP1,#24H
979         V27:CJNE    A,#19H,V28
980             MOV     R2,#32H
981             MOV     R3,#35H
982             MOV     TEMP1,#25H
983         V28:CJNE    A,#1AH,V29
984             MOV     R2,#32H
985             MOV     R3,#36H
986             MOV     TEMP1,#26H
987         V29:CJNE    A,#1BH,V30
988             MOV     R2,#32H
989             MOV     R3,#37H
990             MOV     TEMP1,#27H
991         V30:CJNE    A,#1CH,V31
992             MOV     R2,#32H
993             MOV     R3,#38H
994             MOV     TEMP1,#28H
995         V31:CJNE    A,#1DH,V32
996             MOV     R2,#32H
997             MOV     R3,#39H
998             MOV     TEMP1,#29H
999         V32:CJNE    A,#1EH,V33
1000            MOV     R2,#33H
1001            MOV     R3,#30H
1002            MOV     TEMP1,#30H
1003        V33:CJNE    A,#1FH,V34
1004            MOV     R2,#33H
1005            MOV     R3,#31H
1006            MOV     TEMP1,#31H
1007        V34:CJNE    A,#20H,V35
1008            MOV     R2,#33H
1009            MOV     R3,#32H
1010            MOV     TEMP1,#32H
1011        V35:CJNE    A,#21H,V36
1012            MOV     R2,#33H
1013            MOV     R3,#33H
1014            MOV     TEMP1,#33H
1015        V36:CJNE    A,#22H,V37
1016            MOV     R2,#33H
1017            MOV     R3,#34H
1018            MOV     TEMP1,#34H
1019        V37:CJNE    A,#23H,V38
1020            MOV     R2,#33H
1021            MOV     R3,#35H
1022            MOV     TEMP1,#35H
1023        V38:CJNE    A,#24H,V39
1024            MOV     R2,#33H
1025            MOV     R3,#36H
1026            MOV     TEMP1,#36H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
1027        V39:CJNE    A,#25H,V40
1028            MOV     R2,#33H
1029            MOV     R3,#37H
1030            MOV     TEMP1,#37H
1031        V40:CJNE    A,#26H,V41
1032            MOV     R2,#33H
1033            MOV     R3,#38H
1034            MOV     TEMP1,#38H
1035        V41:CJNE    A,#27H,V42
1036            MOV     R2,#33H
1037            MOV     R3,#39H
1038            MOV     TEMP1,#39H
1039        V42:CJNE    A,#28H,V43
1040            MOV     R2,#34H
1041            MOV     R3,#30H
1042            MOV     TEMP1,#40H
1043        V43:CJNE    A,#29H,V44
1044            MOV     R2,#34H
1045            MOV     R3,#31H
1046            MOV     TEMP1,#41H
1047        V44:CJNE    A,#2AH,V45
1048            MOV     R2,#34H
1049            MOV     R3,#32H
1050            MOV     TEMP1,#42H
1051        V45:CJNE    A,#2BH,V46
1052            MOV     R2,#34H
1053            MOV     R3,#33H
1054            MOV     TEMP1,#43H
1055        V46:CJNE    A,#2CH,V47
1056            MOV     R2,#34H
1057            MOV     R3,#34H
1058            MOV     TEMP1,#44H
1059        V47:CJNE    A,#2DH,V48
1060            MOV     R2,#34H
1061            MOV     R3,#35H
1062            MOV     TEMP1,#45H
1063        V48:CJNE    A,#2EH,V49
1064            MOV     R2,#34H
1065            MOV     R3,#36H
1066            MOV     TEMP1,#46H
1067        V49:CJNE    A,#2FH,V50
1068            MOV     R2,#34H
1069            MOV     R3,#37H
1070            MOV     TEMP1,#47H
1071        V50:CJNE    A,#30H,V51
1072            MOV     R2,#34H
1073            MOV     R3,#38H
1074            MOV     TEMP1,#48H
1075        V51:CJNE    A,#31H,V52
1076            MOV     R2,#34H
1077            MOV     R3,#39H
1078            MOV     TEMP1,#49H
1079        V52:CJNE    A,#32H,V53
1080            MOV     R2,#35H
1081            MOV     R3,#30H
1082            MOV     TEMP1,#50H
1083        V53:RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
1084 ;************************************
1085 ;*      TEMP DEC = HEC              *
1086 ;*   OUT    =  A                   *
1087 ;************************************
1088 ETPHX:    MOV    A,TEMP
1089           CJNE   A,#0H,E2
1090           MOV    A,#00H
1091        E2:CJNE   A,#01H,E3
1092           MOV    A,#01H
1093        E3:CJNE   A,#02H,E4
1094           MOV    A,#02H
1095        E4:CJNE   A,#03H,E5
1096           MOV    A,#03H
1097        E5:CJNE   A,#04H,E6
1098           MOV    A,#04H
1099        E6:CJNE   A,#05H,E8
1100           MOV    A,#05H
1101        E8:CJNE   A,#06H,E9
1102           MOV    A,#06H
1103        E9:CJNE   A,#07H,E10
1104           MOV    A,#07H
1105       E10:CJNE   A,#08H,E11
1106           MOV    A,#08H
1107       E11:CJNE   A,#09H,E12
1108           MOV    A,#09H
1109       E12:CJNE   A,#10H,E13
1110           MOV    A,#0AH
1111       E13:CJNE   A,#11H,E14
1112           MOV    A,#0BH
1113       E14:CJNE   A,#12H,E15
1114           MOV    A,#0CH
1115       E15:CJNE   A,#13H,E16
1116           MOV    A,#0DH
1117       E16:CJNE   A,#14H,E17
1118           MOV    A,#0EH
1119       E17:CJNE   A,#15H,E18
1120           MOV    A,#0FH
1121       E18:CJNE   A,#16H,E19
1122           MOV    A,#10H
1123       E19:CJNE   A,#17H,E20
1124           MOV    A,#11H
1125       E20:CJNE   A,#18H,E21
1126           MOV    A,#12H
1127       E21:CJNE   A,#19H,E22
1128           MOV    A,#13H
1129       E22:CJNE   A,#20H,E23
1130           MOV    A,#14H
1131       E23:CJNE   A,#21H,E24
1132           MOV    A,#15H
1133       E24:CJNE   A,#22H,E25
1134           MOV    A,#16H
1135       E25:CJNE   A,#23H,E26
1136           MOV    A,#17H
1137       E26:CJNE   A,#24H,E27
1138           MOV    A,#18H
1139       E27:CJNE   A,#25H,E28
1140           MOV    A,#19H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
1141        E28:CJNE    A,#26H,E29
1142            MOV     A,#1AH
1143        E29:CJNE    A,#27H,E30
1144            MOV     A,#1BH
1145        E30:CJNE    A,#28H,E31
1146            MOV     A,#1CH
1147        E31:CJNE    A,#29H,E32
1148            MOV     A,#1DH
1149        E32:CJNE    A,#30H,E33
1150            MOV     A,#1EH
1151        E33:CJNE    A,#31H,E34
1152            MOV     A,#1FH
1153        E34:CJNE    A,#32H,E35
1154            MOV     A,#20H
1155        E35:CJNE    A,#33H,E36
1156            MOV     A,#21H
1157        E36:CJNE    A,#34H,E37
1158            MOV     A,#22H
1159        E37:CJNE    A,#35H,E38
1160            MOV     A,#23H
1161        E38:CJNE    A,#36H,E39
1162            MOV     A,#24H
1163        E39:CJNE    A,#37H,E40
1164            MOV     A,#25H
1165        E40:CJNE    A,#38H,E41
1166            MOV     A,#26H
1167        E41:CJNE    A,#39H,E42
1168            MOV     A,#27H
1169        E42:CJNE    A,#40H,E43
1170            MOV     A,#28H
1171        E43:CJNE    A,#41H,E44
1172            MOV     A,#29H
1173        E44:CJNE    A,#42H,E45
1174            MOV     A,#2AH
1175        E45:CJNE    A,#43H,E46
1176            MOV     A,#2BH
1177        E46:CJNE    A,#44H,E47
1178            MOV     A,#2CH
1179        E47:CJNE    A,#45H,E48
1180            MOV     A,#2DH
1181        E48:CJNE    A,#46H,E49
1182            MOV     A,#2EH
1183        E49:CJNE    A,#47H,E50
1184            MOV     A,#2FH
1185        E50:CJNE    A,#48H,E51
1186            MOV     A,#30H
1187        E51:CJNE    A,#49H,E52
1188            MOV     A,#31H
1189        E52:CJNE    A,#50H,E53
1190            MOV     A,#32H
1191        E53:RET
1192
1193  ;************************************
1194  ;*    WDATA TEMPRATURE    SCAN      *
1195  ;************************************
1196    WDAT16:CLR      P1.0        ;CLR  DATA
1197           LCALL    DELAYT
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
1198            SETB    P1.1
1199            LCALL   DELAYT
1200            MOV     A,R7
1201            LCALL   WDATAX
1202            MOV     A,R6
1203            LCALL   WDATAX
1204            LCALL   DELAYT
1205            CLR     P1.1
1206            RET
1207  WDATAX:   MOV     B,#8        ;WRITE  8  BIT  DATA  ( IN = A
1208  WDATAX1:  RRC     A
1209            MOV     P1.0,C
1210            LCALL   CLKR
1211            DJNZ    B,WDATAX1
1212            RET
1213  ;*******************************
1214  ;*   READ   DATA   SUB         *
1215  ;*******************************
1216  RDATA:    CLR     P1.0
1217            LCALL   DELAYT
1218            SETB    P1.1
1219            LCALL   DELAYT
1220            MOV     A,R7
1221            LCALL   WDATAX
1222            SETB    P1.0
1223            MOV     B,#8
1224  RDATA3:   CLR     P1.2
1225            LCALL   DELAYT
1226            MOV     C,P1.0    ; READ  DATA
1227            RRC     A
1228            SETB    P1.2
1229            LCALL   DELAYT
1230            DJNZ    B,RDATA3
1231            MOV     R6,A
1232  RDATA8:   MOV     B,#8
1233  RDATA7:   CLR     P1.2      ;  CLK =  " 0"
1234            LCALL   DELAYT
1235            MOV     C,P1.0
1236            RRC     A
1237            SETB    P1.2      ;  CLK =  " 1"
1238            LCALL   DELAYT
1239            DJNZ    B,RDATA7
1240            MOV     REG,A
1241            LCALL   DELAYT
1242            CLR     P1.1
1243            RET
1244  ;*******************************
1245  ;*      A RISING  ADGE         *
1246  ;*******************************
1247  CLKR:     CLR     P1.2
1248            LCALL   DELAYT
1249            SETB    P1.2
1250            LCALL   DELAYT
1251            RET
1252  ;*******************************
1253  ;*        DIV  SUB             *
1254  ;*******************************
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
1255 DIV:MOV   B,#2
1256     DIV   AB
1257     RET
1258 ;*******************************
1259 ;*   DELAY  TEMPRATURE SUB   *
1260 ;*******************************
1261 DELAYT: MOV   R4,#2
1262         DJNZ   R4,$
1263         RET
1264 DELAYX: MOV   R4,#0
1265 DELX1:  MOV   R1,#0
1266         DJNZ  R1,$
1267         DJNZ  R4,DELX1
1268         RET
1269 ;*************************************
1270 ;*          RDATA  LOOP              *
1271 ;*************************************
1272 R1620:  MOV   R7,#0AAH
1273          LCALL  RDATA
1274          MOV    A,R6
1275          LCALL  DIV
1276          MOV    39H,A
1277          MOV    DPL,A
1278          LCALL  EQUTEMP
1279          MOV    A,R2
1280          MOV    R1,A
1281          MOV    R0,#0CCH
1282          LCALL  LCDLDP2
1283          MOV    A,R3
1284          MOV    R1,A
1285          MOV    R0,#0CDH
1286          LCALL  LCDLDP2
1287          MOV    R1,#27H
1288          MOV    R0,#0CEH
1289          LCALL  LCDLDP2
1290          MOV    R1,#43H
1291          MOV    R0,#0CFH
1292          LCALL  LCDLDP2
1293          RET
1294
1295
1296 ;*********************************
1297 ;*         CLEAR   LCD           *
1298 ;*********************************
1299 CLRLCD: MOV A,#01H
1300         LCALL LCDWI
1301         RET
1302 ; ********** LCDWI SUB **********
1303 ; LCD WRITE INSTRUCTION (RS=0)
1304 ; IN  = A
1305 ; REG = A
1306
1307 LCDWI:   PUSH   DPH
1308         PUSH   DPL
1309         MOV    DPTR,#LCDWRC
1310         MOVX   @DPTR,A
1311         MOV    DPTR,#LCDRDC
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
1312 LCDWI1:  MOVX   A,@DPTR          ;WAIT FOR BF=0
1313          JB     ACC.7,LCDWI1
1314          POP    DPL
1315          POP    DPH
1316          RET
1317
1318 ; ********** LCDWD SUB **********
1319 ; LCD WRITE DATA (RS=1)
1320 ; IN  = A
1321 ; REG = A
1322
1323 LCDWD:   PUSH   DPH
1324          PUSH   DPL
1325          MOV    DPTR,#LCDWRD
1326          MOVX   @DPTR,A
1327          MOV    DPTR,#LCDRDC
1328 LCDWD1:  MOVX   A,@DPTR          ;WAIT FOR BF=0
1329          JB     ACC.7,LCDWD1
1330          POP    DPL
1331          POP    DPH
1332          RET
1333
1334 ; ********** LCDLDP SUB **********
1335 ; LOAD PMEM TO LCD-MODULE (DMC202)
