เครื่องควบคุมเครื่องปรับอากาศด้วยไมโครโปรเซสเซอร์ พร้อมรีโมทคอนโทรลไร้สาย

MICROPROCESSOR-BASE AIR CONDITION CONTROL AND WIRELESS REMOTE CONTROL

โดย

นางสาวกาญจนา กิจคณะ

นางสาวพนิตนุช มาปะโท

นางสาวสุรัตน์ ลิ้มจำรูญรัตน์

วัน เดือน ปี 14 ม.ค. 2539

เลขทะเบียน 034907

เลขเรียกหนังสือ T 371207 กล

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2537

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

เครื่องควบคุมเครื่องปรับอากาศด้วยไมโครโปรเซสเซอร์ พร้อมรีโมทคอนโทรลไร้สาย

MICROPROCESSOR-BASE AIR CONDITION CONTROL AND WIRELESS REMOTE CONTROL

โดย

นางสาว กาญจนา กิจคณะ 34101014

นางสาว พนิดนุช มาปะโท 34104225

นางสาว สุรัตน์ ลิ้มจำรูญรัตน์ 34108459

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ. สมยศ จุณณะปิยะ

ปริญญานิพนธ์เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2537

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2537

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องควบคุมเครื่องปรับอากาศด้วยไมโครโปรเซสเซอร์

พร้อมรีโมทคอนโทรลไร้สาย

ผู้จัดทำ

1. นางสาวกาญจนา กิจคณะ
2. นางสาวพนิตนุช มาปะโท
3. นางสาวสุรัตน์ ลิ้มจำรูญรัตน์

อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ. สมยศ จุณกะปะ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	เครื่องควบคุมเครื่องปรับอากาศด้วยไมโครโปรเซสเซอร์พร้อมรีโมทคอนโทรลแบบไร้สาย Microprocessor-base Air condition Control And Wireless Remote Control	
โดย	นางสาว กาญจนา กิจคณะ	34101014
	นางสาว พนิตนุช มาปะโท	34104225
	นางสาว สุรัตน์ ลิ้มจำรูญรัตน์	34108459
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ. สมยศ จุณณะปิยะ	

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นการศึกษาโครงสร้าง การใช้งานชิพไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ซึ่งได้เลือกเบอร์ 80C32 และการนำมาประยุกต์ ใช้ควบคุมระบบการทำงานของเครื่องปรับอากาศ เราสามารถนำ 80C32 มาควบคุมเครื่องปรับอากาศได้ โดยที่ควบคุมการปิด เปิด คอมเพรสเซอร์ และควบคุมความเร็วของพัดลม ที่เป่าให้ความเย็นซึ่งความเร็วของพัดลมมี 2 ระดับ คือ high speed, และ low speed อุปกรณ์การตัดต่อ คอมเพรสเซอร์และพัดลมจะใช้ opto isolater แทน Relay เพื่อแก้ปัญหาของหน้าสัมผัส รวมทั้งมีตัวควบคุมระยะไกล (REMOTE CONTROL) แบบไร้สาย (ใช้ อินฟราเรด) ระยะทางได้ 5-8 เมตร แสดงผลผ่านจอ LCD โดยเงื่อนไขต่างๆ ถูกกำหนดโดยโปรแกรม (Soft ware)

ABSTRACT

This thesis is purpose to learning structure and application of " MCS-51" series single chip microcontroller which use the "80C32" to control operation of all type air conditioner. This application 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 solid 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 rage 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 parameters by program control.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

		หน้า
บทที่ 1	บทนำ	1
บทที่ 2	วัตถุประสงค์ของการทำโครงงาน	4
บทที่ 3	พื้นฐานการทำงานของระบบ AIR CONDITION	5
บทที่ 4	หลักการและการทำงานของบอร์ดคอนโทรล,วงจรส่วนต่างๆ	8
บทที่ 5	หลักการทำงานของรีโมทคอนโทรลและส่วนแสดงผล (LCD)	34
บทที่ 6	ผลการทดลองของวงจรส่วนต่างๆ	39
บทที่ 7	แผนผังการทำงานของระบบควบคุม	46
บทที่ 8	โปรแกรมของเครื่องควบคุม	52
บทสรุป		89
กิตติกรรมประกาศ		90
หนังสืออ้างอิง		91
บทแทรก		92

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ในปัจจุบันความเจริญเติบโตก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีได้ถูกพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว และมีแนวโน้มที่จะพัฒนาก้าวหน้ายิ่งขึ้นอีกอย่างรวดเร็ว ในส่วนของศาสตร์วิศวกรรมอีเลคทรอนิคส์และคอมพิวเตอร์ เราจะมองเห็นได้อย่างชัดเจน เพราะเป็นส่วนใกล้ตัวมนุษย์ปัจจุบันมาก ซึ่งเกี่ยวข้องกับตัวเรา และบางครั้งไม่อาจสามารถแยกออกได้ โดยมนุษย์ต้องการจัดหาทรัพยากรเพื่อมาตอบสนองแก่ตนเอง เพื่อให้ความเป็นอยู่สะดวกสบายยิ่งขึ้นมากที่สุด แต่การค้นคว้าวิจัยทรัพยากรดังกล่าวจะต้องใช้ความสามารถ สมองสติปัญญาและความอดทน บางครั้งอาจจะประสพผลสำเร็จ แต่บางครั้งอาจประสพความล้มเหลวได้ ฉะนั้นการทำงานทางด้านการค้นคว้าวิจัยพัฒนาจะต้องตั้งมั่นอยู่บนความอดทนเพื่อความสำเร็จของโครงการการศึกษาทางด้านไมโครคอนโทลเลอร์ จึงจำเป็นอย่างยิ่ง และมีแนวโน้มที่จะพัฒนาก้าวหน้ายิ่งขึ้นอีก ในทางเทคโนโลยีอีเลคโนิคส์และคอมพิวเตอร์ การพัฒนาไมโครคอนโทรลเลอร์ของผู้ผลิตไอซี ทางบริษัทผู้ผลิตต้องทำการค้นคว้าเพิ่มประสิทธิภาพของชิพที่ตนผลิต เพื่อทำการแข่งขันในตลาดโลกได้ เราจะเห็นได้ว่าในปัจจุบันไมโครคอนโทรลเลอร์มีประสิทธิภาพและความสามารถสูง สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้อย่างกว้างขวาง อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอีเลคทรอนิคส์ที่มีฟังก์ชันที่ซับซ้อนนั้นจะมีอุปกรณ์ที่เป็นหัวใจหลักของระบบ คือ CPU ส่วนระบบของ CPU นั้นจะรับค่า อินพุต เข้ามาเพื่อประเมินผลและให้ค่าเอาต์พุตต่างๆออกไปควบคุมระบบตามความต้องการของผู้ออกแบบ จะเห็นได้อย่างชัดเจนว่าตัว CPU คล้ายกับเป็นตัวแทนมันสมองของมนุษย์ แต่ถ้ามันสมองยังเล็กและแคบก็สามารถทำงานได้แค่ระดับหนึ่ง ดังนั้นจึงมีการพัฒนาชิพ ไมโครคอนโทรลเลอร์ อยู่ตลอดเวลา จะเห็นได้ว่า ชิพ ไมโครคอนโทรลเลอร์ จะมีอยู่หลายเบอร์หลายตระกูลด้วยกัน ในโครงการนี้เป็นการประยุกต์ใช้งานของ ไมโครคอนโทรลเลอร์ ในการควบคุมเครื่องปรับอากาศ (Air condition) โดยมองความเหมาะสมของตัว ไมโครคอนโทรลเลอร์ กับระบบที่ควบคุมและกับการที่ได้ศึกษาไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ของ Intel จึงเลือกใช้เบอร์ 80C32 ซึ่งมีคุณสมบัติดังนี้

ลักษณะทั่วไปทั่วไปของ ชิพ ไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ 80C32

1. สร้างโดยใช้เทคโนโลยี CHMOS ทำงานด้วยแหล่งจ่ายไฟขนาด 5V เพียงแหล่งเดียว
2. CPU มีขนาด 8 บิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. มีวงจรออสซิลเลเตอร์ 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 และสามารถจัด ระดับความสำคัญได้ 2 ระดับ

10. สามารถทำงานทางคณิตศาสตร์ แบบ บูลลีนได้

11. มีคำสั่งคูณ และ หารทาง ฮาร์ดแวร์ได้

12. ตัวเลขทางคณิตศาสตร์ ใช้ได้ทั้งแบบ ไบนารี และ เดซิมอล ได้

13. มี โปรแกรมหน่วยความจำ บน ชิพ 4 Kbytes

14. Data RAM บน chip 128 byte

จากคุณสมบัติเบื้องต้นที่กล่าวมานั้นมีมากมาย ที่เราสามารถนำไปประยุกต์การใช้งานได้อย่างกว้างขวาง โดยจะกล่าวรายละเอียดในบทต่อ ๆไป การนำไปประยุกต์ใช้กับเครื่องปรับอากาศในโครงงานนี้ ใช้ได้กับทกแบบ ไม่ว่าจะเป็นแบบ ติดหน้าต่างแบบตั้งพื้น และแบบติดข้างฝา เพราะการระบบการทำงานมีลักษณะที่คล้ายคลึงกัน จะต่างกันที่รูปแบบ และ ลักษณะของการติดตั้ง ก่อนที่เราจะไปควบคุมงานอะไร พื้นฐานสำคัญจำเป็นอย่างยิ่งต้องศึกษาถึงระบบ การทำงานของงานนั้น ๆ เสียก่อน หาข้อดีข้อเสียและนำจุดอ่อนมาแก้ โดยใช้ตัวควบคุมเป็นตัวแก้รายละเอียด การทำงานของระบบเครื่องปรับอากาศจะได้กล่าวในบทที่ 3

ในบทนำนี้จะขอกล่าวอย่างคร่าว ๆ ของแต่ละบท

เนื้อหาบทที่ 2 ความเป็นมาและวัตถุประสงค์ จะกล่าวถึงความเป็นมาของโครงการ สาเหตุที่เลือกทำโครงงานนี้ วัตถุประสงค์ของการทำโครงงาน

เนื้อหาบทที่ 3 พื้นฐานการทำงานของระบบ Air condition จะกล่าวถึงระบบการทำงานของเครื่อง ปรับอากาศ ชนิดของเครื่องปรับอากาศ

เนื้อหาบทที่ 4 การทำงานของระบบควบคุม จะกล่าวถึงหลักและการทำงานของแต่ละวงจร ทฤษฎีของวงจร

เนื้อหาบทที่ 5 หลักการทำงานของรีโมทคอนโทรลและส่วนแสดงผล (LCD)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื้อหาบทที่ 6 ผลการทดลองส่วนรีโมทคอนโทรลและส่วนแสดงผล ผลการทดลองของแต่ละวงจร

เนื้อหาบทที่ 7 แผนผังการทำงานของระบบควบคุม

เนื้อหาบทที่ 8 โปรแกรมของเครื่องควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ความเป็นมาและวัตถุประสงค์

ในหลักสูตรการศึกษาของนักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์ ในวิชาโครงงานมีความสำคัญมากต่อนักศึกษา ซึ่งเป็นแนวทางปฏิบัติในทางทฤษฎีที่ได้ศึกษามาคิดค้น และแก้ปัญหาได้ ทั้งยังจะต้องปฏิบัติงานร่วมกัน ซึ่งต้องอาศัยการทำงานร่วมกันเป็นความสำคัญยิ่ง

วัตถุประสงค์ที่ดำเนินโครงงานนี้ เพื่อศึกษาโครงสร้างของ ไมโครคอนโทรเลอร์ เบอร์ 80C32 และการประยุกต์ใช้งานในการควบคุมระบบใดระบบหนึ่งได้ ซึ่งโครงงานนี้จะนำมาประยุกต์ใช้ควบคุม ระบบการทำงานของเครื่องปรับอากาศ [Air condition] ซึ่งจะขอกล่าวถึงการทำงานของระบบเครื่องปรับอากาศไว้ด้วยในบทที่ 3 ทั้งนี้เพื่อให้ผู้ที่จะศึกษากับโครงงานนี้ ต้องเข้าใจหลักการทำงานของเครื่องปรับอากาศเสียก่อน จึงจะได้เข้าใจถึงตัวโปรแกรมสั่งงานให้ไมโครโปรเซสเซอร์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

พื้นฐานหลักการทำงานของระบบ Air condition

ในบทนี้จะขอกล่าวถึงพื้นฐานหลักการทำงานของระบบเครื่องปรับอากาศในลักษณะกว้างๆ เพื่อให้ผู้ที่จะศึกษามองและเข้าใจกับระบบที่จะถูกควบคุม ด้วยชุดควบคุมของโครงงานนี้

3.1 ชนิดของระบบเครื่องปรับอากาศ (Air condition System)

เครื่องปรับอากาศที่นิยมใช้แบ่งออกตามชนิดต่าง ๆ ดังนี้

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

1.1 แบบติดหน้าต่าง (Window Type) เป็นเครื่องปรับอากาศขนาดเล็กตั้งแต่ประมาณ 6,000 BTU./hr ถึง 30,000 BTU./hr (1 ตัน = 12,000BTU./hr) ชนิดนี้ง่ายต่อการติดตั้ง แต่มีข้อเสียคือ จะมีเสียงดังและเกิดความรำคาญต่อผู้ใช้

1.2 แบบวางตั้งบนพื้น (Big Package Type) เป็นเครื่องปรับอากาศขนาดใหญ่ ตั้งแต่ 2-15 ตัน เป็นลักษณะที่ต้องวางนอกตัวอาคาร และติดท่อDuct เข้าไปในห้อง

2. แบบแยกระบบ (Split System) เป็นระบบที่แยกเอาระบบCondensing Unit ออกไว้ภายนอกอาคาร และเอาระบบความเย็น(Evaporating Unit) และพัดลมไว้ภายในตัวอาคาร ระบบนี้จึงแยกส่วนเป็น 2ส่วนคือ

2.1 CondensingUnitจะประกอบด้วยCompressor, Condenserและ Condensing Fan ส่วนนี้จะติดตั้งอยู่ภายนอกอาคาร

2.2 Evaporating Unit จะประกอบด้วย Evaporatorและพัดลม หรือเราเรียกว่า Cooling Unit จะติดตั้งในห้องที่ต้องการความเย็น

3. แบบแป๊ะตรง (Direct Expansion system) เป็นเครื่องปรับอากาศขนาดใหญ่ ตั้งแต่ 30 ตันขึ้นไป ส่วนมากใช้ Condenser แบบระบายความร้อยด้วยน้ำ (Water Cooled Condenser)

4 แบบชิลเลอร์ (CHILLED WATER SYSTEM) เป็นระบบที่ใช้น้ำผ่านเข้าไปใน EVAPORATOR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อให้น้ำมีอุณหภูมิต่ำประมาณ 42-50 F แล้วเอาน้ำเย็นนี้ส่งผ่านท่อออกไปยังห้องที่ต้องการความเย็น แล้วเอาน้ำเย็นนี้ผ่านท่อขดเย็น แล้วใช้พัดลมเป่าให้อากาศภายในห้องผ่านท่อขดเย็นเล็กนี้อีกครั้งหนึ่ง

จากชนิดต่างๆ ซึ่งจะถูกแบ่งตามลักษณะของระบบและขนาด (BTU./ HR) ซึ่งส่วนใหญ่ขนาดหรือแบบที่นิยมใช้กันมาก คือ แบบ SPLIT TYPE ซึ่งแบบนี้นิยมเรียกได้อื่นๆอีกตามลักษณะ 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 มอร์เตอร์ เป็นหัวใจสำคัญของระบบเครื่องปรับอากาศ มีหน้าที่ดูดน้ำยาที่เป็นแก๊สแรงดันต่ำ และอัดให้มีแรงดันสูง
- แฟน มอร์เตอร์ (FAN MOTOR) มีหน้าที่ระบายความร้อนของแผงคอยล์เพื่อลดปริมาณความร้อนของ HIGH PRESSER
- คาร์ปาซิเตอร์ (CAPACITER) จะอยู่กับทั้งวงจร แฟน มอร์เตอร์ และ คอมเพรสเซอร์ มอร์เตอร์จะต่ออนุกรมกับขดสตาร์ทของมอร์เตอร์
- อินเทอร์นอล โอเวอร์โหลด โปรเทกเทอร์ จะมีอยู่ภายในของแฟน มอร์เตอร์ และคอมเพรสเซอร์ มอเตอร์ เพื่อป้องกันเกิดการลัดวงจรของขดลวดภายในมอร์เตอร์
- คอนเดนเซอร์ ส่วนที่ต้องการระบบความร้อน เพื่อลดปริมาณความร้อนลงและทำการเปลี่ยนสถานะน้ำยา ซึ่งเป็นแก๊สของเหลวที่ถูก คอมเพรสเซอร์ มอเตอร์ อัดส่งทำให้น้ำยาที่ออกจากคอนเดนเซอร์ เป็นของเหลว

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

- อีวาพอร์เรเตอร์ (evaporator) ทำหน้าที่ให้ความเย็น ซึ่งน้ำยาภายในท่อส่วนนี้ถูกเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นแก๊ส
- เอกซ์แพนชั่น วาล์ว เป็นตัวควบคุมน้ำยา และขณะเดียวกันน้ำยาภายในท่อถูกเปลี่ยนสถานะตรงจุดนี้ด้วย จากของเหลวเป็นแก๊ส
- แฟน มอร์เตอร์ จะเป็นตัวเป่าระบายความเย็นที่ อีวาพอร์เรเตอร์ เพื่อให้ความเย็นระจายออกมา

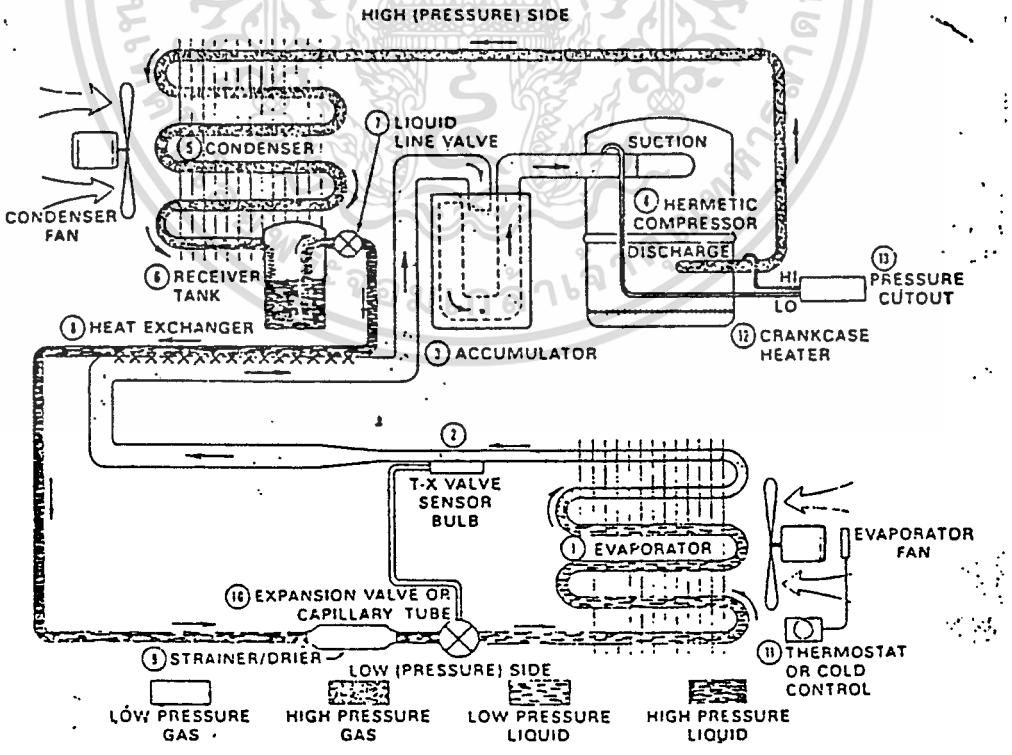
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เทอร์โมสตาร์ท เป็นตัวตัดต่อให้วงจร คอมเพรสเซอร์ มอร์เตอร์ ทำงานหรือหยุด เมื่ออุณหภูมิภายในห้องเย็นถึงค่าที่ตั้งไว้

3.3 การทำงานของเครื่องปรับอากาศ

การทำงานเบื้องต้นของเครื่องปรับอากาศ เริ่มต้นเมื่อจ่ายไฟ 220 โวลท์ ให้กับคอมเพรสเซอร์ ทำงานดูดน้ำยาที่เป็นแก๊ส และอัดส่งทางออก (ภายในท่อ) ซึ่งมีอุณหภูมิและแรงดันสูงผ่านคอนเดนเซอร์ซึ่งจะมีลมพัดระบายคอนเดนเซอร์ ทำให้น้ำยาที่สถานะเป็นแก๊สกลายเป็นน้ำยาที่เปลี่ยนสถานะเป็นของเหลว (ซึ่งใช้หลักการของการควบแน่น) ส่งผ่านไปเข้าเอ็กเปนชั่นวาล์ว น้ำยาจะลดแรงดันลงฉีดเข้าไปในอีแวปพอร์เรเตอร์ (ใช้หลักการของความร้อนแฝง) เมื่ออีแวปพอเรเตอร์เย็นจะมีพัดลมพัดกระทบผ่านอีแวปพอเรเตอร์ให้ความเย็นกระจายออก

จากข้างต้นที่อธิบายมานั้นจะเห็นว่าเราจะควบคุมระบบการทำงานได้ โดยควบคุมการทำงาน on/off คอมเพรสเซอร์และปรับความเร็วของมอเตอร์ที่ระบายความเย็นที่กล่าวมาเป็นหลักใหญ่ๆ ของจุดที่จะควบคุม

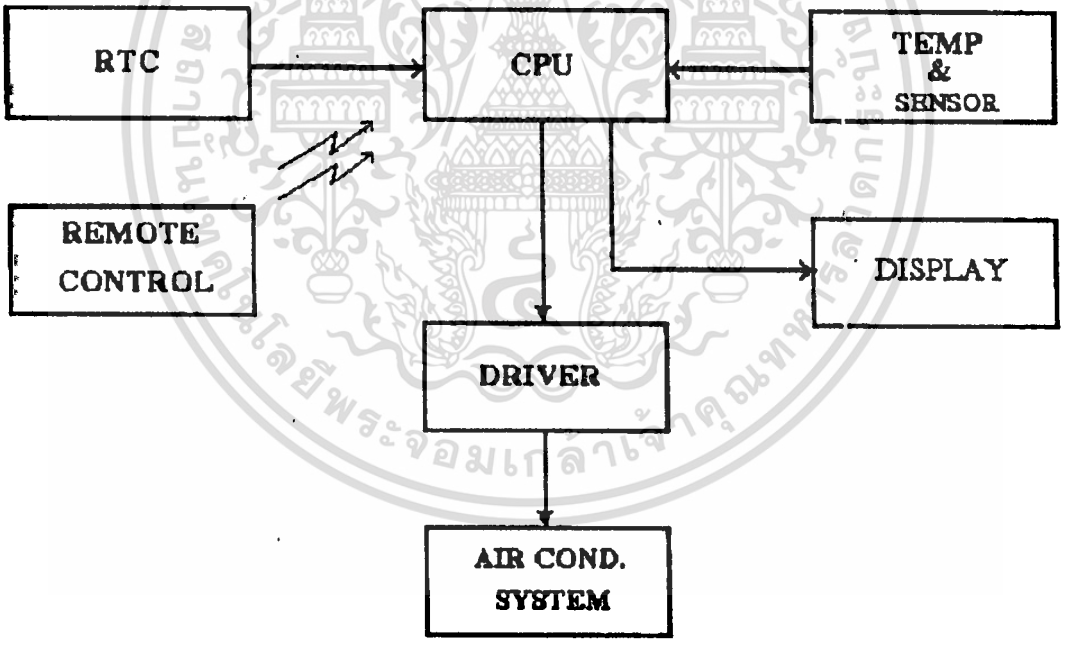


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

หลักและการทำงานของระบบควบคุม

ในบทนี้จะอธิบายถึง หลักการและการทำงานของส่วนควบคุม เพื่อควบคุมระบบการทำงานเครื่องปรับอากาศ ในโครงงานนี้จะออกแบบและสร้างส่วนที่ควบคุมเท่านั้น ซึ่งก็สามารถนำไปติดตั้งกับระบบบางระบบได้ และมีข้อจำกัดอยู่เช่นกัน เพื่อเป็นที่เข้าใจง่ายมากยิ่งขึ้น จะขออธิบายโดยแยกส่วนของ การทำงาน แต่ละภาค โดยสามารถแบ่งแยกเป็นบล็อกไดอะแกรมดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 BLOCK DIAGRAM

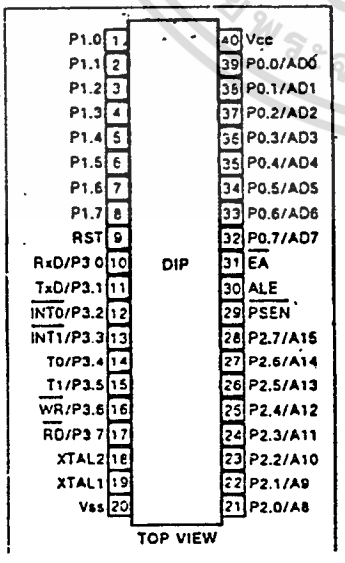
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1 CPU CONTROLLER

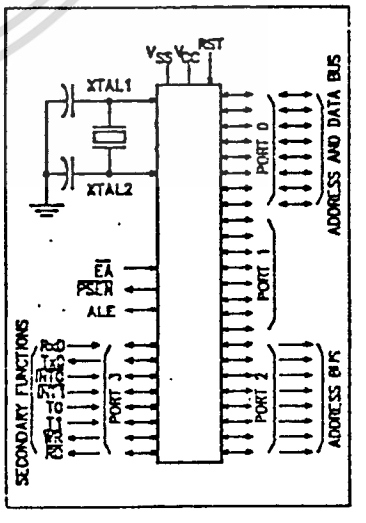
4.4.1 พื้นฐานทั่วไปของตระกูล MCS-51

CPU เป็นมันสมองของระบบ การอ่านโปรแกรมและทำงานตามคำสั่งโปรแกรม จะกระทำส่วนนี้ 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 ฟังก์ชั่นด้วยตัวแปรต่างๆ ขนาด 8 บิต ที่มีลักษณะการทำงานเป็น บวก,ลบ,คูณ, หาร รวมทั้งทางตรรก เช่น AND ,OR ,XOR รวมทั้งการเลื่อนและวนรอบบิต การเคลียค่าและกลับค่า และ ALU ยังสามารถจะตัดสินใจในการให้กระโดดไปทำคำสั่งของโปรแกรมในส่วนอื่นๆ ตามเงื่อนไขที่ตั้งไว้

ตระกูล MCS-51 นี้เป็นอุปกรณ์ที่ออกแบบมาสนองตามความต้องการของผู้ใช้คือ มีสายอินพุตและเอาท์พุตภายในตัวเอง พอร์ตของอินพุตและเอาท์พุตบัฟเฟอร์อินเตอร์เฟส และสายควบคุมอื่นๆ ที่ใช้สำหรับแยก data กับ Address และยังมีคำสั่งเพิ่มขึ้นเป็นพิเศษเพื่อจัดการข้อมูลแถมท้ายด้วยวงจรตั้งเวลากับวงจรนับด้วย (ปรกติวงจรนับจะสามารุทำงานเป็นวงจรตั้งเวลาได้ด้วย จึงเรียกควบคู่กันไปคือวงจรตั้งเวลา / วงจรตรวจนับ) จากรูปที่ 4.2 a แสดงการจัดวางขาต่างๆ และรูป 4.2b แสดงหน้าที่ของพอร์ตและฟังก์ชันพิเศษ เมื่อคอนโทรลเลอร์ทำงานหน่วยความจำภายใน

