ระบบวัดความชื้นอัตโนมัติ

AUTOMATIC RELATIVE HUMIDITY MEASURED SYSTEM

โดย

นางสาว เนาวรัตน์ สังข์จีน เลขประจำตัว 37014210

นาย บุญยิ่ง นาคอริยกุล เลขประจำตัว 37014218

นางสาว วันดี มณีฉาย เลขประจำตัว 37014388

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ จิรวัฒน์ ปานกลาง

วัน เดือน ปี 22 ตค 2541

เลขทะเบียน 039124

เลขเรียกหนังสือ T J0363 ท836ร

ปริญญานิพนธ์สำหรับปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2540

039124

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายงานเรื่อง ระบบวัดความชื้นอัตโนมัติ

AUTOMATIC RELATIVE HUMIDITY MEASURED SYSTEM

จัดทำโดย นางสาว เนาวรัตน์ สังข์จีน

นาย บุญยิ่ง นาคอริยกุล

นางสาว วันดี มณีฉาย

อาจารย์ที่ปรึกษา อ.จิรวัฒน์ ปานกลาง

รายงานฉบับนี้ได้ผ่านการตรวจสอบโดยอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว

ลงชื่อ ..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(อ.จิรวัฒน์ ปานกลาง)

วันที่ ...../...../.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานนี้สามารถสำเร็จได้ด้วยความช่วยเหลือของอาจารย์ พี่ๆ และเพื่อนๆ ที่ให้คำแนะนำและยืมอุปกรณ์ ในโอกาสนี้จึงขอขอบคุณบุคคลดังนี้

อ.จิรวัฒน์ ปานกลาง อาจารย์ที่ปรึกษาที่ให้คำแนะนำและเงินทุนในการจัดซื้ออุปกรณ์

อ.เทอดศักดิ์ ลิ่วหาทอง ให้คำแนะนำด้านโปรแกรม

ดร.ไพศาล นาดพิพัฒน์ หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมเคมี ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการหาความชื้นสัมพัทธ์

คุณ เกดิษฐ์ อ่อนชุม ให้คำแนะนำด้านโปรแกรม

.....

(นางสาว เนาวรัตน์ สังข์จีน)

.....

(นาย บุญยิ่ง นาคอริยกุล)

.....

(นางสาว วันดี มณีฉาย)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบวัดความชื้นอัตโนมัติ

นางสาว เนาวรัตน์ สังข์จีน
นาย บุญยิ่ง นาคอริยกุล
นางสาว วันดี มณีฉาย
อ.จิรวัฒน์ ปานกลาง (อาจารย์ที่ปรึกษา)
ปีการศึกษา 2540

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เป็นการออกแบบและสร้างระบบวัดความชื้นอัตโนมัติ เพื่อใช้ในการวัดความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ เริ่มจากค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่วัดโดยเซ็นเซอร์วัดความชื้น ซึ่งเอาท์พุทของเซ็นเซอร์จะอยู่ในรูปของกระแสไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าจะถูกเปลี่ยนเป็นแรงดันโดยผ่านตัวต้านทาน ทำการแปลงแรงดันไฟฟ้าเป็นสัญญาณดิจิตอลขนาด 8 บิตโดยผ่านวงจรแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล แล้วนำค่าความชื้นขนาด 8 บิทและเวลา (วันที่ , เดือน , ปี , ชั่วโมง ,นาที)มาเก็บไว้ในหน่วยความจำทุก ๆ 1 นาที โดยการควบคุมของไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8032 แล้วจึงส่งข้อมูลในหน่วยความจำไปแสดงผลเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นกับเวลาที่คอมพิวเตอร์ตามเมนูการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AUTOMATIC RELATIVE HUMIDITY MEASURED SYSTEM

Miss. Naowarat Sangjeen

Mr. Boonying Nak-ariyakul

Miss. Wandee Maneechai

Mr. Jirawat Panklang (Advisor)

Educational Year 1997

Abstract

This project is about Automatic Relative Humidity Measured System for measure Relative Humidity in Air. The First, Relative Humidity Value is measured by sensors. Output of Sensor is current. Its value is send to Analog to Digital Circuit (A/D). Output of A/D is Digital's 8 bit .Relative Humidity's 8 bit with time (date ,month , year , hour , minute) is sent to memory by control of microcontroller 8032 . After that Data is sent to computer for display graph between Relative Humidity and time to follow menu.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	I
บทคัดย่อ	II
Abstract	III
สารบัญ	IV
สารบัญภาพ	VI
สารบัญตาราง	VI
บทที่1 บทนำ	1
1.1รายละเอียดของโครงงาน	1
1.2 จุดประสงค์	1
บทที่2 ทฤษฎีและการทำงานของระบบวัดความชื้นสัมพัทธ์อัตโนมัติ	2
2.1 ชนิดของเซนเซอร์	2
2.1.1 เซ็นเซอร์ทางกล (Mechanical Sensors)	2
2.1.2 Wet and Dry Bulb Sensors (Psychrometers)	2
2.1.3 Dew Point Sensor	3
2.1.4 Electrolytic Sensor	4
2.1.5 Lithium Chloride Hygrometers	4
2.1.6 Aluminium Oxide Hydrometers	5
2.1.7 Silicon Hygrometer	5
2.1.8 Poly Humidity Sensors	6
2.1.9 Ceramic Moisture Sensors	6
2.1.10 Crystal Oscillator Sensors	7
2.1.11 Infra-red Moisture Sensors	7
2.2 วงจรแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล	7
2.3 ANT-32	8
2.3.1 Optional Real Time Clock & Calendar	8
2.3.2 LCD Port	9
2.3.3 TL I/O (8255)	10
2.3.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8032	11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.4.1 การกำหนดหน้าที่ขาสัญญาณของ
ไมโครคอนโทรลเลอร์ 8032 11
2.3.4.2 โครงสร้างภายในของ 8032 14
2.3.4.3 โครงสร้างหน่วยความจำภายใน 8032 14
2.3.4.4 รีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ 15
2.3.4.5 รีจิสเตอร์สำหรับใช้งานทั่วไป 16
2.3.4.6 ไทม์เมอร์/เคาน์เตอร์ 16
2.3.4.7 พอร์ตสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม 17
2.3.4.8 วิธีการเข้าถึงข้อมูลของ 8032 18
บทที่ 3 การออกแบบวงจรและการทำงานของวงจร 20
3.1 ฮาร์ดแวร์ 20
3.1.1 การทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ 8032 20
3.1.2 การทำงานของ Analog to Digital Converter (ADC0804) 22
3.1.3 รายละเอียดเกี่ยวกับ Relative Humidity Sensor 23
3.2 ซอฟต์แวร์ 24
3.2.1Flow Chart โปรแกรมการรับข้อมูลจาก A/D เก็บใน RAM 23
3.2.2 Flow Chart แสดงโปรแกรมการแสดงผลด้วยกราฟที่คอมพิวเตอร์ 28
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง 31
4.1 การทดลองวัดค่าความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ 31
4.1.1 ส่วนของการรับข้อมูลจาก A/D เก็บใน RAM 31
4.1.1.1 โปรแกรมการตั้งเวลา 31
4.1.1.2 โปรแกรมหลัก 31
4.1.2 ส่วนของการนำข้อมูลไปแสดงผลด้วยกราฟ 32
4.2 ผลการทดลองการวัดค่าความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ 32
บทที่5 สรุปผลการทดลอง 35
ภาคผนวก ก โปรแกรมการทำงานในส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์ 8032 โดยใช้ภาษาแอสแซม
บลี
ภาคผนวก ข โปรแกรมการทำงานในส่วนของคอมพิวเตอร์โดยใช้ภาษาซี
ภาคผนวก ค Analog to Digital Converter เบอร์ 0804 (ADC0804)
ภาคผนวก ง บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8032
เอกสารอ้างอิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

หน้า

รูปที่ 2.1 แสดงการกำหนดหน้าที่ขาสัญญาณของ 8032 12

รูปที่ 2.2 แสดงโครงสร้างภายในของ 8032 14

รูปที่ 2.3 แสดงการจัดพื้นที่หน่วยความจำภายในของ 8032 15

รูปที่ 2.4 แสดงรีจิสเตอร์ใช้งานพิเศษ 16

รูปที่ 3.1 แสดงฮาร์ดแวร์ทั้งหมดของไมโครคอนโทรลเลอร์ 20

รูปที่ 3.2 แสดง MEMORY MAP ของ ANT-32 21

รูปที่ 3.3 แสดงลักษณะของบอร์ด ANT-32 22

รูปที่ 3.4 แสดงวงจรของ ADC0804 23

รูปที่ 3.5 แสดงลักษณะโครงสร้างของเซ็นเซอร์ 23

รูปที่ 3.6 Flow Chart แสดงโปรแกรมการรับข้อมูลจาก A/D เก็บใน RAM 28

รูปที่ 3.7 Flow Chart แสดงโปรแกรมการรับข้อมูลนำไปแสดงผลด้วยกราฟที่จอคอมพิวเตอร์ 30

รูปที่ 4.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและค่าความชื้นตามตารางการทดลอง 34

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 แสดง COMMAND BYTES/DEFINITIION 9

ตารางที่ 2.2 แสดง 8255 MODE 0 CONFIGGURATION 11

ตารางที่ 2.3 แสดงโหมดการทำงานทั้ง 4 แบบของพอร์ตอนุกรม 17

ตารางที่ 4.1 แสดงส่วนหนึ่งของค่าความชื้นและเวลาในหน่วยความจำ 32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 รายละเอียดของโครงงาน

เริ่มจากใช้เซ็นเซอร์วัดความชื้นวัดความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศซึ่งความชื้นที่วัดจะมีค่าในช่วง 15%-90% โดยเซ็นเซอร์จะเปลี่ยนค่าเปอร์เซนต์ความชื้นที่ได้เป็นค่ากระแสไฟฟ้าประมาณ 3-18 มิลลิแอมป์ ค่ากระแสดังกล่าวจะผ่านโหลดค่าประมาณ 277.7 โอห์ม ทำให้แรงดันเอาท์พุทมีค่าในช่วง 0-5 โวลท์ ค่าแรงดันที่ได้แปลงเป็นสัญญาณดิจิตอลขนาด 8 บิทโดยผ่านวงจรแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลเบอร์ 0804 ซึ่งวงจรแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลทำงานใน Free Running Mode ค่าเวลา (วันที่,เดือน,ปี,ชั่วโมง, นาที,วินาที) ใน RTC จะนำไปแสดงผลที่จอ LCD ตลอดเวลา ทุกๆ 1 นาที ค่าสัญญาณดิจิตอล 8 บิท(ค่าความชื้น)และค่าเวลาจาก RTC จะนำไปเก็บไว้ในหน่วยความจำ โดยการควบคุมของไมโครคอนโทรลเลอร์ 8032 (ใช้ภาษาแอสแซมบลีในการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงาน) ข้อมูลที่เก็บในหน่วยความจำจะส่งไปที่คอมพิวเตอร์และแสดงผลด้วยกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศกับเวลา ตามเมนูการทำงานของคอมพิวเตอร์ (ใช้ภาษาซีในการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงาน)

1.2 จุดประสงค์

1. เพื่อใช้เป็นส่วนหนึ่งของระบบควบคุมความชื้นในทางเกษตรกรรมและอุตสาหกรรม
2. เพื่อศึกษาการทำงานของเซ็นเซอร์ที่ใช้ในการวัดความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ
3. เพื่อศึกษาวงจรแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล(ADC0804)
4. เพื่อศึกษาการใช้งานบอร์ด ANT-32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีขององค์ประกอบในระบบวัดความชื้นสัมพัทธ์อัตโนมัติ

2.1 เซนเซอร์(sensor) แบ่งตามวิธีที่ใช้วัดความชื้น

2.1.1 เซ็นเซอร์ทางกล (Mechanical Sensors)

เซ็นเซอร์ที่ใช้วัดความชื้นทางเครื่องกล(mechanic) ขึ้นกับการเปลี่ยนแปลงความยาวของอุปกรณ์ เช่น ผมของคน , เส้นไหม หรือโพลีเมอร์ที่พัฒนาขึ้น โดยม้วนผมของคนเป็นรูปไข่แล้วตัดตามขวาง(Cross section)ในทางเครื่องกล จะทำให้ความแข็งแรงน้อยลง ความเปลี่ยนแปลงนี้จะถูกขยายทาง เครื่องกล และแสดงด้วยตัวชี้ที่เทียบสเกล โดยการปรับค่าเทียบความสัมพันธ์กับค่าความชื้น เซ็นเซอร์บางชนิดจะจับการตรวจค่าทางไฟฟ้าและแสดงค่าจริงด้วย microswitch ให้ค่าเอาท์พุทจะไม่เป็นเชิงเส้น (Non-linear) กับค่าความชื้น พิจารณาผลตอบสนองอย่างช้าๆ(3 นาที หรือนานกว่านั้น) ที่ช่วงอุณหภูมิต่ำกว่า -10 $^{\circ}$C จะทำงานไม่สมบูรณ์ และการที่วัสดุเปลี่ยนแปลงไปโดยมีค่าความชื้นในอากาศมากหรือน้อยเกินไป ทำให้ผลตอบสนองเปลี่ยนแปลงไป

<u>ข้อดี</u>

-ไม่ต้องใช้กำลังทางไฟฟ้า

-ใช้ง่ายและราคาถูก

- ความสัมพันธ์กับอุณหภูมิในช่วงงานจะไม่ Sensitive

<u>ข้อเสีย</u>

-ต้องพิจารณา drift และ hystersis

-ให้เอาท์พุทที่ไม่เป็นเชิงเส้น

-ใช้งานได้ในช่วงอุณหภูมิที่จำกัด

2.1.2 Wet and Dry Bulb Sensors (Psychrometers)

ในเซ็นเซอร์ชนิดนี้จะวัดค่าอุณหภูมิ 2 ค่า คือ ค่าของก๊าซปกติและก๊าซในสภาวะอิ่มตัวที่ภาวะสมดุลย์ ค่าแรงดันที่ค่าอุณหภูมิหนึ่งของวัสดุที่รั่วสามารถแสดงค่าเป็นความสัมพันธ์กับค่าความชื้นดังสมการ

$$P = P_w - 66 \times 10^{-5} B (t - t_w) (1 + 115 \times 10^{-5} t_w)$$

P : แรงดันก๊าซของไอน้ำในภาวะปกติ

P_w : แรงดันสัมบูรณ์ของไอน้ำที่อุณหภูมิ t_w

B : แรงดันบรรยากาศ

t, t_w : อุณหภูมิของ Dry และ Wet Bulb ($^{\circ}$C)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมการนี้จะใช้ได้เมื่อเทอร์โมมิเตอร์อยู่ในก๊าซที่ไหลด้วยความเร็วมากกว่า 3 เมตร / วินาที

ข้อดี

-วัดค่าเป็นความสัมพันธ์กับค่าความชื้นได้โดยตรง

-ใช้ง่าย ราคาถูก และสามารถติดตั้งได้ง่าย

-ค่าอุณหภูมิของก๊าซสามารถให้ค่าได้ในค่าความชื้นที่ต่ำกว่าความชื้นควบคุม

ข้อเสีย

-อัตราของการ evaporate จาก wick อาจจะลดโดยการ deposition ของกระแสก๊าซ

-การวัดค่าอัตราการไหลขึ้นอยู่กับความเร็วที่ต่ำกว่า 3 เมตร/วินาที

-ต้องเติมน้ำกลั่น

2.1.3 Dew Point Sensor

ปริมาณไอน้ำที่ไม่มีผลของก๊าซรวมทั้งอากาศสามารถรวมกันได้โดยขึ้นกับค่าอุณหภูมิ อุณหภูมิที่สูงกว่าและปริมาณของไอน้ำที่มากกว่า เพราะแรงดันอิ่มตัวจะเพิ่มตามอุณหภูมิ ค่า dew point คือ อุณหภูมิที่เลือกมาจากค่าอิ่มตัวของก๊าซ และอุณหภูมิของก๊าซที่ต่ำกว่านี้เป็นผลให้ความชื้นเพิ่มตามการ deposite บนผิวที่ต่อกับก๊าซซึ่งอยู่ในภาวะสมดุลย์ความร้อนกับก๊าซ Dew point sensor จะวัดค่าได้อุณหภูมิที่แน่นอน

เซ็นเซอร์ประกอบด้วยกระจกที่วางบนเทอร์โมอิเลคตริกคูลเลอร์ และปกคลุมด้วยเซลล์ที่วางในตำแหน่งของแหล่งกำเนิดแสง (Light source) และดีเทคเตอร์ (Detector) แสงจากโฟโตไดโอด (Photodiode) ส่งมายังกระจกและความเข้มของแสงสะท้อนวัดโดยใช้โฟโตดีเทคเตอร์ (Photo Detector) ค่าของแสงที่วัดได้ขึ้นกับการสะท้อน ซึ่งส่วนหนึ่งจะเป็นค่าความจุไฟฟ้าของผิว Cooled Ceramic เมื่อมีไอน้ำเกาะข้างบนมัน,ส่วนอื่นใช้เป็นการลดทอน (Attenuation) โดย moisure film ของผิวการแพร่กระจายของคลื่น (Vaisala) ใน Optical model กระจกที่ใช้ทำด้วยทอง (Gold), โรเดียม(Rhodium) ,แพลตตินัม (Platinum) หรือนิกเกิล ใช้งานใน 2 สถานะ คือ ต่ำสุดที่ -50°C ด้วย air cooling และ -75 °C ด้วย water cooling ค่าความเที่ยงตรงควบคุมได้มากกว่า $\pm$ 0.1°C

ข้อดี

-เป็น Secondaary standard และไม่ต้องปรับค่า (Calibration) ยกเว้นจะใช้งานที่ต้องการความ แม่นยำสูง

-ให้ค่าที่ถูกต้องและแม่นยำ

-ช่วงการใช้งานที่กว้าง จากช่วงอิ่มตัวลงไปจนถึง 1 ppm โดยปริมาตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสีย

- เมื่อต้องการใช้งาน ต้องทำความสะอาดกระจกใหม่
- ไม่เหมาะที่จะใช้งานกับก๊าซที่อัดตัวเป็นของเหลว
- ต้องกรองกระแสก๊าซเพื่อลด salts error และคาบที่ยาวกว่าระหว่าง minor maintenance

2.1.4 Electrolytic Sensor

เมื่อน้ำดูดซับไฮเดรตเพนท็อกไซด์ (hydrated pentoxide) จะนำไฟฟ้าและมีค่าอิเลคโตรไลซิส (Electrolysis) ขึ้นกับแรงดันที่ต่างกันระหว่างอิเลคโตรด (Electrode) ออกซิเจนและไฮโดรเจนจะถูกส่งมาทางอิเลคโตรดและจากทฤษฎีไฮเดรตเพนท็อกไซด์จะถูกเก็บไว้

กระแสไฟฟ้าระหว่างอิเลคโตรดขึ้นกับอัตราการดูดซับไอน้ำจากกระแสก๊าซ เพราะน้ำจะถูกแยกออกจากการวัดของเซ็นเซอร์จะกระทำในกระแสก๊าซที่ไหลด้วยอัตราคงที่ ในเซ็นเซอร์ชนิดนี้ คือ 100 ลูกบาศก์เซ็นติเมตร/นาที (ควบคุมที่ $\pm$ 2%) เซ็นเซอร์ใช้ที่แรงดัน 690 KPa และอุณหภูมิปกติของก๊าซอยู่ในช่วง 0 - 80 $^{\circ}$C

ข้อดี

- มีข้อจำกัดของการตรวจจับ (Detection) ต่ำ
- ไม่ต้องปรับค่า

ข้อเสีย

- ต้องใช้อัตราการไหลของก๊าซคงที่
- เพนท็อกไซด์มีปฏิกิริยาที่สูง เมื่อจำกัดช่วงก๊าซ
- ต้องทำการ regeneration ให้แก่เซลล์
- เซลล์อาจถูกทำลายได้เมื่อบังเอิญที่นำไปจุ่มในน้ำ

2.1.5 Lithium Chroride Hygrometers

เซ็นเซอร์ชนิดนี้ประกอบด้วยชั้นบางๆของคลอไรด์ (Chroride) ที่เติมโพลิไวนิลแอลกอฮอล์ (Polyvinyl alchohol) ลงไปเพื่อเพิ่มค่า Wetting ระหว่างโลหะ 2 ชนิดที่ต่อกับแหล่งจ่ายแรงดัน ลิเธียมคลอไรด์ (Lithuim chroride) จะได้รับความชื้นกลายเป็นตัวนำและยอมให้กระแสไหลได้ ซึ่งไม่เกิดอิเลคโตรไลซิส แต่ความร้อนจะเพิ่มขึ้น อุณหภูมิที่เพิ่มนี้จะถูกส่งด้วยค่าความต้านทานของแพลทตินัม (Platinum) หรือเทอร์โมมิเตอร์อื่นๆและถูกใช้ด้วยกันด้วยอุณหภูมิของ ambient เพื่อคำนวณความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นของก๊าซ ความชื้นสัมพัทธ์สามารถพิจารณาจากอุณหภูมิ drying โดยไม่จำเป็นต้องวัดค่าอุณหภูมิภายใน ambient ความชื้นแบบนี้จะมีช่วงอยู่ระหว่าง 10%ถึง 100% ที่ 20 $^{\circ}$ C และช่วง dew point ของ -40 ถึง 90 $^{\circ}$C ความแม่นยำของการวัด +0.5 $^{\circ}$C และ -0.5 $^{\circ}$C ผลตอบสนองเวลาช่วง 80% เปลี่ยนประมาณ 2 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อดี

-ไม่ขึ้นกับอัตราการไหล (flow rate)

-สามารถวัดได้ทั้งความชื้นเฉพาะที่และความชื้นสัมพัทธ์

ข้อเสีย

- probes ต้องใช้ที่ความถี่ซึ่งขึ้นกับการประยุกต์ใช้งาน

- ความลาดชันอาจจะเกิดผลกระทบจากจำนวนของ gas

- อาจถูกทำลายจากอุบัติเหตุที่เกิดจากการจมน้ำ

2.1.6 Aluminium Oxide Hydrometers

ประกอบด้วย strip, แผ่น plate เล็กๆ แพร่ aluminium ที่ผิวทำการ poor-filled ของ hydrated aluminium oxide

ข้อดี

- ช่วงใช้งาน Dynamic กว้างจาก 0.1 ppm ถึง 100 %

- ความสัมพันธ์คงที่ มี hysteresis และสัมประสิทธ์อุณหภูมิต่ำ

- อัตราการไหลเป็นอิสระ

- สามารถ intrinsically safe

- การเลือกความชื้นในการวัดได้สูง

- ช่วงอุณหภูมิและแรงดันที่ใช้งานมีค่ากว้าง

- ต้องการการบำรุงรักษาน้อย

ข้อเสีย

- การปรับค่าแสดงการไหลช้า ซึ่งอาจจะ accelerate ที่อุณหภูมิสูงในการใช้งานหรือใน certain gas

- corrosive gas บางชนิดมีผลต่อ probe(analogous silicon or tantalum oxide sensors อาจจะเปลี่ยนแปลงได้)

- sensors ต้องการอุณหภูมิควบคุมปกติที่อุณหภูมิสูงและdew points

- sensors ไม่สมบูรณ์และต้องปรับค่า

2.1.7 Silicon Hygrometer

เป็นชนิดเดียวกับ sensors capacitor บางครั้งคล้ายกับ aluminium sensor แต่นิยมใช้มากกว่าแบบ aluminium sensor ชนิดนี้สร้างโดยใช้เทคโนโลยี siligon sensor เหล่านี้ส่วนมากจะ stable และใช้ได้คล่องตัวไม่ขึ้นกับอุณหภูมิโดยรอบและแสดงผลได้รวดเร็ว siligon เป็นวัสดุที่ stable ในสารเคมีทั้งหมดมากกว่า aluminium สามารถใช้ในบางพื้นที่ที่ aluminium ไม่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อดี

- มีความ stable สูง
- ไม่ขึ้นกับอัตราการไหลของก๊าซ
- ทำงานในช่วงอุณหภูมิและความดันที่กว้างกว่า
- ให้ผลเร็ว

ข้อเสีย

- มีราคาแพงกว่า aluminium oxide sensors

2.1.8 Poly Humidity Sensors

ให้ผลตอบสนองเร็วและวัดค่าความต้านทานหรือค่าตัวเก็บประจุในชั้น sensitive และค่านี้มีความสัมพันธ์กับค่าความชื้นสัมพัทธ์ของก๊าซรอบๆทำงานในช่วงอุณหภูมิระหว่าง -50 ถึง 125 ^{o}C โดยวัดความชื้นสัมพัทธ์ได้ในช่วง 0.5 - 100% โดยมีความละเอียด 0.1% ค่า output ไม่ขึ้นกับอัตราการไหลมีความ sensitive ในสารเคมีมากกว่า aluminium oxide type sensors เช่นในสารเคมีประเภทแอลกอฮอล์และเอมีน เป็นต้น จะให้ค่าสูงกว่าปกติในก๊าซประเภทกรด Hydrocarbons

ข้อดี

-ราคาถูก
-ไม่ขึ้นกับอัตราการไหล
-ให้ผลเร็วในค่าที่เปลี่ยนแปลงเล็กน้อย

ข้อเสีย

-วัดได้ในช่วงความชื้นจำกัด

2.1.9 Ceramic Moisture Sensors

มีลักษณะคล้ายกับชนิด polymer sensors ส่วนที่สำคัญประกอบด้วยเวเฟอร์หรือการเคลือบฟิล์มเซรามิคบางๆ โดยมีการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานหรือตัวเก็บประจุเปลี่ยนแปลงสัมพันธ์กับค่าความชื้นสัมพัทธ์ของก๊าซ

ข้อดี

- สามารถแสดงค่าความแตกต่างได้ดีที่ความชื้นที่สูง
- ไม่ขึ้นกับอุณหภูมิ

ข้อเสีย

- แสดงค่าได้ในช่วงที่จำกัดที่ค่าความชื้นต่ำๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.10 Crytal Oscilator Sensors

เป็น sensor พิเศษคำนวณค่าความชื้นจากการวัดเส้นทางการเปลี่ยน resonance ความถี่การสั่นสะเทือนของ quartz crystal โดยใช้ hygroscopie coating วัดได้ในช่วงอุณหภูมิโดยรอบ -18-52 °C