1336 ; IN  = DPTR  START BLOCK
1337 ; REG = A,R2,DPTR
1338
1339 ;*******************************
1340 ;*   LINE 1  LCD DISPLAY       *
1341 ;*******************************
1342
1343 LCDLDP:  MOV    A,#80H          ;SET ADDRESS LINE 1
1344          LCALL  LCDLDPS
1345          RET
1346
1347 LCDLDPS: LCALL  LCDWI
1348          MOV    R2,#20          ;20 CHAR.
1349 LCDLDPS1:CLR    A
1350          MOVC   A,@A+DPTR       ;PMEM=MOVC
1351          LCALL  LCDWD           ;WRITE DATA
1352          INC    DPTR
1353          DJNZ   R2,LCDLDPS1
1354          RET
1355
1356          MOV    A,#0C0H         ;SET ADDRESS LINE 2
1357          LCALL  LCDLDPS
1358          RET
1359
1360 ;*************************
1361 ;*  LINE 2  LCD DISPLAY *
1362 ;*************************
1363 LCDLDP1: MOV    A,#0C0H
1364          LCALL  LCDLDS
1365          RET
1366 LCDLDS:  LCALL  LCDWI
1367          MOV    R2,#20          ;20 CHAR.
1368 LCDLDS1: CLR    A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
1369            MOVC    A,@A+DPTR           ;RMEM=MOVC
1370            LCALL   LCDWD               ;WRITE DATA
1371            INC     DPTR
1372            DJNZ    R2,LCDLDS1
1373            RET
1374 ;*********************************
1375 ;*   POINT  DOT  LCD DISPLAY     *
1376 ;*********************************
1377
1378 LCDLDP2: MOV     A,R0
1379            LCALL   LCDWI
1380            MOV     A,R1
1381            LCALL   LCDWD
1382            RET
1383 ;*********************************
1384 ;*         CHECK  TEMP           *
1385 ;*********************************
1386 CH_TEMP:MOV     A,TEMP
1387          LCALL   HTOA          ;R1,R2,R3 = OUT PUT
1388          MOV     A,R2
1389          MOV     R1,A
1390          MOV     R0,#0C7H
1391          LCALL   LCDLDP2
1392          MOV     A,R3
1393          MOV     R1,A
1394          MOV     R0,#0C8H
1395          LCALL   LCDLDP2
1396          MOV     R1,#27H
1397          MOV     R0,#0C9H
1398          LCALL   LCDLDP2
1399          MOV     R1,#43H
1400          MOV     R0,#0CAH
1401          LCALL   LCDLDP2
1402          MOV     R1,#20H
1403          MOV     R0,#0CBH
1404          LCALL   LCDLDP2
1405          MOV     R7,39H
1406          LCALL   ETPHX
1407          CLR     C
1408          SUBB    A,R7
1409          MOV     28H,A
1410          JC      S_F
1411          MOV     A,28H
1412          CJNE    A,#04H,GH
1413          LJMP    GG
1414       GH: JNC     FO
1415       GG: CJNE    A,#02H,FL
1416       FL: LCALL   FANLO
1417           LJMP    S_R
1418       FO: LCALL   OFF_DRI
1419           LJMP    S_R
1420      S_F: MOV     A,28H
1421           CJNE    A,#0FFFFFFFCH,T4
1422           LJMP    T2
1423       T4: JC      F_H
1424       T2: CJNE    A,#0FFFFFFFEH,T3
1425           LCALL   FANMI
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
1426       T3: JC     F_M
1427           LCALL  FANLO
1428           LJMP   S_R
1429      F_H:LCALL   FANHI
1430           LJMP   S_R
1431      F_M:LCALL   FANMI
1432      S_R: MOV    R7,#0AH
1433           LCALL  DELAY
1434           RET
1435 ;*****************************************
1436 ;*            POWER   ON   LOOP          *
1437 ;*****************************************
1438 POWER_ON:MOV     DPTR,#MENUT4
1439           LCALL  LCDLDP
1440           LCALL  R1620
1441           MOV    R6,T_OFFH
1442           MOV    R7,T_OFFM
1443           CJNE   R6,#00H,PO_F
1444           CJNE   R7,#00H,PO_F
1445           LCALL  CH_TEMP
1446           LJMP   OUT
1447
1448      PO_F:MOV    DPTR,#MENUT4
1449           LCALL  LCDLDP
1450           JNB    P3.2,PL
1451           LCALL  CH_TEMP
1452           MOV    R6,T_OFFH
1453           MOV    R7,T_OFFM
1454           MOV    A,R6
1455           MOV    DPH,A
1456           MOV    A,R7
1457           MOV    DPL,A
1458           MOV    R6,#85H
1459           LCALL  BYTERD
1460           MOV    A,R7
1461           MOV    R2,A
1462           JNB    P3.2,PL
1463           MOV    R6,#83H
1464           LCALL  BYTERD
1465           MOV    A,R7
1466           MOV    R3,A
1467           LCALL  DTSUB
1468           MOV    A,DPH
1469           MOV    R0,A
1470           MOV    A,DPL
1471           MOV    R1,A
1472           CJNE   R0,#00H,PL4
1473           CJNE   R1,#00H,PL4
1474           LCALL  STIME
1475           MOV    T_OFFH,#00H
1476           MOV    T_OFFM,#00H
1477           LCALL  OFF_DRI
1478           LCALL  CLRLCD
1479           LJMP   POWER_OFF
1480
1481      PL4: JNB    P3.2,PL
1482           MOV    A,DPH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
1483            LCAll   HTOA
1484            MOV     A,R2
1485            MOV     R1,A
1486            MOV     R0,#0C1H
1487            LCALL   LCDLDP2
1488            MOV     A,R3
1489            MOV     R1,A
1490            MOV     R0,#0C2H
1491            LCALL   LCDLDP2
1492            MOV     R1,#3AH
1493            MOV     R0,#0C3H
1494            LCALL   LCDLDP2
1495            MOV     A,DPL
1496            LCAll   HTOA
1497            MOV     A,R2
1498            MOV     R1,A
1499            MOV     R0,#0C4H
1500            LCALL   LCDLDP2
1501            MOV     A,R3
1502            MOV     R1,A
1503            MOV     R0,#0C5H
1504            LCALL   LCDLDP2
1505            MOV     R1,#20H
1506            MOV     R0,#0C6H
1507            LCALL   LCDLDP2
1508
1509      OUT:  JNB     P3.2,PL
1510            LJMP    POWER_ON
1511       PL:  SETB     EA
1512            MOV     20H,#01H
1513            RETI
1514
1515  ;*********************************************
1516  ;*          POWER   OFF   LOOP               *
1517  ;*********************************************
1518
1519  POWER_OFF:lcall   r1620
1520            MOV     DPTR,#MENUT0          ; POWER OFF
1521            LCALL   LCDLDP
1522            MOV     A,TEMP
1523            LCALL   HTOA            ;R1,R2,R3 = OUT PUT
1524            MOV     A,R2
1525            MOV     R1,A
1526            MOV     R0,#0C7H
1527            LCALL   LCDLDP2
1528            MOV     A,R3
1529            MOV     R1,A