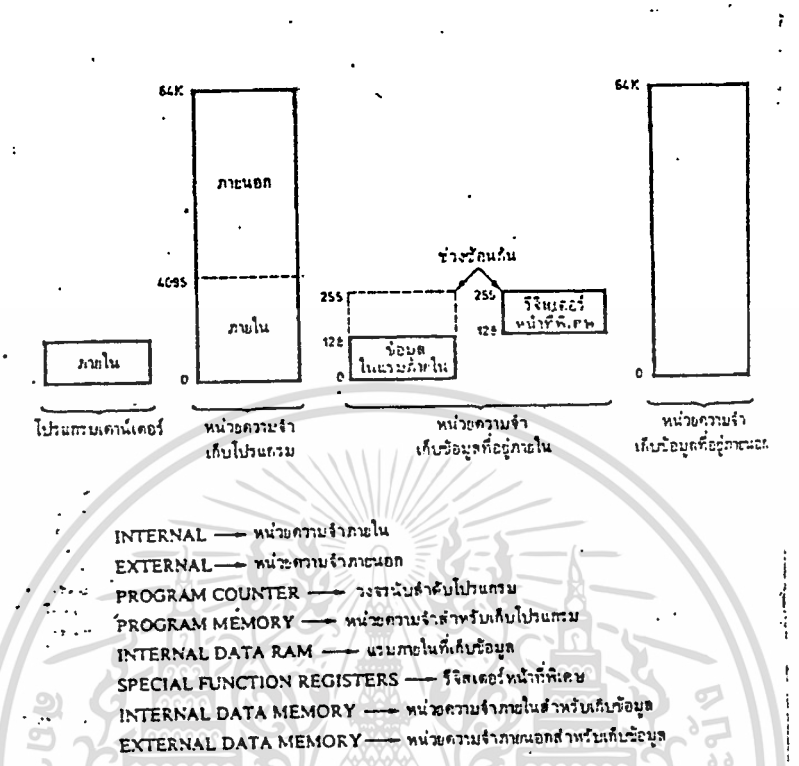


รูป 4.2 a



รูป 4.2 b

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
034957



รูปที่ 4.3

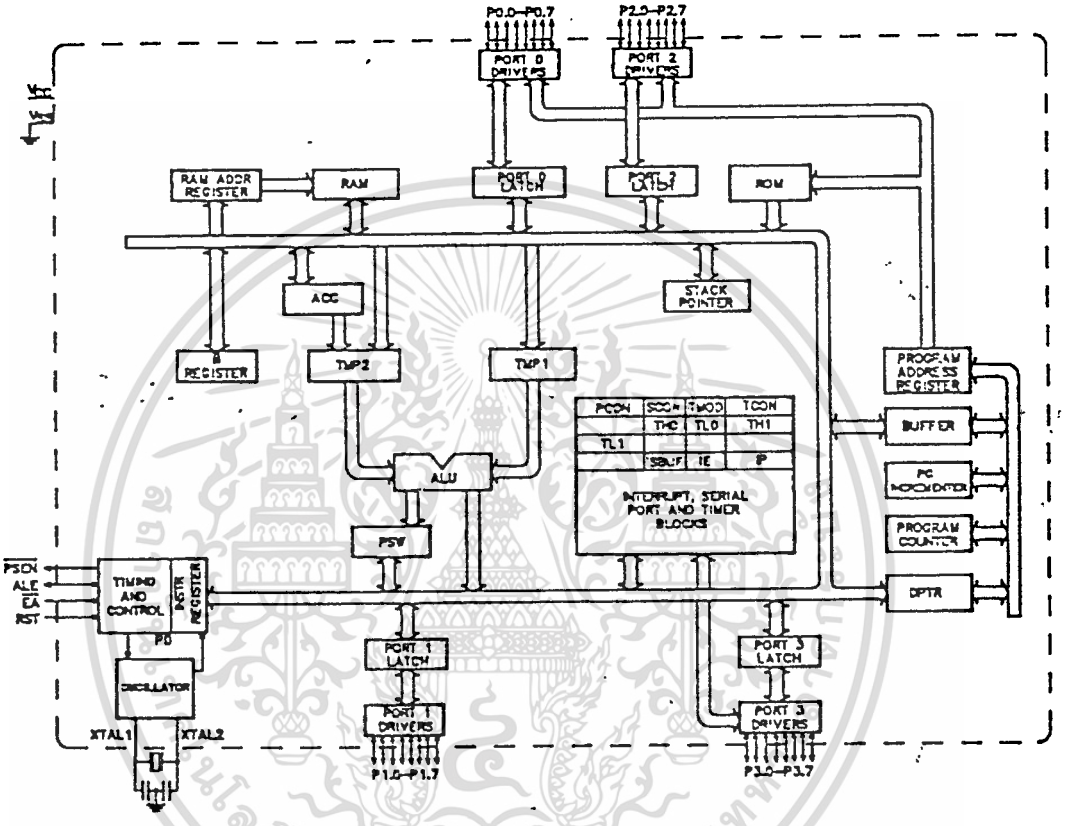
จากรูปที่ 4.3 เป็นหน่วยความจำภายในตัว MCS-51 หน่วยความจำนี้แบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือ หน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรม และหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูล หน่วยความจำแรกมี address ที่ต่ำกว่า 4 หรือ 6 Kbytes บรรจุอยู่ใน ROM ส่วน MCS-51 ที่ไม่มี ROM ภายในจะใช้หน่วยความจำภายนอกซึ่งอาจเป็น ROM,RAM, หรือ EPROM แทน MCS-51 จะอ่านหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรม เข้ามาเป็นภาษาเครื่องตามลำดับ ส่วนหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลจะใช้เป็นที่เก็บตัวแปรการคำนวณหาผลลัพธ์ทันที หน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลใช้ร่วมกับหน่วยความจำภายนอกได้ถึง 64 Kbytes ซึ่งเลือก ใช้ ROM ก็ได้ และยังมีregister พิเศษ ที่ใช้หน่วยความจำภายนอกของ RAMได้ 128 หรือ 256kBYTE รีจิสเตอร์ภายใน MCS-51

MCS-51มีรีจิสเตอร์ที่อำนวยความสะดวกในการใช้งานตามคำสั่งต่างๆประกอบ Accumulator, register B ที่ใช้ในการคูณและหาร programstatus word (PSW) stack pointer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(SP), data pointer (DPTR),พอร์ต0-3 รีจิสเตอร์แบบคู่ ซึ่งใช้ส่งและรับข้อมูลชนิดอนุกรม 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 หรือEPROM พอร์ตเอาท์พุท อินพุท โหมดรีจิสเตอร์ สถานะ และข้อมูล ส่วนวงจรตรรกในการ random ที่จำเป็นสำหรับตัวแปรของ ฟังก์ชันการต่อพ่วงส่วนต่างๆ ที่กล่าวนี้จะติดต่อกันด้วยบัสข้อมูลขนาด 8 บิต และจะมีบัฟเฟอร์สำหรับการติดต่อ ข้อมูลภายนอกผ่านพอร์ตไคโอ เมื่อต้องการขยายหน่วยความจำหรือพอร์ตไอโอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การจัดขาลักษณะภายนอกของ MCS-51

จากรูป 4.2 a แสดงการจัดขาตามลักษณะภายนอก ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

- ขา Vss (ขา20) เป็นขาสำหรับต่อลงดิน

- ขา VCC (ขา40) เป็นขาที่ต่อแรงดันไฟกระแสตรงขนาด 5 V

- ขา P0.0 - P0.7/AD0-AD7 (ขา 32-39) เป็นพอร์ตไอโอ 8 บิตแบบ open drain bi-directional การเขียนค่า "1" ที่พอร์ตนี้จะเป็นการปล่อยลอยทำให้พอร์ต อินพุทมีสถานะอิมพีแดนซ์สูง ในการให้พอร์ตนี้บริการแบบไอโอจะทำงานเป็นมัลติเพลกซ์ ด้วยสัญญาแอดเดรสไบต์ต่ำกับบัสข้อมูล สำหรับการใช้งานแบบนี้จะใช้ลักษณะภายในเป็นตัวพูลอัพ พอร์ต 0 ยังใช้งานเป็นตัวส่งข้อมูลออกทางพอร์ตนี้ เมื่อใช้ด้านการตรวจสอบโปรแกรม ROM ภายใน และการโปรแกรมนัว EPROMภายใน ถ้าใช้งานในลักษณะนี้การพูลอัพจากภายนอกจะต้องต่อ R ค่า10 K

- ขา P1.0 - P1.7 (ขา 1-8) เป็นพอร์ตไบโอ 8 บิตพร้อมด้วยการ พูลอัพภายใน ถ้าให้เป็นพอร์ตเอาท์พุท บัฟเฟอร์สามารขับ 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	การทำงานฟังชันพิเศษ	
P3.0	RDX	พอร์ตอนุกรม input
P3.1	TXD	พอร์ตอนุกรม output
P3.2	INTO	อินเตอร์รัพภายนอกที่ 1
P3.3	INT1	อินเตอร์รัพถายนอก ที่ 2
P3.4	TO	สัญญาณกระตุ้นเข้าที่ตัวตั้งเวลา/ตัวนับ 0
P3.5	T1	สัญญาณกระตุ้นเข้าที่ตัวตั้งเวลา/ตัวนับ 1
P3.6	WR	สัญญาณควบคุมการเขียน
P3.7	RD	สัญญาณควบคุมการอ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ขา RST (ขา9) ต้องคงสถานะสูง เป็นเวลาประมาณสองคาบเวลาที่ออสซิลเลเตอร์ทำงานขณะที่ต้องการรีเซททั้งระบบ แต่ทำให้ตัวชิพรีเซทโดยอัตโนมัติ ขณะเปิดไฟจะใช้คาปาซิเตอร์ต่อคร่อม ระหว่าง RST กับ ขา Vcc

- ขา ALE/PROG\ (ขา 30) เป็นขาแอดเดรสแลทช์อีนาเบิล ด้วยการส่งพัลท์ออกไปใช้สำหรับ แลทช์ค่าแอดเดรสไบต์ต่ำจากพอร์ต0 ในระหว่างการเข้าถึงข้อมูลจากหน่วยความจำภายใน ALE จะถูกส่งสัญญาณนาฬิกาออกมา โนอัตราความเร็ว 1/8 ของความถี่ออสซิลเลเตอร์ ตลอดเวลาแม้ว่าจะไม่มีการเข้าถึงข้อมูลจากภายใน ดังนั้นจึงสามารถที่จะใช้สัญญาณจากขานี้ เป็นตัวตั้งเวลาภายนอก หรือเป็นความถี่สัญญาณนาฬิกา แต่ความถี่ของสัญญาณจะช้าลงไปเท่าหนึ่งในการทำงานแบบเข้าถึงหน่วยความจำข้อมูลภายนอก ขานี้ยังใช้เป็นสัญญาณพัลส์เข้า สำหรับการควบคุมการโปรแกรม EPROM ภายในชิพ

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

- ขา EA/Vpp (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

- ขา XTAL2 (ขา 18) ใช้เป็นตัว output จากตัวออสซิลเลเตอร์ ขยายแบบ invert ที่กล่าวมาข้างต้นจะเป็นในแง่ของการกำหนดค่าขาต่างๆ เพื่อกำหนดค่าสภาวะในการทำงาน ในลักษณะใหม่ ยังมีอีกส่วนหนึ่งที่มีความสำคัญไม่น้อยที่ควรจะเข้าใจเบื้องต้น ก่อนที่จะทำการเขียนโปรกแกรมสั่งงานได้นั้น คือส่วนของโปรแกรม ฉะนั้นจะต้องทำความเข้าใจกับตัวแปรต่างๆ และรีจิสเตอร์ที่เป็นคุณสมบัติในการนำไปเขียนโปรแกรม

ACCUMULATOR : ACC

MCS-51ใช้ ACC ที่มีขนาด 8 บิต คำสั่งส่วนใหญ่จะอ้างถึงรีจิสเตอร์นี้โดยถือค่าภายในเป็นตัวตั้ง และ รับค่าผลลัพท์ที่ได้จากคำสั่งทางคณิตศาสตร์ เช่น บวก ลบ คูณ หาร เข้ามาเก็บไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ACC ยังสามารถ ใช้เป็นตัวแหล่งกระทำหรือถูกกระทำในการทำงานตรรก และใช้เป็นตัวกลางในการถ่ายเทข้อมูล ในการาติดต่อกับอุปกรณ์ ภายนอกไอโอ และ หน่วยความจำภายนอก รวมถึงการตรวจสอบตารางข้องมูล

REGISTER B

เป็นรีจิสเตอร์พิเศษที่ใช้งานสำหรับคำสั่งของการ คูณ และ หาร โดย ใช้เป็นที่เก็บตัวคูณ หรือ หาร และเป็นที่เก็บผลลัพธ์ตัวที่ 2 หลังการคูณ และเศษหลังการหาร

PROGRAM STATUS WORD : PSW

PSW เป็นรีจิสเตอร์ ที่แสดงผลที่ได้หลังจากการใช้คำสั่งต่างๆ และใช้ เป็นตัวเลือกกลุ่มการทำงาน ของ รีจิสเตอร์กลุ่มต่างๆ

STACK POINTER : SP

MCS-51 จะรวมเอา stack ของฮาร์ดแวร์ที่ใช้ RAM ภายในสำหรับการเชื่อมต่อระหว่างโปรแกรมหลัก stack การผ่านพารามิเตอร์หระหว่างงานในแต่ละส่วนโปรแกรมและ stack เก็บตัวแปรข้อมูล ชั่วคราว หรือ stack การเก็บสถานะระหว่าง การบริการอินเตอร์รัพท์ ไว้ภายในชิพ โดย SP มีขนาด 8 บิตจะเพิ่มค่าขึ้นโดยอัตโนมัติก่อนที่ข้อมูลจะนำมาเก็บในหน่วยความจำระหว่าง การใช้คำสั่งPUSH หรือ CALL และจะลดค่าของ SP ลงหลังจากที่ได้ถ่ายเทข้อมูลออกไปแล้วในคำสั่ง POP หรือ RETURN ในทางปฏิบัติ SP มีเนื้อที่น้อยกว่า 128 Kbytes และ จะเริ่มต้นทำตำแหน่ง 07 H ฉะนั้น STACK จะเริ่มบรรจุข้อมูลที่ ตำแหน่ง 08 H และMSC-51 สามารถแปลงค่าใน SP ได้ซึ่งจะเป็นการเปลี่ยนตำแหน่ง stack ไปยังที่ใดๆ ของ RAM ภายในชิพ

DATA POINTER : DPTR

DPTR เป็นรีจิสเตอร์ขนาด 16 บิตที่ประกอบด้วยไบต์สูง (DPH) และไบต์ต่ำ (DPL) ที่สามารถแบ่งออกเป็น รีจิสเตอร์ 8 บิต สองตัวที่ใช้ได้อย่างอิสระหรือใช้รวมกันทั้ง 16 บิตก็ได้ ในการ Increment หรือ Decrement เพื่อประโยชน์ในการใช้, เป็นฐานของเลขที่อยู่ใน รีจิสเตอร์ ในการกระโดดในทางอ้อม ในการใช้คำสั่งเกี่ยวกับตารางข้อมูล และชี้ตำแหน่งของหน่วยความจำภายนอก

PORT 0-3

รีจิสเตอร์ PO, P1, P2 และ P3 ของกลุ่มรีจิสเตอร์ฟังก์ชันพิเศษ(SFR) จะเป็นตัวรีจิสเตอร์ที่แลทช์ค่าของพอร์ต ในขณะใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SERIAL DATA BUFFER : SUBF

บัพเฟอร์ข้อมูลอนุกรมแบ่ง ออกเป็นรีจิสเตอร์สองตัว ตัวหนึ่งเป็นบัฟเฟอร์ตัวส่ง และอีกตัวเป็นบัฟเฟอร์ ตัวรับ เมื่อข้อมูลถ่ายเทเข้า SBUF มันจะถ่ายเข้าบัฟเฟอร์ส่ง ซึ่งเป็นตัวจัดการส่งข้อมูลอนุกรม วิธีการเคลื่อนย้ายเข้า SBUF ขึ้นอยู่กับการเริ่มแรกการส่งเมื่อข้อมูลย้ายออกจาก SBUF จะเป็นการับข้อมูลจากบัฟเฟอร์ตัวรับ

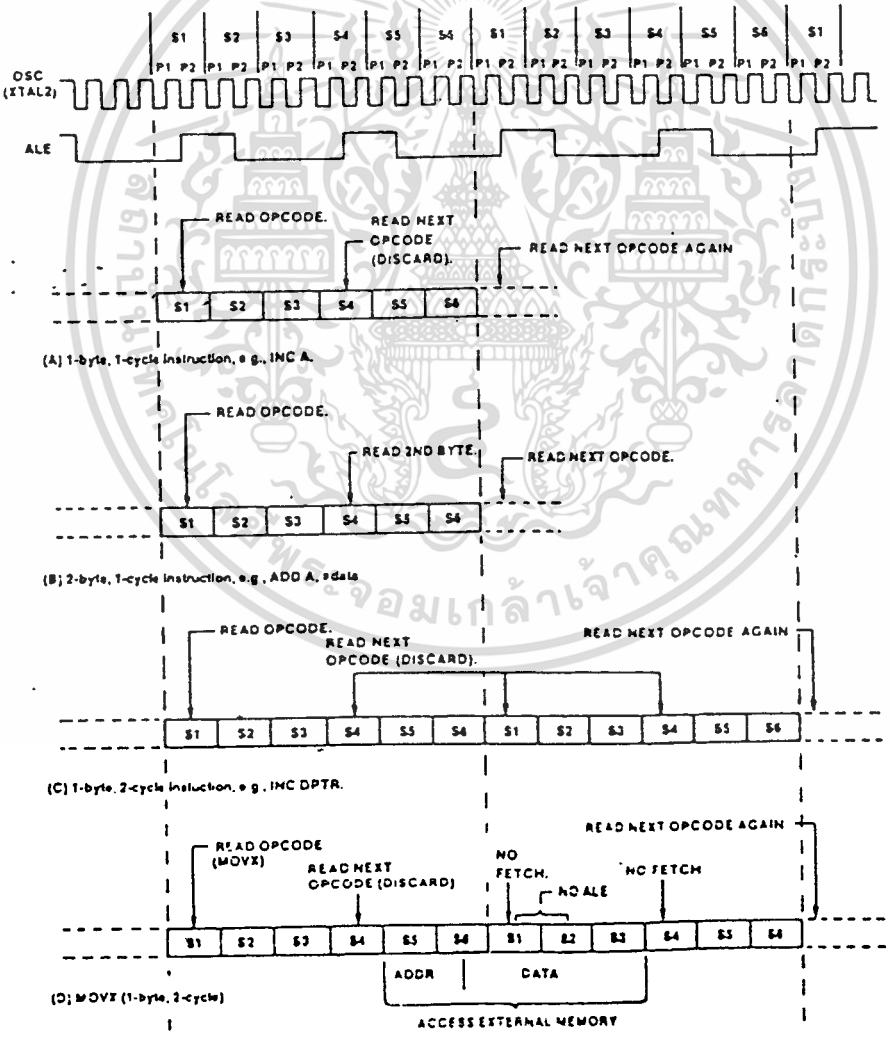
CONTROL REGISTER

กลุ่ม SFR ที่เป็น IP,IE,TMOD,TMOD,TCON, T2CON,SCON,PCON จะประ กอบด้วยบิตที่ใช้ควบคุม และแสดงสถานะของการใช้งานใน ระบบอินเตอร์รัพต์ตัวตั้ง 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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	TL1	รีจิสเตอร์ตัวตั้งเวลา/ตัวนับ 1 (ไบต์ต่ำ)	08DH
+	TH2	รีจิสเตอร์ตัวตั้งเวลา/ตัวนับ 2 (ไบต์สูง)	08BH
+	TL2	รีจิสเตอร์ตัวตั้งเวลา/ตัวนับ 2 (ไบต์ต่ำ)	0CDH
+	RLDH	รีจิสเตอร์ตัวตั้งเวลา/ตัวนับ 2 ประจุใหม่อัตโนมัติ (ไบต์สูง)	0CBH
+	RLDL	รีจิสเตอร์ตัวตั้งเวลา/ตัวนับ 2 ประจุใหม่อัตโนมัติ (ไบต์ต่ำ)	0CAH
*	SCON	ควบคุมการส่งข้อมูลอนุกรม	098H
	SBUF	บัฟเฟอร์ข้อมูลการส่งอนุกรม	099H
	PCON	ควบคุมการใช้พลังงาน (Power)	097H



รูปที่ 4.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช่วงจังหวะเวลาของ CPU

Machine cycle ประกอบด้วย 6 สถานะ หรือเท่ากับ 12 คาบของออสซิลเลเตอร์ แต่ละสถานะจะแบ่งเป็นเฟส (P1) ดังรูป 4.5 ครึ่งหนึ่งเป็นช่องเฟส 1 แอคทีฟ และเฟส 2 (P2) เป็นช่องเฟส 2 แอคทีฟ ดังนั้นในแต่ละMachine cycle จะประกอบด้วย 12 คาบออสซิลเลเตอร์เป็นจำนวน S1P1 คือ
สถานะที่ 1 เฟสที่ 1 ถึง S6P2 คือสถานะที่ 6 เฟสที่ 2 โดยปกติการทำงานแบบคณิตศาสตร์ และตรรกศาสตร์จะทำในช่องเฟส 1 และการถ่ายเทข้อมูล ภายในระหว่างที่รีจิสเตอร์จะทำในช่องเฟส 2

จากรูปที่ 4.5 แสดงถึงช่วงเวลา fetch และการทำงานที่อ้างถึงลักษณะภายใน และเฟส เนื่องจากสัญญาณนาฬิการภายใน ผู้ใช้ไม่สามารถที่จะควบคุมการเข้าถึงภายในได้ตามปกติ ALE จะแอ็คทีฟ 2 ครั้งในแต่ละ machine cycle และจะเกิดขึ้นระหว่าง S1P2 ถึง S2P1 ครั้งหนึ่งระหว่าง S4P2 ถึง S5P1อีกครั้งหนึ่ง

การทำงานของแต่ละ machine cycle จะเริ่มที่ S1P2 เมื่อ opcodeเก็บเข้าในตัวรีจิสเตอร์ ถ้าสั่งหรืออ่าน opcode เข้ามา ถ้าคำสั่งมี 2 ไบต์ไบต์ที่ 2 จะถูกอ่านในช่วง S4 ภายใน machine cycle เดียวกัน แต่ถ้าเป็น1 ไบต์ คำสั่งจะยังคง fetch ที่ S4 แต่ไบต์ที่ถูกอ่าน (ซึ่งควรจะเป็น ไบต์ที่ 2ของคำสั่งเดียวกัน) จะไม่มีผล และตัว PC จะยังไม่เพิ่มค่าไม่ว่ากรณีใดๆ

คำสั่ง MCS-51 ส่วนใหญ่จะทำงานในช่วง 1 machine cycleยกเว้นคำสั่ง MUL (คูณ) DIV (หาร) ที่ใช้มากกว่าสอง machine cycle ที่จะทำงานให้สมบูรณ์ได้จะใช้ถึงสี่ machine cycle

การเขียนไปยังพอร์ต

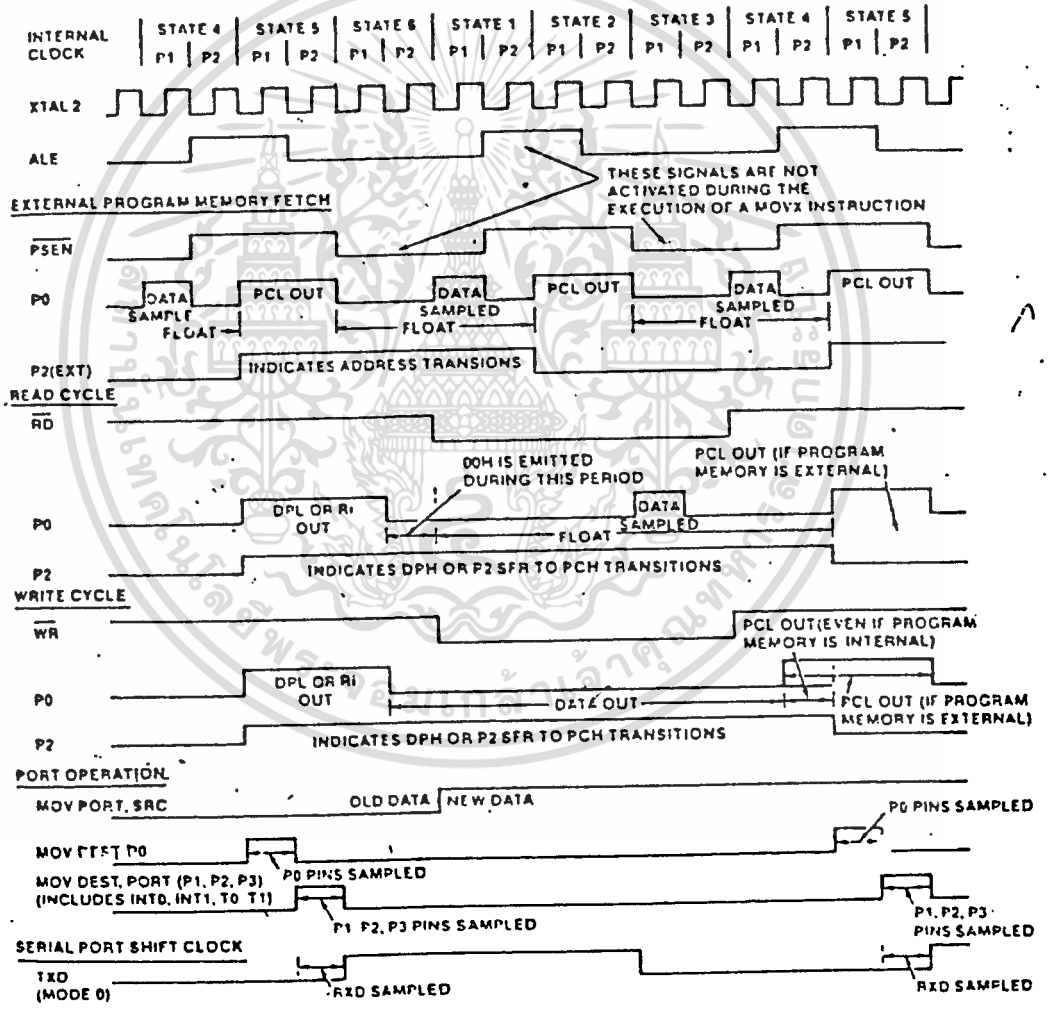
การทำงานตามคำสั่งที่เปลี่ยนค่าใน latch ของแต่ละ Port ค่าใหม่จะเข้ามาเก็บในช่วงระหว่าง S6P2 ของ machine cycle สุดท้ายของคำสั่งอย่างไรก็ตาม Port จะเก็บค่าใน latch เมื่อมีการใช้ส่งข้อมูลออกที่ buffer output ระหว่าง phase 1 ของคาบบอกเวลาใดๆ ของสัญญาณนาฬิกา(ส่วนระหว่าง phase 2 buffer output จะยังคงเก็บค่าเริ่มแรกที่ปรากฏในPhase 1 ก่อนหน้านั้น) โดยลำดับค่าใหม่ที่ latch ไว้ จะยังไม่ปรากฏที่ขา portจนกว่าจะถึง phase 1 ตัวใหม่ ซึ่งอยู่ในช่วง S1P1 ของmachine cycle ตัวต่อมา ดังรูป 4.6

ที่ได้กล่าวมาเป็นเพียงคุณสมบัติ เบื้องต้นที่จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทำความเข้าใจเสียก่อนเพื่อเป็นการกำหนดวงจร และแนวทางการที่จะเขียนโปรแกรมสั่งงาน และคุณสมบัติพิเศษ ที่แตกต่างกัน เฉพาะบางเบอร์ของตระกูลMCS-51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นั้น) โดยลำดับค่าใหม่ที่ latch ไว้ จะยังไม่ปรากฏที่ขา portจนกว่าจะถึง phase 1 ตัวใหม่ ซึ่งอยู่ในช่วง S1P1 ของmachine cycle ตัวต่อมา ดังรูป 4.6

ที่ได้กล่าวมาเป็นเพียงคุณสมบัติ เบื้องต้นที่จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทำความเข้าใจเสียก่อน เพื่อเป็นการกำหนดวงจร และแนวทางการที่จะเขียนโปรแกรมสั่งงาน และคุณสมบัติพิเศษ ที่แตกต่างกัน เฉพาะบางเบอร์ของตระกูลMCS-51