ข้อดี

- มีการทำงานในช่วงกว้าง
- มีการตรวจสอบการ calibration

ข้อเสีย

- มีราคาแพงและขนาดใหญ่
- ใช้เวลา 1 นาทีของการแสดงผล

2.1.11 Infra-red Moisture Sensors

Infra red gas analyser คำนวณค่าจากการส่งผ่านความเข้มของการกระจายที่ความยาวคลื่นค่าหนึ่งโดยจะถูกซึมซับโดยไอน้ำ สามารถคำนวณได้ละเอียด ตั้งแต่ค่าน้อยมากๆจน ถึง 100% แต่ขึ้นกับชนิดของก๊าซ และความยาวคลื่นที่ใช้ ใช้เวลาตั้งแต่วินาทีถึงนาทีมีค่าความถูกต้อง +1% และ -1%

ข้อดี

- ครอบคลุมช่วงที่กว้าง
- สามารถใช้กับก๊าซที่มีการกัดกร่อนสูง

ข้อเสีย

- มีราคาแพง
- ต้องใช้เทคนิคในการ calibration

2.2 วงจรแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล(Analog to Digital Converter ADC0804)

ในวงจรแปลงสัญญาณจากสัญญาณอนาลอก เป็น สัญญาณดิจิ ตอล มีส่ วนสำ คัญคือ ไอซีแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล(A/D)เลือกใช้ A/D ขนาด 8 บิท เนื่องจากสามารถแบ่งค่าออกได้ทั้งหมด 256 ระดับซึ่งในเรื่องความชื้นสัมพัทธ์มีค่าตั้งแต่ 0-100% คือมี 101 ระดับ เลือกใช้ไอซีเบอร์ ADC0804 เพราะว่าเป็นที่นิยมและหาซื้อได้ง่ายและรายละเอียดของ ADC0804 สามารถศึกษาได้จากภาคผนวก ค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ANT-32

2.3.1 Optional Real Time Clock & Calendar

สำหรับการใช้งานระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่มีเวลามาเกี่ยวข้องด้วย จำเป็นต้องมีวงจรในส่วนที่ทำหน้าที่เป็น RTC (Real Time Clock) คือนาฬิกาเวลาจริง ซึ่งบอร์ด ANT-32 ใช้ชิพ RTC เบอร์ DS1202 Serial Timekeeper Chip ของ DALLUS SEMICONDUCTOR โดยต่อร่วมกับอุปกรณ์ภายนอกเพียงเล็กน้อยและที่สำคัญคือ ไม่ต้องทำการปรับแต่ง ซึ่งเมื่อจะใช้ RTC นี้ต้องมีชิพ DS1202 และ MAX691 รวมทั้งคริสตอล 32.768 KHz และแบตเตอรี่ลิเธี่ยมบนบอร์ด ANT-32 ด้วย

DS1202(U7) ประกอบไปด้วย Real Time Clock / Calendar และ Static Ram ขนาด 24 ไบท์ ทำการอินเตอร์เฟสกับ CPU ในแบบอนุกรม โดยใช้สายเพียง 3 เส้น คือ (1) ขา RST(RESET) (2) ขา I\O(Data line) SCLK(Serial clock)ขาสัญญาณทั้งสามที่จะต่อเข้ากับขา P1.6, P1.4 และ P1.5 ของ CPU ตามลำดับ เมื่อต้องการทราบค่าเวลา CPU ต้องทำการอ่านเวลาจาก RTC เพราะว่า DS1202 ไม่มีขาสำหรับทำการอินเทอร์รัพท์ CPU CPU สามารถเขียนและอ่านข้อมูลของ CLOCK หรือ RAM ได้ 2 วิธีคือ Single-byte และ Mutiple-byte โดยทั้งสองวิธี CPU ต้องส่ง command byte (8 บิท) ให้ DS1202 เพื่อบอกให้ DS1202 ทราบว่าจะทำการเขียนหรืออ่าน CLOCK หรือ RAM พร้อมตำแหน่ง (address) และตามด้วยข้อมูล ในขณะที่กำลังติดต่อกับ DS1202 สัญญาณที่ขา RST ต้องเป็นลอจิก "1 " ขา SCLK จะเป็นสัญญาณ Serial clock เพื่อทำการเขียนหรืออ่านข้อมูล โดยจะใช้สัญญาณ Clock 1 ลูกสำหรับข้อมูล 1 บิท ส่วนขา I/O เป็นข้อมูลอนุกรม โดยจะเป็นอินพุทเมื่อทำการเขียนและเป็นเอาท์พุทเมื่อทำการอ่าน โดยข้อมูลที่จะเขียนหรืออ่านจะเริ่มจากบิทที่ 0 และจบด้วยบิทที่ 7 ค่าของ command byte ในการเขียนและอ่าน CLOCK และ RAM แสดงไว้ดังตารางที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 แสดง COMMAND BYTES/DEFINITIION

COMMAND BYTES/DEFINITION Figure 4

REGISTER	FUNCTION	COMMAND ADDRESS (HEX)	WRITE=W READ=R	RANGE DATA (BCD)	REGISTER DEFINITION 7	6	5	4	3	2	1	0
0	SECONDS	80 81	W R	00-59	CH	10 SEC			SEC			
1	MINUTES	82 83	W R	00-59	0	10 MIN			MIN			
2	12HRS 24 HRS	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						

2.3.2 LCD Port

บอร์ด ANT-32 จะมี LCD Port ให้พร้อมกับการต่อใช้งานโดยสามารถต่อเข้ากับ LCD MODULE แบบ DOT METRIX ได้ทันที ซึ่งจะใช้ขาสัญญาณทั้งหมด 14 ขา และสำหรับการใช้งาน LCD PORT นั้น จะมีการจัดวงจรในแบบ MEMORY MAP ซึ่งจะช่วยให้การเขียนโปรแกรมทำได้ง่าย โดยจะมองเห็นตำแหน่งต่างๆที่สรุปได้ดังนี้

ADDRESS	ลักษณะของ PORT ที่ติดต่อ
FA00H	สำหรับเขียนคำสั่ง(RS=0 R/W=0)
FA01H	สำหรับอ่านค่า BUSY(RS=0 R/W=1)
FA02H	สำหรับเขียนข้อมูล (RS=1 R/W=0)
FA03H	สำหรับอ่านข้อมูล(RS=1R/W=1)

การอ่านค่า LCD แบบ DOT MATRIX นี้ จะสามารถเลือกรุ่นใด ๆ ก็ได้ โดยมีจำกัดตัวอักษรต่อบรรทัด และจำนวนบรรทัดตามที่ต้องการ เพราะสายสัญญาณที่ใช้จะใช้แบบเดียวกันหมดจะแตกต่างกันก็ที่โปรแกรมเท่านั้น การนับหมายเลขขั้วต่อของ LCD PORT จะไม่เหมือนการนับทั่วๆ ไป จึงควรดูให้แน่ใจก่อนการทำงาน อีกประการหนึ่ง หมายเลขตัวต่อที่ด้าน LCD ก็มักจะมีหลายแบบ คือ อาจจะเป็นแถวคู่หรือแถวเดี่ยวก็ได้ แต่ทั้งนี้หมายเลข 1-14 ของขาสัญญาณก็จะตรงกันหมดกล่าวคือต่อหมายเลขให้ตรงเป็นใช้ได้ รายละเอียดของการใช้งาน ตัว LCD นี้ ให้อ่านเพิ่มเติมได้จากคู่มือของ LCD อีกที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 TTL I/O (8255)

8255 Programmable Peripheral Interface (PPI) เป็นชิพพอร์ทแบบขนานที่เป็นที่นิยมใช้งานกันมากมาย สำหรับบอร์ด ANT-32 ใช้พอร์ท 8255 จำนวน 2 ตัว ทำหน้าที่เป็นพอร์ททำให้มีพอร์ทอินพุท /เอาท์พุทถึง 24X2 = 48 โดยแบ่งเป็น USER PORT 1 และ 2 มีตำแหน่งแอดเดรสดังนี้

USER PORT 1 (U10) แอดเดรส F800H+ 8255 offset addr = actual addr

Port A	ตำแหน่งแอดเดรส F800H + 00H=F800H
Port B	ตำแหน่งแอดเดรสF800H + 01H=F801H
Port C	ตำแหน่งแอดเดรสF800H + 02H=F802H
Mode Port	ตำแหน่งแอดเดรส F800H + 03H=F803H

USER PORT 2 (U11) แอดเดรส FC00H+ 8255 offset addr = actual addr

Port A	ตำแหน่งแอดเดรสFC00H + 00H=FC00H
Port B	ตำแหน่งแอดเดรสFC00H + 01H=FC01H
Port C	ตำแหน่งแ อดเดรสFC00H + 02H=FC02H
Mode Port	ตำแหน่งแอดเดรสFC00H + 03H=FC03H

ก่อนที่จะใช้งานพอร์ท 8255 ผู้ใช้ต้องทำการกำหนดโหมดการทำงาน (configulation) ของพอร์ท A,B และ C ให้เป็นพอร์ทอินพุทหรือเอาท์พุท โดยทำการเขียนค่า control code ไปที่ Mode Port ซึ่ง Mode Port นี้สามารถเขียนได้เท่านั้นไม่สามารถอ่านได้ในที่นี้จะกล่าวเฉพาะการทำงานในโหมด 0 ซึ่งเป็นโหมดที่ใช้งานได้สะดวกและง่ายต่อการทำความเข้าใจ ดังแสดงค่า control code ดังตาราง 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 แสดง 8255 MODE 0 CONFIGGURATION

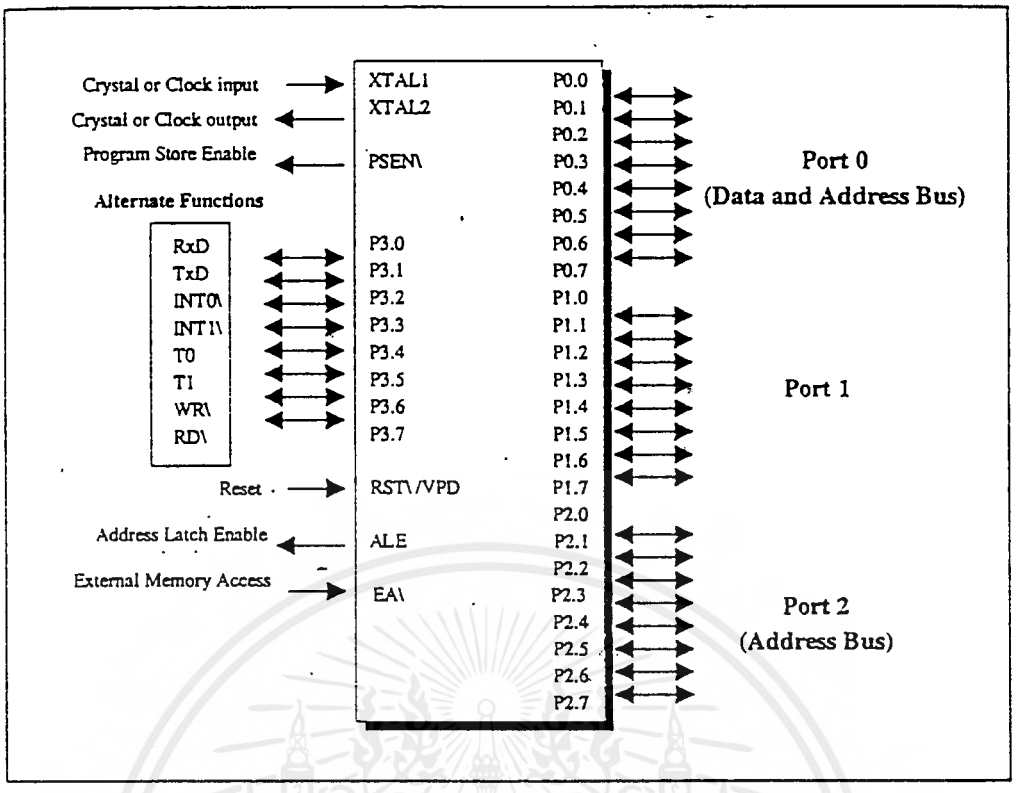
Port A (PA0-PA7)	Port C บน (PC4-PC7)	Port B (PB0-PB7)	Port C ล่าง (PC0-PC3)	Control code (hex)
output	output	output	output	80H
output	output	output	input	81H
output	output	input	output	82H
output	output	input	input	83H
output	input	output	output	88H
output	input	output	input	89H
output	input	input	output	8AH
output	input	input	input	8BH
input	output	output	output	90H
input	output	output	input	91H
input	output	input	output	92H
input	output	input	input	93H
input	input	output	output	98H
input	input	output	input	99H
input	input	input	output	9AH
input	input	input	input	9BH

2.3.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8032

2.3.4.1 การกำหนดหน้าที่ขาสัญญาณของไมโครคอนโทรลเลอร์ 8032

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลMCS-51 ทุกเบอร์รวมถึง 8032 ด้วยจะมีตำแหน่งขาพื้นฐานที่เหมือนกัน ดังแสดงในรูปที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 การกำหนดหน้าที่ขาสัญญาณของ 8032

หน้าที่การใช้งานแต่ละขาของชิปไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล MCS-51 มีดังนี้

- ขาพอร์ต 0 (ขา 32-39) มี 8 ขา ใช้เป็นขาสำหรับพอร์ต 0 ขนาด 8 บิต(P0.0-P0.7) แบบOpen Drain Bidirectional พอร์ตนี้สามารถใช้งานเป็นอินพุทเอาท์พุทพอร์ตทั่วไปได้ โดยหากใช้งานเป็นอินพุตพอร์ต ต้องโหลดค่า 1 ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตนี้เพื่อบังคับให้ขาอยู่ในสถานะปล่อยลอย(มีสถานะ High Impedance) แต่ถ้าหากจะใช้เป็นพอร์ตเอาท์พุทจะต้องต่อ R - Pull Up ภายนอกเพิ่มเติม นอกจากใช้เป็นอินพุตเอาต์พุตพอร์ตแล้ว พอร์ต 0 ยังใช้ในการติดต่อหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมและข้อมูลภายนอกชิปด้วย โดยส่งค่าแอดเดรสบัสไบต์ต่ำ(A0-A7) และมัลติเพลกซ์กับการรับส่งข้อมูล(D0-D7) จากหน่วยความจำภายนอกในระหว่างการเขียนหรือการอ่านข้อมูล

- ขาพอร์ต 1 (ขา1-8) มี 8 ขา ใช้เป็นขาสำหรับพอร์ต 1 (P1.0-P1.7) สามารถใช้งานเป็นอินพุตหรือเอาต์พุตพอร์ตทั่วไปได้ หากต้องการใช้งานเป็นอินพุตพอร์ต ต้องโหลดค่า 1 ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตนี้ เพื่อให้มีสถานะ high impedance โดยมีวงจรพูลอัพภายใน

- ขาพอร์ต 2 (ขา 21-28) มี 8 ขา ใช้เป็นขาสำหรับพอร์ต 2 (P2.0-P2.7) ขนาด 8 บิต แบบ Open Drain Bidirectional พอร์ตนี้สามารถใช้เป็นอินพุตพอร์ตเอาต์พุตพอร์ตทั่วไปได้ โดยหากใช้งานเป็นอินพุตพอร์ต ต้องโหลดค่า 1 ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตนี้ เพื่อบังคับให้ขาอยู่ในสถานะ High Impedance นอกจากจะใช้งานเป็นอินพุตเอาต์พุตพอร์ตทั่วไปแล้ว พอร์ต 2 ยังใช้ในการติดต่อหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมและข้อมูลภายนอกด้วย โดยใช้สำหรับส่งค่าแอดเดรสบัสไบต์สูง(A8-A15) และมีวงจรพูลอัพภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ขาพอร์ต 3 (ขา 10-17) มี 8 ขา ใช้เป็นขาสำหรับพอร์ต 3 (P3.0-P3.7) สามารถใช้งานเป็นอินพุตเอาต์พุตพอร์ตทั่วไปได้ หากต้องการใช้งานเป็นอินพุตพอร์ต ต้องโหลดค่า 1 ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตนี้ เพื่อให้มีสถานะ High Impedance โดยใช้วงจรพูลอัพภายใน นอกจากนี้ยังใช้งานในหน้าที่พิเศษต่างๆ อีกหลายอย่าง

- ขา RST (ขา 9) ใช้สำหรับการรีเซตวงจรทุกอย่างภายในชิป เพื่อเริ่มต้นการทำงานใหม่ การรีเซตใช้เมื่อเริ่มจ่ายพลังงานหรือเมื่อโปรแกรมเกิดการทำงานผิดพลาด เมื่อทำการรีเซตขานี้ต้องมีสถานะเป็น 1 เป็นเวลาอย่างน้อย 2 แมชชีนไซเกิลระหว่างที่ออสซิลเลเตอร์ยังทำงานอยู่ โดยต้องต่อตัวต้านทานค่า 8.2 กิโลโอห์มเพื่อทำหน้าที่พูลดาวน์ และเพื่อให้ตัวชิปรีเซตเองเมื่อเริ่มจ่ายพลังงานให้ต่อตัวเก็บประจุขนาด 10 ไมโครฟารัดคร่อมระหว่างขา RST กับ V_{CC}

- ขา ALE/PROG (ขา 30) เป็นขาสำหรับใช้ส่งสัญญาณออกไปภายนอก เพื่อควบคุมการแลตช์ค่าแอดเดรสไบต์ต่ำ(Address Latch Enable) จากพอร์ต 0 ในระหว่างการติดต่อหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมหรือข้อมูลภายนอก ปกติเมื่อไม่มีการติดต่อหน่วยความจำภายนอกขานี้จะส่งสัญญาณพัลส์ออกมาด้วยความถี่ 1/8 ของความถี่ออสซิลเลเตอร์ที่ใช้ตลอดเวลา ดังนั้นเราสามารถใช้ความถี่ที่ได้จากขานี้ไปใช้งานอย่างอื่นได้ แต่ความถี่ที่ขานี้จะลดลงครึ่งหนึ่งในระหว่างติดต่อกับหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลที่อยู่ภายนอกชิป นอกจากนี้ขา ALE ยังใช้สำหรับควบคุมการเขียนโปรแกรมลงไปใน EPROM สำหรับ MCS-51 เบอร์ที่มีหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมภายในชิปเป็น EPROM

- ขา PSEN (ขา 29) ใช้ส่งสัญญาณสโตรบเพื่ออ่านคำสั่งจากโปรแกรมที่เก็บไว้ในหน่วยความจำภายนอกชิป (Program Strobe Enable) เมื่อชิปทำงานด้วยโปรแกรมจากภายนอก ขานี้จะส่งสัญญาณสโตรบสองครั้งในแต่ละแมชชีนไซเกิล แต่ในช่วงการเขียนหรืออ่านข้อมูลกับหน่วยความจำภายนอกหรือเมื่อใช้โปรแกรมจากหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมภายในชิปจะไม่มีสัญญาณออกมาจากขานี้

- ขา EA/V_{PP} (ขา 31) เป็นขาสำหรับใช้เลือกให้ MCS-51 ทำงานจากโปรแกรมที่อยู่ภายในหรือภายนอกชิป โดยหากขานี้มีสถานะเป็น 0 หมายถึงให้ใช้โปรแกรมจากหน่วยความจำที่เก็บหน่วยความจำภายนอก หากขานี้มีสถานะเป็น 1 หมายถึงบังคับให้ MCS-51 ใช้โปรแกรมจากหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมภายในชิป และสำหรับ MCS-51 ที่มีหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมภายในชิป สามารถเลือกให้ทำงานได้ทั้งจากโปรแกรมที่เก็บในหน่วยความจำภายในชิปหรือภายนอกชิปด้วยการต่อขา EA กับไฟเลี้ยงหรือกราวด์ตามลำดับ ส่วนใน MCS-51 ที่ไม่มีหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมภายในชิป ให้ต่อขานี้ลงกราวด์เสมอ

-ขา XTAL1 (ขา 19) ใช้ต่อคริสตอลภายนอก โดยเป็นอินพุตเข้าสู่วงจรออสซิลเลเตอร์

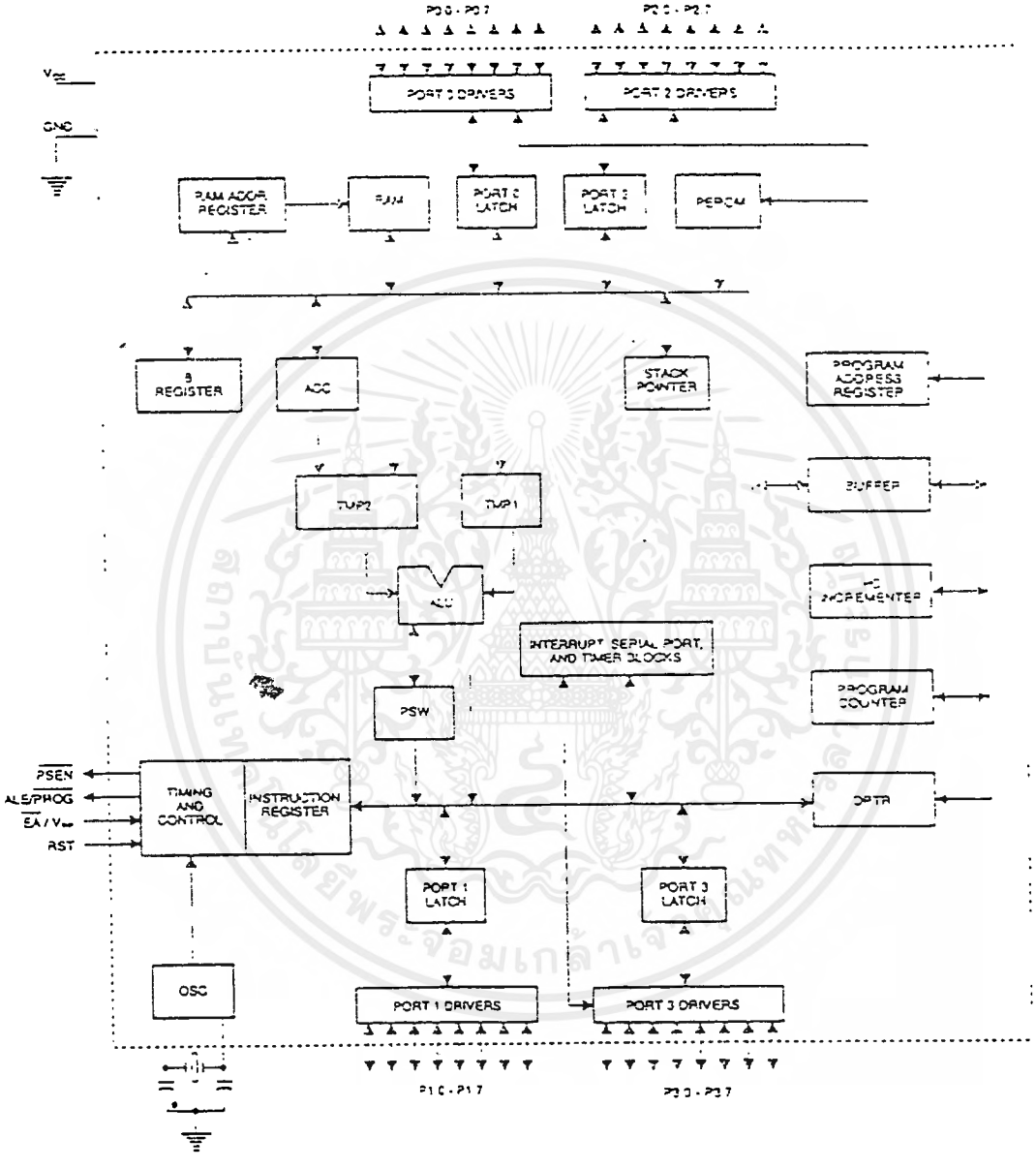
-ขา XTAL2 (ขา 18) ใช้ต่อคริสตอลภายนอก โดยเป็นเอาต์พุตออกจากวงจรออสซิลเลเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.4.2 โครงสร้างภายในของ 8032

โครงสร้างภายในของชิปไมโครคอนโทรลเลอร์ 8032 มีดังแสดงในรูปที่ 2.2

Block Diagram



รูปที่ 2.2 แสดงโครงสร้างภายในของ 8032

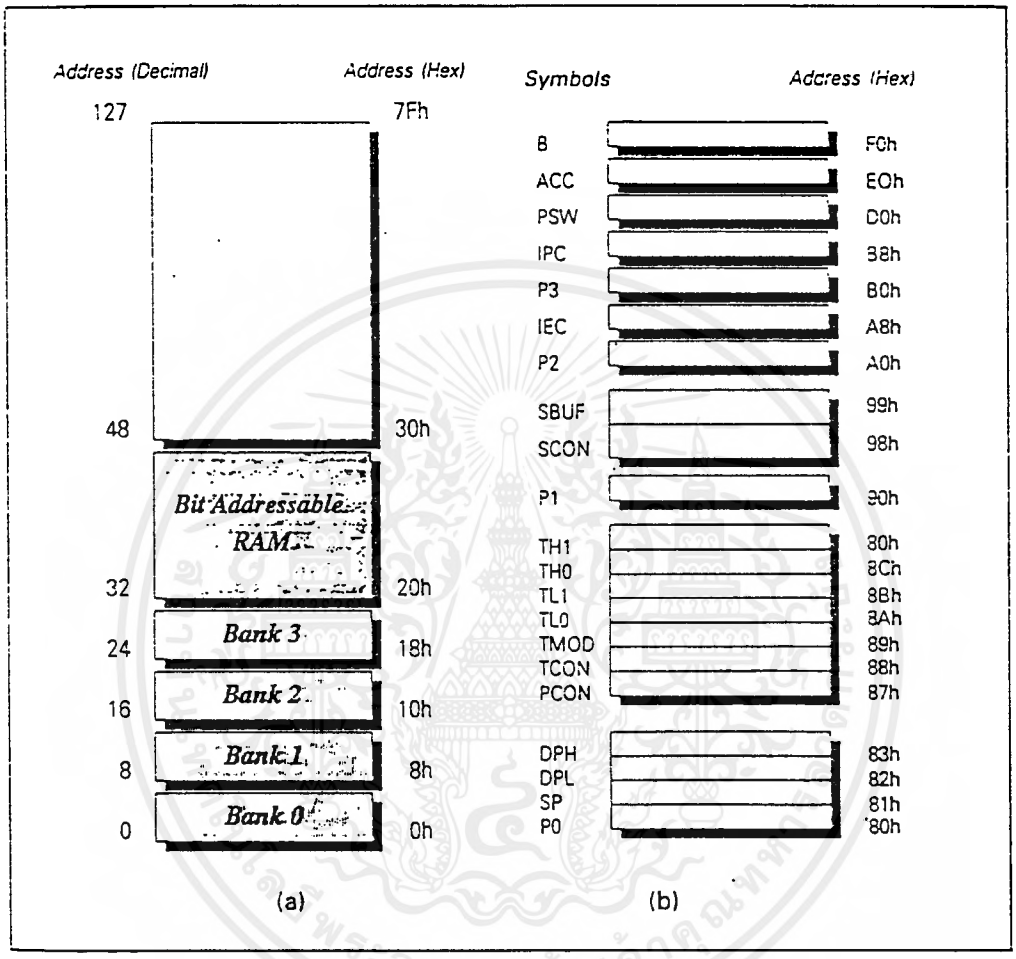
2.3.4.3 โครงสร้างหน่วยความจำภายใน 8032

ไมโครคอนโทรลเลอร์ 8032 จะแบ่งหน่วยความจำออกเป็นสองส่วน คือ

1. หน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรม(Program Memory)จะใช้เก็บโปรแกรมควบคุมการทำงานของชิปโดยที่หน่วยความจำส่วนนี้มีขนาด 4 กิโลไบต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. หน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูล ซึ่งใช้สำหรับเก็บข้อมูลระหว่างการทำงานโดยหน่วยความจำส่วนนี้มีขนาด 256 ไบต์ โดยมีการจัดพื้นที่หน่วยความจำส่วนนี้ดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 แสดงการจัดพื้นที่หน่วยความจำภายในของ 8032

