

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบตรวจสอบอุณหภูมิในระยะไกล ผ่านวิทยุสื่อสาร

Long-rang Monitoring Temperature System using Armature Radio
(LMSAR)



โดย
นายศิริระ ปิยะบรรหาร
นายอัษฎางค์ พรอมชัยภูมิ
นางสาวรวีพิมพ์ ต่วนชะเอม

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 104136
วัน,เดือน,ปี 30 ต.ค. 2552

b.....
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชา วิศวกรรมสารสนเทศ

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**LONG – RANG MONITORING TEMPERATURE SYSTEM
USING ARMATURE RADIO (LMSAR)**



BY
MR. SIRA PIYABANHAN
MR. ASADANG FORMCHAIYAPHOM
MISS RAWIPHIM TUANCHA – EM

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
BACHELOR IN DEPARTMENT OF INFORMATION ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKABANG**

2008

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์ ระบบตรวจสอบอุณหภูมิในระยะไกล ผ่านวิทยุสื่อสาร
Long – rang Monitoring Temperature System using Armature
Radio (LMSAR)

นักศึกษา นายศิระ ปิยะบรรหาร รหัส 49015426
นายอัษฎางค์ ฟรอมชัยภูมิ รหัส 49015437
นางสาวรววิพิมพ์ ค่วนชะเอม รหัส 49015461

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร.อรรถสิทธิ์ หล้าสกุล
ระดับการศึกษา ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมสารสนเทศ

ภาควิชา วิศวกรรมสารสนเทศ
ปีการศึกษา 2551

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับความเห็นชอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาเป็นที่เรียบร้อยแล้ว


.....
(รศ.ดร.อรรถสิทธิ์ หล้าสกุล)

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	ระบบตรวจสอบอุณหภูมิในระยะไกล ผ่านวิทยุสื่อสาร		
นักศึกษา	นายศิระ	ปิยะบรรหาร	รหัส 49015426
	นายอัษฎางค์	พรมชัยภูมิ	รหัส 49015437
	นางสาววิพิมพ์	ต่วนชะเอม	รหัส 49015461
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร.อรรถสิทธิ์ หล้าสกุล		
ระดับการศึกษา	ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต		
	สาขาวิศวกรรมสารสนเทศ		
ภาควิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ		
ปีการศึกษา	2551		

บทคัดย่อ

ระบบแสดงผลซึ่งถูกนำมาใช้เป็นระยะเวลาาน ในการตรวจสอบบันทึกค่าการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ เพื่อการคาดการณ์หรือวิเคราะห์เหตุการณ์อันอาจเกิดขึ้นได้ในอนาคตเป็นสิ่งจำเป็นอย่างมากต่อการพิจารณา เพื่อหาแนวทางแก้ไขหรือบรรเทาปัญหาต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นได้ ซึ่งหากได้มีการตรวจสอบอย่างต่อเนื่องไปเป็นระยะนานๆ ก็สามารถนำค่าอุณหภูมิเหล่านั้น มาหาสถิติความน่าจะเป็นต่างๆ เพื่อจะได้หาวิธีการแก้ไขปัญหาเหล่านั้นได้ตรงจุดที่สุด แต่การวัดค่าอุณหภูมิเหล่านี้จำเป็นต้องมีการนำเอาเซนเซอร์ไปติดตั้งไว้ในที่ต่างๆ ที่ห่างไกลจะความเจริญ ถ้าหากต้องการทราบว่าคุณค่าอุณหภูมิที่ต้องการวัดมีค่าเท่าใด ก็จำเป็นต้องออกเดินป่า เข้าไปจดค่าเหล่านั้น ซึ่งจะสูญเสียทั้งเวลา งบประมาณ และกำลังบุคคล ในการบันทึกค่าเหล่านั้นในแต่ละครั้ง ดังนั้นในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ จึงนำเสนอการออกแบบและสร้างระบบ (เครื่อง) ตรวจสอบวัดค่าอุณหภูมิระยะไกลแบบใหม่ ซึ่งประกอบไปด้วย 2 ประเภท อย่างแรกคือ เครื่องแม่ข่าย โดยที่เครื่องแม่ข่ายจะใช้ควบคู่กับคอมพิวเตอร์ และอย่างที่สองเป็นเครื่องลูกข่าย ในปริญญานิพนธ์นี้จะใช้เพียง 1 เครื่อง ในแต่ละเครื่องจะประกอบไปด้วยระบบเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ และรีเลย์ ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่บรรจุโปรแกรมจัดการ ซึ่งวงจรที่ใช้จะเชื่อมต่อระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์กับเครื่องลูกข่าย โดยใช้วิทยุวอล์คทอล์ก - ทอล์คก็่เป็นตัวรับ - ส่งข้อมูล ซึ่งอยู่ในย่านของวิทยุที่ใช้งาน และมีแผงโซลาร์เซลล์เป็นแหล่งจ่ายไฟ และเมื่อผู้ใช้ต้องการทราบข้อมูลค่าตรวจวัดที่จุดใด ก็สามารถจะใช้ซอฟต์แวร์ที่ได้ออกแบบเป็นแบบ GUI ไว้บนคอมพิวเตอร์ทั่วไป เพื่อเข้าไปดูข้อมูลได้ทุกจุดตลอดเวลาได้ตามต้องการ ส่งผลทำให้ลดค่าใช้จ่ายได้เป็นอย่างมากและนอกจากนี้ ระบบยังออกแบบให้สามารถจัดตั้งและใช้งานได้อย่างสะดวกอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Long – rang Monitoring Temperature System using Armature Radio (LMSAR)		
Student	Mr. Sira	Piyabanhan	ID. 49015426
	Mr. Assadang	Fromchaiyaphum	ID. 49015437
	Miss Rawiphim	Tuancha – em	ID. 49015461
Advisor	Asst. Prof. Dr. Attasit Lasakul		
Graduate Level	Bachelor Degree of Information Engineering		
Department	Information Engineering		
Academic Year	2008		

Abstract

The Monitoring system has been used for many years ago. It was utilized for recording many kinds of data for analysis. Then, these data will be used to predict what it should occur. According to data analysis a result, we can carefully plan to hand on that problem. The monitoring system, in this thesis, consists of two types, Type one for using with host computer (1 unit) and type two are clients (this thesis has 1 unit). All units consist of Microcontroller and interfacing circuit for amateur radio. For client unit its addition some sensor (depend on purpose of measuring) and Solar system but host unit.

On the operation all clients unit (so call beacons unit) will be installed to many positions on the certain area (usually is a very big area) in rang of propagation radio signal. User can easily access to all of client unit for getting data by only clicking on screen (GUI) of host computer. With intelligent programming software that was installed on host/client unit, all units can automatically working together. We don't need to journey to client units for checking/ recording data any more. This will reduce very much of payment.

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งต่อความกรุณาที่ รศ.ดร.อรรถสิทธิ์ หล้าสกุล อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ได้คอยให้คำปรึกษาและคำแนะนำต่างๆ ที่เกี่ยวกับโครงการนี้ ที่ช่วยในการจัดหาข้อมูลให้ทั้งทางทฤษฎี และทางปฏิบัติอย่างดียิ่ง จนทำให้เกิดความสะดวกในการทำโครงการมากยิ่งขึ้น อีกทั้งยังขอขอบพระคุณบรรพจารย์ผู้เขียนเอกสารและตำราอ้างอิงต่างๆ ทุกท่าน ตลอดจนขอขอบพระคุณภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศที่ได้มีห้องให้ใช้ในการทำโครงการ จนทำให้ปริญญาบัตรฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีทุกประการ



คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
Abstract	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญรูป	ฉ
สารบัญตาราง	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 บทนำ	1
1.2 แนวคิด และที่มา	1
1.3 วัตถุประสงค์ของโครงการ	2
1.4 ขอบเขตของโครงการ	2
1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน	3
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับไมโครคอนโทรลเลอร์ (MCS – 51) เบอร์ AT89C51AC3	5
2.2 ไอซี DS1820	9
2.3 มาตรฐานพอร์ตอนุกรมแบบอาร์เอส – 232 (RS – 232)	10
2.4 ไอซี MAX232	15
2.5 ทฤษฎีการเข้ารหัสแบบ FSK (Frequency Shift Keying)	17
2.6 เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell)	19
บทที่ 3 การออกแบบปริญญานิพนธ์	24
3.1 ส่วนของ Software	24
3.2 ส่วนของ Hardware	29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ 4 ผลการทดลอง	32
4.1 การทดลองภาคส่ง	32
4.2 การทดลองภาครับ	34
4.3 ขั้นตอนการใช้งาน	36
บทที่ 5 บทวิจารณ์และบทสรุป	39
5.1 บทสรุป	39
5.2 ปัญหาและอุปสรรคในการทำงาน	40
5.3 ข้อเสนอแนะ	40
บรรณานุกรม	
ภาคผนวก	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
รูปที่ 2.1 บอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ (MCS – 51) เมอร์ AT89C51AC3	5
รูปที่ 2.2 แสดงการจัดหน่วยความจำและตำแหน่งของรีจิสเตอร์เฉพาะ (Special Function Register)	8
รูปที่ 2.3 ไอซี DS1820	9
รูปที่ 2.4 พอร์ตอนุกรมแบบอาร์เอส – 232	11
รูปที่ 2.5 หัวต่อพอร์ตอนุกรมแบบอาร์เอส – 232	11
รูปที่ 2.6 การใช้งานพอร์ตอนุกรมอาร์เอส – 232	12
รูปที่ 2.7 DB9 ตัวผู้ เมื่อมองจากด้านหลัง	12
รูปที่ 2.8 แสดงการเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกเข้ากับคอมพิวเตอร์ด้วยสาย DB9	13
รูปที่ 2.9 ระดับสัญญาณของ RS232C และระดับสัญญาณของ TTL	14
รูปที่ 2.10 ไอซี MAX232	15
รูปที่ 2.11 แสดงตำแหน่งขาของไอซี MAX232	15
รูปที่ 2.12 รูปวงจรภายในไอซี MAX232	16
รูปที่ 2.13 การต่อใช้งาน MAX232 กับ ไมโครคอนโทรลเลอร์	16
รูปที่ 2.14 การผสมสัญญาณของข้อมูล 01101 ด้วยวิธีการ Frequency Shift Keying ในกรณีนี้ Bit Rate เท่ากับ Baud Rate	17
รูปที่ 2.15 Spectrum ของสัญญาณ FSK ที่มีความถี่ของสัญญาณพาหะ f_c และ f_c อัตราเร็วของข้อมูล Baud (N_{baud})	17
รูปที่ 2.16 การส่งสัญญาณ Binary FSK	18
รูปที่ 2.17 บล็อกไดอะแกรมของ PLL-FSK Demodulator	19
รูปที่ 2.18 ส่วนประกอบของเซลล์แสงอาทิตย์	20
รูปที่ 2.19 รูปแบบของเซลล์แสงอาทิตย์	21
รูปที่ 2.20 การทำงานของเซลล์แสงอาทิตย์	22
รูปที่ 2.21 ขั้นตอนการทำงานของเซลล์แสงอาทิตย์ขั้นที่ 1	22
รูปที่ 2.22 ขั้นตอนการทำงานของเซลล์แสงอาทิตย์ขั้นที่ 2	23
รูปที่ 2.23 ขั้นตอนการทำงานของเซลล์แสงอาทิตย์ขั้นที่ 3	23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
รูปที่ 3.1 โฟลต์ชาร์ทโปรแกรมส่วน Computer (Visual C#)	24
รูปที่ 3.2 รูปแบบของ Command Format	25
รูปที่ 3.3 รูปแบบของ Data Format	26
รูปที่ 3.4 เส้นทางการวิ่งไปอ่านข้อมูลของ Client ตัวหมายเลข 4	27
รูปที่ 3.5 บล็อกไดอะแกรมในส่วนของตัวใช้งานกับ Host Computer	29
รูปที่ 3.6 วงจร FSK MODULATOR	30
รูปที่ 3.7 บล็อกไดอะแกรมในส่วนของตัวใช้งานเป็นตัวลูกหรือ ตัวตรวจวัด (Client)	31
รูปที่ 4.1 การต่อวงจรภาคส่งทั้งหมด	32
รูปที่ 4.2 ทำการสั่งงานให้ DS1820 ที่เครื่อง Client อ่านค่าอุณหภูมิ	33
รูปที่ 4.3 การต่อวงจรภาครับทั้งหมด	34
รูปที่ 4.4 ค่าอุณหภูมิที่อ่านได้บนหน้าจอกอมพิวเตอร์	35
รูปที่ 4.5 ไอคอนโปรแกรม LMSAR	36
รูปที่ 4.6 แสดงรูปแบบโปรแกรม LMSAR	36
รูปที่ 4.7 แสดงการเชื่อมต่อ เพื่อสั่งงานไมโครคอนโทรลเลอร์	37
รูปที่ 4.8 แสดงการเลือกอุณหภูมิช่องที่ 1 จากเครื่อง Client ตัวที่ 1 และสั่งให้รีเลย์ OFF	37
รูปที่ 4.9 ผลที่ได้จากการทดลอง	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน	3
ตารางที่ 2.1 ตารางอุณหภูมิและความสัมพันธ์ของข้อมูลไอซี DS1820	10



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

บทนี้เป็นกรกล่าวถึงความเป็นมาของโครงการ วัตถุประสงค์ของโครงการ ขอบเขตของโครงการ และขั้นตอนการดำเนินงาน

1.1 บทนำ

ในปัจจุบันการตรวจสอบบันทึกค่าการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ติดต่อกันในช่วงเวลานานๆ เพื่อการคาดการณ์หรือวิเคราะห์เหตุการณ์อันอาจเกิดขึ้นได้ในอนาคต เป็นสิ่งจำเป็นอย่างมากต่อการพิจารณาเพื่อหาแนวทางแก้ไขหรือบรรเทาปัญหาต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นได้ ตัวอย่าง เช่น การติดตาม ค่าอุณหภูมิ ค่าระดับน้ำ ค่าความชื้น เหล่านี้ เป็นต้น ซึ่งหากได้มีการตรวจสอบอย่างต่อเนื่องไปเป็นระยะเวลานานๆ ก็สามารถนำค่าเหล่านั้น มาหาสถิติความน่าจะเป็นต่างๆ เพื่อจะได้หาวิธีการแก้ไขปัญหาเหล่านั้นได้ตรงจุดที่สุดต่อไป ดังเช่น ปัญหาน้ำท่วมซ้ำซาก เป็นต้น

1.2 แนวคิด และที่มา

ในการตรวจสอบบันทึกค่าการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ในที่ห่างไกลความเจริญ สามารถทำได้ยาก ดังนั้นในการบันทึกค่าการวัดค่าเหล่านี้ จึงจำเป็นต้องมีการนำเซนเซอร์ไปติดตั้งไว้ในที่ต่างๆ เป็นจำนวนมาก เช่น แนวภูเขา ซึ่งจะไม่มีแม้แต่สัญญาณโทรศัพท์ในพื้นที่นั้นๆ ซึ่งถ้าหากต้องการทราบว่าค่าที่ต้องการวัดนั้นมีค่าเท่าใด ก็จำเป็นต้องออกเดินป่า เข้าไปจดค่าเหล่านั้น ซึ่งจะสูญเสียทั้งเวลาและงบประมาณ กำลังบุคคล ในการบันทึกค่าเหล่านั้นในแต่ละครั้ง ยิ่งไปกว่านั้น หากต้องการเก็บค่าเหล่านั้นเป็นระยะบ่อยครั้งเท่าใดก็จะยิ่งทำให้ เสียค่าใช้จ่ายมากขึ้นตามไปด้วยเท่านั้น ดังนั้นในปริยญาณิพนธ์ฉบับนี้ จึงนำเสนอการออกแบบและสร้างระบบ (เครื่อง) ตรวจสอบวัดค่าอุณหภูมิระยะไกลแบบใหม่ โดยผู้ใช้งานสามารถตรวจดูค่าผลของการวัดเหล่านั้น โดยไม่ต้องเดินทางเข้าสู่พื้นที่ติดตั้งเซนเซอร์เลย โดยที่จะนำเครื่องไปติดตั้งในสถานที่ต่างๆ หลายจุด ให้ครอบคลุมบริเวณที่ผู้ใช้งานต้องการและอยู่ในย่านกำลังรับ - ส่งของวิทยุที่ผู้ใช้งาน และเมื่อผู้ใช้งานต้องการทราบข้อมูลค่าตรวจวัดที่จุดใด ก็สามารถจะใช้ซอฟต์แวร์ที่ได้ออกแบบเป็นแบบ GUI ไว้บนคอมพิวเตอร์ทั่วไป เพื่อเข้าไปดูข้อมูลได้ทุกจุดทุกเวลาได้ตามต้องการและโดยใช้ระบบสื่อสารที่เป็นวิทยุที่ต่อเป็นระบบอัตโนมัติแทนระบบ GSM หรือ ระบบอินเทอร์เน็ตซึ่งไม่สามารถเข้าถึงพื้นที่ดังกล่าวได้ ดังนั้นด้วยการใช้ระบบสื่อสารวิทยุนี้ต่อเป็นระบบแทน จึงทำให้ไม่จำเป็นที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะต้องส่งบุคคลเข้าไปจดบันทึกข้อมูลโดยตรง ส่งผลทำให้ลดค่าใช้จ่ายได้เป็นอย่างมากและนอกจากนี้ระบบยังออกแบบให้สามารถจัดตั้งและใช้งานได้อย่างสะดวกอีกด้วย

1.3 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อศึกษาการทำงานของ MCS-51 (AC3)
2. ออกแบบและสร้างวงจร FSK
3. เพื่อศึกษาโปรแกรม Kiel C-51 ในการควบคุมการทำงาน MCS-51 (AC3)
4. สามารถรับ - ส่งข้อมูลผ่านระบบวิทยุ Walkie - Talkie
5. เพื่อศึกษาโปรแกรม Visual C# 2005
6. เพื่อศึกษาการทำงานและออกแบบชุด Solar system สำหรับ Power supply

1.4 ขอบเขตของโครงการ

1. ทำการออกแบบวงจรตรวจวัดอุณหภูมิระยะไกล โดยผ่านวิทยุ Walkie - Talkie
2. ทำการสร้างและทดลองวงจร FSK (Frequency Shift Keying)
3. ทำการสร้างแหล่งจ่ายไฟ โดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Cells)
4. เขียนโปรแกรมควบคุม MCS-51 ด้วย Keil C-51
5. เขียนโปรแกรม Visual C# 2005 ในการสั่งงานและแสดงผลบนหน้าจอคอมพิวเตอร์
6. ประกอบอุปกรณ์ทั้งหมดเข้าด้วยกันพร้อมทั้งทดสอบระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ขั้นตอนการทำงาน	ระยะเวลา	พ.ศ. 2551						พ.ศ. 2552		
		มี.ย	ก.ค	ส.ค	ก.ย	ต.ค	พ.ย	ธ.ค	ม.ค	ก.พ
1. ประชุมวางแผนโครงการ		↔								
2. สร้างและทดลองวงจร FSK		↔	↔							
3. ทดลองเขียนโปรแกรม KEIL C51		↔			↔					
4. เตรียมส่วน present กลางภาค				↔	↔					
5. ศึกษาและเขียนโปรแกรม Visual Basic 2005						↔		↔		
6. ทำการแหล่งจ่ายไฟด้วยพลังงานแสงอาทิตย์								↔	↔	
7. ทำการประกอบอุปกรณ์ทั้งหมดเข้าด้วยกัน								↔	↔	↔
8. ทำการตรวจสอบแก้ไข								↔	↔	↔
9. เตรียมส่วน present ตอนสอบปลายภาค									↔	↔

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถประยุกต์ใช้งาน MCS-51 (AC3) เบื้องต้น
2. สามารถใช้โปรแกรม Keil C-51 ควบคุมการทำงาน MCS-51
3. สามารถออกแบบและสร้างวงจร FSK
4. สามารถใช้ Visual C# 2005 ในการแสดงผลบนจอคอมพิวเตอร์
5. สามารถรับ - ส่งข้อมูลผ่านระบบวิทยุ Walkie – Talkie ได้จริง
6. สามารถนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้เป็นแหล่งจ่ายไฟให้กับอุปกรณ์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

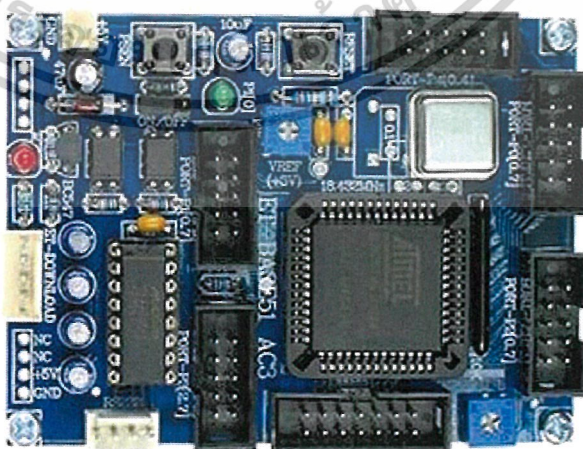
บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในบทที่ 2 นี้จะเป็นการรวบรวมทฤษฎีต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกัับปริญญานิพนธ์ เพื่อใช้ในการประกอบการดำเนินงาน ซึ่งแต่ละทฤษฎีเป็นสิ่งจำเป็นที่จะต้องทราบในเบื้องต้น ก่อนที่จะลงมือออกแบบหรือสร้างวงจร เพื่อที่จะให้การทำงานสำเร็จตามความต้องการ

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับไมโครคอนโทรเลอร์ (MCS – 51) เบอร์ AT89C51AC3

AT89C51AC3 เป็นไมโครคอนโทรเลอร์ในตระกูล MCS – 51 ขนาด 52 pin ของ ATMEL เป็น MCU ประจําบอร์ด โดย MCU รุ่นนี้จะบรรจุอยู่ภายในตัวถังแบบ 52 pin PLCC โดย MCU ตัวนี้จะมีจุดเด่น คือ เรื่องของความเร็วในการประมวลผล ซึ่งสามารถทำงานได้ด้วยความเร็วสูงสุด 60 MHz ที่ 12 clock/1 Machine Cycle นอกจากนี้แล้วยังมีความเพียบพร้อมด้วยอุปกรณ์พื้นฐานต่างๆที่จำเป็นต่อการใช้งาน ไม่ว่าจะเป็นหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูล แบบ EEPROM ขนาด 2 KByte หรือหน่วยความจำใช้งานแบบ RAM ซึ่งมีมากถึง 2304 Byte (2048+256) ส่วนในด้านของอุปกรณ์ Peripheral นั้นก็นับว่าครบถ้วนเหมาะแก่การนำไปประยุกต์ใช้งานเกี่ยวกับการควบคุมและประมวลผลต่างๆ ได้เป็นอย่างดี โดยจะมีทั้ง SPI, UART, Watchdog, Timer/Counter, PWM และ ADC โดยการออกแบบโครงสร้างของบอร์ดนั้นจะเน้นเรื่องขนาดของบอร์ดให้มีขนาดเล็ก เพื่อให้ง่ายต่อการนำไปประยุกต์ใช้งาน และสะดวกต่อการพัฒนาโปรแกรม



รูปที่ 2.1 บอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ (MCS – 51) เบอร์ AT89C51AC3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1 คุณสมบัติของบอร์ด

- เลือกใช้ MCU ตระกูล MCS – 51 เบอร์ AT89C51AC3 ของ ATMEL เป็น MCU ประจำบอร์ด โดยเลือกใช้แหล่งกำเนิดสัญญาณนาฬิกาแบบ Oscillator Module ค่า 29.4912 MHz ซึ่งสามารถกำหนดการทำงานของ MCU ให้ทำงานในโหมดความเร็ว 2 เท่า ($\times 2$ Mode) ได้ ทำให้ MCU สามารถประมวลผลด้วยความเร็วสูงสุดที่ 58.9824 MHz โดยคุณสมบัติเด่นๆ ของ MCU ได้แก่
 - มีหน่วยความจำ Flash สำหรับเขียนโปรแกรมขนาด 64 KByte
 - มี EEPROM ขนาด 2 KByte สำหรับเก็บข้อมูล และสามารถเขียนซ้ำได้กว่า 1 ล้านครั้ง
 - มีพอร์ต I/O ขนาด 8 บิต จำนวน 5 พอร์ต (P0, P1, P2, P3 และ P4 (5 Bit))
 - มี RAM ใช้งาน 2304 Byte (EMM 2048 Byte + IMM 256 Byte)
 - มีวงจรสื่อสารอนุกรม UART จำนวน 1 พอร์ต และ มีวงจรสื่อสาร SPI จำนวน 1 พอร์ต
 - มีวงจร Timer/Counter ขนาด 16 บิต จำนวน 3 ชุด
 - มีวงจร ADC ขนาด 10 บิต จำนวน 8 ช่อง (ใช้ Port – P1 โดยกำหนดจากโปรแกรม)
 - มีวงจร Watchdog, Power – ON Reset, Capture/Compare, PWM
- มีขั้วต่อสัญญาณ I/O แบบ TTL แบบ Header 2×5 จำนวน 5 ชุด (P0, P1, P2, P3 และ P4)
- มีขั้วต่อ LCD แบบ Header 2×7 รองรับการเชื่อมต่อกับ LCD Character (เชื่อมต่อแบบ 4 บิต)
- มีขั้วต่อใช้งาน RS – 232 สำหรับใช้งาน และ ET – DOWNLOAD สำหรับ Download ผ่าน RS – 232
- มี LED แสดงสถานะแหล่งจ่าย Power และ Self – Test สำหรับใช้ทดสอบการทำงานของบอร์ด
- ใช้แหล่งจ่ายไฟขนาด +5 VDC
- ขนาด PCB size เล็กเพียง 8×6 cm.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 การจัดหน่วยความจำของไมโครคอนโทรลเลอร์

การจัดหน่วยความจำของไมโครคอนโทรลเลอร์จะแบ่งหน่วยความจำออกเป็น 3 กลุ่ม คือ

1. หน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรม (Program Memory) หรือ (Code Memory)

จะทำหน้าที่เก็บชุดคำสั่งเพื่อให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ปฏิบัติตามคำสั่งนั้นๆ หน่วยความจำจะเป็นลักษณะแบบแฟลช (Flash) ที่มีคุณสมบัติในการใช้งานโดยสามารถจะทำการลบข้อมูลด้วยไฟฟ้า และเก็บข้อมูลเข้าเก็บไว้ในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ ได้กว่า 1 ล้านครั้ง โดยใช้เครื่องโปรแกรม

2. หน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูล (Data Memory) หน่วยความจำข้อมูล (RAM)

จะทำหน้าที่เก็บรักษาข้อมูล โดยข้อมูลอาจจะเป็นค่าหลังจากไมโครคอนโทรลเลอร์ทำการการประมวลผล หรือเก็บค่าข้อมูลที่จะให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ประมวลผลในขณะนั้น

3. รีจิสเตอร์ที่ทำหน้าที่เฉพาะ (Special Function) รีจิสเตอร์เฉพาะหรือ รีจิสเตอร์พิเศษ (Special Function Register)

จะใช้ในการควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ จะอยู่ในหน่วยความจำตำแหน่งแอดเดรสที่ 80H-FFH ซึ่งสามารถจะเรียกใช้ชื่อของรีจิสเตอร์ได้โดยตรง หรืออาจจะเรียกชื่อตามตำแหน่งแอดเดรสก็ได้ รีจิสเตอร์เฉพาะจะประกอบดังรูปที่ 2.2

Byte Address	Bit Address								
FFH									
FOH	F7H	F6H	F5H	F4H	F3H	F2H	F1H	FOH	B
EOH	E7H	E6H	E5H	E4H	E3H	E2H	E1H	EOH	ACC
DOH	CY	AC	FO	RS1	RS0	OV	F1	P	PSW
	D7H	D6H	D5H	D4H	D3H	D2H	D1H	D0H	
B8H	BFH	BEH	BDH	BCH	BBH	BAH	B9H	B8H	IP
BOH	B7H	B6H	B5H	B4H	B3H	B2H	B1H	BOH	P3
	EA	ET2	ES	ET1	EX1	ET0	EX0		
A8H	AFH	AEH	ADH	ACH	ABH	AAH	A9H	A8H	IE
A0H	A7H	A6H	A5H	A4H	A3H	A2H	A1H	A0H	P2
99H	ไม่สามารถเข้าถึงได้ในระดับบิต								SBUF
98H	SMD	SM1	SM2	REN	TB8	TB8	T1	R1	SCON
	9FH	9EH	9DH	9CH	9BH	9AH	99H	98H	
90H	97H	96H	95H	94H	93H	92H	91H	90H	PI
8DH	ไม่สามารถเข้าถึงได้ในระดับบิต								TH1
8CH	ไม่สามารถเข้าถึงได้ในระดับบิต								TH0
8BH	ไม่สามารถเข้าถึงได้ในระดับบิต								TL1
8AH	ไม่สามารถเข้าถึงได้ในระดับบิต								TLO
89H	ไม่สามารถเข้าถึงได้ในระดับบิต								TMOD
88H	8FH	8EH	8DH	8CH	8BH	8AH	89H	88H	TCON
87H	ไม่สามารถเข้าถึงได้ในระดับบิต								PCON
83H	ไม่สามารถเข้าถึงได้ในระดับบิต								DPH
82H	ไม่สามารถเข้าถึงได้ในระดับบิต								DPL
81H	ไม่สามารถเข้าถึงได้ในระดับบิต								SP
80H	87H	86H	85H	84H	83H	82H	81H	80H	PO

Special Function Registers

รูปที่ 2.2 แสดงการจัดหน่วยความจำและตำแหน่งของรีจิสเตอร์เฉพาะ (Special Function Register)

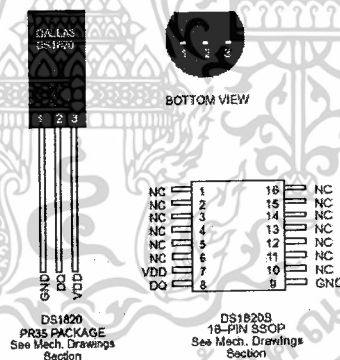
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ไอซี DS1820

2.2.1 หลักการเบื้องต้นของไอซี DS1820

ไอซี DS1820 เป็นไอซีที่มีระบบการสื่อสารข้อมูลอนุกรมแบบหนึ่งสายซึ่งถือได้ว่าเป็นระบบที่มีความชาญฉลาด และใช้จำนวนสายสัญญาณเพียง 1 เส้นเท่านั้น โดยไม่ต้องมีสายสัญญาณนาฬิกาควบคุมจังหวะการถ่ายทอดข้อมูล เหมือนกับระบบสื่อสารข้อมูลอนุกรมในแบบอื่น สายข้อมูลจะทำหน้าที่เสมือนเป็นสายสัญญาณนาฬิกาในตัว ส่วนค่าของข้อมูลจะพิจารณาจากลักษณะของรูปสัญญาณที่ปรากฏบนสายสัญญาณในแต่ละช่องของเวลาซึ่งเรียกว่า ไทม์สล็อต (Time Slot) โดยคาบเวลาดำสุดและสูงสุดของสถานะต่าง ๆ ในการสื่อสารข้อมูลในแต่ละไทม์สล็อตมีการกำหนดขอบเขตไว้อย่างชัดเจนการถ่ายทอดข้อมูลจะเกิดขึ้นในแต่ละไทม์สล็อตนั้น รูปแบบการถ่ายทอด ข้อมูลจะเป็นแบบอะซิงโครนัสในระดับบิต ไม่มีการกำหนดความยาวของข้อมูลเป็นระดับไบต์ระบบสื่อสารแบบนี้เหมาะที่จะใช้ในการสื่อสารข้อมูลระหว่างไอซีแผงวงจรเดียวกัน

PIN ASSIGNMENT



PIN DESCRIPTION

GND	- Ground
DQ	- Data In/Out
V _{DD}	- Optional V _{DD}
NC	- No Connect

รูปที่ 2.3 ไอซี DS1820

ข้อมูลอุณหภูมิที่เราอ่านจาก DS1820 จะมีขนาด 2 bytes แสดงผลได้ดังตารางข้างล่าง ง่ายๆ ก็คือ ถ้า byte แรกเป็น 0 แสดงว่าอุณหภูมิเป็น + ถ้าเป็น FFh ก็หมายความว่า อุณหภูมิ เป็นลบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 ตารางอุณหภูมิและความสัมพันธ์ของข้อมูลไอซี DS1820

TEMPERATURE/DATA RELATIONSHIPS Table 1

TEMPERATURE	DIGITAL OUTPUT (Binary)	DIGITAL OUTPUT (Hex)
+125°C	00000000 11111010	00FA
+25°C	00000000 00110010	0032h
+1/2°C	00000000 00000001	0001h
+0°C	00000000 00000000	0000h
-1/2°C	11111111 11111111	FFFFh
-25°C	11111111 11001110	FFCEh
-55°C	11111111 10010010	FF92h

2.2.2 คุณสมบัติของไอซี DS1820

1. DS1820 สามารถ Interface โดยใช้สายสัญญาณเพียงเส้นเดียว
2. DS1820 เพียงตัวเดียว สามารถวัดอุณหภูมิได้โดยไม่ต้องต่ออุปกรณ์ร่วม
3. DS1820 มีย่านวัดอยู่ที่ +125 ถึง -55 °C
4. DS1820 มีความละเอียดในการวัดได้ 0.5 °C