รูปที่ 4.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

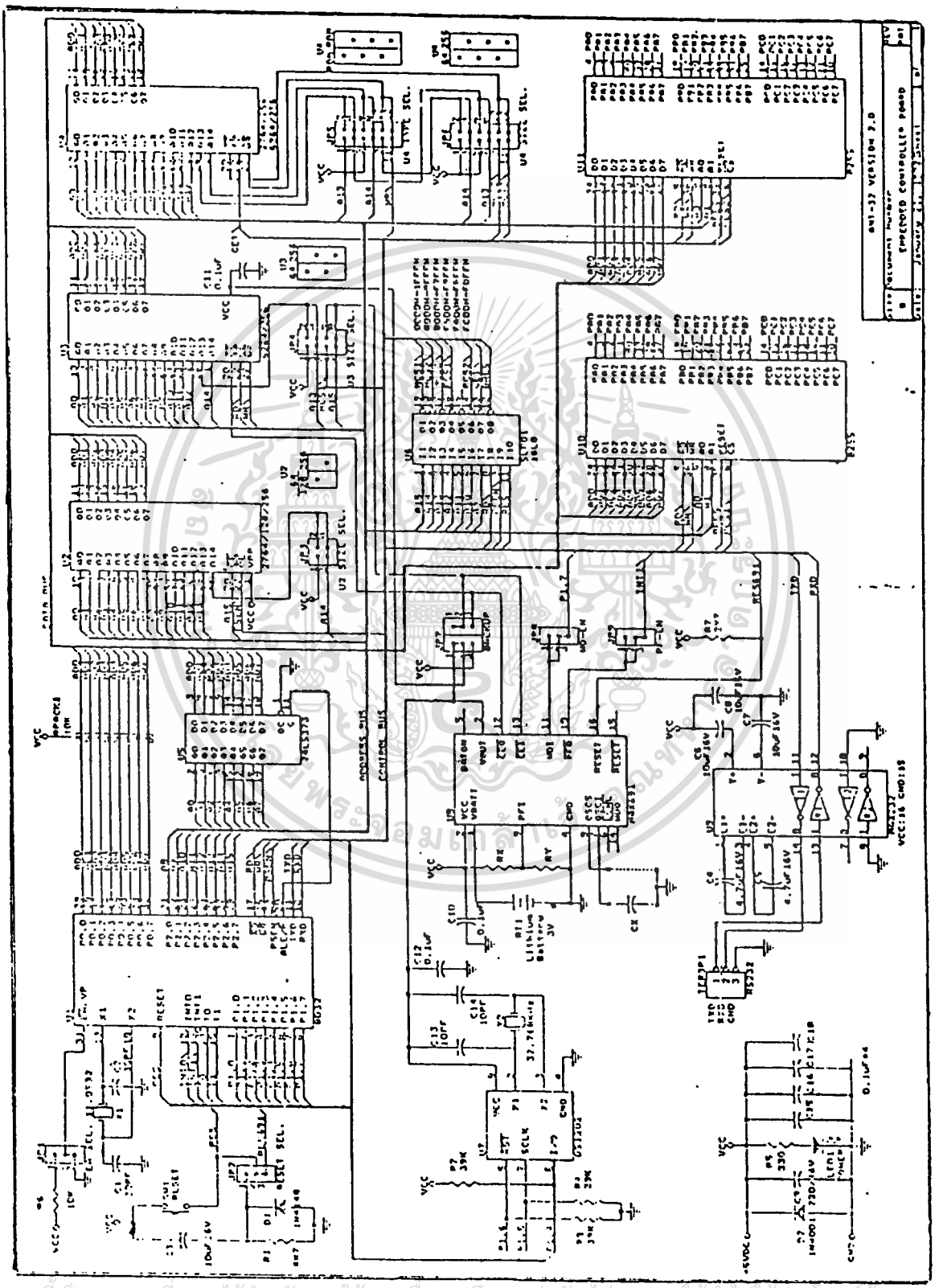
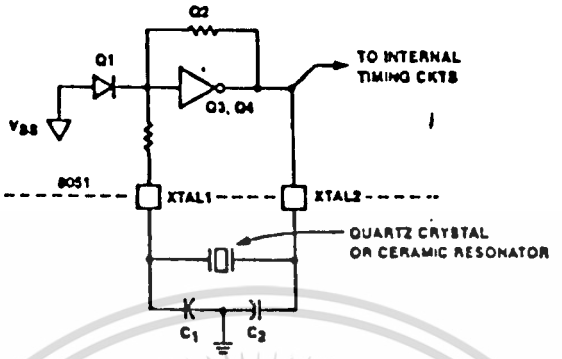


Figure 4.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8

4.1.2 การทำงานของวงจร

ลักษณะของวงจร ดังรูป 4.7 ซึ่งในโครงงานเราได้นำบอร์ด ANT-32ของบริษัท ศิลา รีเสิร์ช ด้วยเหตุที่เหมาะสมที่สุดเพราะใช้ chip ตระกูล MCS-51เป็น CPU ในส่วนของ ANT-32 จะมีวงจร RTC อยู่ในบอร์ดด้วยซึ่งจากบล็อกไดอะแกรมที่ 4.1 จะมีบล็อกของ RTC อยู่ด้วย และมีไอซีพิเศษที่เป็นตัวช่วยการทำงานของ CPU เพื่อให้การทำงานของ CPU มีความแน่นอน (เสถียรภาพที่ดี) ด้วยภายในIC มีวงจร Watch Dog Timer, การควบคุมการรีเซทแสดงสภาวะไฟตก, การแบคอัพข้อมูลใน RAM หรือวงจร RTC ซึ่งคุณสมบัติจะมีรายละเอียดต่อไป

CPU (U1) ใช้ chip เบอร์ 80C32 ซึ่งมีคุณสมบัติต่างๆได้อธิบายไว้ข้างต้นแล้วลักษณะการทำงานที่ขา X1 X2 จะต่ออยู่กับ Crystal 11.0592 MHzและต่อขนานกับ C1 และ C2 เป็นตัวออสซิลเลเตอร์แบบ positive reactanceซึ่งภายในจะเป็นลักษณะ Single limber inverter ดังรูปที่ 4.8 ในการใช้งาน Crystal นี้จะทำที่โหมด fundamental เสมือนเป็น inductance โดยต่อขนานอยู่กับตัวคาปาซิเตอร์ภายนอกที่ต่อกับ Crystal ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล 80C31สามารถต่อกับหน่วยความจำภายนอกได้ถึง 128 Kbytes โดยแบ่งออกเป็นสองส่วนคือ64 byte เป็นหน่วยความจำโปรแกรม (program memory) และอีก 64 Kbytesเป็นหน่วยความจำข้อมูล (Data memory) ซึ่งหน่วยความจำทั้งสองส่วนนี้มี Addressที่ OOOOH - FFFFh เหมือนกัน แต่จะถูกแยกออกจากกันด้วยสัญญาณควบคุมที่ต่างกันโดยสัญญาณ PSEN\ ใช้ควบคุมในการอ่านหน่วยสัญญาณโปรแกรม (EPROM) สัญญาณRD\ และ WR\ ใช้ควบคุมการอ่านและเขียน หน่วยความจำข้อมูลและ Port I/Oและ สำหรับการอ่านหน่วยความจำ โปรแกรมและข้อมูล (program and datamemory) ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณ GET\ ซึ่งสัญญาณนี้ได้จากการ AND สัญญาณ PSEN\ และ RD\CPU ทำการติดต่อกับหน่วยความจำ 3 ส่วนคือ U2 เป็นหน่วยความจำภายนอกที่ใช้เก็บโปรแกรม [external program memory] ซึ่งจะใช้ EPROM มีค่า memorymap ที่ (0000H - 7FFFH) ส่วนที่ 2 คือ U3 เป็นหน่วยความจำที่ใช้เก็บข้อมูล(data memory) มีค่า memory map ที่ (0000H - 7FFFH) ซึ่ง U3 นี้มีแบตเตอรี่แบคอัพ สำหรับเก็บข้อมูลเมื่อเกิดกรณีไฟดับ จะต่ออยู่กับ Vout (ขา 2ของ U8) ส่วนที่ 3 คือ U4 เป็นหน่วยความจำที่ใช้ทั้งเก็บโปรแกรมและเก็บข้อมูล(program and data memory) ซึ่งใช้ EPROM

ส่วนของ Port นอกจาก Port ภายใน (internal port) ของCPU คือ Port 1 รวมทั้งขา INTO, INT1, TO, T1 และยังมี Port ภายนอกคือU10 และ U11 เบอร์ 8255 แต่เราใช้เพียง U10 เท่านั้น

8255 program Peripheral Interface (PPI) เป็น chip port แบบขนานที่นิยมใช้กันมาก สำหรับบอร์ด ANT-32 นี้มี 8255 อยู่ 2 ตัวคือU10,U11 ทำหน้าที่เป็น Port ขนานทำให้มี Port I/O ถึง 24 x 2 = 48 bitแต่เราจะใช้ 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
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 U2 ใช้สายสัญญาณAddress (A15) เพื่อเป็นการกำหนดให้ U2 อยู่ที่ Address 0000H - 7FFFHส่วน U3 และ U4 ใช้สายสัญญาณ Address- A13 - A15 ร่วมกับ U6 จัดให้ U3อยู่ที่ Address 0000H - 7FFFH และ U4 อยู่ที่ Address 800H - F7FFH ส่วนport ของ U10 จัดให้อยู่ที่ Address F800H - F9FFH และ U11 อยู่ที่ Address FC00H - FDFFH ส่วน U6 นอกจากใช้ถอดรหัส Address แล้วยังใช้สร้าง สัญญาณอ่านข้อมูลสำหรับหน่วยความจำของ U4 และเป็น buffer สัญญาณ reset CPUด้วย ซึ่งแสดง memory map ดังตารางที่ 4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนที่ช่วยเพิ่มเสถียรภาพของ CPU คือ U8 (MAX691) ซึ่งมีหน้าที่การใช้งานดังนี้

- reset CPU เมื่อเริ่มจ่ายไฟให้กับระบบ (power up) และเมื่อแรงดันVcc ตกลงต่ำกว่าที่กำหนดโดยที่ขา reset จะเป็น "1" เมื่อแรงดัน Vcc ตกลงต่ำกว่า 4.5 V และจะเป็น "o" หลังจากแรงดัน Vcc สูงกว่า 4.75V ประมาณ50 ms ซึ่งก็หมายความว่า CPU จะถูก reset เมื่อเริ่มจ่ายไฟด้วย pulse ที่มีความกว้าง 50 ms และจะถูก reset อีกครั้งเมื่อไฟตก นอกจากนี้แล้ว resetจะถูกใช้เมื่อเลือกใช้งาน Watch dog timer และส่วนวงจรตรวจจับแรงดันไฟตก(Power Fail Detector) สำหรับระบบมีความสำคัญมากที่ต้องเก็บค่าพารามิเตอร์หรือข้อมูล ก่อนที่ระบบจะหยุดทำงาน โครงสร้างภายในของวงจรนี้เป็น Voltaage Comparator โดยรับแรงดัน input ที่ต้องการตรวจสอบจากภายนอกเข้าที่ขาPFI นำมาเปรียบเทียบกับแรงดันอ้างอิง 1.3V ซึ่งขา output คือ PFO จะเป็น "O" เมื่อแรงดันที่ขา PFI ต่ำกว่า 1.3V ขา PFI รับแรงดันมาจากวงจรVoltage devider ภายนอกซึ่งก็คือ Rx,Ry โดยทำการตรวจ Vcc 5V ค่าอัตราส่วนของวงจร Voltage Devider สามารถกำหนดได้จากหลักการที่แรงดันที่ขาPFI จะตกลงถึงค่า 1.3V ก่อนที่แรงดัน .5v จากแหล่งจ่าย ไฟจะตกลงถึง4.75V โดยปกติแล้วขา PFO จะต่อเข้ากับขา INT1 ของ CPU เพื่อให้ทำการนำข้อมูลที่จำเป็นลง RAM ก่อนที่แรงดัน Vcc จะตกลงต่ำกว่า 4.75V และแรงดันนี้ เองที่ CPU จะถูก reset อีกครั้ง (power down reset) และที่ขา 1 และ ขา 4ของ U8 เราต่อแบตเตอรี่สำรองข้อมูลใช้สำหรับเก็บค่าของเวลาของ U7 และเก็บข้อมูลลง RAM ในขณะไฟดับโดยใช้แบตเตอรี่ลิเทียมซึ่งข้อดีคือ จัดวงจรง่ายไม่ต้องมีวงจรชาร์จ และมีอายุการใช้งานนานกว่าชนิดนิกเกิลแคดเมียม

ส่วนของบอร์ด ANT-32 จะมีอธิบายโดยละเอียดอีกครั้งในเรื่องบอร์ด ANT-32

- reset เมื่อ CPU ไม่กระตุ้นวงจร Watch dog timer ในช่วงเวลาที่ กำหนด หลักการทำงานของ (Watchdog timer) คือ CPU ต้องส่งสัญญาณไปกระตุ้นที่ขา WDI (Watchdog timer) ของ MAX691 โดยใช้ P1.7 ที่ขา OSC IN ของ OSC SEL ของ MAX 691 ไม่ได้ต่อใช้งาน (ปล่อยลอย) CPU ต้องทำการเปลี่ยนสภาวะ (toggle) ที่ขา WDI ทุกๆ 1.6 วินาที (Watchdog timer Period = 1.6 วินาที โดยใช้ คำสั่ง CPL P1.7 เพื่อให้แน่ใจว่า Software ได้ทำงานอย่างถูกต้องถ้า Hardware หรือ Software เกิดทำงานผิดพลาด ซึ่งจะมีผลทำให้สภาวะที่ขา WDI ไม่เปลี่ยนแปลงตามเวลาที่กำหนดไว้ MAX 691 จะส่งสัญญาณ reset เป็น pulse บวกที่ขา RESET กว้าง 50 ms เพื่อRESET ให้ CPU กลับไปทำงานใหม่อีกครั้ง และที่ขา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RESET นี้จะส่งpulse Reset ออกมาทุกๆ 1.6 ms จนกว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงที่ขา WDI อีกครั้ง

- ตัดไฟ Vcc กับแบตเตอรี่ เพื่อจ่ายให้กับ IC ที่ทำการสำรองข้อมูล ICMAX 691 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 chipDs1202 และ MAX691 รวมทั้ง คริสตอล 32.768 KHz และ แหล่งจ่ายไฟสำรอง (แบตเตอรี่ลิเธี่ยม) DS1202 (U7) ซึ่งเป็น RTC/Calendar และ Static RAMขนาด 24 byte ทำการ Interface กับ CPU แบบอนุกรม โดยใช้สายเพียง 3เส้นคือขา RST (Reset) ขา I/O (Data Line); ขา SCLK (Serial Clock)
ขาสัญญาณทั้ง 3 นี้ จะต่อเข้ากับขา P1.6, P1.4 และ P1.5 ของ 80C31 เมื่อต้องการทราบค่าเวลา CPU ต้องทำการอ่านค่าเวลาจาก RTC เพราะว่า DS1202ไม่มีขาสำหรับไป Interrupt CPU และ CPU สามารถเขียนหรืออ่านข้อมูลของClock หรือ RAM ได้ 2 วิธีคือ Single - byte และ Multiple - byte
โดยทั้งสองวิธี CPU จะต้องส่ง command byte (8 bit) ให้ DS1202 เพื่อบอกให้ DS1202 ทราบว่าจะทำการเขียนหรืออ่าน Clock หรือ RAM พร้อมตำแหน่ง Address และตามด้วยข้อมูล ในขณะที่กำลังติดต่อกับ DS1202 สัญญาณที่ขา RSTต้องเป็น "1" ขา SCLK จะเป็นสัญญาณ Serial Clock เพื่อทำการเขียนหรืออ่านข้อมูล โดยจะใช้สัญญาณ clock 1 ลูกสำหรับข้อมูล 1 bit ส่วนขา I/Oเป็นข้อมูลอนุกรมโดยจะเป็น input เมื่อทำการเขียนและเป็น output เมื่อทำการอ่าน โดยข้อมูลที่จะเขียนหรืออ่านนี้จะเริ่มจากบิท O และจบด้วยบิท 7 ค่าของcommand byteในการเขียนและอ่าน Clock และ RAM แสดงไว้ดังตารางที่ 4.2

ซึ่งบล็อกไดอะแกรม RTC (รูปที่ 4.1) จะร่วมอยู่ในบอร์ด ANT-32 ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 81	W R	00-59	CH	10 SEC			SEC			
1	MINUTES	82 83	W R	00-59	0	10 MIN			MIN			
2	12HRS 24HRS	84 85	W R	01-12 00-23	12\ 24	0 0	AP 10	HR HR	HOUR			
3	DATE	86 87	W R	01-31	0	0	10DATE		DATE			
4	MONTH	88 89	W R	01-12	0	0	0	10M	MONTH			
5	DAY	8A 8B	W R	01-07	0	0	0	0	DAY			
6	YEAR	8C 8D	W R	00-99	10 YEAR				YEAR			
7	WRITE PROTECT	8E 8F	W R	00-80	WP	ALWAYS ZERO						

31	CLOCK BURST	BE BF	W R
0 • • 23	RAM 0 • • RAM 23	C0 C1 • • DE	W R • • W
31	RAM BURST	FE FF	W R

TABLE 4.2 COMMAND BYTE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

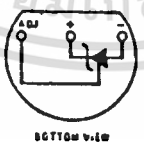
4.3 TEMPERATURE & SENSOR

4.3.1 ตัววัดอุณหภูมิ

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

การคัดเลือกตัววัดอุณหภูมิ เห็นว่า IC เบอร์ LM335 มีคุณสมบัติตามที่กล่าวมาซึ่ง LM 335 เป็นวงจรอินทิเกรทเซอร์คิต ซึ่งใช้ทำเป็นตัวตรวจจับอุณหภูมิสำหรับใช้ในย่านอุณหภูมิตั้งแต่ O C จนถึง + 100 C มีลักษณะรูปร่างดังรูป 4.9

Plastic Package



Order Number LM335Z or LM335AZ

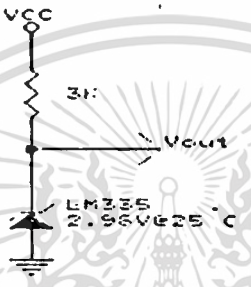
See NS Package Number Z03A

รูปที่ 4.9

โดยพื้นฐานแล้ว LM 335 ก็ทำงานเช่นเดียวกับ Zener diode ดังรูป4.10 แรงดันพังทลายซึ่งหมายถึงแรงดัน output จากวงจรนี้จะแปรโดยตรงกับอุณหภูมิสมบูรณ์ โดยมีค่าเท่ากับ 10 mv ต่ออุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น 1 องศาเค ในย่านอุณหภูมิที่ออกแบบมาใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าของตัวต้านทานในรูป 4.10 จะเป็นตัวกำหนดค่าของกระแสที่ไหลผ่านอุปกรณ์ตัวนี้ แต่เนื่องจาก ค่าไดนามิค อิมพิแดนซ์ที่กระแส 1 mA จะมีค่าโดยปกติ 0.6 โอห์ม อุปกรณ์ตัวนี้จึงสามารถทำงานได้ ในย่านกระแสตั้งแต่ 400uA จนถึง 5 mA โดยเสมือนว่าไม่มีการเปลี่ยนคุณสมบัติของตัวมันเลย และ ค่าreverse current หรือ Forward current สูงสุด โดยไม่ทำให้อุปกรณ์เสียหายควรจะเป็น10 mA ถ้ากระแสสูงกว่านี้จะทำให้เกิดความเสียหายต่ออุปกรณ์ตัววัดได้ ที่อุณหภูมิ 25 องศาซี และที่ reverse = 1 mA แรงดัน output จากวงจรรูป4.10 จะมีค่าตามที่ออกแบบไว้เท่ากับ 2.98 V



รูปที่ 4.10

ค่าเปรียบเทียบจุดอ้างอิงของมาตราฐาน

จุดศูนย์สมบูรณ์ = -273.15 C มีค่า = 0 K

จุดเยือกแข็งของน้ำ = O C มีค่า = 273.15 K

สูตรการเปลี่ยน C เป็น K

.....K =.....C + 273.15

จากคุณสมบัติการเปลี่ยนแปลง 10 mV/ C

ถ้า O C มีค่า = 273.15 K

เทียบค่าเป็นแรงดัน = 273 x 10 [10 : 10 mV/ C)]

= 2730 mV

= 2.70 V

เทียบค่า 25 เป็นแรงดัน = 25 x 10 [10 : 10 mV / C)

= 250 mV

= 0.25 V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำการเปลี่ยนค่า K เป็น C

จะได้ 0 C = 273 K

ถ้า 25 C = 2.73 + 0.25

ฉะนั้น 25 C = 2.98 V

และจากการเปลี่ยนที่ 10 mV ต่อ 1 C จะได้ค่าแรงดันดังตาราง 4.3

ตาราง 4.3

อุณหภูมิ (°C)	แรงดัน Vout (V)
18	2.91
19	2.92
20	2.93
21	2.94
22	2.95
23	2.96
24	2.97
25	2.98
26	2.99
27	3.00
28	3.01
29	3.02
30	3.03
31	3.04
32	3.05
33	3.06
34	3.07
35	3.08

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเป็นเชิงเส้น

จุดเด่นของตัววัดที่เป็น Semiconductor เช่นเบอร์ LM 335 จะให้แรงดัน output ที่เป็นเชิงเส้นเมื่อเทียบกับอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงในย่านที่กำหนดซึ่งไม่เหมือนกับ output ที่ได้จากตัวตรวจจับอุณหภูมิส่วนใหญ่ ซึ่ง output จะไม่เป็นเชิงเส้น ซึ่งถ้าเรานำเอาค่าแรงดัน output มาเขียนเป็น กราฟระหว่างค่าแรงดันกับอุณหภูมิตลอดย่านการทำงานของ LM335 เมื่อลากเส้นไปตัดแกนอุณหภูมิที่ 0 องศาสัมบูรณ์ ค่าแรงดัน output ที่อ่านได้จากกราฟจะเป็น 0 V จากความเป็นเชิงเส้นที่กล่าว จะต้องขึ้นอยู่กับการปรับความถูกต้องของอุณหภูมิเพียงครั้งเดียวจะให้ความถูกต้องตลอดย่านอุณหภูมิที่ ใช้งานนั้นก็เนื่องมาจาก output จะแปรผันโดยตรงอย่างเที่ยงตรง กับอุณหภูมิสัมบูรณ์ โดย output จะลดลงเป็น 0 V ที่อุณหภูมิองศาสัมบูรณ์ ดังนั้น การปรับความลาดชันที่อุณหภูมิค่าหนึ่งให้ถูกต้อง จะทำให้เกิดความถูกต้องตลอดย่านอุณหภูมิ

ความร้อนที่เกิดขึ้นในตัว

เช่นเดียวกับตัวตรวจจับอุณหภูมิใดๆก็ตาม ความร้อนใดๆที่เกิดขึ้นจากกระแสที่ไหลผ่านอุปกรณ์ที่ตัวตรวจจับจะมีผลต่อค่าอุณหภูมิของตัวมันตลอดจนค่าแรงดันOutput ที่เกิดขึ้นสำหรับ LM 335 นั้น ควรจะให้ทำงานที่กระแสต่ำสุดซึ่งเพียงพอที่จะขับให้วงจรภายใน IC ทำงานได้ โดยกระแสประมาณ 400 mA จะเป็นกระแสต่ำสุดที่ IC จะทำงานได้ตามปกติ (ค่ากระแสนี้จาก space)

4.3.2 ตัวแปลงสัญญาณ

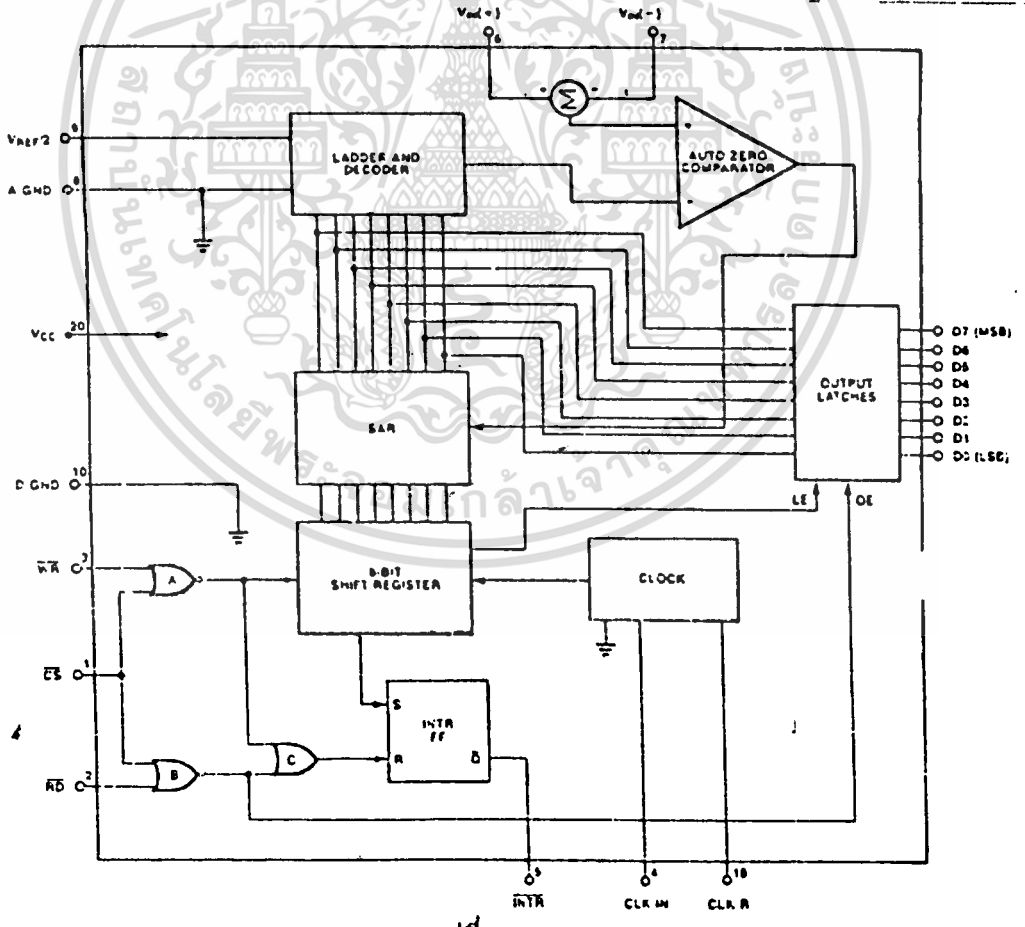
จากตัววัดอุณหภูมิซึ่งใช้ IC LM 335 ซึ่งให้ output เป็นแรงดันที่เปลี่ยนแปลงค่าตามอุณหภูมิที่ เปลี่ยนไป และแรงดันที่ได้นี้เป็นสัญญาณแบบ Analogฉะนั้นจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทำการแปลงค่า แรงดันซึ่งเป็น Analog ให้เป็นแบบDigital เพื่อให้ค่าที่เป็น binary เป็นค่า data ส่งค่าทาง Data Bus ให้กับCPU เพื่อทำการ process และให้ output ไปควบคุมระบบเครื่องปรับอากาศ ในการแปลงสัญญาณ Analog เป็นสัญญาณ Digital นี้เราใช้ IC เบอร์ ADC 0804 เป็นตัวแปลงสัญญาณ ซึ่ง ADC 0804 จะมี 1 input ที่รับสัญญาณ Analog และoutput เป็น Digital (เป็น ค่า binary) ขนาด 8 bit ซึ่งเหมาะสมกับวงจรที่ออกแบบไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการแปลงสัญญาณ Analog เป็นสัญญาณ Digital นี้เราใช้ IC เบอร์ ADC 0804 เป็นตัวแปลงสัญญาณ ซึ่ง ADC 0804 จะมี 1 input ที่รับสัญญาณ Analog และoutput เป็น Digital (เป็น ค่า binary) ขนาด 8 bit ซึ่งเหมาะสมกับวงจรที่ออกแบบไว้

4.3.2.1 คุณสมบัติ ADC 0804

เป็นตระกูล CMOS ขนาด 8 bit ใช้วิธีการแปลงค่า A/D แบบการประมาณค่า (Successive Approximation) ซึ่งการเปรียบเทียบภายในใช้ความต้านทานแบบ Ladder และสามารถเปรียบเทียบใน Auto-Zero สามารถทำงานร่วมกับ Micro process ได้ โดยมีอุปกรณ์ต่อร่วมภายนอกเพียงเล็กน้อยoutput เป็นแบบ 3-State โดยต่อเข้ากับ Data Bus โดยตรง แรงดัน inputที่เป็นสัญญาณ Analog สามารถเพิ่มความต่างของสัญญาณได้ ทำการปรับ offsetได้ และสามารถปรับค่า input ที่มีสัญญาณต่ำๆโดยให้ output เต็ม 8 bit ได้โครงสร้างภายในแสดงดังรูป 4.11



รูปที่ 4.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2.2 การทำงานของวงจร

การนำ ADC 0804 ต่อร่วมใช้งานดังรูป 4.12 การใช้งานร่วมกับตัววัดอุณหภูมิ LM335 ซึ่ง LM335 จะให้แรงดันที่เปลี่ยนไปตามอุณหภูมิที่เปลี่ยนไปจากการวัดให้ค่าแรงดันที่ ขา Vi+ ADC 0804 ก่อนการใช้งานเราจำเป็นต้องทำการปรับค่าของย่านการวัดเสียก่อน ซึ่งการปรับมี 2 ขั้นตอนด้วยกัน

ขั้นตอนที่ 1 ปรับที่ Variable Register Tmax ซึ่งจะต่อกับขา Vrefของ ADC 0804 (ขา 9) โดยผ่าน Buffer LM358 358 การปรับ Tmax เพื่อกำหนดค่าว่าแรงดัน Vi+ ที่รับเข้ามามีการเปลี่ยนแปลงเท่าไร ทำให้ค่า binaryที่ output เปลี่ยนแปลงกี่ bit โดยใช้สมการในการหาค่าที่ Vref ดังนี้

Vref = (I/P ที่เปลี่ยนแปลง 1 บิต x บิต full scale)