2.3.4.4 รีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ

เนื่องจาก 8032 ถูกออกแบบไว้สำหรับใช้ควบคุมระบบโดยเฉพาะ จึงทำให้มีความสามารถเฉพาะตัวหลายอย่าง ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยวงจรภายในชิปที่มีเพิ่มขึ้นจากไมโครโปรเซสเซอร์ทั่วไป การควบคุมการทำงานของวงจรภายในไมโครคอนโทรลเลอร์จะกระทำผ่านรีจิสเตอร์ที่ถูกกำหนดหน้าที่ไว้แล้ว ดังนั้นหากต้องการใช้ 8032 ให้มีประสิทธิภาพ จำเป็นต้องทราบหน้าที่การทำงานของรีจิสเตอร์ ใช้งานเฉพาะแต่ละตัวให้ละเอียด รีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะทั้งหมดจะอยู่ในหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลภายในชิปบริเวณที่ใช้เป็นรีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะดังได้กล่าวมาแล้ว รีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะทั้งหมดใน MCS-51 มีดังแสดงในรูปที่ 2.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อรีจิสเตอร์	คำจำกัดความ	ความสามารถการอ้างถึงแบบบิต
ACC	Accumulator	ได้
B	B register	ได้
PSW	Program Status Word	ได้
SP	Stack Pointer	ได้
DPTR	Data pointer (DPH & DPL)	ได้
P0	Port 0	ได้
P1	Port 1	ได้
P2	Port 2	ได้
P3	Port 3	ได้
IP	Interrupt Priority	ได้
IE	Interrupt Enable	ได้
TMOD	Timer / counter mode	ไม่ได้
TCON	Timer / counter control	ได้
TH0	Timer / counter 0 (high)	ไม่ได้
TL0	Timer / counter 0 (low)	ไม่ได้
TH1	Timer / counter 1 (high)	ไม่ได้
TL1	Timer / counter 1 (low)	ไม่ได้
SCON	Serial control	ไม่ได้
SBUF	Serial data buffer	ไม่ได้
PCON	Power control	ไม่ได้

รูปที่ 2.4 แสดงรีจิสเตอร์ใช้งานพิเศษ

2.3.4.5 รีจิสเตอร์สำหรับใช้งานทั่วไป

8032 มีรีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไปที่ผู้เขียนโปรแกรมสามารถนำมาใช้งานได้คือ รีจิสเตอร์ A,B (อยู่ในหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลภายในชิปที่ใช้เป็นรีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ แต่นับเป็นรีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไปเพราะไม่ถูกกำหนดหน้าที่ใช้งานโดยตรง) และรีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไป R0-R7 ซึ่งอยู่ในหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลทั่วไปภายในชิปบริเวณ 128 ไบต์แรก ดังแสดงในรูปที่ 2.3 รีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไป R0-R7 ใน 8032 มีอยู่ด้วยกันทั้งหมด 4 กลุ่ม แต่ละกลุ่มประกอบด้วยรีจิสเตอร์จำนวน 8 ตัว (R0-R7) ซึ่งมีชื่อเรียกเหมือนกัน ดังนั้นจำนวนรีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไป R0-R7 ใน 8032 จึงมีทั้งหมด 32 ตัว ในการทำงานขณะใดๆ รีจิสเตอร์ทั้ง 4 กลุ่ม (R0-R7)จะถูกเลือกใช้เพียงกลุ่มเดียวเท่านั้น การเลือกใช้งานรีจิสเตอร์ R0-R7 กลุ่มใดกลุ่มหนึ่งใน 4 กลุ่มกระทำโดยการเซตหรือเคลียร์บิต RS0,RS1 ในรีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ PSW

2.3.4.6 ไทม์เมอร์/เคาน์เตอร์

8032มีรีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะที่สามารถนับจำนวนสัญญาณนาฬิกาหรือแมชชีนไซเกิลของวงจรออสซิลเลเตอร์ภายใน (ทำงานเป็นไทม์เมอร์) หรือนับจำนวนครั้งของการเปลี่ยนสถานะของสัญญาณภายนอก (นับจำนวนพัลส์ภายนอก) ที่ขา T0,T1 ของพอร์ต 3 (ทำงานเป็นเคาน์เตอร์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รีจิสเตอร์ที่ใช้เป็นไทม์เมอร์หรือเคาน์เตอร์มีขนาด 16 บิตจำนวน 2 ตัว คือ รีจิสเตอร์ไทม์เมอร์ 0 และรีจิสเตอร์ไทม์เมอร์ 1 ตามลำดับ เมื่อต้องการใช้ไทม์เมอร์ 0 หรือไทม์เมอร์ 1 จะต้องโหลดค่าที่ต้องการนับไปไว้ใน รีจิสเตอร์ไทม์เมอร์ 0 หรือ 1 และเมื่อนับได้ครบจำนวนที่ตั้งไว้ จะมีสัญญาณอินเตอร์รัปเพื่อบอกให้ซีพียูทราบ

การควบคุมการทำงานของไทม์เมอร์หรือเคาน์เตอร์ สามารถควบคุมได้จากวงจรภายนอก (ควบคุมด้วยสัญญาณที่ขา INT0,INT1) หรือควบคุมจากคำสั่งในโปรแกรม ดังนั้นรีจิสเตอร์ที่ใช้เป็นไทม์เมอร์ใน 8032 จะสามารถวัดช่วงห่างของเวลา วัดความกว้างของพัลส์ หรือนับจำนวนครั้งของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นภายนอกที่เปลี่ยนให้อยู่ในรูปของสัญญาณไฟฟ้าแล้ว รวมทั้งใช้กำเนิดสัญญาณอินเตอร์รัปต์ที่มีคาบเวลาที่แน่นอนได้

2.3.4.7 พอร์ตสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม

8032 สามารถรับและส่งข้อมูลแบบอนุกรมได้โดยไม่ต้องพึ่งอุปกรณ์ภายนอกอื่นๆ ในด้านอัตราเร็วของการรับส่งข้อมูลก็สามารถกำหนดค่าได้ตามความต้องการ โดยสามารถเลือกอัตราเร็วในการรับส่งข้อมูล (Baud rate)มาตรฐานได้ตั้งแต่ 110 , 1.2K , 2.4K , 4.8K , 9.6K ,19.2K , 375K ตามมาตรฐานของ UART นอกจากนี้ยังสามารถกำหนดการทำงานที่แตกต่างกันได้ถึง 4 รูปแบบ ตามความเหมาะสมในแต่ละงาน โหมดการทำงานทั้ง 4 แบบของพอร์ตอนุกรม มีดังนี้

ตารางที่ 2.3 แสดงโหมดการทำงานทั้ง 4 แบบของพอร์ตอนุกรม

โหมดการทำงาน	คำอธิบาย
โหมด 0	เป็นการขยายพอร์ตอินพุตเอาต์พุต โดยทำงานร่วมกับไอซีชิพรีจิสเตอร์ภายนอกประเภททีทีแอลหรือซีมอส
โหมด 1	ใช้สำหรับการเชื่อมต่ออนุกรมแบบ UART (Universal asynchronous receiver / transmitter) โดยการใช้กลุ่มข้อมูลแบบ 10 บิต และสามารถเปลี่ยนแปลงอัตราความเร็วในการส่งข้อมูลได้
โหมด 2	ใช้สำหรับการเชื่อมต่ออนุกรมแบบ UART โดยการใช้กลุ่มข้อมูลแบบ 11 บิต และกำหนดอัตราความเร็วในการส่งข้อมูลคงที่
โหมด 3	ใช้สำหรับการเชื่อมต่ออนุกรมแบบ UART โดยการใช้กลุ่มข้อมูลแบบ 11 บิต และสามารถเปลี่ยนแปลงอัตราความเร็วในการส่งข้อมูลได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.4.8 วิธีการเข้าถึงข้อมูลของ 8032

คำสั่งที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของ MCS-51 มีสองประเภทคือ คำสั่งที่ต้องการข้อมูลมาดำเนินการเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ และคำสั่งที่ไม่ต้องการข้อมูลมาดำเนินการ คำสั่งที่ต้องการข้อมูลจะมีวิธีในการเข้าถึงข้อมูลได้หลายวิธีดังนี้

- วิธีการเข้าถึงข้อมูลโดยตรง
- วิธีการเข้าถึงข้อมูลโดยทางอ้อม
- วิธีการเข้าถึงข้อมูลในรีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไป
- วิธีการเข้าถึงข้อมูลในรีจิสเตอร์เฉพาะของตัวคำสั่ง
- วิธีการเข้าถึงข้อมูลที่กำหนดเองโดยตรง
- วิธีการเข้าถึงข้อมูลที่มีตัวชี้อ้างอิง

คำสั่งแต่ละคำสั่งที่ต้องการข้อมูลหรือโอเปอร์แรนด์ (Operand) อาจจะมีวิธีในการเข้าถึงข้อมูลในโอเปอร์แรนด์ได้วิธีเดียวหรือหลายวิธีขึ้นกับคำสั่งแต่ละคำสั่ง รายละเอียดของวิธีการเข้าถึงข้อมูลของโอเปอร์แรนด์แต่ละวิธีมีดังนี้

1) วิธีการเข้าถึงข้อมูลโดยตรง (Direct Addressing)

เป็นวิธีกำหนดตำแหน่งหน่วยความจำโดยตรงในคำสั่ง บริเวณหน่วยความจำที่สามารถอ้างได้โดยวิธีนี้จะเป็นหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลทั่วไปภายในชิปเฉพาะบริเวณ 128 ไบต์แรก และหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลที่อยู่ภายนอกชิป รวมทั้งหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลภายในชิปที่ใช้เป็นรีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ

2)วิธีการเข้าถึงข้อมูลโดยทางอ้อม (Indirect Addressing)

เป็นวิธีการเข้าถึงข้อมูลโดยทางอ้อม โดยค่าตำแหน่งหน่วยความจำจะอยู่ในรีจิสเตอร์เฉพาะบางตัว นั่นคือวิธีนี้จะใช้ค่าในรีจิสเตอร์ เป็นตัวชี้ตำแหน่งหน่วยความจำ หน่วยความจำที่สามารถใช้วิธีการเข้าถึงแบบนี้ได้คือ หน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลที่ใช้เก็บข้อมูลทั่วไปบริเวณ 128 ไบต์ล่างและ 128 ไบต์บน รวมทั้งหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลที่อยู่ภายนอกชิป รีจิสเตอร์ที่สามารถนำมาใช้เป็นตัวชี้ตำแหน่งของหน่วยความจำมีดังต่อไปนี้

- รีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไป R0,R1 ของแต่ละกลุ่ม
- รีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ SP
- รีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ DPTR

การใช้วิธีการเข้าถึงข้อมูลโดยทางอ้อมนี้ รีจิสเตอร์ที่เก็บค่าตำแหน่งหน่วยความจำจะต้องระบุเครื่องหมาย “@” ไว้ข้างหน้า เช่น

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

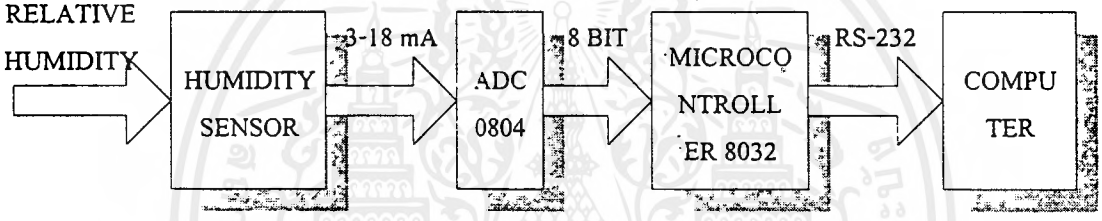
บทที่ 3

การออกแบบวงจรและการทำงานของวงจร

สำหรับโครงงานระบบวัดความชื้นสัมพัทธ์อัตโนมัติสามารถแบ่งเป็น 2 ส่วนใหญ่ คือ

3.1 ฮาร์ดแวร์(Hardware)

สำหรับส่วนของฮาร์ดแวร์(Hardware) ทั้งหมด สามารถแสดงได้ดังรูป3.1

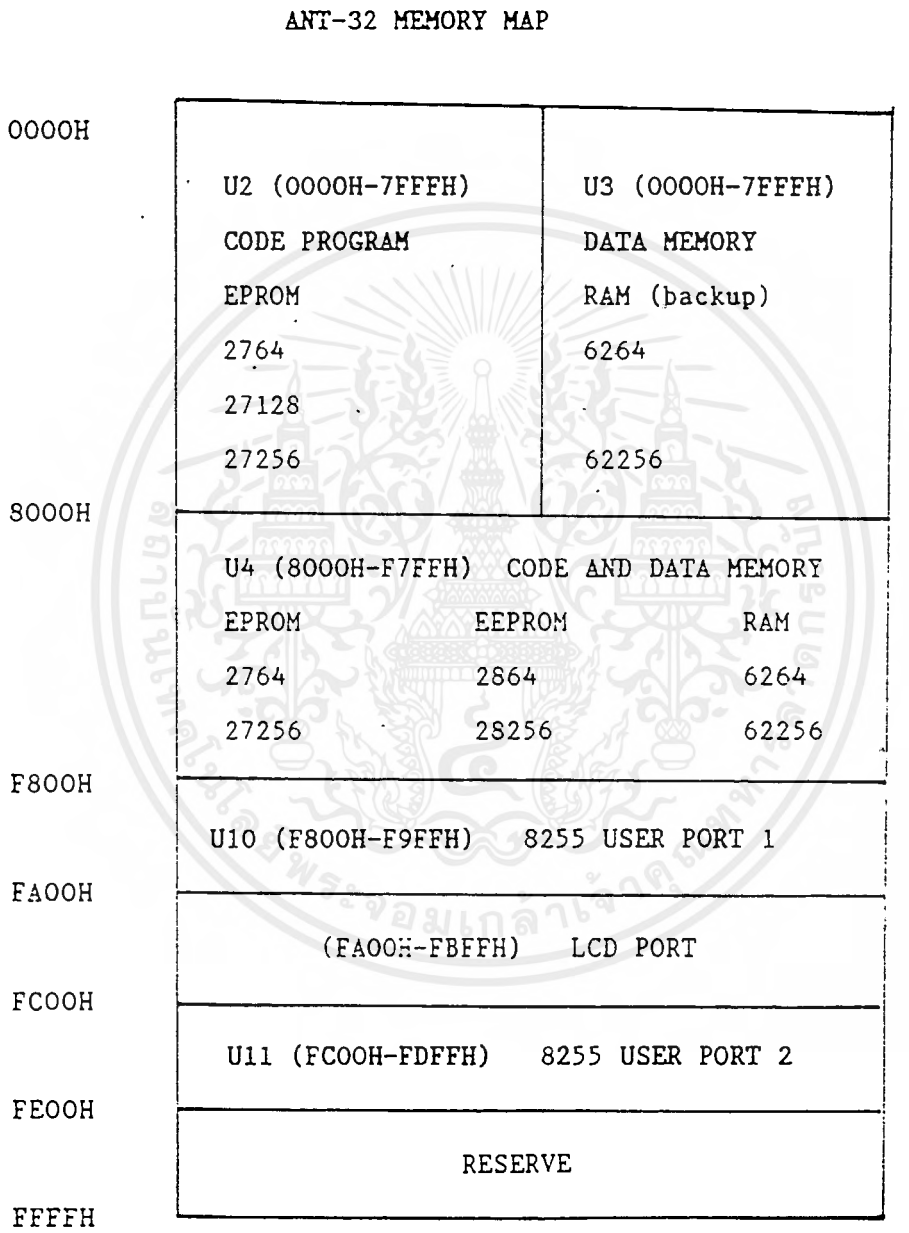


รูปที่ 3.1 แสดงฮาร์ดแวร์ทั้งหมดของไมโครคอนโทรลเลอร์

3.1.1 การทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ 8032

สำหรับโครงงานนี้ใช้ บอร์ด ANT-32 ซึ่งประกอบด้วยวงจรในส่วนที่จำเป็นที่ต้องใช้ในโครงงานนี้ ได้แก่ วงจร Real time clock ใช้ชิพ DS1202 ,Battery Backup ,พอร์ทขนาน (8255) 1 Port ,LCD Port , Serial Port และ ไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ 8032 สำหรับ RAM ที่ใช้ในการเก็บค่าความชื้นอยู่ที่ตำแหน่ง U4 (data and code memory) มีขนาด 32 K และยังสามารถใช้ U3(data memory) ในการเก็บความชื้น มีขนาด 32K สำหรับ MEMORY MAP ของ ANT-32 แสดงได้ดังรูป

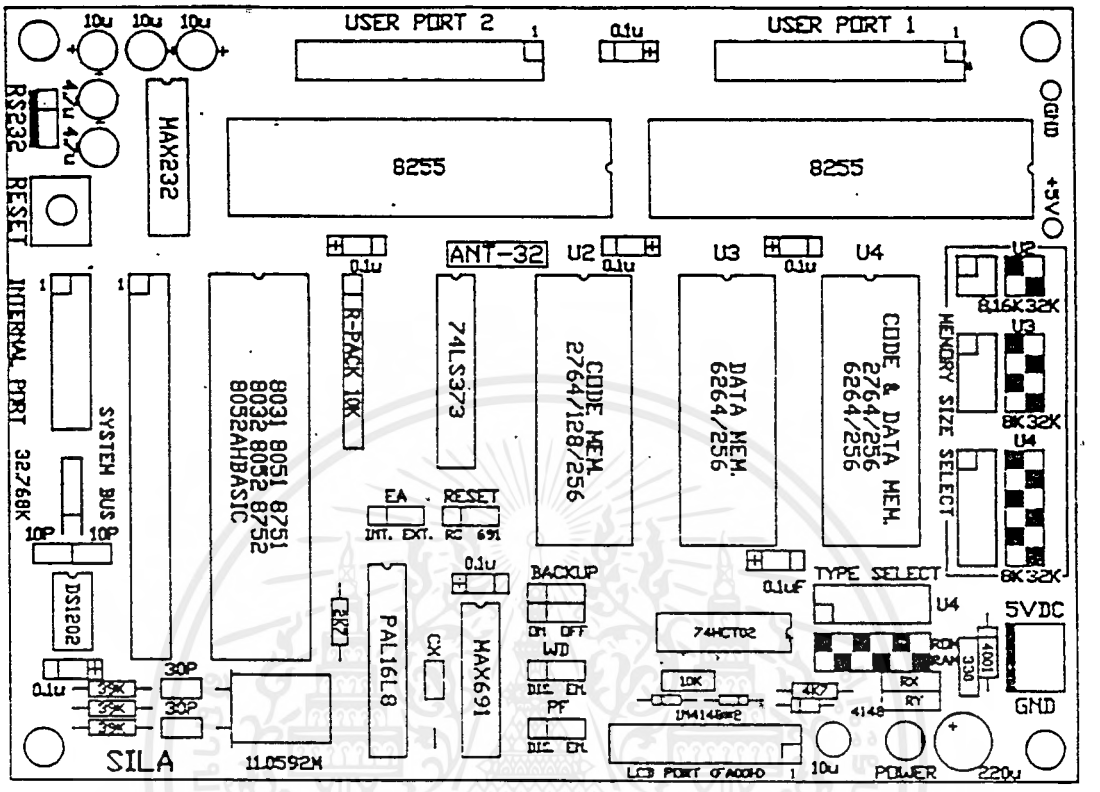
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
039124



รูปที่ 3.2 แสดง MEMORY MAP ของ ANT-32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับลักษณะของบอร์ด ANT-32 แสดงได้ดังรูปที่ 3.3

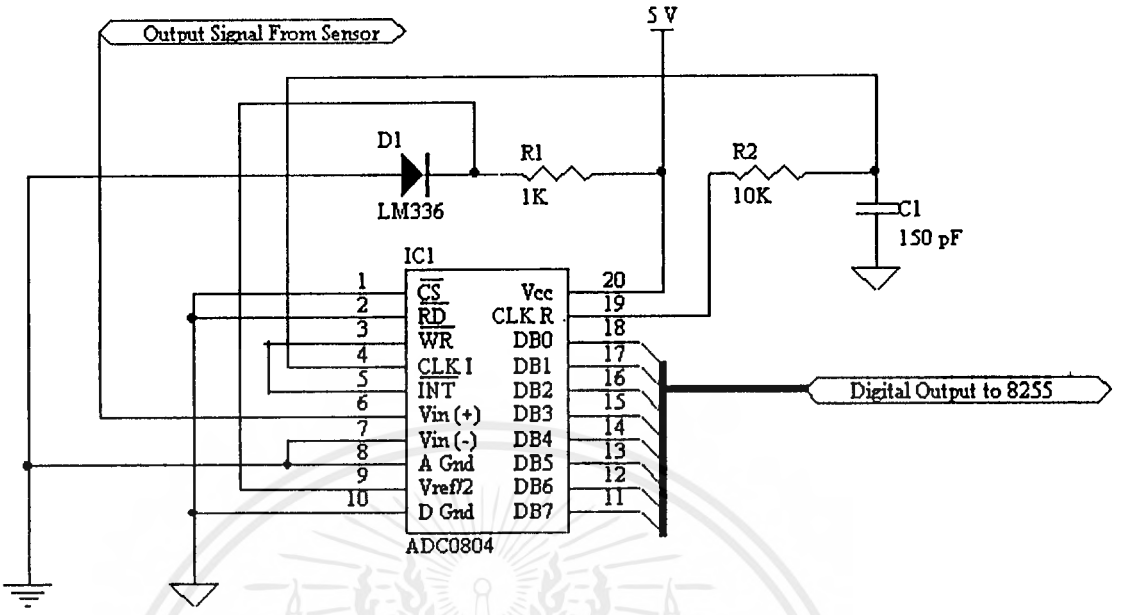


รูปที่ 3.3 แสดงลักษณะของบอร์ด ANT-32

3.1.2 การทำงานของ Analog to Digital Converter (ADC0804)

จากวงจรในรูปที่ 3.4 เป็นวงจร ADC0804 ซึ่งจะรับสัญญาณอินพุทเป็นอนาลอกจากภายนอกผ่านทางคอนเนคเตอร์ J1 ส่งผ่านเข้าไปยัง ADC0804 และ ADC0804 จะเริ่มทำการแปลงสัญญาณอินพุทเมื่อมีสัญญาณป้อนเข้าที่ขา $\overline{WR}$ และเมื่อ ADC0804 แปลงสัญญาณเรียบร้อยแล้วจะส่งสัญญาณแจ้งออกมาที่ขา $\overline{INTR}$ พร้อมกับส่งข้อมูลออกมารอที่ขา DB0-DB7 โดยจะมี IC3 คอยทำหน้าที่รักษาระดับแรงดันอ้างอิงให้คงที่ไว้ที่ 2.5 โวลต์ นั่นหมายความว่าแรงดันสูงสุดที่วงจรนี้สามารถวัดได้คือ 5 โวลต์ สำหรับสัญญาณนาฬิกาภายในที่ใช้สำหรับเป็นฐานเวลาของ ADC0804 ในการแปลงนั้นจะกำหนดจาก C1 และ R1 ซึ่งค่าที่ใช้เป็นค่าความถี่ที่ใช้ประมาณ 640 กิโลเฮิรตซ์

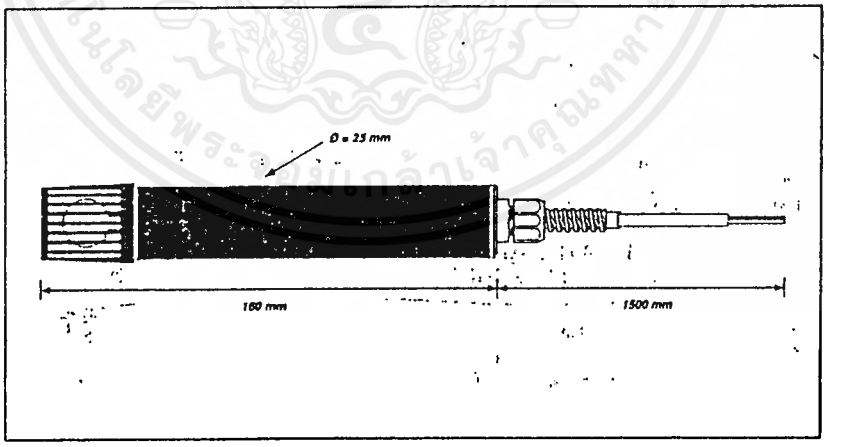
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 แสดงวงจรของ ADC0804