2.3 มาตรฐานพอร์ตอนุกรมแบบอาร์เอส – 232 (RS – 232)

มาตรฐานพอร์ตอนุกรมแบบอาร์เอส – 232 เป็นมาตรฐานอุตสาหกรรมที่ออกแบบมาเพื่อใช้กับการส่งข้อมูลอนุกรมแบบอะซิงโครนัส 2 ทิศทาง โดยมาตรฐานในอดีตนั้นถูกออกแบบมาเพื่อการส่งผ่านข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ไปยังโมเด็มเพียงอย่างเดียวเท่านั้น เพื่อที่นำข้อมูลจากโมเด็มนี้สื่อสารผ่านสายโทรศัพท์ไปยังคอมพิวเตอร์อีกชุดหนึ่งที่อยู่ห่างไกลกัน โดยคณะกรรมการวางมาตรฐานที่มีชื่อว่า EIA RS – 232 มาตรฐานนี้ในช่วงแรกจะใช้คอนเน็กเตอร์เป็นแบบ DB – 25 โดยกำหนดความยาวสูงสุดของสายสัญญาณไว้ที่ 50 ฟุต มีระดับสัญญาณตั้งแต่ -3 ถึง -12 V แสดงว่ามีข้อมูล (MASK) และ +3 ถึง +12 V แสดงว่าเป็นช่องว่าง (Space)

มาตรฐานอาร์เอส – 232 ได้กำหนดรูปแบบของอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อข้อมูล (Data Terminal Equipment : DTE) กับวงจรข้อมูลปลายทาง (Data Circuit Terminating : DCE) ไว้ว่าอุปกรณ์ DTE จะต้องเป็นอุปกรณ์ที่มีการประมวลผลในตัว เช่น ไมโครคอนโทรลเลอร์ หรือ ไมโครคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีความสามารถในการสร้างข้อมูลแบบอนุกรมได้ ส่วนอุปกรณ์ DCE จะทำหน้าที่เป็นเพียงตัวรับข้อมูลที่ส่ง DTE มาเท่านั้น โดยการรับส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ทั้งสองจะกระทำผ่าน

มาตรฐานอาร์เอส – 232

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อแตกต่างระหว่างอุปกรณ์ DTE และ DCE อย่างหนึ่งที่เราเห็นได้ชัด คือ คอนเน็กเตอร์ของ DTE เป็นตัวผู้ ส่วนคอนเน็กเตอร์ DCE จะเป็นตัวเมีย ซึ่งพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์ที่ใช้กันอยู่ทั่วไปจะเป็นส่วนคอนเน็กเตอร์ แต่ที่อยู่ในโมเด็มจะเป็นแบบ DCE



รูปที่ 2.4 พอร์ตอนุกรมแบบอาร์เอส – 232



ก. พอร์ตอนุกรมของ PC

ข. พอร์ตอนุกรมของอุปกรณ์ภายนอก

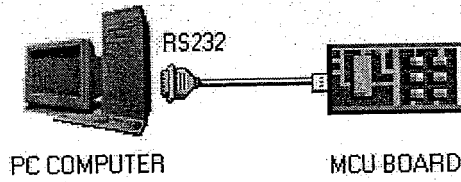
DB9 ตัวผู้ (Male)

DB9 ตัวเมีย (Female)

รูปที่ 2.5 หัวต่อพอร์ตอนุกรมแบบอาร์เอส – 232

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1 การใช้งานพอร์ตอาร์เอส – 232



รูปที่ 2.6 การใช้งานพอร์ตอนุกรมอาร์เอส – 232

การจัดขา ของคอนเนกเตอร์ อนุกรมแบบ ดีบี9 (DB9) และหน้าที่การใช้งานต่างๆ

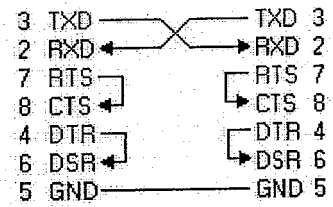
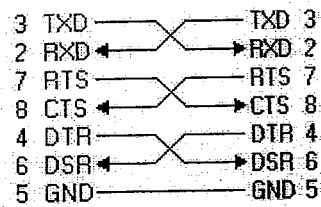


รูปที่ 2.7 DB9 ตัวผู้ เมื่อมองจากด้านหลัง

Pin	Description	Type
1	Data Carrier Detect (DCD)	Input
2	Received Data (RXD)	Input
3	Transmitted Data (TXD)	Output
4	Data Terminal Ready (DTR)	Output
5	Signal Ground (GND)	Input
6	Data Set Ready (DSR)	Input
7	Request To Send (RTS)	Output
8	Clear to Send (CTS)	Input
9	Ring Indicator (RI)	Input

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการทำงานของอาร์เอส - 232 DB9



ก. การเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกผ่าน

DB9 แบบ Null modem

ข. การต่ออุปกรณ์ภายนอกผ่าน

DB9 แบบ 3 เส้น

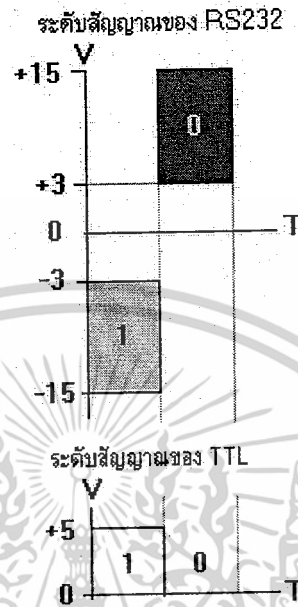
รูปที่ 2.8 แสดงการเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกเข้ากับคอมพิวเตอร์ด้วยสาย DB9

การทำงานของขาสัญญาณ DB9

- TXD เป็นขาที่ใช้ส่งข้อมูล
- RXD เป็นขาที่ใช้รับข้อมูล
- DTR แสดงสถานะพอร์ตว่าเปิดใช้งาน, DSR ตรวจสอบว่าพอร์ต ที่ติดต่อด้วย เปิดอยู่หรือไม่
 - เมื่อเปิดพอร์ตอนุกรม ขา DTR จะ ON เพื่อให้อุปกรณ์ได้รับทราบว่าการติดต่อด้วย
 - ในขณะเดียวกันก็จะตรวจสอบขา DSR ว่าอุปกรณ์พร้อมหรือไม่
- RTS แสดงสถานะพอร์ตว่าต้องการส่งข้อมูล, CTS ตรวจสอบว่าพอร์ตที่ติดต่อด้วย ต้องการส่งข้อมูลหรือไม่
 - เมื่อต้องการส่งข้อมูลขา RTS จะ ON และจะส่งข้อมูลออกที่ขา TXD เมื่อส่งเสร็จก็จะ OFF
 - ในขณะเดียวกันก็จะตรวจสอบขา CTS ว่าอุปกรณ์ต้องการที่จะส่งข้อมูลหรือไม่
- GND ขา ground

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระดับสัญญาณของ RS232



รูปที่ 2.9 ระดับสัญญาณของ RS232C และระดับสัญญาณของ TTL

สัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้น ในสายนำสัญญาณ มักจะมีแรงดันเป็นบวก เมื่อเทียบกับกราวด์ เพื่อป้องกันสัญญาณรบกวนนี้ จึงออกแบบแรงดัน ของโลจิก "1" เป็นลบ คืออยู่ในช่วง -3V ถึง -15V ส่วนแรงดัน ของโลจิก "0" อยู่ในช่วง +3V ถึง +15V

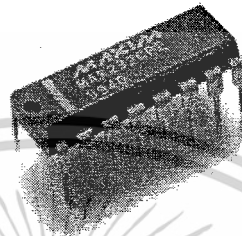
ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีวงจรเปลี่ยนระดับแรงดันของ RS232 มาเป็นระดับแรงดันของ TTL

อัตราการส่งข้อมูล (Baud rate)

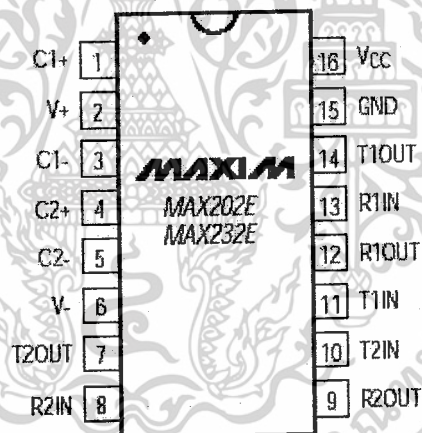
อัตราการส่งข้อมูล (Baud rate) คือ ความเร็วของการรับ-ส่งข้อมูล เป็นจำนวนบิตต่อวินาที เช่น 300, 1,200, 2,400, 4,800, 9,600, 14,400, 19,200, 38,400, 56,000 เป็นต้น การเลือกอัตราการส่งข้อมูลขึ้นอยู่กับ ชนิดของสายสัญญาณ, ระยะทาง และปริมาณสัญญาณรบกวน

2.4 ไอซี MAX232

MAX232 เป็นไอซีที่แปลงระดับสัญญาณของ RS-232 มาเป็นระดับ TTL และในทางอ้อมเดียวกันก็แปลงระดับสัญญาณ TTL ไปเป็นระดับสัญญาณ RS-232

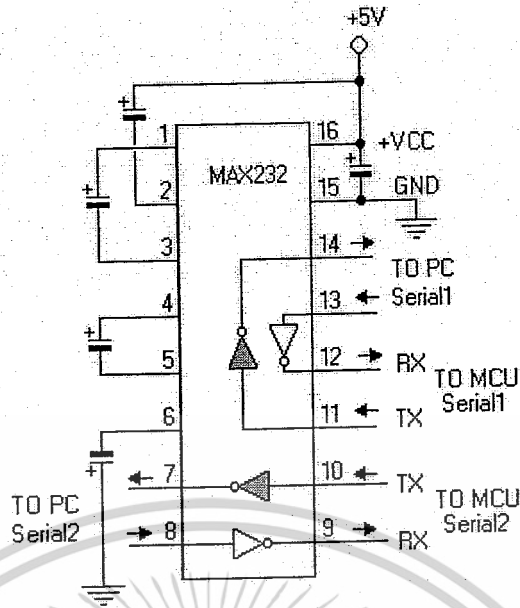


รูปที่ 2.10 ไอซี MAX232



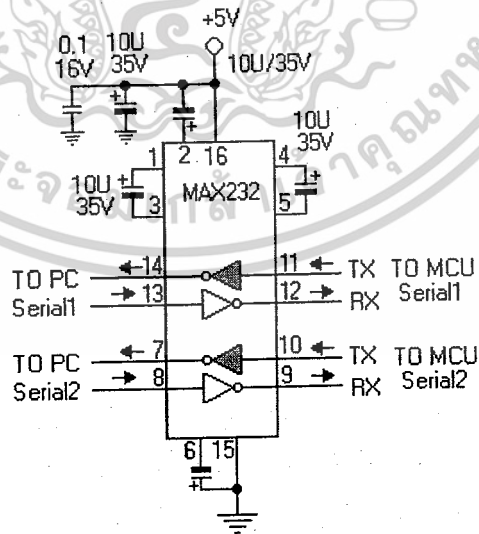
รูปที่ 2.11 แสดงตำแหน่งขาของไอซี MAX232

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.12 รูปวงจรภายในไอซี MAX232

ไอซี MAX232 เป็นไอซีขนาด 16 ขา ใช้ไฟเลี้ยง 5 โวลต์ ภายในมีวงจรแปลง RS232 เป็น TTL สองชุด และวงจร แปลง TTL เป็น RS232 อีกสองชุด รองรับมาตรฐาน RS232 ตามข้อกำหนด EIA/TIA และ V.28 กินไฟน้อย (ในโหมดพลังงานต่ำกินกระแสไฟเพียงห้าไมโครวัตต์) ภายใน MAX232 มีวงจรทวีแรงดัน และวงจรกลับขั้วแรงดันซึ่งต้องอาศัยอิเล็กโทรไลติก คาปาซิเตอร์ ภายนอกสี่ตัวจึงจะทำงานได้ถูกต้อง

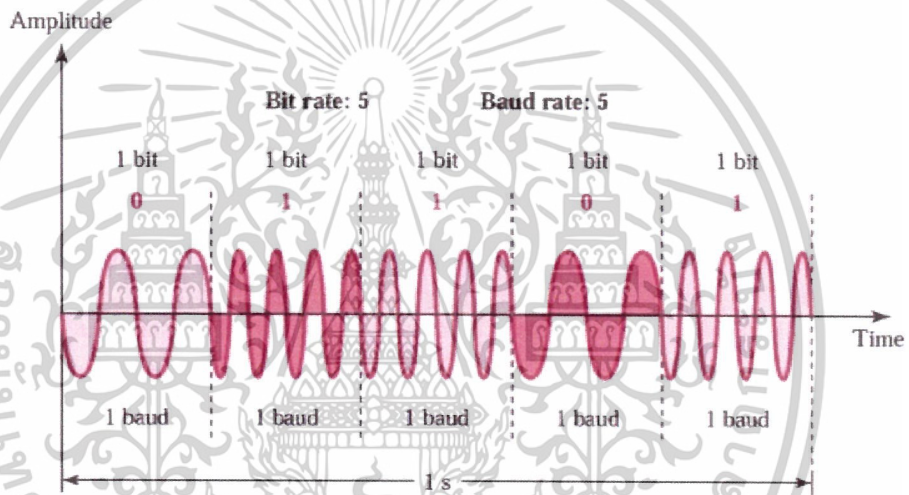


รูปที่ 2.13 การต่อใช้งาน MAX232 กับ ไมโครคอนโทรลเลอร์

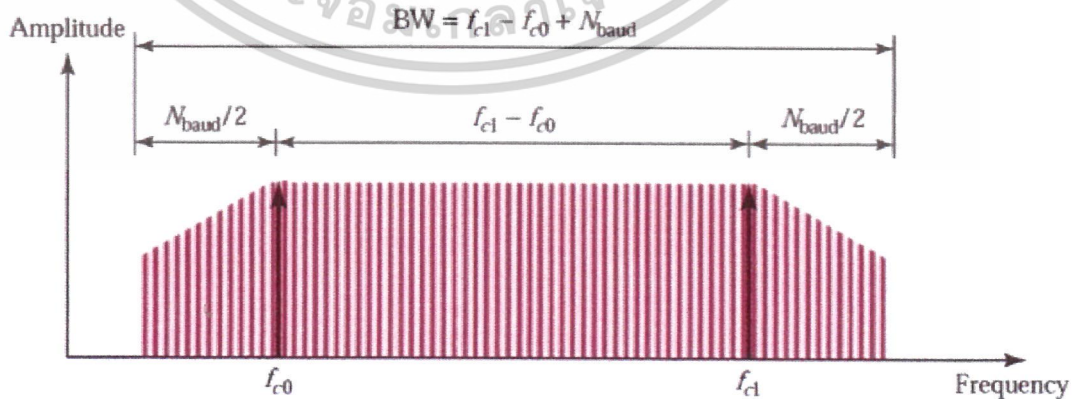
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 ทฤษฎีการเข้ารหัสแบบ FSK (Frequency Shift Keying)

ในปัจจุบันการสื่อสารมักจะนิยมใช้ระบบการแปลงบิตข้อมูลดิจิทัล (Digital Modulation) มากขึ้น เพราะระบบการแปลงบิตข้อมูลดิจิทัล มีความเชื่อถือได้สูงและมีราคาถูกลงมาก เพราะได้มีการพัฒนาทาง Digital Electronic และ IC อย่างรวดเร็วและก้าวหน้าไปมากทำให้ต้นทุนการผลิตถูกลง การแปลงบิตข้อมูลตัวข่าวสารในระบบดิจิทัลทำได้หลายวิธีด้วยกันในที่นี้จะศึกษาเทคนิคการแปลงบิตข้อมูลข่าวสารดิจิทัลให้เปลี่ยนแปลงไปตามความถี่ที่ซึ่งเราจะเรียกวิธีการนี้ว่า *Frequency Shift Keying: FSK*



รูปที่ 2.14 การผสมสัญญาณของข้อมูล 01101 ด้วยวิธีการ Frequency Shift Keying
ในกรณีนี้ Bit Rate เท่ากับ Baud Rate



รูปที่ 2.15 Spectrum ของสัญญาณ FSK ที่มีความถี่ของสัญญาณพาหะ

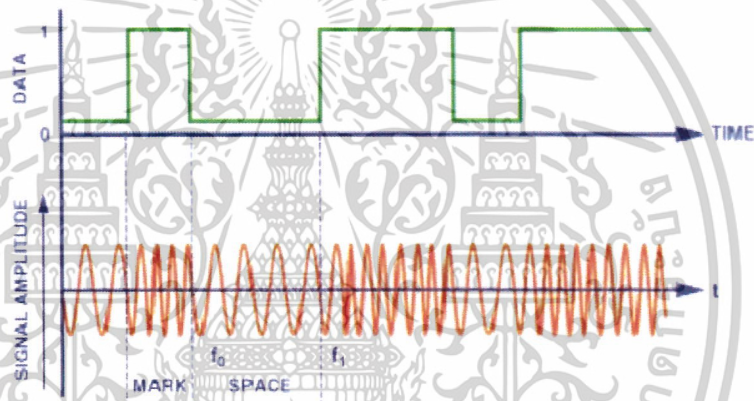
f_{c0} และ f_{c1} อัตราเร็วของข้อมูล Baud (N_{baud})

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.1 การส่งสัญญาณ FSK (FSK Transmitter)

ในส่วนของไบนารี FSK ความถี่คลื่นพาห้จะเกิดการเบี่ยงเบน (Shift) โดยในไบนารี อินพุต ด้วยเหตุนี้เอาต์พุตของการมอดูเลต จึงเป็นขั้นตอนหน้าที่ในการวิเคราะห์ทางความถี่ในส่วนของการเปลี่ยนแปลงที่เอาต์พุตของ FSK แต่ครั้งนั้นทำให้การเปลี่ยนแปลงที่ไบนารีด้วยอัตราส่วนของการเปลี่ยนแปลงอินพุตของการมอดูเลตเราเรียกว่า อัตราบิต มีหน่วยเป็นบิตต่อวินาที (bps) และอัตราการเปลี่ยนแปลงของเอาต์พุตของการมอดูเลตเราเรียกว่า อัตราบอर्ड และเป็นค่าที่เท่ากับค่าระหว่างเวลาและสัญญาณเริ่มต้นของเอาต์พุต โดยที่ บอर्ड เป็นค่า Line speed ต่อวินาที ตัวอย่างการส่งสัญญาณ Binary FSK จะแสดงให้เห็นดังรูปที่ 2.16



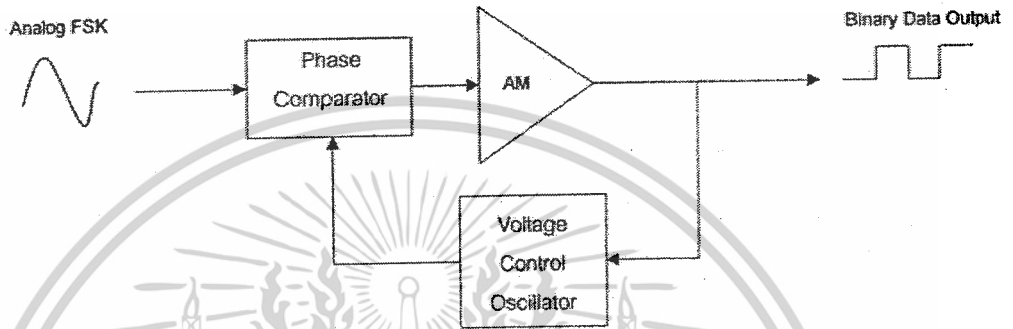
รูปที่ 2.16 การส่งสัญญาณ Binary FSK

จากรูปที่ 2.16 แสดงถึงการมอดูเลตแบบ Binary FSK ซึ่งจะแสดงให้เห็นได้อย่างชัดเจน โดยที่สัญญาณอินพุตเป็นสัญญาณสเตปฟังก์ชัน (Step Function) ซึ่งอยู่ในรูปของ Voltage Domain และเมื่อทำการมอดูเลตแล้วสัญญาณเอาต์พุตที่ได้ออกมาอยู่ในรูป Frequency Domain ซึ่งสัญญาณที่ได้จะประกอบด้วยความถี่ 2 ความถี่ คือ ความถี่มาร์ค (Mark Frequency) และความถี่สเปซ (Space Frequency) โดยที่ลอจิก “1” จะถูกแทนที่ด้วยความถี่มาร์คและลอจิก “0” ถูกแทนที่ด้วยความถี่สเปซ

2.5.2 การรับสัญญาณ FSK (FSK Receiver)

วงจรพื้นฐานส่วนมากที่ใช้สำหรับสัญญาณดิจิตอลไบนารี FSK (Demodulating Binary FSK) จะเป็นวงจรแบบเฟสล็อกคูล (Phase Locked Loop: PLL) ดังแสดงไว้ในบล็อกรายละเอียดจากรูปที่ 2.7 PLL-FSK Demodulator จะมีลักษณะการทำงานคล้ายกันมากกับ PLL-FM Demodulator ดังนั้นอินพุตจะไปเป็น PLL shift ระหว่าง ความถี่มาร์ค และ ความถี่ว่าง และ Error Voltage ที่ Output Error Voltage สามารถใช้แทน ลอจิก “1” และ ลอจิก “0” ดังนั้นเอาต์พุตเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเป็น Two - Level (Binary) ในการใช้แทนใน FSK Input ซึ่งโดยธรรมชาติความถี่กลางของ PLL จะมีค่าเท่ากับความถี่กลางของ FSK Modulator Binary FSK มีขั้นตอนในการใช้งานที่มีข้อจำกัดมากกว่าระบบ FSK และ QAM ด้วยเหตุนี้หลายๆ ครั้งเราจึงใช้สำหรับ High Performance Digital Radio System Binary

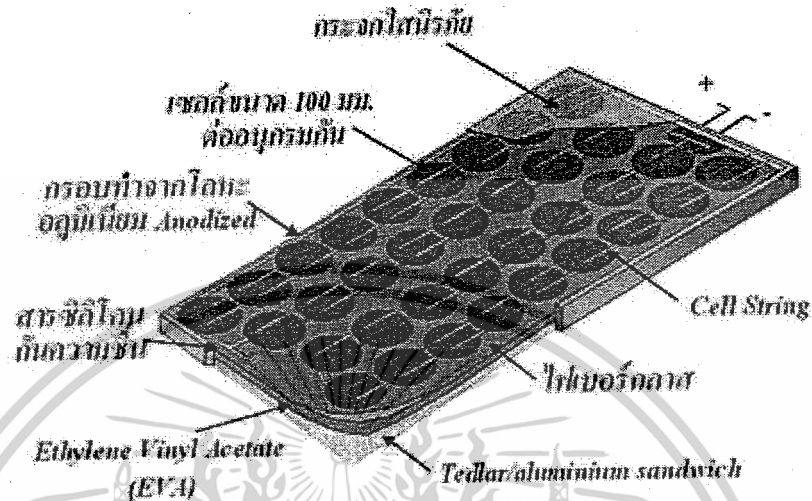


รูปที่ 2.17 บล็อกไดอะแกรมของ PLL-FSK Demodulator

2.6 เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell)

เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell) เป็นสิ่งประดิษฐ์กรรมทางอิเล็กทรอนิกส์ ที่สร้างขึ้นเพื่อเป็นอุปกรณ์สำหรับเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้า โดยการนำสารกึ่งตัวนำ เช่น ซิลิกอน ซึ่งมีราคาถูกที่สุดและมีมากที่สุดบนพื้นโลกมาผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อผลิตให้เป็นแผ่นบางบริสุทธิ์ และทันทีที่แสงตกกระทบบนแผ่นเซลล์ รังสีของแสงที่มีอนุภาคของพลังงานประกอบที่เรียกว่า โฟตอน (Photon) จะถ่ายเทพลังงานให้กับอิเล็กตรอน (Electron) ในสารกึ่งตัวนำจนมีพลังงานมากพอที่จะกระโดดออกมาจากแรงดึงดูดของอะตอม (atom) และเคลื่อนที่ได้ อย่างอิสระ ดังนั้นเมื่ออิเล็กตรอนเคลื่อนที่ครบวงจรจะทำให้เกิดไฟฟ้ากระแสตรงขึ้น เมื่อพิจารณา ลักษณะการผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์พบว่า เซลล์แสงอาทิตย์จะมีประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้า สูงที่สุดในช่วงเวลากลางวัน ซึ่งสอดคล้องและเหมาะสมในการนำเซลล์แสงอาทิตย์มาใช้ผลิตไฟฟ้า เพื่อแก้ไขปัญหาการขาดแคลนพลังงานไฟฟ้าในช่วงเวลากลางวัน

2.6.1 ส่วนประกอบของเซลล์แสงอาทิตย์



รูปที่ 2.18 ส่วนประกอบของเซลล์แสงอาทิตย์

แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ผลิตขึ้นจากเซลล์แสงอาทิตย์เพียงเซลล์เดียวจะมีค่าต่ำมาก การนำมาใช้งานจะต้องนำเซลล์หลายๆ เซลล์ มาต่อกันแบบอนุกรมเพื่อเพิ่มค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าให้สูงขึ้น เซลล์ที่นำมาต่อกันในจำนวนและขนาดที่เหมาะสมเรียกว่า แผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Module หรือ Solar Panel)

การทำเซลล์แสงอาทิตย์ให้เป็นแผงก็เพื่อความสะดวกในการนำไปใช้งาน ด้านหน้าของแผงเซลล์ ประกอบด้วย แผ่นกระจกที่มีส่วนผสมของเหล็กดำ ซึ่งมีคุณสมบัติในการยอมให้แสงผ่านได้ดี และยังเป็นเกราะป้องกันแผ่นเซลล์อีกด้วย แผงเซลล์จะต้องมีการ ป้องกันความชื้นที่ดีมาก เพราะจะต้องอยู่กลางแจ้งเป็นเวลายาวนาน ในการประกอบจะต้องใช้วัสดุที่มีความคงทนและป้องกันความชื้นที่ดี เช่น ซิลิโคนและ อีวีเอ (Ethelele Vinyl Acetate) เป็นต้น เพื่อเป็นการป้องกันแผ่นกระจกด้านบนของแผงเซลล์ จึง ต้องมีการทำกรอบด้วยวัสดุที่มีความแข็งแรง แต่บางครั้งก็ไม่มีควมจำเป็น ถ้ามีการเสริมความแข็งแรงของแผ่นกระจกให้เพียงพอ ซึ่งก็สามารถทดแทนการทำกรอบได้เช่นกัน ดังนั้นแผงเซลล์จึงมีลักษณะเป็นแผ่นเรียบ (laminare) ซึ่งสะดวกในการติดตั้ง

2.6.2 ประเภทของเซลล์แสงอาทิตย์

เซลล์แสงอาทิตย์ที่นิยมใช้กันอยู่ในปัจจุบัน จะแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ

1. กลุ่มเซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากสารกึ่งตัวนำประเภทซิลิคอน จะแบ่งตามลักษณะของผลึกที่เกิดขึ้น คือ แบบที่เป็น รูปผลึก (Crystal) และแบบที่ไม่เป็นรูปผลึก (Amorphous) แบบที่เป็นรูปผลึก จะแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ ชนิดผลึกเดี่ยวซิลิคอน (Single Crystalline Silicon Solar Cell) และ ชนิดผลึกรวมซิลิคอน (Poly Crystalline Silicon Solar Cell) แบบที่ไม่เป็นรูปผลึก คือ ชนิดฟิล์มบางอะมอร์ฟัสซิลิคอน (Amorphous Silicon Solar Cell)

2. กลุ่มเซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากสารประกอบที่ไม่ใช่ซิลิคอน ซึ่งประเภทนี้ จะเป็นเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีประสิทธิภาพสูงถึง 25% ขึ้นไป แต่มีราคาสูงมาก ไม่นิยมนำมาใช้บนพื้นโลก จึงใช้งานสำหรับดาวเทียมและระบบรวมแสงเป็นส่วนใหญ่ แต่การพัฒนาขบวนการผลิตสมัยใหม่ จะทำให้มีราคาถูกลง และนำมาใช้มากขึ้นในอนาคต (ปัจจุบันนำมาใช้เพียง 7 % ของปริมาณที่มีใช้ทั้งหมด)

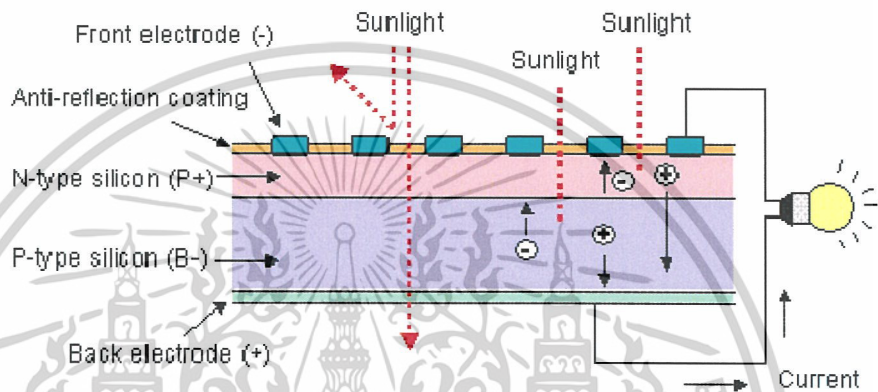


รูปที่ 2.19 รูปแบบของเซลล์แสงอาทิตย์

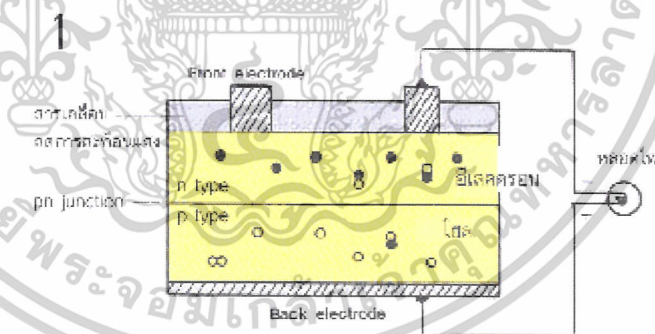
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.3 หลักการทำงานของเซลล์แสงอาทิตย์

การทำงานของเซลล์แสงอาทิตย์ เป็นขบวนการเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นกระแสไฟฟ้าได้โดยตรง โดยเมื่อแสงซึ่งเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและมีพลังงานกระทบกับสารกึ่งตัวนำ จะเกิดการถ่ายทอดพลังงานระหว่างกัน พลังงานจากแสงจะทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของกระแสไฟฟ้า (อิเล็กตรอน) ขึ้นในสารกึ่งตัวนำ จึงสามารถต่อกระแสไฟฟ้าง่ายๆไปใช้งานได้ (ตามรูปที่ 2.20)



รูปที่ 2.20 การทำงานของเซลล์แสงอาทิตย์

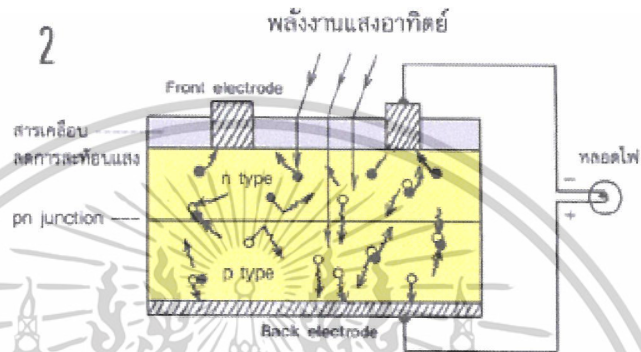


รูปที่ 2.21 ขั้นตอนการทำงานของเซลล์แสงอาทิตย์ขั้นที่ 1

1. n - type ซีลีคอน ซึ่งอยู่ด้านหน้าของเซลล์ คือ สารกึ่งตัวนำที่ได้อการ โด๊ปปิ้งด้วยสาร ฟอสฟอรัส มีคุณสมบัติเป็นตัวให้อิเล็กตรอนเมื่อรับพลังงานจากแสงอาทิตย์ p - type ซีลีคอน คือ สารกึ่งตัวนำที่ได้อการ โด๊ปปิ้งด้วยสาร โบรอน ทำให้โครงสร้างของอะตอมสูญเสียอิเล็กตรอน (โฮล) เมื่อรับพลังงาน จากแสงอาทิตย์จะทำหน้าที่เป็นตัวรับอิเล็กตรอน เมื่อนำซีลีคอนทั้ง 2 ชนิด มา ประกบต่อกันด้วย p - n junction จึงทำให้เกิดเป็น " เซลล์แสงอาทิตย์ " ในสภาวะที่ยังไม่มีแสงแดด