- ฉะนั้นต้องการค่าที่ I/P เปลี่ยนแปลง 10 mV ทำให้ O/P เปลี่ยนไป 1 bit
- O/P ขนาด 8 bit ที่ full scale จะได้ $2^8 = 256$ ค่า

จาก 00000000 [B] ถึง 11111111 (B) ได้

- Vref ที่ 5 V (Vcc) จะได้

$$\text{Vref} = 10\text{ mV} \times 256$$
$$= 2.56\text{ V}$$
$$\text{Vref/2} = (10\text{ mV} \times 256) / 2$$
$$= 1.28\text{ V}$$

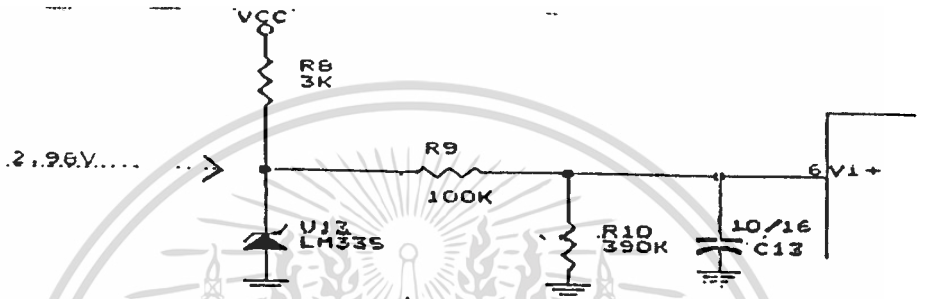
ฉะนั้นทำการปรับค่า Tmax ให้ได้ 1.28 Volt

ADC 0804 จะทำการแปลงค่าเมื่อ V 1+ รับแรงดันมีการเปลี่ยนแปลง 10 mVที่ output จะเปลี่ยนไป 1 bit

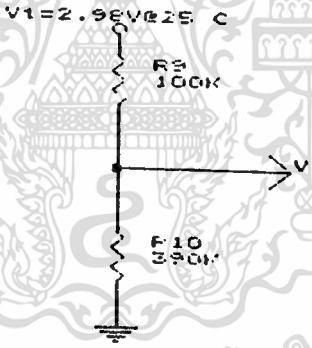
ขั้นตอนที่ 2 ปรับที่ Variable Resistor Tmin ซึ่งจะต่อเข้ากับขาV 1- ของ ADC 0804 (ขา 7) การปรับ Tmin เพื่อกำหนดค่าของ output ที่เริ่มต้น (0000000] ว่าเป็นอุณหภูมิต่ำสุดที่ไรของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวัด วิธีการหาค่าในการปรับ Tmin จากคุณสมบัติของตัววัด LM335 จะให้แรงดัน 2.98 V ที่ 25 C ที่V 1+ จึงทำการเปรียบเทียบ 25 C - 2.98 V จากรูปที่ 4.12 เขียนวงจรตัววัดได้ใหม่ ดังรูป 4.13ซึ่งจากวงจร เป็นลักษณะ Voltage divider ต้องทำการหาค่าแรงดันที่ V 1+โดยใช้สมการของ Voltage divider เขียนรูปได้ใหม่ ดังรูป 4.14



รูปที่ 4.13



รูปที่ 4.14

เมื่อ V1+ ที่ 0 C - 2.17 V จากนั้น เราจึงทำการปรับที่ Tmin ให้ได้2.17 V ที่ output (ทั้ง 8 bit) จะเป็น 0 หมด และเมื่อที่ตัววัดให้แรงดันที่เปลี่ยนแปลงเป็นแบบ BCD จากเลขนับสำคัญต่ำสุด (DB0) ไปจนถึงเลขนับสำคัญสูงสุด (DB7) จะได้ค่าต่ำสุดคือ 00000000 (B) จนถึง full scale จะเท่ากับ11111111 (B) แต่ในย่านของอุณหภูมิที่เลือกใช้งานตั้งแต่อุณหภูมิ18 C จนถึง35 C จะได้ค่าแรงดันที่ตัววัด, ค่าแรงดันที่ V1+ (ขา 6) ของ ADC 0804 และค่าoutput ที่เป็นเลข Digital

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าแรงดัน v1+ ของแต่ละอุณหภูมิหาได้จากสมการของ Voltage divider ข้างต้น โดยที่ค่าของ Vt จะเปลี่ยนไปตามละอุณหภูมิและค่า Vt นี้ได้เปรียบเทียบเป็นอุณหภูมิของ C แล้ว โดยเปรียบเทียบค่าจากจาก ADC แล้วที่ output ของ ADC 0804 จะต่ออยู่กับ Port B ของ IC เบอร์ 8055 ซึ่งเป็น Interface สัญญาณให้ และที่ Port B เรากำหนดให้เป็นinput Port เพื่อรับค่า Data ของ ADC 0804 เข้าที่ Port นี้และ CPU จะรับค่า Data นี้ที่ Data Bus Line เพื่อทำการ Process ค่าและให้ output ตามที่โปรแกรมกำหนดเพื่อไปควบคุมส่วน Compressor และความเร็วพัดลมของระบบเครื่องปรับอากาศ

4.5 Driver

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

ส่วนของ Compressor สัญญาณที่ควบคุมส่วนนี้จะต่อกับ PORT 8255 ซึ่งใช้ USER PORT 2 (PB0) Jump อยู่กับวงจร Display ที่ LED (D1) เมื่อที่ PB.0 มีค่าเป็น "1" (5 Vdc) ที่ D7 นำกระแส R/8 ทำหน้าที่กำจัดกระแสที่ไหลผ่านไม่ให้เกินค่าสูงสุดที่ตัวเชื่อมโยงทางแสงจะทำได้คือ 50 mA ตัว Opto Isolator (Iso1) ทำงานทำให้ Q1 นำกระแสวงจรส่วนไฟสลับทำงาน ที่ขาGATE กับขา MT1 จะมี C16 และ R17 ต่อคร่อมเป็น Damping ไว้เพื่อป้องกันการเสียหายในช่วงการ OFF ของ TRIAG ส่วน R24 และ C17 เพื่อป้องกันSpike จากการที่ Compressor On Off จะมีกระแสกระชากอยู่ขณะหนึ่ง เหตุผลที่เลือก opto-Isorator เพราะแยกไฟกระแสตรงกับกระแสสลับให้ออกจากกันเพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นไม่กระทบถึง CPU 80C31 มีคุณสมบัติที่เริ่มการทำงานจาก 0 ซึ่งภายในตัวนี้มีวงจรตรวจจับแรงดัน 0 และ TRIAG ภายในจะเริ่มนำกระแสเมื่อแรงดันมีค่าเริ่มจากศูนย์เพิ่มขึ้น ทั้งทางบวกและทางลบ การใช้อุปกรณ์solid-state แทน Relay จะแก้ปัญหาของการอาร์คของหน้าสัมผัส และแยกส่วนทาง DC กับ AC

วงจรที่ควบคุม Compressor และควบคุมพัดลมจะเหมือนกัน จึงเป็นหลักการอันเดียวกัน สภาวะใดที่ Compressor On หรือOff จะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิที่ตัววัด (sensor) ว่ามีความแตกต่างกับอุณหภูมิที่ตั้งค่าไว้อย่างไร ถ้าอุณหภูมิที่ตัววัดมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิที่ตั้งค่าไว้ ทำให้ PB0 (USER PORT 2 ของ 8255 มีค่าเป็น "1" D1 ติดสว่าง และวงจรชุดควบคุมส่วนของ Compressorทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่ออุณหภูมิที่ตัววัดมีค่าลดลงจนเท่ากับอุณหภูมิที่ตั้งค่าไว้(อุณหภูมิห้องเย็นลง)ทำให้ค่าที่ PB0 มีค่าเป็น "0" D1 คับและวงจรชุดควบคุมส่วนของCompressor Off ทำให้ Compressor หยุดทำงาน

ส่วนของความเร็วพัดลม (FAN SPEED) ซึ่งค่า input ที่ได้จะทำการเปลี่ยนความเร็วของพัดลม (speed) มีด้วยกัน 2 ระดับ คือ High speed (PB1), และ Low speed (PB2) ซึ่งการทำงาน ONOFF ใช้หลักการเดียวกับส่วนควบคุมของ Compressor การควบคุมความเร็วของพัดลม ได้

4.6 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 เป็นตัวกรองสัญญาณรบกวนที่ปนเข้ามากับไฟสลับสัญญาณรบกวนต่างๆที่ปนเข้ามานั้นจะเป็นสาเหตุทำให้การทกงานของอุปกรณ์ผิดพลาดรวมทั้งส่วนของข้อมูลโปรแกรมด้วย การลดแรงดันไฟสลับใช้ Transformer T1จาก 220 Vac มาเป็น 9 Vac ต่อเข้ากับวงจร Bridge Rectifier เพื่อให้ได้แรงดันไฟตรงเป็น Full wave Rectifier ขนาดของ T1 ใช้ 500 mAซึ่งเพียงพอที่จะจ่ายกระแสให้กับองศาต่างๆได้ ส่วนทางขด Primary ของ T1 มีFuse F1 ต่ออนุกรมอยู่เป็นตัวป้องกันการ Short circuit และ Over load Circuit Breaker มีเพื่อเปิด/ปิด แรงดันที่จะจ่ายให้กับวงจรควบคุมแบบถาวร(No Standby)และตัดไฟเพื่อการตรวจสอบวงจรเมื่อทาง Hard ware เกิดขัดข้อง

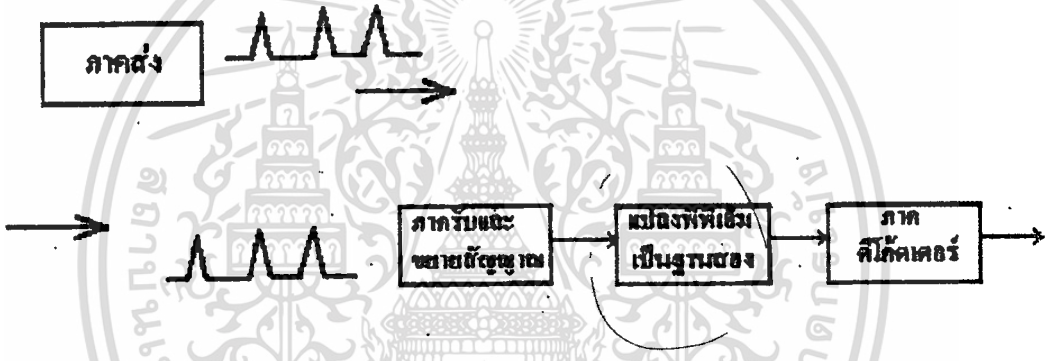
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

การทำงานของรีโมทคอนโทรลและส่วนแสดงผล (LCD)

หลักการทำงานของรีโมทคอนโทรล

แบ่งภาคการทำงานเป็น 3 ส่วน คือ ในส่วนแรกคือ ภาคส่ง (TRANSMITTER) ในภาคที่สองคือ ภาครับ ซึ่งประกอบด้วยตัวรับและตัวแปลงรหัสหรือ DECODER และในส่วนที่สามคือ ภาคเอ้าพุตที่เราจะนำไปใช้งานต่อไป แสดงในรูปที่ 5.1



รูปที่ 5.1 แสดงหลักการเบื้องต้นของรีโมทคอนโทรล

ภาคส่ง

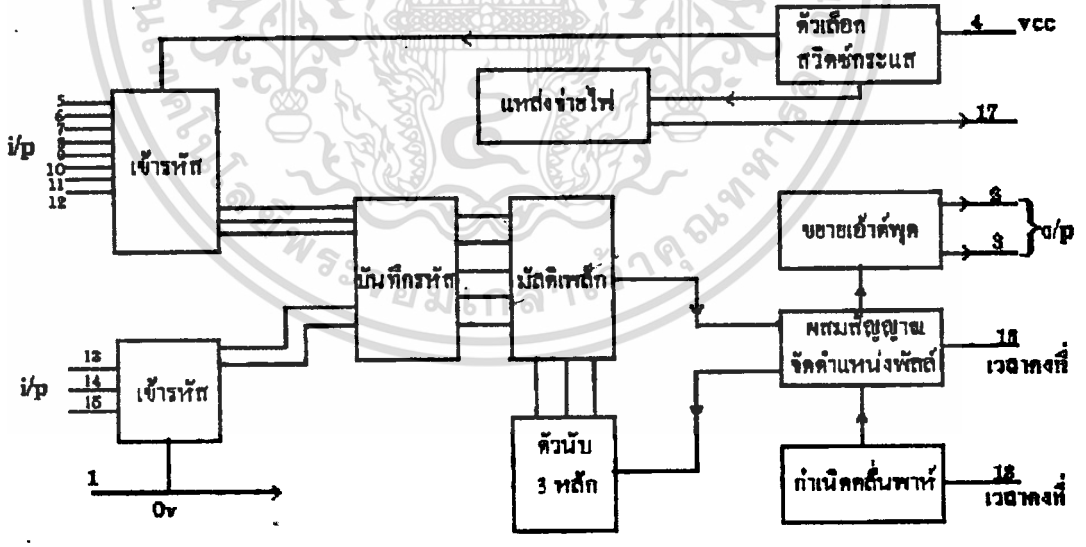
ใช้ ไอซีเบอร์ SL 490 เป็นไอซีสำหรับเข้ารหัสเมื่อกดคีย์ โดยส่งออกไปเป็นลักษณะของพัลส์โพซิชั่น มอดูเลชั่นหรือ PPM มีลักษณะเปลี่ยนไปตามโค้ดที่ได้จากโค้ดรีจิสเตอร์ เมื่อส่งย่านอินฟาเรด โครงสร้างภายในแสดงในรูปที่ 5.2 โดย key ที่ใช้ในโครงงานนี้มีดังนี้

CONTROL FUNCTION	RECEPTION CODE
TIM.ON	FEH
TIM.OFF	FDH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CONTROL FUNCTION	RECEPTION CODE
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 ให้สัญญาณเอ้าต์พุตซึ่งเป็นการผสมสัญญาณระหว่างความถี่ของคลื่นพาห์กับสัญญาณมัลติเพล็กไปเป็นสัญญาณพีพีเอ็ม เป็นไบแอสสำหรับ Q1 เพื่อขับ Q2 ให้ทำงาน LED1,LED2 จะส่งพัลส์อินฟาเรดออกมา โดยที่ R1,R2,C1,C2 เป็นตัวกำหนดความถี่คลื่นพาห์



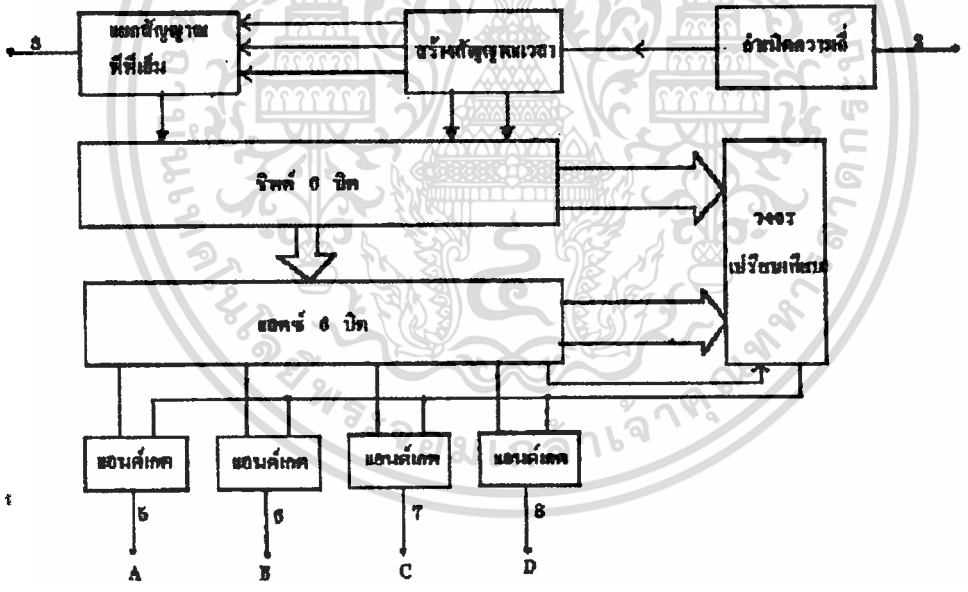
รูปที่ 5.2 แสดงบล็อกไดอะแกรมของ SL 490B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาครับ

ใช้ไอซีเบอร์ SL 486 เป็นภาครับสัญญาณเข้ามาโดยผ่านไดโอดรับคลื่น แล้วทำการขยายสัญญาณพีพีเอ็มที่รับเข้ามา ก่อนส่งไป ML 926

ML 926 จะรับสัญญาณพีพีเอ็มเข้ามาแยก แล้วแปลงออกมาเป็นสัญญาณเลขฐานสอง ออกมา1 ทางขา 5,6,7,และ 8 VR1 100K ใช้สำหรับปรับความถี่ออสซิลเลเตอร์ของ IC2 ML 926 ให้ตรงกับอินพุตที่รับเข้ามา ส่วนเอ้าพุตขา 5,6,7 และ 8 ของ IC2 ML 926 ซึ่งจะแสดงผลผ่าน LED1-LED4 สำหรับ IC3 CD4514 รับสัญญาณเข้ามาถอดรหัสให้ได้เอ้าต์พุต 15 ช่อง ในกรณีของ CD 4514 เมื่อยังไม่มีการทำงานเอ้าต์พุตทั้งหมดจะเป็น "0" เวลากดสวิตช์ช่องใดช่องหนึ่ง ช่องนั้นจะมีเอ้าต์พุตเป็น "1" แสดงในรูปที่ 5.3



รูปที่ 5.3 แสดงบล็อกไดอะแกรมของ ML 926

เนื่องจาก IC1,IC2,IC3 นั้นใช้ไฟเลี้ยง 12โวลท์ ฉะนั้นจะทำการต่อเข้าบอร์ดคอนโทรลโดยตรงไม่ได้ เนื่องจากบอร์ดคอนโทรลใช้ไฟเลี้ยงเพียง 5 โวลท์ เพราะฉะนั้นเราจะต้องทำการแปลงไฟจาก 12 V (CMOS) เป็น 5 V (TTL) โดยใช้ IC4 เบอร์ ULN 2804 และเอ้าต์พุต ต่อเข้า U1 (8255) ของบอร์ดคอนโทรล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวทางการใช้งาน LCD MODULE

ปัจจุบัน LCD เป็นที่นิยมกันอย่างมาก สำหรับการแสดงผลในเครื่องมือเครื่องใช้ต่างๆ 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 MODULE 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
(DMCAB) เป็นตัว ADAPTER ทำให้เป็น 8255 bus อีกที

4 การใช้งานง่ายและสะดวก ระบบไมโครเพียงแค่ส่งข้อมูลให้กับ LCD MODULE เท่านั้น ข้อความก็จะปรากฏบนแผงแสดง และจะคงค้างไว้ตลอด ทำให้ไม่ต้องเสียเวลาหลักของระบบไมโคร

5 มีคำสั่งพิเศษสำหรับอำนวยความสะดวกมากมาย เช่น CLEAR DISPLAY, HOME CURSOR, ON CURSOR, BLINK CHARACTER และอื่นๆอีก

6 สามารถแสดงผลเป็นตัวอักษรที่ออกแบบเองได้ 160 ตัว และสัญลักษณ์พิเศษอีก 32 ตัว รวมทั้งสามารถกำหนดอักษรที่ออกแบบเองได้อีก 8 ตัว

7 กินกระแสน้อย และน้ำหนักเบา รวมทั้งทำงานได้ด้วยไฟเลี้ยงระดับ 5V เท่านั้น

ขาสัญญาณของ LCD MODULE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

ผลการทดลองของฟังก์ชั่นรีโมท แสดงผลที่ LCD และวงจรส่วนต่างๆ

1.ส่วนของตัว SENSOR

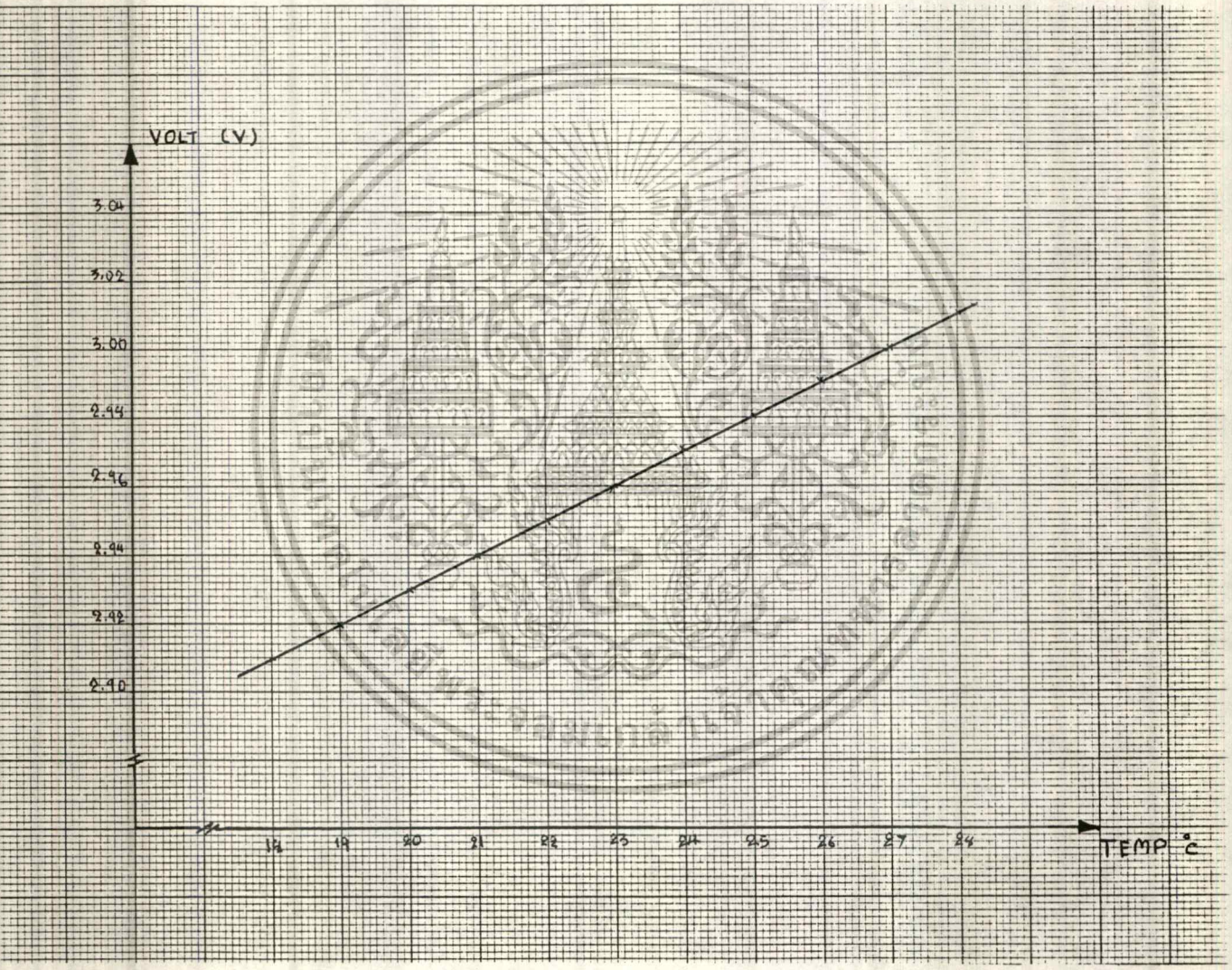
ตารางแสดงการวัดค่าแรงดันและ OUTPUT DIGITAL (HEX)

อุณหภูมิ(˚C)	แรงดันที่ SENSOR	แรงดันที่ขา 6 (ADC0804)	O/P DIGITAL (HEX)
18	2.91	2.316	12
19	2.92	2.324	13
20	2.93	2.332	14
21	2.94	2.340	15
22	2.95	2.348	16
23	2.96	2.356	17
24	2.97	2.364	18
25	2.98	2.372	19
26	2.99	2.380	1A
27	3.00	2.388	1B
28	3.01	2.396	1C
29	3.02	2.404	1D
30	3.03	2.412	1E
31	3.04	2.420	1F

รูปที่ 6.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดัน(OUTPUT ของ LM335)กับอุณหภูมิ

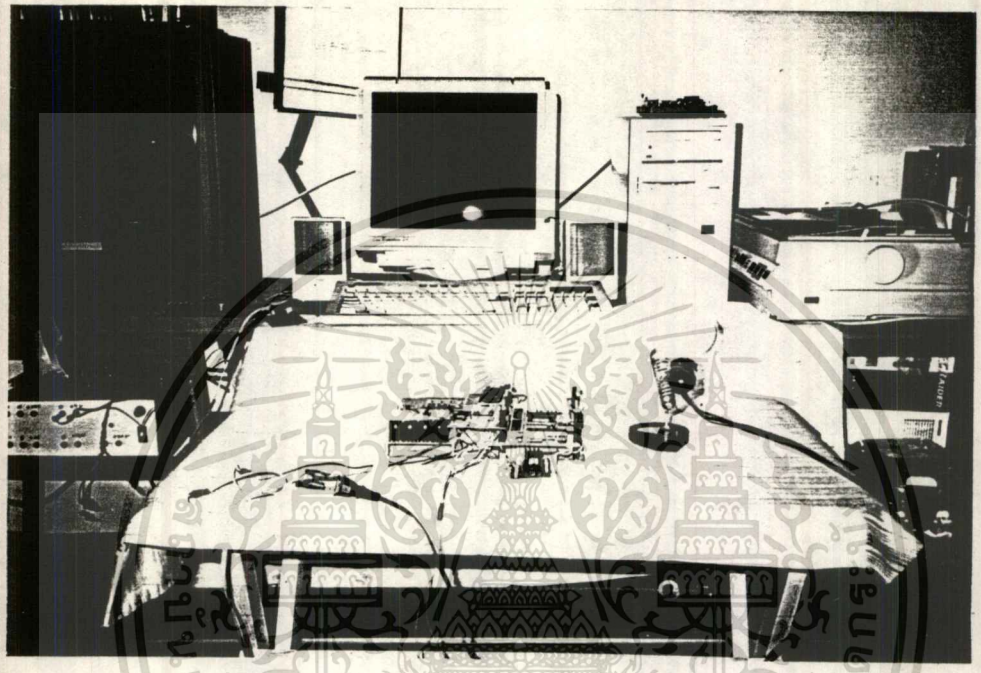


รูปที่ 6.2

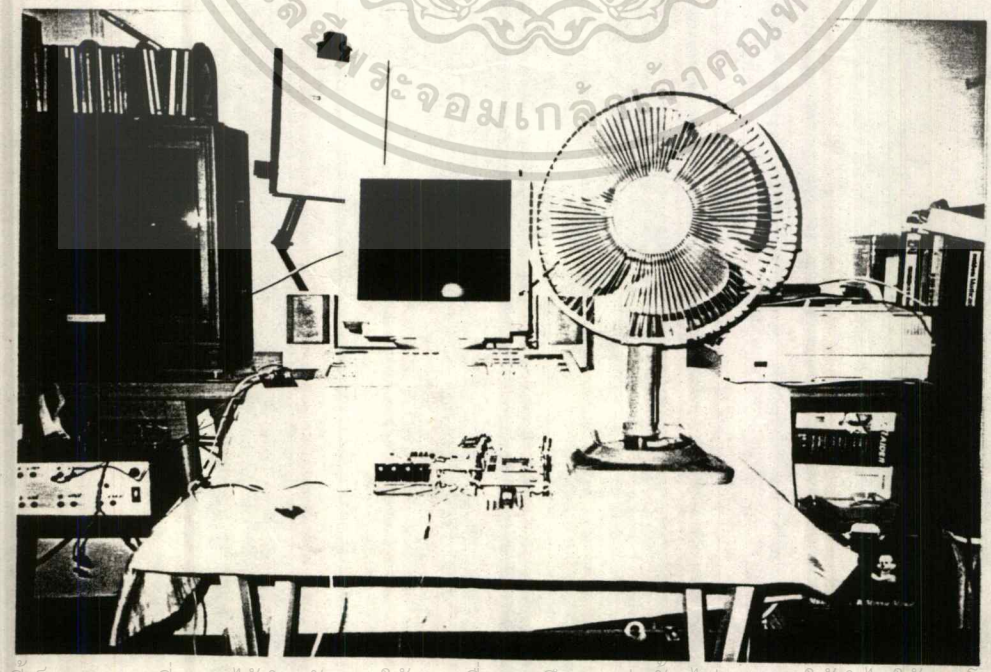
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ส่วนของ DRIVER