1530            MOV     R0,#0C8H
1531            LCALL   LCDLDP2
1532            MOV     R1,#27H
1533            MOV     R0,#0C9H
1534            LCALL   LCDLDP2
1535            MOV     R1,#43H
1536            MOV     R0,#0CAH
1537            LCALL   LCDLDP2
1538            MOV     R1,#20H
1539            MOV     R0,#0CBH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
1540            LCALL   LCDLDP2
1541          ;   LCALL  R1620
1542
1543            MOV     R0,T_ONH
1544            MOV     R1,T_ONM
1545            CJNE    R0,#00H,PF_2
1546       PF_1:CJNE    R1,#00H,PF_2
1547
1548            LJMP     OUT1
1549       PF_2:MOV     DPTR,#MENUT0
1550            LCALL   LCDLDP
1551            JNB     P3.2,PL1
1552            MOV     A,T_ONH
1553            MOV     DPH,A
1554            MOV     A,T_ONM
1555            MOV     DPL,A
1556            MOV     R6,#85H
1557            LCALL   BYTERD
1558            MOV     A,R7
1559            MOV     R2,A
1560            MOV     40H,A
1561            MOV     R6,#83H
1562            LCALL   BYTERD
1563            MOV     A,R7
1564            MOV     R3,A
1565            MOV     41H,A
1566            MOV     R6,#81H
1567            LCALL   BYTERD
1568            MOV     A,R7
1569            MOV     42H,A
1570            LCALL   DTSUB
1571            MOV     A,DPH
1572            MOV     R0,A
1573
1574            MOV     A,DPL
1575            MOV     R1,A
1576            CJNE    R0,#00H,PL3
1577            CJNE    R1,#00H,PL3
1578            LCALL   STIME
1579            MOV     T_ONH,#00H
1580            MOV     T_ONM,#00H
1581            LCALL   CLRLCD
1582            LJMP    POWER_ON
1583       PL3: MOV     A,DPH
1584            LCAll   HTOA
1585            MOV     A,R2
1586            MOV     R1,A
1587            MOV     R0,#0C1H
1588            LCALL   LCDLDP2
1589            MOV     A,R3
1590            MOV     R1,A
1591            MOV     R0,#0C2H
1592            LCALL   LCDLDP2
1593            MOV     R1,#3AH
1594            MOV     R0,#0C3H
1595            LCALL   LCDLDP2
1596            MOV     A,DPL
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
1597            LCAll   HTOA
1598            MOV     A,R2
1599            MOV     R1,A
1600            MOV     R0,#0C4H
1601            LCALL   LCDLDP2
1602            MOV     A,R3
1603            MOV     R1,A
1604            MOV     R0,#0C5H
1605            LCALL   LCDLDP2
1606
1607     OUT1:  JNB     P3.2,PL1
1608            LJMP    POWER_OFF
1609      PL1:  SETB     EA
1610            MOV     20H,#00H
1611            RETI
1612
1613  ;*********************************
1614  ;*     FAN  CONTROL SPEED        *
1615  ;*********************************
1616  FANHI:    CLR     A
1617            SETB    ACC.0
1618            SETB    ACC.2
1619            MOV     DPTR,#PORT1_A
1620            MOVX    @DPTR,A
1621            MOV     R1,#46H
1622            MOV     R0,#8CH
1623            LCALL   LCDLDP2
1624            MOV     R1,#3DH
1625            MOV     R0,#8DH
1626            LCALL   LCDLDP2
1627            MOV     R1,#48H
1628            MOV     R0,#8EH
1629            LCALL   LCDLDP2
1630            MOV     R1,#49H
1631            MOV     R0,#8FH
1632            LCALL   LCDLDP2
1633            RET
1634  FANMI:    CLR     A
1635            SETB    ACC.0
1636            SETB    ACC.4
1637            MOV     DPTR,#PORT1_A
1638            MOVX    @DPTR,A
1639            MOV     R1,#46H
1640            MOV     R0,#8CH
1641            LCALL   LCDLDP2
1642            MOV     R1,#3DH
1643            MOV     R0,#8DH
1644            LCALL   LCDLDP2
1645            MOV     R1,#4DH
1646            MOV     R0,#8EH
1647            LCALL   LCDLDP2
1648            MOV     R1,#49H
1649            MOV     R0,#8FH
1650            LCALL   LCDLDP2
1651            RET
1652  FANLO:    CLR     A
1653            SETB    ACC.0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
1654            SETB    ACC.6
1655            MOV     DPTR,#PORT1_A
1656            MOVX    @DPTR,A
1657            MOV     R1,#46H
1658            MOV     R0,#8CH
1659            LCALL   LCDLDP2
1660            MOV     R1,#3DH
1661            MOV     R0,#8DH
1662            LCALL   LCDLDP2
1663            MOV     R1,#4CH
1664            MOV     R0,#8EH
1665            LCALL   LCDLDP2
1666            MOV     R1,#4FH
1667            MOV     R0,#8FH
1668            LCALL   LCDLDP2
1669            RET
1670 OFF_DRI:CLR     A
1671            MOV     DPTR,#PORT1_A
1672            MOVX    @DPTR,A
1673            MOV     R1,#46H
1674            MOV     R0,#89H
1675            LCALL   LCDLDP2
1676            MOV     R1,#26H
1677            MOV     R0,#8AH
1678            LCALL   LCDLDP2
1679            MOV     R1,#43H
1680            MOV     R0,#8BH
1681            LCALL   LCDLDP2
1682            MOV     R1,#3DH
1683            MOV     R0,#8CH
1684            LCALL   LCDLDP2
1685            MOV     R1,#4FH
1686            MOV     R0,#8DH
1687            LCALL   LCDLDP2
1688            MOV     R1,#46H
1689            MOV     R0,#8EH
1690            LCALL   LCDLDP2
1691            MOV     R1,#46H
1692            MOV     R0,#8FH
1693            LCALL   LCDLDP2
1694            RET
1695
1696 ;************************************
1697 ;             SETTIME SUB            *
1698 ; P1.4 = I/O DATA                    *
1699 ; P1.6 = RST                         *
1700 ; P1.5 = SCLK                        *
1701 ;************************************
1702
1703 STIME:     CLR    P1.6              ;RST = "0"
1704            LCALL  DELAYT
1705            SETB   P1.5              ;SCLK= "1"
1706            LCALL  DELAYT
1707            LCALL  SETTIME
1708            RET
1709
1710 SETTIME:   MOV    R6,#8EH           ;WRITE PROTEC
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
1711            MOV   R7,#00H
1712            LCALL BYTEWR
1713
1714            MOV   R6,#80H          ;WRITE SECOND
1715            MOV   R7,#00H          ;SECOND = "0"
1716            LCALL BYTEWR
1717
1718            MOV   R6,#82H          ;WRITE MINUTE