3.1.3 รายละเอียดเกี่ยวกับ Relative Humidity Sensor

โครงสร้างของเซ็นเซอร์ แสดงได้ดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 แสดงลักษณะโครงสร้างของเซ็นเซอร์

<u>คุณสมบัติ</u>

1.power supple 9-20 Vdc

2.กระแสไฟฟ้า 20 mA

3.ค่าความชื้นที่วัดได้อยู่ในช่วง 15-90 %RH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.ค่าความถูกต้องเท่ากับ 5%

5.สัญญาณออกเป็นค่ากระแสประมาณ 3-18 mA

6.External Load Max เท่ากับ 120 Ω

ข้อแนะนำ

1.การใช้ เซ็นเซอร์ในสภาพแวดล้อมที่อิ่มตัว เป็นช่วงเวลาครึ่งชั่วโมงหรือมากกว่าอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้ค่าความชื้นที่อ่านได้เกิดการผิดพลาด

2.เราสามารถใช้ CS111111 ช่วยและยังสามารถลดการเกาะของไอน้ำบนเซ็นเซอร์ การวัดความชื้นที่เหมาะสมควรวัดที่ความเร็ว 3 m/s (600 fpm)

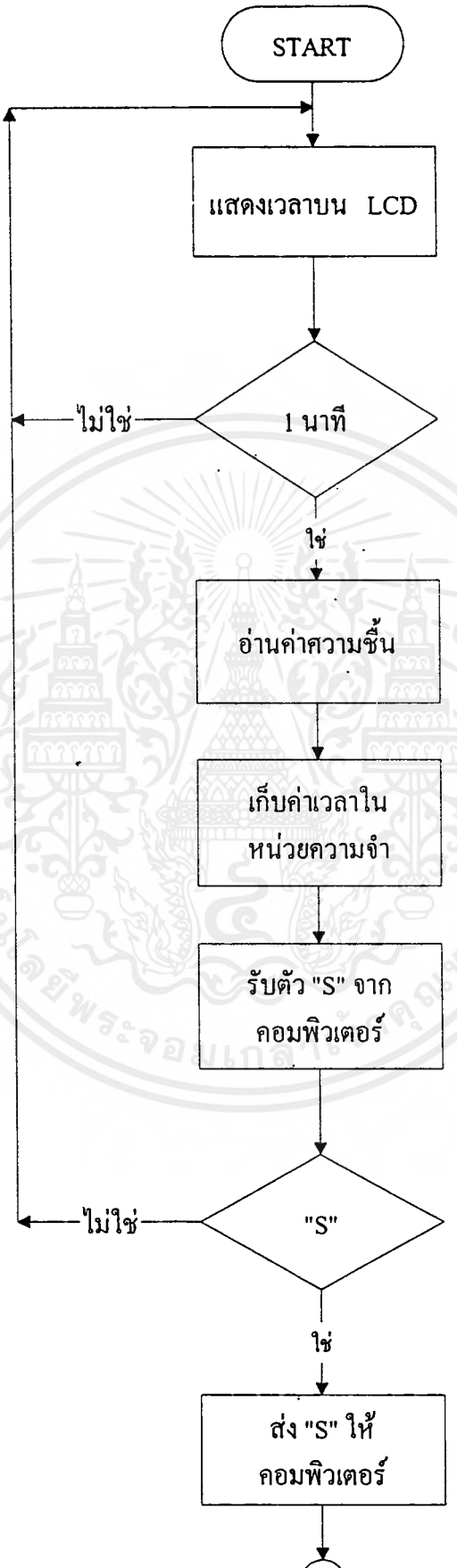
3.เวลาที่ต้องการที่จะถึงค่าที่วัดได้ 63% เกิดจากการเปลี่ยนแปลงค่าความชื้นสัมพัทธ์ตั้งแต่ 15% ถึง 90%

3.2 ซอฟต์แวร์(Software)

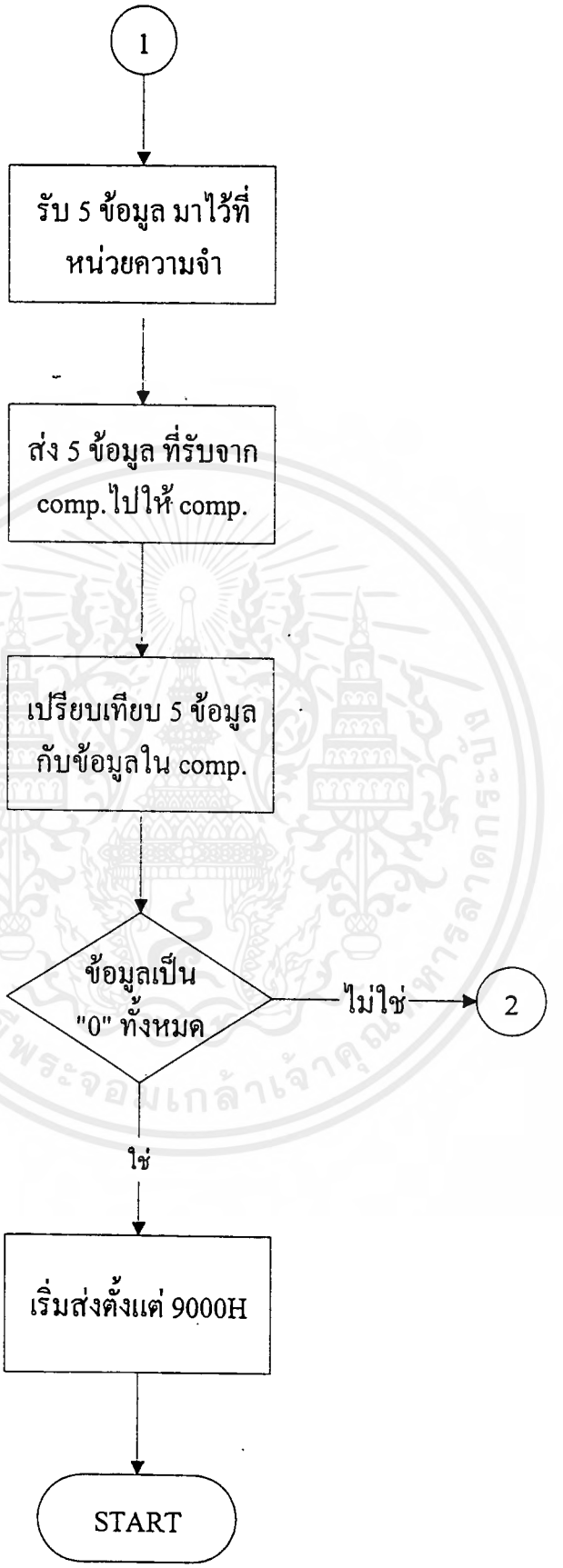
แสดง Flow chart ทั้งหมดของระบบวัดความชื้นอัตโนมัติ

3.2.1 Flow chart โปรแกรมการรับข้อมูลจาก A/D เก็บใน RAM

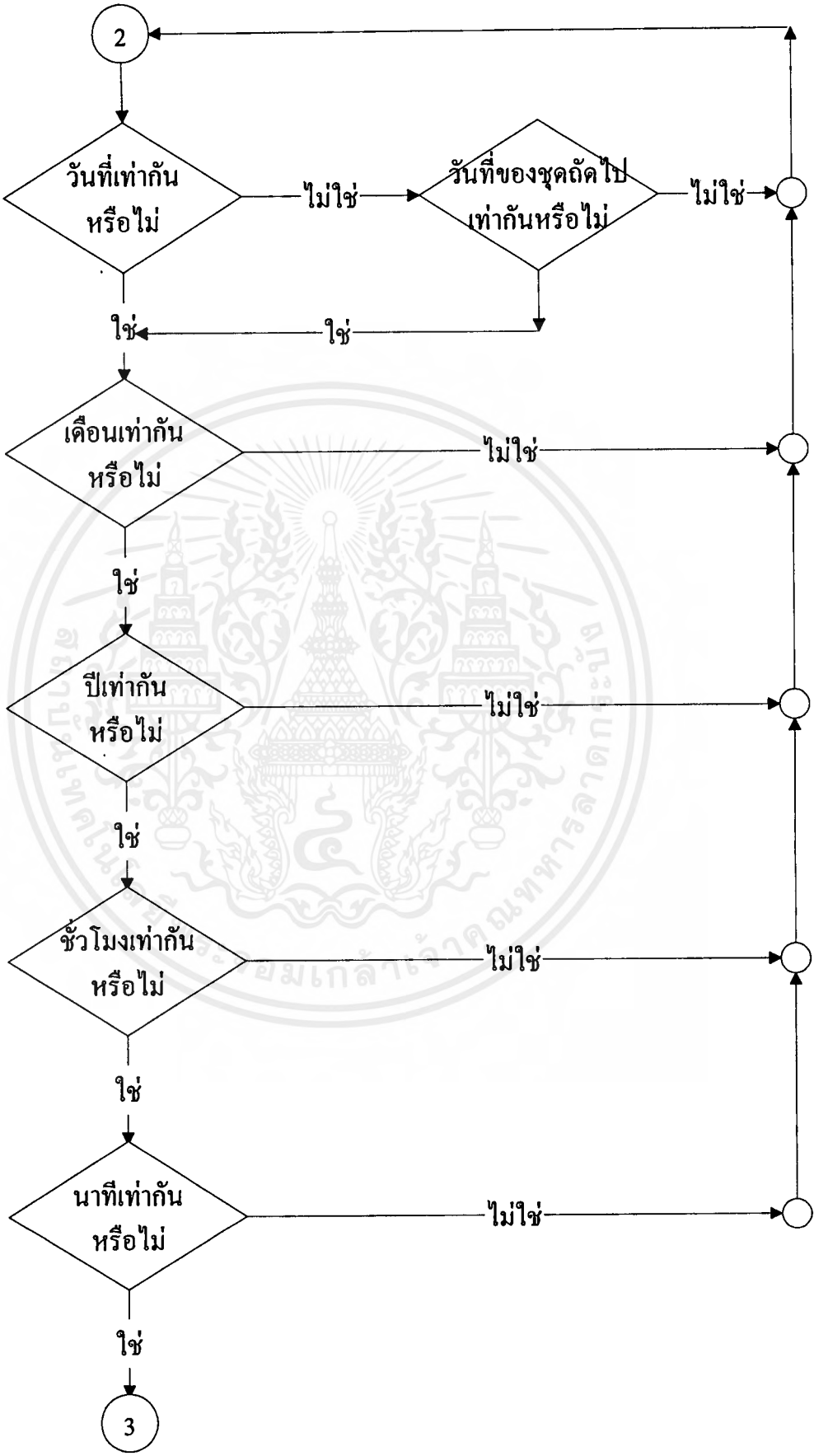
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



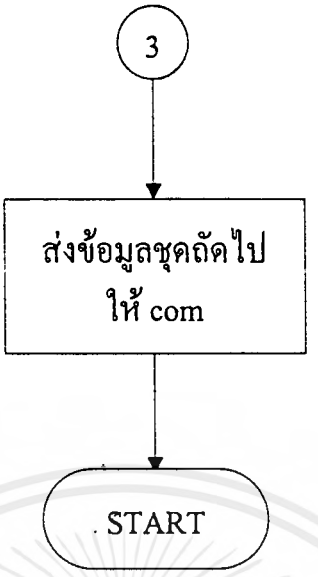
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



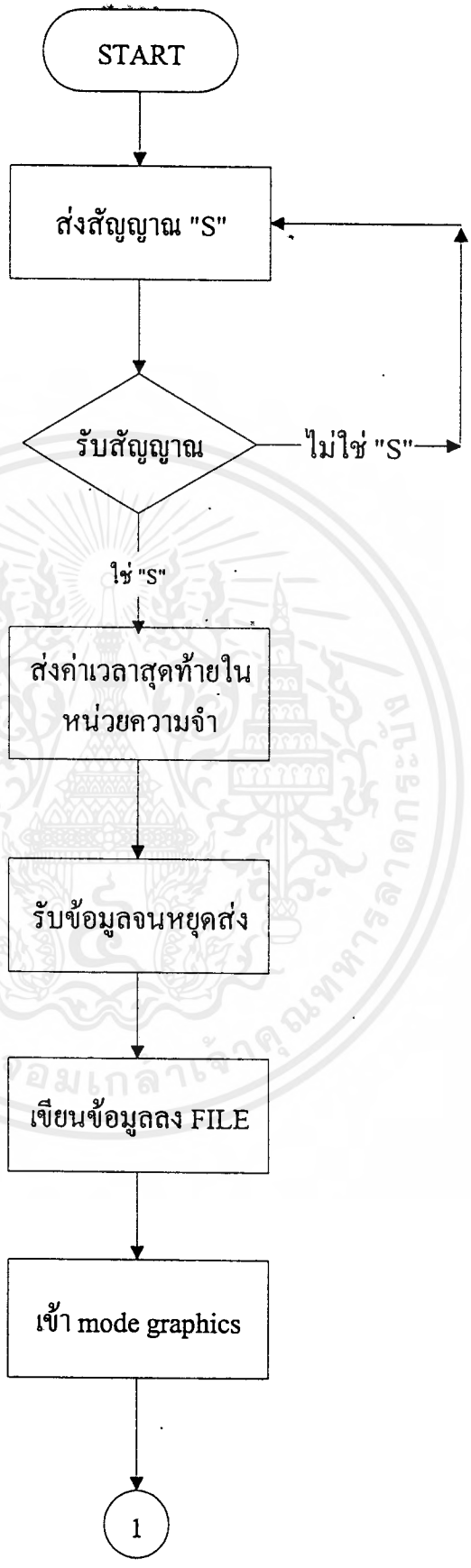
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



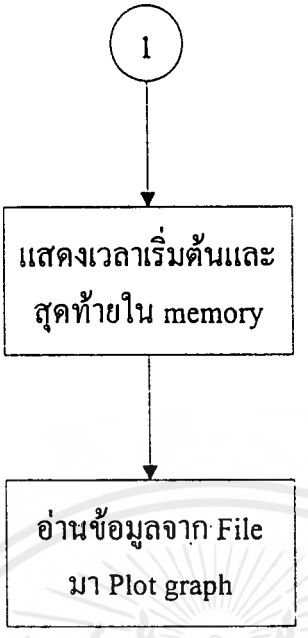
รูปที่ 3.6 Flow chart แสดงโปรแกรมการรับข้อมูลจาก A/D เก็บใน RAM

3 .2.2 Flow chart แสดงโปรแกรมการแสดงผลด้วยกราฟที่จอคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 Flow chart แสดงโปรแกรมการรับข้อมูลนำไปแสดงผลด้วยกราฟที่จอคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 การทดลองวัดค่าความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ

การทดลองแบ่งเป็น 2 ส่วน ได้แก่

4.1.1 ส่วนของการรับข้อมูลจาก A/D เก็บใน RAM

การรับข้อมูลจาก A/D มาเก็บใน RAM โดยใช้ภาษาแอสแซมบลี แสดงรายละเอียดของโปรแกรมได้ดังนี้

4.1.1.1 โปรแกรมการตั้งเวลา

ก่อนเข้าสู่โปรแกรมหลัก เราจะทำการตั้งเวลาของ RTC (Real Time Clock) ได้แก่ วันที่ เดือน ปี ชั่วโมง นาที วินาที ที่โปรแกรม INITIAL SUB

4.1.1.2 โปรแกรมหลัก

ส่วนของโปรแกรมหลักมีรายละเอียดการทำงานดังนี้

เริ่มที่ตำแหน่ง START คือนำค่าเวลาซึ่งอยู่ใน Timebuff (Timebuff เป็นที่เก็บเวลาของ RTC) ไปแสดงผลที่ LCD จนกระทั่งเวลา 1 นาที จะอ่านค่าความชื้นจาก A/D มาเก็บไว้ที่รีจิสเตอร์ภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ 8032 (R7) แล้วนำค่าเวลาและความชื้นมาเก็บไว้ที่หน่วยความจำตั้งแต่ตำแหน่งที่ 9000H - F7FFH หลังจากนั้นก็ทำการตรวจสอบ "S" ซึ่งคอมพิวเตอร์จะส่งให้ เพื่อต้องการบอกว่ากำลังจะเริ่มส่งข้อมูลให้ ถ้าตรวจสอบไม่พบ "S" ก็จะกลับไปยังตำแหน่ง START ใหม่ จนกว่าจะตรวจพบ "S" ก็จะ ทำการรับค่าข้อมูล 5 ค่า ได้แก่ วันที่ เดือน ปี ชั่วโมง นาที จากคอมพิวเตอร์ซึ่งแบ่งเป็น 2 กรณี คือ

- ถ้าข้อมูลที่คอมพิวเตอร์ส่งให้เป็น 0 ทั้งหมดก็จะทำการส่งข้อมูลในหน่วยความจำทั้งหมดไปให้ (ตั้งแต่ข้อมูลแรกจนถึงข้อมูลสุดท้าย)

- ถ้าไม่ใช่ 0 ทั้งหมด จะทำการเปรียบเทียบข้อมูลดังกล่าวกับข้อมูลที่อยู่ในหน่วยความจำแล้วส่งข้อมูลหลังจากนั้นจนกระทั่งถึงข้อมูลสุดท้ายในหน่วยความจำไปให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2ส่วนของการนำข้อมูลไปแสดงผลด้วยกราฟ

การนำข้อมูลไปแสดงผลด้วยกราฟ โดยใช้ภาษาซี แสดงรายละเอียดของการใช้โปรแกรมได้ดังนี้

1.เมื่อ Run Program แล้วจะส่งค่าเวลาสุดท้ายในหน่วยความจำเพื่อให้คอนโทรลเลอร์ส่งข้อมูลที่เวลาต่อจากนั้นมาที่คอมพิวเตอร์

2.ถ้าในหน่วยความจำไม่มีข้อมูล จะส่งค่า 00000 ไปให้ไมโครคอนโทรลเลอร์

3.รับข้อมูลจากคอนโทรลเลอร์ แล้วนำมาเขียนใน File ต่อจากข้อมูลเดิม เมื่อจอแสดงข้อมูลที่รับเข้ามาจนหยุดแล้วกดคีย์ใดๆเพื่อให้ทำงานในขั้นต่อไป

4.เข้าสู่ Mode Menu โดยจะแสดงค่าเวลาแรกสุดในหน่วยความจำและเวลาสุดท้ายในหน่วยความจำ และเลือกได้ 3 Mode คือ

- ถ้ากด 1 จะทำการพิมพ์ค่าเวลาและค่าความชื้นทั้งหมดในหน่วยความจำ
- ถ้ากด 2 เข้า Mode Plot Graph โดยขั้นแรกจะเติมค่า Step ที่จะ Plot Graph (เป็นนาที) เมื่อเติมค่า และจะทำการ Plot Graph โดยจะ Plot ได้ 20 ค่าต่อครั้ง แกน Y เป็น % ความชื้นสัมพัทธ์ แกน X เป็นค่าเวลา (นาที) โดยด้านล่างของกราฟจะแสดงเวลา (วัน/เดือน/ปี/ชั่วโมง/นาที) ของค่าที่เริ่มต้น Plot และค่าสุดท้ายที่ Plot Graph

ต่อมาคือเป็นการเลื่อนข้อมูลที่จะนำมา Plot โดยถ้าเลือก + จะ Plot ข้อมูลต่อจากครั้งที่แล้ว เลือก - จะPlot ข้อมูลก่อนหน้าจากครั้งที่แล้ว ถ้ากดปุ่มอื่นจะออกจากโปรแกรม

- ถ้ากด 3 จะออกจากโปรแกรม

4.2 ผลการทดลองการวัดค่าความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ

จากการทดลองได้ทำการเก็บค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ในระยะเวลาที่ทำการทดลองจะทำการเปลี่ยนแปลงค่าความชื้นของสัมพัทธ์ของอากาศเอง โดยให้ค่าความชื้นเพิ่มขึ้นและลดลง ความสัมพันธ์ของเวลาและค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศแสดงได้ดังตาราง

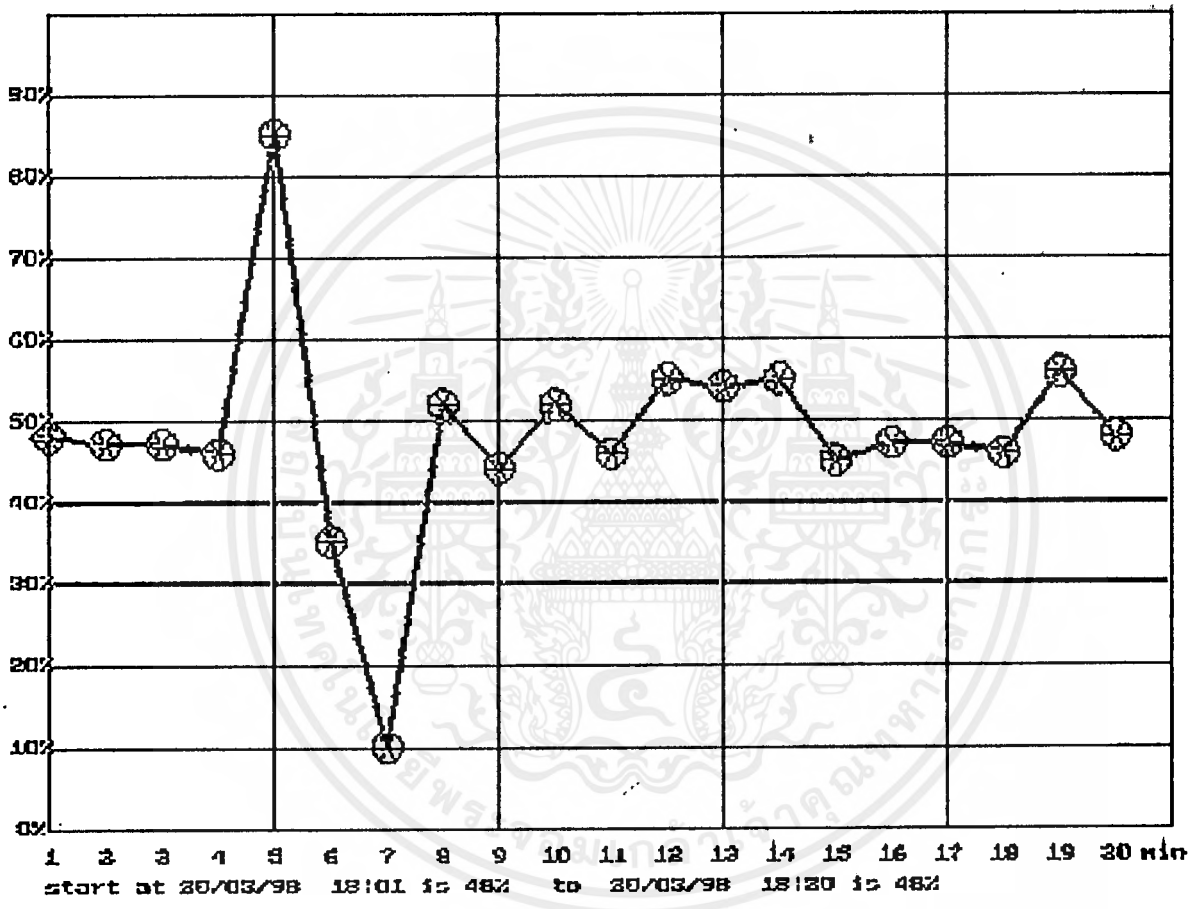
ตารางที่4.1 แสดงส่วนหนึ่งของค่าความชื้นและเวลาในหน่วยความจำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วันที่	เวลา	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)
20 / 3 / 1998	18.01	48
20 / 3 / 1998	18.02	47
20 / 3 / 1998	18.03	47
20 / 3 / 1998	18.04	46
20 / 3 / 1998	18.05	85
20 / 3 / 1998	18.06	35
20 / 3 / 1998	18.07	10
20 / 3 / 1998	18.08	52
20 / 3 / 1998	18.09	44
20 / 3 / 1998	18.10	52
20 / 3 / 1998	18.11	46
20 / 3 / 1998	18.12	55
20 / 3 / 1998	18.13	54
20 / 3 / 1998	18.14	55
20 / 3 / 1998	18.15	45
20 / 3 / 1998	18.16	47
20 / 3 / 1998	18.17	47
20 / 3 / 1998	18.18	46
20 / 3 / 1998	18.19	56
20 / 3 / 1998	18.20	48

จากตารางนำความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและค่าความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศแสดงด้วยกราฟได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟที่ 4.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและค่าความชื้นตามตารางการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองสามารถสรุปผลการทดลองได้ดังนี้

1. ไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถเก็บค่าความชื้นได้ตลอดเวลาโดยที่ไม่ต้องติดต่อกับคอมพิวเตอร์ (Stand by) ได้นานที่สุด 88 ชั่วโมง โดยที่ข้อมูลไม่มีการสูญหายและสามารถเพิ่มหน่วยความจำภายนอกเพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลได้อีก 32 กิโลไบท์หรือเก็บเพิ่มได้อีก 88 ชั่วโมง

2. เซ็นเซอร์ที่ใช้สามารถวัดค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศได้ในช่วง 15% - 90%

3. สามารถวัดสูงสุด Step ละ 0.35 % แต่เพื่อความสะดวกในการเก็บข้อมูลและการพล็อตกราฟจึงวัด Step ละ 1%

4. กราฟสามารถแสดงผลได้ครั้งละ 20 ค่า โดยแต่ละช่วงสามารถกำหนดได้จากการป้อนค่าให้กับคอมพิวเตอร์ ค่าที่ละเอียดที่สุดคือช่วงละ 1 นาที

5. จากตารางสามารถเปรียบเทียบค่าความชื้นจากการทดลองกับค่าความชื้นที่วัดโดยเครื่องวัดความชื้นมาตรฐาน (Hygrometer) ได้ดังนี้