เราทำการทดลองโดยการต่อส่วนของวงจรกับหลอดไฟ และพัดลม แสดงดังภาพด้านล่าง



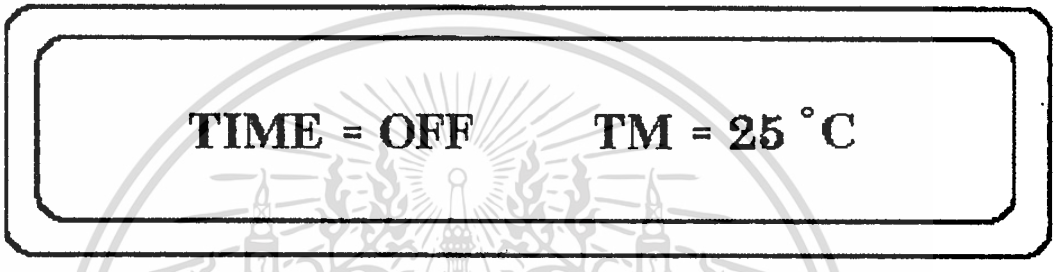
รูปที่ 6.3 แสดงการทดสอบวงจร DRIVER กับ หลอดไฟ



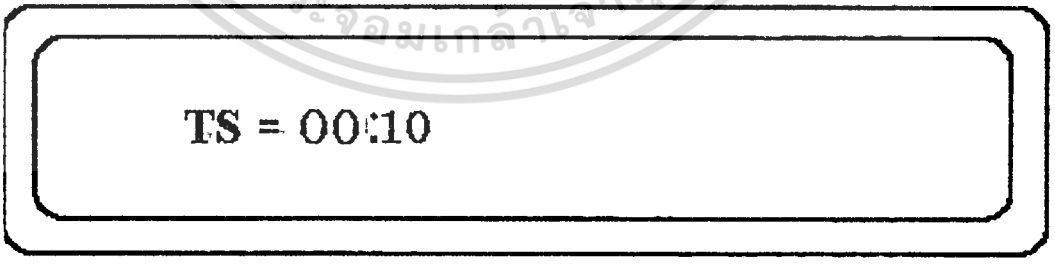
รูปที่ 6.4 แสดงการทดสอบวงจร DRIVER กับ พัดลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพแสดงหน้าจอ LCD แสดงผลการรับ FUNCTION KEY จาก REMOTE



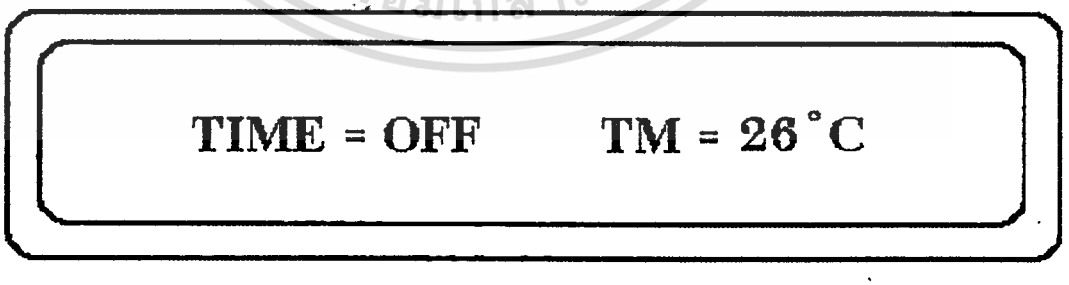
รูปที่ 6.3 แสดงการรับ KEY POWER ON แสดงผลลัพธ์ที่จอ LCD



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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

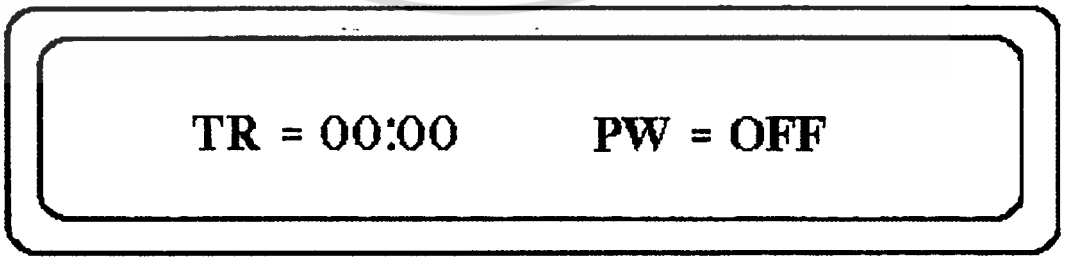
รูปที่ 6.5แสดงการรับ KEY TEMP เพื่อทำการตั้งอุณหภูมิ (เริ่มที่ 25'C)



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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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



รูปที่ 6.8 แสดงการรับ KEY TIME ON เพื่อตั้งเวลาเปิดเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 6.9 แสดงการรับ KEY POWER OFF เพื่อปิดเครื่อง

สรุปหน้าที่ของ FUNCTION KEY REMOTE

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. การตั้งเวลาและอุณหภูมิสามารถยกเลิกได้ โดยใช้ KEY CANCLE

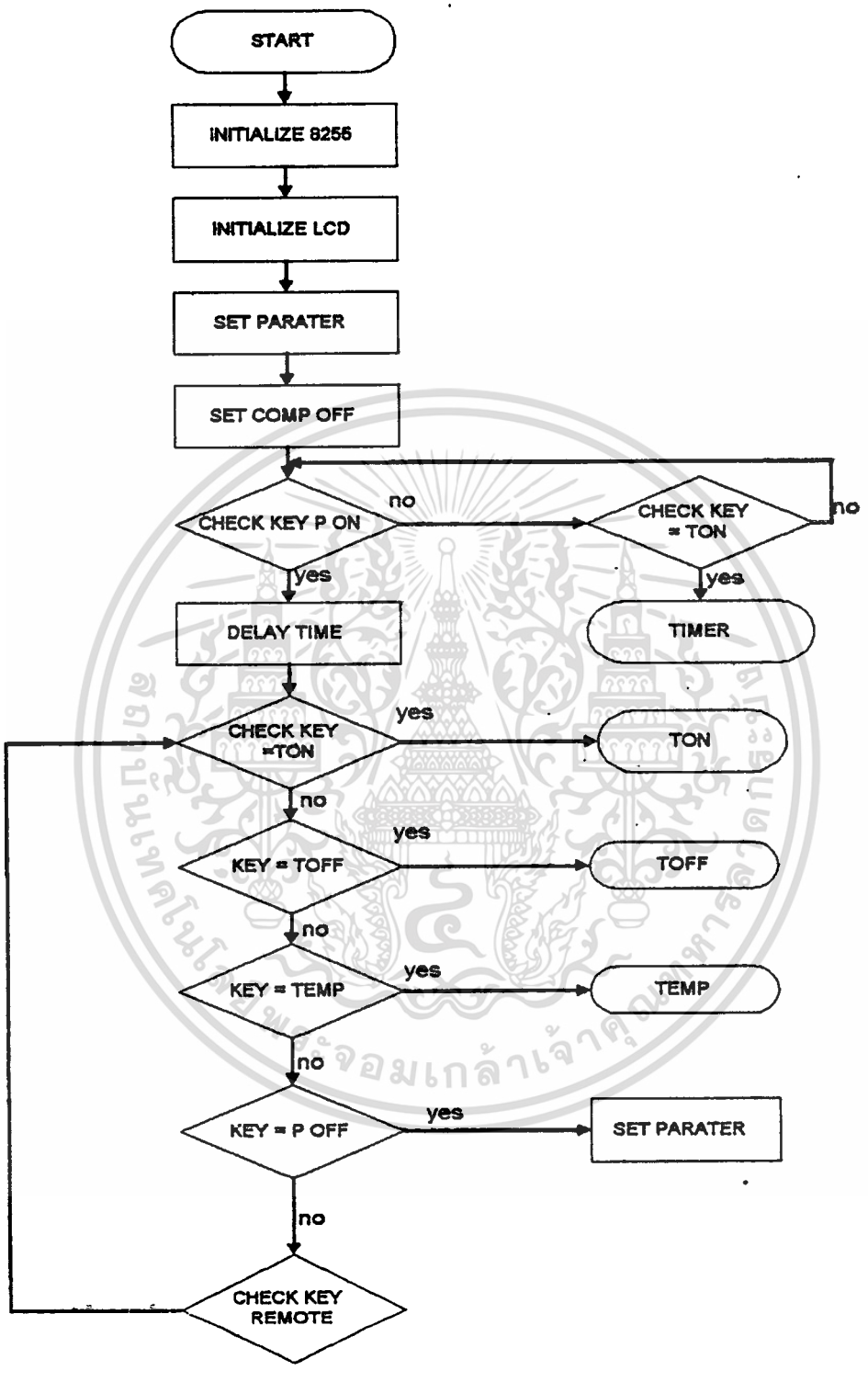
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 7

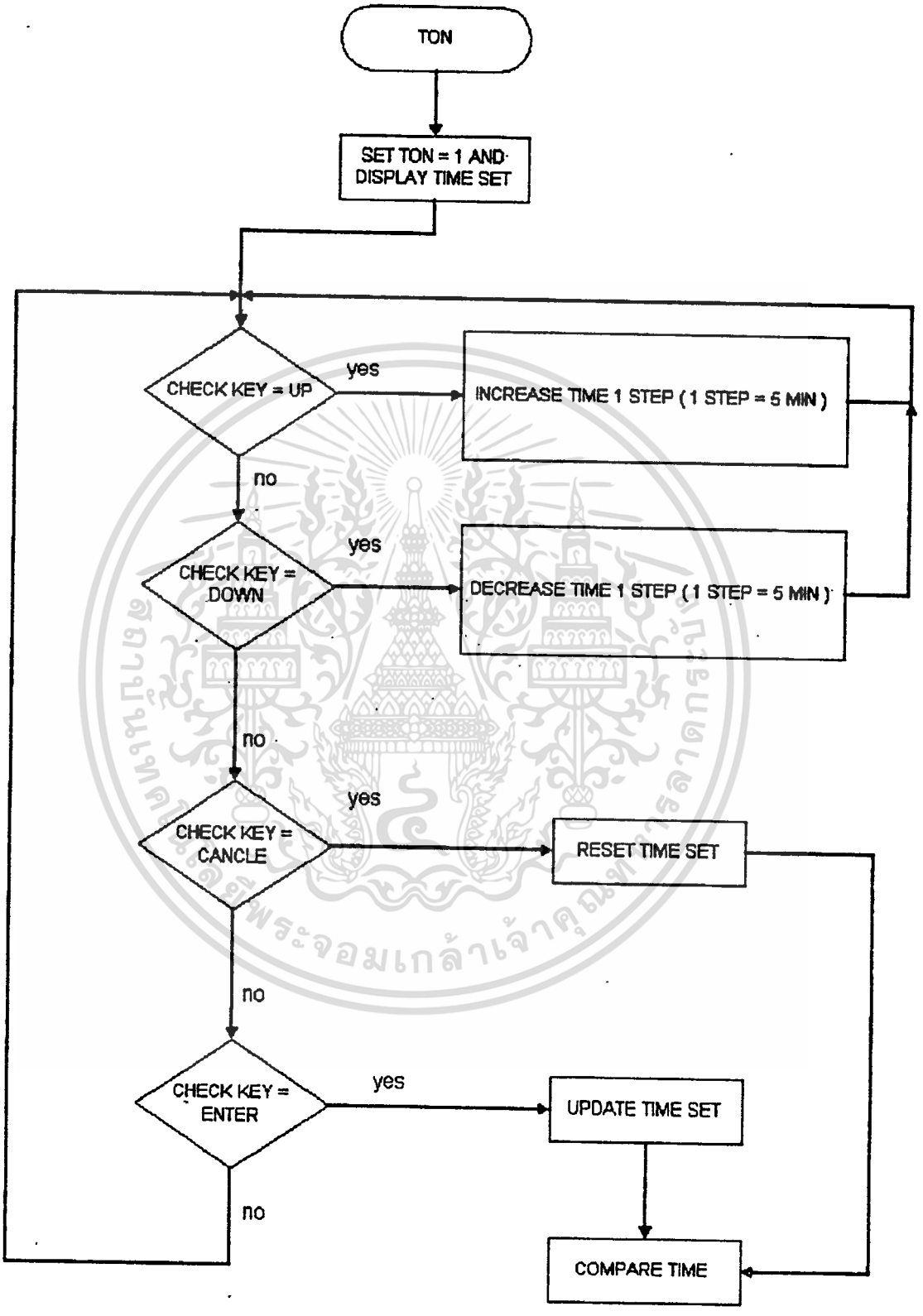
แผนผังการทำงานของระบบควบคุม

การใช้แผนผัง (FLOWCHART) แสดงการทำงานของส่วนควบคุม เพื่อให้สามารถทำความเข้าใจได้ง่ายขึ้น การใช้แผนผังจะอธิบายเป็นขั้น ๆ ตามขั้นตอนของคำสั่งในโปรแกรม มีรูปแบบดังนี้

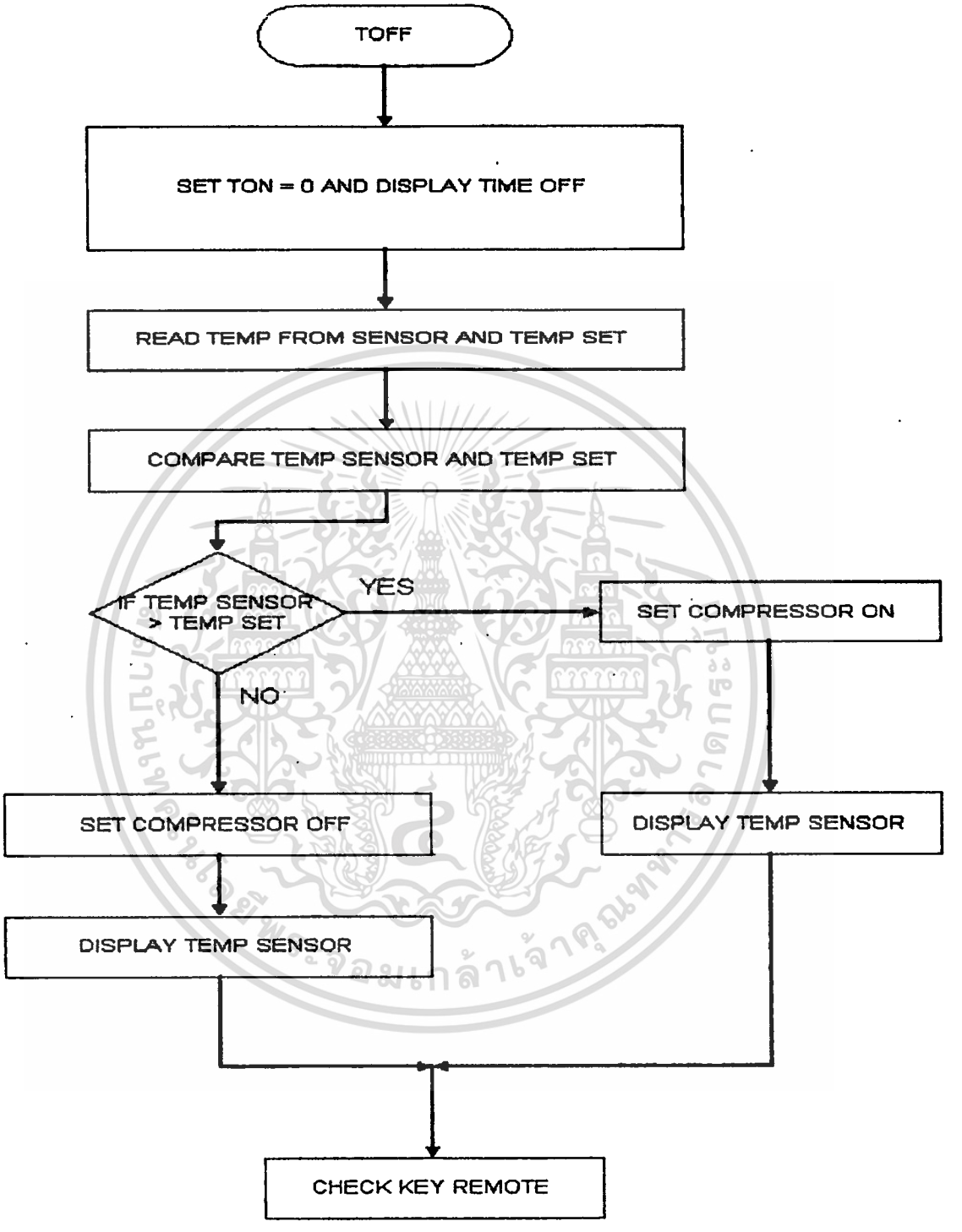
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



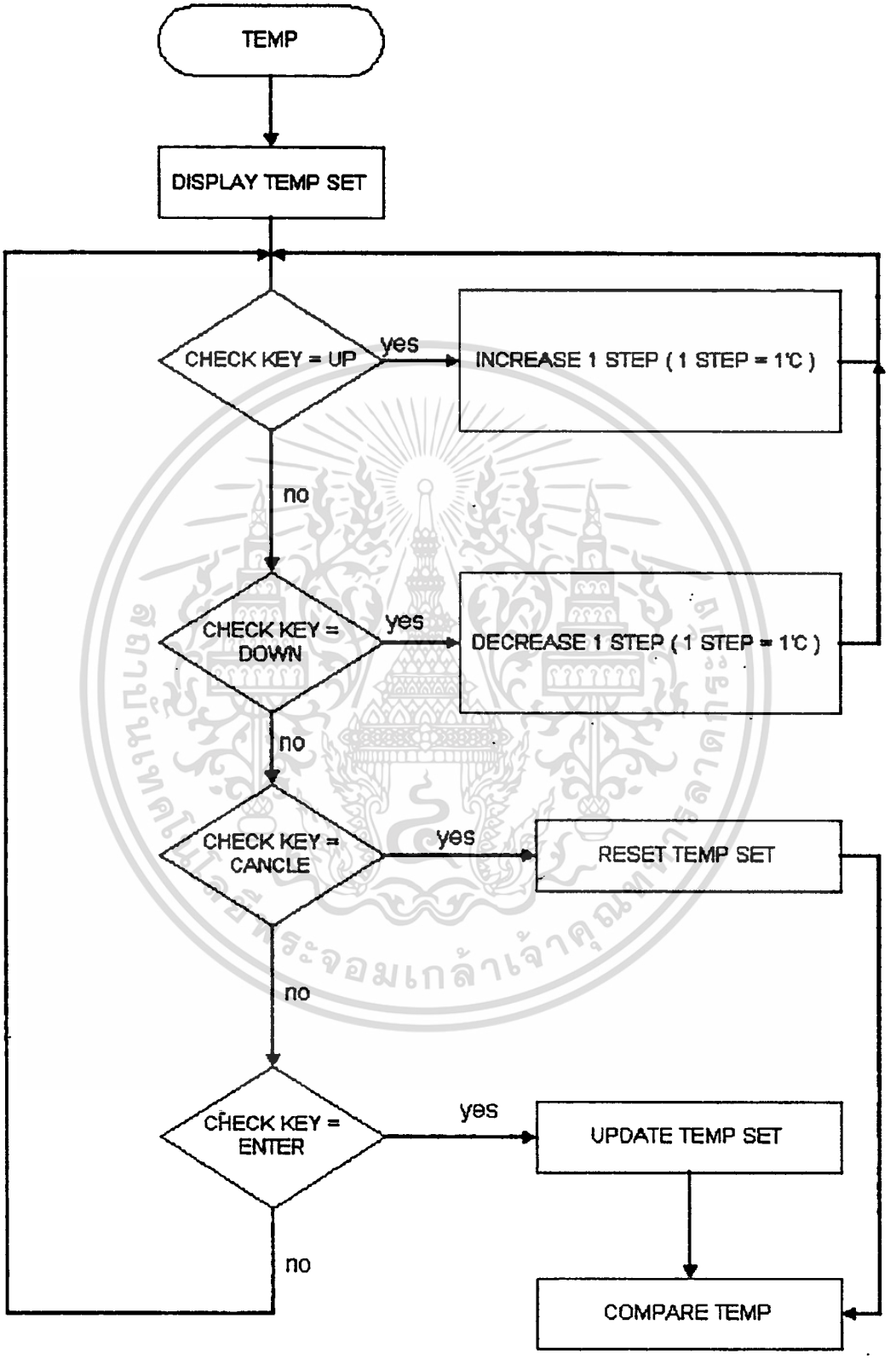
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



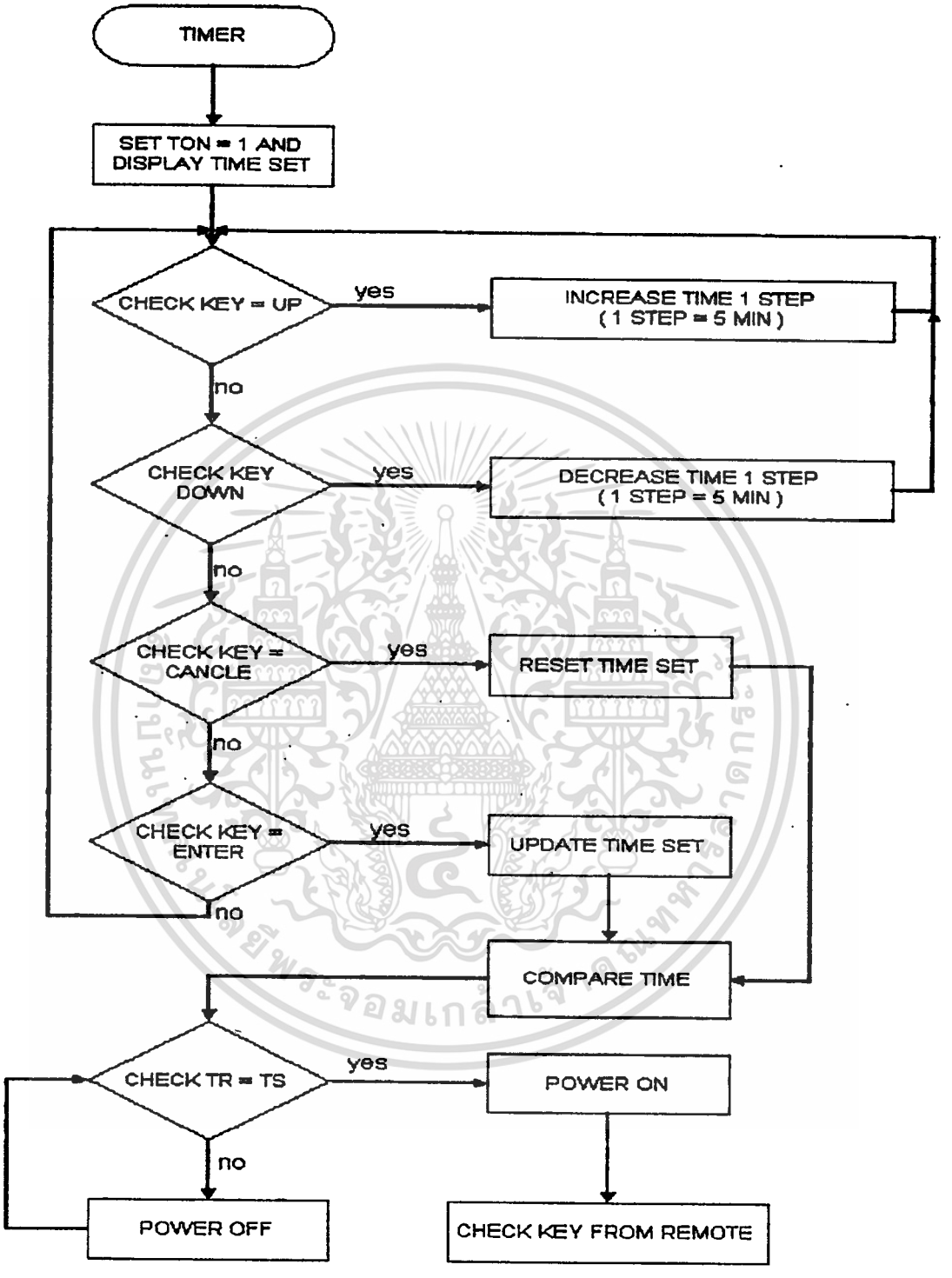
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 8

ส่วน PROGRAM ควบคุมระบบ

การที่จะทำให้ MICROPROCESSOR ปฏิบัติงานได้จะต้องมีคำสั่งเพื่อให้ซีพียูรู้ว่าจะต้องทำขั้นตอนอะไรก่อนหลัง และคำสั่งหลาย ๆ คำสั่งรวมกันเรียกว่า โปรแกรม และโปรแกรมจะมีด้วยกันอยู่หลายภาษา ซึ่งโครงงานนี้ โปรแกรมสั่งงานจะถูกเขียนด้วยภาษา ASSEMBLY ของ MICROCONTROLLER ตระกูล MCS-51 ซึ่งตัว 80C32 จะใช้ภาษานี้ด้วย

MAIN โปรแกรมเป็นส่วนหลักใหญ่ ๆ และมีโปรแกรมย่อยแต่ละส่วนซึ่งจะมีรูปแบบดั้งนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;DISCRIPTION   PROGRAM CONTROL AIR VERTION 1.0
;HARDWARE      ANT-32 BOARD, TEMPERTURE SENSOR BOARD,
;              COMPRESSOR DRIVER BOARD AND FAN DRIVER BOARD
;ASSEMBLER     CROSS 32 VER 3.0
;DATE          23/03/1995


;*********************************
              CPU "8051.TBL"
              HOF "INT8"
;*********************************


P0:           EQU   080H
SP:           EQU   081H
DPL:          EQU   082H
DPH:          EQU   083H
PCON:         EQU   087H
TCON:         EQU   088H
TMOD:         EQU   089H
TL0:          EQU   08AH
TL1:          EQU   08BH
TH0:          EQU   08CH
TH1:          EQU   08DH
P1:           EQU   090H
SCON:         EQU   098H
SBUF:         EQU   099H
P2:           EQU   0A0H
IE:           EQU   0A8H
P3:           EQU   0B0H
IP:           EQU   0B8H
T2CON:        EQU   0C8H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
ACC:    EQU  0E0H
B:      EQU  0F0H
P0.0:   EQU  080H
P0.1:   EQU  081H
P0.2:   EQU  082H
P0.3:   EQU  083H
P0.4:   EQU  084H
P0.5:   EQU  085H
P0.6:   EQU  086H
P0.7:   EQU  087H
IT0:    EQU  088H
IE0:    EQU  089H
IT1:    EQU  08AH
IE1:    EQU  08BH
TR0:    EQU  08CH
TF0:    EQU  08DH
TR1:    EQU  08EH
TF1:    EQU  08FH
P1.0:   EQU  090H
P1.1:   EQU  091H
P1.2:   EQU  092H
P1.3:   EQU  093H
P1.4:   EQU  094H
P1.5:   EQU  095H
P1.6:   EQU  096H
P1.7:   EQU  097H
RI:     EQU  098H
TI:     EQU  099H
RB8:    EQU  09AH
TB8:    EQU  09BH
REN:    EQU  09CH
SM2:    EQU  09DH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
P2.3:       EQU   0A3H
P2.4:       EQU   0A4H
P2.5:       EQU   0A5H
P2.6:       EQU   0A6H
P2.7:       EQU   0A7H
EX0:        EQU   0A8H
ET0:        EQU   0A9H
EX1:        EQU   0AAH
ET1:        EQU   0ABH
ES:         EQU   0ACH
ET2:        EQU   0ADH
EA:         EQU   0AFH
P3.0:       EQU   0B0H
P3.1:       EQU   0B1H
P3.2:       EQU   0B2H
P3.3:       EQU   0B3H
P3.4:       EQU   0B4H
P3.5:       EQU   0B5H
P3.6:       EQU   0B6H
P3.7:       EQU   0B7H
PX0:        EQU   0B8H
PT0:        EQU   0B9H
PX1:        EQU   0BAH
PT1:        EQU   0BBH
PS:         EQU   0BCH
PT2:        EQU   0BDH
T2CP:       EQU   0C8H
T2C:        EQU   0C9H
TR2:        EQU   0CAH
EXEN2:      EQU   0CBH
TLCK:       EQU   0CCH
RCLK:       EQU   0CDH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
RS1:        EQU   0D4H
F0:         EQU   0D5H
AC:         EQU   0D6H
CY:         EQU   0D7H
ACC.0:      EQU   0E0H
ACC.1:      EQU   0E1H
ACC.2:      EQU   0E2H
ACC.3:      EQU   0E3H
ACC.4:      EQU   0E4H
ACC.5:      EQU   0E5H
ACC.6:      EQU   0E6H
ACC.7:      EQU   0E7H
B.0:        EQU   0F0H
B.1:        EQU   0F1H
B.2:        EQU   0F2H
B.3:        EQU   0F3H
B.4:        EQU   0F4H
B.5:        EQU   0F5H
B.6:        EQU   0F6H
B.7:        EQU   0F7H
CONP1:      EQU   0F803H
PA1:        EQU   0F800H
PB1:        EQU   0F801H
PC1:        EQU   0F802H
CONP2:      EQU   0FC03H
PA2:        EQU   0FC00H
PB2:        EQU   0FC01H
PC2:        EQU   0FC02H
BUFFER:     EQU   091F0H
NO:         EQU   091FDH
TON:        EQU   20H     ;TIME ON/OFF
TESETH:     EQU   21H     ;TEMP SET HEX
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;*****************************************
                ORG     0000H
;*****************************************