1719            MOV   R7,#00H          ;MIN = "0"
1720            LCALL BYTEWR
1721
1722            MOV   R6,#84H          ;WRITE HOUR
1723            MOV   R7,#00H          ;HOUR = "0"
1724            LCALL BYTEWR
1725
1726            MOV   R6,#8EH          ;WRITE PROTEC ACTIVE
1727            MOV   R7,#80H
1728            LCALL BYTEWR
1729            RET
1730
1731 ;*************************************
1732 ;            BYTEWR SUB              *
1733 ;*************************************
1734
1735 BYTEWR:    CLR   P1.4             ;COMMAN BYTE "WRITE"
1736            LCALL DELAYT
1737            SETB  P1.6             ;RST = "1"
1738            LCALL DELAYT
1739            MOV   B,#8             ;SEND COMMAND
1740            CLR   C
1741 BYTEWR1:   MOV   A,R6
1742            RRC   A
1743            MOV   R6,A
1744            LCALL DELAYT
1745            LCALL DELAYT
1746            MOV   P1.4,C
1747            LCALL CLOCK_UP
1748            DJNZ  B,BYTEWR1
1749
1750            MOV   B,#8             ;SEND DATA
1751            CLR   C
1752 BYTEWR2:   MOV   A,R7
1753            RRC   A
1754            MOV   R7,A
1755            LCALL DELAYT
1756            LCALL DELAYT
1757            MOV   P1.4,C
1758            LCALL CLOCK_UP
1759            DJNZ  B,BYTEWR2
1760            CLR   P1.6             ;RST = "0"
1761            LCALL DELAYT
1762            RET
1763
1764 ;*************************************
1765 ;            BYTERD SUB              *
1766 ;*************************************
1767
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
1768 BYTERD:    SETB  P1.4              ;COMMOND BYTE "READ"
1769            LCALL DELAYT
1770            SETB  P1.6              ;RST = "1"
1771            LCALL DELAYT
1772            MOV   B,#8
1773            CLR   C
1774 BYTERD1:  MOV   A,R6
1775            RRC   A
1776            MOV   R6,A
1777            LCALL  DELAYT
1778            LCALL  DELAYT
1779            MOV   P1.4,C
1780            LCALL CLOCK_DOWN
1781            DJNZ  B,BYTERD1
1782
1783            MOV   B,#8              ;RECEIVE DATA
1784            MOV   R7,#0             ;CLAER   DATA
1785 BYTERD2:  LCALL CLOCK_UP
1786            MOV   A,R7
1787            LCALL DELAYT
1788            LCALL DELAYT
1789            MOV   C,P1.4            ;READ SERIAL DATA
1790            RRC   A
1791            MOV   R7,A
1792            DJNZ  B,BYTERD2
1793            CLR   P1.6              ;RST = "0"
1794            LCALL DELAYT
1795            RET
1796
1797 ;*****************************************
1798 ;          CLOCK_DOWN AND CLOCK_UP       *
1799 ;*****************************************
1800
1801 CLOCK_DOWN: CLR   P1.5
1802            LCALL DELAYT
1803            SETB  P1.5
1804            LCALL DELAYT
1805            RET
1806
1807 CLOCK_UP:   SETB  P1.5
1808            LCALL DELAYT
1809            CLR   P1.5
1810            LCALL DELAYT
1811            RET
1812
1813 ;*****************************************
1814 ;            DELAY_RTC SUB               *
1815 ;*****************************************
1816
1817 DELAY_RTC: MOV  R1,#5
1818            DJNZ R1,$
1819            RET
1820
1821 ;*****************************************
1822 ;                 DTADD SUB              *
1823 ; DPTR = DPTR+R2,R3 (TIME BCD)           *
1824 ; IN   = DPTR,R2,R3                      *
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
1825 ; OUT   = DPTR                                    *
1826 ; REG   = A,DPTR                                  *
1827 ;*****************************************
1828
1829 DTADD:   MOV      A,DPL
1830          ADD      A,R3
1831          DAA
1832
1833          CJNE     A,#60H,$+3          ; CHECK >60
1834          JBC      CY,DTADD2
1835          CLR      C
1836          SUBB     A,#60H
1837          LCALL    SUBDA
1838          SETB     C
1839
1840 DTADD2: MOV      DPL,A
1841          MOV      A,DPH
1842          ADDC     A,R2
1843          DAA
1844          CJNE     A,#60H,$+3          ; CHECK <60
1845          JBC      CY,DTADD3
1846          CLR      C
1847          SUBB     A,#60H
1848          LCALL    SUBDA
1849          SETB     C
1850
1851 DTADD3: MOV      DPH,A
1852
1853          RET
1854
1855 ;*************************************
1856 ;*          DTSUB    SUB               *
1857 ;*************************************
1858
1859 DTSUB:   CLR      C
1860          MOV      A,DPL
1861          SUBB     A,R3
1862          LCALL    SUBDA
1863          JNC      DTSUB2
1864          CLR      C
1865          SUBB     A,#40H
1866          LCALL    SUBDA
1867          SETB     C
1868
1869 DTSUB2: MOV      DPL,A
1870          MOV      A,DPH
1871          SUBB     A,R2
1872          LCALL    SUBDA
1873          JNC      DTSUB4
1874          CLR      C
1875          SUBB     A,#40H
1876          LCALL    SUBDA
1877          SETB     C
1878
1879 DTSUB4: MOV      DPH,A
1880          RET
1881 ;*************************************
```

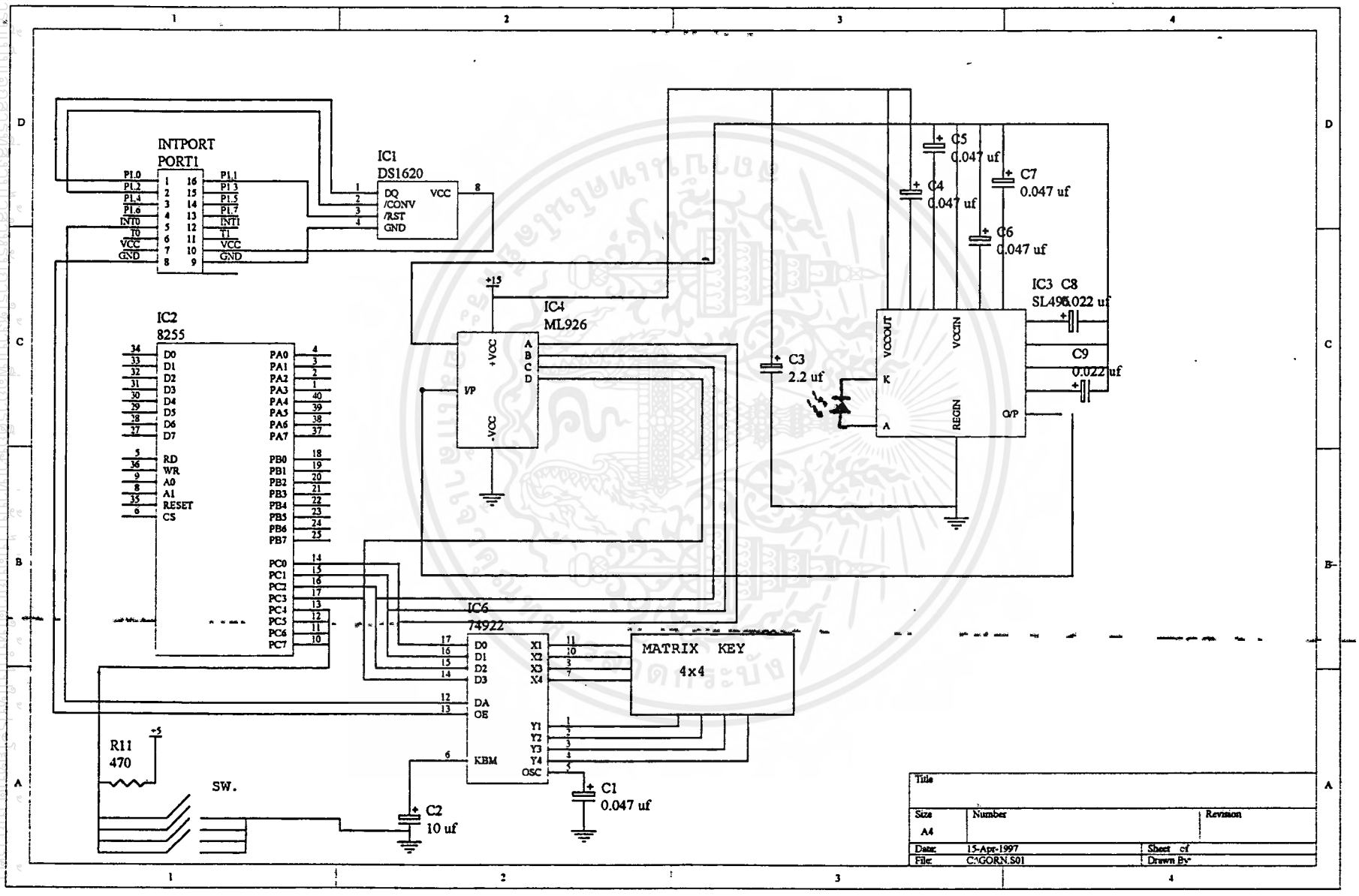
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

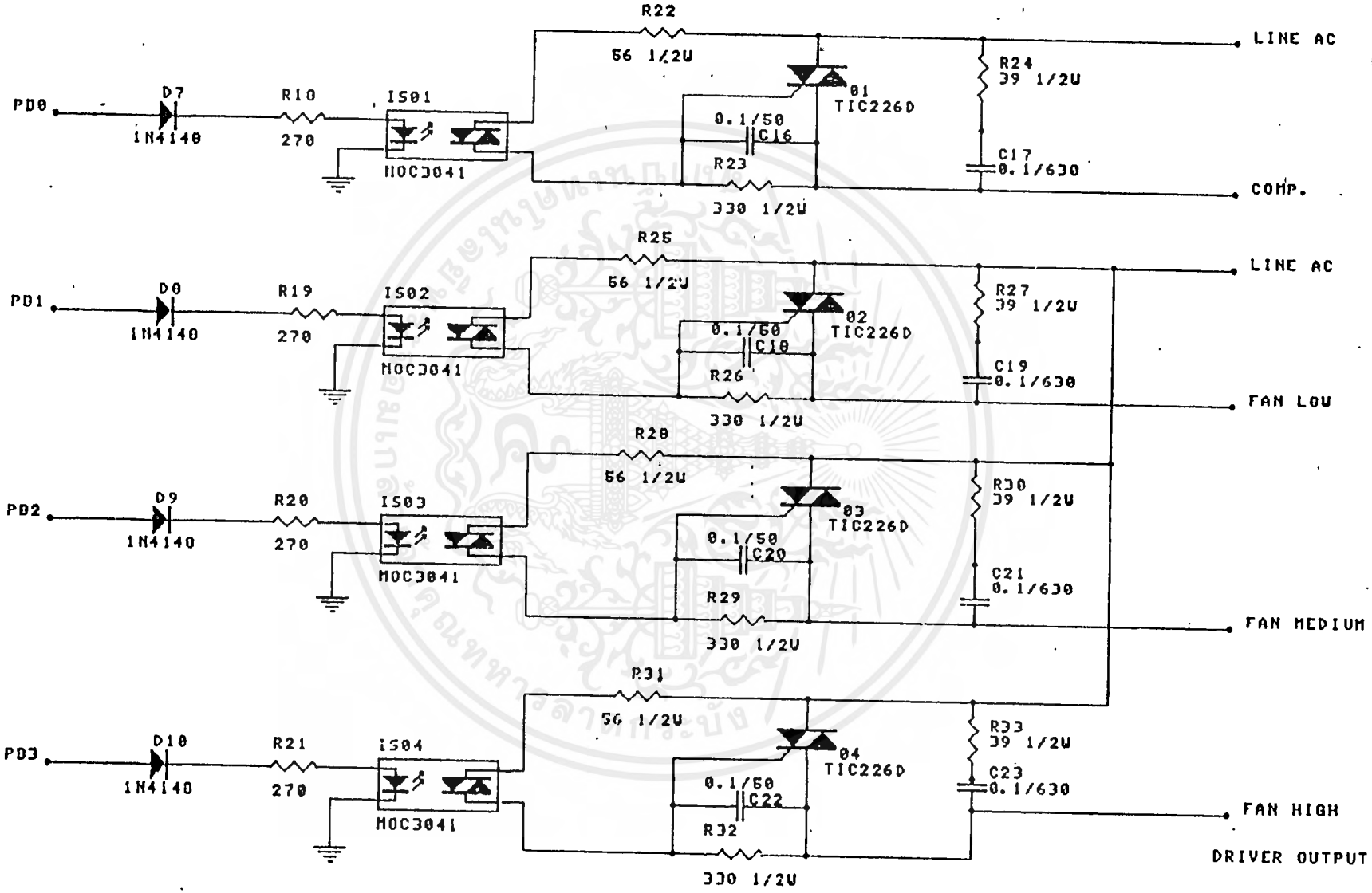
```
1882 ;*          SUBDA      SUB                 *
1883 ;*  BCD ADJUST AFTER  SUB                  *
1884 ;* IN = A,CARRY,AUX_CARRY OUT = A,CY      *
1885 ;*****************************************
1886 SUBDA:  JC     SUBDA2
1887         JB     AC,SUBDA1
1888         RET
1889 SUBDA1: ADD    A,#0FAH
1890         CLR    C
1891         RET
1892 SUBDA2: JB     AC,SUBDA3
1893         ADD    A,#0ADH
1894         SETB   C
1895 SUBDA3: ADD    A,#09AH
1896         SETB   C
1897         RET
1898 ;*****************************************
1899 ;*          DBADD      SUB                 *
1900 ;* DPTR  =  DPTR + R2,R3 (BCD)            *
1901 ;* IN    =  DPTR,R2,R3                    *
1902 ;* OUT   =  DPTR                          *
1903 ;* REG   =  A,DPTR                        *
1904 ;*****************************************
1905 DBADD:  MOV    A,DPL
1906         ADD    A,R3
1907         DAA
1908         MOV    DPL,A