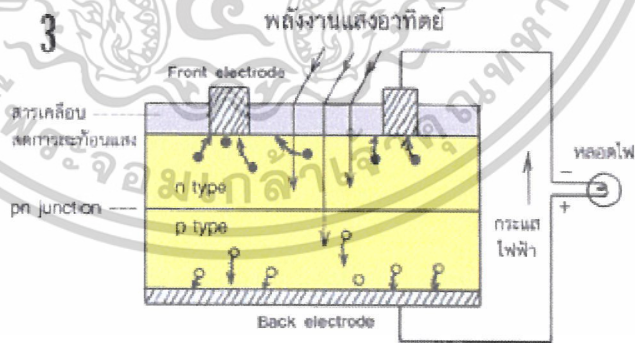
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ใช้งานพบข้อผิดพลาดใดๆ กรุณาแจ้งให้เราทราบทันที
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โพลีเมอร์บางเล็กน้อย ด้านหน้าของ n - type จะมีแถบโลหะเรียกว่า Front Electrode ทำหน้าที่เป็นตัวรับอิเล็กตรอน ส่วน p - type ซิลิคอนซึ่งอยู่ด้านหลังของเซลล์โครงสร้างส่วนใหญ่เป็นโพลีเมอร์แต่ยังคงมีอิเล็กตรอนปะปนบ้างเล็กน้อย ด้านหลังของ p - type ซิลิคอนจะมีแถบโลหะเรียกว่า Back Electrode ทำหน้าที่เป็นตัวรวบรวมโพลีเมอร์



รูปที่ 2.22 ขั้นตอนการทำงานของเซลล์แสงอาทิตย์ขั้นที่ 2

2. เมื่อมีแสงอาทิตย์ตกกระทบ แสงอาทิตย์จะถ่ายเทพลังงานให้กับอิเล็กตรอนและโพลีเมอร์ทำให้เกิดการเคลื่อนไหว เมื่อพลังงานสูงพอทั้งอิเล็กตรอนและโพลีเมอร์จะวิ่งเข้าหาเพื่อจับคู่กัน อิเล็กตรอนจะวิ่งไปยังชั้น n - type และโพลีเมอร์จะวิ่งไปยังชั้น p type



รูปที่ 2.23 ขั้นตอนการทำงานของเซลล์แสงอาทิตย์ขั้นที่ 3

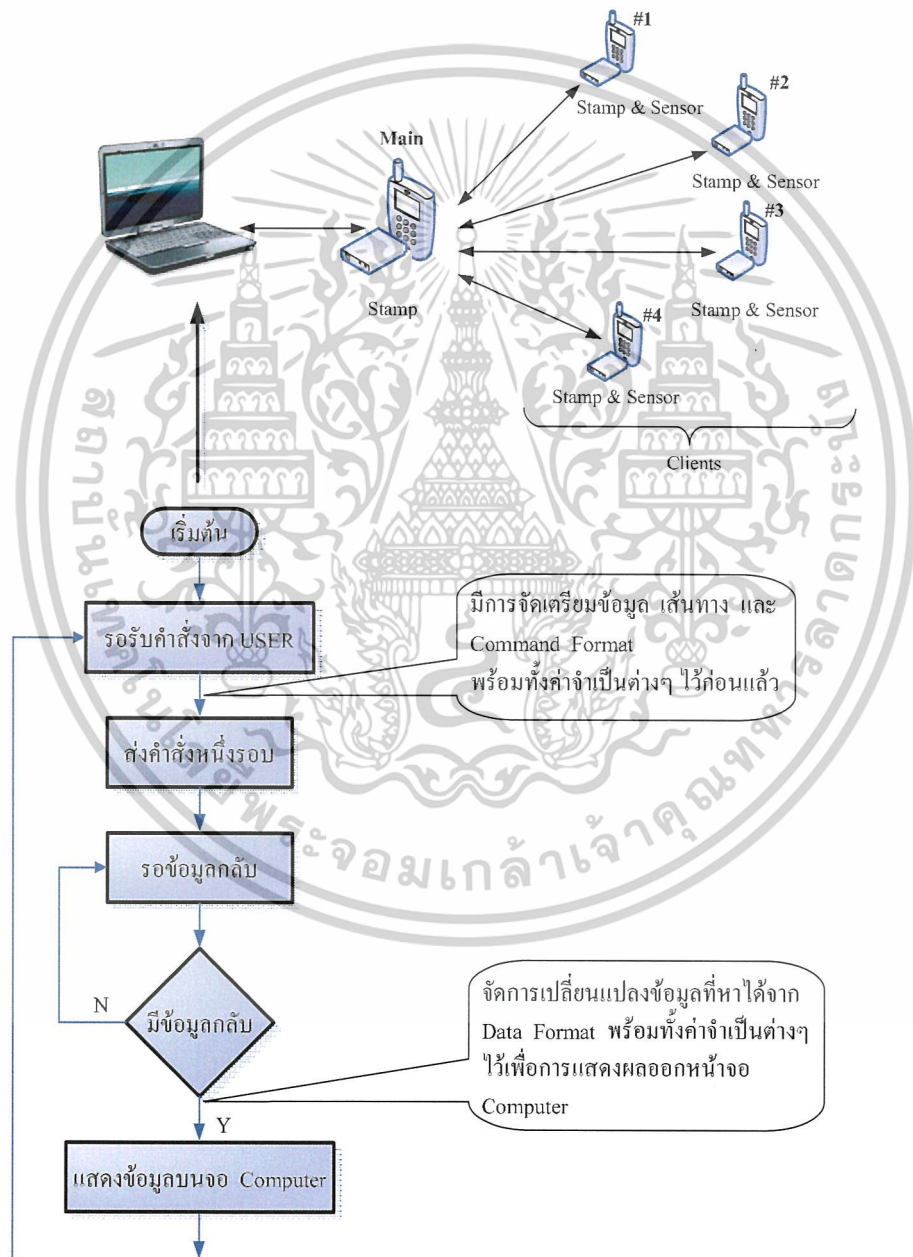
3. อิเล็กตรอนวิ่งไปรวมกันที่ Front Electrode และโพลีเมอร์วิ่งไปรวมกันที่ Back Electrode เมื่อมีการต่อวงจรไฟฟ้าจาก Front Electrode และ Back Electrode ให้ครบวงจร ก็จะเกิดกระแสไฟฟ้าขึ้น เนื่องจากทั้งอิเล็กตรอนและโพลีเมอร์จะวิ่งเพื่อจับคู่กัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3 การออกแบบปริญญานิพนธ์

3.1 ส่วนของ Software

3.1.1 ไตอะแกรมซอฟต์แวร์โปรแกรมส่วน Computer (Visual C# 2005)



รูปที่ 3.1 โฟลว์ชาร์ทโปรแกรมส่วน Computer (Visual C# 2005)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 รูปแบบการส่ง

- Command Format (ส่งออกไปเพื่ออ่านข้อมูล)

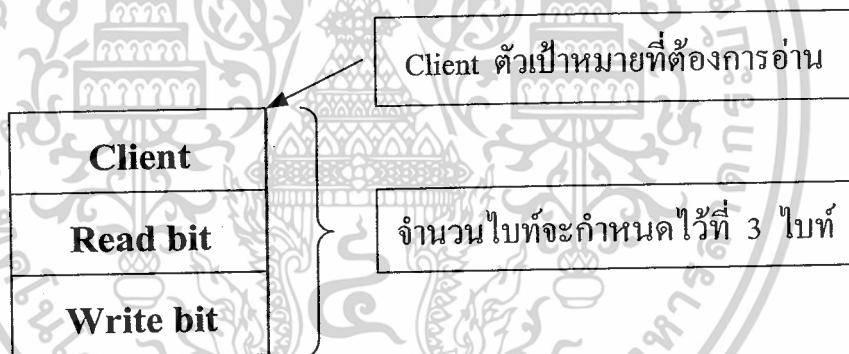
เป็นฟอร์แมท (Format) ที่ใช้ในการส่งจากตัว Main ไปสู่ตัว Clients ที่เป็นตัวที่ถูกระบุให้อ่านข้อมูล เพื่อส่งกลับต่อไป

ฟอร์แมทคำสั่ง (Command Format) จะประกอบไปด้วย ไบท์ที่เรียงกันไปเป็นชั้นๆ ซึ่งแต่ละชั้นจะมีความหมายของตัวเอง โดยจะมีขนาด 3 ไบท์ ดังรูปที่ 3.2 ดังนี้

Client ไบท์นี้จะใช้เก็บค่าที่บอกถึงหมายเลขของ Clients ตัวเป้าหมายที่จะรับคำสั่งไปเพื่ออ่านข้อมูลจากเซนเซอร์ตนเองเพื่อส่งกลับ

Read bit ไบท์นี้ในแต่ละบิตจะเป็นตัวชี้บอกว่าต้องการอ่านข้อมูลจากเซนเซอร์ตัวไหนบ้าง

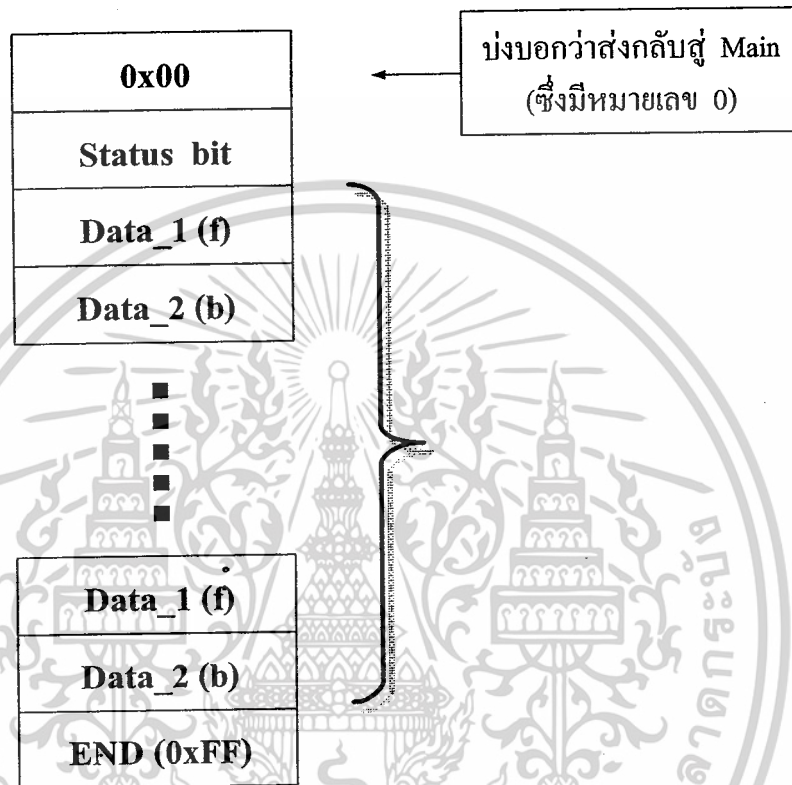
Write bit ไบท์นี้ในแต่ละบิตจะเป็นตัวบ่งชี้ว่าจะมีการกำหนดให้รีเลย์ตัวไหน On หรือ Off บ้าง (โดย On คือ สถานะบิตนั้นเป็น "1" ส่วน Off ก็จะมีสถานะบิตเป็น "0")



รูปที่ 3.2 รูปแบบของ Command Format

ในการส่ง Command Format นี้ไป จะเริ่มจากคำสั่งสามไบท์นี้จากเครื่อง PC ไปสู่เครื่อง Main จากนั้นคำสั่งเดียวกันนี้ก็จะถูกส่งผ่านคลื่นวิทยุกระจายต่อไปสู่ทุกตัวที่อยู่ในขอบเขตกระจายคลื่นวิทยุ และตัวของเครื่อง Main ก็จะถูกส่งสัญญาณวิทยุของข้อมูลที่จะส่งกลับมาในส่วนของข้อมูลที่จะส่งกลับมาจาก Client ตัวเป้าหมายนั้นก็จะมียุรูปแบบ Format ที่ใช้งาน ดังหัวข้อต่อไป

- **Data Format** (ส่งกลับข้อมูลกลับไปสู่คอมพิวเตอร์)
เป็นชุดของรูปแบบข้อมูลที่จะเก็บค่าต่างๆ ตามคำสั่งของ Command Formant ที่ส่งมา แล้วส่งกลับไปที่ตัว Main โดยจะมีรูปแบบดังแสดงในรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 รูปแบบของ Data Format

Status bit คือ ไบท์แสดงถึงสถานะของรีเลย์แต่ละตัวว่าอยู่ในสถานะ On หรือ Off (โดย On จะแสดงบิตนั้นเป็น “1” และ Off จะแสดงบิตนั้นเป็น “0”)

Data_x (f) เป็นข้อมูลแสดงถึงค่าของข้อมูลของแต่ละตัว โดยเป็นค่าที่อยู่หน้าจุดทศนิยม (มีขนาด 8 บิต)

Data_x (b) เป็นข้อมูลแสดงถึงค่าของข้อมูลของแต่ละตัว โดยเป็นค่าที่อยู่หลังจุดทศนิยม (มีขนาด 8 บิต)

End (0xFF) เป็นไบท์แสดงถึงการสิ้นสุดของ Data Format

ในรูปที่ 3.4 แสดงเส้นทางการวิ่งไปของ Command Format เพื่อไปอ่านข้อมูลส่วนตัว

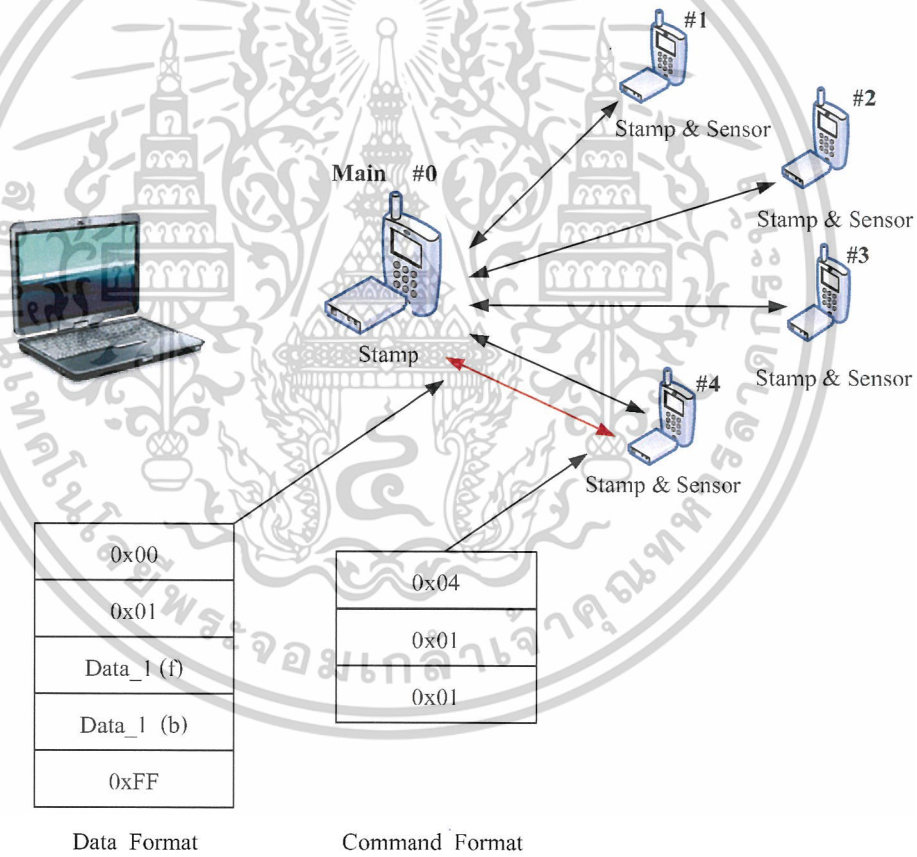
Client ตัวเป้าหมาย จากตัวอย่างกำหนดให้ตัว Client หมายเลขสี่ มีการวัดอุณหภูมิเพียงอย่างเดียว เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งงานไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในรูปที่ 3.4 แสดงเส้นทางการวิ่งไปของ Command Format เพื่อไปอ่านข้อมูลส่วนตัว Client ตัวเป้าหมาย จากตัวอย่างกำหนดให้ตัว Client หมายเลขสี่ มีการวัดอุณหภูมิเพียงอย่างเดียว และมี Relay ที่ใช้งานอยู่ชุดเดียวในช่องที่ศูนย์ เมื่อเป็นดังนี้เราก็จะได้ค่าของ Data Format ที่จะต้องส่งกลับจึงสามารถทำได้ดังนี้

- Status bit = 0000 0001 => บิตศูนย์เป็น “1” หมายถึงรีเลย์อยู่ในสถานะ On
- Data_x (f) = เป็นค่าของตัวเลขอุณหภูมิที่อยู่หน้าจุดทศนิยม
- Data_x (b) = เป็นค่าของตัวเลขอุณหภูมิที่อยู่หลังจุดทศนิยม
- End (0xFF) = 1111 1111 => หมายถึงค่า 0xFF ฐานสิบหก เป็นการบอกว่าจบ

ข้อมูล



รูปที่ 3.4 เส้นทางการวิ่งไปอ่านข้อมูลของ Client ตัวหมายเลข 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 การเซตค่าก่อนใช้งาน

การกำหนดค่าต่างๆ เช่น เส้นทางการเดินทางของ Command/Data Format ไปสู่ตัว Client แต่ละตัวนั้นก็จะมีค่าจำเป็นมากที่จะต้องกำหนดไว้ก่อนพร้อมทั้งกำหนดถึงจำนวนของช่องอุณหภูมิ, รีเลย์ที่ใช้งาน หรือช่องใช้งานอื่นๆ เพื่อใส่ค่าใน Command Format (ซึ่งอาจมีเพิ่มขึ้นตามความต้องการ ถ้าหากมีเพิ่มขึ้นก็จะต้องมีการแก้ไขเพิ่มเติมในส่วนของ Command/Data Format (Protocol) ใหม่ เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการต่อไป)

3.1.4 ซอร์ฟแวร์บนตัว PC

Command Format และ Data Format ที่รับส่งระหว่างเครื่องผู้ใช้ PC ไปสู่เครื่อง Main ก็จะมีลักษณะเช่นเดียวกันกับที่กล่าวมาข้างต้น (คือ fix ที่ 3 ไบท์ ในกรณี Command Format ส่วน Data Format ก็จะมีค่ายาวแล้วแต่ข้อมูลคำสั่งที่ส่งไป แต่จะจบด้วยรหัส 0xFF) หน้าที่ของ Computer ก็คือจัดรูปแบบ Command Format เพื่อส่งไป และเมื่อรับ Data Format แล้วต้องทำการแยกข้อมูลเพื่อจะได้แสดงผลออกหน้าจอของผู้ใช้หรือ ทำการจัดเก็บลง Hard disk ต่อไป ดังนั้นจึงต้องมีการออกแบบแต่ละส่วนดังนี้

ออกแบบเป็น GUI หรือเมนูให้ง่ายต่อการใช้งาน หากใช้ Visual C# 2005 จะง่าย

1. การออกแบบหน้าจอ

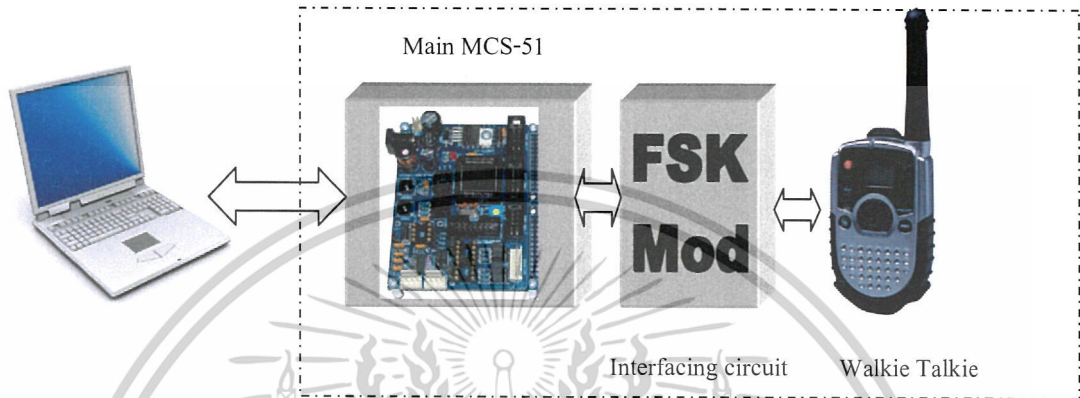
- จะทำการกำหนดค่า อัตราการส่งข้อมูลอยู่ที่ 600 บิตต่อวินาที
- มีการเลือกใช้งานของคอมพอร์ต (Comport)
- ให้มีปุ่มเลือก เครื่องตัวลูก (Client), ปุ่มเลือกอุณหภูมิ และปุ่มเลือกรีเลย์ (Relay)
- ให้มีส่วนแสดงผลของค่าอุณหภูมิที่วัดได้ และสถานะการทำงานของรีเลย์ออกทางหน้าจอคอมพิวเตอร์

2. เขียนโปรแกรมการใช้งาน อาร์เอส-232 เพื่อทำการติดต่อกับบอร์ด MCS-51

3.2 ส่วนของ Hardware

3.2.1 Main

- บล็อกไดอะแกรม

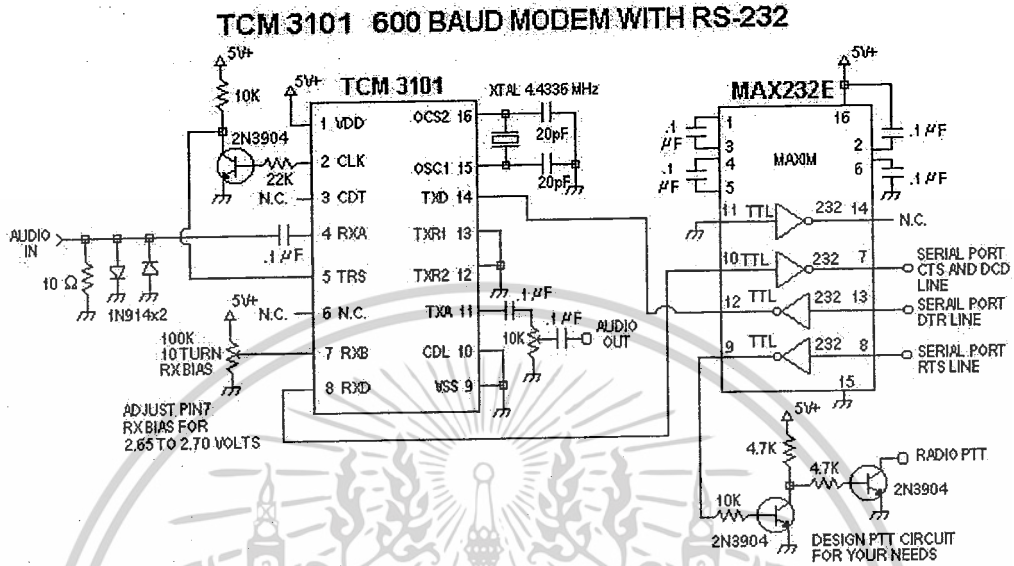


รูปที่ 3.5 บล็อกไดอะแกรมในส่วนของผู้ใช้งานกับ Host Computer

- หลักการทำงานของเครื่อง Main

ทำการเลือกสิ่งต้องการอ่านค่าผ่านทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ หลังจากนั้นเครื่องคอมพิวเตอร์จะทำการโปรแกรมผ่าน MCS - 51 เพื่อทำการส่งคำสั่งไปยังวิทยุสื่อสาร (Walkie Talkie) ซึ่งมี FSK เป็นตัวแปลงสัญญาณจากดิจิทัลเป็นอนาล็อก โดยที่ MCS - 51 จะมีการสร้างบอดเรท ซึ่งมีการกำหนดค่าไว้ที่ 600 บิตต่อวินาที

วงจร FSK MODULATOR



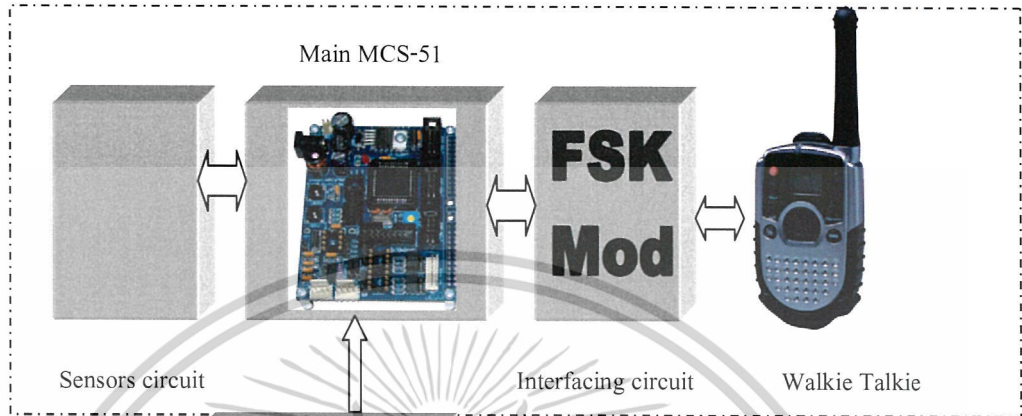
รูปที่ 3.6 วงจร FSK MODULATOR

● หลักการทำงานของวงจร FSK

มีไอซีทั้งหมด 2 ตัว ได้แก่ TCM 3101 และ MAX 232 ซึ่ง TCM 3101 เป็น FSK ทั้งภาคส่งและภาครับสัญญาณ โดยจะมีขาสัญญาณเข้าที่ขา 4 และส่งสัญญาณออกที่ขา 14 และขา 14 นั้นจะต่อเข้ากับขา 12 ของไอซี MAX 232 สัญญาณที่ออกจะแปลงจากดิจิทัล (digital) เป็นอนาล็อก (Analog) ออกมาในรูปของสัญญาณเสียง และมีขา 5, 12 และ 13 เป็นตัวกำหนดค่าบอดเรทในการส่งสัญญาณ ซึ่งได้ทำการกำหนดบอดเรทไว้ที่ 600 บิตต่อวินาที จึงทำการส่งสัญญาณได้

ไอซี MAX 232 เป็นตัวแปลงสัญญาณ เพื่อให้คอมพิวเตอร์สามารถติดต่อกับพอร์ต RS-232 ได้

3.2.2 Client



รูปที่ 3.7 บล็อกไดอะแกรมในส่วนของตัวใช้งานเป็นตัวลูกหรือตัวตรวจวัด (Client)

- หลักการทำงานของเครื่อง Client

ทำการรับคำสั่งที่เป็นสัญญาณนาฬิกาจากวิทยุสื่อสารที่มาจากเครื่อง Main หลังจากนั้น FSK จะทำการแปลงสัญญาณจากอนาล็อกเป็นดิจิทัลแล้วทำการส่งคำสั่งไปให้ MCS - 51 ตรวจสอบว่าเป็น Client เครื่องตัวเองหรือไม่ ถ้าใช่ก็จะทำการส่งค่าจากเซนเซอร์ไปยังเครื่อง Main โดยผ่านวิทยุสื่อสาร และมี Solar cell เป็นแหล่งจ่ายไฟ

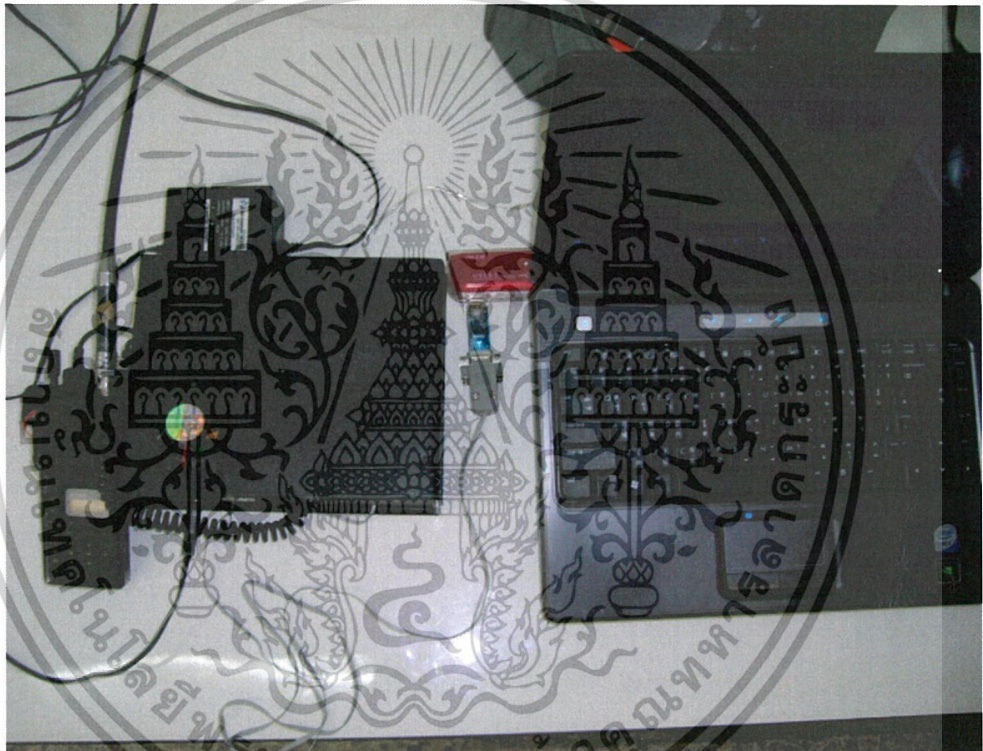
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 การทดลองภาคส่ง

4.1.1 วงจรภาคส่งทั้งหมด



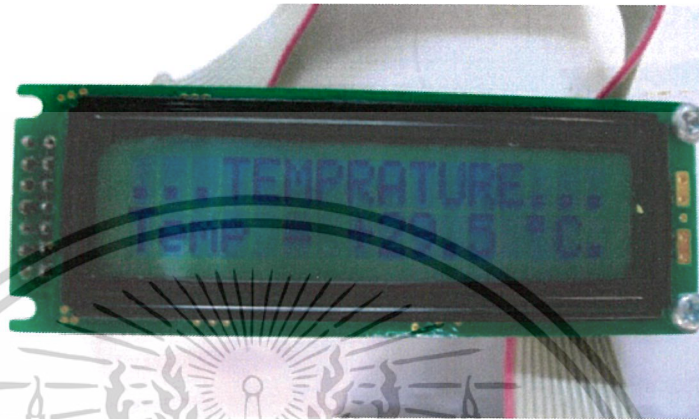
ความถี่วิทยุที่ใช้งานใน
การส่งข้อมูลของภาคส่ง



รูปที่ 4.1 การต่อวงจรภาคส่งทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 ผลการทดลองของภาคส่ง

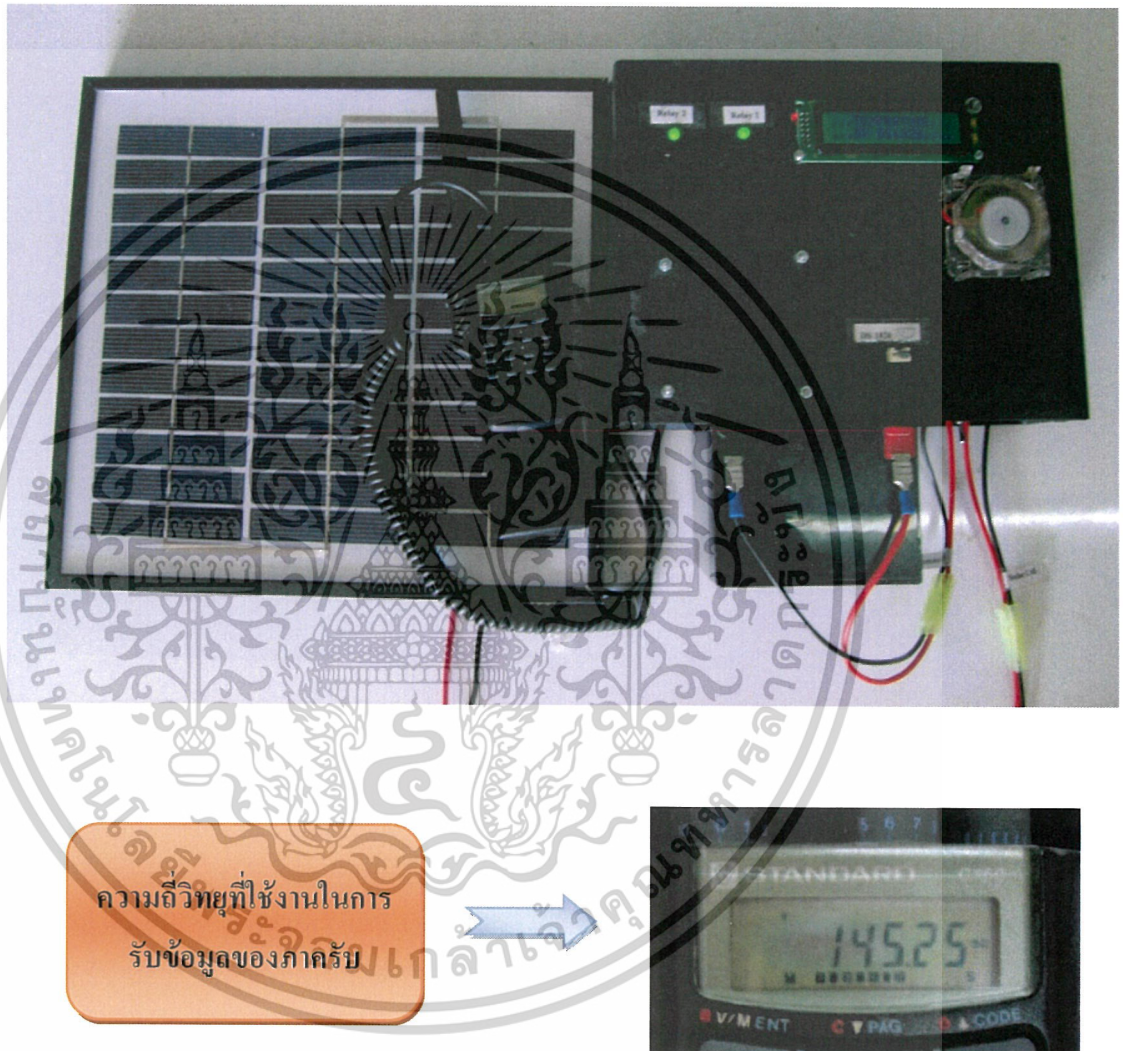


รูปที่ 4.2 ทำการสั่งงานให้ DS1820 ที่เครื่อง Client อ่านค่าอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การทดลองภาครับ