วันที่	เวลา	ความชื้นสัมพัทธ์ (%) จากการทดลอง	ความชื้นสัมพัทธ์(%) จากเครื่องมือวัดมาตรฐาน	% ความผิดพลาด
20 / 3 / 1998	18.01	48	45	6.67
20 / 3 / 1998	18.02	47	46	2.17
20 / 3 / 1998	18.03	47	47	0
20 / 3 / 1998	18.04	46	43	6.97
20 / 3 / 1998	18.05	85	87	1.15
20 / 3 / 1998	18.06	35	40	12.50
20 / 3 / 1998	18.07	10	10	0
20 / 3 / 1998	18.08	52	50	4
20 / 3 / 1998	18.09	44	45	2.22
20 / 3 / 1998	18.10	52	55	5.45
20 / 3 / 1998	18.11	46	45	2.22
20 / 3 / 1998	18.12	55	55	0
20 / 3 / 1998	18.13	54	55	1.81

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

20 / 3 / 1998	18.14	55	56	1.78
20 / 3 / 1998	18.15	45	46	2.17
20 / 3 / 1998	18.16	47	46	2.17
20 / 3 / 1998	18.17	47	50	6
20 / 3 / 1998	18.18	46	43	6.97
20 / 3 / 1998	18.19	56	58	3.44
20 / 3 / 1998	18.20	48	51	5.88

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

โปรแกรมการทำงานในส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์ 8032 โดยใช้ภาษาแอสแซมบลี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
LCDWRC    EQU  0FA00H  ;LCD WRITE CONTROL
LCDRDC    EQU  0FA01H  ;LCD READ  CONTROL (BUSY CHECK)
LCDWRD    EQU  0FA02H  ;LCD WRITE DATA
LCDRDD    EQU  0FA03H  ;LCD READ  DATA

PORTA     EQU 0F800H     ;SET PORT 8255
PORTB     EQU 0F801H
PORTC     EQU 0F802H
CONRE     EQU 0F803H

RTCDAT    EQU  P1.4      ;SET PORT RTC
RTCCLK    EQU  P1.5
RTCRST    EQU  P1.6

ORG       00H
DS        8
STACK:    DS 24          ;SET STACK

ORG       2AH            ;SAVE DATA FROM  COMPUTER FOR
ADDRESS2:   DS 7         ;COMPARE WITH DATA IN MEMMORY

ORG       31H            ;SAVE OLD TIME AND COUNTER  BEFORE
BUFFER:     DS 5         ;CHECK 1 MINUTE  FOR ONE SECOND SUB


ORG       36H            ;SAVE DATE,MONTH,YEAR,HOUR
TIMBUF:     DS 6         ;MINUTE,SECOND FOR RTC


ORG       3CH            ;SAVE DPH AND DPL OF ADDRESS DATA
ADDRESS:    DS 2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        ORG     3EH                 ;SAVE DPH AND DPL OF ADDRESS SERIAL
        ADDRESS1:   DS 2


;*****************START PROGRAM*******************

        ORG   0000H

        MOV   SP,#STACK
        MOV   A,#90H                ;SET START ADDRESS OF DATA
        MOV   ADDRESS,A
        MOV   A,#00H
        MOV   ADDRESS+1,A
        MOV   A,#90H                ;SET START ADDRESS OF SERAIL
        MOV   ADDRESS1,A
        MOV   A,#00H
        MOV   ADDRESS1+1,A
        MOV   ADDRESS3,#00H

        MOV   SCON,#52H             ;INITIAL SERIAL PORT
        MOV   TMOD,#20H
        MOV   PCON,#00H
        MOV   TH1,#0FDH             ;9600 BPS
        SETB  TR1

        LCALL INITIAL
        LCALL LCDINI                ;SET LCD

START:  LCALL MAIN
            LCALL ONESE
WAIT:   LCALL MAIN                  ;DISPLAY TIME TO LCD
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 MOV   A,TIMBUF+5          ;CHECK  1 MINUTE
 CJNE  A,BUFFER+1,WAIT
 LCALL MAIN1               ;READ MOISTURE FROM A\D
 LCALL MAIN2               ;STORE TIME AND MOISTURE IN MEMORY
 LCALL RE_S                ;CHECK COMPUTER SEND " S " ?
 MOV   R7,A
 CJNE  R7,#'S',START
 MOV   A,R7                ;SEND " S " TO COMPUTER
 LCALL SEND
 LCALL DELAY

 MOV   A,#0FFH
 MOV   ADDRESS2+0,A
 MOV   A,#0FFH
 MOV   ADDRESS2+1,A
 MOV   A,#0FFH
 MOV   ADDRESS2+2,A
 MOV   A,#0FFH
 MOV   ADDRESS2+3,A
 MOV   A,#0FFH
 MOV   ADDRESS2+4,A

 LCALL RE                  ;RECIEVE 5 DATA FROM COMPUTER
 MOV   ADDRESS2+0,A        ;START FIRST DATA FROM COMPUTER

 LCALL RE
 MOV   ADDRESS2+1,A

 LCALL RE
 MOV   ADDRESS2+2,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
LCALL RE
MOV   ADDRESS2+3,A

LCALL RE
MOV   ADDRESS2+4,A

LCALL RE
MOV   ADDRESS2+5,A        ;LAST DATA FROM COMPUTER
LCALL DELAY


MOV   A,ADDRESS2+1        ;SEND 5 DATA TO RECIEVE FROM COM
LCALL SEND                ;START FIRST TO SEND
LCALL DELAY

MOV   A,ADDRESS2+2
LCALL SEND
LCALL DELAY
LCALL DELAY
LCALL DELAY

MOV   A,ADDRESS2+3
LCALL SEND
LCALL DELAY

MOV   A,ADDRESS2+4
LCALL SEND
LCALL DELAY

MOV   A,ADDRESS2+5                ;LAST DATA TO SEND
LCALL SEND
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        LCALL  DELAY


COMPARE: MOV    A,#0H                   ;COMPARE DATA FROM COMPUTER
         CJNE   A,ADDRESS2+1,COMPARE11  ;THEY ARE DATA "0" TOTAL ?
         MOV    A,#0H
         CJNE   A,ADDRESS2+2,COMPARE11
         MOV    A,#0H
         CJNE   A,ADDRESS2+3,COMPARE11
         MOV    A,#0H
         CJNE   A,ADDRESS2+4,COMPARE11
         MOV    A,#0H
         CJNE   A,ADDRESS2+5,COMPARE11


         MOV    DPTR,#9000H
         MOVX   A,@DPTR
         LJMP   TRAN

COMPARE11:MOV   DPTR,#9000H
COMPARE1: MOVX  A,@DPTR
         CJNE   A,ADDRESS2+1,TEST1      ;COMPARE DATE
         INC    DPTR
         MOVX   A,@DPTR
         CJNE   A,ADDRESS2+2,TEST2      ;COMPARE MONTH
         INC    DPTR
         MOVX   A,@DPTR
         CJNE   A,ADDRESS2+3,TEST3      ;COMPARE YEAR
         INC    DPTR
         MOVX   A,@DPTR
         CJNE   A,ADDRESS2+4,TEST4      ;COMPARE HOUR
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        INC   DPTR
        MOVX  A,@DPTR
        CJNE  A,ADDRESS2+5,TEST5          ;COMPARE MINUTE
        INC   DPTR
        INC   DPTR
        INC   DPTR
        MOVX  A,@DPTR

TRAN:   LCALL SERIAL                      ;TRANMISSION DATA TO COMPUTER
        MOV   A,DPL
        CJNE  A,ADDRESS+1,TRAN
        MOV   A,DPH
        CJNE  A,ADDRESS+0,TRAN
        LJMP  START

DELAY:  MOV   R6,#0FFH
CON1:   DJNZ  R6,CON2
        RET
CON2:   MOV   R7,#0FFH
        DJNZ  R7,$
        SJMP  CON1


TEST1:  INC DPTR
        INC DPTR
        INC DPTR
        INC DPTR
        INC DPTR
        INC DPTR
        INC DPTR
        LJMP COMPARE1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
TEST2:  INC DPTR
        INC DPTR
        INC DPTR
        INC DPTR
        INC DPTR
        INC DPTR
        LJMP COMPARE1
TEST3:  INC DPTR
        INC DPTR
        INC DPTR
        INC DPTR
        INC DPTR
        LJMP COMPARE1
TEST4:  INC DPTR
        INC DPTR
        INC DPTR
        INC DPTR
        LJMP COMPARE1
TEST5:  INC DPTR
        INC DPTR
        INC DPTR
        LJMP COMPARE1


;******************DISPLAY TIME SUB******************

MAIN:   MOV   A,#80H            ;SET BUFFER LINE 1
        LCALL  LCDWI
        LCALL  TIMERD
        MOV   A,TIMBUF+3        ;DISPLAY HOUR
        LCALL  LCDDPA
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      MOV   A,#':'
      LCALL LCDWD
      MOV   A,TIMBUF+4          ;DISPLAY MINUTE
      LCALL LCDDPA
      MOV   A,#':'
      LCALL LCDWD
      MOV   A,TIMBUF+5          ;DISPLAY SECONDS
      LCALL LCDDPA
      MOV   A,#0C0H             ;SET BUFFER LINE 2
      LCALL LCDWI
      LCALL TIMERD
      MOV   A,TIMBUF+0          ;DISPLAY DATE
      LCALL LCDDPA
      MOV   A,#':'
      LCALL LCDWD
      MOV   A,TIMBUF+1          ;DISPLAY MONTH
      LCALL LCDDPA
      MOV   A,#':'
      LCALL LCDWD
      MOV   A,TIMBUF+2          ;DISPLAY YEAR
      LCALL LCDDPA
      RET

;******** LCDINI SUB *********
;INITAIL FOR LCD 1 LINE 16 CHAR
LCDINI: MOV   A,#00111000B      ;FUNCTION SET
      LCALL LCDWI
      MOV   A,#00001100B        ;DISPLAY ON/OFF
      LCALL LCDWI
LCDCLR: MOV   A,#01H            ;CLEAR
      LCALL LCDWI
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        RET


;******* LCDDPA SUB ********
;DISPLAY DATA FROM A TO LCD
LCDDPA:  ACALL  HTOA
        MOV    A,R2
        ACALL  LCDWD
        MOV    A,R3
        ACALL  LCDWD
        RET

;******* HTOA.SUB ************
;CONVERT HEXADECIMAL TO ASCII CODE
;IN = A
;OUT = R2,R3
HTOA:   PUSH   ACC
        SWAP   A
        ACALL  HTOAS
        MOV    R2,A
        POP    ACC
        ACALL  HTOAS
        MOV    R3,A
        RET
HTOAS:  ANL    A,#0FH
        ORL    A,#30H
        RET

; ********** LCDWI SUB **********
; LCD WRITE INSTRUCTION (RS=0)
; IN = A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
; REG = A

LCDWI:  PUSH  DPH
        PUSH  DPL
        MOV   DPTR,#LCDWRC
        MOVX  @DPTR,A
        ACALL LCDBY
        POP   DPL
        POP   DPH
        RET

; ********** LCDWD SUB **********
; LCD WRITE DATA (RS=1)
; IN  = A
; REG = A

LCDWD:  PUSH  DPH
        PUSH  DPL
        MOV   DPTR,#LCDWRD
        MOVX  @DPTR,A
        ACALL LCDBY
        POP   DPL
        POP   DPH
        RET

;********* LCDBY SUB *********
;LCD WAIT FOR BUSY
LCDBY:  PUSH  DPH
        PUSH  DPL
        MOV   DPTR,#LCDRDC
BUSY:   MOVX  A,@DPTR           ;WAIT FOR BF=0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    JB   ACC.7,BUSY
    POP  DPL
    POP  DPH
    RET


; ********** RTCRD SUB **********
; READ SINGLE BYTE FROM DS1202
; IN  = R2 COMMAND
; OUT = R3 DATA
; REG = A,R2,R3,R4,R5

RTCRD:  CLR  RTCCLK          ;CLK=0
    CALL  RTCDL
    SETB  RTCRST             ;RST=1
    CALL  RTCDL
    MOV   A,R2               ;COMMAND
    CALL  RTCWRC

    MOV   R4,#8              ;READ DATA
    CLR   A
RTCRD1: CLR  RTCCLK
    CALL  RTCDL
    MOV   C,RTCDAT
    RRC   A
    SETB  RTCCLK
    CALL  RTCDL
    DJNZ  R4,RTCRD1
    MOV   R3,A

    CLR   RTCRST             ;RST=0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        CALL  RTCDL
        RET


; ********** TIMERD SUB **********
; READ RTC -> TIMBUF
; OUT = TIMBUF
; REG = A,R2,R3,R4,R5

TIMERD: MOV   R2,#87H          ;DATE
        CALL  RTCRD
        MOV   TIMBUF,R3
        MOV   R2,#89H          ;MONTH
        CALL  RTCRD
        MOV   TIMBUF+1,R3
        MOV   R2,#8DH          ;YEAR
        CALL  RTCRD
        MOV   TIMBUF+2,R3

        MOV   R2,#85H          ;HOUR
        CALL  RTCRD
        MOV   TIMBUF+3,R3
        MOV   R2,#83H          ;MINUTE
        CALL  RTCRD
        MOV   TIMBUF+4,R3
        MOV   R2,#81H          ;SECOND
        CALL  RTCRD
        MOV   TIMBUF+5,R3
        RET
; **********INITAIL TIME SUB ***************
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
INITIAL: MOV   TIMBUF+0,#28H       ;SET DATE
     MOV   TIMBUF+1,#01H       ;SET MOUNTH
     MOV   TIMBUF+2,#98H       ;SET YEAR
     MOV   TIMBUF+3,#21H       ;SET HOUR
     MOV   TIMBUF+4,#33H       ;SET MINUTE
     MOV   TIMBUF+5,#00H       ;SET SECOND
     CLR   RTCCLK
     CLR   RTCRST
     MOV   R2,#0
     DJNZ  R2,$

     LCALL  TIMEWR

     RET

;********** TIMEWR SUB **********
; WRITE TIMBUF -> RTC
; IN  = TIMBUF
; REG = A,R2,R3,R4,R5

TIMEWR:  MOV   R2,#8EH            ;WRITE PROTECT = 0
     MOV   R3,#0
     CALL  RTCWR

     MOV   R2,#86H            ;DATE
     MOV   R3,TIMBUF
     CALL  RTCWR
     MOV   R2,#88H            ;MONTH
     MOV   R3,TIMBUF+1
     CALL  RTCWR
     MOV   R2,#8CH            ;YEAR
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    MOV   R3,TIMBUF+2
    CALL  RTCWR

    MOV   R2,#84H          ;HOUR
    MOV   R3,TIMBUF+3
    CALL  RTCWR
    MOV   R2,#82H          ;MINUTE
    MOV   R3,TIMBUF+4
    CALL  RTCWR
    MOV   R2,#80H          ;SECOND
    MOV   R3,TIMBUF+5
    CALL  RTCWR

    MOV   R2,#8EH          ;WRITE PROTECT = 1
    MOV   R3,#80H
    CALL  RTCWR
    RET

; ********** RTCWR SUB **********
; WRITE SINGLE BYTE TO DS1202
; IN  = R2 COMMAND
;     R3 DATA
; REG = A,R2,R3,R4,R5

RTCWR:  CLR   RTCCLK           ;CLK=0
    CALL  RTCDL
    SETB  RTCRST               ;RST=1
    CALL  RTCDL
    MOV   A,R2                 ;COMMAND
    CALL  RTCWRC
    MOV   A,R3                 ;DATA
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        CALL  RTCWRC
        CLR   RTCRST            ;RST=0
        CALL  RTCDL
        RET

RTCWRC: MOV   R4,#8             ;WRITE COMMAND/DATA
RTCWRC1: RRC  A
        MOV   RTCDAT,C
        SETB  RTCCLK            ;RISING EDGE CLOCK
        CALL  RTCDL
        CLR   RTCCLK
        CALL  RTCDL
        DJNZ  R4,RTCWRC1
        RET

RTCDL:  MOV   R5,#4             ;DELAY
        DJNZ  R5,$
        RET

;*************** GET DATA FROM A/D TO MICROCONTROLER SUB*****************


MAIN1:  MOV DPTR,#CONRE         ;SEND CONTROL WORD
        MOV A,#98H
        MOVX @DPTR,A



        MOV DPTR,#PORTC         ;SEND VALUE TO LOWER PORTC (WR=1)
        MOV A,#01H
        MOVX @DPTR,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
INTER:  MOVX A,@DPTR            ;CHECK INTERRUPT FROM  UPPER PORTC
        JB 4,INTER


        MOV DPTR,#PORTA         ;INPUT DATA FROM PORTA TO R7
        MOVX A,@DPTR
        MOV R7,A

        MOV DPTR,#PORTC         ;RESET A/D.
        MOV A,#00H
        MOVX @DPTR,A

        RET

;************** SAVE MOISTURE AND TIME SUB*************
;STORE TIME AND MOISTURE TO MEMORY
;START AT 9000H

MAIN2:  MOV     A,ADDRESS
        MOV     DPH,A
        MOV     A,ADDRESS+1
        MOV     DPL,A
BACK1:  MOV     A,TIMBUF+0      ;DATE
        MOVX    @DPTR,A
        INC     DPTR
        MOV     A,TIMBUF+1      ;MONTH
        MOVX    @DPTR,A
        INC     DPTR
        MOV     A,TIMBUF+2      ;YEAR
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    MOVX    @DPTR,A
    INC     DPTR
    MOV     A,TIMBUF+3          ;HOUR
    MOVX    @DPTR,A
    INC     DPTR
    MOV     A,TIMBUF+4          ;MINUTE
    MOVX    @DPTR,A
    INC     DPTR
    MOV     A,TIMBUF+5          ;SECOND
    MOVX    @DPTR,A
    INC     DPTR
    MOV     A,R7                ;MOISTURE
    MOVX    @DPTR,A
    INC     DPTR

    MOV     A,DPH
    MOV     ADDRESS,A
    MOV     A,DPL
    MOV     ADDRESS+1,A
    RET


;************ONE SECOND  SUB***********
;PROGRAM FOR  DELAY 1 SECOND
;TIME ARE 7+(4*250) CYCLE

ONESE: MOV A,TIMBUF+4               ;GET MINUTE
    MOV BUFFER,A
    MOV A,TIMBUF+5                  ;GET SECOND
    MOV BUFFER+1,A
    MOV BUFFER+2,#0FAH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    MOV BUFFER+3,#0FAH
    MOV BUFFER+4,#4H

LOOP:  NOP
    NOP
    DJNZ BUFFER+2,LOOP

    DJNZ BUFFER+3,LOOP          ;TIME X 250

    DJNZ BUFFER+4,LOOP          ;TIME X 250 X 4

    RET


;THIS PROGRAMME WILL TRANSMISSION DATA TO COMPUTE BY SERIAL PORT

;*****************MAIN OF SERIAL PORT PROGRAMME*******************
;R6=VALUE SEQUENCE OF DATA

SERIAL: MOV R6,#00H
START1: MOVX A,@DPTR
    LCALL TRAN1
    LCALL TRAN2
    INC R6
    INC DPTR
    CJNE R6,#07H,START1

    RET

;**************TRANMISSION LOWER 4 BIT OF DATA SUB**************
TRAN1:  PUSH ACC
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    ANL A,#0FH
    LCALL SWAP
    ORL A,R6
    LCALL SEND
    POP ACC
    RET

;**************TRANMISSION UPPER 4 BIT OF DATA SUB***************
TRAN2:  PUSH ACC
    ANL A,#0F0H
    SWAP A
    ORL A,R6
    ORL A,#80H
    LCALL SEND
    LCALL SWAP
    POP ACC
    RET

;**************EXCHENGE BETWEEN 4 UPPER BIT AND 4 LOWER BIT   SUB**********
SWAP:PUSH ACC
    MOV A,R6
    SWAP A
    MOV R6,A
    POP ACC
    RET

;**************FREE SBUF SUB***************
SEND:  MOV SBUF,A
    JNB TI,$
    CLR TI
    RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;************RECEIVE "S"  SUB***************
RE_S:  JNB RI,RE_END
       MOV A,SBUF
       CLR RI
RE_END: RET

;************RECEIVE  SUB****************
RE:    JNB RI,$
       MOV A,SBUF
       CLR RI
       RET

       END
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

โปรแกรมการทำงานในส่วนของคอมพิวเตอร์โดยใช้ภาษาซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <conio.h>
#include <bios.h>
#define  portno 0  /*for com1 */
#include <stdarg.h>
#include <graphics.h>
#include <dos.h>
#include "gprint.i"
FILE *datafile;

void printmem(void);
int GraphDriver;
int GraphMode;
int Errorcode=0;
void *grimage[3];
int c,t,i,e,d,f,g,h,max;
char ch[3];
struct datatype { unsigned char date,month,year,hour,min,sec,value;}block;
struct gpointtype { unsigned char date,month,year,hour,min,sec,value;};
struct gpointtype gpoint[20];
        void    Line_Graph(struct gpointtype point[],int val );
        void    Initialize(void);
        void    Create_Images(void);
        void    Pause(void);
        void    closegraph(void);

  char num,cho;
  unsigned char chr,datain,data,datal,datah,year,month,min,hour,pass;
        int result,status,count,chk,check,date,a,b;
  main(void)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
{
        clrscr();
        datafile=fopen("varh.dat","ab+");
        if (datafile==NULL)
    {
        printf("could not open valueRH.dat file\n");
        getch();
        exit(1);
    }

        _bios_serialcom(_COM_INIT,portno,
        _COM_9600|_COM_STOP1|_COM_NOPARITY|_COM_CHR8);

        printf("                WAIT FOR INPUT\n");

        for (;;)
  {
                if (kbhit())
                {
                if (getch() == 27)   /* ESC */
                {
                fclose(datafile);
                 exit(0);
                }
                }
             (unsigned char) _bios_serialcom(_COM_SEND,portno,'s');
            status =_bios_serialcom(_COM_STATUS,portno,0);
          if(!(status & 256))      /* check bit 0 in high byte*/
            continue;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        chr = (unsigned char)_bios_serialcom(_COM_RECEIVE,portno,0);

      if(!(chr==(char)'s'))
      continue;
      fseek(datafile,-(sizeof(struct datatype)*1L),SEEK_END);
      if(fread(&block,sizeof(struct datatype),1,datafile))
      {
       delay(500);
       (unsigned char)_bios_serialcom(_COM_SEND,portno,block.date);
       (unsigned char)_bios_serialcom(_COM_SEND,portno,block.month);
       (unsigned char)_bios_serialcom(_COM_SEND,portno,block.year);
       (unsigned char)_bios_serialcom(_COM_SEND,portno,block.hour);
       (unsigned char)_bios_serialcom(_COM_SEND,portno,block.min);
            }
           else
            {
       delay(500);
       (unsigned char)_bios_serialcom(_COM_SEND,portno,0);
       (unsigned char)_bios_serialcom(_COM_SEND,portno,0);
       (unsigned char)_bios_serialcom(_COM_SEND,portno,0);
       (unsigned char)_bios_serialcom(_COM_SEND,portno,0);
       (unsigned char)_bios_serialcom(_COM_SEND,portno,0);
       }
       break;

  }//end of for1
  fclose(datafile);
printf(" send 5 data finish\n");
        for (;;)
  {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    if (kbhit())
                    {
                    if (getch() == 27)
                    {
                    fclose(datafile);
                     exit(0);
                    }
                    }
status =_bios_serialcom(_COM_STATUS,portno,0);
        if(!(status & 256))      /* check bit 0 in high byte*/
                continue;

                for(pass=0;pass<5;pass++)
                {
chr = (unsigned char)_bios_serialcom(_COM_RECEIVE,portno,0);
printf("time is  %x\n",chr);
                }

datafile = fopen("varh.dat","ab+");

        printf("now loading data \n");
                b=1;
                c=0;
                do
                {
                        count=0;
                      do
                      {
                              if (kbhit())
                              {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                b=0;
                c=c+11;
                break;
                        }

        status =_bios_serialcom(_COM_STATUS,portno,0);
if(!(status & 256))      /* check bit 0 in high byte*/
        continue;

chr = (unsigned char)_bios_serialcom(_COM_RECEIVE,portno,0);
data = chr;
chr = (chr>>4)&0x07;
        switch (chr)
                {
                case 0:{
                datain=data & 0x0f;
                chk =data & 0x80;
                if(chk==0) datal=datain;
                        else datah=datain<<4;
                block.date= datal|datah;
                }
                break;
                case 1:{
                datain=data & 0x0f;
                chk =data & 0x80;
                if(chk==0) datal=datain;
                        else datah=datain<<4;
                block.month= datal|datah;
                }
                break;
                case 2:{
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
datain=data & 0x0f;
chk =data & 0x80;
if(chk==0) datal=datain;
        else datah=datain<<4;
block.year= datal|datah;
 }
 break;
case 3:{
datain=data & 0x0f;
chk =data & 0x80;
if(chk==0) datal=datain;
        else datah=datain<<4;
block.hour= datal|datah;
 }
 break;
case 4:{
datain=data & 0x0f;
chk =data & 0x80;
if(chk==0) datal=datain;
        else datah=datain<<4;
block.min= datal|datah;
 }
 break;
case 5:{
datain=data & 0x0f;
chk =data & 0x80;
if(chk==0) datal=datain;
        else datah=datain<<4;
block.sec= datal|datah;
 }
 break;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                case 6:{
                datain=data & 0x0f;
                chk =data & 0x80;
                if(chk==0) datal=datain;
                        else datah=datain<<4;
                block.value= datal|datah;
                }
                break;


                default:{printf("input error don't in case\n");
                                fclose(datafile);
                                getch();
                                exit(1);
                                }
                }//end of switch case
                count++;
                }while(count<14);          /*end 14 loop*/
                if(c<10)
                {
printf("data is %x/%x/%x  %.2x:%.2x:%.2x = %u%\n",block.date,block.month
                        ,block.year,block.hour,block.min,block.sec,block.value);
                fwrite(&block,sizeof(struct datatype),1,datafile);
                                }
                }while(b);
                break;
        } //for loop2
          fclose(datafile);
                getch();
         datafile=fopen("varh.dat","ab+");
         if (datafile==NULL)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        {
                printf("could not open valueRH.dat file\n");
                exit(1);
        }
    do
        {
                clrscr();
                printf("\n*********************MENU*********************\n\n");
                 fseek(datafile,0L,SEEK_SET);
                fread(&block,sizeof(struct datatype),1,datafile);
                printf("   FIRST TIME IN MEMORY   %x/%x/%x  %x:%x
\n",block.date,block.month
                ,block.year,block.hour,block.min);
                fseek(datafile,-(sizeof(struct datatype)*1L),SEEK_END);
                fread(&block,sizeof(struct datatype),1,datafile);
                printf("   LAST  TIME IN MEMORY   %x/%x/%x  %x:%x
\n",block.date,block.month
                ,block.year,block.hour,block.min);
                printf(" \n       CHOOSE NUMBER  \n\n  ");
                printf("  1)  SHOW ALL DATA IN MEMORY\n");
                printf("    2)  MODE PLOTGRAPH FROM MEMORY\n");
                printf("    3)  EXIT THIS PROGRAM\n ");
          num = getch();
                switch(num)
                {
                case '1': printmem();
                                break;
               case '2':
                {
          max=20;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                rewind(datafile);
        h=0;
                do
                {
                 printf(" please enter  time(minute)\n");
                 gets(ch);
                 d=atoi(ch);

                for(a=0;a<20;a++)
                {
                        b=(a*d)+h;
                        if(!fseek(datafile,(sizeof(struct datatype)*b),SEEK_SET))
                        {
                                if(fread(&block,sizeof(struct datatype),1,datafile))
                                {
                                  printf("%d)  %.2x/%.2x/%.2x  %.2x:%.2x is %u%
\n",a,block.date,block.month,
                                  block.year,block.hour,block.min,block.value);
                                  gpoint[a].date=block.date;
                                  gpoint[a].month=block.month;
                                  gpoint[a].year=block.year;
                                  gpoint[a].hour=block.hour;
                                  gpoint[a].min=block.min;
                                  gpoint[a].sec=block.sec;
                                  gpoint[a].value=block.value;
                                }