;************   8255   INITIALIZE     *************

S_DELAY:        MOV     R2,#0FH                 ;DELAY TIME SET 8255
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     DPTR,#CONP1             ;SET 8255 USER1
                MOV     A,#89H                  ;PA1,PB1=OUTPUT
                MOVX    @DPTR,A                 ;PC1=INPUT
                MOV     DPTR,#CONP2             ;SET 8255 USER2
                MOV     A,#90H                  ;PA2=INPUT
                MOVX    @DPTR,A                 ;PB2,PC2=OUTPUT
                LCALL   L_DELAY

;*************  INITIALIZE LCD  *************

                MOV     A,#38H                  ;FUNCTION SET
                LCALL   LCDWI
                MOV     A,#0EH                  ;DISPLAY ON/OFF
                LCALL   LCDWI
                MOV     A,#01H                  ;CLEAR
                LCALL   LCDWI
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     @R0,A
                INC     R0
                MOV     A,#19H                  ;TEMP = 25 C (HEX)
                MOV     @R0,A
                INC     R0
                MOV     A,#25H                  ;TEMP = 25 C (DEC)
                MOV     @R0,A
                INC     R0
                INC     R0
                INC     R0
                MOV     A,#00H
                MOV     @R0,A
                INC     R0
                MOV     A,#00H
                MOV     @R0,A

;********** OFF COMPRESSOR & FAN ************

POWER:          LCALL   OFF_DRI
                LCALL   POWER_OFF
                LCALL   DISPLAY
                LCALL   BOUND

;*********** CHECK POWER ON ( PORT C1 ) *********

CHECK_ON:       MOV     DPTR,#PC1
                MOVX    A,@DPTR
                MOV     R0,A
                CJNE    R0,#7FH,CHECKTIMER1     ;CHECK POWER ON
                LJMP    CONTINOUSE
CHECKTIMER1:    CJNE    R0,#0FDH,CHECKTIMER2    ;CHECK TIMER OFF
                LCALL   POWER_OFF
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
CHECKTIMER2: CJNE   R0,#0FEH,CHECK_ON1   ;CHECK POWER ON
             LJMP   TIMER
CHECK_ON1:   LJMP   CHECK_TIME
CONTINOUSE:  MOV    R0,#TON
             MOV    A,#00
             MOV    @R0,A
             LCALL  DISPLAY_TOFF
             LCALL  DISPLAY
             LCALL  BOUND

;*****************   REMOTE   *********************

REMOTE:      MOV    DPTR,#PC1                ;FUNCTION KEY FROM REMOTE
             MOVX   A,@DPTR
             MOV    R0,A
             CJNE   R0,#0FEH,TIOFF           ;CHECK KEY TIME ON
             LJMP   TIMEON
TIOFF:       CJNE   R0,#0FDH,TEMP            ;CHECK KEY TIME OFF
             LJMP   TIMEOFF
TEMP:        CJNE   R0,#0FBH,POFF            ;CHECK KEY TEMP
             LJMP   TEMPSET
POFF:        CJNE   R0,#7FH,CHTI             ;CHECK KEY POWER OFF
             LJMP   SET
CHTI:        LJMP   CH_TIME


;*****************  TIMER POWER OFF  ******************
;REG          R0,R6   TIME HOUR
;REG          R1,R7   TIME MIN

TIMEON:      MOV    R0,#TIMEHO               ;SET TIME ON
             MOV    R1,#TIMEMI
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                LCALL   DISPLAY

;************ KEY_DELAY TIME ***************

CH_KEY:         MOV     R2,#1H                  ;DELAY TIME
K_DELAY1:       MOV     R3,#60H
K_DELAY2:       MOV     R4,#70H
K_DELAY3:       MOV     DPTR,#PC1
                MOVX    A,@DPTR
                MOV     R5,A
                DJNZ    R4,K_DELAY3
                DJNZ    R3,K_DELAY2
                DJNZ    R2,K_DELAY1
UP:             CJNE    R5,#0F7H,DOWN           ;CHECK KEY  UP
                LJMP    UP_D
DOWN:           CJNE    R5,#0EFH,CANCLE         ;CHECK KEY DOWN
                LJMP    DOWN_D
CANCLE:         CJNE    R5,#0BFH,ENTER1         ;CHECK KEY CANCLE
                LJMP    CH_TIME
ENTER1:         CJNE    R5,#0DFH,CH_KEY         ;CHECK KEY ENTER
                LJMP    ENTER_D
UP_D:           MOV     A,R6
                MOV     DPH,A
                MOV     A,R7
                MOV     DPL,A
                MOV     R2,#00H
                MOV     R3,#05H                 ;TIME STEP = 5 MIN
                CALL    DTADD
                MOV     A,DPH
                MOV     R6,A
                MOV     A,DPL
                MOV     R7,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     A,R7
                MOV     DPL,A
                MOV     R2,#00H
                MOV     R3,#05H                 ;TIME STEP = 5 MIN
                CALL    DTSUB
                MOV     A,DPH
                MOV     R6,A
                MOV     A,DPL
                MOV     R7,A
                LCALL   DISPLAY_TSET
                LCALL   DISPLAY
                LJMP    CH_KEY
ENTER_D:        MOV     A,R6
                MOV     R0,#TIMEHO
                MOV     R1,#TIMEMI
                MOV     @R0,A
                MOV     A,R7
                MOV     @R1,A
                LCALL   SETTIME
                LCALL   SETTIME
                MOV     R0,#TON
                MOV     A,#01H
                MOV     @R0,A
                LJMP    CH_TIME

;*************** CHECK TIME POWER OFF ******************

CH_TIME:        MOV     R0,#TON
                MOV     A,@R0
                MOV     R0,A
                CJNE    R0,#01H,T_OFF
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     R6,#85H                 ;READ TIME_RTC HOUR
                LCALL   BYTERD
                MOV     A,R7
                MOV     R2,A
                MOV     R0,#TIMEHO
                MOV     R1,#TIMEMI
                MOV     A,@R0
                MOV     DPH,A
                MOV     A,@R1
                MOV     DPL,A
                LCALL   DPCOM                   ;COMPARE TIME
                JC      JUMP0
                CLR     C
                MOV     A,R3
                SUBB    A,#01H
                MOV     R3,A
                LCALL   DISPLAY_TRTC            ;DISPLAY TIME RTC
                LJMP    CH_TEMP
T_OFF:          LCALL   DISPLAY_TOFF
                LJMP    CH_TEMP
JUMP0:          LJMP    SET

;******************  TIMER POWER ON  ********************
;REG            R0,R6   TIME HOUR
;REG            R1,R7   TIME MIN

TIMER:          MOV     R0,#TIMEHO              ;SET TIME POWER ON
                MOV     R1,#TIMEMI
                MOV     A,@R0
                MOV     R6,A
                MOV     A,@R1
                MOV     R7,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
CHECK_KEY:   MOV   R2,#1H                    ;DELAY TIME
KEY_DELAY1:  MOV   R3,#60H
KEY_DELAY2:  MOV   R4,#70H
KEY_DELAY3:  MOV   DPTR,#PC1
             MOVX  A,@DPTR
             MOV   R5,A
             DJNZ  R4,KEY_DELAY3
             DJNZ  R3,KEY_DELAY2
             DJNZ  R2,KEY_DELAY1
NUP:         CJNE  R5,#0F7H,NDOWN            ;CHECK KEY UP
             LJMP  NUP_D
NDOWN:       CJNE  R5,#0EFH,NCANCLE          ;CHECK KEY DOWN
             LJMP  NDOWN_D
NCANCLE:     CJNE  R5,#0BFH,NENTER1          ;CHECK KEY CANCLE
             LJMP  CHECK_TIME
NENTER1:     CJNE  R5,#0DFH,CHECK_KEY        ;CHECK KEY ENTER
             LJMP  NENTER_D
NUP_D:       MOV   A,R6
             MOV   DPH,A
             MOV   A,R7
             MOV   DPL,A
             MOV   R2,#00H
             MOV   R3,#05H                   ;TIME STEP = 5 MIN
             CALL  DTADD
             MOV   A,DPH
             MOV   R6,A
             MOV   A,DPL
             MOV   R7,A
             LCALL DISPLAY_TSET
             LCALL DISPLAY
             LJMP  CHECK_KEY
NDOWN_D:     MOV   A,R6
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                CALL    DTSUB
                MOV     A,DPH
                MOV     R6,A
                MOV     A,DPL
                MOV     R7,A
                LCALL   DISPLAY_TSET
                LCALL   DISPLAY
                LJMP    CHECK_KEY
NENTER_D:       MOV     A,R6
                MOV     R0,#TIMEHO
                MOV     R1,#TIMEMI
                MOV     @R0,A
                MOV     A,R7
                MOV     @R1,A
                LCALL   SETTIME
                LCALL   SETTIME
                MOV     R0,#TON
                MOV     A,#01H
                MOV     @R0,A
                LJMP    CHECK_TIME

;*************** CHECK TIME POWER ON ******************

SETT1:          LCALL   POWER_OFF
                LCALL   DISPLAY
                LJMP    CHECK_ON
CHECK_TIME:     MOV     R0,#TON
                MOV     A,@R0
                MOV     R0,A
                CJNE    R0,#01H,SETT1

NCP_TIME:       MOV     R6,#83H                 ;READ TIME_RTC MIN
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                LCALL   BYTERD
                MOV     A,R7
                MOV     R2,A
                MOV     R0,#TIMEHO
                MOV     R1,#TIMEMI
                MOV     A,@R0
                MOV     DPH,A
                MOV     A,@R1
                MOV     DPL,A
                LCALL   DPCOM
                JC      JUMP01
                CLR     C
                MOV     A,R3
                SUBB    A,#01H
                MOV     R3,A
                LCALL   DISPLAY_TRTC
                LCALL   NPOWER_OFF
                LCALL   DISPLAY
NJUMP:          LJMP    CHECK_ON
JUMP01:         LJMP    CONTINOUSE

;****************** TIME OFF ********************

TIMEOFF:        MOV     R0,#TON
                MOV     A,#00H
                MOV     @R0,A
                LCALL   DISPLAY_TOFF
                LJMP    CH_TEMP

;****************** TEMP SUB ********************
;REG             R0,R6 TEMP SET HEX
;REG             R1,R7 TEMP SET DEC
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     A,@R1
                MOV     R7,A
                LCALL   DISPLAY_TESET
                LCALL   DISPLAY
TCH_KEY:        MOV     R2,#1H                  ;DELAY TIME
TK_DELAY1:      MOV     R3,#60H
TK_DELAY2:      MOV     R4,#70H
TK_DELAY3:      MOV     DPTR,#PC1
                MOVX    A,@DPTR
                MOV     R5,A
                DJNZ    R4,TK_DELAY3
                DJNZ    R3,TK_DELAY2
                DJNZ    R2,TK_DELAY1
TUP:            CJNE    R5,#0F7H,TDOWN          ;CHECK KEY UP
                LJMP    TUP_D
TDOWN:          CJNE    R5,#0EFH,TCANCLE        ;CHECK KEY DOWN
                LJMP    TDOWN_D
TCANCLE:        CJNE    R5,#0BFH,TENTER         ;CHECK KEY CANCLE
                LJMP    CH_TIME
TENTER:         CJNE    R5,#0DFH,TCH_KEY        ;CHECK KEY ENTER
                LJMP    TENTER_D
TUP_D:          INC     R6
                MOV     A,#00
                MOV     DPH,A
                MOV     A,R7
                MOV     DPL,A
                MOV     R2,#00H
                MOV     R3,#01H
                CALL    DBADD
                MOV     A,DPL
                MOV     R7,A
                LCALL   DISPLAY_TESET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     A,R7
                MOV     DPL,A
                MOV     R2,#00H
                MOV     R3,#01H
                CALL    DBSUB
                MOV     A,DPL
                MOV     R7,A
                LCALL   DISPLAY_TESET
                LCALL   DISPLAY
                LJMP    TCH_KEY
TENTER_D:       MOV     R0,#TESETH
                MOV     R1,#TESETD
                MOV     A,R6
                MOV     @R0,A
                MOV     A,R7
                MOV     @R1,A
                LJMP    CH_TIME

;*************** CHECK TEMP ******************
;REG            R6=TEMP SENSOR HEX
;REG            R7=TEMP SENSOR DEC

CH_TEMP:        MOV     DPTR,#PA2               ;READ TEMP SENSOR
                MOVX    A,@DPTR
                MOV     R6,A
                MOV     DPH,#00H
                MOV     A,R6
                MOV     DPL,A
                LCALL   HTOD                    ;TSENSOR(HEX)=>TSENSOR(DEC)
                MOV     A,R3
                MOV     R7,A
                MOV     DPH,#00H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     R3,A                    ;TEMP SENSOR = R2,R3
                LCALL   DPCOM
                JNC     OFF_COMP
                LJMP    ON_COMP

;************ OFF-ON  COMPRESSOR **************

OFF_COMP:       MOV     DPTR,#PB2
                MOV     A,#02H
                MOVX    @DPTR,A
                LCALL   DISPLAY_TESEN
                LCALL   DISPLAY
                LJMP    REMOTE

ON_COMP:        MOV     DPTR,#PB2
                MOV     A,#05H
                MOVX    @DPTR,A
                LCALL   DISPLAY_TESEN
                LCALL   DISPLAY
                LJMP    REMOTE

;****** DISPLAY END POWER OFF SUB ******

NPOWER_OFF:     MOV     DPTR,#91F9H
                MOV     A,#50H
                MOVX    @DPTR,A
                INC     DPTR
                MOV     A,#57H
                MOVX    @DPTR,A
                INC     DPTR
                MOV     A,#3DH
                MOVX    @DPTR,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOVX   @DPTR,A
                INC    DPTR
                MOV    A,#46H
                MOVX   @DPTR,A
                RET

;****  DISPLAY  POWER OFF SUB ******

POWER_OFF:  MOV    DPTR,#91F0H
                MOV    A,#50H
                MOVX   @DPTR,A
                INC    DPTR
                MOV    A,#4FH
                MOVX   @DPTR,A
                INC    DPTR
                MOV    A,#57H
                MOVX   @DPTR,A
                INC    DPTR
                MOV    A,#45H
                MOVX   @DPTR,A
                INC    DPTR
                MOV    A,#52H
                MOVX   @DPTR,A
                INC    DPTR
                MOV    A,#3DH
                MOVX   @DPTR,A
                INC    DPTR
                MOV    A,#4FH
                MOVX   @DPTR,A
                INC    DPTR
                MOV    A,#46H
                MOVX   @DPTR,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOVX  @DPTR,A
        INC   DPTR
        MOV   A,#20H
        MOVX  @DPTR,A
        INC   DPTR
        MOV   A,#20H
        MOVX  @DPTR,A
        INC   DPTR
        MOV   A,#20H
        MOVX  @DPTR,A
        INC   DPTR
        MOV   A,#20H
        MOVX  @DPTR,A
        INC   DPTR
        MOV   A,#20H
        MOVX  @DPTR,A
        INC   DPTR
        MOV   A,#20H
        MOVX  @DPTR,A
        RET

;********* DISPLAY TIME SET (TS) SUB ***********

DISPLAY_TSET:  MOV   DPTR,#91F0H
        MOV   A,#54H
        MOVX  @DPTR,A
        INC   DPTR
        MOV   A,#53H
        MOVX  @DPTR,A
        INC   DPTR
        MOV   A,#3DH
        MOVX  @DPTR,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
INC     DPTR
INC     DPTR
INC     DPTR
MOV     A,#20H
MOVX    @DPTR,A
INC     DPTR
MOV     A,#20H
MOVX    @DPTR,A
INC     DPTR
MOV     A,#20H
MOVX    @DPTR,A
INC     DPTR
MOV     A,#20H
MOVX    @DPTR,A
INC     DPTR
MOV     A,#20H
MOVX    @DPTR,A
INC     DPTR
MOV     A,#20H
MOVX    @DPTR,A
INC     DPTR
MOV     A,#20H
MOVX    @DPTR,A
INC     DPTR
MOV     A,#20H
MOVX    @DPTR,A
MOV     A,R6
MOV     R3,A
LCALL   TRANSFER
MOV     DPTR,#91F3H
MOV     A,R1
MOVX    @DPTR,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                LCALL  TRANSFER
                MOV    DPTR,#91F6H
                MOV    A,R1
                MOVX   @DPTR,A
                INC    DPTR
                MOV    A,R0
                MOVX   @DPTR,A
                RET

;********** DISPLAY TIME RTC (TR) SUB ************

DISPLAY_TRTC: MOV    DPTR,#91F0H
                MOV    A,#54H
                MOVX   @DPTR,A
                INC    DPTR
                MOV    A,#52H
                MOVX   @DPTR,A
                INC    DPTR
                MOV    A,#3DH
                MOVX   @DPTR,A
                INC    DPTR
                INC    DPTR
                INC    DPTR
                MOV    A,#3AH
                MOVX   @DPTR,A
                INC    DPTR
                INC    DPTR
                INC    DPTR
                MOV    A,#20H
                MOVX   @DPTR,A
                INC    DPTR
                MOV    A,#20H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
MOV     A,#20H
MOVX    @DPTR,A
INC     DPTR
MOV     A,#20H
MOVX    @DPTR,A
INC     DPTR
MOV     A,#20H
MOVX    @DPTR,A
INC     DPTR
MOV     A,#20H
MOVX    @DPTR,A
INC     DPTR
MOV     A,#20H
MOVX    @DPTR,A
MOV     A,R2
MOV     R6,A
MOV     A,R3
MOV     R7,A
MOV     A,R6
MOV     R3,A
LCALL   TRANSFER
MOV     DPTR,#91F3H
MOV     A,R1
MOVX    @DPTR,A
INC     DPTR
MOV     A,R0
MOVX    @DPTR,A
MOV     A,R7
MOV     R3,A
LCALL   TRANSFER
MOV     DPTR,#91F6H
MOV     A,R1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;******* DISPLAY TIME_OFF SUB *******

DISPLAY_TOFF: MOV   DPTR,#91F0H
              MOV   A,#54H
              MOVX  @DPTR,A
              INC   DPTR
              MOV   A,#49H
              MOVX  @DPTR,A
              INC   DPTR
              MOV   A,#4DH
              MOVX  @DPTR,A
              INC   DPTR
              MOV   A,#45H
              MOVX  @DPTR,A
              INC   DPTR
              MOV   A,#3DH
              MOVX  @DPTR,A
              INC   DPTR
              MOV   A,#4FH
              MOVX  @DPTR,A
              INC   DPTR
              MOV   A,#46H
              MOVX  @DPTR,A
              INC   DPTR
              MOV   A,#46H
              MOVX  @DPTR,A
              INC   DPTR
              MOV   A,#20H
              MOVX  @DPTR,A
              INC   DPTR
              MOV   A,#20H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     A,#20H
                MOVX    @DPTR,A
                INC     DPTR
                MOV     A,#20H
                MOVX    @DPTR,A
                INC     DPTR
                MOV     A,#20H
                MOVX    @DPTR,A
                INC     DPTR
                MOV     A,#20H
                MOVX    @DPTR,A
                INC     DPTR
                MOV     A,#20H
                MOVX    @DPTR,A
                RET

;******* DISPLAY TEMP SET (TM) SUB ********

DISPLAY_TESET: MOV  DPTR,#91F9H
                MOV     A,#54H
                MOVX    @DPTR,A
                INC     DPTR
                MOV     A,#4DH
                MOVX    @DPTR,A
                INC     DPTR
                MOV     A,#3DH
                MOVX    @DPTR,A
                INC     DPTR
                INC     DPTR
                INC     DPTR
                MOV     A,#0DFH
                MOVX    @DPTR,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                LCALL  TRANSFER
                MOV    DPTR,#91FCH
                MOV    A,R1
                MOVX   @DPTR,A
                INC    DPTR
                MOV    A,R0
                MOVX   @DPTR,A
                RET

;******* DISPLAY TEMP SENSOR (TP) SUB ********

DISPLAY_TESEN: MOV DPTR,#91F9H
                MOV    A,#54H
                MOVX   @DPTR,A
                INC    DPTR
                MOV    A,#50H
                MOVX   @DPTR,A
                INC    DPTR
                MOV    A,#3DH
                MOVX   @DPTR,A
                INC    DPTR
                INC    DPTR
                INC    DPTR
                MOV    A,#0DFH
                MOVX   @DPTR,A
                INC    DPTR
                MOV    A,#43H
                MOVX   @DPTR,A
                MOV    A,R7
                MOV    R3,A
                LCALL  TRANSFER
                MOV    DPTR,#91FCH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                RET

; ********** SUBDA SUB **********
; BCD ADJUST AFTER SUBB
; IN  = A,CARRY,AUX-CARRY
; OUT = A,CARRY
; REG = A

SUBDA:      JC      SUBDA2                  ;SUBB BCD ADJUST
            JB      AC,SUBDA1
            RET                             ;C=0,AC=0
SUBDA1:     ADD     A,#0FAH                 ;C=0,AC=1
            CLR     C
            RET
SUBDA2:     JB      AC,SUBDA3
            ADD     A,#0A0H                 ;C=1,AC=0
            SETB    C
            RET
SUBDA3:     ADD     A,#09AH                 ;C=1,AC=1
            SETB    C
            RET

; ********** DPCOM SUB **********
; COMPARE WORD (16 BIT) DPTR <> R2,R3
; IN  = DPTR,R2,R3
; OUT = CY,A
; REG = A

DPCOM:      PUSH    DPL
            CLR     C
            MOV     A,DPL
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                POP     DPL
                RET

; ********** DBADD SUB **********
; DPTR = DPTR + R2,R3 (BCD)
; IN  = DPTR,R2,R3
; OUT = DPTR
; REG = A,DPTR

DBADD:          MOV     A,DPL
                ADD     A,R3
                DA      A
                MOV     DPL,A
                MOV     A,DPH
                ADDC    A,R2
                DA      A
                MOV     DPH,A
                RET

; ********** DBSUB SUB **********
; DPTR = DPTR - R2,R3 (BCD)
; IN  = DPTR,R2,R3
; OUT = DPTR
; REG = A,DPTR

DBSUB:          CLR     C
                MOV     A,DPL
                SUBB    A,R3
                LCALL   SUBDA
                MOV     DPL,A
                MOV     A,DPH
                SUBB    A,R2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
; DPTR = DPTR + R2,R3 (TIME BCD)
; IN  = DPTR,R2,R3
; OUT = DPTR
; REG = A,DPTR

DTADD:      MOV   A,DPL
            ADD   A,R3
            DA    A

            CJNE  A,#60H,$+3              ;CHECK >60
            JBC   CY,DTADD2
            CLR   C
            SUBB  A,#60H
            LCALL SUBDA
            SETB  C

DTADD2:     MOV   DPL,A
            MOV   A,DPH
            ADDC  A,R2
            DA    A

            CJNE  A,#60H,$+3              ;CHECK <60
            JBC   CY,DTADD4
            CLR   C
            SUBB  A,#60H
            LCALL SUBDA
            SETB  C

DTADD4:     MOV   DPH,A
            RET

; ********** DTSUB SUB **********
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
DTSUB:      CLR   C
            MOV   A,DPL
            SUBB  A,R3
            LCALL SUBDA
            JNC   DTSUB2
            CLR   C
            SUBB  A,#40H
            LCALL SUBDA
            SETB  C

DTSUB2:     MOV   DPL,A
            MOV   A,DPH
            SUBB  A,R2
            LCALL SUBDA
            JNC   DTSUB4
            CLR   C
            SUBB  A,#40H
            LCALL SUBDA
            SETB  C
DTSUB4:     MOV   DPH,A
            RET

; ********** HTOD SUB **********
; HEX TO DECIMAL
; IN  = DPTR
; OUT = R1,R2,R3
; REG = A,R0,R1,R2,R3,R4,R5,DPTR

HTOD:       CLR   A                         ;CLEAR OUTPUT
            MOV   R1,A
            MOV   R2,A
            MOV   R3,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     A,DPH
                RLC     A
                MOV     DPH,A

                MOV     R5,#3                   ;ADD DECIMAL
                MOV     R0,#3                   ;INDEX TO R3
HTOD2:          MOV     A,@R0
                ADDC    A,ACC
                DA      A
                MOV     @R0,A
                DEC     R0
                DJNZ    R5,HTOD2
                DJNZ    R4,HTOD1
                RET

; ********** DTOH SUB **********
; DECIMAL TO HEX
; IN  = R1,R2,R3
; OUT = DPTR
; REG = A,R0,R1,R2,R3,R4,R5,DPTR

DTOH:           MOV     R4,#16
DTOH1:          MOV     R5,#3                   ;SHIFT & SUB
                MOV     R0,#1                   ;INDEX TO R1
                CLR     C
DTOH2:          MOV     A,@R0
                RRC     A
                PUSH    PSW                     ;-[
                JNB     ACC.7,DTOH3
                CLR     C
                SUBB    A,#30H
DTOH3:          JNB     ACC.3,DTOH4
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                DJNZ    R5,DTOH2

                MOV     A,DPH
                RRC     A
                MOV     DPH,A
                MOV     A,DPL
                RRC     A
                MOV     DPL,A
                DJNZ    R4,DTOH1
                RET

;********* DISPLAY LCD ************

DISPLAY:        MOV     DPTR,#BUFFER
                MOV     A,#80H                  ;SET ADDRESS PAGE 1
                LCALL   LCDLDS
                MOV     A,#0C0H                 ;SET ADDRESS PAGE 2
                LCALL   LCDLDS
                RET

;*** LOAD DATA T0 LCD-MODULE ****

LCDLDS:         PUSH    DPH
                PUSH    DPL
                LCALL   LCDWI
                POP     DPL
                POP     DPH
                MOV     R2,#08H
LCDLDS1:        CLR     A
                MOVC    A,@A+DPTR
                PUSH    DPH
                PUSH    DPL
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                RET

;** LCD WRITE INSTRUCTION (RS=0) **

LCDWI:          MOV   DPTR,#PA1
                MOVX  @DPTR,A
                MOV   DPTR,#PB1
                MOVX  A,@DPTR
                CLR   ACC.0
                CLR   ACC.1
                CLR   ACC.2
                MOVX  @DPTR,A
                SETB  ACC.2
                MOVX  @DPTR,A
                CLR   ACC.2
                MOVX  @DPTR,A
                MOV   A,#00H
LCDWI1          DEC   A
                JNZ   LCDWI1
                RET

;**** LCD WRITE DATA (RS=0) ****

LCDWD:          MOV   DPTR,#PA1
                MOVX  @DPTR,A
                MOV   DPTR,#PB1
                MOVX  A,@DPTR
                SETB  ACC.0
                CLR   ACC.1
                CLR   ACC.2
                MOVX  @DPTR,A
                SETB  ACC.2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                JNZ     LCDWD1
                RET

;************** SETTIME SUB. ***************
;************ SET TIME  ***********
                CLR     P1.6
                SETB    P1.5
SETTIME:        MOV     R6,#8EH                 ;WRITE PROTECTION COMMAND
                MOV     R7,#30H
                LCALL   BYTEWR

                MOV     R6,#80H                 ;WRITE SECOND AND CLR CHFLAG
                MOV     R7,#00H                 ;SEC=0
                LCALL   BYTEWR

                MOV     R6,#82H                 ;WRITE MINUTE
                MOV     R7,#00H                 ;MIN=R1
                LCALL   BYTEWR

                MOV     R6,#84H                 ;WRITE HOUR
                MOV     R7,#00H                 ;HOUR=R0
                LCALL   BYTEWR

                MOV     R6,#8EH                 ;WRITE PROTECTION "ACTIVE"
                MOV     R7,#80H
                LCALL   BYTEWR
                RET

;**************** BYTEWR SUB. ***************
;WRITE SINGLE BYTE TO STC
;IN  = R6 COMMAND
;    = R7 DATA
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                LCALL R_DELAY
                MOV   B,#8                      ;SEND COMMAND
                CLR   C
BYTEWR1:        MOV   A,R6
                RRC   A
                MOV   R6,A
                MOV   P1.4,C
                LCALL SCLKRW
                DJNZ  B,BYTEWR1

                MOV   B,#8                      ;SEND DATA BYTE
                CLR   C
BYTEWR2:        MOV   A,R7
                RRC   A
                MOV   R7,A
                MOV   P1.4,C
                LCALL SCLKRW
                DJNZ  B,BYTEWR2
                CLR   P1.6                      ;RST\="0"
                LCALL R_DELAY
                RET

;*************** BYTERD SUB. ***************
;READ SINGLE BYTE FROM STC
; IN  = R6 COMMAND
; OUT = R7 DATA
; REG = A,B,R6,R7
BYTERD:         SETB  P1.4                      ;COMMAND BYTE "READ"
                LCALL R_DELAY
                SETB  P1.6                      ;RST\="1"
                LCALL R_DELAY
                MOV   B,#8                      ;SEND COMMAND
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                LCALL  SCLKCOM
                DJNZ   B,BYTERD1