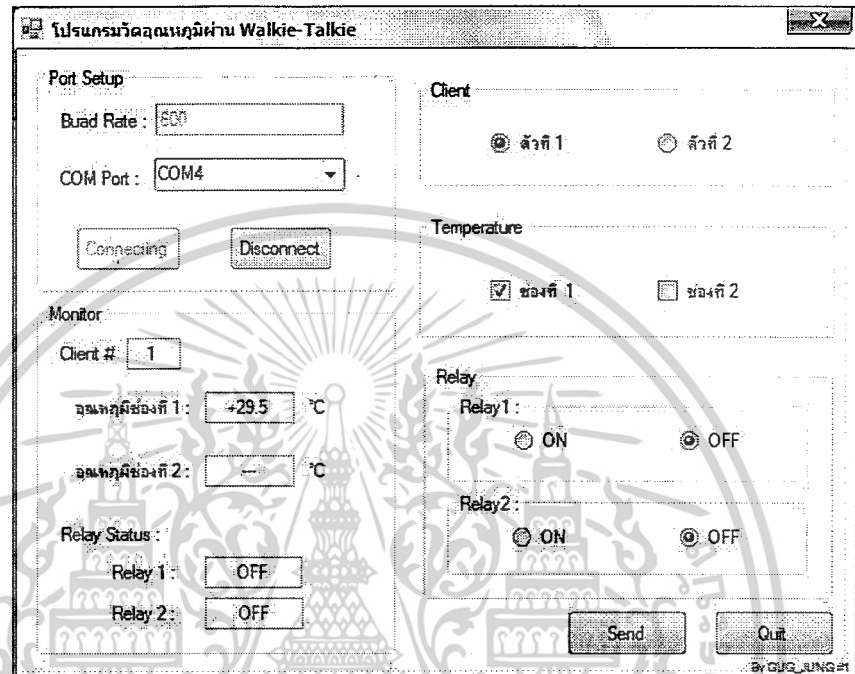
4.2.1 วงจรภาครับทั้งหมด



รูปที่ 4.3 การต่อวงจรภาครับทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 ผลการทดลองภาครับ



รูปที่ 4.4 ค่าอุณหภูมิที่อ่านได้บนหน้าจอคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ขั้นตอนการใช้งาน

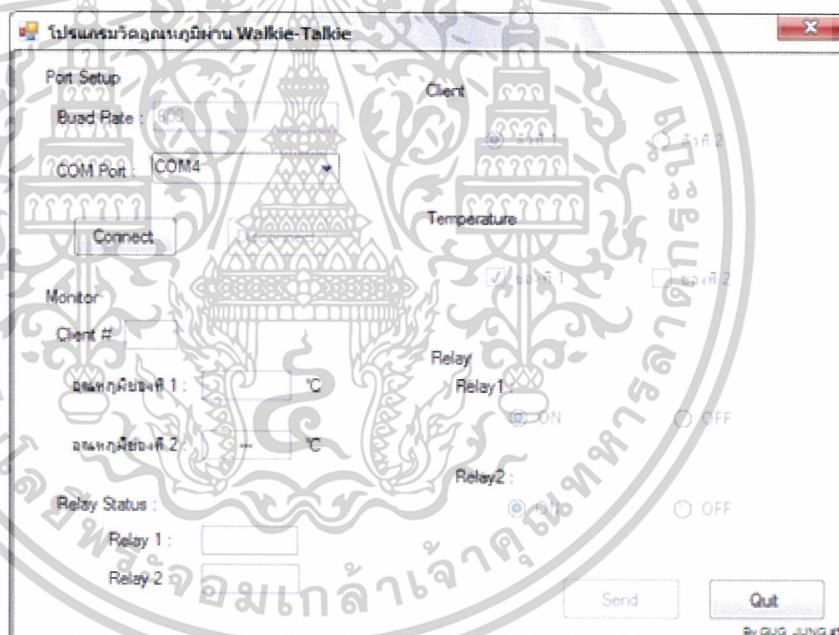
4.3.1 ระบบตรวจสอบอุณหภูมิระยะไกลผ่านวิทยุสื่อสาร

1. เมื่อทำการติดตั้งโปรแกรมเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้ทำการดับเบิ้ลคลิกไอคอน LMSAR บนหน้าจอคอมพิวเตอร์ เพื่อเข้าสู่โปรแกรม



รูปที่ 4.5 ไอคอนโปรแกรม LMSAR

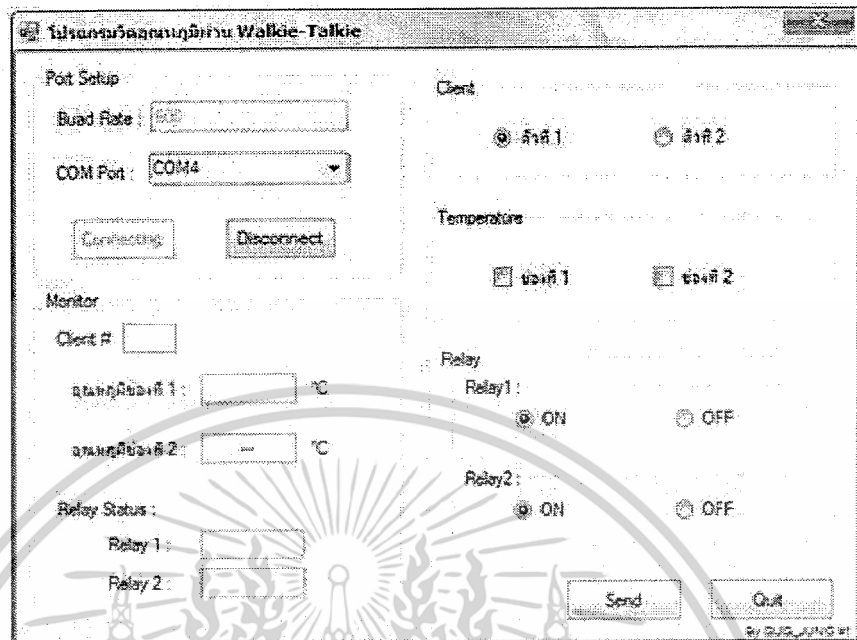
2. เมื่อเข้าสู่โปรแกรมแล้วจะมีรูปแบบโปรแกรม ดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 แสดงรูปแบบโปรแกรม LMSAR

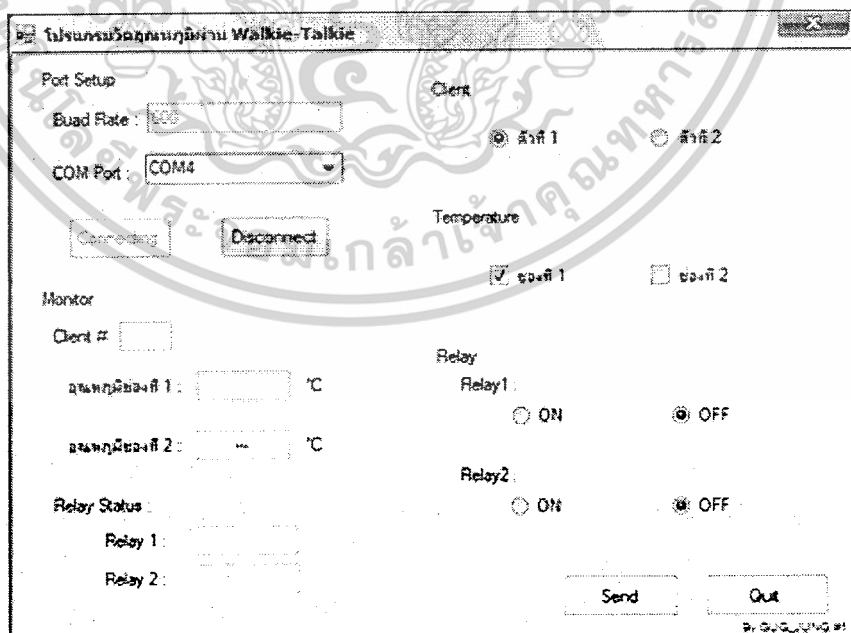
3. ระบบนี้จะทำงานก็ต่อเมื่อได้ทำการเชื่อมต่อระหว่างโปรแกรมการใช้งานกับเครื่องตรวจสอบอุณหภูมิ ซึ่งมีลักษณะดังรูปที่ 4.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 แสดงการเชื่อมต่อ เพื่อสั่งงานไมโครคอนโทรลเลอร์

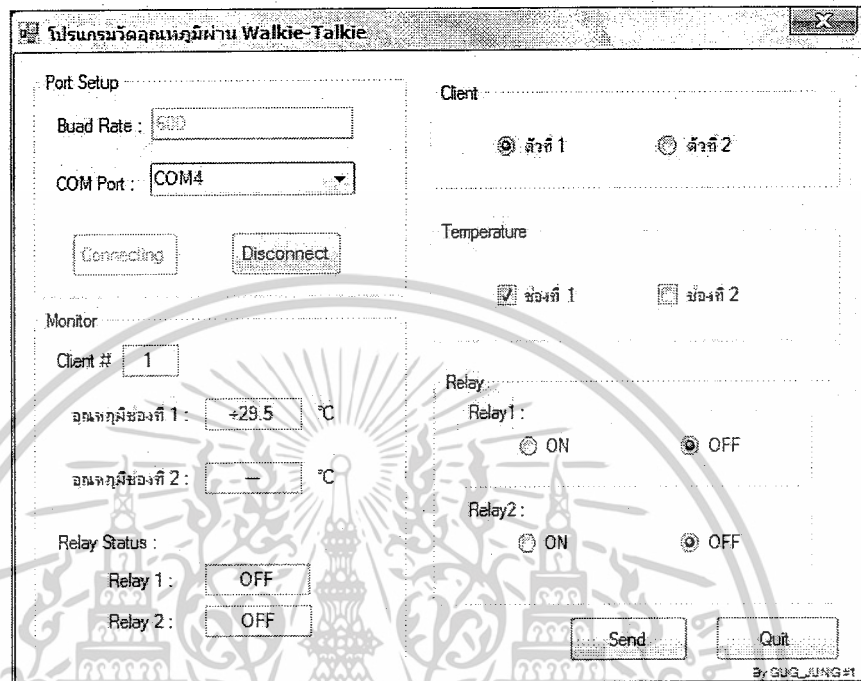
4. โปรแกรมจะทำการเชื่อมต่อ เพื่อไปสั่งงานไมโครคอนโทรลเลอร์ หลังจากนั้นให้ทำการเลือกเครื่อง Client, ช่องอุณหภูมิที่ต้องการอ่านค่า และกำหนดการทำงานของรีเลย์ที่ใช้ในการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า



รูปที่ 4.8 แสดงการเลือกอุณหภูมิช่องที่ 1 จากเครื่อง Client ตัวที่ 1 และสั่งให้รีเลย์ OFF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 ผลการทดลอง



รูปที่ 4.9 ผลที่ได้จากการทดลอง

จากการทดลองได้ทำการเลือกเครื่อง Client หมายเลข 1, ช่องวัดอุณหภูมิที่ 1 และสั่งให้รีเลย์อยู่ในสถานะ OFF

จะสังเกตเห็นว่าในส่วนของ Monitor จะมีข้อความปรากฏขึ้น ซึ่งบอกถึงสถานะการทำงานของตัววัดอุณหภูมิ และสถานะการทำงานของรีเลย์

บทที่ 5

บทวิจารณ์และบทสรุป

5.1 บทสรุป

จากความต้องการที่จะทำการวัดค่าอุณหภูมิ เพื่อนำค่านั้นมาคาดเดาเหตุการณ์อันจะเกิดขึ้นได้ในอนาคต ในสถานที่ที่ห่างไกลความเจริญสามารถทำได้ยาก เพราะไม่มีแม้กระทั่งสัญญาณโทรศัพท์ จึงทำให้เกิดแนวคิดที่จะสร้าง “ระบบตรวจสอบอุณหภูมิระยะไกลผ่านวิทยุสื่อสาร” ขึ้นซึ่งมีรายละเอียดและขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

ในขั้นตอนแรก จะทำการออกแบบงานในลักษณะเบื้องต้นก่อน โดยจะทำการเลือกอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดค่าอุณหภูมิ, ตัวกลางที่ใช้ในการส่งผ่านจากคอมพิวเตอร์ไปยังอุปกรณ์วัดค่าอุณหภูมิ และลักษณะการใช้งาน ซึ่งจากการออกแบบการทำงานในเบื้องต้นนี้ จะได้ทราบขอบเขตของการทำงาน

ขั้นตอนที่สอง หลังจากทำการออกแบบ และได้ขอบเขตงานขั้นตอนแรกแล้ว ต่อไปจะเป็นขั้นตอนในการทดลองอุปกรณ์เชื่อมต่อระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์ กับคอมพิวเตอร์ โดยขั้นต้นได้ทำการเขียน โปรแกรมลงบนไมโครคอนโทรลเลอร์ให้ทำการส่งค่าออกมา เพื่อไปแสดงผลบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ ซึ่งมี FSK ทำหน้าที่ในการแปลงสัญญาณจากดิจิทัลไปเป็นสัญญาณอนาล็อก โดยใช้สายไฟเป็นสื่อกลางในการติดต่อระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับคอมพิวเตอร์

ขั้นตอนที่สาม ตอนแรกได้ใช้สายไฟ เป็นสื่อกลางในการติดต่อระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์ กับคอมพิวเตอร์นั้น ได้เปลี่ยนมาใช้วิทยุสื่อสาร (Walkie Talkie) ในการติดต่อแทน

ขั้นตอนที่สี่ เมื่อทดลองส่งข้อมูลผ่านวงจร FSK ได้แล้ว จึงทำการสร้างวงจร FSK ออกเป็น 2 ชุด สำหรับเครื่อง Main และเครื่อง Client เพื่อให้สามารถทำการติดต่อและรับ - ส่งข้อมูลกันได้ ซึ่งจะทำการเขียน โปรแกรมลงบนไมโครคอนโทรลเลอร์

เมื่อทดสอบอุปกรณ์ทั้งหมดเรียบร้อยแล้ว ต่อไปจะทำการประกอบชิ้นส่วนทั้งหมดเข้าด้วยกัน โดยแบ่งเป็นเครื่อง Main และเครื่อง Client หลังจากนั้นจะทำการเขียนโปรแกรมออกแบบหน้าจอ เพื่อส่งคำสั่งจากหน้าจอคอมพิวเตอร์ ออกไปสั่งให้เครื่อง Client ทำการอ่านค่าอุณหภูมิที่ต้องการ

ส่วนโปรแกรมควบคุมการสั่งงาน

สามารถรับคำสั่งที่ผู้ใช้งานสั่งได้ถูกต้อง โดยใช้โปรแกรม Visual C# 2005 ในการออกแบบหน้าจอเพื่อตรวจสอบค่าอุณหภูมิ และในการติดต่อกันระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับคอมพิวเตอร์ จะใช้โปรแกรม Keil C51

ส่วนของภาคส่ง

สามารถรับคำสั่งจากพอร์ต RS - 232 จากคอมพิวเตอร์แล้วนำไปมอดูเลตแบบ FSK โดยการส่งสัญญาณเสียงผ่านวิทยุสื่อสาร

ส่วนของภาครับ

รับสัญญาณวิทยุแล้วนำไปมอดูเลตกับ FSK โดยผ่านไอซี MAX 232 เพื่อนำค่าที่ได้ไปแสดงผลออกทางหน้าจอคอมพิวเตอร์

5.2 ปัญหาและอุปสรรคในการทำงาน

ปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างการดำเนินงานนั้นเป็นปัญหาที่จำเป็นจะต้องแก้ไข โดยแต่ละปัญหาจะมีลักษณะดังต่อไปนี้

1. การใช้วิทยุสื่อสารทำให้เกิดสัญญาณรบกวนขึ้น
2. ในการส่งข้อมูลไม่สามารถใช้บอดเรทที่สูงได้ เพราะถ้ามีบอดเรทสูงจะไม่สามารถทำการส่งผ่านคลื่นวิทยุสมัครเล่นได้

5.3 ข้อเสนอแนะ

ปรียุณานิพนธ์ระบบตรวจสอบอุณหภูมิระยะไกลผ่านวิทยุสื่อสารนี้ แม้จะสามารถใช้งานได้ถูกต้องตามขอบเขตที่กำหนดไว้แล้วก็ตาม แต่ยังมีบางส่วนที่ยังสามารถเพิ่มเติมได้ และจะทำให้ตัวระบบนั้นมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นข้อเสนอแนะนี้จึงเป็นแนวทางสำหรับผู้ที่สนใจจะพัฒนาระบบและยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับงานอื่นๆ ได้ดังต่อไปนี้

ระบบตรวจสอบอุณหภูมิในระยะไกลผ่านวิทยุสื่อสารนี้ ยังสามารถนำไปใช้ควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ได้ เช่น ปั๊มน้ำ หลอดไฟ เป็นต้น

บรรณานุกรม

สัจจะ จรัสรุ่งรวีวร. 2550. คู่มือ Visual C# 2005 ฉบับสมบูรณ์. ครั้งที่ 1. นนทบุรี : ไอดีซี อินโฟ ดิสทริบิวเตอร์ เซ็นเตอร์

ประจัน พลังสันติกุล และชัยวัฒน์ ลิมพรจิตรวิไล. 2521. ปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS – 51 กับ Keil C51 คอมไพเลอร์. กรุงเทพมหานคร : อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์

นายวัชร ใต้ทอง และนายวิฑูรย์ ประทีปวิช. ระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าด้วยวิธีการ FSK. ปริญญาานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง 2550

นายจักรพงศ์ ขวัญแก้ว และนายวิเชียร ตันรัตน์วงศ์. ชุดควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์. ปริญญาานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาเทคนิคอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง 2550

<http://www2.egat.co.th/re/solarcell/solarcell.htm>

<http://www.thaimicrotron.com/CCS-628/Reference/RS232.htm>



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

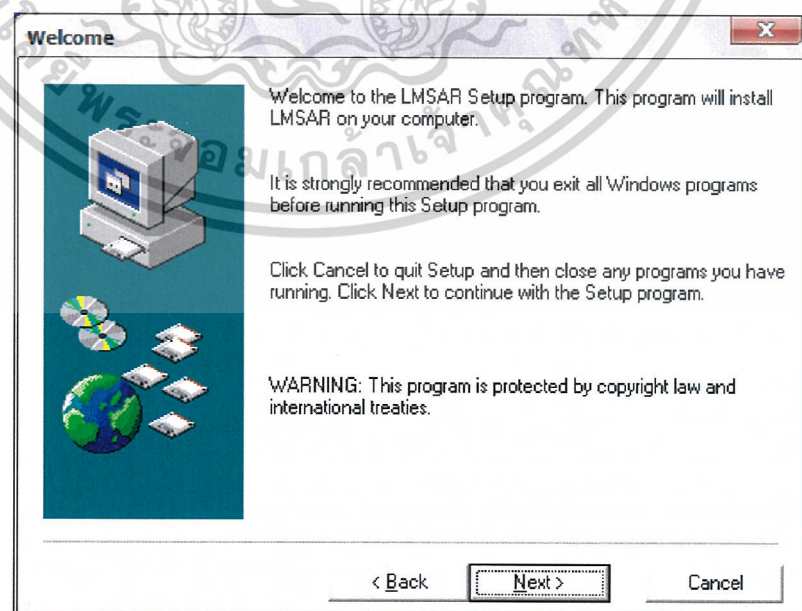
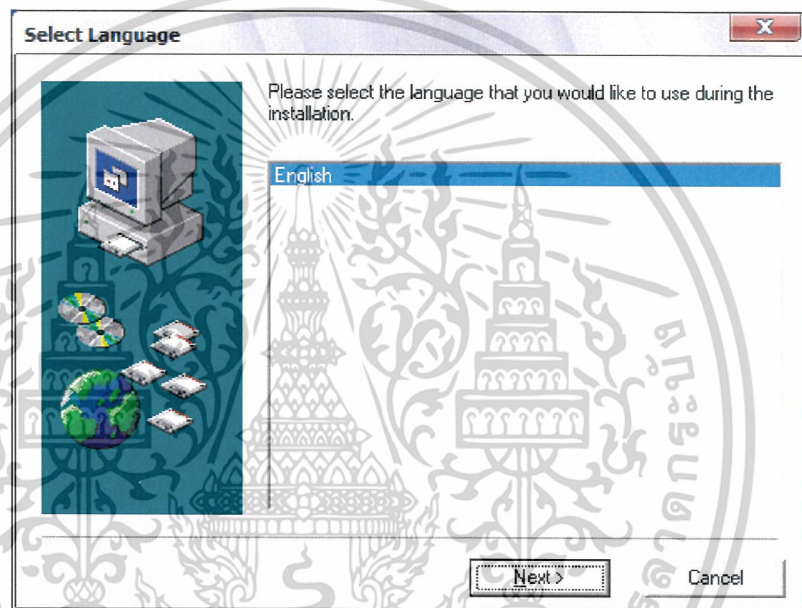
การติดตั้งโปรแกรม LMSAR

1. ติดตั้งโดยการดับเบิลคลิกที่ไฟล์ setup.exe

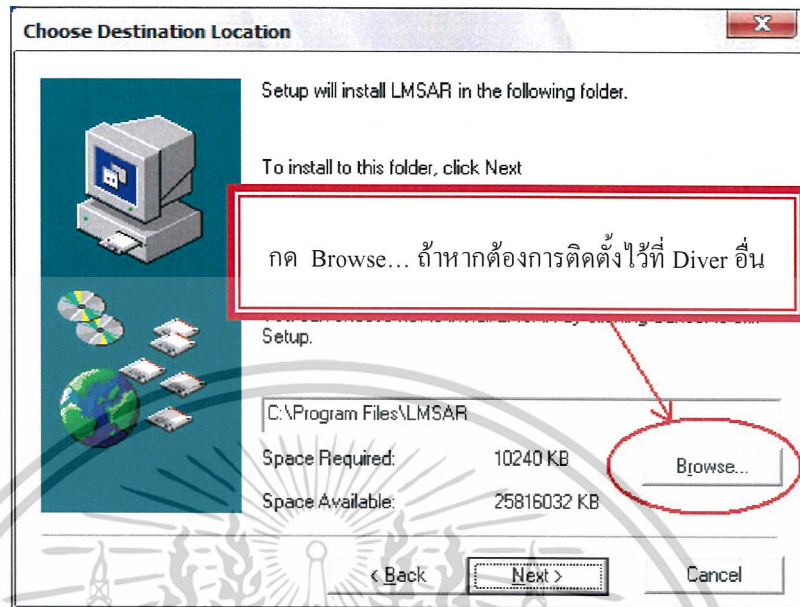


Setup

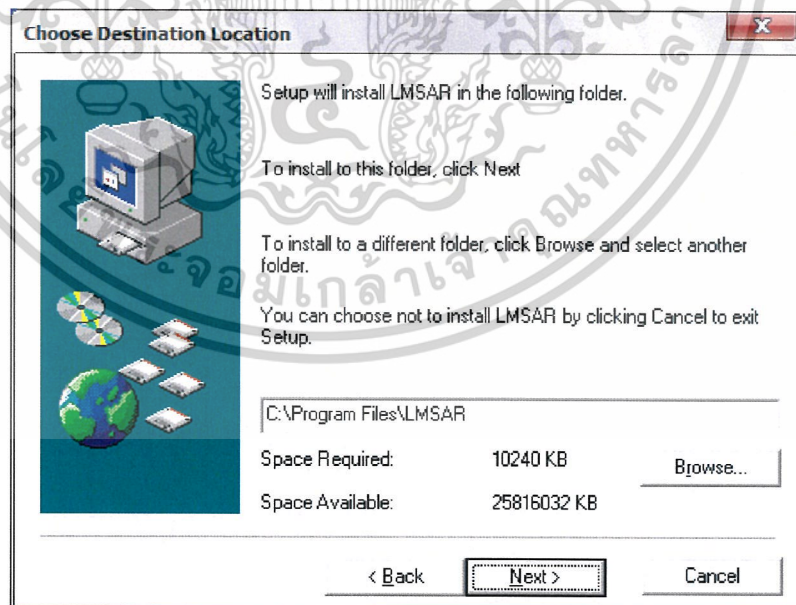
2. กด Next



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

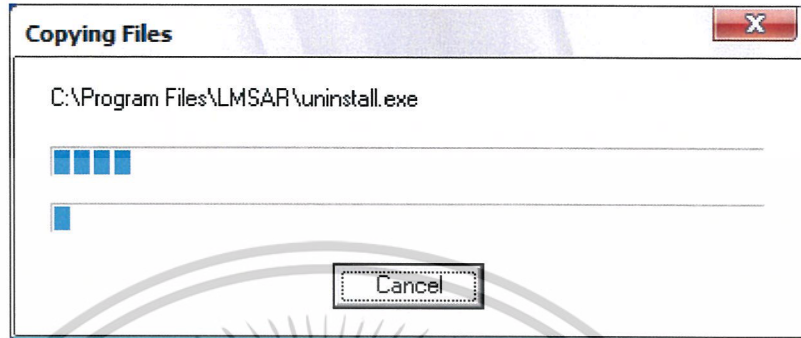


หมายเหตุ : หากต้องการติดตั้งไว้ที่ Drive อื่นให้กด Browse เลือก Drive ที่ต้องการติดตั้ง แต่ถ้าหากไม่ต้องการเลือก Drive ให้กด Next ได้เลย

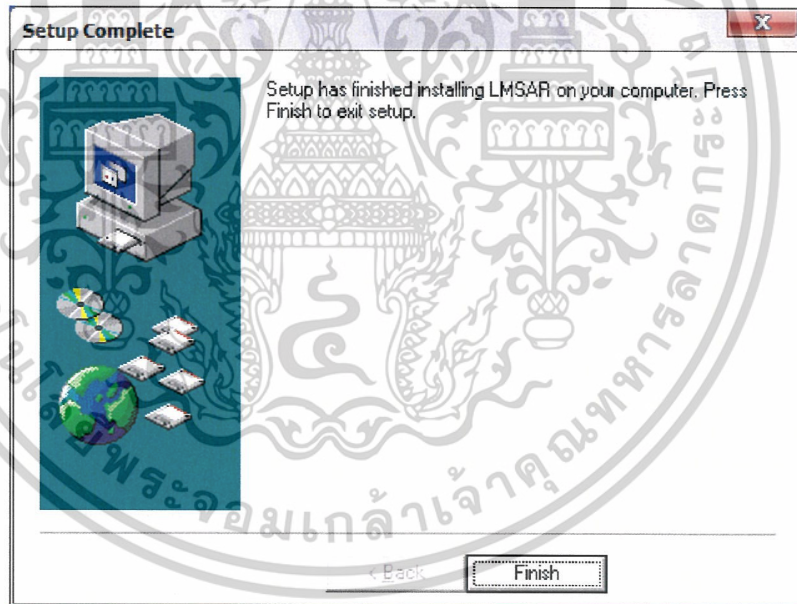


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. รอการติดตั้งโปรแกรมสักครู่



4. ติดตั้งโปรแกรมเรียบร้อยแล้ว กด Finish



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนของโค้ดโปรแกรม Visual C# 2005

```

using System;
using System.Collections.Generic;
using System.ComponentModel;
using System.Data;
using System.Drawing;
using System.Text;
using System.Windows.Forms;
using System.IO.Ports;

namespace WindowsApplication2
{
    public partial class Form1 : Form
    {
        // ตัวแปร rs232
        private SerialPort rs232 = new SerialPort("COM1", 9600, Parity.None, 8,
        StopBits.One);
        static string ss;

        private void rs232_DataReceived(object sender, SerialDataReceivedEventArgs
e)
        {
            ss = rs232.ReadLine();
            ss = rs232.ReadLine();
        }

        public Form1()
        {
            InitializeComponent();

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

// เพิ่มการดักเหตุการณ์รับข้อมูลจากพอร์ต RS - 232 โดยให้เรียกฟังก์ชัน
rs232_DataRecieved

        rs232.DataReceived += new SerialDataReceivedEventHandler
(rs232_DataReceived);
    }

private void btExit_Click(object sender, EventArgs e)
{
    this.Close();
}

private void btConnec_Click(object sender, EventArgs e)
{
    btDiscon.Enabled = true;
    chTem.Enabled = true;
    chTem2.Enabled = true;
    btS.Enabled = true;
    Client1.Enabled = true;
    Client2.Enabled = true;
    Relay1OFF.Enabled = true;
    Relay2OFF.Enabled = true;
    Relay1ON.Enabled = true;
    Relay2ON.Enabled = true;
    btConnec.Enabled = false;
    btConnec.Text = "Connecting";
    // จะทำงาน ถ้ามีรายการพอร์ตติดตั้งในเครื่อง
    if (cbComP.Items.Count > 0)
    {
        if (rs232.IsOpen)
        {

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

rs232.Close(); // ปิดพอร์ต

timer1.Stop();

tbfontT1.Text = "";

ss = "";

}

timer1.Start();

rs232.BaudRate = 600;

rs232.DataBits = 8;

rs232.Parity = (Parity)Enum.Parse(typeof(Parity), "None");

rs232.StopBits = (StopBits)Enum.Parse(typeof(StopBits),

"One");

rs232.PortName = cbComP.Text;

rs232.Open();

}

}

private void btDis_Click(object sender, EventArgs e)
{
    tbBuad.Enabled = false;
    chTem.Enabled = false;
    chTem2.Enabled = false;
    btS.Enabled = false;

    Client1.Checked = true;
    Client1.Enabled = false;

    Client2.Enabled = false;

    Relay1OFF.Enabled = false;
    Relay2OFF.Enabled = false;
    Relay1OFF.Checked = true;
    Relay2OFF.Checked = true;

    Relay1ON.Enabled = false;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Relay2ON.Enabled = false;
Relay1ON.Checked = true;
Relay2ON.Checked = true;
btDiscon.Enabled = false;
btDiscon.Enabled = false;
btConnec.Enabled = true;
btS.Enabled = false;
if (rs232.IsOpen) rs232.Close();
btConnec.Text = "Connect";
tbfontT1.Clear();
}
private void btS_Click(object sender, EventArgs e)
{
    // rs232.Write("P");
    if (Client1.Checked == true)
    {
        textBox5.Text += "1";
        textBox1.Text = "1";
    }
    else
    {
        textBox5.Text += "2";
        textBox1.Text = "2";
    }
    if (chTem.Checked == true)
    {
        textBox5.Text += "R";
    }
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

else
{
    textBox5.Text += "N";
}
if (chTem2.Checked == true)
{
    textBox5.Text += "R";
}
else
{
    textBox5.Text += "N";
}
if (Relay1ON.Checked == true)
{
    textBox5.Text += "O";
    textBox3.Text = "ON";
}
else
{
    textBox5.Text += "F";
    textBox3.Text = "OFF";
}
if (Relay2ON.Checked == true)
{
    textBox5.Text += "O";
    textBox4.Text = "ON";
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

else
{
    textBox5.Text += "F";
    textBox4.Text = "OFF";
}
rs232.Write("P" + "\r" );
System.Threading.Thread.Sleep(1000);
rs232.Write("P" + "\r" +textBox5.Text + "\r" + "H");
textBox5.Clear();
btS.Enabled = false;
System.Threading.Thread.Sleep(7000);
btS.Enabled = true;
System.Threading.Thread.Sleep(10000);
}
private void btC_Click(object sender, EventArgs e)
{
    chTem.Checked = false;
    chTem.Enabled = true;
    chTem2.Checked = false;
    chTem2.Enabled = true;
}

private void tbfontT1_TextChanged(object sender, EventArgs e)
{
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
private void timer1_Tick(object sender, EventArgs e)
{
    tbfontT1.Text = ss;
}

```

```
private void cbComP_SelectedIndexChanged(object sender, EventArgs e)
{
}