                                else
                                {
                                        printf("no such record \n");
                                        if (a<max)max=a;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    gpoint[a].date= 0;
                gpoint[a].month=0;
                gpoint[a].year= 0;
                gpoint[a].hour= 0;
                gpoint[a].min = 0;
                gpoint[a].sec=0;
                gpoint[a].value=0;
              }
          }
}
                    getch();
          Initialize();
          Create_Images();
          Line_Graph(gpoint,max);
          Pause();
          closegraph();
printf("press + change to next data\n");
printf("press - change to before data\n");
 cho=getch();
 switch(cho)
{
case'+':{h=h+20;};
            break;
case'-':{ h=h-20;};
            break;
default:{fclose(datafile);
            exit(0);
            }
}
          }while(1);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
}
                        break;
            case '3': { fclose(datafile);
                                exit(0);
                        }
            default: { printf("  PLEASE PRESS KEY  1-3\n");
                                getch();
                                }

            }
     printf("press any key to continue\n");
     getch();
     }while(1);
} //end of main

void printmem(void)
{
            int i;

            i=1;
            printf("    DATA IN MEMORY \n  ");
            fseek(datafile,0L,SEEK_SET);
            while(!feof(datafile))
     {
            if((!(i%22)==0))
            {
            if(fread(&block,sizeof(struct datatype),1,datafile))
            {
            printf("%d)  %x/%x/%x  %x:%x is        %u% \n",i,block.date,block.month,
            block.year,block.hour,block.min,block.value);
            }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                }
                else
                {
                printf("%d)  %x/%x/%x  %x:%x is       %u% \n",i,block.date,block.month,
                block.year,block.hour,block.min,block.value);
                printf(" press any key to continue \n");
                getch();
                clrscr();
                }
                i++;
        }
        getch();
}

void Initialize()
{
GraphDriver=DETECT;
initgraph(&GraphDriver,&GraphMode,"");
Errorcode=graphresult();
if(Errorcode!=grOk)
{
 printf("graphics system error:%s\n",grapherrormsg(Errorcode));
 getch();
 exit(1);
 }
 }
 void Pause()
 {
 if(kbhit()) getch();
 getch();
 }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
void Line_Graph(struct gpointtype point[],int val )
{

int width=getmaxx(),height=getmaxy(),left=0,top=0;
int i,j,hstep,vstep,vsteps,buttom,x,y,a,b,c,d,e,Maxval=0;
double scale;
                    for(j=0;j<=20;j++)

          if (point[j].value>Maxval)Maxval=point[j].value;

                    width-=30 ;
                    hstep=width/20 ;
                    vsteps=(Maxval/10)+3;
                    vstep=height/vsteps;
                    buttom=vstep*vsteps;
                    buttom-=vstep;  //<-----------
                    scale=(double)vstep/(double)10;
                     d=25;//<---------

                    setcolor(GREEN);
                              for(i=0;i<=hstep*20;i+=hstep*4)
                              line(i+d,0,i+d,buttom);//<----
                              setcolor(WHITE);
                              settextjustify(CENTER_TEXT,CENTER_TEXT);
                              settextstyle(DEFAULT_FONT,HORIZ_DIR,2);
                              for(i=0;i<=buttom;i+=vstep)
                              {


                              setcolor(BLUE);
                              line(0+d,i,hstep*20+d,i);
                              setcolor(WHITE);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
x=hstep-15;//<---------
y=i;

settextstyle(0,0,1);
gprintf(&x,&y,"%d%",((buttom-i)/vstep)*10);

}

        for(c=0;c<20;c++)//<---------- x axis
        {
        a=hstep*c+33;
        b=buttom+15;
        gprintf(&a,&b,"%x  ",point[c].min);

        }
      a=hstep*20+20;
      b=buttom+15;
      gprintf(&a,&b,"min");
     d=150;
     e=buttom+(vstep/2)+10;
gprintf(&d,&e,"start at %.2x/%.2x/%.2x  %.2x:%.2x is %u%
",point[0].date,point[0].month,
point[0].year,point[0].hour,point[0].min,point[0].value);
        f=400;
        g=buttom+(vstep/2)+10;
gprintf(&f,&g,"to  %.2x/%.2x/%.2x  %.2x:%.2x is %u% ",point[val-1].date,point[val-
1].month,
point[val-1].year,point[val-1].hour,point[val-1].min,point[val-1].value);


        i=0;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    setlinestyle(i,0,3);
                    setcolor(i+2);
                    moveto(hstep/2,buttom-scale*point[0].value);
                        for(j=0;j<=19;j++)
                        {
                        lineto(hstep/2+j*hstep+10,buttom-
scale*point[j].value);
                        putimage(getx()-10,gety()-
10,grimage[i],XOR_PUT);
                        }
                }
                void Create_Images()
                {
                int i;
                        setfillstyle(EMPTY_FILL,0);
                        setcolor(2);
                        for(i=0;i<=5;i++)
                        pieslice(10,10,i*60,(i*60)+60,8);
                        grimage[0]=malloc(imagesize(0,0,20,20));
                        getimage(0,0,20,20,grimage[0]) ;
                        putimage(0,0,grimage[0],XOR_PUT);
                }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

ANALOG TO DIGITAL CONVERTER เบอร์ 0804 (ADC 0804)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

National Semiconductor

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.

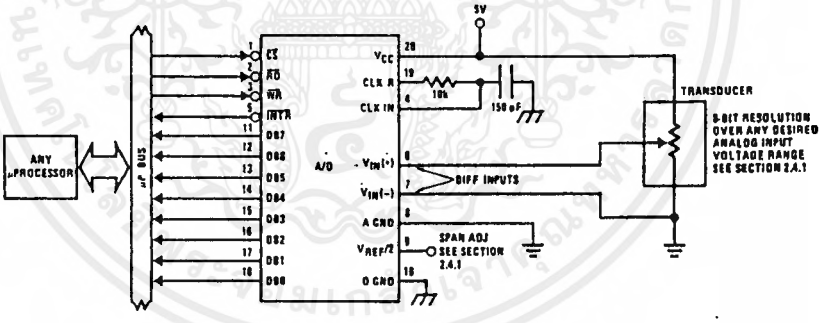
Features

- 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

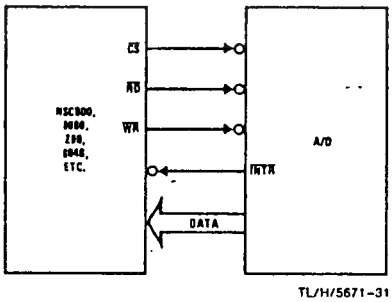
- Resolution: 8 bits
- Total error: ± ¼ LSB, ± ½ LSB and ± 1 LSB
- Conversion time: 100 μs

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 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings (Notes 1 & 2)

If Military/Aerospace specified devices are required, please 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, ADC0802LJ/883	−55°C ≤ T_A ≤ +125°C
ADC0801/02/03/04LCJ	−40°C ≤ T_A ≤ +85°C
ADC0801/02/03/05LCN	−40°C ≤ T_A ≤ +85°C
ADC0804LCN	0°C ≤ T_A ≤ +70°C
ADC0802/03/04LCV	0°C ≤ T_A ≤ +70°C
ADC0802/03/04LCWM	0°C ≤ T_A ≤ +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 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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*.

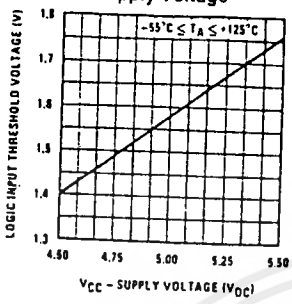
Note 9: The $V_{REF}/2$ pin is the center point of a two-resistor divider connected from V_{CC} to ground. In all versions of the ADC0801, ADC0802, ADC0803, and ADC0805, and in the ADC0804LCJ, each resistor is typically 16 kΩ. In all versions of the ADC0804 except the ADC0804LCJ, each resistor is typically 2.2 kΩ.

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

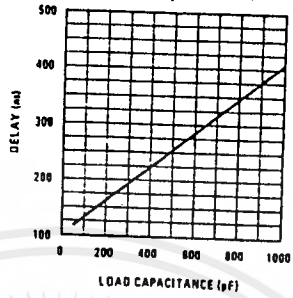
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Performance Characteristics

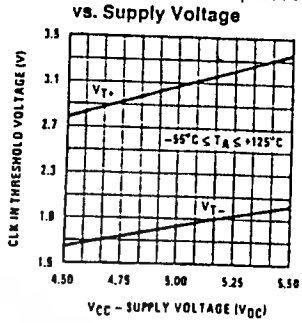
Logic Input Threshold Voltage vs. Supply Voltage



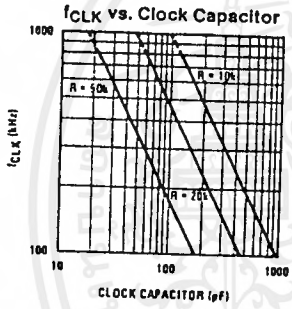
Delay From Falling Edge of $\overline{RD}$ to Output Data Valid vs. Load Capacitance



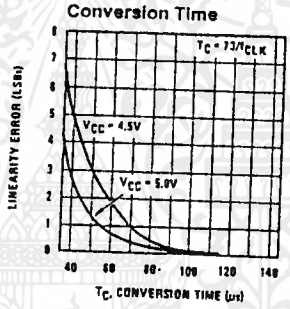
CLK IN Schmitt Trip Levels vs. Supply Voltage



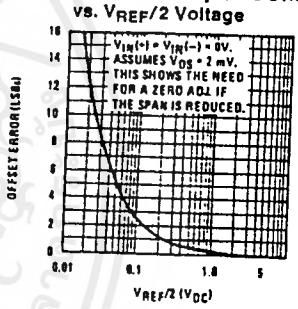
f_{CLK} vs. Clock Capacitor



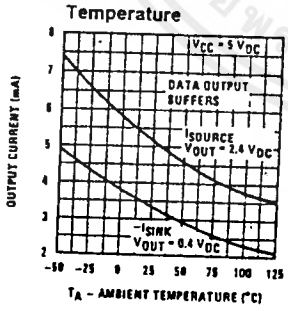
Full-Scale Error vs Conversion Time



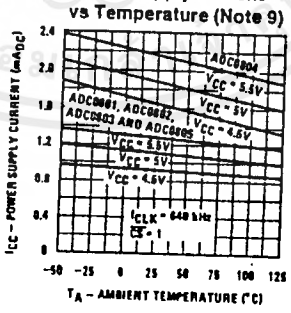
Effect of Unadjusted Offset Error vs. $V_{REF}/2$ Voltage



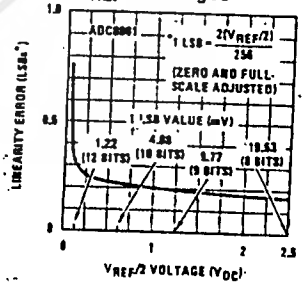
Output Current vs Temperature



Power Supply Current vs Temperature (Note 9)



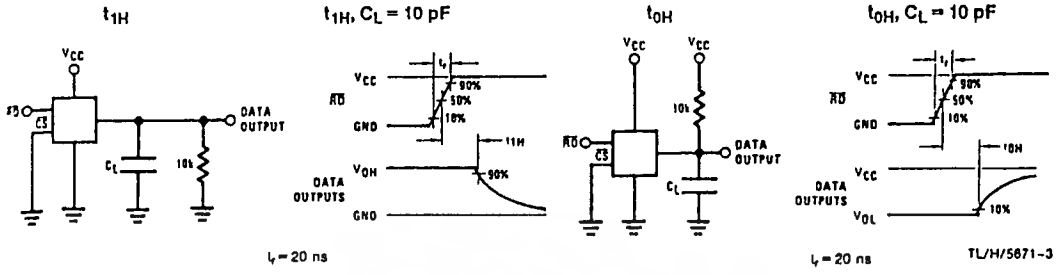
Linearity Error at Low $V_{REF}/2$ Voltages



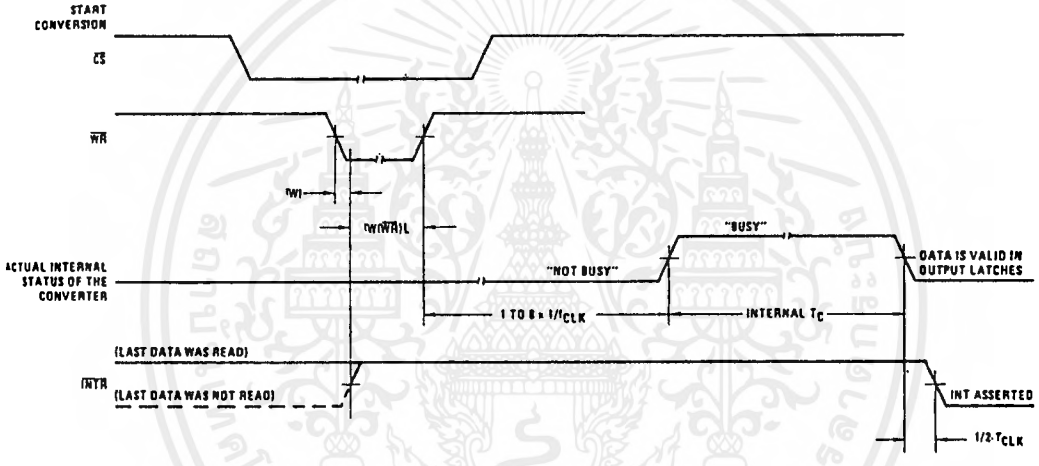
TL/H/5671–2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

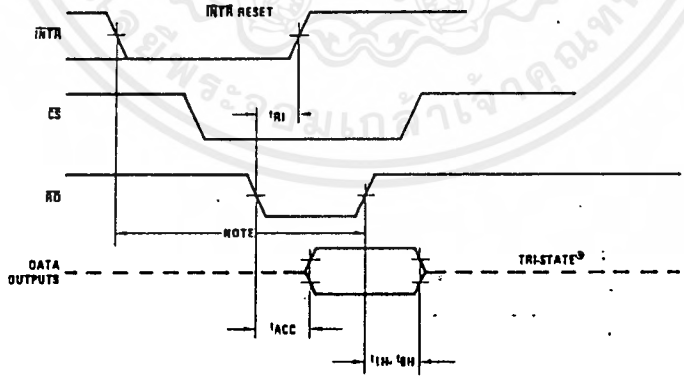
TRI-STATE Test Circuits and Waveforms



Timing Diagrams (All timing is measured from the 50% voltage points)



Output Enable and Reset $\overline{INTR}$



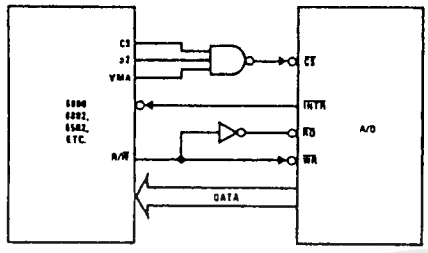
TL/H/5671-4

Note: Read strobe must occur 8 clock periods ($8/f_{CLK}$) after assertion of interrupt to guarantee reset of $\overline{INTR}$.

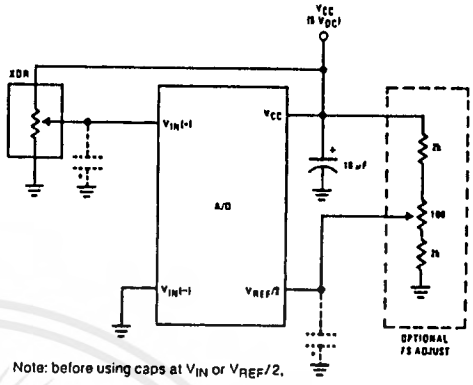
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Applications (Continued)

6800 Interface

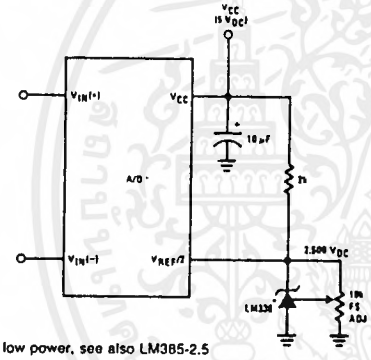


Ratiometric with Full-Scale Adjust



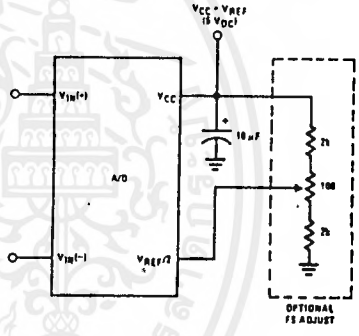
Note: before using caps at V_{IN} or $V_{REF}/2$, see section 2.3.2 Input Bypass Capacitors.

Absolute with a 2.500V Reference

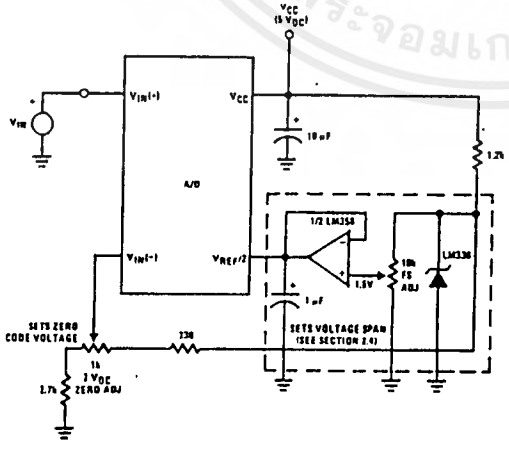


*For low power, see also LM385-2.5

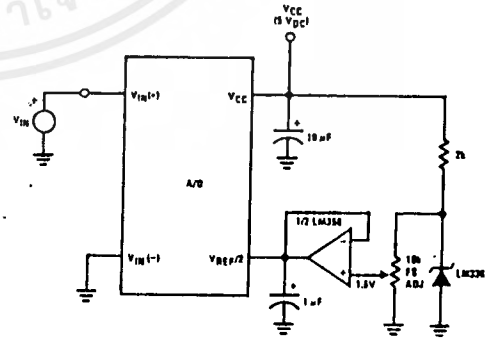
Absolute with a 5V Reference



Zero-Shift and Span Adjust: $2V \leq V_{IN} \leq 5V$



Span Adjust: $0V \leq V_{IN} \leq 3V$

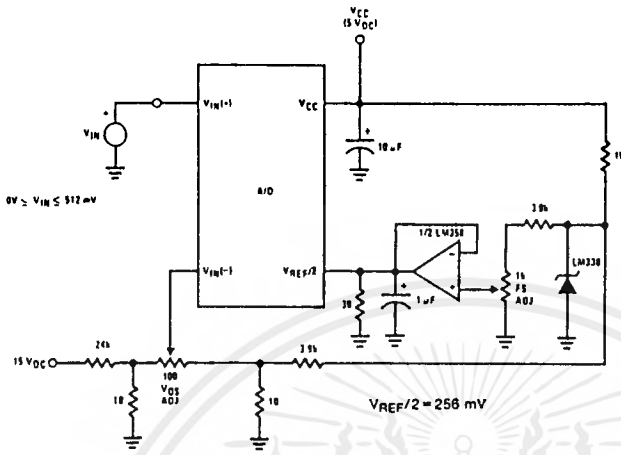


TL/H/5871–5

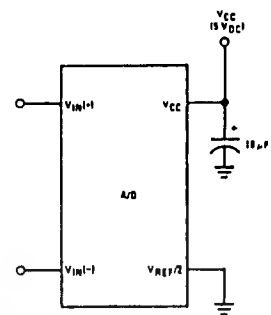
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Applications (Continued)

Directly Converting a Low-Level Signal



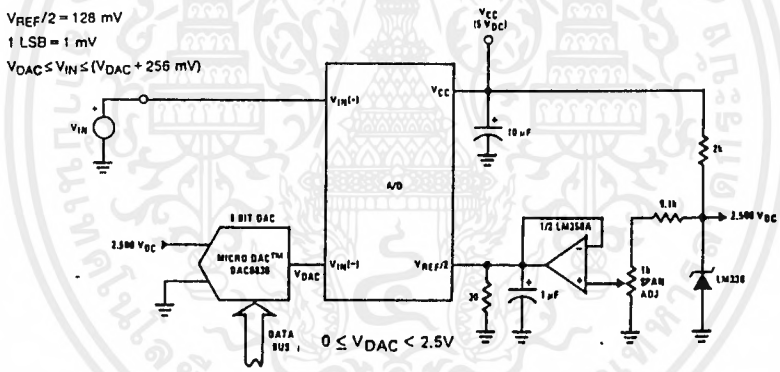
A µP Interfaced Comparator



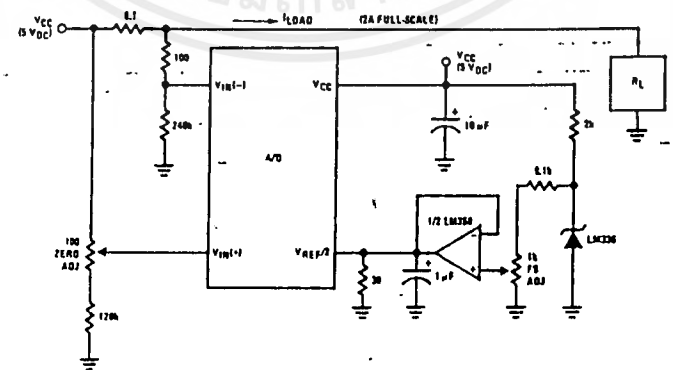
For: $V_{IN}(+) > V_{IN}(-)$
Output = FF_{HEX}
For: $V_{IN}(+) < V_{IN}(-)$
Output = 00_{HEX}

1 mV Resolution with µP Controlled Range

$V_{REF}/2$ = 128 mV
1 LSB = 1 mV
$V_{DAC} \leq V_{IN} \leq (V_{DAC} + 256\ mV)$



Digitizing a Current Flow

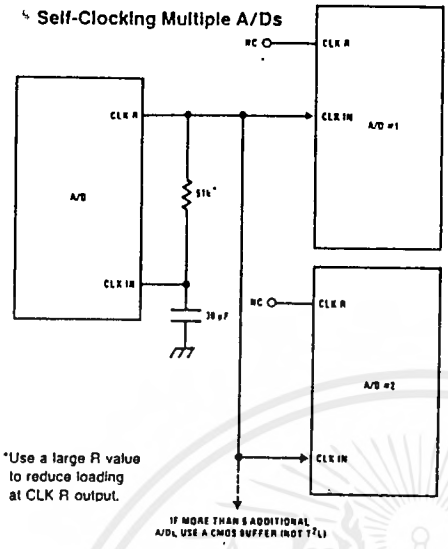


TL/H/5671–6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

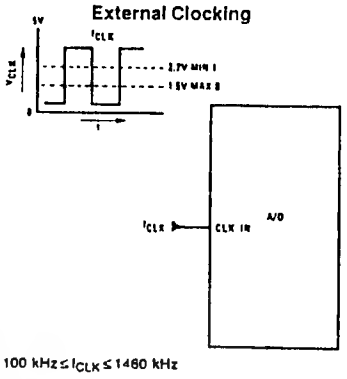
Typical Applications (Continued)

Self-Clocking Multiple A/Ds



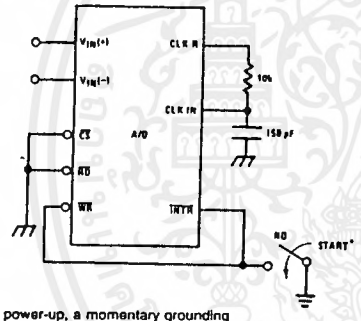
*Use a large R value to reduce loading at CLK R output.

External Clocking



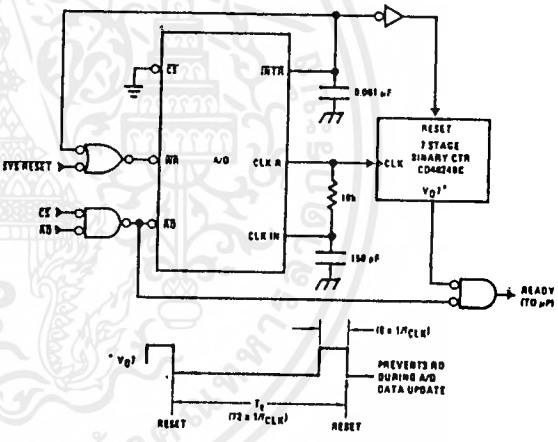
100 kHz ≤ f_{CLK} ≤ 1460 kHz

Self-Clocking in Free-Running Mode

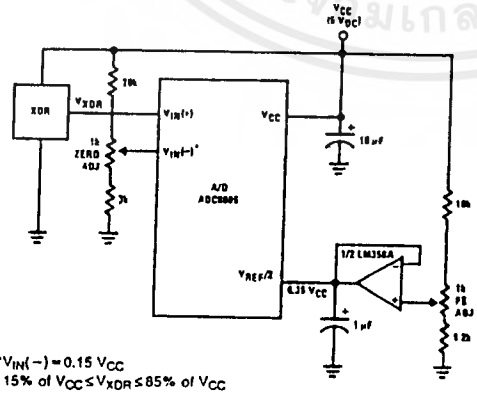


*After power-up, a momentary grounding of the $\overline{WR}$ input is needed to guarantee operation.