                MOV    B,#8                ;RECEIVE DATA BYTE
                MOV    R7,#0               ;CLEAR DATA BUFFER
BYTERD2:        LCALL  SCLKRW
                MOV    A,R7
                MOV    C,P1.4              ;READ SERIAL DATA
                RRC    A
                MOV    R7,A
                DJNZ   B,BYTERD2
                CLR    P1.6                ;RST="0"
                LCALL  R_DELAY
                RET

;***************** SCLKCOM SUB.*****************
;SERIAL CLOCK FOR WRITE COMMAND
;A FALLING EDGE
;FOLLOWED BY A RISING EDGE

SCLKCOM:        CLR    P1.5
                LCALL  R_DELAY
                SETB   P1.5
                LCALL  R_DELAY
                RET

;***************** SCLKRW SUB. ******************
;SERIAL CLOCK FOR READ/WRITE DATA
;A RISING EDGE
;FOLLOWED BY A FALLING EDGE

SCLKRW:         SETB   P1.5
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;***************** DELAY SUB.******************
;PULSE DELAY
;REG = R1

R_DELAY:    MOV    R1,#5
            DJNZ   R1,$
            RET

;************ L_DELAY TIME ****************

L_DELAY:    MOV    R2,#2                    ;DELAY TIME
L_DELAY1:   MOV    R3,#0
L_DELAY2:   MOV    R4,#0
L_DELAY3:   DJNZ   R4,L_DELAY3
            DJNZ   R3,L_DELAY2
            DJNZ   R2,L_DELAY1
            RET

;************ POWER OFF ************

OFF_DRI:    MOV    DPTR,#PB2
            MOV    A,#00H                   ;OFF DRIVER
            MOVX   @DPTR,A
            RET

BOUND:      LCALL  L_DELAY
            LCALL  L_DELAY
            LCALL  L_DELAY
            LCALL  L_DELAY
            LCALL  L_DELAY
            RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
TRANSFER:   MOV   A,R3
            ANL   A,#0FH
            ADD   A,#30H
            MOV   R0,A
            MOV   A,R3
            ANL   A,#0F0H
            SWAP  A
            ADD   A,#30H
            MOV   R1,A
            RET

            END
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทสรุป

ในภาคการศึกษาที่แล้ว เราได้ทำการศึกษาไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ 80C32 ซึ่งเป็นชิพตระกูล MCS-51 ของบริษัท อินเทล, ศึกษาบอร์ดคอนโทรลของ ANT-32 ศึกษาส่วนรีโมทคอนโทรลอินฟาเรด เพื่อใช้ในการเลือกฟังก์ชั่นและหน้าที่ต่าง ๆ รวมทั้งส่วนแสดงผลของ LCD ซึ่งได้บรรลุวัตถุประสงค์แล้วบางส่วน คือ สามารถเลือกฟังก์ชั่น และหน้าที่ต่าง ด้วยรีโมทคอนโทรลอินฟาเรด พร้อมแสดงผลของข้อมูลที่ส่วนแสดงผล ดังผลการทดลองที่แสดงในบทที่ 6 ปัญหาที่พบ คือ เนื่องจากซีพียูของชิพตระกูล MCS-51 เบอร์ 80C32 นี้ไม่สามารถทำการติดต่อกับ 8255 ได้ในทันทีในขณะเปิดเครื่อง จึงต้องทำการเขียนโปรแกรมหน่วงเวลาเล็กน้อย ก่อนที่ซีพียูจะติดต่อกับ 8255 เพื่อป้องกันปัญหาที่เกิดขึ้น

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ อาจารย์สมยศ ที่ให้คำปรึกษาและคำแนะนำ และขอบคุณพี่ชายที่แสนดีที่ให้คำแนะนำ และคำปรึกษากับกลุ่มเรา ,ขอบคุณในความพยายามและความตั้งใจทั้งหมดที่ทุ่มเทให้กับงานชิ้นนี้, ขอบคุณคณะกรรมการทุกท่านและที่จะขาดไม่ได้เลย คือ ขอบคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่ให้กำลังใจมาตลอด สุดท้ายขอบคุณสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

[1] สุนทร วิทูสุรพจน์ "การโปรแกรมภาษาแอสเซมบลีของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล 8051" กรุงเทพฯ

: สำนักพิมพ์ บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน)

[2] สุเจตน์ จันทรังษ์ "ไมโครคอนโทรลเลอร์ชิพเดี่ยว 8051" กรุงเทพฯ

: สำนักพิมพ์ โครงการตำราวิชาการ วิทยาลัยมหานคร

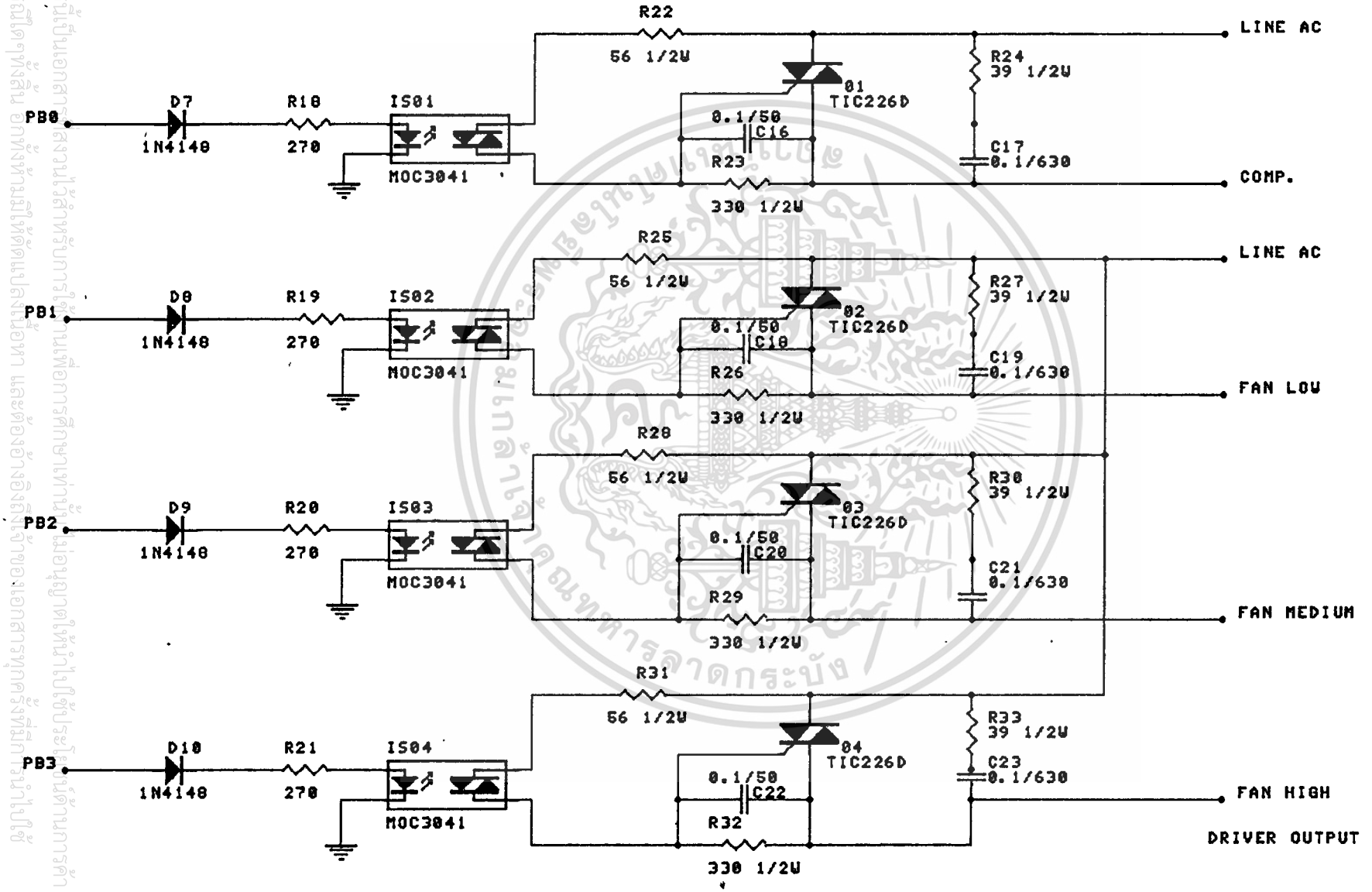
[3] สุนทร วิทูสุรพจน์ " การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล 8051"กรุงเทพฯ

: สำนักพิมพ์ บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน)

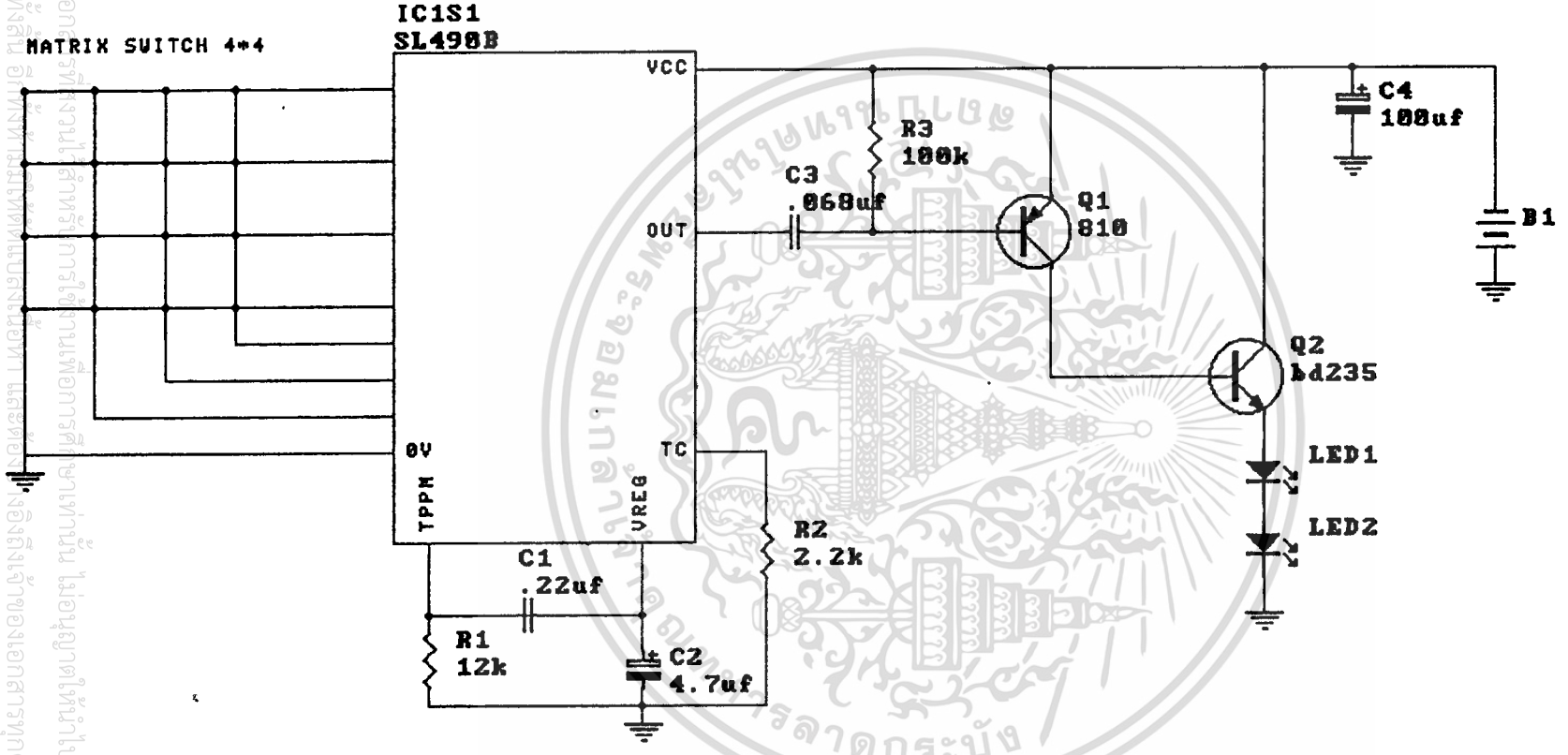
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทแทรก

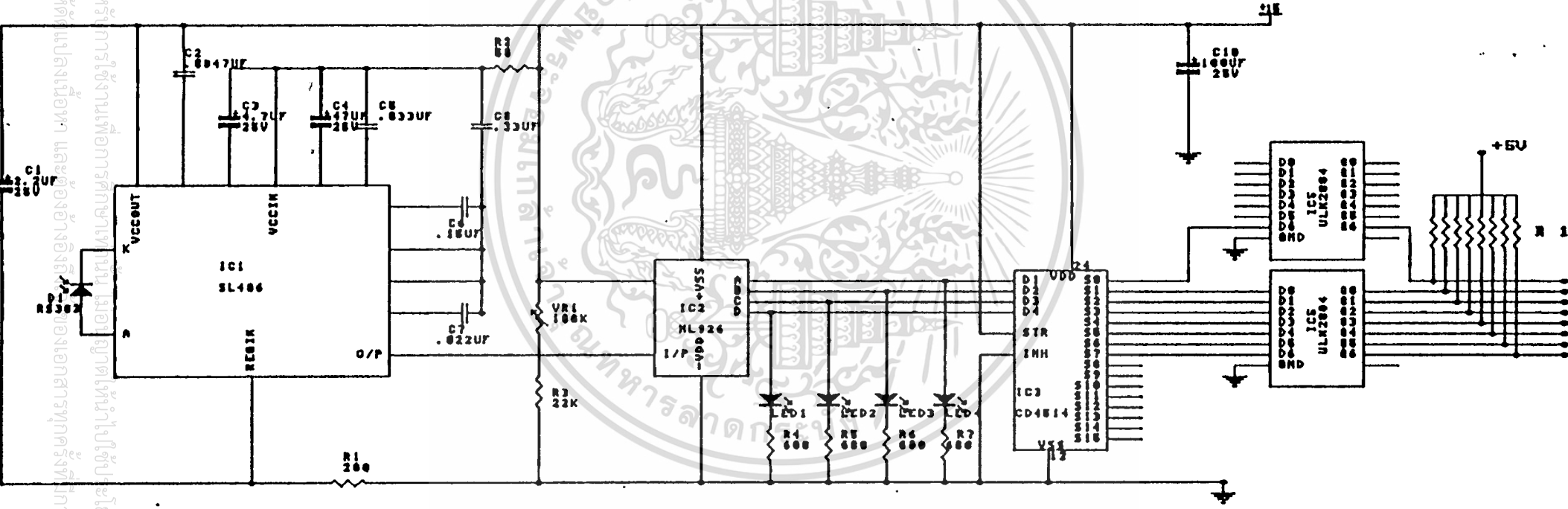
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



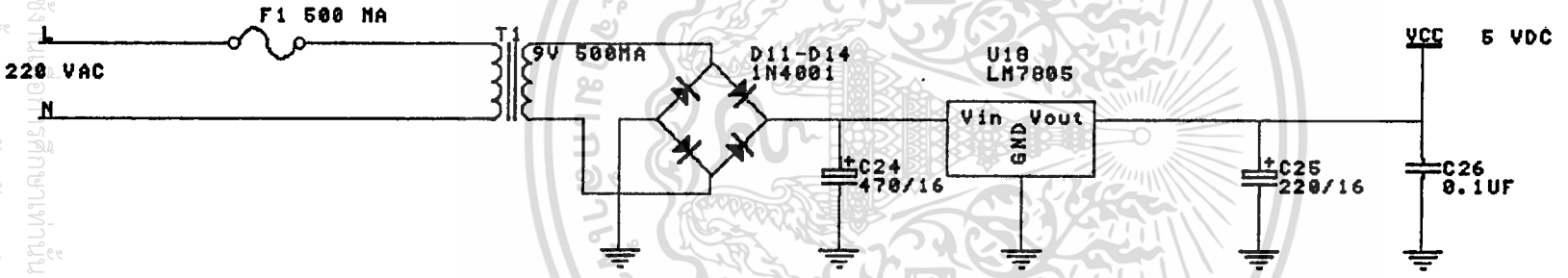
DRIVER OUTPUT



REMOTE TRANSMITTER



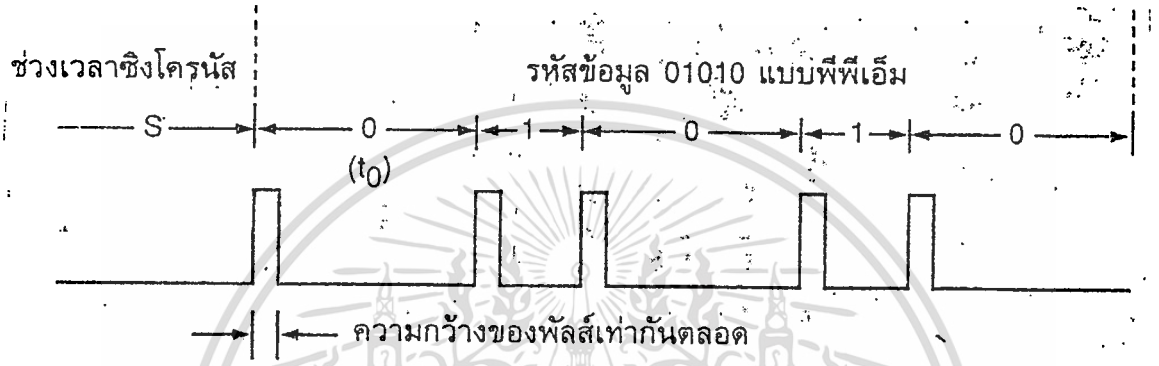
REMOTE RECEIVER



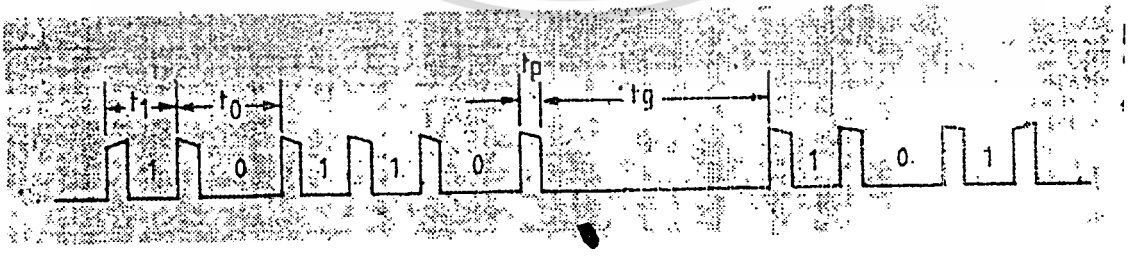
POWER SUPPLY

PULSE POSITION MODULATION : PPM

รูปแบบสัญญาณชนิดพีพีเอ็มเกิดจากการมอดูเลตสัญญาณในลักษณะของตำแหน่งพัลส์ กล่าวคือ ขนาดความกว้างของสัญญาณพัลส์จะมีค่าเท่ากันตลอดและไม่มีความสำคัญในการบ่งบอกชนิดของข้อมูลเลย แต่ใช้คาบเวลาหรือพีเรียด (period)ของพัลส์แต่ละลูกเป็นตัวกำหนดชนิดของข้อมูล เช่น ข้อมูลที่เป็น " 1" แทนด้วยพัลส์ที่มีคาบเวลาที่คงที่ค่าหนึ่ง ซึ่งแตกต่างจากคาบเวลาของพัลส์ที่แสดงข้อมูลที่เป็น" 0 " ดังแสดงในรูปที่ 1

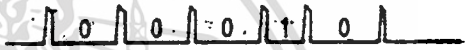
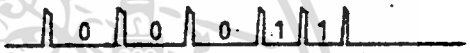
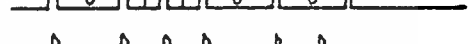


โดยหลักการแล้ว การมอดูเลตสัญญาณแบบพีพีเอ็มจะใช้การแบ่งช่วงสัญญาณด้วยความถี่ที่เท่ากัน แต่จุดเวลาที่แสดงสัญญาณต่างกัน เช่น หากสัญญาณเป็น " 0 " สัญญาณจะปรากฏณ ตำแหน่งกึ่งกลางของคาบเวลาที่กำหนด ถ้าหากสัญญาณมีแอมปลิจูดเป็นบวก สัญญาณจะปรากฏในตำแหน่งที่ล้ำไปทางขวาของจุดกึ่งกลางคาบเวลา โดยมีระยะห่างขึ้นกับค่าของแอมปลิจูดในลักษณะเป็นสัดส่วนกัน

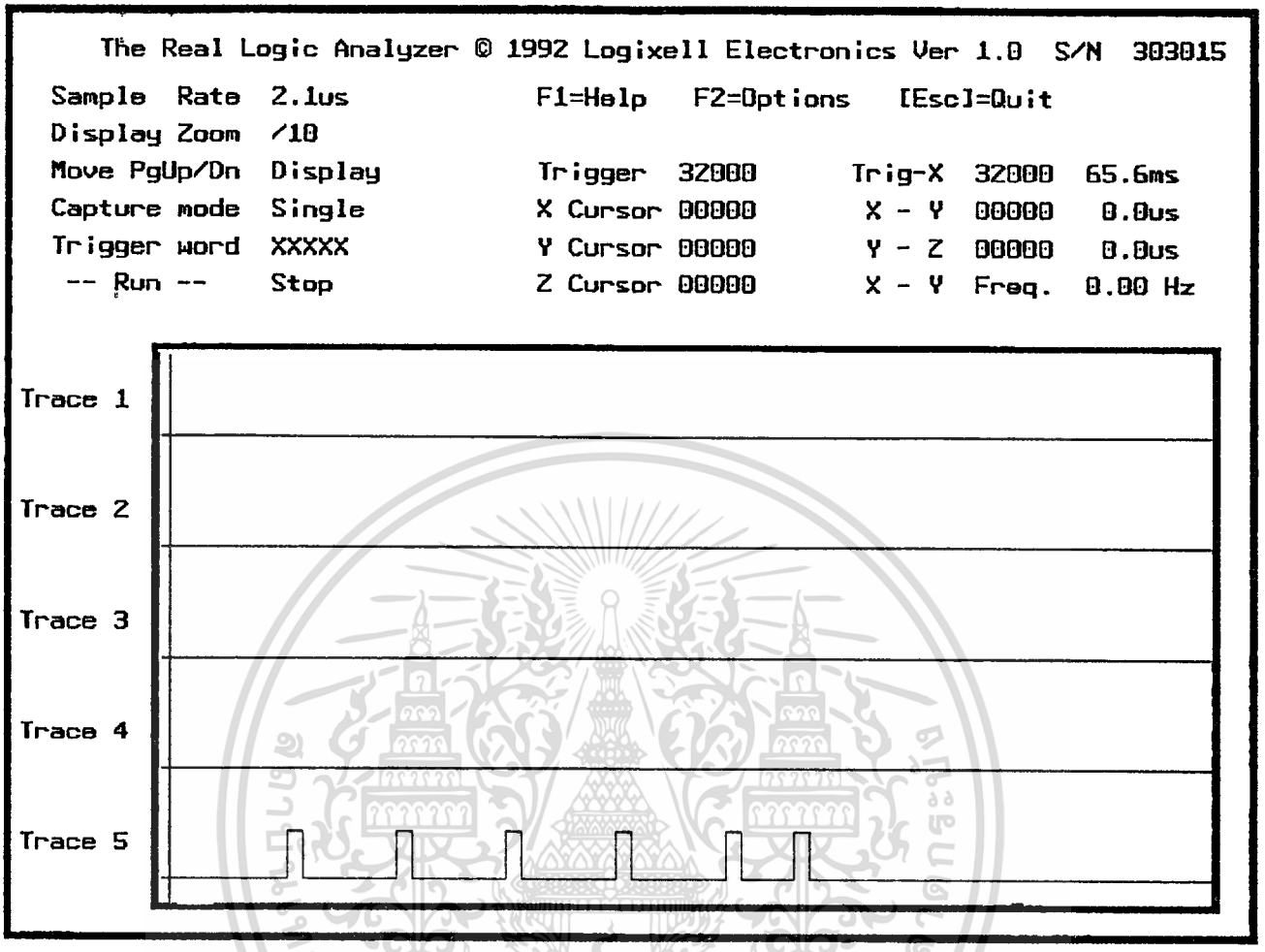


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบหมายเลขช่องในฐาน 10 และฐาน 2 กับสัญญาณพีพีเอ็ม

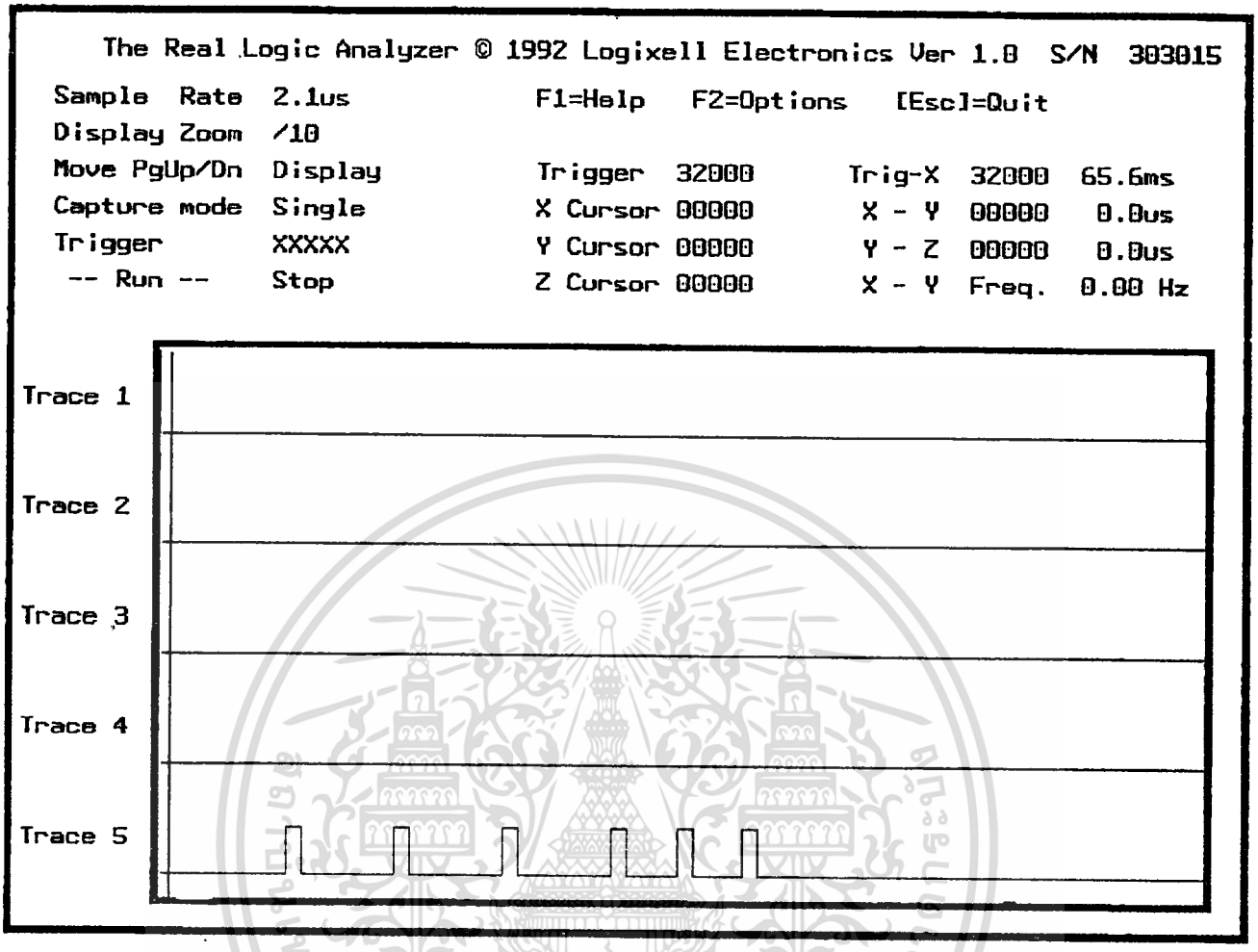
ฐานสิบ	ฐานสอง	พีพีเอ็ม
0	0000	
1	0001	
2	0010	
3	0011	
4	0100	
5	0101	
6	0110	
7	0111	
8	1000	
9	1001	
10	1010	
11	1011	
12	1100	
13	1101	
14	1110	
15	1111	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