```

```
private void btOK_Click(object sender, EventArgs e)
{
}

```

```
private void Form1_Load(object sender, EventArgs e)
{
    tbBuad.Enabled = false;
    chTem.Enabled = false;
    chTem2.Enabled = false;
    btS.Enabled = false;
    Client1.Checked = true;
    Client1.Enabled = false;
    Client2.Enabled = false;
    Relay1OFF.Enabled = false;
    Relay2OFF.Enabled = false;
    Relay1OFF.Checked = true;
    Relay2OFF.Checked = true;
    Relay1ON.Enabled = false;
    Relay2ON.Enabled = false;
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Relay1ON.Checked = true;

Relay2ON.Checked = true;

btDiscon.Enabled = false;
// ให้ตัวแปร s เก็บรายการชื่อพอร์ตอนุกรม
string[] s = SerialPort.GetPortNames();
int i = 0;
timer1.Stop();
// คอมโบสำหรับเลือกหมายเลขพอร์ต
cbComP.Items.Clear();
foreach (string port in s) // เพิ่มรายชื่อพอร์ตใน cbComP
{
    cbComP.Items.Add(s[i]);
    i++;
}
if (i > 0)
{
    cbComP.SelectedIndex = 0; // เลือกพอร์ตแรกที่พบเป็นค่าปกติ
}
else
{
    cbComP.Enabled = false; // ไม่ให้เลือก เนื่องจากไม่พบ
    รายการพอร์ตอนุกรมในเครื่อง
    btConnec.Enabled = false; // ไม่ให้คลิกปุ่มเชื่อมต่อ
}
}

private void groupBox3_Enter(object sender, EventArgs e)
{
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
private void chTem_CheckedChanged(object sender, EventArgs e)
{
}
}
```

```
private void comboBox2_SelectedIndexChanged(object sender, EventArgs e)
{
}
}
```

```
private void tbBuad_TextChanged(object sender, EventArgs e)
{
}
}
```

```
private void groupBox5_Enter(object sender, EventArgs e)
{
}
}
```

```
private void chTem2_CheckedChanged(object sender, EventArgs e)
{
}
}
```

```
private void chRelay1_CheckedChanged(object sender, EventArgs e)
{
}
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

private void chRelay2_CheckedChanged(object sender, EventArgs e)
{
}

private void textBox5_TextChanged(object sender, EventArgs e)
{
}

private void textBox1_TextChanged(object sender, EventArgs e)
{
}

private void Relay1OFF_CheckedChanged(object sender, EventArgs e)
{
}
}
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

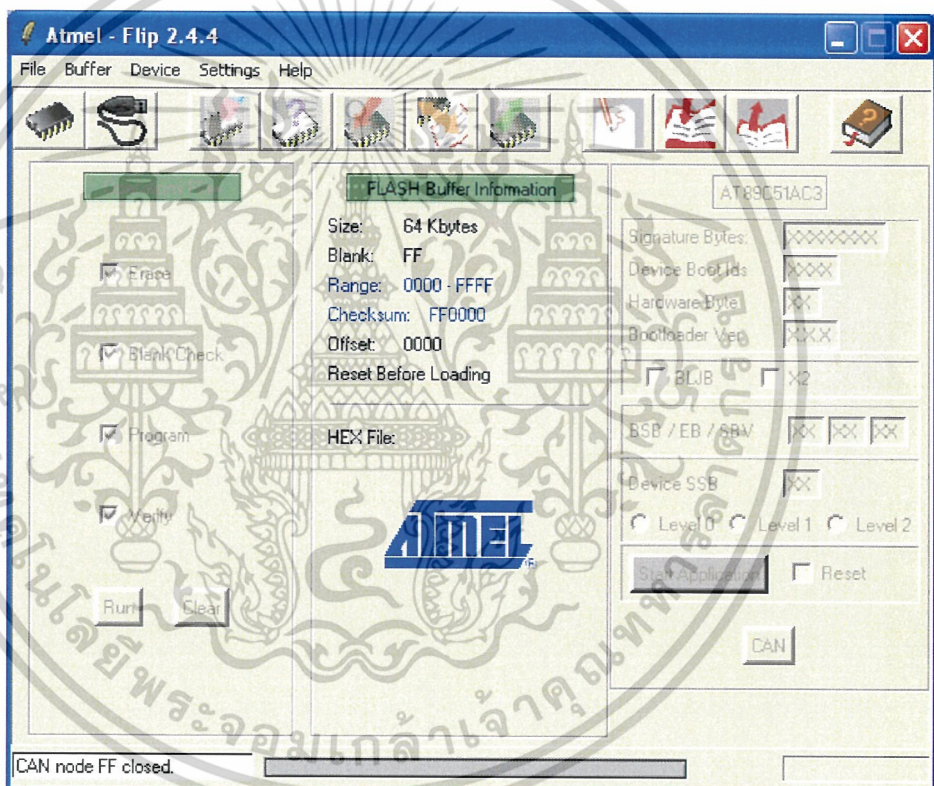


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้งานโปรแกรม Keil C-51

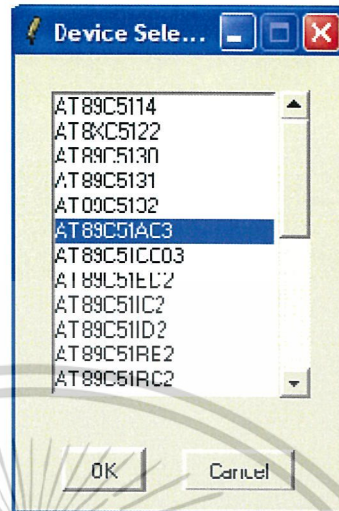
ลำดับขั้นตอนการ Download HEX File ด้วยโปรแกรม FLIP 2.4.4 แบบ Auto Download

1. ต่อสายสัญญาณ RS232 จาก Com Port ของเครื่องคอมพิวเตอร์ PC เข้ากับขั้ว ET-DOWNLOAD แบบ 5 Pin ของบอร์ด
2. จ่ายไฟเลี้ยงวงจรให้บอร์ด ซึ่งจะสังเกตเห็น LED แสดงสถานะของ PWR สีแดงติดสว่างอยู่
3. สั่ง Run โปรแกรม FLIP V2.4.4 ซึ่งจะได้ผลดังรูป



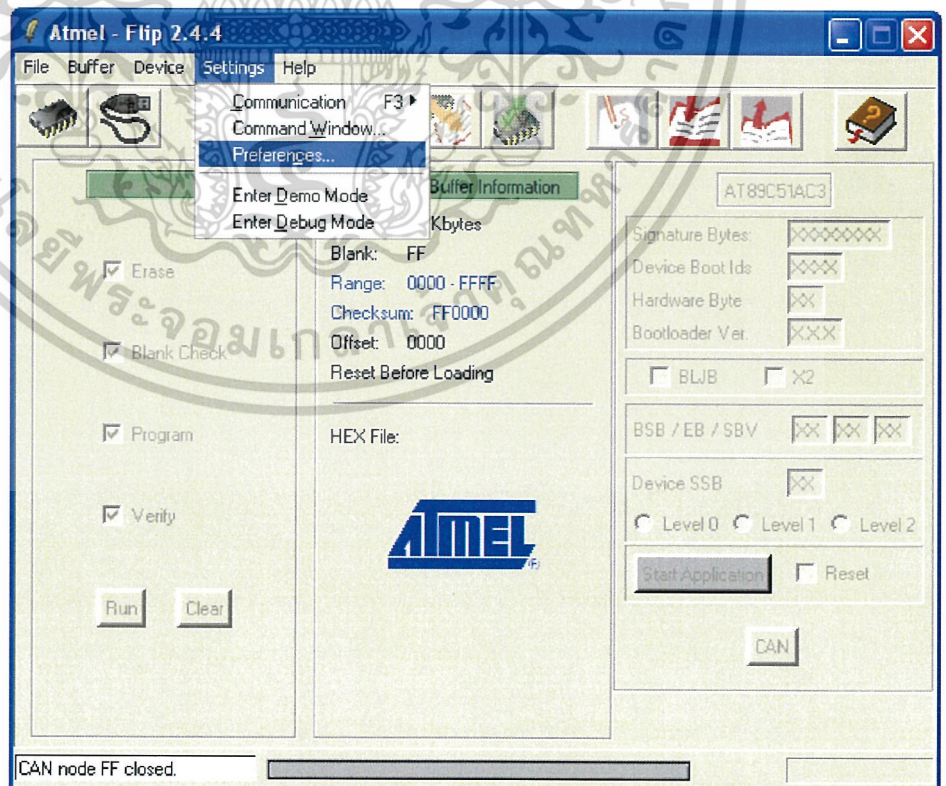
4. ตั้งเลือกกำหนดเบอร์ของ MCU ที่ติดตั้งไว้ในบอร์ด โดยเลือก Device → Select ซึ่งต้องเลือกกำหนดให้ตรงกับที่ทำการติดตั้งไว้จริงๆในบอร์ดด้วย ดังตัวอย่าง (AT89C51AC3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

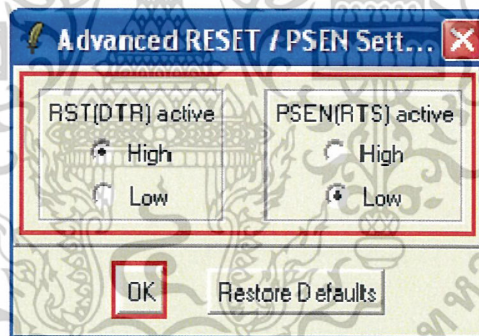
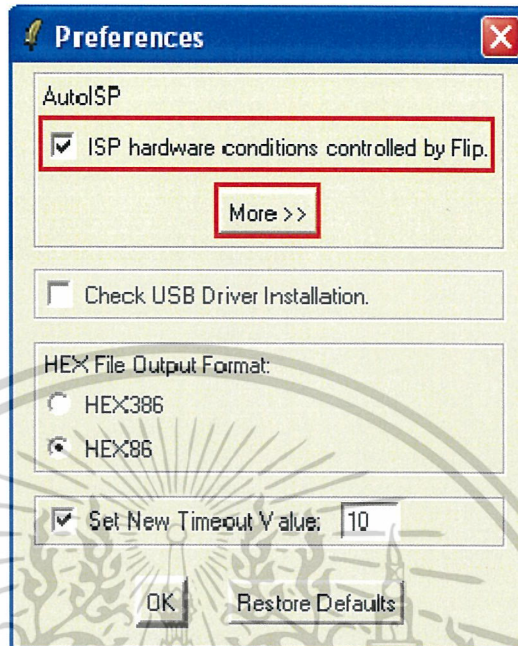


รูปแสดง การเลือกกำหนดเบอร์ CPU ของ ET-BASE51 AC3 (AT89C51AC3)

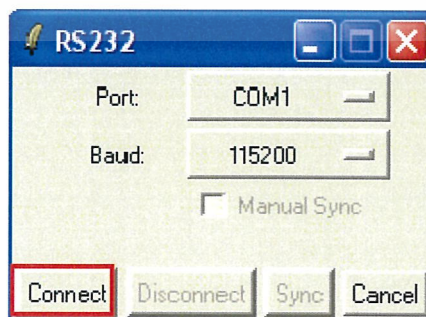
5. ทำการกำหนดค่า Option ของการสื่อสาร RS232 สำหรับใช้ Download แบบอัตโนมัติ โดยให้เลือกคลิกเมาส์ที่ Setting → Preferences... แล้วเลือกกำหนดค่าดังรูป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

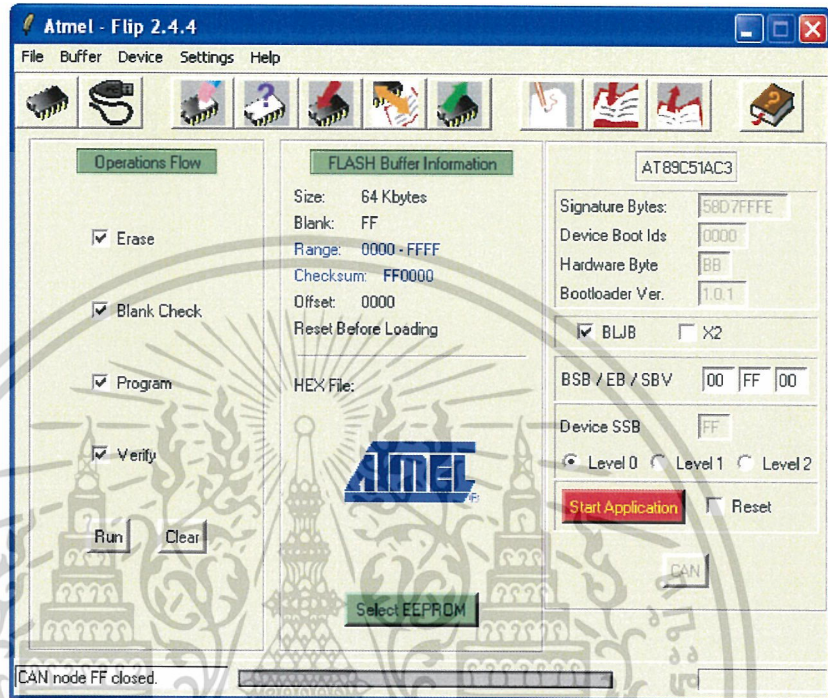


6. คลิกเมาส์ที่คำสั่ง Setting → Communication → RS232 จากนั้นเลือกกำหนด Comport ให้ตรงกับที่ต่อสายไว้จริง ดังรูป (ในตัวอย่างใช้ Com1)

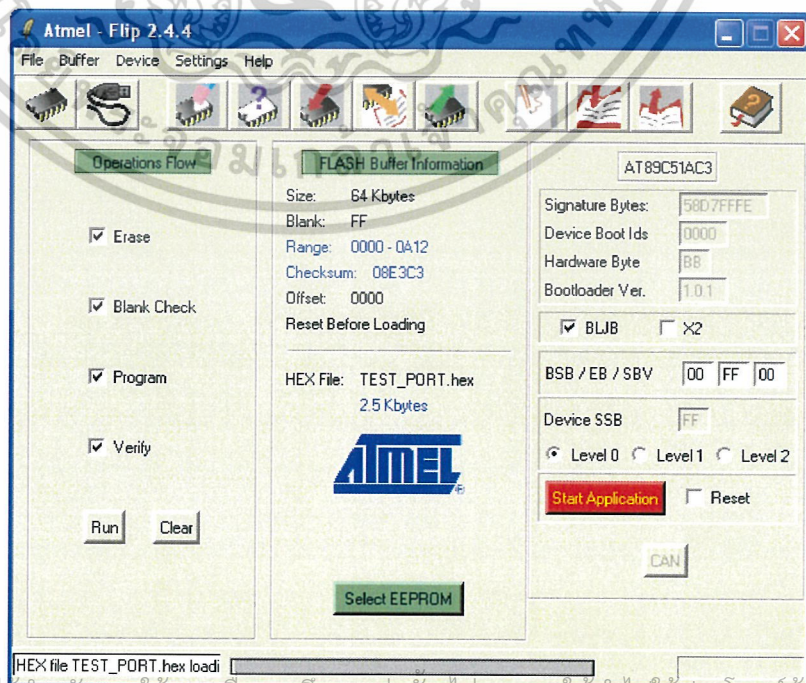


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. คลิกเมาส์ที่ปุ่ม Connect เพื่อทำการติดต่อสื่อสารกับ MCU ใน Monitor Mode ซึ่งจะได้ผลคังรูป

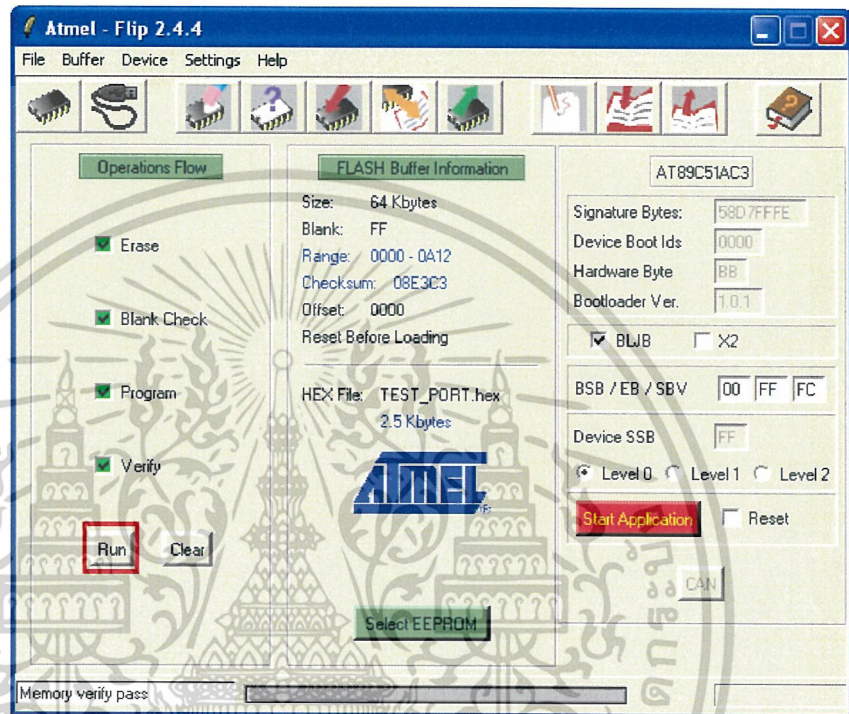


8. ตั้งเปิด Hex File ที่ต้องการจะ Download ให้กับ MCU มารอไว้ใน Buffer ของโปรแกรม FLIP โดยใช้คำสั่ง “File → Load Hex File...”



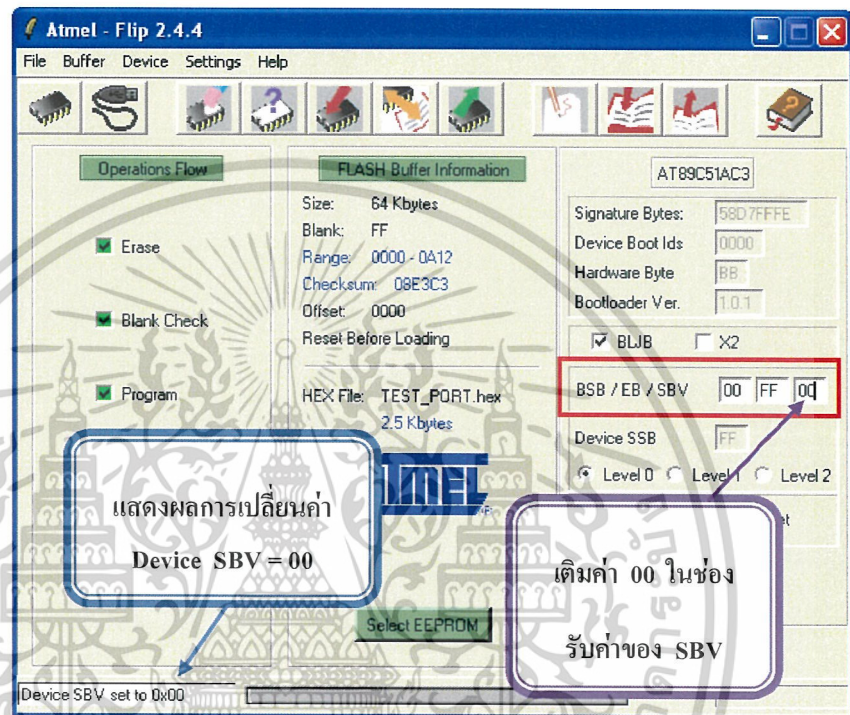
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. คลิกเมาส์ที่หน้าตัวเลือกคำสั่งใน Tab ของ Operation Flow ให้ครบทุกคำสั่ง ซึ่งได้แก่ Erase, Blank Check, Program, Verify จากนั้นคลิกเมาส์ที่ปุ่มคำสั่ง Run และรอนการทำงานของโปรแกรมเสร็จเรียบร้อยแล้วรูป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. ตรวจสอบค่า Device BSB และ SBV ว่ามีค่าเป็น 00 ทั้งหมดแล้วหรือยัง ซึ่งถ้ายังไม่เป็น 00 ให้ทำการแก้ไขค่าให้เป็น 00 โดยคลิกเมาส์ในช่องตัวเลขแล้วพิมพ์ค่า 00 แทนที่ลงไปทั้ง 2 ช่องดังรูป



11. ทำการคลิกเมาส์ที่ “Start Application” หรือกดสวิตช์ Reset ให้กับบอร์ดเพื่อให้บอร์ดเริ่มต้นทำงานตามโปรแกรมที่ได้ทำการ Download ไปให้ ซึ่งถ้าไม่เกิดความผิดปกติใดๆ จะเห็น MCU เริ่มต้นทำงานทันที

ส่วนของโค้ดโปรแกรม Keil C-51 เครื่อง Main

```
#include <REG51AC2.h> // Declare T89C51AC2's register (replace for AC3)
#include <delay_ac3.h> // Declare Delay library
#include <stdio.h>
#include <ctype.h>
#include <string.h>

char buf_Tempc[15] = {"\0", "\0", "\0", "\0", "\0",
                    "\0", "\0", "\0", "\0", "\0",
                    "\0", "\0", "\0", "\0", "\0"}; // Set buffer for display Temp

char buf_Tempc1[15];
sbit data_bit = P4^0; // IN/OUT PIN for signal connection
sbit key = P1^2;

unsigned int i;
unsigned char gencrc(unsigned char *m);
unsigned char touchbyte(unsigned char d);
unsigned char touchreset(void);

void readrom(void);
void skiprom(void);
void converttemp(void);
void delay(char i);
void readscratchpad(unsigned char *scratch);
void Rs_232_int(void);
void ggets(void);
unsigned char data_in[13];
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
/**-----AT89C51AC3 SFR -----**/
```

```
/*-----The main C function. Program execution Here -----*/
```

```
void main (void)
```

```
{
```

```
    unsigned char tempbuf[10],j;
```

```
    float i;
```

```
    int t;
```

```
    char c;
```

```
    key=0;
```

```
    delay_ms(200);
```

```
    Rs_232_int(); // Set RS-232
```

```
    while (1)
```

```
    {
```

```
        c = getchar ();
```

```
        if (c=='P')
```

```
        {
```

```
            key=1;
```

```
            delay_ms(3000);
```

```
            key=0;
```

```
        }
```

```
    }
```

```
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    /******* Function RS-232*****

void Rs_232_int(void)
{
    CKCON = 0x00;          // Initial X2 Mode (58.9824 MHz)

    /* Initial MCS51 Serial Port

    TMOD &= 0x0F;         // Reset old Timer1 Mode Config
    TMOD |= 0x20;         // Update Timer1 = 8 Bit Auto Reload
    SCON = 0x50;          // Serial Port Mode 1 (N,8,1)
    ES = 0;               // Disable Serial Interrupt
    ET1 = 0;              // Disable Timer1 Interrupt
    PCON &= 0x7F;         // SMOD1 = 0 (Disable Double Baudrate)
    TH1 = 0x80;           // Setup Timer1 Baudrate 9600BPS / 58.9824 MHz
    TL1 = 0x80;
    TR1 = 1;              // Start Timer1 Generate Baudrate
    TI = 1;               // Set TI to send First char of UART
    return;
}

//=====
void ggets(void)
{
    int x=0;
    data_in[0]=getchar();
    while(data_in[0]!='P')
    {
        data_in[0]=getchar();
    }
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

while (x<=11&&data_in[x]!='H')
{
    x++;
    data_in[x]=getchar();
}
return;
}

//*****Function for DS1820 *****
unsigned char gengrc(unsigned char *m)
{
    char i,j;
    unsigned char crc = 0;
    unsigned char k;
    for(j=0;j<7;j++)
    {
        for(i=0;i<8;i++)
        {
            k = m[j] ^ crc;
            if((k & 0x01) == 0x01)
            {
                crc = crc ^ 0x18;
                crc >>= 1;
                crc |= 0x80;
            }
            else
            {

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        crc >>= 1;
    }
    m[j] >>= 1;
}
}
return crc;
}

unsigned char touchbyte(unsigned char d)
{
    unsigned char i;
    unsigned char j;
    char c;
    for(c = 0; c < 8; c++)
    {
        j >>= 1;
        if((d & 0x01) == 0x01)
        {
            data_bit = 0;
            i = 4; while(i > 0) {i--;}
            data_bit = 1;
            i = 10; while(i > 0) {i--;}
            if(data_bit) {j |= 0x80;}
            i = 61; while(i > 0) {i--;}
        }
        else
        {

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        data_bit = 0;

        i = 4; while(i > 0) {i--;}

        data_bit = 0;

        i = 10; while(i > 0) {i--;}

        if(data_bit) {j |= 0x80;}

        i = 90; while(i > 0) {i--;}

    }

    data_bit = 1;
    d >>= 1;
}

return j;
}

unsigned char touchreset(void)
{
    unsigned char i;
    data_bit = 0;    /* start reset pulse */
    i = 255; while(i>0) {i--;}
    i = 255; while(i>0) {i--;}
    i = 255; while(i>0) {i--;}

    data_bit = 1;    /* release data line */

    i = 230;

    while(i>0)
    {

        if(!data_bit)

        {

            while(!data_bit) {i = 4;while(i>0) i--;}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        return 1;
    }
    else { i--; }
}
return 0;
}

```

```

void readrom(void)

```

```

{
    char i;
    unsigned char rombuf[8];
    unsigned char crc;
    while(!touchreset()) {}
    touchbyte(0x33); /*read rom command */
    for(i=0;i<8;i++)
    {
        rombuf[i] = touchbyte(0xFF);
    }
    crc = genrcr(rombuf);
    while(crc != rombuf[7]) {}
    return;
}

```

```

void skiprom(void)

```

```

{
    while(!touchreset()) {}
    touchbyte(0xCC);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

return;
}

void converttemp(void)
{
    touchbyte(0x44);
    return;
}

```

```

void delay(char i)
{
    unsigned int j;
    do
    {
        for(j=0;j<1000;j++) {}
        i--;
    }
    while(i > 0);
    return;
}

```

```

void readscratchpad(unsigned char *scratch)
{
    char i;
    touchbyte(0xBE);
    for(i=0;i<9;i++)
    {

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        scratch[i] = touchbyte(0xFF);  
    }  
    touchreset();  
    return;  
}
```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนของโค้ดโปรแกรม Keil C-51 เครื่อง Client

```
#include <REG51AC2.h> // Declare T89C51AC2's register (replace for AC3)
#include <delay_ac3.h> // Declare Delay library
#include <lcd_2x16_ac3.h> // Declare LCD library
#include <stdio.h>
#include <ctype.h>
#include <string.h>
char buf_Tempc[15] = { '\0', '\0', '\0', '\0', '\0' // Set buffer for display Temp
, '\0', '\0', '\0', '\0', '\0'
, '\0', '\0', '\0', '\0', '\0' };
char buf_Tempc1[15];
sbit data_bit = P4^0; // IN/OUT PIN for signal connection
sbit Relay1 = P1^0;
sbit Relay2 = P1^1;
sbit key = P1^2;
sbit GND = P1^3;

unsigned int i;
unsigned char gencrc(unsigned char *m);
unsigned char touchbyte(unsigned char d);
unsigned char touchreset(void);
void readrom(void);
void skiprom(void);
void converttemp(void);
void delay(char i);
void readscratchpad(unsigned char *scratch);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

void Rs_232_int(void);

void ggets(void);

unsigned char data_in[13];

//***** AT89C51AC3 SFR*****

/*-----The main C function. Program execution Here -----*/

void main (void)
{
    unsigned char tempbuff[10],j;
    float i;
    char ch;
    key=0;
    delay_ms(200);
    init_lcd(); // Initial LCD in 4-bit mode 1 line
    Rs_232_int(); // Set RS-232
    printf(" Hi... This is of DS1820 \n");
    putstr_lcd(line1,"...TEMPRATURE...");
    putstr_lcd(line2,"...BY DS1820...");
    while(1)
    {
        ggets();
        putstr_lcd(line1,data_in);
        if (data_in[0]=='P')
        {
            if(data_in[2]=='T')
            {
                j=0;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

skiprom();
converttemp();
delay(25);
skiprom();
readscratchpad(tempbuf);
if(tempbuf[1] == 0)
{
    i = (float)tempbuf[0]/2;
    sprintf(buf_Tempc,"Temp = +%04.1f C",i);
    sprintf(buf_Tempc1,"+%04.1f",i);
}
else
{
    i = ~tempbuf[0] + 1;
    i = i/2;
    sprintf(buf_Tempc,"Temp = -%04.1f C",i);
    sprintf(buf_Tempc1,"-%04.1f",i);
}
    putstr_lcd(line2,buf_Tempc);
}
if(data_in[2]=='1')
{
    delay_ms(5000);
    if(data_in[3]=='R')
    {
        j=0;
        skiprom();

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

converttemp();
delay(25); //7 interrupt 20000
skiprom();
readscratchpad(tempbuf);
if(tempbuf[1] == 0)
{
    i = (float)tempbuf[0]/2;
    sprintf(buf_Tempc,"Temp = +%04.1f C",i);
    sprintf(buf_Tempc1,"+%04.1f",i);
}
else
{
    i = ~tempbuf[0] + 1;
    i = i/2;
    sprintf(buf_Tempc,"Temp = -%04.1f C",i);
    sprintf(buf_Tempc1,"-%04.1f",i);
}
    putstr_lcd(line2,buf_Tempc);
    key=1;
    delay_ms(1000);
    printf("\n%s\n",buf_Tempc1);
    delay_ms(1000);
    key=0;
}

if(data_in[5]=='O'){Relay1=1;}
if(data_in[6]=='O'){Relay2=1;}
if(data_in[5]=='F'){Relay1=0;}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


```

void ggets(void)
{
    int x=0;
    data_in[0]=getchar();
    while(data_in[0]!='P')
    {
        data_in[0]=getchar();
    }
    while(x<=11&&data_in[x]!='H')
    {
        x++;
        data_in[x]=getchar();
    }
    return;
}

//*****Function for DS1820 *****
unsigned char gencrc(unsigned char *m)
{
    char i,j;
    unsigned char crc = 0;
    unsigned char k;
    for(j=0;j<7;j++)
    {
        for(i=0;i<8;i++)
        {
            k = m[j] ^ crc;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        if((k & 0x01) == 0x01)
        {
            crc = crc ^ 0x18;
            crc >>= 1;
            crc |= 0x80;
        }
        else
        {
            crc >>= 1;
        }
        m[j] >>= 1;
    }
    return crc;
}

unsigned char touchbyte(unsigned char d)
{
    unsigned char i;
    unsigned char j;
    char c;
    for(c = 0; c < 8; c++)
    {
        j >>= 1;
        if((d & 0x01) == 0x01)
        {
            data_bit = 0;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        i = 4; while(i > 0) {i--;}
        data_bit = 1;
        i = 10; while(i > 0) {i--;}
        if(data_bit) {j |= 0x80;}
        i = 61; while(i > 0) {i--;}
    }
else
{
    data_bit = 0;
    i = 4; while(i > 0) {i--;}
    data_bit = 0;
    i = 10; while(i > 0) {i--;}
    if(data_bit) {j |= 0x80;}
    i = 90; while(i > 0) {i--;}
}
    data_bit = 1;
    d >>= 1;
}
return j;
}

```

```

unsigned char touchreset(void)

```

```

{
    unsigned char i;
    data_bit = 0;    /* start reset pulse */
    i = 255; while(i>0) {i--;}
    i = 255; while(i>0) {i--;}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

i = 255; while(i>0) {i--;}

data_bit = 1;    /* release data line */

i = 230;
while(i>0)
{
    if(!data_bit)
    {
        while(!data_bit) {i = 4;while(i>0) i--;}
        return 1;
    }
    else {i--;}
}
return 0;
}

void readrom(void)
{
    char i;
    unsigned char rombuf[8];
    unsigned char crc;
    while(!touchreset()) {}
    touchbyte(0x33);    /*read rom command */
    for(i=0;i<8;i++)
    {
        rombuf[i] = touchbyte(0xFF);
    }
    crc = generc(rombuf);
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

while(crc != rombuf[7]) {}

return;
}

void skiprom(void)
{
while(!touchreset()) {}
touchbyte(0xCC);
return;
}

void converttemp(void)
{
touchbyte(0x44);
return;
}

void delay(char i)
{
unsigned int j;
do
{
for(j=0;j<1000;j++) {}
i--;
}
while(i > 0);

return;
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

}

void readscratchpad(unsigned char *scratch)
{
    char i;
    touchbyte(0xBE);
    for(i=0;i<9;i++)
    {
        scratch[i] = touchbyte(0xFF);
    }
    touchreset();
    return;
}