1909         MOV    A,DPH
1910         ADDC   A,R2
1911         DAA
1912         MOV    DPH,A
1913         RET
1914 ;*****************************************
1915 ;*          DBSUB      SUB                 *
1916 ;* DPTR  =  DPTR - R2,R3 (BCD)            *
1917 ;* IN    =  DPTR,R2,R3                    *
1918 ;* OUT   =  DPTR                          *
1919 ;* REG   =  A,DPTR                        *
1920 ;*****************************************
1921 DBSUB:  CLR    C
1922         MOV    A,DPL
1923         SUBB   A,R3
1924         LCALL  SUBDA
1925         MOV    DPL,A
1926         MOV    A,DPH
1927         SUBB   A,R2
1928         LCALL  SUBDA
1929         MOV    DPH,A
1930         RET
1931
1932 ;*****************************************
1933 ;*           H  TO  A  SUB                *
1934 ;*  IN = A          OUT = R2,R3           *
1935 ;* REG = A,R2,R3                          *
1936 ;*****************************************
1937 HTOA:   PUSH     ACC
1938         SWAP     A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

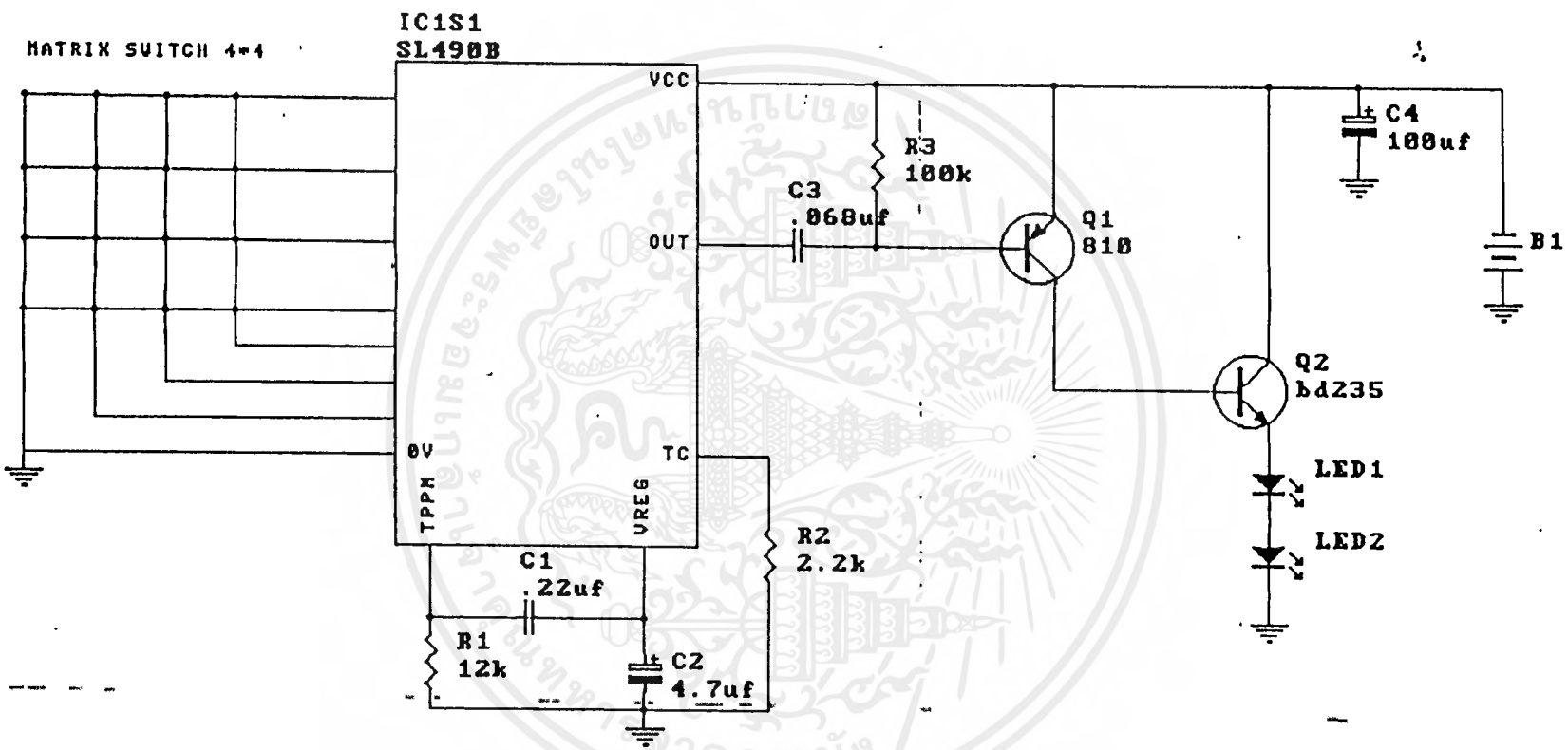
```
1939            LCALL     HTOAS
1940            MOV       R2,A
1941            POP       ACC
1942            LCALL     HTOAS
1943            MOV       R3,A
1944            RET
1945 HTOAS:    ANL       A,#0FH
1946            CJNE      A,#0AH,$+3
1947            JNC       HTOAS1
1948            ORL       A,#30H
1949            RET
1950 HTOAS1:   SUBB      A,#9H
1951            ORL       A,#40H
1952            RET
1953 ; ********** DELAY SUB **********
1954 ; IN  = R2
1955 ; REG = A,R2,R3
1956
1957 DELAY:     MOV     R3,#80H
1958 DELAY1:    MOV     A,#8
1959 DELAY2:    DEC     A
1960            JNZ     DELAY2
1961            DJNZ    R3,DELAY1
1962            DJNZ    R2,DELAY
1963            RET
1964 l_delay:  mov       r2,#2
1965 l_delay1:mov       r3,#0
1966 l_delay2:mov       r4,#0
1967 l_delay3:djnz      r4,l_delay3
1968            djnz      r3,l_delay2
1969            djnz      r2,l_delay1
1970            ret
1971 ;****************************************
1972
1973 RESTART:SETB      EA
1974          RETI
1975 ;****************************************
1976
1977
1978 START:  SETB    EX0
1979          SETB    EA
1980          SJMP    $
1981
1982          ;
1983          END
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

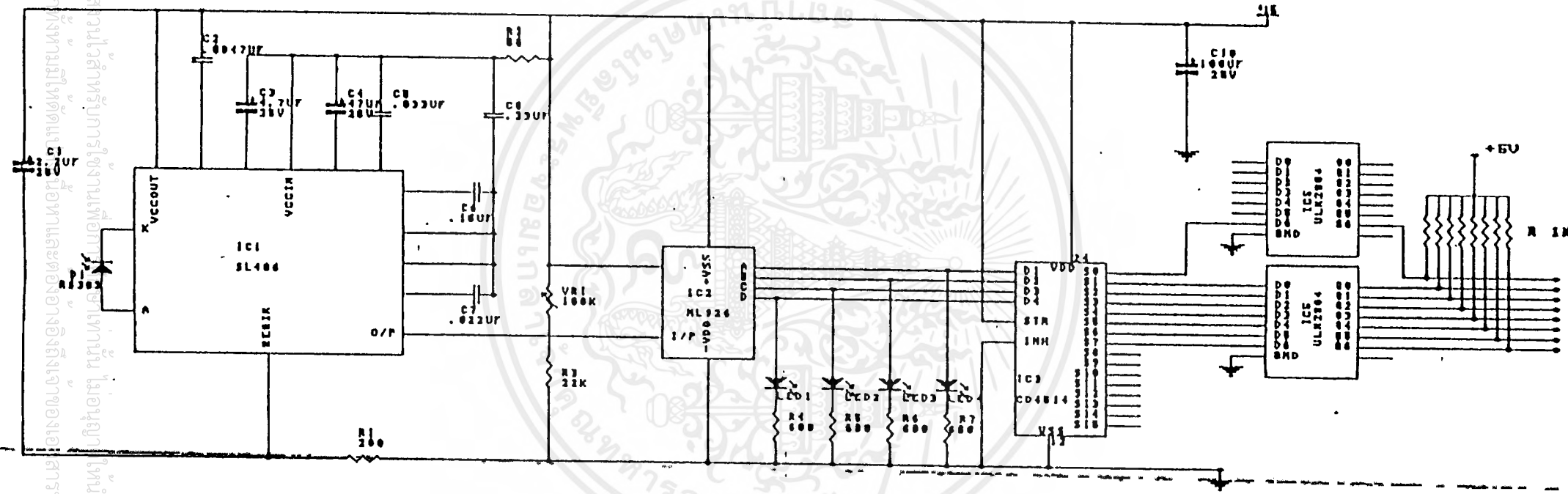

INTPORT
PORT1
IC1
DS1620
DQ
/CONV
/RST
GND
VCC
IC2
8255
IC4
ML926
+15
+VCC
-VCC
I/P
O/P
C3
2.2 uf
C5
0.047 uf
C4
0.047 uf
C7
0.047 uf
C6
0.047 uf
IC3 C8
SL486.022 uf
C9
0.022 uf
VCCOUT
VCCIN
REGIN
K
A
IC6
74922
MATRIX KEY
4x4
R11
470
+5
SW.
C2
10 uf
C1
0.047 uf
KBM
OSC
Title
Size
A4
Number
Revision
Date: 15-Apr-1997
Sheet of
File: CAGORN.S01
Drawn By:



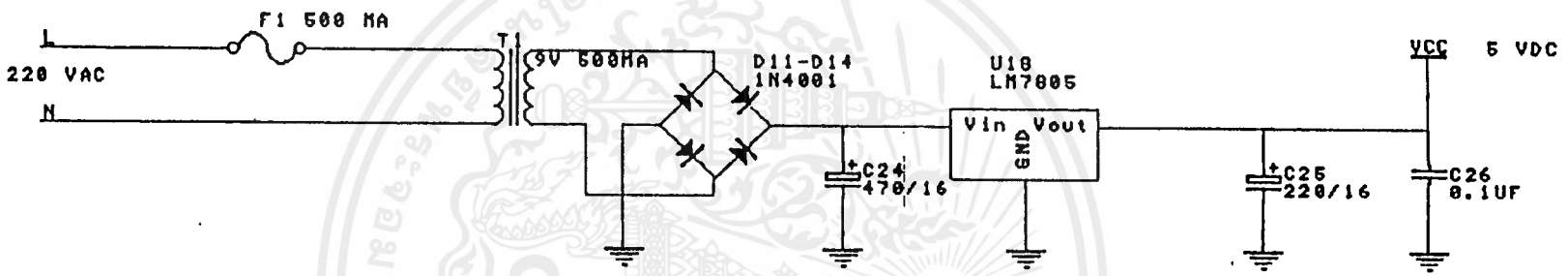

DRIVER OUTPUT




REMOTE TRANSMITTER




REMOTE RECEIVER




POWER SUPPLY

PRELIMINARY

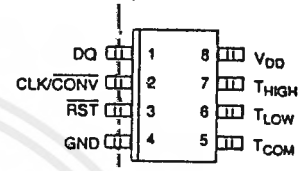
**DALLAS SEMICONDUCTOR**

# DS1620
## Digital Thermometer and Thermostat

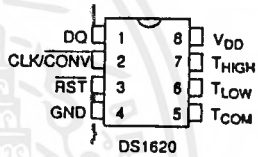
### FEATURES

- Requires no external components
- Measures temperatures from –55°C to +125°C in 0.5°C increments. Fahrenheit equivalent is –67°F to 257°F in 0.9°F increments
- Temperature is read as a 9–bit value
- Converts temperature to digital word in 1 second
- Thermostatic settings are user–definable and non–volatile
- Data is read from/written via a 3–wire serial interface (CLK, DQ, $\overline{RST}$)
- Applications include thermostatic controls, industrial systems, consumer products, thermometers, or any thermally sensitive system
- 8–pin DIP or SOIC package

### PIN ASSIGNMENT




DS1620S
8–PIN SOIC (200 MIL)
See Mech. Drawing
Pg. 483




DS1620
8–PIN DIP
See Mech. Drawing
Pg. 480

### PIN DESCRIPTION

| | |
|---|---|
| DQ | – 3–Wire Input/Output |
| CLK/$\overline{CONV}$ | – 3–Wire Clock Input and Standalone Convert Input |
| $\overline{RST}$ | – 3–Wire Reset Input |
| GND | – Ground |
| $T_{HIGH}$ | – High Temperature Trigger |
| $T_{LOW}$ | – Low Temperature Trigger |
| $T_{COM}$ | – High/Low Combination Trigger |
| $V_{DD}$ | – Power Supply Voltage (+5V) |

### DESCRIPTION

The DS1620 Digital Thermometer and Thermostat provides 9–bit temperature readings which indicate the temperature of the device. With three thermal alarm outputs, the DS1620 can also act as a thermostat. $T_{HIGH}$ is driven high if the DS1620's temperature is greater than or equal to a user–defined temperature TH. $T_{LOW}$ is driven high if the DS1620's temperature is less than or equal to a user–defined temperature TL. $T_{COM}$ is driven high when the temperature exceeds TH and stays high until the temperature falls below that of TL.

User–defined temperature settings are stored in non–volatile memory, so parts can be programmed prior to insertion in a system, as well as used in standalone applications without a CPU. Temperature settings and temperature readings are all communicated to/from the DS1620 over a simple 3–wire interface.



Copyright © 1993 Dallas Semiconductor Corporation
Printed in U.S.A.

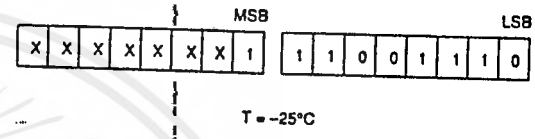
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## OPERATION–READING TEMPERATURE

The DS1620 measures temperatures through the use of an onboard, proprietary temperature measurement technique. The temperature reading is provided in a 9–bit, two's complement format. Table 1 describes the exact relationship of output data to measured temperature. The data is transmitted serially through the 3–wire serial interface, LSB first. The DS1620 can measure temperature over the range of –55°C to +125°C in 0.5°C increments. For Fahrenheit usage, a lookup table or conversion factor must be used.

Since data is transmitted over the 3–wire bus LSB first, temperature data can be written to/read from the DS1620 as either a 9–bit word (taking $\overline{RST}$ low after the 9th (MSB) bit), or as two transfers of 8–bit words, with the most significant 7 bits being ignored or set to zero, as illustrated in Table 1. After the MSB, the DS1620 will output 0's.