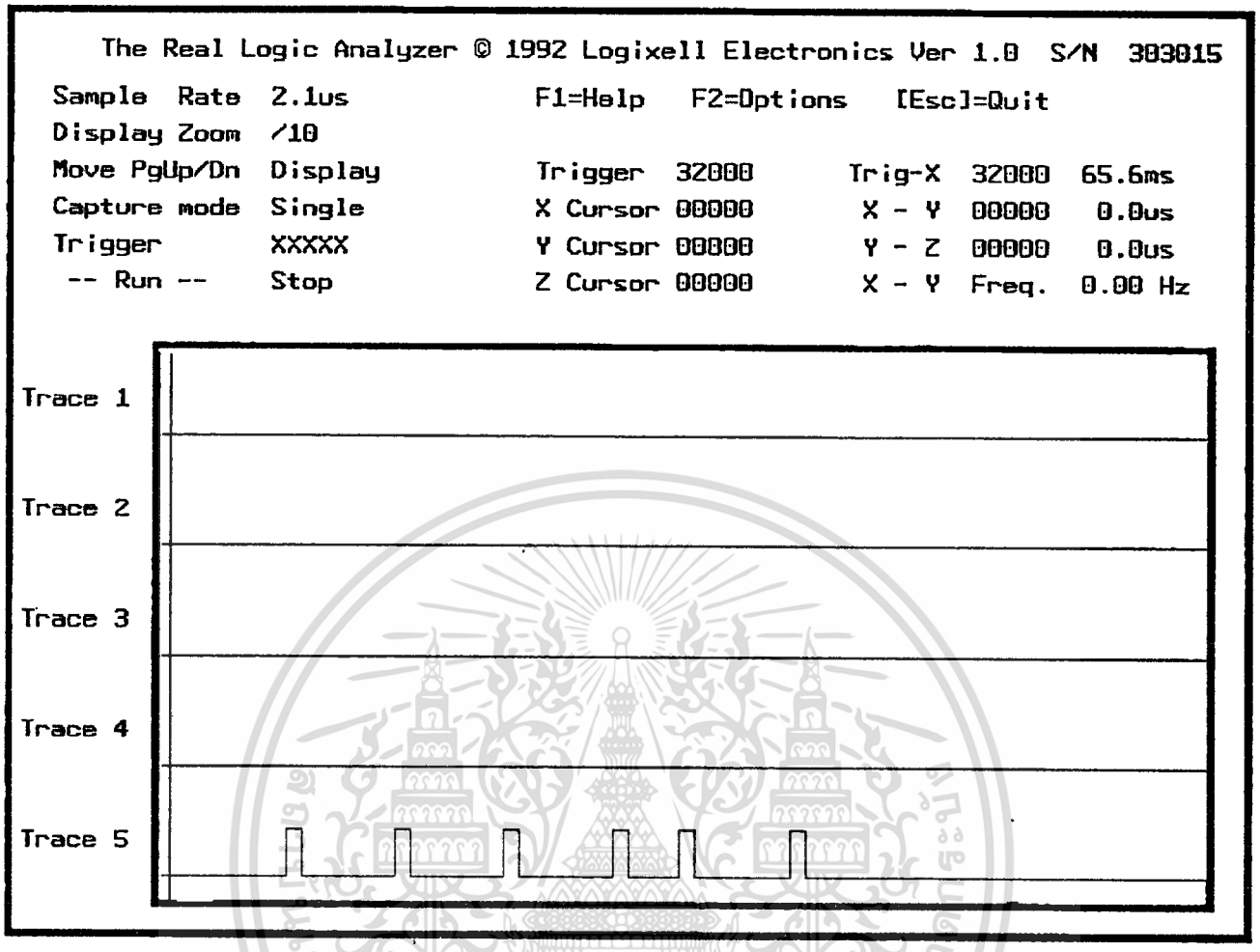
รูปที่ 1 สัญญาณ OUTPUT การกดรีโมท CH 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



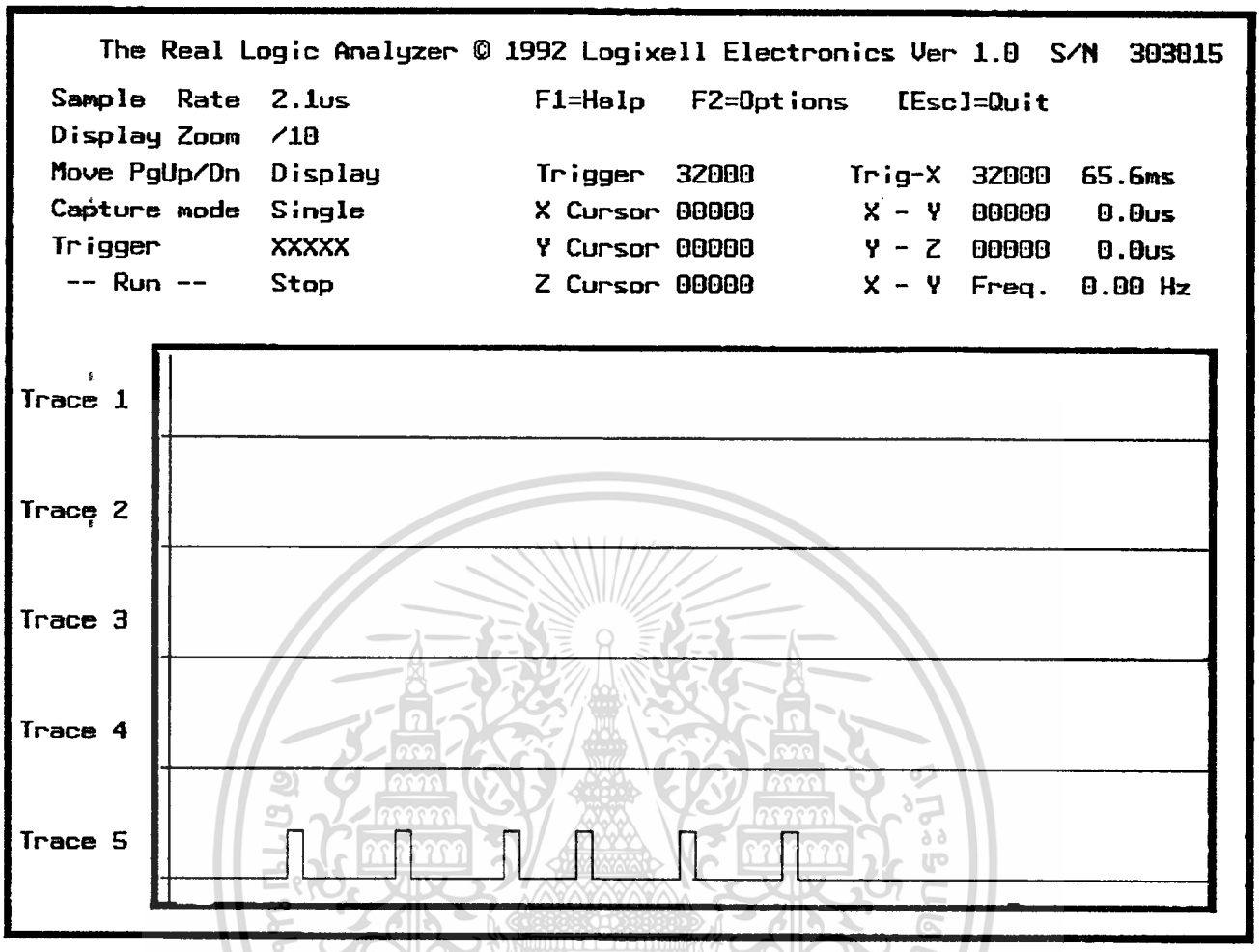
รูปที่ 2 สัญญาณ OUTPUT การกดรีโมท CH 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 8 สัญญาณ OUTPUT การกดรีโมท CH 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4 สัญญาณ OUTPUT การกดรีโมท CH 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

National Semiconductor Corporation

ADC0801, ADC0802, ADC0803, ADC0804, ADC0805 8-Bit μP Compatible A/D Converters

General Description

The ADC0801, ADC0802, ADC0803, ADC0804 and ADC0805 are CMOS 8-bit successive approximation A/D converters that use a differential potentiometric ladder—similar to the 256R products. These converters are designed to allow operation with the NSC800 and INS8080A derivative control bus with TRI-STATE® output latches directly driving the data bus. These A/Ds appear like memory locations or I/O ports to the microprocessor and no interfacing logic is needed.

Differential analog voltage inputs allow increasing the common-mode rejection and offsetting the analog zero input voltage value. In addition, the voltage reference input can be adjusted to allow encoding any smaller analog voltage span to the full 8 bits of resolution.

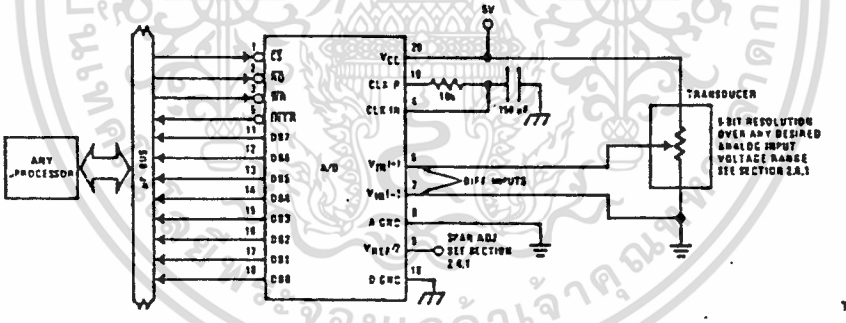
Features

- Compatible with 8080 μP derivatives—no interfacing logic needed - access time - 135 ns
- Easy interface to all microprocessors, or, operates "stand alone"
- Differential analog voltage inputs
- Logic inputs and outputs meet both MOS and TTL voltage level specifications
- Works with 2.5V (LM336) voltage reference
- On-chip clock generator
- 0V to 5V analog input voltage range with single 5V supply
- No zero adjust required
- 0.3" standard width 20-pin DIP package
- 20-pin molded chip carrier or small outline package
- Operates ratiometrically or with 5 V_{DC}, 2.5 V_{DC}, or analog span adjusted voltage reference

Key Specifications

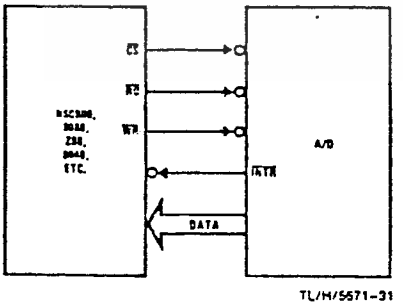
- Resolution: 8 bits
- Total error: ±¼ LSB, ±½ LSB and ±1 LSB
- Conversion time: 100 μs

Typical Applications



TL/H/5671–1

8080 Interface



TL/H/5671–31

Error Specification (Includes Full-Scale, Zero Error, and Non-Linearity)			
Part Number	Full-Scale Adjusted	$V_{REF}/2 = 2.500\ V_{DC}$ (No Adjustments)	$V_{REF}/2$ = No Connection (No Adjustments)
ADC0801	±¼ LSB		
ADC0802		±½ LSB	
ADC0803	±½ LSB		
ADC0804		±1 LSB	
ADC0805			±1 LSB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings (Notes 1 & 2)

If Military/Aerospace specified devices are required, contact the National Semiconductor Sales Office/ Distributors for availability and specifications.

Supply Voltage (V_{CC}) (Note 3)	6.5V
Voltage	
Logic Control Inputs	−0.3V to +18V
At Other Input and Outputs	−0.3V to (V_{CC} + 0.3V)
Lead Temp. (Soldering, 10 seconds)	
Dual-In-Line Package (plastic)	260°C
Dual-In-Line Package (ceramic)	300°C
Surface Mount Package	
Vapor Phase (60 seconds)	215°C
Infrared (15 seconds)	220°C
Storage Temperature Range	−65°C to +150°C
Package Dissipation at T_A = 25°C	875 mW
ESD Susceptibility (Note 10)	800V

Operating Ratings (Notes 1 & 2)

Temperature Range	$T_{MIN} \le T_A \le T_{MAX}$
ADC0801/02LJ	$-55°C \le T_A \le +125°C$
ADC0801/02/03/04LCJ	$-40°C \le T_A \le +85°C$
ADC0801/02/03/05LCN	$-40°C \le T_A \le +85°C$
ADC0804LCN	$0°C \le T_A \le +70°C$
ADC0802/03/04LCV	$0°C \le T_A \le +70°C$
ADC0802/03/04LCWM	$0°C \le T_A \le +70°C$
Range of V_{CC}	4.5 V_{DC} to 6.3 V_{DC}

Electrical Characteristics

The following specifications apply for V_{CC} = 5 V_{DC}, $T_{MIN} \le T_A \le T_{MAX}$ and f_{CLK} = 640 kHz unless otherwise specified.

Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
ADC0801: Total Adjusted Error (Note 8)	With Full-Scale Adj. (See Section 2.5.2)			±¼	LSB
ADC0802: Total Unadjusted Error (Note 8)	$V_{REF}/2$ = 2.500 V_{DC}			±½	LSB
ADC0803: Total Adjusted Error (Note 8)	With Full-Scale Adj. (See Section 2.5.2)			±½	LSB
ADC0804: Total Unadjusted Error (Note 8)	$V_{REF}/2$ = 2.500 V_{DC}			±1	LSB
ADC0805: Total Unadjusted Error (Note 8)	$V_{REF}/2$-No Connection			±1	LSB
$V_{REF}/2$ Input Resistance (Pin 9)	ADC0801/02/03/05 ADC0804 (Note 9)	2.5 0.75	8.0 1.1		kΩ kΩ
Analog Input Voltage Range	(Note 4) V(+) or V(−)	Gnd−0.05		V_{CC} + 0.05	V_{DC}
DC Common-Mode Error	Over Analog Input Voltage Range		±1/16	±⅛	LSB
Power Supply Sensitivity	V_{CC} = 5 V_{DC} ± 10% Over Allowed $V_{IN}(+)$ and $V_{IN}(-)$ Voltage Range (Note 4)		±1/16	±⅛	LSB

AC Electrical Characteristics

The following specifications apply for V_{CC} = 5 V_{DC} and T_A = 25°C unless otherwise specified.

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
T_C	Conversion Time	f_{CLK} = 640 kHz (Note 6)	103		114	μs
T_C	Conversion Time	(Note 5, 6)	66		73	$1/f_{CLK}$
f_{CLK}	Clock Frequency Clock Duty Cycle	V_{CC} = 5V, (Note 5) (Note 5)	100 40	640	1460 60	kHz %
CR	Conversion Rate in Free-Running Mode	$\overline{INTR}$ tied to $\overline{WR}$ with $\overline{CS}$ = 0 V_{DC}, f_{CLK} = 640 kHz	8770		9708	conv/s
$t_{W(\overline{WR})L}$	Width of $\overline{WR}$ Input (Start Pulse Width)	$\overline{CS}$ = 0 V_{DC} (Note 7)	100			ns
t_{ACC}	Access Time (Delay from Falling Edge of $\overline{RD}$ to Output Data Valid)	C_L = 100 pF		135	200	ns
t_{1H}, t_{0H}	TRI-STATE Control (Delay from Rising Edge of $\overline{RD}$ to Hi-Z State)	C_L = 10 pF, R_L = 10k (See TRI-STATE Test Circuits)		125	200	ns
t_{WI}, t_{RI}	Delay from Falling Edge of $\overline{WR}$ or $\overline{RD}$ to Reset of $\overline{INTR}$			300	450	ns
C_{IN}	Input Capacitance of Logic Control Inputs			5	7.5	pF
C_{OUT}	TRI-STATE Output Capacitance (Data Buffers)			5	7.5	pF
CONTROL INPUTS (Note: CLK IN (Pin 4) is the input of a Schmitt trigger circuit and is therefore specified separately)						
$V_{IN}(1)$	Logical "1" Input Voltage (Except Pin 4 CLK IN)	V_{CC} = 5.25 V_{DC}	2.0		15	V_{DC}

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AC Electrical Characteristics (Continued)

The following specifications apply for V_{CC} = 5V_{DC} and $T_{MIN} \le T_A \le T_{MAX}$, unless otherwise specified.

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
CONTROL INPUTS [Note: CLK IN (Pin 4) is the input of a Schmitt trigger circuit and is therefore specified separately]						
V_{IN} (0)	Logical "0" Input Voltage (Except Pin 4 CLK IN)	V_{CC} = 4.75 V_{DC}			0.8	V_{DC}
I_{IN} (1)	Logical "1" Input Current (All Inputs)	V_{IN} = 5 V_{DC}		0.005	1	μA_{DC}
I_{IN} (0)	Logical "0" Input Current (All Inputs)	V_{IN} = 0 V_{DC}	−1	−0.005		μA_{DC}
CLOCK IN AND CLOCK R						
V_T+	CLK IN (Pin 4) Positive Going Threshold Voltage		2.7	3.1	3.5	V_{DC}
V_T−	CLK IN (Pin 4) Negative Going Threshold Voltage		1.5	1.8	2.1	V_{DC}
V_H	CLK IN (Pin 4) Hysteresis (V_T+) − (V_T−)		0.6	1.3	2.0	V_{DC}
V_{OUT} (0)	Logical "0" CLK R Output Voltage	I_O = 360 μA V_{CC} = 4.75 V_{DC}			0.4	V_{DC}
V_{OUT} (1)	Logical "1" CLK R Output Voltage	I_O = −360 μA V_{CC} = 4.75 V_{DC}	2.4			V_{DC}
DATA OUTPUTS AND $\overline{INTR}$						
V_{OUT} (0)	Logical "0" Output Voltage Data Outputs $\overline{INTR}$ Output	 I_{OUT} = 1.6 mA, V_{CC} = 4.75 V_{DC} I_{OUT} = 1.0 mA, V_{CC} = 4.75 V_{DC}			 0.4 0.4	 V_{DC} V_{DC}
V_{OUT} (1)	Logical "1" Output Voltage	I_O = −360 μA, V_{CC} = 4.75 V_{DC}	2.4			V_{DC}
V_{OUT} (1)	Logical "1" Output Voltage	I_O = −10 μA, V_{CC} = 4.75 V_{DC}	4.5			V_{DC}
I_{OUT}	TRI-STATE Disabled Output Leakage (All Data Buffers)	V_{OUT} = 0 V_{DC} V_{OUT} = 5 V_{DC}	−3		 3	μA_{DC} μA_{DC}
I_{SOURCE}		V_{OUT} Short to Gnd, T_A = 25°C	4.5	6		mA_{DC}
I_{SINK}		V_{OUT} Short to V_{CC}, T_A = 25°C	9.0	16		mA_{DC}
POWER SUPPLY						
I_{CC}	Supply Current (Includes Ladder Current) ADC0801/02/03/04LCJ/05 ADC0804LCN/LCV/LCWM	f_{CLK} = 640 kHz, $V_{REF}/2$ = NC, T_A = 25°C and $\overline{CS}$ = 5V		 1.1 1.9	 1.8 2.5	 mA mA

Note 1: Absolute Maximum Ratings indicate limits beyond which damage to the device may occur. DC and AC electrical specifications do not apply when operating the device beyond its specified operating conditions.

Note 2: All voltages are measured with respect to Gnd, unless otherwise specified. The separate A Gnd point should always be wired to the D Gnd.

Note 3: A zener diode exists, internally, from V_{CC} to Gnd and has a typical breakdown voltage of 7 V_{DC}.

Note 4: For $V_{IN}(-) \ge V_{IN}(+)$ the digital output code will be 0000 0000. Two on-chip diodes are tied to each analog input (see block diagram) which will forward conduct for analog input voltages one diode drop below ground or one diode drop greater than the V_{CC} supply. Be careful, during testing at low V_{CC} levels (4.5V), as high level analog inputs (5V) can cause this input diode to conduct—especially at elevated temperatures, and cause errors for analog inputs near full-scale. The spec allows 50 mV forward bias of either diode. This means that as long as the analog V_{IN} does not exceed the supply voltage by more than 50 mV, the output code will be correct. To achieve an absolute 0 V_{DC} to 5 V_{DC} input voltage range will therefore require a minimum supply voltage of 4.950 V_{DC} over temperature variations, initial tolerance and loading.

Note 5: Accuracy is guaranteed at f_{CLK} = 640 kHz. At higher clock frequencies accuracy can degrade. For lower clock frequencies, the duty cycle limits can be extended so long as the minimum clock high time interval or minimum clock low time interval is no less than 275 ns.

Note 6: With an asynchronous start pulse, up to 8 clock periods may be required before the internal clock phases are proper to start the conversion process. The start request is internally latched, see *Figure 2* and section 2.0.

Note 7: The $\overline{CS}$ input is assumed to bracket the $\overline{WR}$ strobe input and therefore timing is dependent on the $\overline{WR}$ pulse width. An arbitrarily wide pulse width will hold the converter in a reset mode and the start of conversion is initiated by the low to high transition of the $\overline{WR}$ pulse (see timing diagrams).

Note 8: None of these A/Ds requires a zero adjust (see section 2.5.1). To obtain zero code at other analog input voltages see section 2.5 and *Figure 5*.

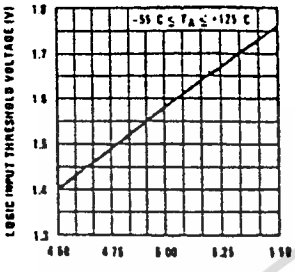
Note 9: The $V_{REF}/2$ pin is the center point of a two resistor divider connected from V_{CC} to ground. Each resistor is 2.2k, except for the ADC0804LCJ where each resistor is 16k. Total ladder input resistance is the sum of the two equal resistors.

Note 10: Human body model, 100 pF discharged through a 1.5 kΩ resistor.

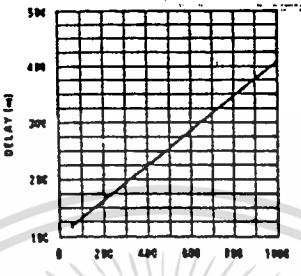
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Performance Characteristics

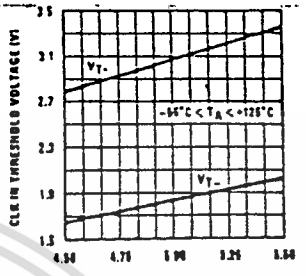
Logic Input Threshold Voltage vs. Supply Voltage



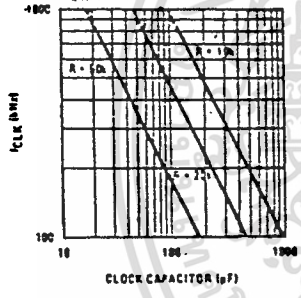
Delay From Falling Edge of $\overline{RD}$ to Output Data Valid vs. Load Capacitance



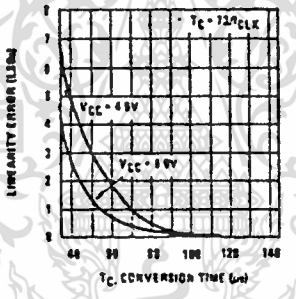
CLK IN Schmitt Trip Levels vs. Supply Voltage



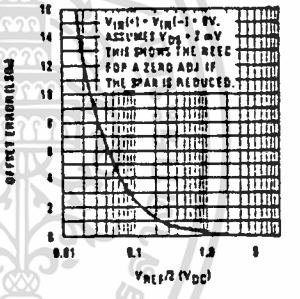
f_{CLK} vs. Clock Capacitor



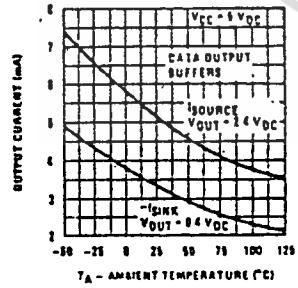
Full-Scale Error vs Conversion Time



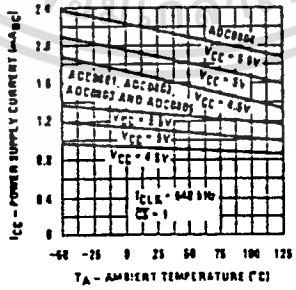
Effect of Unadjusted Offset Error vs. $V_{REF}/2$ Voltage



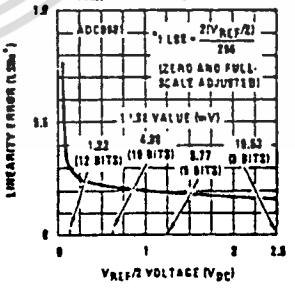
Output Current vs Temperature



Power Supply Current vs Temperature (Note 9)



Linearity Error at Low $V_{REF}/2$ Voltages



TL/H/5671–2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MOTOROLA
SEMICONDUCTOR
TECHNICAL DATA

MOC3041
MOC3042
MOC3043

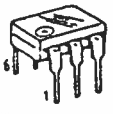
6-Pin DIP Optoisolators
Triac Driver Output

6-PIN DIP
OPTOISOLATORS
TRIAC DRIVER OUTPUT
400 VOLTS

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.

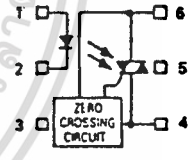
They are designed for use with a triac in the interface of logic systems to equipment powered from 240 Vac lines, such as solid-state relays, industrial controls, motors, solenoids and consumer appliances, etc.

- 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.



CASE 730A-02
PLASTIC

COUPLER SCHEMATIC



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

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 Negligible Power in Output Driver Derate above 25°C	P_D	120 1.41	mW mW/°C
OUTPUT DRIVER			
Off-State Output Terminal Voltage	V_{DRM}	400	Volts
Peak Repetitive Surge Current (PW = 100 μs, 120 pps)	I_{TSM}	1	A
Total Power Dissipation @ T_A = 25°C Derate above 25°C	P_D	150 1.76	mW mW/°C
TOTAL DEVICE			
Isolation Surge Voltage (1) (Peak ac Voltage, 60 Hz, 1 Second Duration)	V_{ISO}	7500	Vac
Total Power Dissipation @ T_A = 25°C Derate above 25°C	P_D	250 2.94	mW 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.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

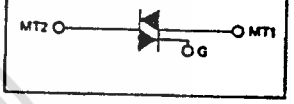
Triacs
Bidirectional Triode Thyristors

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
	SC141 B		200	
	SC141 D		400	
	SC146 M		600	
	SC146 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 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

THERMAL CHARACTERISTICS

Characteristic	Symbol	Max	Unit
Thermal Resistance, Junction to Case SC141 SC146	$R_{\theta JC}$	 2.2 1.5	°C/W

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (T_C = +25°C, Either Polarity of MT2 to MT1 Voltage unless otherwise noted.)

Characteristic	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
Peak Forward or Reverse Blocking Current (Rated V_{DRM} or V_{RRM}, gate open) T_C = 25°C T_C = +100°C	I_{DRM}, I_{RRM}	 — —	 — —	 10 0.5	 μA mA
Peak On-State Voltage (Pulse Width ≤ 1 ms, Duty Cycle ≤ 2%) SC141 I_{TM} = 8.5 A Peak SC146 I_{TM} = 14 A Peak	V_{TM}	 — —	 — —	 1.83 1.65	Volts
Critical Rate of Rise of Off-State Voltage (V_D = Rated V_{DRM}, Gate Open-Circuited, Exponential Waveform T_C = +100°C	dv/dt	—	50	—	V/μs
Critical Rate-of-Rise of Commutating Off-State Voltage (1) ($I_{T(RMS)}$ = Rated $I_{T(RMS)}$, V_D = Rated V_{DRM}, Gate Open-Circuited T_C = +80°C SC141 Commutating di/dt = 3.2 A/ms SC146 Commutating di/dt = 5.4 A/ms	dv/dt(c)	 4 4	 — —	 — —	V/μs
DC Gate Trigger Current (Continuous dc) (V_D = 12 Vdc, Trigger Mode) MT2(+), G(+); MT2(−), G(−); R_L = 100 Ohms MT2(+), G(−); R_L = 50 Ohms MT2(+), G(+); MT2(−), G(−); R_L = 50 Ohms T_C = −40°C MT2(+), G(−); R_L = 25 Ohms T_C = −40°C	I_{GT}	 — — — —	 — — — —	 50 50 80 80	mAdc
DC Gate Trigger Voltage (Continuous dc) (V_D = 12 Vdc, Trigger Mode) MT2(+), G(+); MT2(−), G(−); R_L = 100 Ohms MT2(+), G(−); R_L = 50 Ohms MT2(+), G(+); MT2(−), G(−); R_L = 50 Ohms T_C = −40°C MT2(+), G(−); R_L = 25 Ohms T_C = −40°C (V_D = Rated V_{DRM}; R_L = 1000 Ohms) All Polarities T_C = +100°C	V_{GT}	 — — — — 0.2	 — — — — —	 2.5 2.5 3.5 3.5 —	Vdc
Holding Current (V_D = 24 Vdc, I_T = 0.5 A) (Pulse Width = 1 ms, Duty Cycle ≤ 2%) (Gate Trigger Source = 7 V, 20 Ohms) T_C = +25°C T_C = −40°C	I_H	 — —	 — —	 50 100	mAdc
Latching Current (V_D = 24 Vdc) (Gate Trigger Source = 15 V, 100 Ohms, Trigger Mode) MT2(+), G(+); MT2(−), G(−) MT2(+), G(−) MT2(+), G(+); MT2(−), G(−) T_C = −40°C MT2(+), G(−) T_C = −40°C	I_L	 — — — —	 — — — —	 100 200 200 400	mAdc

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้