```

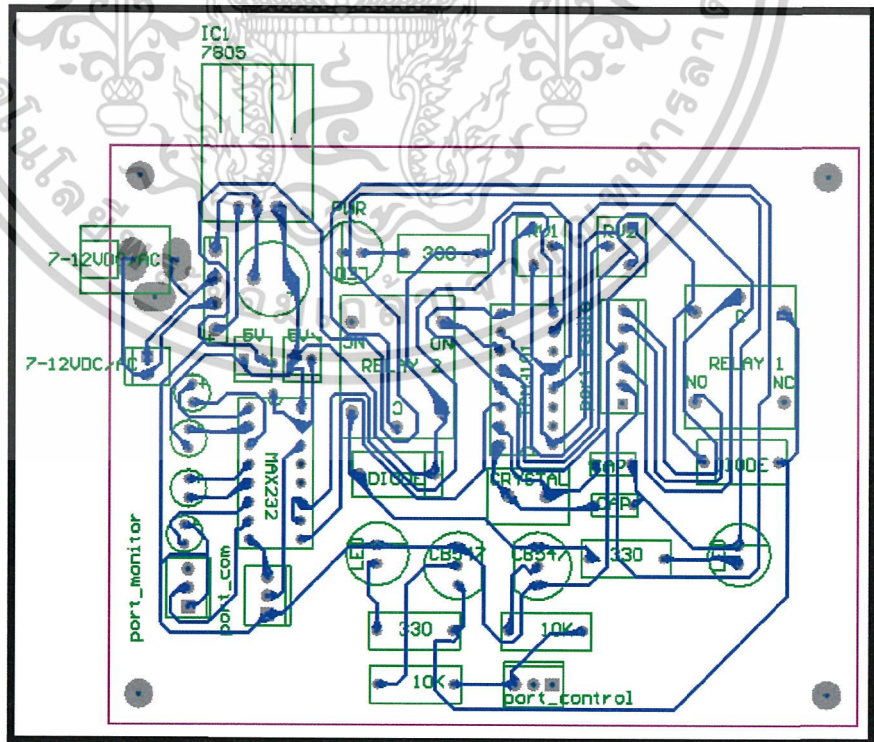
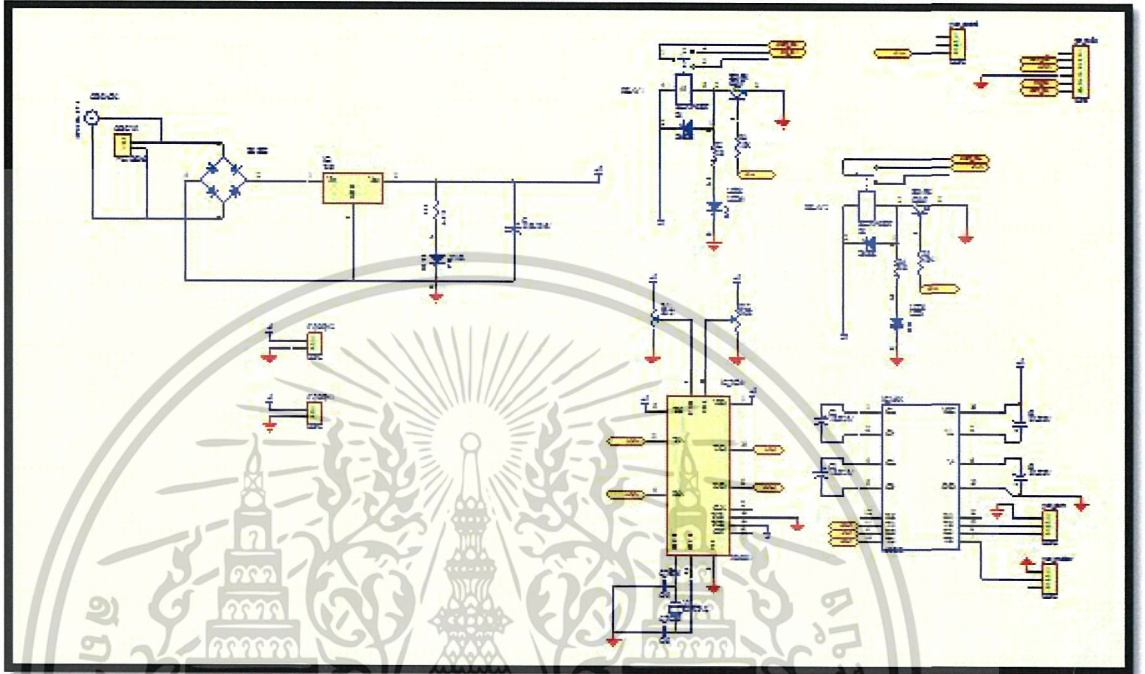


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



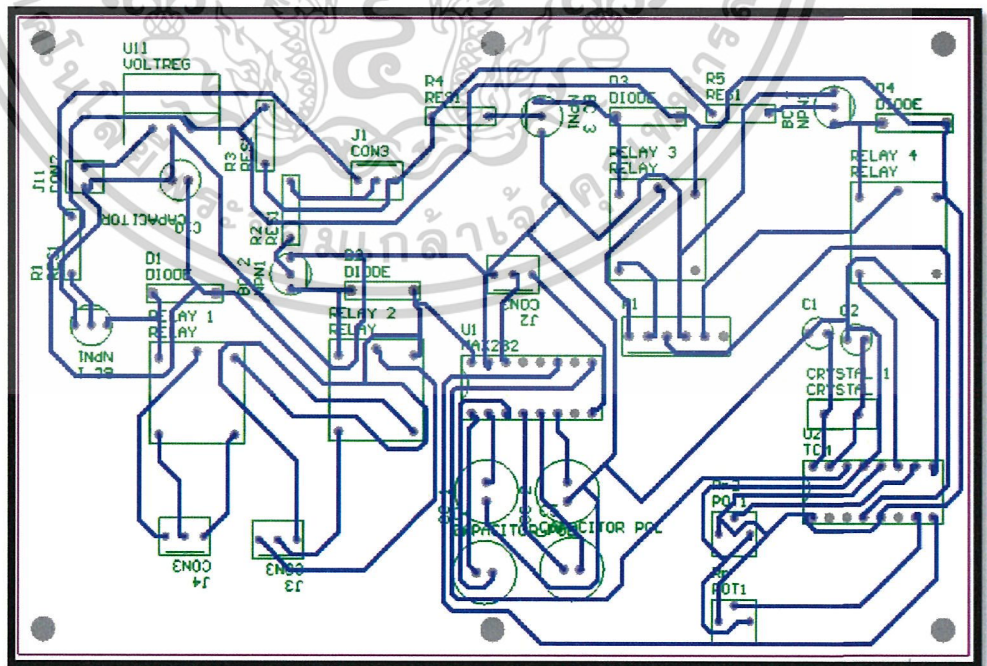
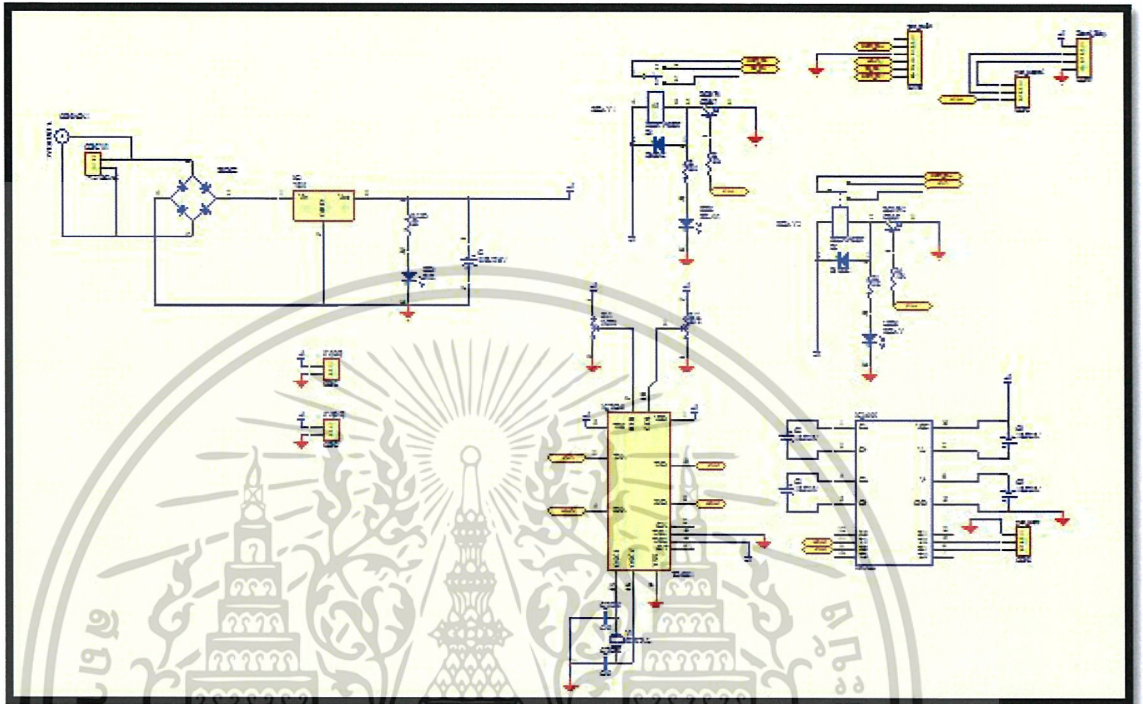
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรถ่ายรับ – ส่งสัญญาณ FSK เครื่อง Main



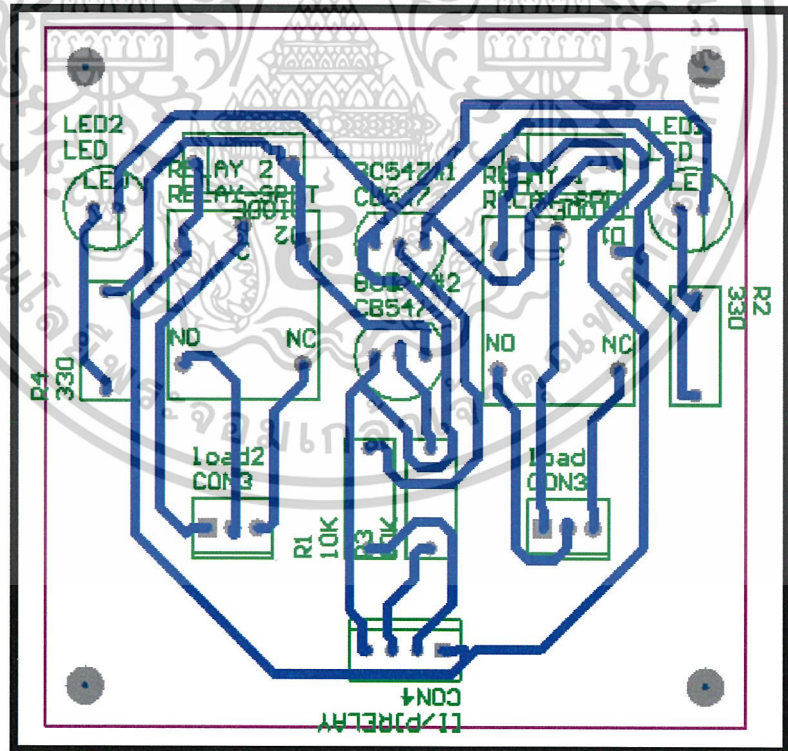
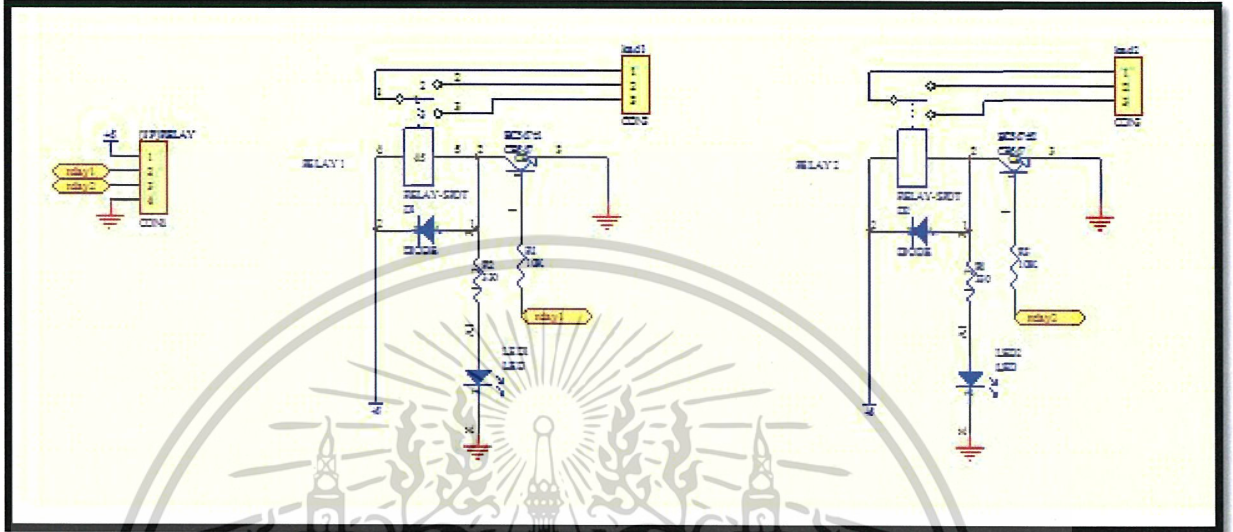
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรถ่ายรับ – ส่งสัญญาณ FSK เครื่อง Client



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

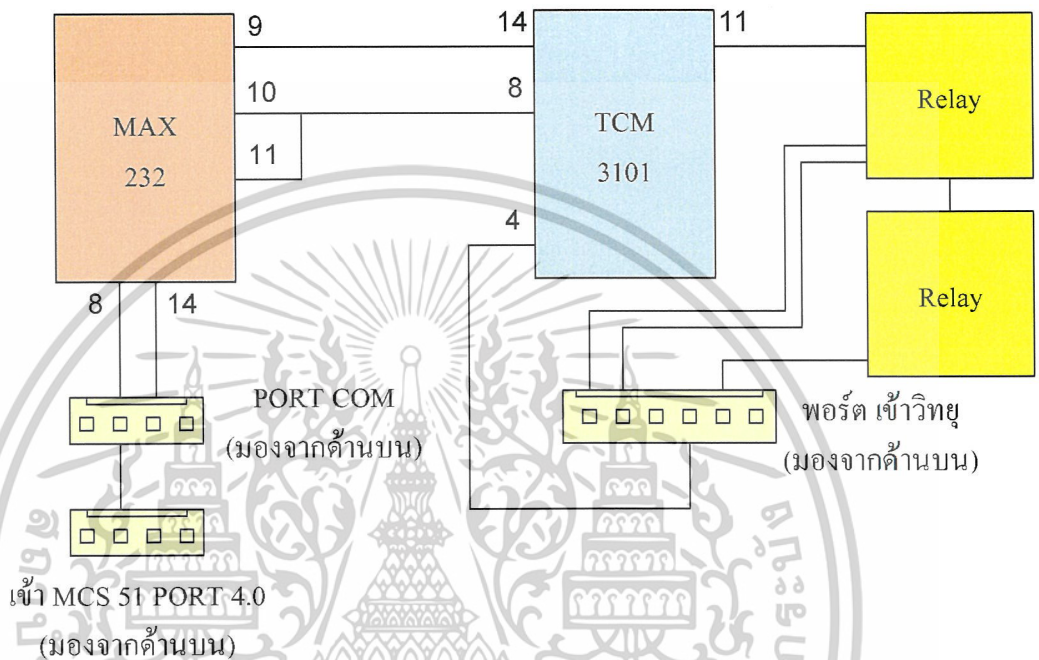
วงจรรีเลย์เครื่อง Client



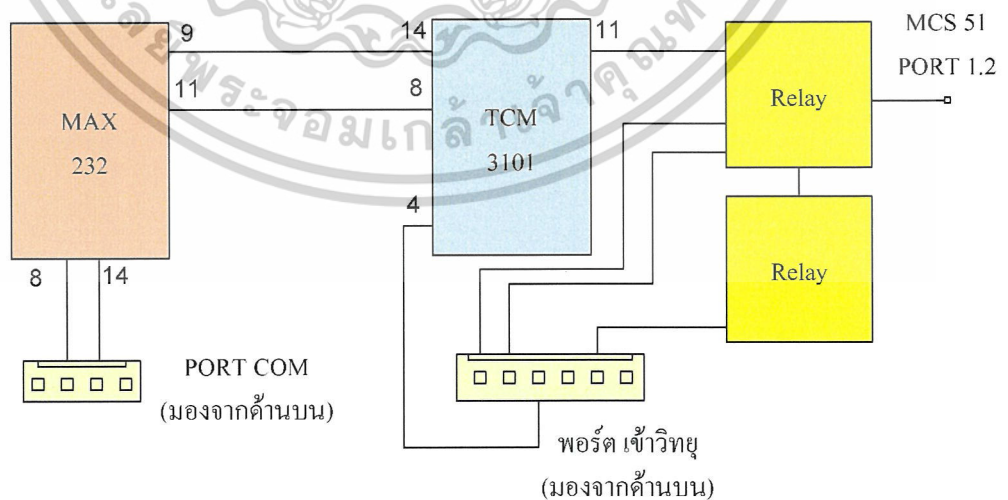
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การต่อวงจรใช้งานทั้งหมด

- การต่อวงจรใช้งานของเครื่อง Main ทั้งหมด



- การต่อวงจรของใช้งานเครื่อง Client ทั้งหมด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TCM3105DWL, TCM3105JE, TCM3105JL TCM3105NE, TCM3105NL FSK MODEM

SCTS019C – NOVEMBER 1985 – REVISED MAY 1994

- Single-Chip Frequency-Shift-Keying (FSK) Modem
- Meet Both Bell 202 and CCITT V23 Specifications
- Transmit Modulation at 75, 150, 600, and 1200 Baud
- Receive Demodulation at 5, 75, 150, 600, and 1200 Baud
- Half-Duplex Operation Up to 1200 Baud Transmit and Receive
- Full-Duplex Operation Up to 1200 Baud Transmit and 150 Baud Receive
- On-Chip Group Equalization and Transmit/Receive Filtering
- Carrier-Detect-Level Adjustment and Carrier-Fail Output
- Single 5-V Power Supply
- Low Power Consumption
- Reliable CMOS Silicon-Gate Technology

description

The TCM3105 is a single-chip asynchronous frequency-shift-keying (FSK) voice-band modem that uses silicon-gate CMOS technology to implement a switched-capacitor architecture. It is pin selectable (TXR1, TXR2, and TRS) for a wide range of transmit/receive baud rates and is compatible with the applicable BELL 202 or CCITT V23 standards. Operation is fully reversible, thereby allowing both forward and backward channels to be used simultaneously.

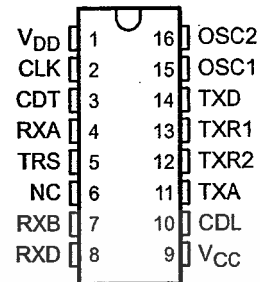
The transmitter is a programmable frequency synthesizer that provides two output frequencies (on TXA), representing the marks and spaces of the digital signal present on TXD.

The receive section is responsible for the demodulation of the analog signal appearing at the RXA input and is based on the principle of frequency-to-voltage conversion. This section contains a group delay equalizer (to correct phase distortion), automatic gain control, carrier-detect-level adjustment, and bias-distortion adjustment, thereby optimizing performance and giving the lowest possible bit error rate.

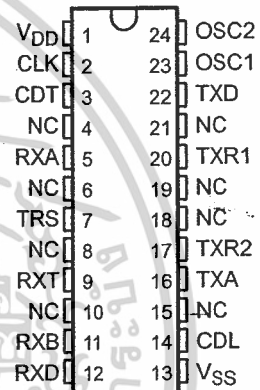
Carrier-detect information is given to the system by means of the carrier-detect circuits, which set a flag on the CDT output if the level of received in-band energy falls below a value set on the CDL input for a specified minimum duration.

The TCM3105JE and TCM3105NE are characterized for operation from -40°C to 85°C . The TCM3105DWL, TCM3105JL, and TCM3105NL are characterized for operation from 0°C to 70°C .

J OR N PACKAGE
(TOP VIEW)



DW PACKAGE
(TOP VIEW)



NC – No internal connection

D package are available taped and reeled. Add the R suffix to device type (e.g., YCM3105DWLR).



Caution. These devices have limited built-in protection. The leads should be shorted together or the device placed in conductive foam during storage or handling to prevent electrostatic damage to the MOS gates.

PRODUCTION DATA information is current as of publication date. Products conform to specifications per the terms of Texas Instruments standard warranty. Production processing does not necessarily include testing of all parameters.

 **TEXAS
INSTRUMENTS**

Copyright © 1994, Texas Instruments Incorporated

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้เฉพาะการสื่อสารเท่านั้น ไม่ควรคัดลอกไปใช้ประโยชน์ด้านนการค้า

POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

POST OFFICE BOX 1443 • HOUSTON, TEXAS 77251-1443

**TCM3105DWL, TCM3105JE, TCM3105JL
TCM3105NE, TCM3105NL
FSK MODEM**

SCTS019C – NOVEMBER 1985 – REVISED MAY 1994

Terminal Functions

NAME	TERMINAL		DESCRIPTION
	NO.		
	DW	J OR N	
CDL	14	10	Carrier-detect-level adjust for external adjustment of carrier-detect threshold
CDT	3	3	Carrier-detect output. A low-level output indicates carrier failure
CLK	2	2	Output for a continuous clock signal at 16 times the highest selected (transmit or receive) bit rate
NC	4, 6, 8, 10, 15, 18, 19, 21	6	No internal connection
OSC1, OSC2	23, 24	15, 16	Oscillator connections. The crystal (typically 4.4336 MHz) is connected to OSC1 AND OSC2. If an external clock is used, OSC2 is left open and the clock is connected to OSC1.
RXA	5	4	Receive analog input to which the received line signal must be ac coupled
RXB	11	7	Receive bias adjust for external adjustment of the decision threshold of the comparator to minimize bias distortion
RXD	12	8	Receiver digital output for the demodulated received data in positive logic. The high logic level is a mark and the low logic level is a space.
RXT	9	-	Receive test access. Output of limiter is available on RXT. (DW only)
TRS	7	5	Transmit/receive standard select input, which with TXR1 and TXR2, sets the standard bit rates and mark/space frequencies
TXA	16	11	Transmit analog output for the modulation signal, which must be ac coupled
TXD	22	14	Transmit digital input for data to the transmitter in positive logic. The high logic level is a mark, and the low logic level is a space. The data can be accepted at any speed from zero to the selected speed and may be totally asynchronous.
TXR1	20	13	Bit-rate select 1 input which along with TXR2 and TRS, sets the bit rates and mark/space frequencies
TXR2	17	12	Bit rate select 2 input, which along with TXR1 and TRS, sets the bit rates and mark/space frequencies
VDD	1	1	Positive supply voltage
VSS	13	9	Most negative supply voltage (normally ground); connected to substrate



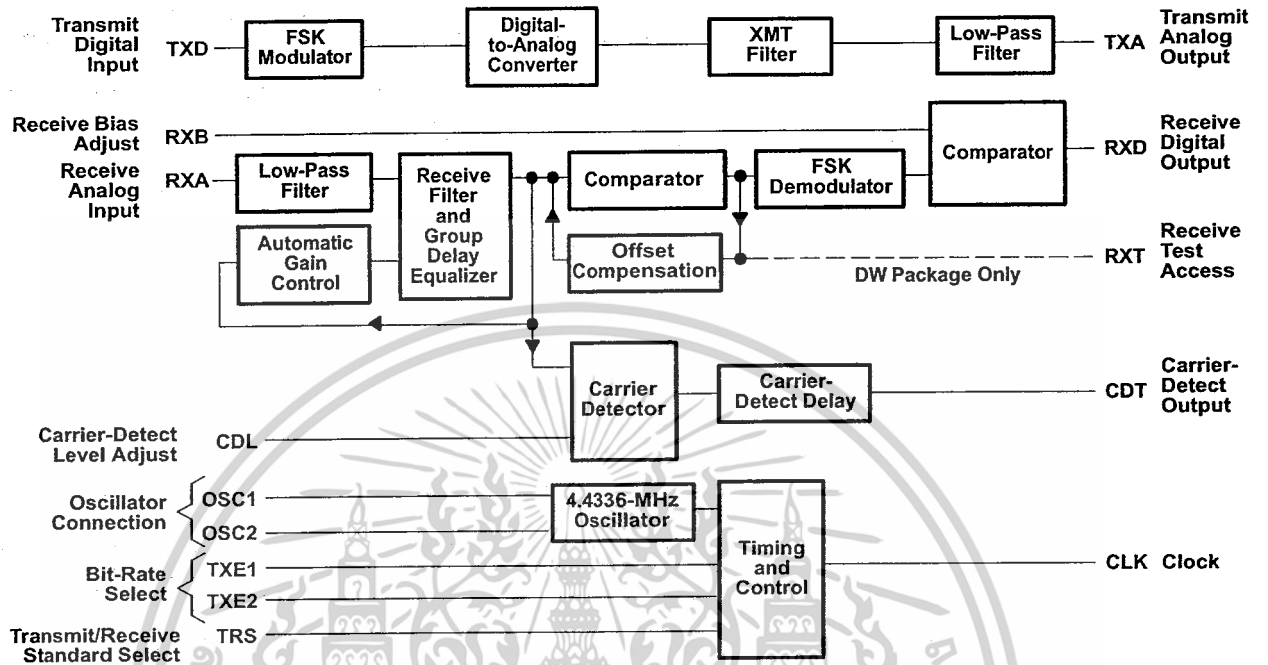
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265
POST OFFICE BOX 1443 • HOUSTON, TEXAS 77251-1443

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

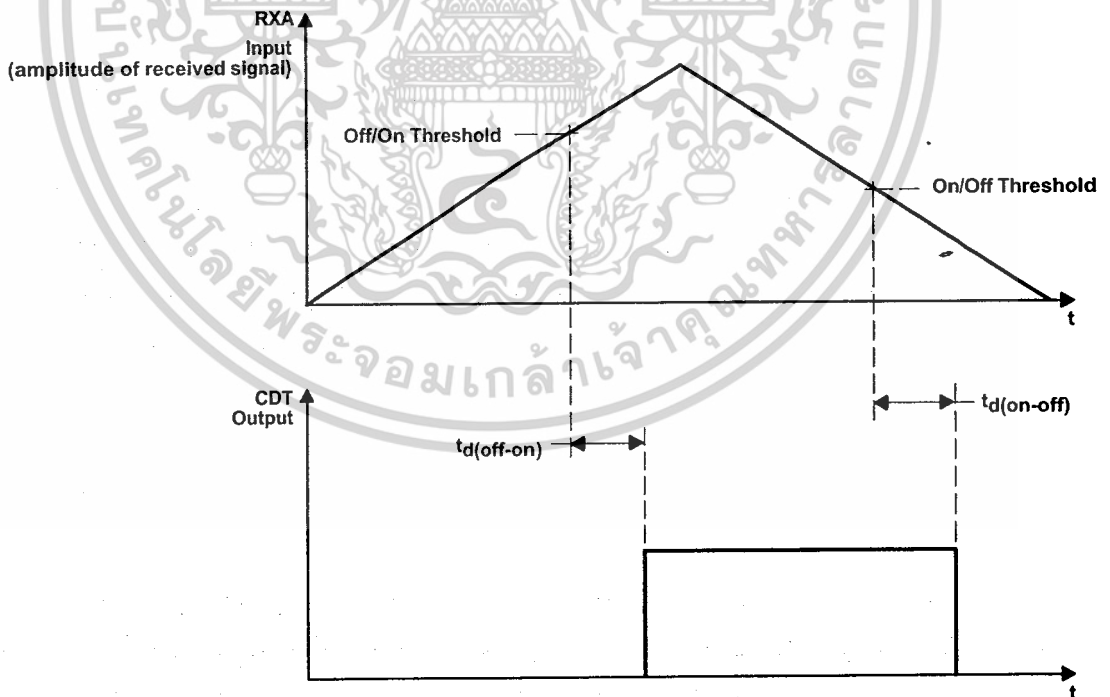
TCM3105DWL, TCM3105JE, TCM3105JL
 TCM3105NE, TCM3105NL
FSK MODEM

SCTS019C - NOVEMBER 1985 - REVISED MAY 1994

functional block diagram



timing diagram



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ POST OFFICE BOX 855303 • DALLAS, TEXAS 75265
 POST OFFICE BOX 1443 • HOUSTON, TEXAS 77251-1443

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**TCM3105DWL, TCM3105JE, TCM3105JL
TCM3105NE, TCM3105NL
FSK MODEM**

SCTS019C – NOVEMBER 1985 – REVISED MAY 1994

absolute maximum ratings over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

Supply voltage range, V_{DD} (see Note 1)	-0.3 V to 10 V
Input voltage range, V_I (any input)	-0.3 V to V_{DD}
Operating free-air temperature range, T_A : TCM3105DWL, TCM3105JL, TCM3105NL	-10°C to 70°C
TCM3105JE, TCM3105NE	-55°C to 85°C
Storage temperature range:	-55°C to 150°C
Lead temperature 1,6 mm (1/16 inch) from case for 10 seconds: DW or N package	260°C
Lead temperature 1,6 mm (1/16 inch) from case for 10 seconds: J package	300°C

NOTE 1: Voltage values are with respect to V_{SS} .

recommended operating conditions

	TCM3105JE TCM3105NE			TCM3105DWL TCM3105JL TCM3105NL			UNIT
	MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX	
Supply voltage, V_{DD}	4	5	5.5	4	5	5.5	V
High-level input voltage, V_{IH}	2		V_{DD}	2		V_{DD}	V
Low-level input voltage, V_{IL}	0		0.8	0		0.8	V
Analog input level, peak to peak (ac coupled)		0.3	0.78		0.3	0.78	V
Clock frequency, f_{clock}	4.4334	4.4336	4.4338	4.4334	4.4336	4.4338	MHz
Analog load impedance at TXA	50			50			k Ω
Operating free-air temperature range, T_A	-40		85	0		70	°C



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการ POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265
POST OFFICE BOX 1443 • HOUSTON, TEXAS 77251-1443

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**TCM3105DWL, TCM3105JE, TCM3105JL
TCM3105NE, TCM3105NL
FSK MODEM**

SCTS019C – NOVEMBER 1985 – REVISED MAY 1994

electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

PARAMETER		TEST CONDITIONS	TCM3105JE TCM3105NE			TCM3105DWL TCM3105JL TCM3105NL			UNIT	
			MIN	TYP†	MAX	MIN	TYP†	MAX		
V _{OH}	High-level output voltage	RXD, CDT, CLK I _{OH} = -100 µA	2.4		V _{DD}	2.4		V _{DD}	V	
V _{OL}	Low-level output voltage	RXD, CDT, CLK I _{OL} = 1.6 mA	V _{SS}		0.4	V _{SS}		0.4	V	
	Analog output voltage level, peak to peak	TXA V _{DD} = 4 V V _{DD} = 5 V V _{DD} = 5.5 V	R _L = 50 kΩ, R _L = 100 pF			1.55				V
			1.4	1.9	2.3	1.4	1.9	2.3		
			2.1			2.1				
Adjust voltage	RXB	V _{DD} = 5 V	2.3	2.7	3.1	2.3	2.7	3.1	V	
	CDL		2.8	3.3	3.9	2.8	3.3	3.9	V	
Analog output dc offset	TXA		V _{DD} /2			V _{DD} /2			V	
Digital input current	TXD, TRS, TRX1, TRX2	V _I = 0 to V _{DD}			±1			±1	µA	
Analog input current	RXA				±15			±15	µA	
Bias input current	RXB, CDL	V _I = 3 V			±150			±150	µA	
I _{DD}	Supply current	V _{DD} = 4 V V _{DD} = 5 V V _{DD} = 5.5 V	3		6	3		5	mA	
			5		10	5		8		
			8		16	8		12		
C _i	Input capacitance, all inputs	f = 1 MHz		10		10			pF	
C _o	Output capacitance, all inputs	f = 1 MHz		10		10			pF	
	Phase jitter				200			200	µs	
	Bias distortion‡				±15%			±15%		
	Carrier-detect threshold, off/on§		-45.5		-43	-45.5		-43	dBm	
	Carrier-detect threshold, on/off§		-48		-45.5	-48		-45.5	dBm	
	Carrier-detect hysteresis		2.5	2.8		2.5	2.8		dBm	

switching characteristics over recommended operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

PARAMETER		TEST CONDITIONS	TCM3105JE TCM3105NE			TCM3105DWL TCM3105JL TCM3105NL			UNIT
			MIN	TYP†	MAX	MIN	TYP†	MAX	
t _{d(off-on)}	Carrier-detect off-to-on delay time	RX = 600 or 1200 b/s	12		25	12		25	ms
		RX = 5, 75, or 150 b/s	48		80	48		80	
t _{d(on-off)}	Carrier-detect on-to-off delay time	RX = 600 or 1200 b/s	12		20	12		20	ms
		RX = 5, 75, or 150 b/s	48		75	48		75	
	Transmit frequency deviation from assignment (see Table 1)	f _{clock} = 4.4336 MHz		±1		±1			Hz

† All typical are at V_{CC} = 5 V, T_A = 25°C.

‡ Bias distortion is the departure from a 50% duty cycle when a series of alternating mark and space tones is received.

§ This is the threshold with the CDL input properly adjusted.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265
POST OFFICE BOX 1443 • HOUSTON, TEXAS 77251-1443

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**TCM3105DWL, TCM3105JE, TCM3105JL
TCM3105NE, TCM3105NL
FSK MODEM**

SCTS019C – NOVEMBER 1985 – REVISED MAY 1994

PRINCIPLES OF OPERATION

The TCM3105 FSK modem is made up of four functional circuits. The circuits are the transmitter, the receiver, a carrier detector, and control and timing (see Figure 1).