µP Interface for Free-Running A/D

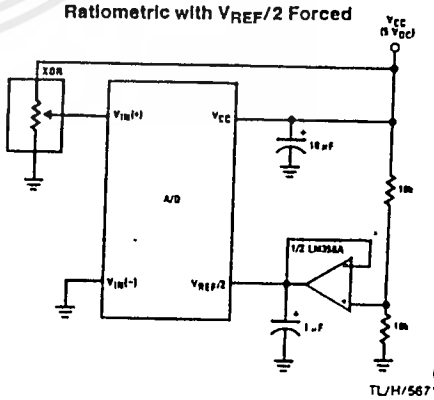


Operating with "Automotive" Ratiometric Transducers



*$V_{IN}(-) = 0.15\ V_{CC}$
15% of $V_{CC} \leq V_{XDR} \leq 85\%$ of V_{CC}

Ratiometric with $V_{REF}/2$ Forced

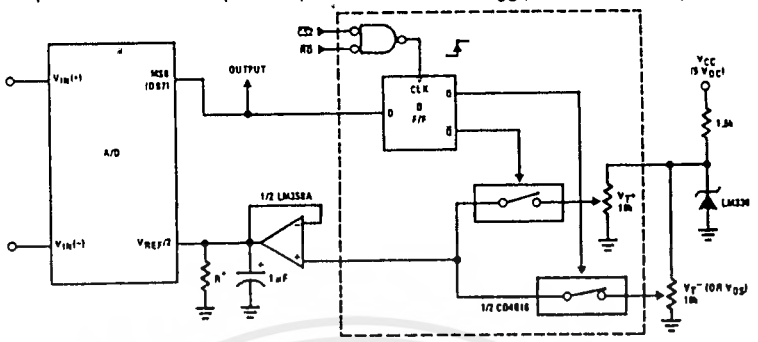


TL/H/5671–7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

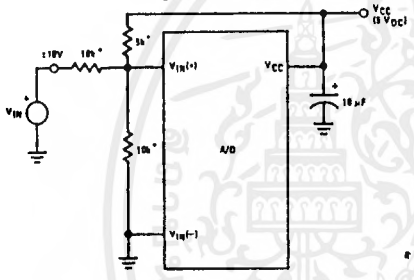
Typical Applications (Continued)

μP Compatible Differential-Input Comparator with Pre-Set V_{OS} (with or without Hysteresis)



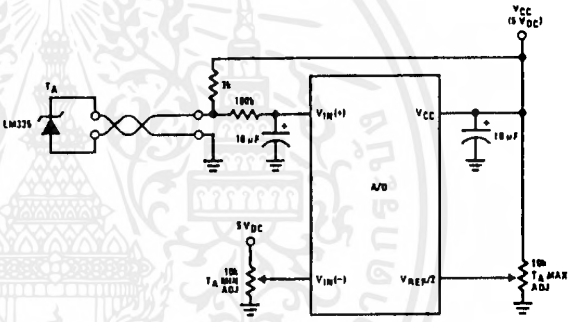
*See *Figure 5* to select R value
DB7 = "1" for $V_{IN}(+) > V_{IN}(-) + (V_{REF}/2)$
Omit circuitry within the dotted area if hysteresis is not needed

Handling ± 10V Analog Inputs

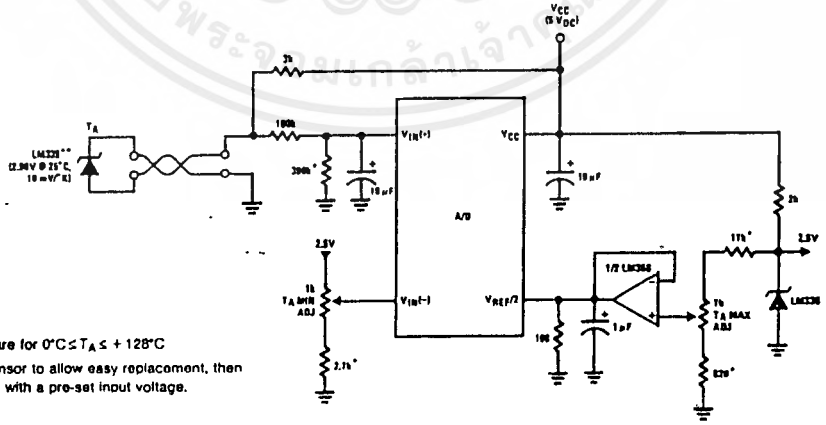


*Beckman Instruments #694-3-R10K resistor array

Low-Cost, μP Interfaced, Temperature-to-Digital Converter



μP Interfaced Temperature-to-Digital Converter



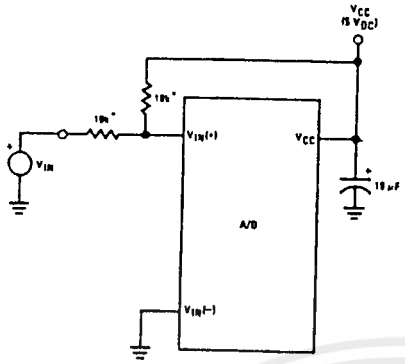
*Circuit values shown are for $0°C \leq T_A \leq +125°C$
**Can calibrate each sensor to allow easy replacement, then A/D can be calibrated with a pre-set input voltage.

TL/H/5671–8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Applications (Continued)

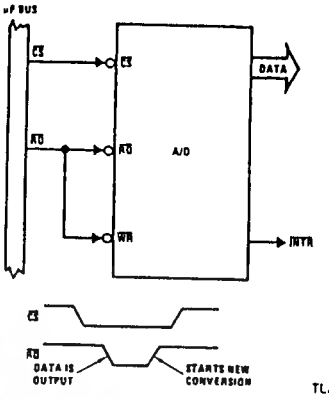
Handling ±5V Analog Inputs



TL/H/5671-33

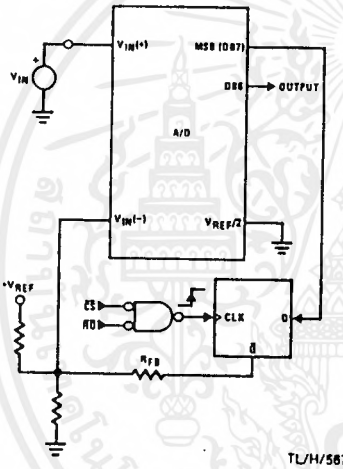
*Beckman Instruments #694-3-R10K resistor array

Read-Only Interface



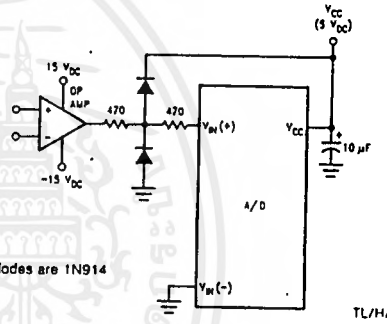
TL/H/5671-34

µP Interfaced Comparator with Hysteresis



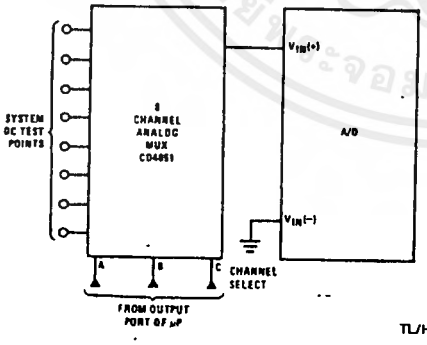
TL/H/5671-35

Protecting the Input



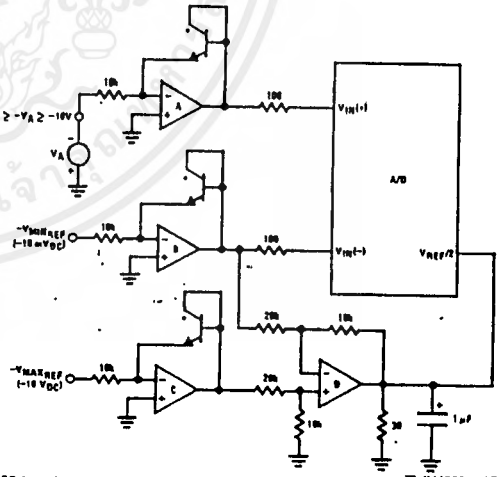
TL/H/5671-9

Analog Self-Test for a System



TL/H/5671-36

A Low-Cost, 3-Decade Logarithmic Converter



TL/H/5671-37

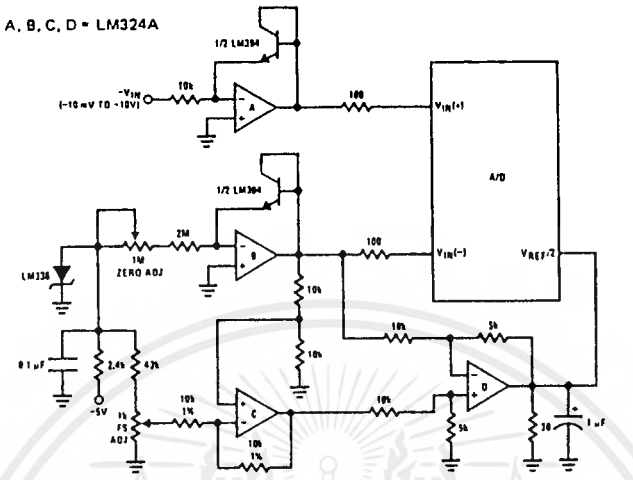
*LM389 transistors

A, B, C, D = LM324A quad op amp

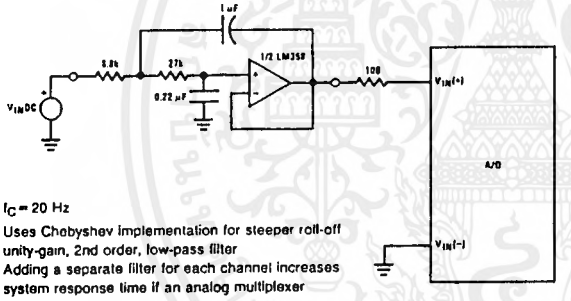
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Applications (Continued)

3-Decade Logarithmic A/D Converter

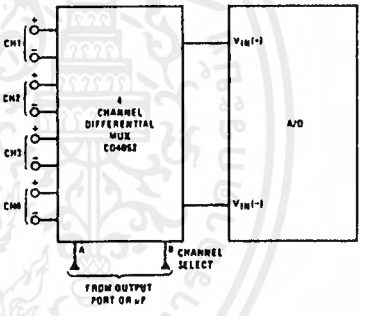


Noise Filtering the Analog Input

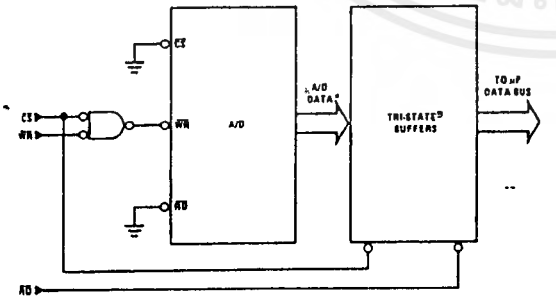


$f_C = 20$ Hz
Uses Chebyshev implementation for steeper roll-off unity-gain, 2nd order, low-pass filter
Adding a separate filter for each channel increases system response time if an analog multiplexer is used

Multiplexing Differential Inputs

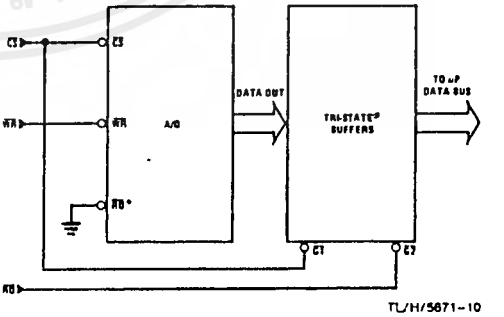


Output Buffers with A/D Data Enabled



*A/D output data is updated 1 CLK period prior to assertion of $\overline{INTR}$

Increasing Bus Drive and/or Reducing Time on Bus



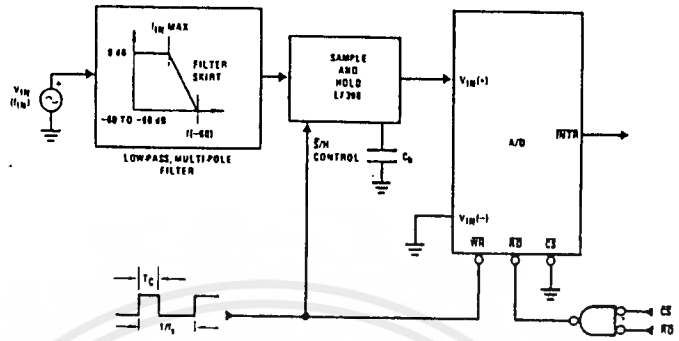
TL/H/5671–10

*Allows output data to set-up at falling edge of $\overline{CS}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Applications (Continued)

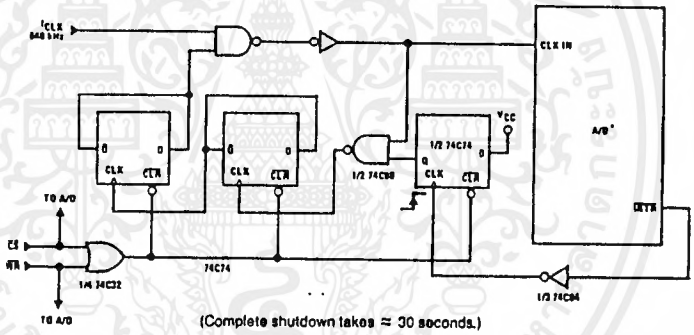
Sampling an AC Input Signal



Note 1: Oversample whenever possible (keep $f_S > 2(f - 60)$) to eliminate input frequency folding (aliasing) and to allow for the skirt response of the filter.

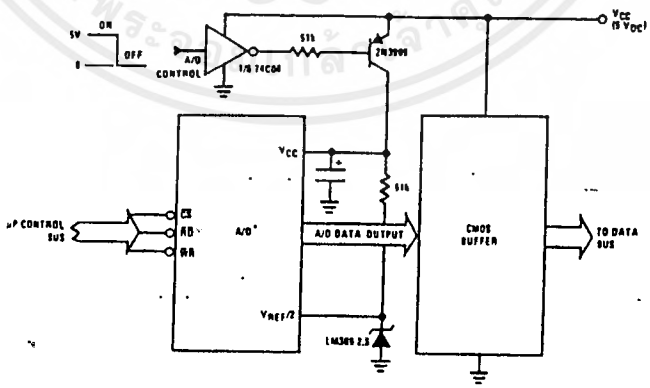
Note 2: Consider the amplitude errors which are introduced within the passband of the filter.

70% Power Savings by Clock Gating



(Complete shutdown takes ≈ 30 seconds.)

Power Savings by A/D and V_{REF} Shutdown



TL/H/5671–11

*Use ADC0801, 02, 03 or 05 for lowest power consumption.

Note: Logic inputs can be driven to V_{CC} with A/D supply at zero volts.

Buffer prevents data bus from overdriving output of A/D when in shutdown mode.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Functional Description

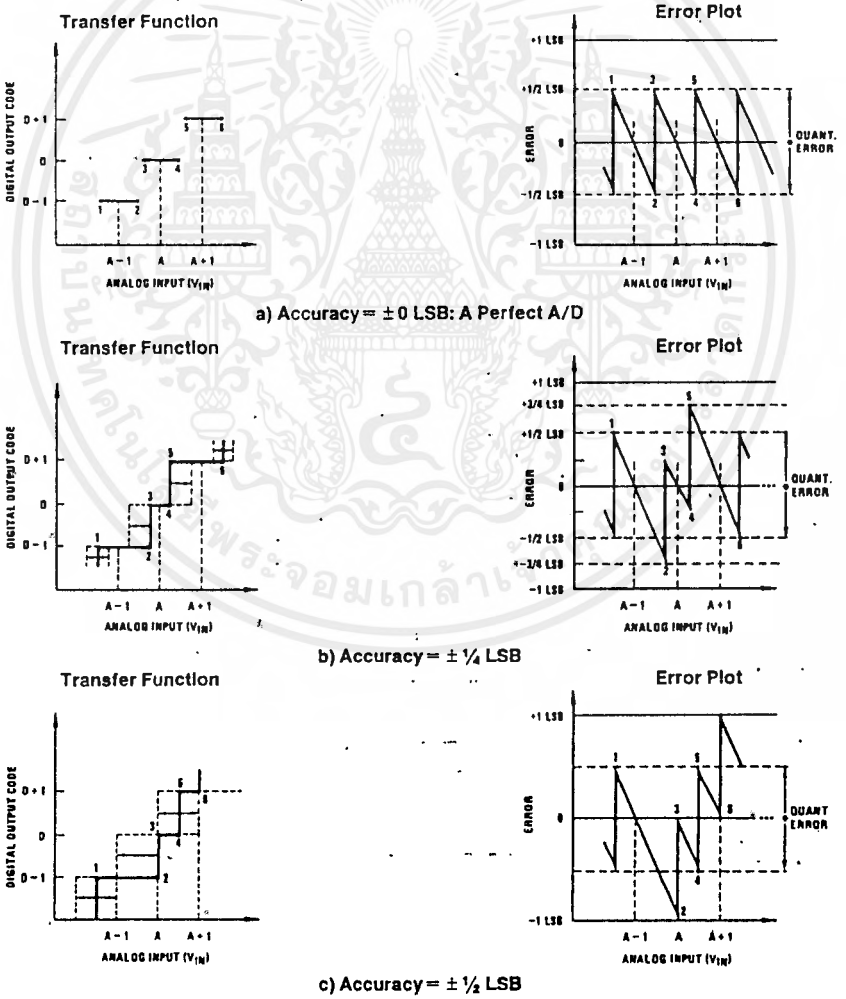
1.0 UNDERSTANDING A/D ERROR SPECS

A perfect A/D transfer characteristic (staircase waveform) is shown in *Figure 1a*. The horizontal scale is analog input voltage and the particular points labeled are in steps of 1 LSB (19.53 mV with 2.5V tied to the $V_{REF}/2$ pin). The digital output codes that correspond to these inputs are shown as D − 1, D, and D + 1. For the perfect A/D, not only will center-value (A − 1, A, A + 1, ...) analog inputs produce the correct output ditigal codes, but also each riser (the transitions between adjacent output codes) will be located ± ½ LSB away from each center-value. As shown, the risers are ideal and have no width. Correct digital output codes will be provided for a range of analog input voltages that extend ± ½ LSB from the ideal center-values. Each tread (the range of analog input voltage that provides the same digital output code) is therefore 1 LSB wide.

Figure 1b shows a worst case error plot for the ADC0801. All center-valued inputs are guaranteed to produce the correct output codes and the adjacent risers are guaranteed to be no closer to the center-value points than ± ¼ LSB. In other words, if we apply an analog input equal to the center-value ± ¼ LSB, *we guarantee* that the A/D will produce the correct digital code. The maximum range of the position of the code transition is indicated by the horizontal arrow and it is guaranteed to be no more than ½ LSB.

The error curve of *Figure 1c* shows a worst case error plot for the ADC0802. Here we guarantee that if we apply an analog input equal to the LSB analog voltage center-value the A/D will produce the correct digital code.

Next to each transfer function is shown the corresponding error plot. Many people may be more familiar with error plots than transfer functions. The analog input voltage to the A/D is provided by either a linear ramp or by the discrete output steps of a high resolution DAC. Notice that the error is continuously displayed and includes the quantization uncertainty of the A/D. For example the error at point 1 of *Figure 1a* is + ½ LSB because the digital code appeared ½ LSB in advance of the center-value of the tread. The error plots always have a constant negative slope and the abrupt upside steps are always 1 LSB in magnitude.



TL/H/5671-12

FIGURE 1. Clarifying the Error Specs of an A/D Converter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

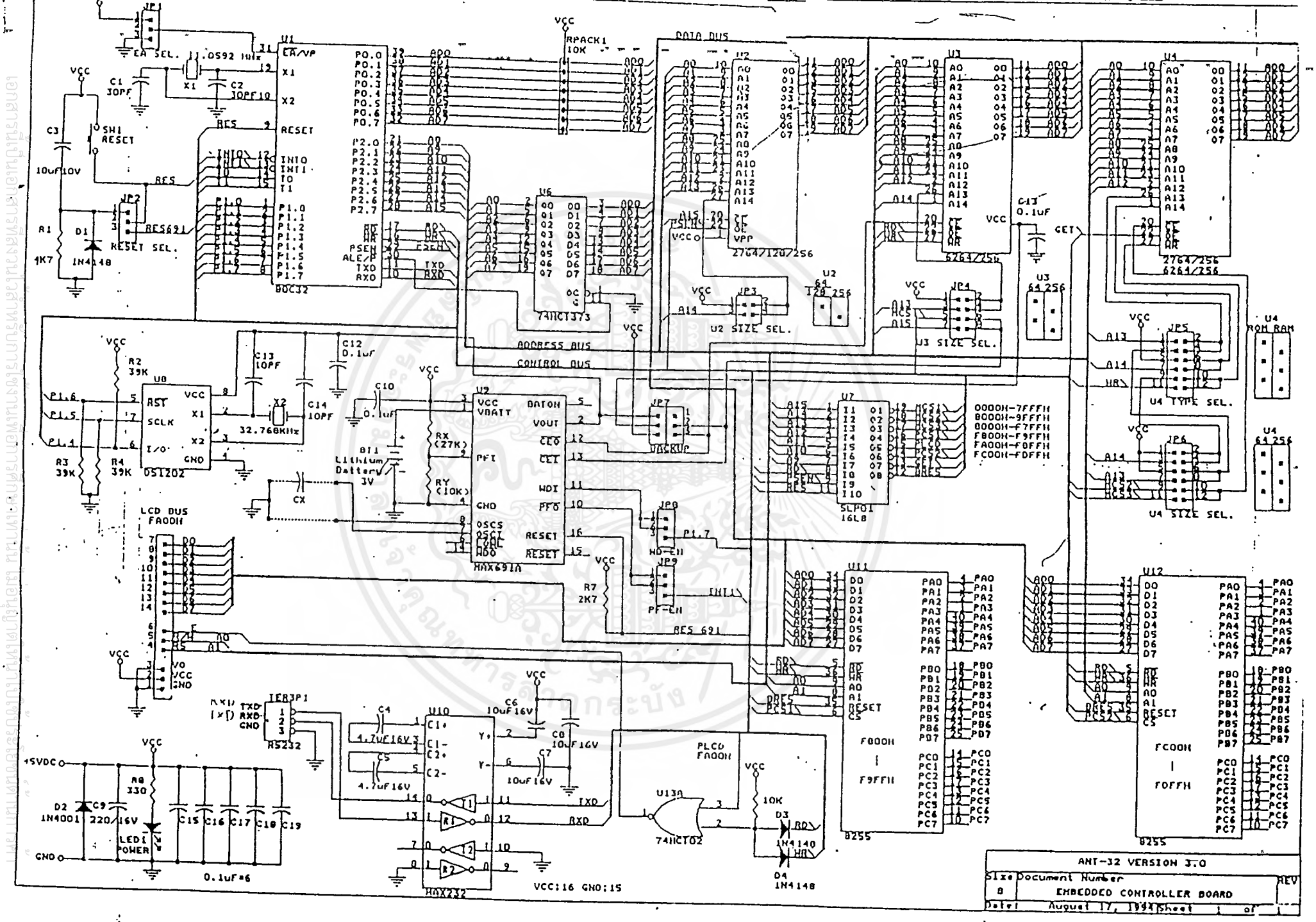
บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8032

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANT-32 SPECIFICATION

CPU	80C32 CHMOS 8-bits Microcontroller
CLOCK SPEED	11.0592 MHz
INTERNAL RAM	256 Byte
PROGRAM MEMORY	U2 8-32KByte:2764 27128 27256 (EPROM)
	default = 28 pins socket
DATA MEMORY	U3 8-32KByte:6264 62256 (RAM-backup)
	default = 28 pins socket
PROGRAM & DATA MEMORY	U4 8-32KByte:2764 27256 (EPROM)
	6264 62256 (RAM)
	2864 28256 (EEPROM)
	default = 6264 8KByte RAM
INTERNAL PORT	12 bits I/O (PORT1 TO T1 INTO INT1)
PORT	USER PORT 1,2 48 bits 8255 I/O
	LCD PORT (DOT MATRIX ONLY)
SERIAL INTERFACE	RS232C use MAX232 chip
BACKUP,WATCHDOG,PF DETECTOR.	use MAX691 chip (options)
REAL TIME CLOCK	use DS1202 chip (options)
DATA RETENTION TIME	over 4 Years for RAM and RTC
CONNECTOR	40 pins - System Expansion
	26 pins x 2 - User Port 1, 2
	16 pins - Internal Port
	14 pins - LCD Port
	3 pins - RS232C Port
	2 pins - 5VDC Power Supply
POWER CONSUMTION	+5VDC 168 mA (approximate)
SIZE	10.2 cm. x 14.2 cm.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


ANT-32 VERSION 3.0
EMBEDDED CONTROLLER BOARD
Size B
Document Number
REV
Date: August 17, 1994
Sheet
of
VCC:16 GND:15
DATA BUS
ADDRESS BUS
CONTROL BUS
LCD BUS
FA00H
PLC0
FA00H
F9FFH
FB00H
FBFFH
FC00H
FCFFH
FD00H
FDFFH
FE00H
FEFFH
FF00H
FFFFH
0000H-7FFFH
8000H-9FFFH
8000H-F7FFH
F800H-F9FFH
FA00H-FBFFH
FC00H-FDFFH
EA SEL.
11.0592 MHz
RESET SEL.
U2 SIZE SEL.
U3 SIZE SEL.
U4 TYPE SEL.
U4 SIZE SEL.
U4 ROM RAM
32.768KHz
Lithium Battery 3V
RES691
HD-EN
PF-EN
LED1 POWER
0.1uF*6
8255
MAX691A
MAX232
DS1202
74HCT373
74HCT02
27C64/128/256
6264/256
SLP01 16L8
RS232

ภาคผนวก จ

IC DS1202

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DALLAS SEMICONDUCTOR

DS1202, DS1202S
Serial Timekeeping Chip

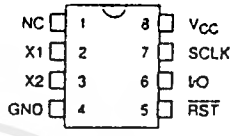
FEATURES

- Real time clock counts seconds, minutes, hours, date of the month, month, day of the week, and year with leap year compensation valid up to 2100
- 24 x 8 RAM for scratchpad data storage
- Serial I/O for minimum pin count
- 2.0–5.5 volt full operation
- Uses less than 300 nA at 2 volts
- Single–byte or multiple–byte (burst mode) data transfer for read or write of clock or RAM data
- 8–pin DIP or optional 16–pin SOIC for surface mount
- Simple 3–wire interface
- TTL–compatible (V_{CC} = 5V)
- Optional industrial temperature range –40°C to +85°C (IND)

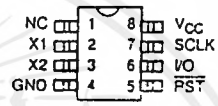
ORDERING INFORMATION

DS1202	8–pin DIP
DS1202S	16–pin SOIC
DS1202S–8	8–pin SOIC
DS1202N	8–pin DIP (IND)
DS1202SN	16–pin SOIC (IND)
DS1202SN–8	8–pin SOIC (IND)

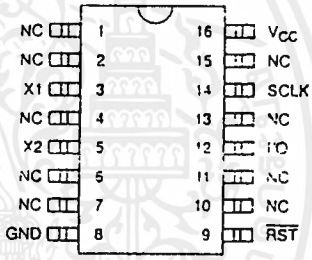
PIN ASSIGNMENT



8–PIN DIP



8–PIN SOIC (208 mil)



16–PIN SOIC

PIN DESCRIPTION

NC	–	No Connection
X1, X2	–	32.768 KHz Crystal Input
GND	–	Ground
$\overline{RST}$	–	Reset
I/O	–	Data Input/Output
SCLK	–	Serial Clock
V_{CC}	–	Power Supply Pin

DESCRIPTION

The DS1202 Serial Timekeeping Chip contains a real time clock/calendar and 24 bytes of static RAM. It communicates with a microprocessor via a simple serial interface. The real time clock/calendar provides seconds, minutes, hours, day, date, month, and year information. The end of the month date is automatically adjusted for months with less than 31 days, including corrections for leap year. The clock operates in either the 24–hour or 12–hour format with an AM/PM indicator. Interfacing the DS1202 with a microprocessor is simplified by using synchronous serial communication. Only three wires are required to communicate with the clock/RAM: (1) $\overline{RST}$ (Reset), (2) I/O (Data line), and (3) SCLK (Serial clock). Data can be transferred to and from the clock/RAM one byte at a time or in a burst of up to 24 bytes. The DS1202 is designed to operate on very low power and retain data and clock information on less than 1 microwatt.