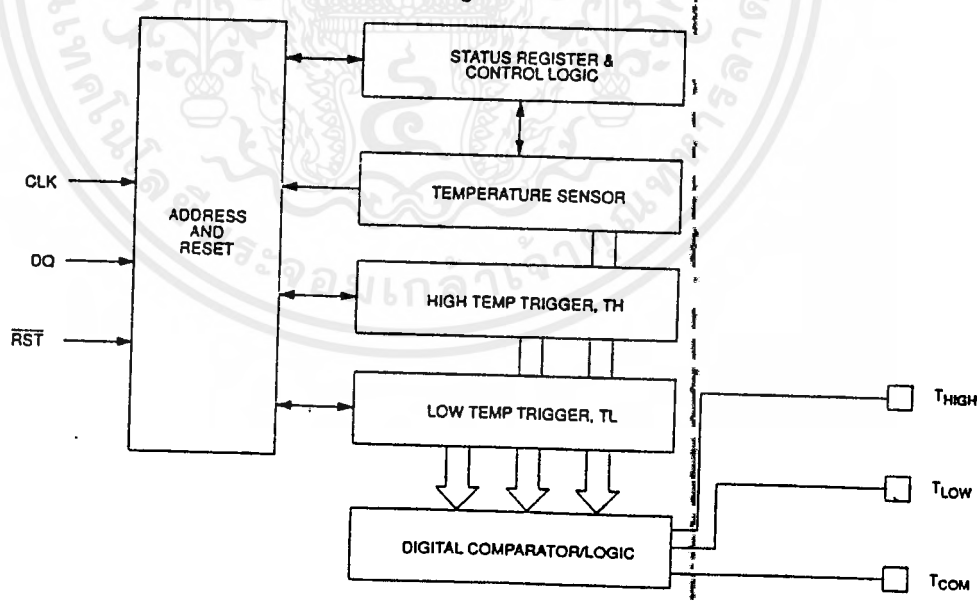
Note that temperature is represented in the DS1620 in terms of a $^1/_2$°C LSB, yielding the following 9–bit format:




**TEMPERATURE/DATA RELATIONSHIPS** Table 1

| TEMP | DIGITAL OUTPUT (Binary) | DIGITAL OUTPUT (Hex) |
|---|---|---|
| +125°C | 0 11111010 | 00FA |
| +25°C | 0 00110010 | 0032h |
| $^1/_2$°C | 0 00000001 | 0001h |
| 0°C | 0 00000000 | 0000h |
| –$^1/_2$°C | 1 11111111 | 01FFh |
| –25°C | 1 11001110 | 01CEh |
| –55°C | 1 10010010 | 0192h |

**DS1620 FUNCTIONAL BLOCK DIAGRAM** Figure 1






เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## DETAILED PIN DESCRIPTION Table 2

| PIN | SYMBOL | DESCRIPTION |
|---|---|---|
| 1 | DQ | **Data Input/Output pin** for 3–wire communication port. |
| 2 | CLK/$\overline{CONV}$ | **Clock Input pin** for 3–wire communication port. When the DS1620 is used in a standalone application with no 3–wire port, this pin can be used as a convert pin. Temperature conversion will begin on the falling edge of $\overline{CONV}$. |
| 3 | $\overline{RST}$ | **Reset Input pin** for 3–wire communication port. |
| 4 | GND | **Ground pin.** |
| 5 | $T_{COM}$ | **High/Low Combination Trigger.** Goes high when temperature exceeds TH; will reset to low when temperature falls below TL. |
| 6 | $T_{LOW}$ | **Low Temperature Trigger.** Goes high when temperature falls below TL. |
| 7 | $T_{HIGH}$ | **High Temperature Trigger.** Goes high when temperature exceeds TH. |
| 8 | $V_{DD}$ | **Supply Voltage.** 5V input power pin. |

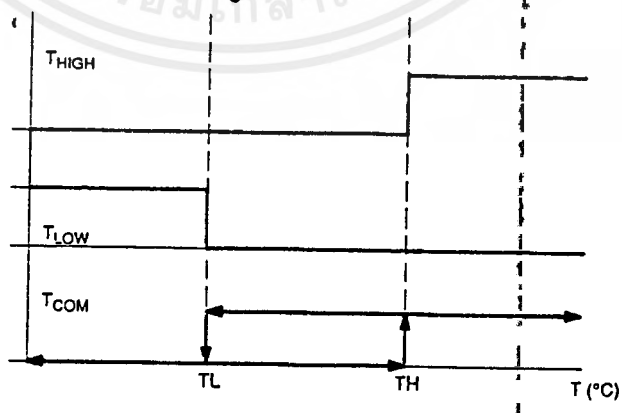
## OPERATION–THERMOSTAT CONTROLS

Three thermally triggered outputs, $T_{HIGH}$, $T_{LOW}$, and $T_{COM}$, are provided to allow the DS1620 to be used as a thermostat, as shown in Figure 2. When the DS1620's temperature meets or exceeds the value stored in the high temperature trip register, the output $T_{HIGH}$ becomes active (high) and remains active until the DS1620's measured temperature becomes less than the stored value in the high temperature register, TH. The $T_{HIGH}$ output can be used to indicate that a high temperature tolerance boundary has been met or exceeded, or as part of a closed loop system can be used to activate a cooling system and to deactivate it when the system temperature returns to tolerance.

The $T_{LOW}$ output functions similarly to the $T_{HIGH}$ output. When the DS1620's measured temperature equals or falls below the value stored in the low temperature register, the $T_{LOW}$ output becomes active. $T_{LOW}$ remains active until the DS1620's temperature becomes greater than the value stored in the low temperature register, TL. The $T_{LOW}$ output can be used to indicate that a low temperature tolerance boundary has been met or exceeded, or as part of a closed loop system, can be used to activate a heating system and to deactivate it when the system temperature returns to tolerance.

The $T_{COM}$ output goes high when the measured temperature meets or exceeds TH, and will stay high until the temperature equals or falls below TL. In this way, any amount of hysteresis can be obtained.

## THERMOSTAT OUTPUT OPERATION Figure 2






เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## OPERATION AND CONTROL

The DS1620 must have temperature settings resident in the TH and TL registers for thermostatic operation. A configuration/status register is also used to determine the method of operation that the DS1620 will use in a particular application, as well as indicating the status of the temperature conversion operation. The configuration register is defined as follows:

CONFIGURATION/STATUS REGISTER

| DONE | THF | TLF | X | X | X | CPU | 1SHOT |
|---|---|---|---|---|---|---|---|

where

X = Don't Care

DONE = Conversion Done bit. 1=conversion complete, 0=conversion in progress.

THF = Temperature High Flag. This bit will be set to 1 when the temperature is greater than or equal to the value of TH. It will remain 1 until reset by writing 0 into this location or by removing power from the device. This feature provides a method of determining if the DS1620 has ever been subjected to temperatures above TH while power has been applied.

TLF = Temperature Low Flag. This bit will be set to 1 when the temperature is less than or equal to the value of TL. It will remain 1 until reset by writing 0 into this location or by removing power from the device. This feature provides a method of determining if the DS1620 has ever been subjected to temperatures below TL while power has been applied.

CPU = CPU use bit. If CPU=0, the CLK/$\overline{\text{CONV}}$ pin acts as a conversion start control, when $\overline{\text{RST}}$ is low. If CPU is 1, the DS1620 will be used with a CPU communicating to it over the 3–wire port, and the operation of the CLK/$\overline{\text{CONV}}$ pin is as a normal clock in concert with DQ and $\overline{\text{RST}}$.

1SHOT = One–Shot Mode. If 1SHOT is 1, the DS1620 will perform one temperature conversion upon reception of the Start Convert T protocol. If 1SHOT is 0, the DS1620 will continuously perform temperature conversion.

For typical thermostat operation, the DS1620 will operate in continuous mode. However, for applications where only one reading is needed at certain times, and to conserve power, the one–shot mode may be used. Note that the thermostat outputs ($T_{HIGH}$, $T_{LOW}$, $T_{COM}$) will remain in the state they were in after the last valid temperature conversion cycle when operating in one–shot mode.

## OPERATION IN STANDALONE MODE

In applications where the DS1620 is used as a simple thermostat, no CPU is required. Since the temperature limits are nonvolatile, the DS1620 can be programmed prior to insertion in the system. In order to facilitate operation without a CPU, the CLK/$\overline{\text{CONV}}$ pin (pin 3) can be used to initiate conversions. Note that the CPU bit must be set to 0 in the configuration register to use this mode of operation.

To use the CLK/$\overline{\text{CONV}}$ pin to initiate conversions, $\overline{\text{RST}}$ must be low and CLK/$\overline{\text{CONV}}$ must be high. If CLK/$\overline{\text{CONV}}$ is driven low and then brought high in less than 10 ms, one temperature conversion will be performed and then the DS1620 will return to an idle state. If CLK/$\overline{\text{CONV}}$ is driven low and remains low, continuous conversions will take place until CLK/$\overline{\text{CONV}}$ is brought high again. With the CPU bit set to 0, the CLK/$\overline{\text{CONV}}$ will override the 1–shot bit if it is equal to 1. This means that even if the part is set for one–shot mode, driving CLK/$\overline{\text{CONV}}$ low will initiate conversions.

## 3–WIRE COMMUNICATIONS

The 3–wire bus is comprised of three signals. These are the $\overline{\text{RST}}$ (reset) signal, the CLK (clock) signal, and the DQ (data) signal. All data transfers are initiated by driving the $\overline{\text{RST}}$ input high. Driving the $\overline{\text{RST}}$ input low terminates communication. (See Figures 3 and 4.) A clock cycle is a sequence of a falling edge followed by a rising edge. For data inputs, the data must be valid during the rising edge of a clock cycle. Data bits are output on the falling edge of the clock, and remain valid through the rising edge.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

When reading data from the DS1620, the DQ pin goes to a high impedance state while the clock is high. Taking $\overline{RST}$ low will terminate any communication and cause the DQ pin to go to a high impedance state.

Data over the 3–wire interface is communicated LSB first. The command set for the 3–wire interface as shown in Table 3 is as follows; only these protocols should be written to the DS1620, as writing other protocols to the device may result in permanent damage to the part.

### Read Temperature [AAh]
This command reads the contents of the register which contains the last temperature conversion result. The next nine clock cycles will output the contents of this register.

### Write TH [01h]
This command writes to the TH (HIGH TEMPERATURE) register. After issuing this command, the next nine clock cycles clock in the 9–bit temperature limit which will set the threshold for operation of the $T_{HIGH}$ output.

### Write TL [02h]
This command writes to the TL (LOW TEMPERATURE) register. After issuing this command, the next nine clock cycles clock in the 9–bit temperature limit which will set the threshold for operation of the $T_{LOW}$ output.

### Read TH [A1h]
This command reads the value of the TH (HIGH TEMPERATURE) register. After issuing this command, the next nine clock cycles clock out the 9–bit temperature limit which sets the threshold for operation of the $T_{HIGH}$ output.

### Read TL [A2h]
This command reads the value of the TL (LOW TEMPERATURE) register. After issuing this command, the next nine clock cycles clock out the 9–bit temperature limit which sets the threshold for operation of the $T_{LOW}$ output.

### Start Convert T [EEh]
This command begins a temperature conversion. No further data is required. In one–shot mode, the temperature conversion will be performed and then the DS1620 will remain idle. In continuous mode, this command will initiate continuous conversions.

### Stop Convert T [22h]
This command stops temperature conversion. No further data is required. This command may be used to halt a DS1620 in continuous conversion mode. After issuing this command, the current temperature measurement will be completed, and then the DS1620 will remain idle until a Start Convert T is issued to resume continuous operation.

### Write Config [0Ch]
This command writes to the configuration register. After issuing this command, the next eight clock cycles clock in the value of the configuration register.