©Copyright 1997 by Dallas Semiconductor Corporation.
All Rights Reserved. For important information regarding patents and other intellectual property rights, please refer to Dallas Semiconductor data books.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

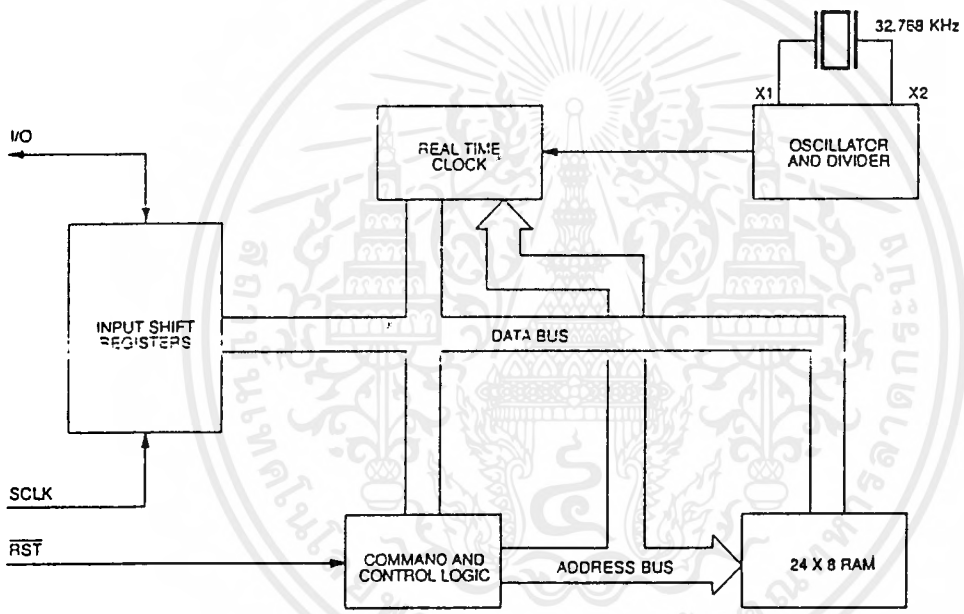
OPERATION

The main elements of the Serial Timekeeper are shown in Figure 1: shift register, control logic, oscillator, real time clock, and RAM. To initiate any transfer of data, $\overline{RST}$ is taken high and eight bits are loaded into the shift register providing both address and command information. Data is serially input on the rising edge of the SCLK. The first eight bits specify which of 32 bytes will be accessed, whether a read or write cycle will take place, and whether a byte or burst mode transfer is to occur. After the first eight clock cycles have occurred which load the command word into the shift register, additional clocks will output data for a read or input data for a write. The number of clock pulses equals eight plus eight for byte mode or eight plus up to 192 for burst mode.

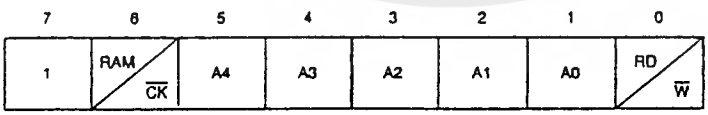
COMMAND BYTE

The command byte is shown in Figure 2. Each data transfer is initiated by a command byte. The MSB (Bit 7) must be a logic 1. If it is zero, further action will be terminated. Bit 6 specifies clock/calendar data if logic 0 or RAM data if logic 1. Bits one through five specify the designated registers to be input or output, and the LSB (Bit 0) specifies a write operation (input) if logic 0 or read operation (output) if logic 1. The command byte is always input starting with the LSB (bit 0).

DS1202 BLOCK DIAGRAM Figure 1



ADDRESS/COMMAND BYTE Figure 2



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RESET AND CLOCK CONTROL

All data transfers are initiated by driving the $\overline{RST}$ input high. The $\overline{RST}$ input serves two functions. First, $\overline{RST}$ turns on the control logic which allows access to the shift register for the address/command sequence. Second, the $\overline{RST}$ signal provides a method of terminating either single-byte or multiple byte data transfer. A clock cycle is a sequence of a falling edge followed by a rising edge. For data inputs, data must be valid during the rising edge of the clock and data bits are output on the falling edge of clock. All data transfer terminates if the $\overline{RST}$ input is low and the I/O pin goes to a high impedance state. Data transfer is illustrated in Figure 3.

DATA INPUT

Following the eight SCLK cycles that input a write command byte, a data byte is input on the rising edge of the next eight SCLK cycles. Additional SCLK cycles are ignored should they inadvertently occur. Data is input starting with bit 0. Due to the inherent nature of the logic state machine, writing times containing an absolute value of "59" seconds should be avoided.

DATA OUTPUT

Following the eight SCLK cycles that input a read command byte, a data byte is output on the falling edge of the next eight SCLK cycles. Note that the first data bit to be transmitted occurs on the first falling edge after the last bit of the command byte is written. Additional SCLK cycles retransmit the data bytes should they inadvertently occur so long as $\overline{RST}$ remains high. This operation permits continuous burst mode read capability. Data is output starting with bit 0.

BURST MODE

Burst mode may be specified for either the clock/calendar or the RAM registers by addressing location 31 decimal (address/command bits one through five = logical one). As before, bit six specified clock or RAM and bit 0 specifies read or write. There is no data storage capacity at locations 8 through 31 in the Clock/Calendar Registers or locations 24 through 31 in the RAM registers. When writing to the clock registers in the burst mode, the first eight registers must be written in order for the data to be transferred.

However, when writing to RAM in burst mode it is not necessary to write all 24 bytes for the data to transfer. Each byte that is written to will be transferred to RAM regardless of whether all 24 bytes are written or not.

CLOCK/CALENDAR

The clock/calendar is contained in eight write/read registers as shown in Figure 4. Data contained in the clock/calendar registers is in binary coded decimal format (BCD).

CLOCK HALT FLAG

Bit 7 of the seconds register is defined as the clock halt flag. When this bit is set to logic 1, the clock oscillator is stopped and the DS1202 is placed into a low-power standby mode with a current drain of not more than 100 nanoamps. When this bit is written to logic 0, the clock will start.

AM–PM/12–24 MODE

Bit 7 of the hours register is defined as the 12– or 24–hour mode select bit. When high, the 12–hour mode is selected. In the 12–hour mode, bit 5 is the AM/PM bit with logic high being PM. In the 24–hour mode, bit 5 is the second 10 hour bit (20–23 hours).

WRITE PROTECT BIT

Bit 7 of the control register is the write protect bit. The first seven bits (bits 0–6) are forced to zero and will always read a zero when read. Before any write operation to the clock or RAM, bit 7 must be zero. When high, the write protect bit prevents a write operation to any other register.

CLOCK/CALENDAR BURST MODE

The clock/calendar command byte specifies burst mode operation. In this mode the eight clock/calendar registers can be consecutively read or written (see Figure 4) starting with bit 0 of address 0.

RAM

The static RAM is 24 x 8 bytes addressed consecutively in the RAM address space.

RAM BURST MODE

The RAM command byte specifies burst mode operation. In this mode, the 24 RAM registers can be consecutively read or written (see Figure 4) starting with bit 0 of address 0.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

REGISTER SUMMARY

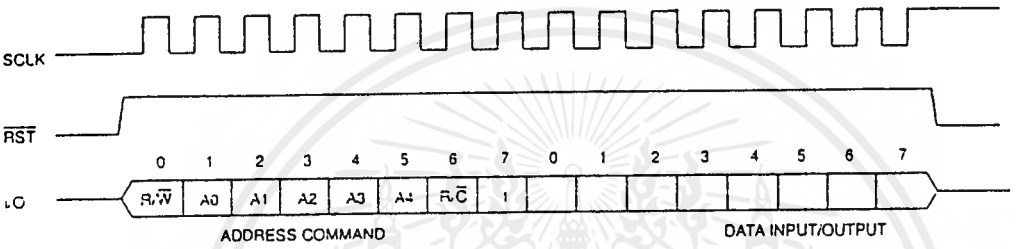
A register data format summary is shown in Figure 4.

CRYSTAL SELECTION

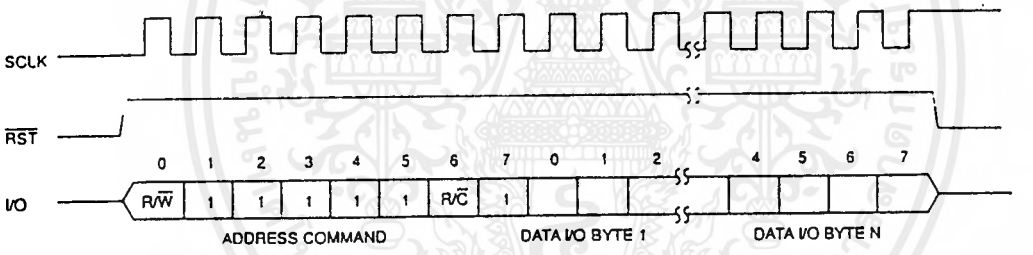
A 32.768 KHz crystal, can be directly connected to the DS1202 via pins 2 and 3 (X1, X2). The crystal selected for use should have a specified load capacitance (CL) of 6 pF. The crystal is connected directly to the X1 and X2 pins. There is no need for external capacitors or resistors. Note: X1 and X2 are very high impedance nodes. It is recommended that they and the crystal be guard-ringed with ground and that high frequency signals be kept away from the crystal area. For more information on crystal selection and crystal layout considerations, please consult Application Note 58, "Crystal Considerations with Dallas Real Time Clocks".

DATA TRANSFER SUMMARY Figure 3

SINGLE BYTE TRANSFER



BURST MODE TRANSFER



FUNCTION	BYTE N	SCLK n
CLOCK	8	72
RAM	24	200

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

REGISTER ADDRESS/DEFINITION Figure 4

REGISTER ADDRESS
A. CLOCK

	7	6	5	4	3	2	1	0
SEC	1	0	0	0	0	0	0	RD/$\overline{W}$
MIN	1	0	0	0	0	0	1	RD/$\overline{W}$
HR	1	0	0	0	0	1	0	RD/$\overline{W}$
DATE	1	0	0	0	0	1	1	RD/$\overline{W}$
MONTH	1	0	0	0	1	0	0	RD/$\overline{W}$
DAY	1	0	0	0	1	0	1	RD/$\overline{W}$
YEAR	1	0	0	0	1	1	0	RD/$\overline{W}$
CONTROL	1	0	0	0	1	1	1	RD/$\overline{W}$
CLOCK BURST	1	0	1	1	1	1	1	RD/$\overline{W}$

REGISTER DEFINITION

00–59	CH	10 SEC			SEC
00–59	0	10 MIN			MIN
01–12 00–23	12/24	0	10 A/P	HR	HR
01–28/29 01–30 01–31	0	0	10 DATE		DATE
01–12	0	0	0	10 M	MONTH
01–07	0	0	0	0	0 DAY
0–99	10 YEAR				YEAR
	WP	FORCED TO ZERO			

B. RAM

RAM 0	1	1	0	0	0	0	0	RD/$\overline{W}$
RAM 23	1	1	1	0	1	1	1	RD/$\overline{W}$
RAM BURST	1	1	1	1	1	1	1	RD/$\overline{W}$

RAM DATA 0

RAM DATA 23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS*

Voltage on Any Pin Relative to Ground	–0.3V to +7.0V
Operating Temperature	0°C to 70°C
Storage Temperature	–55°C to +125°C
Soldering Temperature	260°C for 10 seconds

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

RECOMMENDED DC OPERATING CONDITIONS

(0°C to 70°C)

PARAMETER	SYMBOL		MIN	TYP	MAX	UNITS	NOTES
Supply Voltage	V_{CC}		2.0		5.5	V	1
Logic 1 Input	V_{IH}		2.0		V_{CC}+0.3	V	1
Logic 0 Input	V_{IL}	V_{CC}=2.0V	–0.3		+0.3	V	1
		V_{CC}=5V	–0.3		+0.8		

DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(0°C to 70°C; V_{CC} = 2.0 to 5.5V*)

PARAMETER	SYMBOL		MIN	TYP	MAX	UNITS	NOTES
Input Leakage	I_{LI}				+500	µA	6
I/O Leakage	I_{LO}				+500	µA	6
Logic 1 Output	V_{OH}	V_{CC}=2V	1.6			V	2
		V_{CC}=5V	2.4				
Logic 0 Output	V_{OL}	V_{CC}=2V			0.4	V	3
		V_{CC}=5V			0.4		
Active Supply Current	I_{CC}	V_{CC}=2V			0.4	mA	5
		V_{CC}=5V			1.2		
Timekeeping Current	I_{CC1}	V_{CC}=2V			0.3	µA	4
		V_{CC}=5V			1		
Leakage Current	I_{CC2}	V_{CC}=2V			100	nA	10
		V_{CC}=5V			100		

*Unless otherwise noted.

CAPACITANCE

(t_A = 25°C)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITION	TYP	MAX	UNITS	NOTES
Input Capacitance	C_I		5		pF	
I/O Capacitance	$C_{I/O}$		10		pF	
Crystal Capacitance	C_X		6		pF	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

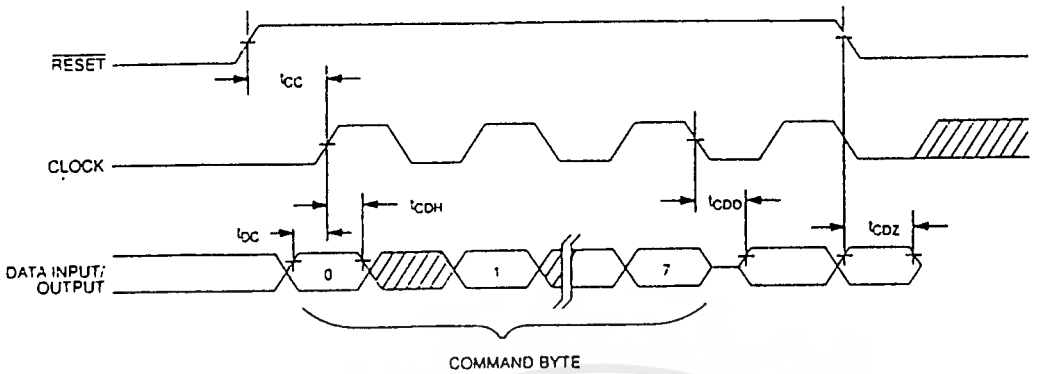
(0°C to 70°C: V_{CC} = 2.0 to 5.5V*)

PARAMETER	SYMBOL		MIN	TYP	MAX	UNITS	NOTES
Data to CLK Setup	t_{CC}	V_{CC}=2V	200			ns	7
		V_{CC}=5V	50				
CLK to Data Hold	t_{CDH}	V_{CC}=2V	280			ns	7
		V_{CC}=5V	70				
CLK to Data Delay	t_{CDD}	V_{CC}=2V			800	ns	7, 8, 9
		V_{CC}=5V			200		
CLK Low Time	t_{CL}	V_{CC}=2V	1000			ns	7
		V_{CC}=5V	250				
CLK High Time	t_{CH}	V_{CC}=2V	1000			ns	7, 12
		V_{CC}=5V	250				
CLK Frequency	f_{CLK}	V_{CC}=2V			0.5	MHz	7, 12
		V_{CC}=5V	DC		2.0		
CLK Rise and Fall	t_R, t_F	V_{CC}=2V			2000	ns	
		V_{CC}=5V			500		
$\overline{RST}$ to CLK Setup	t_{CC}	V_{CC}=2V	4			µs	7
		V_{CC}=5V	1				
CLK to $\overline{RST}$ Hold	t_{CCH}	V_{CC}=2V	1000			ns	7
		V_{CC}=5V	250				
$\overline{RST}$ Inactive Time	t_{CWH}	V_{CC}=2V	4			µs	7
		V_{CC}=5V	1				
$\overline{RST}$ to I/O High Z	t_{CDZ}	V_{CC}=2V			280	ns	7
		V_{CC}=5V			70		

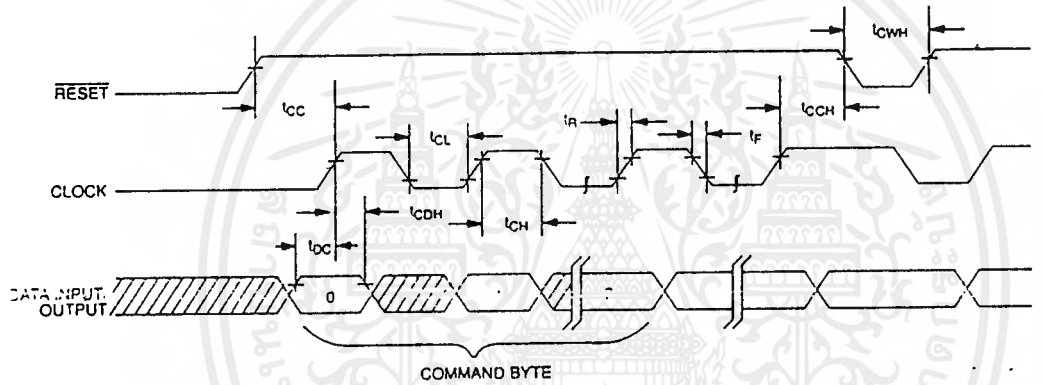
*Unless otherwise noted.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TIMING DIAGRAM: READ DATA TRANSFER Figure 5



TIMING DIAGRAM: WRITE DATA TRANSFER Figure 6



NOTES:

1. All voltages are referenced to ground.
2. Logic one voltages are specified at a source current of 1 mA at V_{CC}=5V and 0.4 mA at V_{CC}=2V, V_{OH}=V_{CC} for capacitive loads.
3. Logic zero voltages are specified at a sink current of 4 mA at V_{CC}=5V and 1.5 mA at V_{CC}=2V.
4. I_{CC1} is specified with I/O open, $\overline{RST}$ set to a logic 0, and clock halt flag=0 (oscillator enabled).
5. I_{CC} is specified with the I/O pin open, $\overline{RST}$ high, SCLK=2 MHz at V_{CC}=5V; SCLK=500 KHz, V_{CC}=2V and clock halt flag=0 (oscillator enabled).
6. $\overline{RST}$, SCLK, and I/O all have 40KΩ pull–down resistors to ground.
7. Measured at V_{IH}=2.0V or V_{IL}=0.8V and 10 ms maximum rise and fall time.
8. Measured at V_{OH}=2.4V or V_{OL}=0.4V.
9. Load capacitance = 50 pF.

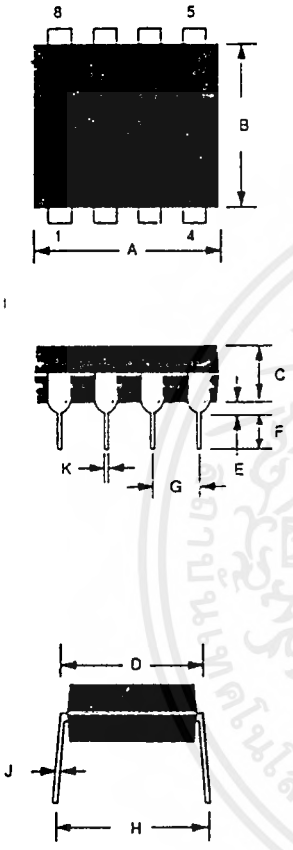
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. I_{CC2} is specified with $\overline{RST}$, I/O, and SCLK open. The clock halt flag must be set to logic one (oscillator disabled).

11 At power–up, $\overline{RST}$ must be at a logic 0 until $V_{CC} \geq 2$ volts. Also, SCLK must be at a logic 0 when $\overline{RST}$ is driven to a logic one state.

12. If t_{CH} exceeds 100 ms with $\overline{RST}$ in a logic one state, then I_{CC} may briefly exceed I_{CC} specification.

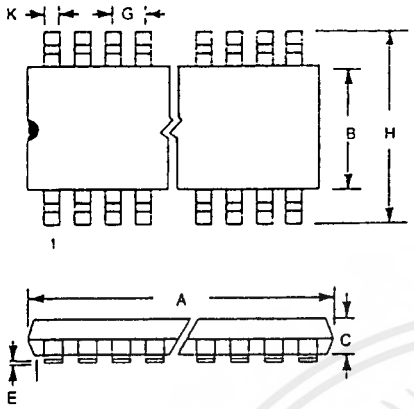
DS1202 SERIAL TIMEKEEPER 8–PIN DIP

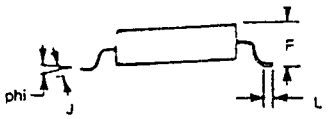


PKG	8–PIN	
DIM	MIN	MAX
A IN. MM	0.360	0.400
B IN. MM	0.240	0.260
C IN. MM	0.120	0.140
D IN. MM	0.300	0.325
E IN. MM	0.015	0.040
F IN. MM	0.110	0.140
G IN. MM	0.090	0.110
H IN. MM	0.320	0.370
J IN. MM	0.008	0.012
K IN. MM	0.015	0.021

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DS1202S SERIAL TIMEKEEPER 16–PIN SOIC

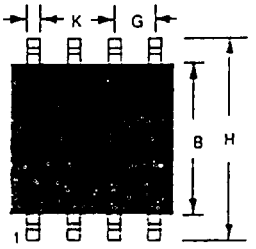




PKG	16–PIN	
DIM	MIN	MAX
A IN. MM	0.500 12.70	0.511 12.99
B IN. MM	0.290 7.37	0.300 7.65
C IN. MM	0.089 2.26	0.095 2.41
E IN. MM	0.004 0.102	0.012 0.30
F IN. MM	0.094 2.38	0.105 2.68
G IN. MM	0.050 BSC 1.27 BSC	
H IN. MM	0.398 10.11	0.416 10.57
J IN. MM	0.009 0.229	0.013 0.33
K IN. MM	0.013 0.33	0.019 0.48
L IN MM	0.016 0.406	0.040 1.20
phi	0°	8°

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DS1202S8 8–PIN SOIC 200 MIL



PKG	8–PIN	
DIM	MIN	MAX
A IN. MM	0.203 5.16	0.213 5.41
B IN. MM	0.203 5.16	0.213 5.41
C IN. MM	0.070 1.78	0.074 1.88
E IN. MM	0.004 0.102	0.010 0.390
F IN. MM	0.074 1.88	0.84 2.13
G IN. MM	0.050 BSC 1.27 BSC	
H IN. MM	0.302 7.67	0.318 8.07
J IN. MM	0.006 0.152	0.010 0.254
K IN. MM	0.013 0.33	0.020 0.508
L IN. MM	0.19 4.83	0.030 0.762

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.ADC-8 เครื่องอ่านค่าสัญญาณอนาลอกจากพอร์ตขนานไม่พึ่งไฟเลี้ยง,นิตยสารเซมิคอนดัคเตอร์อิเล็กทรอนิกส์,ฉบับที่ 169 ,หน้า 50-55,มีนาคม 2540

2.K CARR-BRION,Moisure Sensors in Process Control,ELSEVIER SCIENCE Publisher

3.สุนทร วิทูสุรพจน์,การโปรแกรมภาษาของไมโครคอนโทรลเลอร์,ซีเอ็ดยูเคชั่น

4.คู่มือการใช้งาน REM31 ,บริษัทศิลารีเสิร์ช จำกัด

5. คู่มือการใช้งาน ANT-32 ,บริษัทศิลารีเสิร์ช จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้