### Read Config [ACh]
This command reads the value in the configuration register. After issuing this command, the next eight clock cycles output the value of the configuration register.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## DS1620 COMMAND SET Table 3

| INSTRUCTION | DESCRIPTION | PROTOCOL | 3–WIRE BUS DATA AFTER ISSUING PROTOCOL | NOTES |
|---|---|---|---|---|
| **Temperature and Control Commands** | | | | |
| Read Temperature | Reads last converted temperature value from temperature register. | AAh | <read data> | |
| Start Convert T | Initiates temperature conversion. | EEh | Idle | 1 |
| Stop Convert T | Halts temperature conversion. | 22h | Idle | 1 |
| **Memory Commands** | | | | |
| Write TH | Writes high temperature limit value into TH register. | 01h | <write data> | 2 |
| Write TL | Writes low temperature limit value into TL register. | 02h | <write data> | 2 |
| Read TH | Reads stored value of high temperature limit from TH register. | A1h | <read data> | 2 |
| Read TL | Reads stored value of low temperature limit from TL register. | A2h | <read data> | 2 |
| Write Config | Writes configuration data to configuration register. | 0Ch | <write data> | 2 |
| Read Config | Reads configuration data from configuration register. | ACh | <read data> | 2 |

NOTES:

1. In continuous conversion mode, a Stop Convert T command will halt continuous conversion. To restart, the Start Convert T command must be issued. In one–shot mode, a Start Convert T command must be issued for every temperature reading desired.
2. Writing to the $E^2$ typically requires 10 ms at room temperature. After issuing a write command, no further reads or writes should be requested for at least 10 ms.



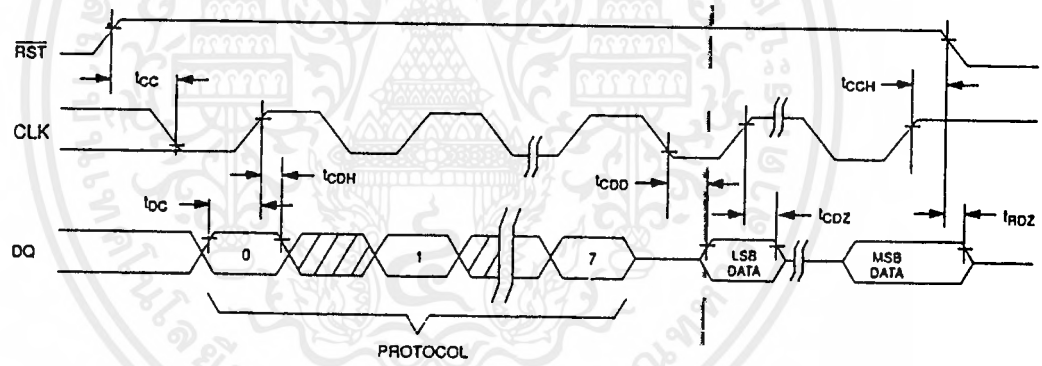
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## FUNCTION EXAMPLE

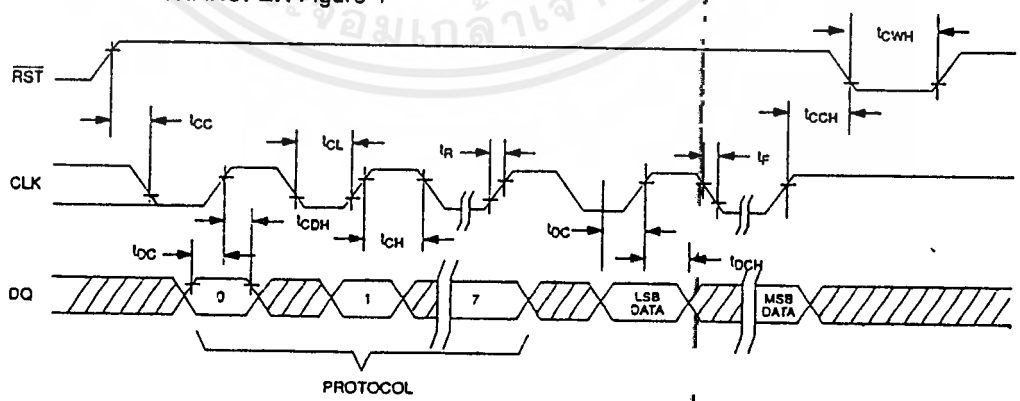
Example: CPU sets up DS1620 for continuous conversion and thermostatic function.

| CPU MODE | DS1620 MODE (3–WIRE) | DATA (LSB FIRST) | COMMENTS |
|---|---|---|---|
| TX | RX | 0Ch | CPU issues Write Config command. |
| TX | RX | 00h | CPU sets DS1620 up for continuous conversion. |
| TX | RX | 01h | CPU issues Write TH command. |
| TX | RX | 0050h | CPU sends data for TH limit of +40°C. |
| TX | RX | 02h | CPU issues Write TL command. |
| RX | TX | 0014h | CPU sends data for TL limit of +10°C. |
| TX | RX | A1h | CPU issues Read TH command. |
| RX | TX | 0050h | DS1620 sends back stored value of TH for CPU to verify. |
| TX | RX | A2h | CPU issues Read TL command. |
| RX | TX | 0014h | DS1620 sends back stored value of TL for CPU to verify. |
| TX | RX | EEh | CPU issues Start Convert T command. |

## READ DATA TRANSFER Figure 3




## WRITE DATA TRANSFER Figure 4




NOTE: $t_{CL}$, $t_{CH}$, $t_R$, and $t_F$ apply to both read and write data transfer.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS*

| | |
|---|---|
| Voltage on Any Pin Relative to Ground | –0.5V to +7.0V |
| Operating Temperature | –55°C to +125°C |
| Storage Temperature | –55°C to +125°C |
| Soldering Temperature | 260°C for 10 seconds |

* This is a stress rating only and functional operation of the device at these or any other conditions above those indicated in the operation sections of this specification is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods of time may affect reliability.

## RECOMMENDED DC OPERATING CONDITIONS

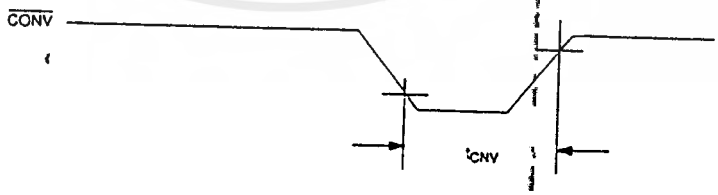
| PARAMETER | SYMBOL | MIN | TYP | MAX | UNITS | NOTES |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Supply | $V_{DD}$ | 4.5 | 5.0 | 5.5 | V | 1 |
| Logic 1 | $V_{IH}$ | 2.0 | | $V_{CC}$+0.3 | V | 1 |
| Logic 0 | $V_{IL}$ | –0.3 | | +0.8 | V | 1 |

## DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(–55°C to +125°C; $V_{DD}$=4.5V to 5.5V)

| PARAMETER | SYMBOL | CONDITION | MIN | MAX | UNITS | NOTES |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Thermometer Error | $T_{ERR}$ | 0°C to +70°C | | ±½ | °C | |
| | | –40°C to +0°C and +70°C to +85°C | | ±1 | °C | |
| | | –55°C to –40°C and +85°C to +125°C | | ±2 | °C | |
| Logic 0 Output | $V_{OL}$ | | | 0.4 | V | 3 |
| Logic 1 Output | $V_{OH}$ | | 2.4 | | V | 2 |
| Input Resistance | $R_I$ | $\overline{RST}$ to GND<br>DQ,CLK to $V_{DD}$ | | 2<br>2 | mΩ<br>mΩ | |
| Active Supply Current | $I_{CC}$ | 0°C to +70°C | | 1 | mA | 4, 5 |
| Standby Supply Current | $I_{STBY}$ | 0°C to +70°C | | 1 | µA | 4, 5 |

## SINGLE CONVERT TIMING DIAGRAM (STAND–ALONE MODE)






เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## AC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(–55°C to +125°C; $V_{DD}$=4.5V to 5.5V)

| PARAMETER | SYMBOL | MIN | TYP | MAX | UNITS | NOTES |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Temperature Conversion Time | $T_{TC}$ | | | 1 | s | |
| Data to CLK Setup | $t_{DC}$ | 35 | | | ns | 6 |
| CLK to Data Hold | $t_{CDH}$ | 40 | | | ns | 6 |
| CLK to Data Delay | $t_{CDD}$ | | | 100 | ns | 6, 7, 8 |
| CLK Low Time | $t_{CL}$ | 250 | | | ns | 6 |
| CLK High Time | $t_{CH}$ | 250 | | | ns | 6 |
| CLK Frequency | $f_{CLK}$ | DC | | 2.0 | MHz | 6 |
| CLK Rise and Fall | $t_R$, $t_F$ | | | 500 | ns | |
| $\overline{RST}$ to CLK Setup | $t_{CC}$ | 100 | | | ns | 6 |
| CLK to $\overline{RST}$ Hold | $t_{CCH}$ | 40 | | | ns | 6 |
| $\overline{RST}$ Inactive Time | $t_{CWH}$ | 125 | | | ns | 6, 9 |
| CLK High to I/O High Z | $t_{CDZ}$ | | | 50 | ns | 6 |
| $\overline{RST}$ Low to I/O High Z | $t_{RDZ}$ | | | 50 | ns | 6 |
| Convert Pulse Width | $t_{CNV}$ | 250 ns | | 500 ms | | |
| NV Write Cycle Time | $t_{WR}$ | | 10 | 50 | ms | |

## AC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(–55°C to +125°C; $V_{DD}$=4.5V to 5.5V)

| PARAMETER | SYMBOL | MIN | TYP | MAX | UNITS | NOTES |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Input Capacitance | $C_I$ | | 5 | | pF | |
| I/O Capacitance | $C_{I/O}$ | | 10 | | pF | |

### NOTES:

1. All voltages are referenced to ground.
2. Logic one voltages are specified at a source current of 1 mA.
3. Logic zero voltages are specified at a sink current of 4 mA.
4. $I_{CC}$ specified with DQ pin open.
5. $I_{CC}$ specified with $V_{CC}$ at 5.0V and $\overline{RST}$=GND.
6. Measured at $V_{IH}$ = 2.0V or $V_{IL}$ = 0.8V.
7. Measured at $V_{OH}$ = 2.4V or $V_{OL}$ = 0.4V.
8. Load capacitance = 50 pF.
9. $t_{CWH}$ must be 10 ms minimum following any read or write command that involves the $E^2$ memory.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

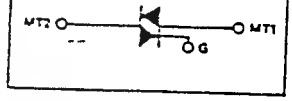
# Triacs
## Bidirectional Triode Thyristors

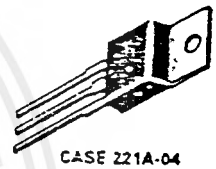
**SC141**
**SC146**

...designed primarily for full-wave ac control applications, such as light dimmers, motor controls, heating controls and power supplies.

- Triggering Specified in Three Quadrants
- Blocking Voltage to 800 Volts
- All Diffused and Glass Passivated Junctions for Greater Parameter Uniformity and Stability
- Small, Rugged, Thermowatt Construction for Low Thermal Resistance, High Heat Dissipation and Durability

**TRIACs**
**6 and 10 AMPERES RMS**
**200 thru 800 VOLTS**



CASE 221A-04
(TO-220AB)
STYLE 4

MAXIMUM RATINGS

| Rating | | Symbol | Value | Unit |
|---|---|---|---|---|
| Peak Repetitive Off-State Voltage, Gate Open | | $V_{DRM}$ | | Volts |
| | B | | 200 | |
| SC141 | D | | 400 | |
| SC146 | M | | 600 | |
| | N | | 800 | |
| RMS On-State Current ($T_C$ = 80°C) | | $I_{T(RMS)}$ | | Amps |
| | SC141 | | 6 | |
| | SC146 | | 10 | |
| Peak Non-Repetitive Surge Current (One Full Cycle, 60 Hz) | | $I_{TSM}$ | | Amps |
| | SC141 | | 80 | |
| | SC146 | | 120 | |
| Circuit Fusing Considerations (t = 8.3 ms) | | $I^2t$ | | $A^2s$ |
| | SC141 | | 26.5 | |
| | SC146 | | 60 | |
| Peak Gate Power (Pulse Width = 10 μs) | | $P_{GM}$ | 10 | Watts |
| Average Gate Power ($T_C$ = −80°C, t = 8.3 ms) | | $P_{G(AV)}$ | 0.5 | Watt |
| Peak Gate Current (Pulse Width = 10 μs) | | $I_{GM}$ | 3.5 | Amps |
| Peak Gate Voltage | | $V_{GM}$ | 10 | Volts |
| Operating Junction Temperature Range | | $T_J$ | −40 to +125 | °C |
| Storage Temperature Range | | $T_{stg}$ | −40 to +125 | °C |

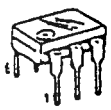
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MOTOROLA
SEMICONDUCTOR
TECHNICAL DATA

# 6-Pin DIP Optoisolators
## Triac Driver Output

**MOC3041**
**MOC3042**
**MOC3043**

**6-PIN DIP OPTOISOLATORS TRIAC DRIVER OUTPUT 400 VOLTS**



CASE 730A-02
PLASTIC

These devices consist of gallium arsenide infrared emitting diodes optically coupled to a monolithic silicon detector performing the function of a Zero Voltage Crossing bilateral triac driver.

They are designed for use with a triac in the interface of logic systems to equipment powered from 240 Vac lines, such as solid-state relays, industrial controls, motors, solenoids and consumer appliances, etc.

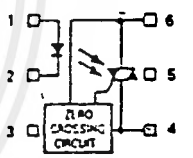
- Simplifies Logic Control of 240 Vac Power
- Zero Voltage Crossing
- High Breakdown Voltage: $V_{DRM}$ = 400 V Min
- High Isolation Voltage: $V_{ISO}$ = 7500 V Guaranteed
- Small, Economical, 6-Pin DIP Package
- dv/dt of 2000 V/μs Typ, 1000 V/μs Guaranteed
- UL Recognized, File No. E54915
- VDE approved per standard 0883/6.80 (Certificate number 41853), with additional approval to DIN IEC380/VDE0806, IEC435/VDE0805, IEC65/VDE0860, VDE0110b, covering all other standards with equal or less stringent requirements, including IEC204/VDE0113, VDE0160, VDE0832, VDE0833, etc.
- Special lead form available (add suffix "T" to part number) which satisfies VDE0883/6.80 requirement for 8 mm minimum creepage distance between input and output solder pads.
- Various lead form options available. Consult "Optoisolator Lead Form Options" data sheet for details.

**MAXIMUM RATINGS** ($T_A$ = 25°C unless otherwise noted)

| Rating | Symbol | Value | Unit |
|---|---|---|---|
| **INFRARED EMITTING DIODE** | | | |
| Reverse Voltage | $V_R$ | 6 | Volts |
| Forward Current — Continuous | $I_F$ | 60 | mA |
| Total Power Dissipation @ $T_A$ = 25°C<br>Negligible Power in Output Driver<br>Derate above 25°C | $P_D$ | 120<br><br>1.41 | mW<br><br>mW/°C |
| **OUTPUT DRIVER** | | | |
| Off-State Output Terminal Voltage | $V_{DRM}$ | 400 | Volts |
| Peak Repetitive Surge Current<br>(PW = 100 μs, 120 pps) | $I_{TSM}$ | 1 | A |
| Total Power Dissipation @ $T_A$ = 25°C<br>Derate above 25°C | $P_D$ | 150<br>1.76 | mW<br>mW/°C |
| **TOTAL DEVICE** | | | |
| Isolation Surge Voltage (1)<br>(Peak ac Voltage, 60 Hz, 1 Second Duration) | $V_{ISO}$ | 7500 | Vac |
| Total Power Dissipation @ $T_A$ = 25°C<br>Derate above 25°C | $P_D$ | 250<br>2.94 | mW<br>mW/°C |
| Junction Temperature Range | $T_J$ | −40 to +100 | °C |
| Ambient Operating Temperature Range | $T_A$ | −40 to +85 | °C |
| Storage Temperature Range | $T_{stg}$ | −40 to +150 | °C |
| Soldering Temperature (10 s) | — | 260 | °C |

(1) Isolation surge voltage, $V_{ISO}$, is an internal device dielectric breakdown rating. For this test, Pins 1 and 2 are common, and Pins 4, 5 and 6 are common.

COUPLER SCHEMATIC




1. ANODE
2. CATHODE
3. NC
4. MAIN TERMINAL
5. SUBSTRATE DO NOT CONNECT.
6. MAIN TERMINAL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ELECTRICAL CHARACTERISTICS** ($T_A$ = 25°C unless otherwise noted)

| Characteristic | | Symbol | Min | Typ | Max | Unit |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **INPUT LED** | | | | | | |
| Reverse Leakage Current ($V_R$ = 6 V) | | $I_R$ | — | 0.05 | 100 | μA |
| Forward Voltage ($I_F$ = 30 mA) | | $V_F$ | — | 1.3 | 1.5 | Volts |
| **OUTPUT DETECTOR** ($I_F$ = 0 unless otherwise noted) | | | | | | |
| Leakage with LED Off, Either Direction (Rated $V_{DRM}$, Note 1) | | $I_{DRM1}$ | — | 2 | 100 | nA |
| Peak On-State Voltage, Either Direction ($I_{TM}$ = 100 mA Peak) | | $V_{TM}$ | — | 1.8 | 3 | Volts |
| Critical Rate of Rise of Off-State Voltage (Note 3) | | dv/dt | 1000 | 2000 | — | V/μs |
| **COUPLED** | | | | | | |
| LED Trigger Current, Current Required to Latch Output (Main Terminal Voltage = 3 V, Note 2) | MOC3041 | $I_{FT}$ | — | — | 15 | mA |
| | MOC3042 | | — | — | 10 | |
| | MOC3043 | | — | — | 5 | |
| Holding Current, Either Direction | | $I_H$ | — | 100 | — | μA |
| Isolation Voltage (f = 60 Hz, t = 1 sec) | | $V_{ISO}$ | 7500 | — | — | Vac(pk) |
| **ZERO CROSSING** | | | | | | |
| Inhibit Voltage ($I_F$ = Rated $I_{FT}$, MT1-MT2 Voltage above which device will not trigger.) | | $V_{IH}$ | — | 5 | 20 | Volts |
| Leakage in Inhibited State ($I_F$ = Rated $I_{FT}$, Rated $V_{DRM}$, Off State) | | $I_{DRM2}$ | — | — | 500 | μA |

Notes: 1. Test voltage must be applied within dv/dt rating.
2. All devices are guaranteed to trigger at an $I_F$ value less than or equal to max $I_{FT}$. Therefore, recommended operating $I_F$ lies between max $I_{FT}$ (15 mA for MOC3041, 10 mA for MOC3042, 5 mA for MOC3043) and absolute max $I_F$ (60 mA).
3. This is static dv/dt. See Figure 7 for test circuit. Commutating dv/dt is a function of the load-driving thyristor(s) only.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# DMC202

• Display Format(20character ×2line) • Display Fonts(5×8dots) • Driving Method(1/16D)

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

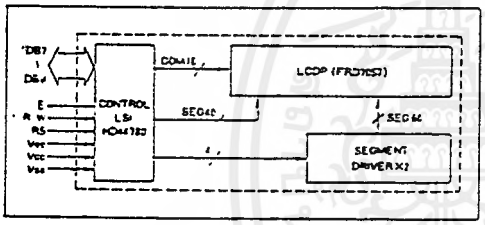
| Item | Symbol | Test Condition | Standard Value min. | typ. | max. | Unit |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Power Supply Voltage for Logic | Vcc−Vss | —— | 0 | — | 7 | V |
| Power Supply Voltage for LCD Drive | Vcc−Vee | —— | 0 | — | 13.5 | V |
| Input Voltage | Vi | —— | Vss | — | Vcc | V |
| Operating Temperature | Ta | —— | 0 | — | +50 | ℃ |
| Storage Temperature | Tstg | —— | −20 | — | +70 | ℃ |

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

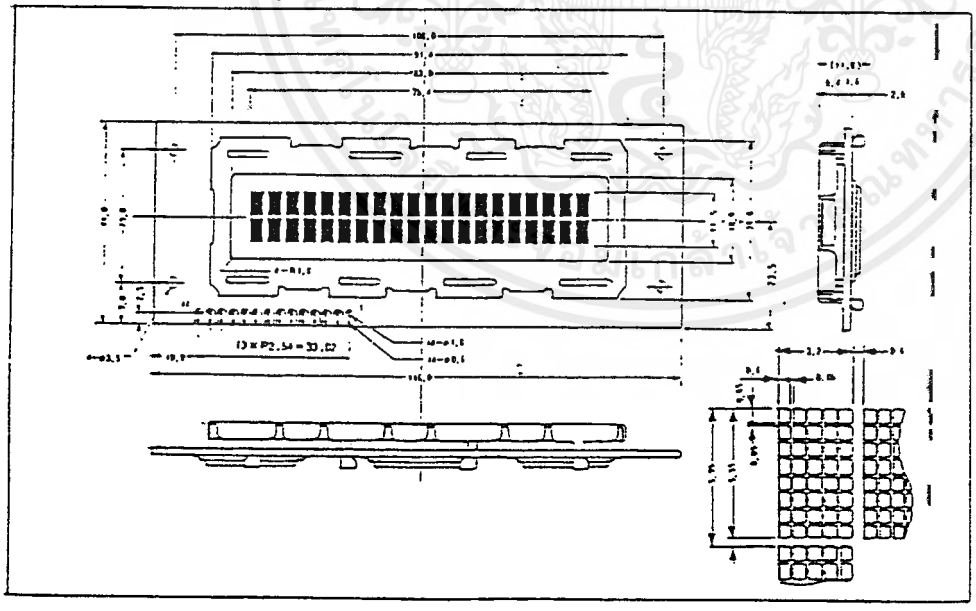
| Item | Symbol | Test Condition | Standard Value min. | typ. | max. | Unit |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Input "High" Voltage | VIH | —— | 2.2 | — | Vcc | V |
| Input "Low" Voltage | VIL | —— | −0.3 | — | 0.6 | V |
| Output "High" Voltage | VOH | −IO=0.205mA | 2.4 | — | — | V |
| Output "Low" Voltage | VOL | IO=1.2mA | — | — | 0.4 | V |
| Power Supply Current | Icc | Vcc=5.0V | — | 1.5 | 3.0 | mA |

※Vcc=5.0V±5%, Ta=25°C

Block diagram



External dimensions / Display pattern



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้