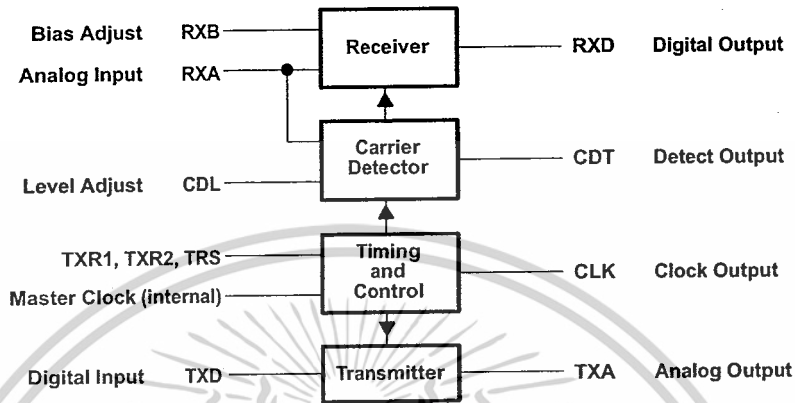


Figure 1. TCM3105 System Partitioning

transmitter

The transmitter comprises a phase-coherent FSK modulator, a transmit filter, and a transmit amplifier. The modulator is a programmable frequency synthesizer that drives the output frequencies by variable division of the oscillator frequency (4.4336 MHz). The division ratio is set by the states of the transmit/receive standard input (TRS), the bit-rate select inputs (TXR1 and TXR2), and the digital data input (TXD).

A switched-capacitor low-pass filter limits the harmonics and noise outside the transmit band, and the characteristics of this filter are set by the frequency-select inputs as previously described. The harmonics introduced by the transmit filter clock are removed by a continuous low-pass filter.

The transmitter output level varies with power supply voltage and so must be compensated in the 2-wire to 4-wire converter to give a constant output level to the line.

receiver

A continuous low-pass antialiasing filter is followed by the receiver amplifier, which automatically controls the gain to give a constant output level from the receiver filter. The receiver filter limits the bandwidth of the signal presented to the demodulator reducing out-of-band interference and has very high rejection of the transmit channel frequencies. These are typically present at much higher levels than the received signal.

The group delay equalizer is a switched-capacitor network that compensates the delay introduced by the receiver filter and the network. The output from the equalizer is then limited to give an FSK modulated squarewave that is presented to the demodulator.

The demodulator is an edge-triggered multivibrator that triggers off positive- and negative-going edges. The output of the demodulator is a stream of constant-length pulses at a frequency that is double the frequency of the limited input signal. The dc component of this signal is proportional to the received frequency and is extracted by a switched-capacitor, low-pass, post-demodulator filter.

The variation of dc level with received frequency is presented to a comparator that slices at a level externally fixed by the RXB bias-adjustment pin. This voltage depends on received bit rate and internal offsets. The comparator output is then the received data at RXD.



carrier detect

The carrier-detect circuits comprise an energy detector and digital delay. The energy detector compares the total signal level at the output of the receive filter to an externally set threshold level on the CDL input. The comparator has a 2.5-dB hysteresis and a delay to allow for momentary signal loss and to prevent oscillation. The output detector is available on CDT where a high level indicates that a carrier is present. The data output is clamped to a mark condition when the carrier-detect output switches off at the end of transmission.

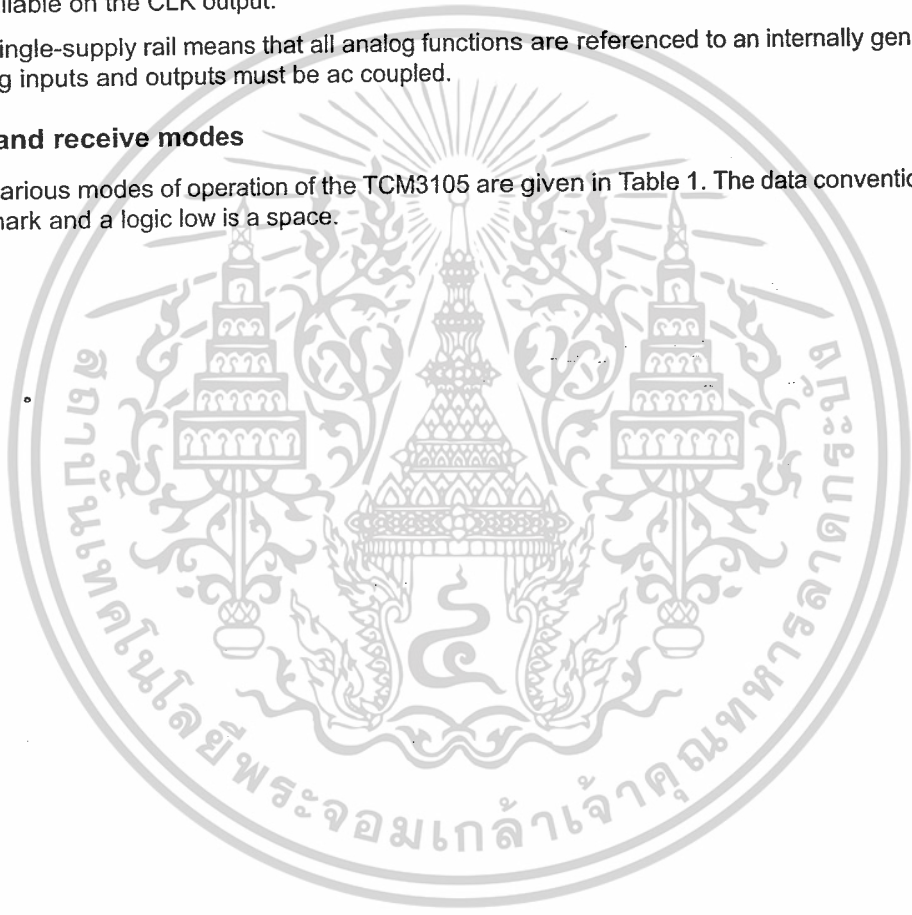
control and timing

An on-chip oscillator runs from an external 4.4336-MHz crystal connected between OSC1 and OSC2 or an external signal driving OSC1. A clock signal equal to 16 times the highest selected bit rate (transmit or receive) is available on the CLK output.

The single-supply rail means that all analog functions are referenced to an internally generated reference. All analog inputs and outputs must be ac coupled.

transmit and receive modes

The various modes of operation of the TCM3105 are given in Table 1. The data convention is that a logic high is a mark and a logic low is a space.



**TCM3105DWL, TCM3105JE, TCM3105JL
TCM3105NE, TCM3105NL
FSK MODEM**

SCTS019C – NOVEMBER 1985 – REVISED MAY 1994

Table 1. Modes of Operation

STANDARD	TRS	TXR1	TXR2	TRANSMITTED BAUD RATE	RECEIVED BAUD RATE	TRANSMIT FREQUENCY ASSIGNMENTS (Hz)	RECEIVE FREQUENCY ASSIGNMENTS (Hz)	CLK FREQUENCY (kHz)
CCITT V.23	L	L	L	1200	1200	M 1300 S 2100	M 1300 S 2100	19.11
	H	L	L	1200	75	M 1300 S 2100	M 390 S 450	19.11
	L	L	H	600	75	M 1300 S 1700	M 390 S 450	9.56
	H	L	H	600	600	M 1300 S 1700	M 1300 S 1700	9.56
	L	H	L	75	1200	M 390 S 450	M 1300 S 2100	19.11
	H	H	L	75	600	M 390 S 450	M 1300 S 1700	9.56
	L	H	H	75	75	M 390 S 450	M 390 S 450	1.19
BELL 202	CLK	L	L	1200	1200	M 1200 S 2200	M 1200 S 2200	19.11
	CLK/8	L	H	1200	150	M 1200 S 2200	M 387 S 487	19.11
	CLK/8	L	H	1200	5	M 1200 S 2200	M 387 S 0	19.11
	CLK	H	L	150	1200	M 387 S 487	M 1200 S 2200	19.11
	CLK	H	H	150	150	M 387 S 487	M 387 S 487	2.39
	CLK†	H†	L†	5	1200	M 387	M 1200	19.11
	H†	H†	H†			S 0	S 2200	
	H	H	H	Transmit Disabled	1200	Transmit Disabled	M 1200 S 2200	19.11

H = high level, L = low level

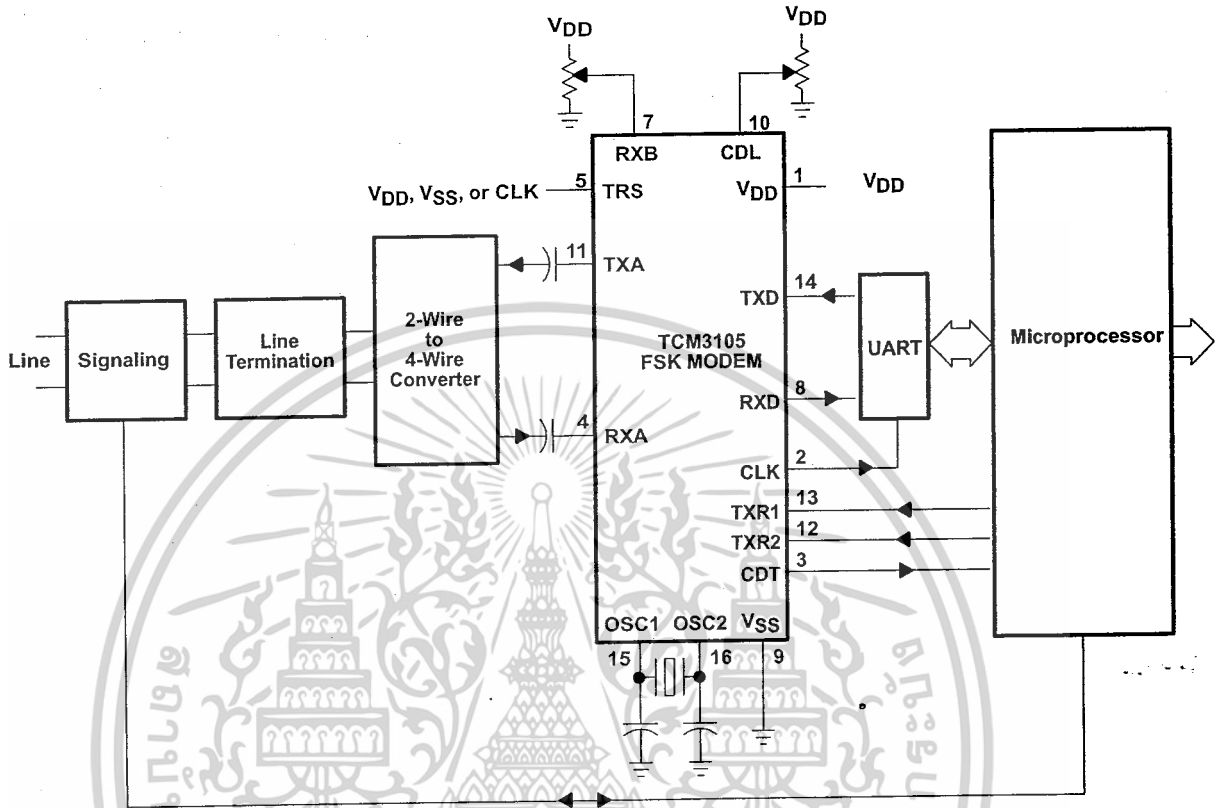
† In these modes, the modulation is controlled by TRS and TXR2. TXD is tied high.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265 ให้หันไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
POST OFFICE BOX 1443 • HOUSTON, TEXAS 77251-1443

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

APPLICATION INFORMATION



Pin numbers shown are for the J and N packages.

Figure 2. Typical System Configuration

APPLICATION INFORMATION

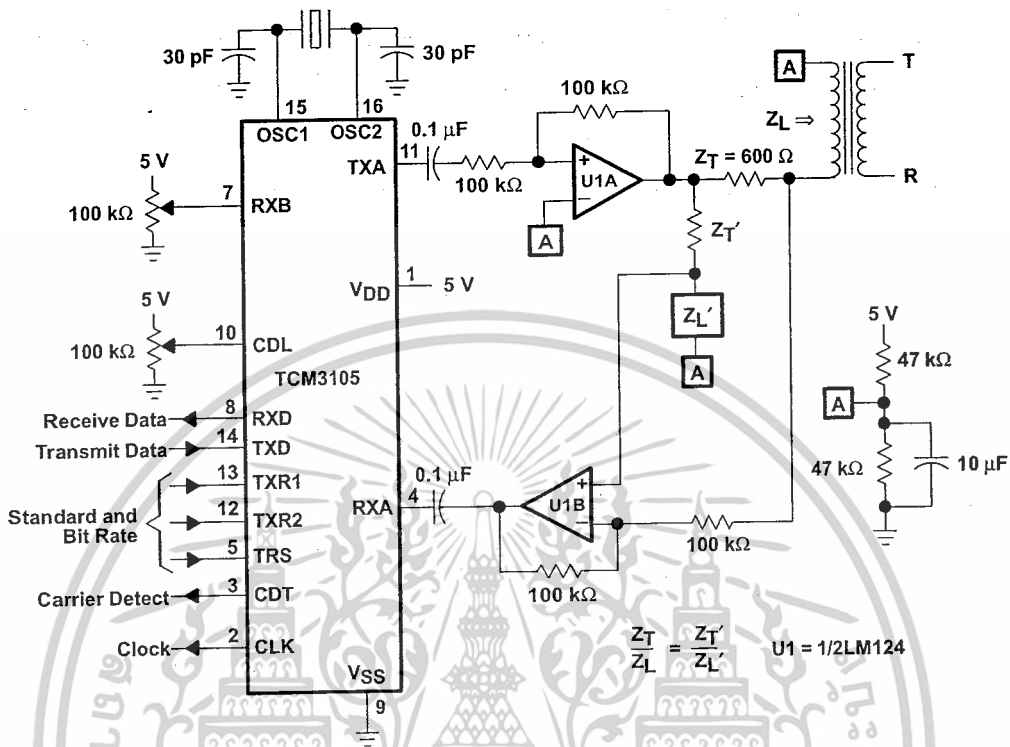


Figure 4. Simplified Telephone Line Interface Circuit



IMPORTANT NOTICE

Texas Instruments (TI) reserves the right to make changes to its products or to discontinue any semiconductor product or service without notice, and advises its customers to obtain the latest version of relevant information to verify, before placing orders, that the information being relied on is current.

TI warrants performance of its semiconductor products and related software to the specifications applicable at the time of sale in accordance with TI's standard warranty. Testing and other quality control techniques are utilized to the extent TI deems necessary to support this warranty. Specific testing of all parameters of each device is not necessarily performed, except those mandated by government requirements.

Certain applications using semiconductor products may involve potential risks of death, personal injury, or severe property or environmental damage ("Critical Applications").

TI SEMICONDUCTOR PRODUCTS ARE NOT DESIGNED, INTENDED, AUTHORIZED, OR WARRANTED TO BE SUITABLE FOR USE IN LIFE-SUPPORT APPLICATIONS, DEVICES OR SYSTEMS OR OTHER CRITICAL APPLICATIONS.

Inclusion of TI products in such applications is understood to be fully at the risk of the customer. Use of TI products in such applications requires the written approval of an appropriate TI officer. Questions concerning potential risk applications should be directed to TI through a local SC sales office.

In order to minimize risks associated with the customer's applications, adequate design and operating safeguards should be provided by the customer to minimize inherent or procedural hazards.

TI assumes no liability for applications assistance, customer product design, software performance, or infringement of patents or services described herein. Nor does TI warrant or represent that any license, either express or implied, is granted under any patent right, copyright, mask work right, or other intellectual property right of TI covering or relating to any combination, machine, or process in which such semiconductor products or services might be or are used.

Copyright © 1995, Texas Instruments Incorporated

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MAXIM

+5V-Powered, Multichannel RS-232 Drivers/Receivers

MAX220-MAX249

General Description

The MAX220-MAX249 family of line drivers/receivers is intended for all EIA/TIA-232E and V.28/V.24 communications interfaces, particularly applications where $\pm 12V$ is not available.

These parts are especially useful in battery-powered systems, since their low-power shutdown mode reduces power dissipation to less than $5\mu W$. The MAX225, MAX233, MAX235, and MAX245/MAX246/MAX247 use no external components and are recommended for applications where printed circuit board space is critical.

Applications

Portable Computers
Low-Power Modems
Interface Translation
Battery-Powered RS-232 Systems
Multidrop RS-232 Networks

Features

Superior to Bipolar

- ◆ Operate from Single +5V Power Supply (+5V and +12V—MAX231/MAX239)
- ◆ Low-Power Receive Mode in Shutdown (MAX223/MAX242)
- ◆ Meet All EIA/TIA-232E and V.28 Specifications
- ◆ Multiple Drivers and Receivers
- ◆ 3-State Driver and Receiver Outputs
- ◆ Open-Line Detection (MAX243)

Ordering Information

PART	TEMP RANGE	PIN-PACKAGE
MAX220CPE	0°C to +70°C	16 Plastic DIP
MAX220CSE	0°C to +70°C	16 Narrow SO
MAX220CWE	0°C to +70°C	16 Wide SO
MAX220C/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX220EPE	-40°C to +85°C	16 Plastic DIP
MAX220ESE	-40°C to +85°C	16 Narrow SO
MAX220EWE	-40°C to +85°C	16 Wide SO
MAX220EJE	-40°C to +85°C	16 CERDIP
MAX220MJE	-55°C to +125°C	16 CERDIP

Ordering information continued at end of data sheet.

*Contact factory for dice specifications.

Selection Table

Part Number	Power Supply (V)	No. of RS-232 Drivers/Rx	No. of Ext. Caps	Nominal Cap. Value (μF)	SHDN & Three-State	Rx Active in SHDN	Data Rate (kbps)	Features
MAX220	+5	2/2	4	0.1	No	—	120	Ultra-low-power, industry-standard pinout
MAX222	+5	2/2	4	0.1	Yes	—	200	Low-power shutdown
MAX223 (MAX213)	+5	4/5	4	1.0 (0.1)	Yes	✓	120	MAX241 and receivers active in shutdown
MAX225	+5	5/5	0	—	Yes	✓	120	Available in SO
MAX230 (MAX200)	+5	5/0	4	1.0 (0.1)	Yes	—	120	5 drivers with shutdown
MAX231 (MAX201)	+5 and +7.5 to +13.2	2/2	2	1.0 (0.1)	No	—	120	Standard +5/+12V or battery supplies; same functions as MAX232
MAX232 (MAX202)	+5	2/2	4	1.0 (0.1)	No	—	120 (64)	Industry standard
MAX232A	+5	2/2	4	0.1	No	—	200	Higher slew rate, small caps
MAX233 (MAX203)	+5	2/2	0	—	No	—	120	No external caps
MAX233A	+5	2/2	0	—	No	—	200	No external caps, high slew rate
MAX234 (MAX204)	+5	4/0	4	1.0 (0.1)	No	—	120	Replaces 1488
MAX235 (MAX205)	+5	5/5	0	—	Yes	—	120	No external caps
MAX236 (MAX206)	+5	4/3	4	1.0 (0.1)	Yes	—	120	Shutdown, three state
MAX237 (MAX207)	+5	5/3	4	1.0 (0.1)	No	—	120	Complements IBM PC serial port
MAX238 (MAX208)	+5	4/4	4	1.0 (0.1)	No	—	120	Replaces 1488 and 1489
MAX239 (MAX209)	+5 and +7.5 to +13.2	3/5	2	1.0 (0.1)	No	—	120	Standard +5/+12V or battery supplies; single-package solution for IBM PC serial port
MAX240	+5	5/5	4	1.0	Yes	—	120	DIP or flatpack package
MAX241 (MAX211)	+5	4/5	4	1.0 (0.1)	Yes	—	120	Complete IBM PC serial port
MAX242	+5	2/2	4	0.1	Yes	✓	200	Separate shutdown and enable
MAX243	+5	2/2	4	0.1	No	—	200	Open-line detection simplifies cabling
MAX244	+5	8/10	4	1.0	No	—	120	High slew rate
MAX245	+5	8/10	0	—	Yes	✓	120	High slew rate, int. caps, two shutdown modes
MAX246	+5	8/10	0	—	Yes	✓	120	High slew rate, int. caps, three shutdown modes
MAX247	+5	8/9	0	—	Yes	✓	120	High slew rate, int. caps, nine operating modes
MAX248	+5	8/8	4	1.0	Yes	✓	120	High slew rate, selective half-chip enables
MAX249	+5	6/10	4	1.0	Yes	✓	120	Available in quad flatpack package

MAXIM

Maxim Integrated Products 1

For pricing, delivery, and ordering information, please contact Maxim/Dallas Direct! at 1-888-629-4642, or visit Maxim's website at www.maxim-ic.com.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

+5V-Powered, Multichannel RS-232 Drivers/Receivers

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS—MAX220/222/232A/233A/242/243

Supply Voltage (V _{CC})	-0.3V to +6V	20-Pin Plastic DIP (derate 8.00mW/°C above +70°C)	440mW
Input Voltages		16-Pin Narrow SO (derate 8.70mW/°C above +70°C)	696mW
T _{IN}	-0.3V to (V _{CC} - 0.3V)	16-Pin Wide SO (derate 9.52mW/°C above +70°C)	762mW
R _{IN} (Except MAX220)	±30V	18-Pin Wide SO (derate 9.52mW/°C above +70°C)	762mW
R _{IN} (MAX220)	±25V	20-Pin Wide SO (derate 10.00mW/°C above +70°C)	800mW
T _{OUT} (Except MAX220) (Note 1)	±15V	20-Pin SSOP (derate 8.00mW/°C above +70°C)	640mW
T _{OUT} (MAX220)	±13.2V	16-Pin CERDIP (derate 10.00mW/°C above +70°C)	800mW
Output Voltages		18-Pin CERDIP (derate 10.53mW/°C above +70°C)	842mW
T _{OUT}	±15V	Operating Temperature Ranges	
R _{OUT}	-0.3V to (V _{CC} + 0.3V)	MAX2_AC_, MAX2_C_	0°C to +70°C
Driver/Receiver Output Short Circuited to GND	Continuous	MAX2_AE_, MAX2_E_	-40°C to +85°C
Continuous Power Dissipation (T _A = +70°C)		MAX2_AM_, MAX2_M_	-55°C to +125°C
16-Pin Plastic DIP (derate 10.53mW/°C above +70°C)	842mW	Storage Temperature Range	-65°C to +160°C
18-Pin Plastic DIP (derate 11.11mW/°C above +70°C)	889mW	Lead Temperature (soldering, 10s)	+300°C

Note 1: Input voltage measured with T_{OUT} in high-impedance state, SHDN or V_{CC} = 0V.

Note 2: For the MAX220, V₊ and V₋ can have a maximum magnitude of 7V, but their absolute difference cannot exceed 13V.

Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS—MAX220/222/232A/233A/242/243

(V_{CC} = +5V ± 10%, C1-C4 = 0.1µF, MAX220, C1 = 0.047µF, C2-C4 = 0.33µF, T_A = T_{MIN} to T_{MAX}, unless otherwise noted.)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
RS-232 TRANSMITTERS					
Output Voltage Swing	All transmitter outputs loaded with 3kΩ to GND	±5	±8		V
Input Logic Threshold Low			1.4	0.8	V
Input Logic Threshold High	All devices except MAX220	2	1.4		V
	MAX220: V _{CC} = 5.0V	2.4			
Logic Pull-Up/Input Current	All except MAX220, normal operation		5	40	µA
	SHDN = 0V, MAX222/242, shutdown, MAX220		±0.01	±1	
Output Leakage Current	V _{CC} = 5.5V, SHDN = 0V, V _{OUT} = ±15V, MAX222/242		±0.01	±10	µA
	V _{CC} = SHDN = 0V, V _{OUT} = ±15V		±0.01	±10	
Data Rate			200	116	kbps
Transmitter Output Resistance	V _{CC} = V ₊ = V ₋ = 0V, V _{OUT} = ±2V	300	10M		Ω
Output Short-Circuit Current	V _{OUT} = 0V	±7	±22		mA
RS-232 RECEIVERS					
RS-232 Input Voltage Operating Range				±30	V
RS-232 Input Threshold Low	V _{CC} = 5V	All except MAX243 R _{2IN}	0.8	1.3	V
		MAX243 R _{2IN} (Note 2)	-3		
RS-232 Input Threshold High	V _{CC} = 5V	All except MAX243 R _{2IN}		1.8	2.4
		MAX243 R _{2IN} (Note 2)		-0.5	-0.1
RS-232 Input Hysteresis	All except MAX243, V _{CC} = 5V, no hysteresis in shdn.	0.2	0.5	1	V
	MAX243		1		
RS-232 Input Resistance		3	5	7	kΩ
TTL/CMOS Output Voltage Low	I _{OUT} = 3.2mA		0.2	0.4	V
TTL/CMOS Output Voltage High	I _{OUT} = -1.0mA	3.5	V _{CC} - 0.2		V
TTL/CMOS Output Short-Circuit Current	Sourcing V _{OUT} = GND	-2	-10		mA
	Shrinking V _{OUT} = V _{CC}	10	30		



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

+5V-Powered, Multichannel RS-232 Drivers/Receivers

MAX220-MAX249

ELECTRICAL CHARACTERISTICS—MAX220/222/232A/233A/242/243 (continued)

(V_{CC} = +5V ±10%, C₁–C₄ = 0.1μF, MAX220, C₁ = 0.047μF, C₂–C₄ = 0.33μF, T_A = T_{MIN} to T_{MAX}, unless otherwise noted.)

PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
TTL/CMOS Output Leakage Current	SHDN = V _{CC} or EN = V _{CC} (SHDN = 0V for MAX222), 0V ≤ V _{OUT} ≤ V _{CC}			±0.05	±10	μA
EN Input Threshold Low	MAX242			1.4	0.8	V
EN Input Threshold High	MAX242		2.0	1.4		V
Operating Supply Voltage			4.5		5.5	V
V _{CC} Supply Current (SHDN = V _{CC}), Figures 5, 6, 11, 19	No load	MAX220		0.5	2	mA
		MAX222/232A/233A/242/243		4	10	
	3kΩ load both inputs	MAX220		12		
		MAX222/232A/233A/242/243		15		
Shutdown Supply Current	MAX222/242	T _A = +25°C		0.1	10	μA
		T _A = 0°C to +70°C		2	50	
		T _A = -40°C to +85°C		2	50	
		T _A = -55°C to +125°C		35	100	
SHDN Input Leakage Current	MAX222/242				±1	μA
SHDN Threshold Low	MAX222/242			1.4	0.8	V
SHDN Threshold High	MAX222/242		2.0	1.4		V
Transition Slew Rate	C _L = 50pF to 2500pF, R _L = 3kΩ to 7kΩ, V _{CC} = 5V, T _A = +25°C, measured from +3V to -3V or -3V to +3V	MAX222/232A/233A/242/243	6	12	30	V/μs
		MAX220	1.5	3	30	
Transmitter Propagation Delay TLL to RS-232 (Normal Operation), Figure 1	t _{PHLT}	MAX222/232A/233A/242/243		1.3	3.5	μs
		MAX220		4	10	
	t _{PLHT}	MAX222/232A/233A/242/243		1.5	3.5	
		MAX220		5	10	
Receiver Propagation Delay RS-232 to TLL (Normal Operation), Figure 2	t _{PHLR}	MAX222/232A/233A/242/243		0.5	1	μs
		MAX220		0.6	3	
	t _{PLHR}	MAX222/232A/233A/242/243		0.6	1	
		MAX220		0.8	3	
Receiver Propagation Delay RS-232 to TLL (Shutdown), Figure 2	t _{PHLS}	MAX242		0.5	10	μs
	t _{PLHS}	MAX242		2.5	10	
Receiver-Output Enable Time, Figure 3	t _{ER}	MAX242		125	500	ns
Receiver-Output Disable Time, Figure 3	t _{DR}	MAX242		160	500	ns
Transmitter-Output Enable Time (SHDN Goes High), Figure 4	t _{ET}	MAX222/242, 0.1μF caps (includes charge-pump start-up)		250		μs
Transmitter-Output Disable Time (SHDN Goes Low), Figure 4	t _{DT}	MAX222/242, 0.1μF caps		600		ns
Transmitter + to - Propagation Delay Difference (Normal Operation)	t _{PHLT} - t _{PLHT}	MAX222/232A/233A/242/243		300		ns
		MAX220		2000		
Receiver + to - Propagation Delay Difference (Normal Operation)	t _{PHLR} - t _{PLHR}	MAX222/232A/233A/242/243		100		ns
		MAX220		225		

Note 3: MAX243 R_{2OUT} is guaranteed to be low when R_{2IN} is ≥ 0V or is floating.

MAXIM

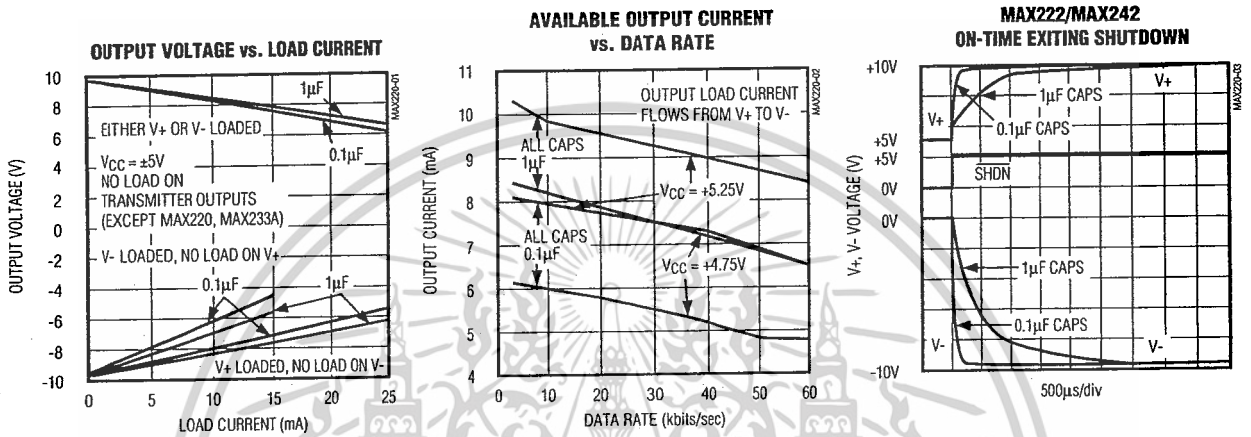
3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

+5V-Powered, Multichannel RS-232 Drivers/Receivers

Typical Operating Characteristics

MAX220/MAX222/MAX232A/MAX233A/MAX242/MAX243



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

+5V-Powered, Multichannel RS-232 Drivers/Receivers

MAX220-MAX249

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS—MAX223/MAX230—MAX241

V _{CC}-0.3V to +6V	20-Pin Wide SO (derate 10.00mW/°C above +70°C).....800mW
V ₊(V _{CC} - 0.3V) to +14V	24-Pin Wide SO (derate 11.76mW/°C above +70°C).....941mW
V ₋+0.3V to -14V	28-Pin Wide SO (derate 12.50mW/°C above +70°C).....1W
Input Voltages	44-Pin Plastic FP (derate 11.11mW/°C above +70°C).....889mW
T _{IN}-0.3V to (V _{CC} + 0.3V)	14-Pin CERDIP (derate 9.09mW/°C above +70°C).....727mW
R _{IN}±30V	16-Pin CERDIP (derate 10.00mW/°C above +70°C).....800mW
Output Voltages	20-Pin CERDIP (derate 11.11mW/°C above +70°C).....889mW
T _{OUT}(V ₊ + 0.3V) to (V ₋ - 0.3V)	24-Pin Narrow CERDIP
R _{OUT}-0.3V to (V _{CC} + 0.3V)	(derate 12.50mW/°C above +70°C).....1W
Short-Circuit Duration, T _{OUT}Continuous	24-Pin Sidebrazed (derate 20.0mW/°C above +70°C).....1.6W
Continuous Power Dissipation (T _A = +70°C)	28-Pin SSOP (derate 9.52mW/°C above +70°C).....762mW
14-Pin Plastic DIP (derate 10.00mW/°C above +70°C).....800mW	Operating Temperature Ranges
16-Pin Plastic DIP (derate 10.53mW/°C above +70°C).....842mW	MAX2 __ C0°C to +70°C
20-Pin Plastic DIP (derate 11.11mW/°C above +70°C).....889mW	MAX2 __ E-40°C to +85°C
24-Pin Narrow Plastic DIP	MAX2 __ M-55°C to +125°C
(derate 13.33mW/°C above +70°C).....1.07W	Storage Temperature Range.....-65°C to +160°C
24-Pin Plastic DIP (derate 9.09mW/°C above +70°C).....500mW	Lead Temperature (soldering, 10s).....+300°C
16-Pin Wide SO (derate 9.52mW/°C above +70°C).....762mW	

Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS—MAX223/MAX230—MAX241

(MAX223/230/232/234/236/237/238/240/241, V_{CC} = +5V ±10%; MAX233/MAX235, V_{CC} = 5V ±5%, C1-C4 = 1.0µF; MAX231/MAX239, V_{CC} = 5V ±10%; V₊ = 7.5V to 13.2V; T_A = T_{MIN} to T_{MAX}; unless otherwise noted.)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Output Voltage Swing	All transmitter outputs loaded with 3kΩ to ground	±5.0	±7.3		V
V _{CC} Power-Supply Current	No load, T _A = +25°C	MAX232/233	5	10	mA
		MAX223/230/234-238/240/241	7	15	
		MAX231/239	0.4	1	
V ₊ Power-Supply Current		MAX231	1.8	5	mA
		MAX239	5	15	
Shutdown Supply Current	T _A = +25°C	MAX223	15	50	µA
		MAX230/235/236/240/241	1	10	
Input Logic Threshold Low	T _{IN} ; EN, SHDN (MAX233); EN, SHDN (MAX230/235-241)			0.8	V
Input Logic Threshold High	T _{IN}	2.0			V
	EN, SHDN (MAX223); EN, SHDN (MAX230/235/236/240/241)	2.4			
Logic Pull-Up Current	T _{IN} = 0V		1.5	200	µA
Receiver Input Voltage Operating Range		-30		30	V

+5V-Powered, Multichannel RS-232 Drivers/Receivers

ELECTRICAL CHARACTERISTICS—MAX223/MAX230–MAX241 (continued)

(MAX223/230/232/234/236/237/238/240/241, $V_{CC} = +5V \pm 10\%$; MAX233/MAX235, $V_{CC} = 5V \pm 5\%$, $C_1-C_4 = 1.0\mu F$; MAX231/MAX239, $V_{CC} = 5V \pm 10\%$; $V_+ = 7.5V$ to $13.2V$; $T_A = T_{MIN}$ to T_{MAX} ; unless otherwise noted.)

PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
RS-232 Input Threshold Low	$T_A = +25^\circ C$, $V_{CC} = 5V$	Normal operation SHDN = 5V (MAX223) SHDN = 0V (MAX235/236/240/241)	0.8	1.2		V
		Shutdown (MAX223) SHDN = 0V, EN = 5V (R_{4IN} , R_{5IN})	0.6	1.5		
RS-232 Input Threshold High	$T_A = +25^\circ C$, $V_{CC} = 5V$	Normal operation SHDN = 5V (MAX223) SHDN = 0V (MAX235/236/240/241)		1.7	2.4	V
		Shutdown (MAX223) SHDN = 0V, EN = 5V (R_{4IN} , R_{5IN})		1.5	2.4	
RS-232 Input Hysteresis	$V_{CC} = 5V$, no hysteresis in shutdown		0.2	0.5	1.0	V
RS-232 Input Resistance	$T_A = +25^\circ C$, $V_{CC} = 5V$		3	5	7	k Ω
TTL/CMOS Output Voltage Low	$I_{OUT} = 1.6mA$ (MAX231/232/233, $I_{OUT} = 3.2mA$)				0.4	V
TTL/CMOS Output Voltage High	$I_{OUT} = -1mA$		3.5	$V_{CC} - 0.4$		V
TTL/CMOS Output Leakage Current	$0V \leq R_{OUT} \leq V_{CC}$; EN = 0V (MAX223); EN = V_{CC} (MAX235–241)			0.05	± 10	μA
Receiver Output Enable Time	Normal operation	MAX223		600		ns
		MAX235/236/239/240/241		400		
Receiver Output Disable Time	Normal operation	MAX223		900		ns
		MAX235/236/239/240/241		250		
Propagation Delay	RS-232 IN to TTL/CMOS OUT, $C_L = 150pF$	Normal operation		0.5	10	μs
		SHDN = 0V (MAX223)	t_{PHLS}	4	40	
			t_{PLHS}	6	40	
Transition Region Slew Rate	MAX223/MAX230/MAX234–241, $T_A = +25^\circ C$, $V_{CC} = 5V$, $R_L = 3k\Omega$ to $7k\Omega$, $C_L = 50pF$ to $2500pF$, measured from $+3V$ to $-3V$ or $-3V$ to $+3V$		3	5.1	30	V/ μs
	MAX231/MAX232/MAX233, $T_A = +25^\circ C$, $V_{CC} = 5V$, $R_L = 3k\Omega$ to $7k\Omega$, $C_L = 50pF$ to $2500pF$, measured from $+3V$ to $-3V$ or $-3V$ to $+3V$			4	30	
Transmitter Output Resistance	$V_{CC} = V_+ = V_- = 0V$, $V_{OUT} = \pm 2V$		300			Ω
Transmitter Output Short-Circuit Current				± 10		mA

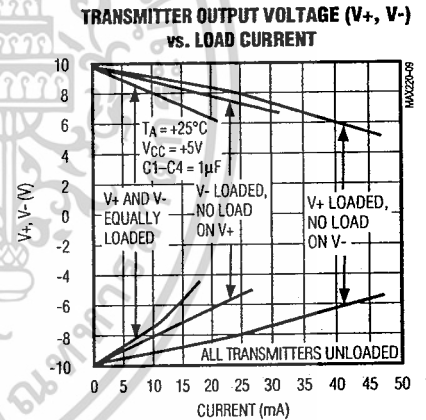
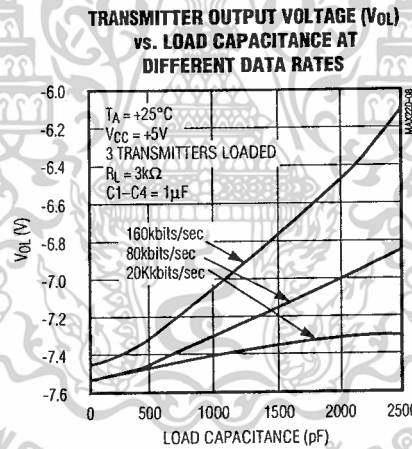
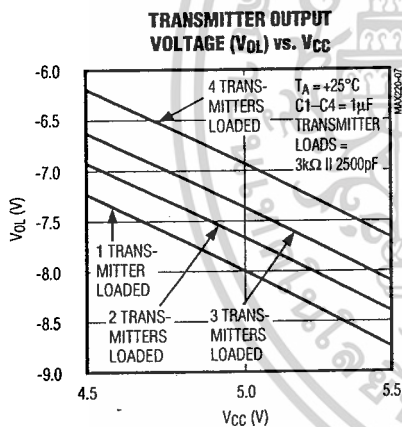
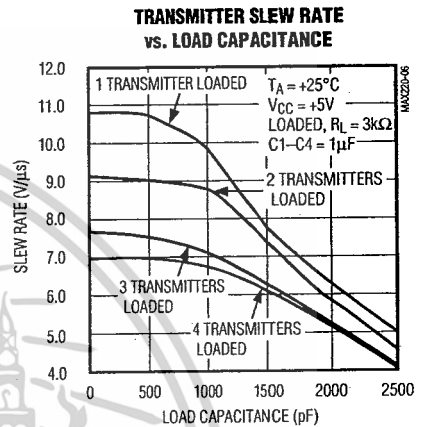
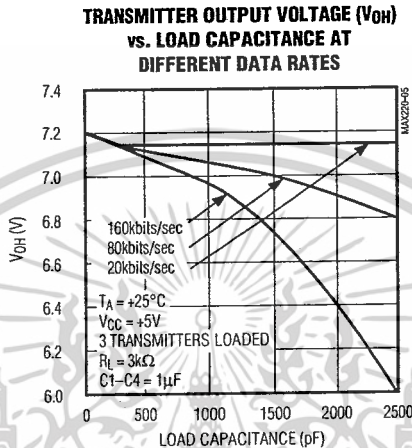
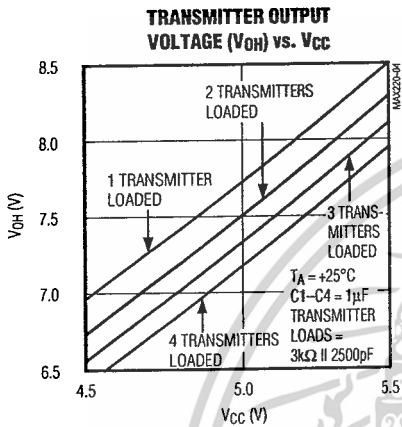
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

+5V-Powered, Multichannel RS-232 Drivers/Receivers

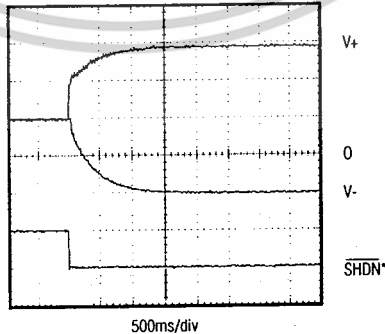
Typical Operating Characteristics

MAX223/MAX230-MAX241

MAX220-MAX249



V₊, V₋ WHEN EXITING SHUTDOWN (1µF CAPACITORS)



*SHUTDOWN POLARITY IS REVERSED FOR NON MAX241 PARTS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

+5V-Powered, Multichannel RS-232 Drivers/Receivers

MAX220-MAX249

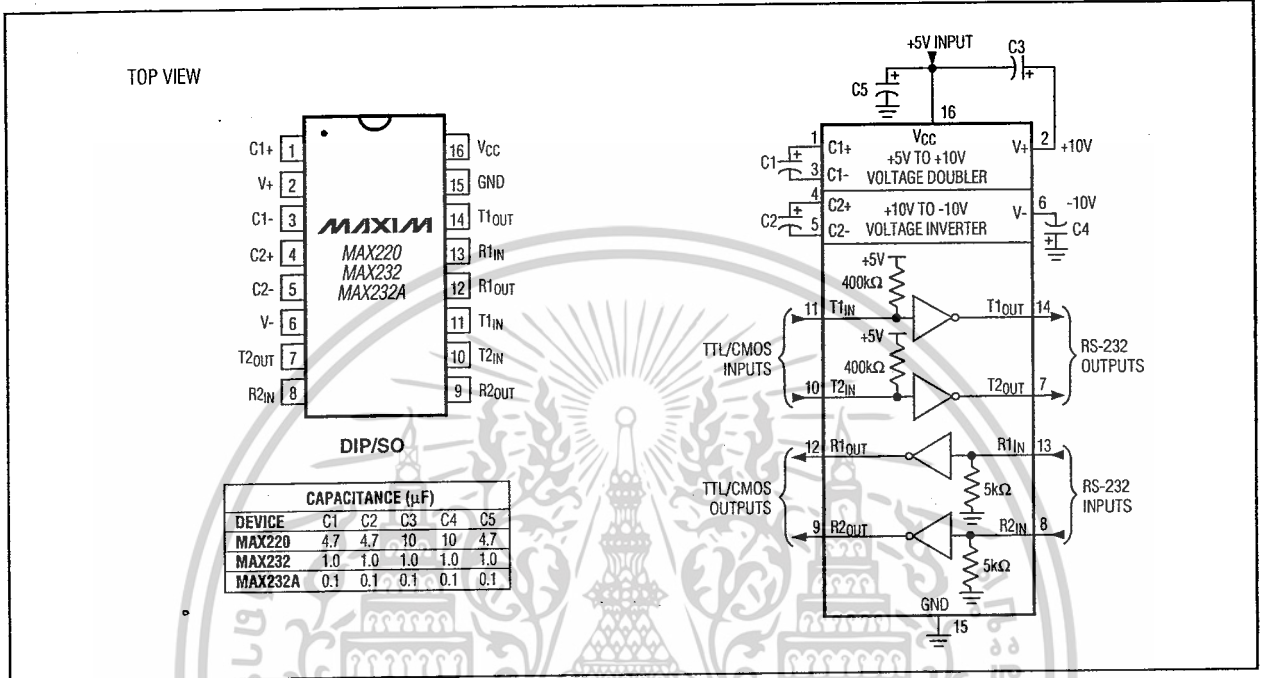


Figure 5. MAX220/MAX232/MAX232A Pin Configuration and Typical Operating Circuit

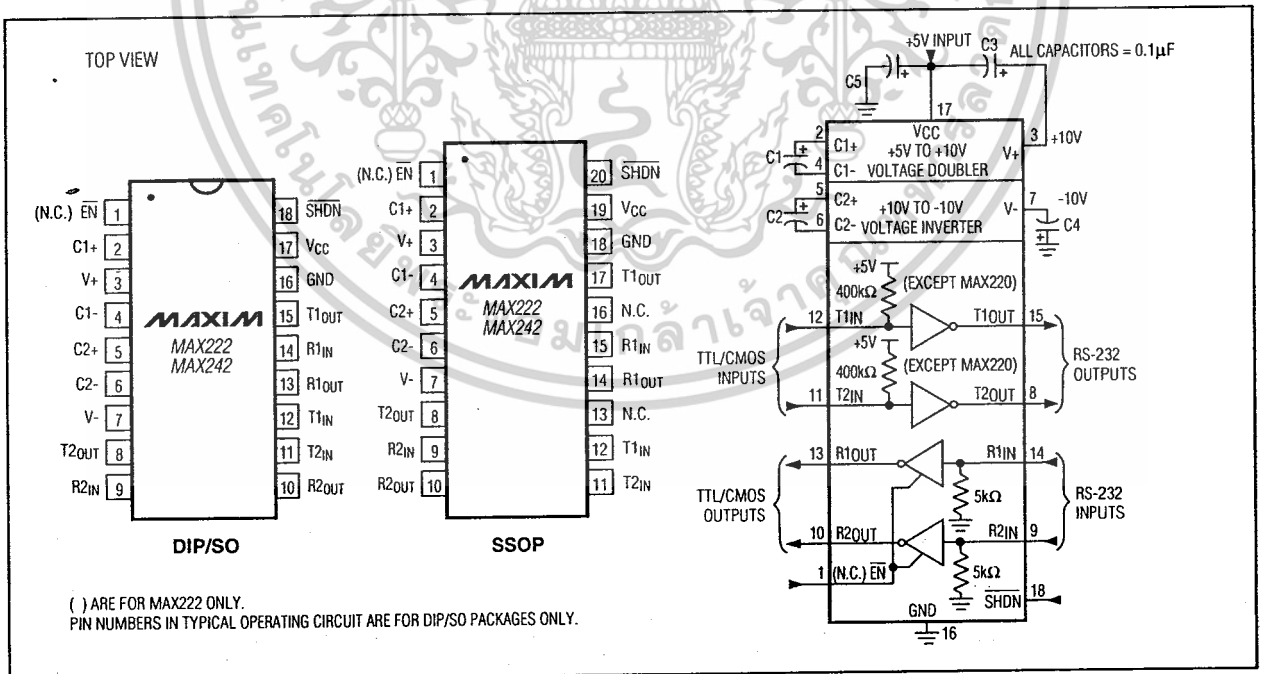


Figure 6. MAX222/MAX242 Pin Configurations and Typical Operating Circuit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

+5V-Powered, Multichannel RS-232 Drivers/Receivers

Ordering Information (continued)

PART	TEMP RANGE	PIN-PACKAGE
MAX222CPN	0°C to +70°C	18 Plastic DIP
MAX222CWN	0°C to +70°C	18 Wide SO
MAX222C/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX222EPN	-40°C to +85°C	18 Plastic DIP
MAX222EWN	-40°C to +85°C	18 Wide SO
MAX222EJN	-40°C to +85°C	18 CERDIP
MAX222MJN	-55°C to +125°C	18 CERDIP
MAX223CAI	0°C to +70°C	28 SSOP
MAX223CWI	0°C to +70°C	28 Wide SO
MAX223C/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX223EAI	-40°C to +85°C	28 SSOP
MAX223EWI	-40°C to +85°C	28 Wide SO
MAX225CWI	0°C to +70°C	28 Wide SO
MAX225EWI	-40°C to +85°C	28 Wide SO
MAX230CPP	0°C to +70°C	20 Plastic DIP
MAX230CWP	0°C to +70°C	20 Wide SO
MAX230C/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX230EPP	-40°C to +85°C	20 Plastic DIP
MAX230EWP	-40°C to +85°C	20 Wide SO
MAX230EJP	-40°C to +85°C	20 CERDIP
MAX230MJP	-55°C to +125°C	20 CERDIP
MAX231CPD	0°C to +70°C	14 Plastic DIP
MAX231CWE	0°C to +70°C	16 Wide SO
MAX231CJD	0°C to +70°C	14 CERDIP
MAX231C/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX231EPD	-40°C to +85°C	14 Plastic DIP
MAX231EWE	-40°C to +85°C	16 Wide SO
MAX231EJD	-40°C to +85°C	14 CERDIP
MAX231MJD	-55°C to +125°C	14 CERDIP
MAX232CPE	0°C to +70°C	16 Plastic DIP
MAX232CSE	0°C to +70°C	16 Narrow SO
MAX232CWE	0°C to +70°C	16 Wide SO
MAX232C/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX232EPE	-40°C to +85°C	16 Plastic DIP
MAX232ESE	-40°C to +85°C	16 Narrow SO
MAX232EWE	-40°C to +85°C	16 Wide SO
MAX232EJE	-40°C to +85°C	16 CERDIP
MAX232MJE	-55°C to +125°C	16 CERDIP
MAX232MLP	-55°C to +125°C	20 LCC
MAX232ACPE	0°C to +70°C	16 Plastic DIP
MAX232ACSE	0°C to +70°C	16 Narrow SO
MAX232ACWE	0°C to +70°C	16 Wide SO

PART	TEMP RANGE	PIN-PACKAGE
MAX232AC/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX232AEPE	-40°C to +85°C	16 Plastic DIP
MAX232AESE	-40°C to +85°C	16 Narrow SO
MAX232AEWE	-40°C to +85°C	16 Wide SO
MAX232AEJE	-40°C to +85°C	16 CERDIP
MAX232AMJE	-55°C to +125°C	16 CERDIP
MAX232AML P	-55°C to +125°C	20 LCC
MAX233CPP	0°C to +70°C	20 Plastic DIP
MAX233EPP	-40°C to +85°C	20 Plastic DIP
MAX233ACPP	0°C to +70°C	20 Plastic DIP
MAX233ACWP	0°C to +70°C	20 Wide SO
MAX233AEPP	-40°C to +85°C	20 Plastic DIP
MAX233AEWP	-40°C to +85°C	20 Wide SO
MAX234CPE	0°C to +70°C	16 Plastic DIP
MAX234CWE	0°C to +70°C	16 Wide SO
MAX234C/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX234EPE	-40°C to +85°C	16 Plastic DIP
MAX234EWE	-40°C to +85°C	16 Wide SO
MAX234EJE	-40°C to +85°C	16 CERDIP
MAX234MJE	-55°C to +125°C	16 CERDIP
MAX235CPG	0°C to +70°C	24 Wide Plastic DIP
MAX235EPG	-40°C to +85°C	24 Wide Plastic DIP
MAX235EDG	-40°C to +85°C	24 Ceramic SB
MAX235MDG	-55°C to +125°C	24 Ceramic SB
MAX236CNG	0°C to +70°C	24 Narrow Plastic DIP
MAX236CWG	0°C to +70°C	24 Wide SO
MAX236C/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX236ENG	-40°C to +85°C	24 Narrow Plastic DIP
MAX236EWG	-40°C to +85°C	24 Wide SO
MAX236ERG	-40°C to +85°C	24 Narrow CERDIP
MAX236MRG	-55°C to +125°C	24 Narrow CERDIP
MAX237CNG	0°C to +70°C	24 Narrow Plastic DIP
MAX237CWG	0°C to +70°C	24 Wide SO
MAX237C/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX237ENG	-40°C to +85°C	24 Narrow Plastic DIP
MAX237EWG	-40°C to +85°C	24 Wide SO
MAX237ERG	-40°C to +85°C	24 Narrow CERDIP
MAX237MRG	-55°C to +125°C	24 Narrow CERDIP
MAX238CNG	0°C to +70°C	24 Narrow Plastic DIP
MAX238CWG	0°C to +70°C	24 Wide SO
MAX238C/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX238ENG	-40°C to +85°C	24 Narrow Plastic DIP

* Contact factory for dice specifications.

MAX220-MAX249

MAXIM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

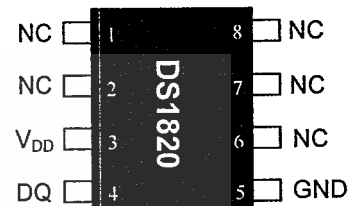
FEATURES

- Unique 1-wire interface requires only one port pin for communication
- Each device has a unique 64-bit serial code stored in an on-board ROM
- Multi-drop capability simplifies distributed temperature sensing applications
- Requires no external components
- Can be powered from data line. Power supply range is 3.0V to 5.5V
- Measures temperatures from -55°C to $+125^{\circ}\text{C}$ (-67°F to $+257^{\circ}\text{F}$)
- $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ accuracy from -10°C to $+85^{\circ}\text{C}$
- 9-bit thermometer resolution
- Converts temperature in 750 ms (max.)
- User-definable nonvolatile alarm settings
- Alarm search command identifies and addresses devices whose temperature is outside of programmed limits (temperature alarm condition)
- Applications include thermostatic controls, industrial systems, consumer products, thermometers, or any thermally sensitive system

PIN ASSIGNMENT



TO-92
(DS18S20)



8-pin 150-mil SOIC
(DS18S20Z)

PIN DESCRIPTION

- GND - Ground
- DQ - Data In/Out
- V_{DD} - Power Supply Voltage
- NC - No Connect

DESCRIPTION

The DS18S20 Digital Thermometer provides 9-bit centigrade temperature measurements and has an alarm function with nonvolatile user-programmable upper and lower trigger points. The DS18S20 communicates over a 1-wire bus that by definition requires only one data line (and ground) for communication with a central microprocessor. It has an operating temperature range of -55°C to $+125^{\circ}\text{C}$ and is accurate to $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ over the range of -10°C to $+85^{\circ}\text{C}$. In addition, the DS18S20 can derive power directly from the data line ("parasite power"), eliminating the need for an external power supply.

Each DS18S20 has a unique 64-bit serial code, which allows multiple DS18S20s to function on the same 1-wire bus; thus, it is simple to use one microprocessor to control many DS18S20s distributed over a large area. Applications that can benefit from this feature include HVAC environmental controls, temperature monitoring systems inside buildings, equipment or machinery, and process monitoring and control systems.

DETAILED PIN DESCRIPTIONS Table 1

8-PIN SOIC*	TO-92	SYMBOL	DESCRIPTION
5	1	GND	Ground.
4	2	DQ	Data Input/Output pin. Open-drain 1-wire interface pin. Also provides power to the device when used in parasite power mode (see "Parasite Power" section.)
3	3	V _{DD}	Optional V_{DD} pin. V _{DD} must be grounded for operation in parasite power mode.

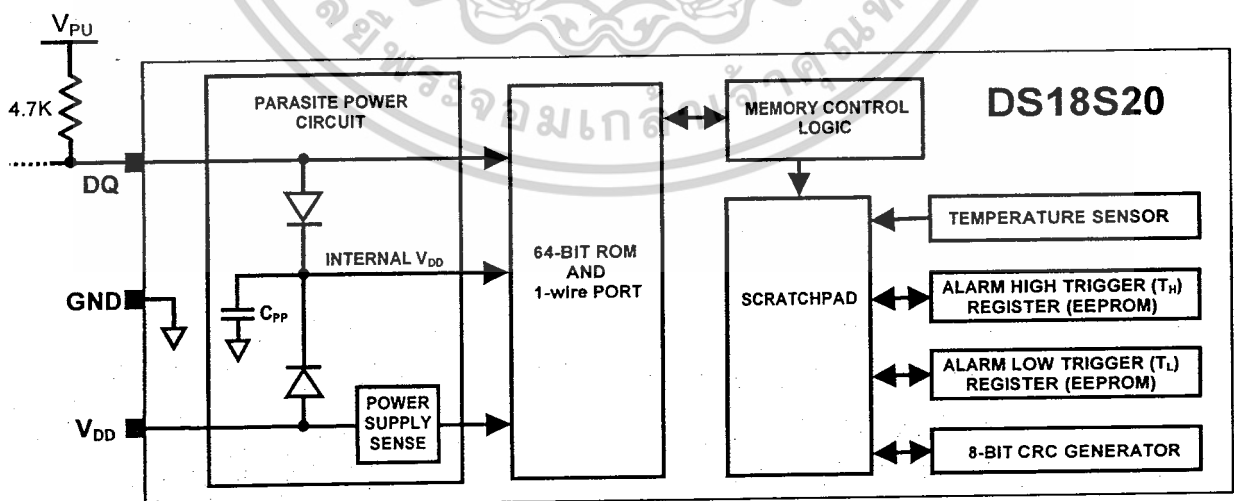
*All pins not specified in this table are "No Connect" pins.

OVERVIEW

Figure 1 shows a block diagram of the DS18S20, and pin descriptions are given in Table 1. The 64-bit ROM stores the device's unique serial code. The scratchpad memory contains the 2-byte temperature register that stores the digital output from the temperature sensor. In addition, the scratchpad provides access to the 1-byte upper and lower alarm trigger registers (T_H and T_L). The T_H and T_L registers are nonvolatile (EEPROM), so they will retain data when the device is powered down.

The DS18S20 uses Dallas' exclusive 1-wire bus protocol that implements bus communication using one control signal. The control line requires a weak pullup resistor since all devices are linked to the bus via a 3-state or open-drain port (the DQ pin in the case of the DS18S20). In this bus system, the microprocessor (the master device) identifies and addresses devices on the bus using each device's unique 64-bit code. Because each device has a unique code, the number of devices that can be addressed on one bus is virtually unlimited. The 1-wire bus protocol, including detailed explanations of the commands and "time slots," is covered in the 1-WIRE BUS SYSTEM section of this datasheet.

Another feature of the DS18S20 is the ability to operate without an external power supply. Power is instead supplied through the 1-wire pullup resistor via the DQ pin when the bus is high. The high bus signal also charges an internal capacitor (C_{PP}), which then supplies power to the device when the bus is low. This method of deriving power from the 1-wire bus is referred to as "parasite power." As an alternative, the DS18S20 may also be powered by an external supply on V_{DD}.

DS18S20 BLOCK DIAGRAM Figure 1

OPERATION – MEASURING TEMPERATURE

The core functionality of the DS18S20 is its direct-to-digital temperature sensor. The temperature sensor output has 9-bit resolution, which corresponds to 0.5°C steps. The DS18S20 powers-up in a low-power idle state; to initiate a temperature measurement and A-to-D conversion, the master must issue a Convert T [44h] command. Following the conversion, the resulting thermal data is stored in the 2-byte temperature register in the scratchpad memory and the DS18S20 returns to its idle state. If the DS18S20 is powered by an external supply, the master can issue “read time slots” (see the 1-WIRE BUS SYSTEM section) after the Convert T command and the DS18S20 will respond by transmitting 0 while the temperature conversion is in progress and 1 when the conversion is done. If the DS18S20 is powered with parasite power, this notification technique cannot be used since the bus must be pulled high by a strong pullup during the entire temperature conversion. The bus requirements for parasite power are explained in detail in the POWERING THE DS18S20 section of this datasheet.

The DS18S20 output data is calibrated in degrees centigrade; for Fahrenheit applications, a lookup table or conversion routine must be used. The temperature data is stored as a 16-bit sign-extended two’s complement number in the temperature register (see Figure 2). The sign bits (S) indicate if the temperature is positive or negative: for positive numbers S = 0 and for negative numbers S = 1. Table 2 gives examples of digital output data and the corresponding temperature reading.

Resolutions greater than 9 bits can be calculated using the data from the temperature, COUNT REMAIN and COUNT PER °C registers in the scratchpad. Note that the COUNT PER °C register is hard-wired to 16 (10h). After reading the scratchpad, the TEMP_READ value is obtained by truncating the 0.5°C bit (bit 0) from the temperature data (see Figure 2). The extended resolution temperature can then be calculated using the following equation:

$$TEMPERATURE = TEMP_READ - 0.25 + \frac{COUNT_PER_C - COUNT_REMAIN}{COUNT_PER_C}$$

Additional information about high-resolution temperature calculations can be found in Application Note 105: “High Resolution Temperature Measurement with Dallas Direct-to-Digital Temperature Sensors”.

TEMPERATURE REGISTER FORMAT Figure 2

	bit 7	bit 6	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0
LS Byte	2 ⁶	2 ⁵	2 ⁴	2 ³	2 ²	2 ¹	2 ⁰	2 ⁻¹
	bit 15	bit 14	bit 13	bit 12	bit 11	bit 10	bit 9	bit 8
MS Byte	S	S	S	S	S	S	S	S

TEMPERATURE/DATA RELATIONSHIP Table 2

TEMPERATURE	DIGITAL OUTPUT (Binary)	DIGITAL OUTPUT (Hex)
+85.0°C*	0000 0000 1010 1010	00AAh
+25.0°C	0000 0000 0011 0010	0032h
+0.5°C	0000 0000 0000 0001	0001h
0°C	0000 0000 0000 0000	0000h
-0.5°C	1111 1111 1111 1111	FFFFh
-25.0°C	1111 1111 1100 1110	FFCEh
-55.0°C	1111 1111 1001 0010	FF92h

*The power-on reset value of the temperature register is +85°C

OPERATION – ALARM SIGNALING

After the DS18S20 performs a temperature conversion, the temperature value is compared to the user-defined two's complement alarm trigger values stored in the 1-byte T_H and T_L registers (see Figure 3). The sign bit (S) indicates if the value is positive or negative: for positive numbers $S = 0$ and for negative numbers $S = 1$. The T_H and T_L registers are nonvolatile (EEPROM) so they will retain data when the device is powered down. T_H and T_L can be accessed through bytes 2 and 3 of the scratchpad as explained in the MEMORY section of this datasheet.

T_H AND T_L REGISTER FORMAT Figure 3

bit 7	bit 6	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0
S	2^6	2^5	2^5	2^5	2^2	2^1	2^0

Only bits 8 through 1 of the temperature register are used in the T_H and T_L comparison since T_H and T_L are 8-bit registers. If the result of a temperature measurement is higher than T_H or lower than T_L , an alarm condition exists and an alarm flag is set inside the DS18S20. This flag is updated after every temperature measurement; therefore, if the alarm condition goes away, the flag will be turned off after the next temperature conversion.

The master device can check the alarm flag status of all DS18S20s on the bus by issuing an Alarm Search [ECh] command. Any DS18S20s with a set alarm flag will respond to the command, so the master can determine exactly which DS18S20s have experienced an alarm condition. If an alarm condition exists and the T_H or T_L settings have changed, another temperature conversion should be done to validate the alarm condition.

POWERING THE DS18S20

The DS18S20 can be powered by an external supply on the V_{DD} pin, or it can operate in “parasite power” mode, which allows the DS18S20 to function without a local external supply. Parasite power is very useful for applications that require remote temperature sensing or that are very space constrained. Figure 1 shows the DS18S20's parasite-power control circuitry, which “steals” power from the 1-wire bus via the DQ pin when the bus is high. The stolen charge powers the DS18S20 while the bus is high, and some of the charge is stored on the parasite power capacitor (C_{PP}) to provide power when the bus is low. When the DS18S20 is used in parasite power mode, the V_{DD} pin must be connected to ground.

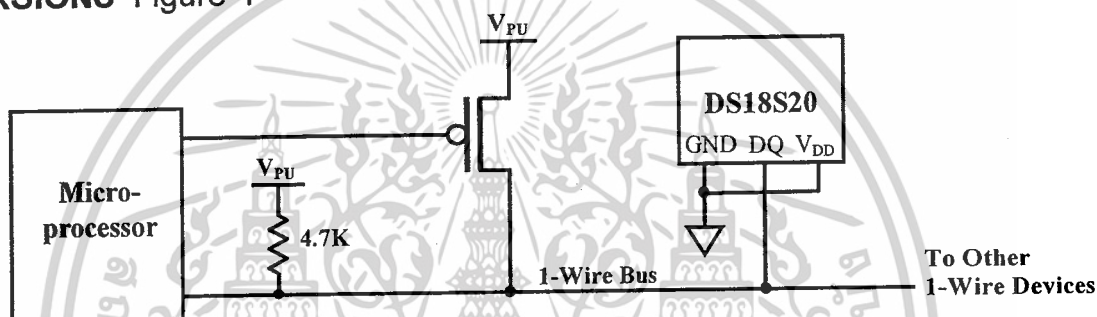
In parasite power mode, the 1-wire bus and C_{PP} can provide sufficient current to the DS18S20 for most operations as long as the specified timing and voltage requirements are met (refer to the DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS and the AC ELECTRICAL CHARACTERISTICS sections of this data sheet). However, when the DS18S20 is performing temperature conversions or copying data from the scratchpad memory to EEPROM, the operating current can be as high as 1.5 mA. This current can cause an unacceptable voltage drop across the weak 1-wire pullup resistor and is more current than can be supplied by C_{PP} . To assure that the DS18S20 has sufficient supply current, it is necessary to provide a strong pullup on the 1-wire bus whenever temperature conversions are taking place or data is being copied from the scratchpad to EEPROM. This can be accomplished by using a MOSFET to pull the bus directly to the rail as shown in Figure 4. The 1-wire bus must be switched to the strong pullup within 10 μ s (max) after a Convert T [44h] or Copy Scratchpad [48h] command is issued, and the bus must be held high by the pullup for the duration of the conversion (t_{conv}) or data transfer ($t_{wr} = 10$ ms). No other activity can take place on the 1-wire bus while the pullup is enabled.

The DS18S20 can also be powered by the conventional method of connecting an external power supply to the V_{DD} pin, as shown in Figure 5. The advantage of this method is that the MOSFET pullup is not required, and the 1-wire bus is free to carry other traffic during the temperature conversion time.

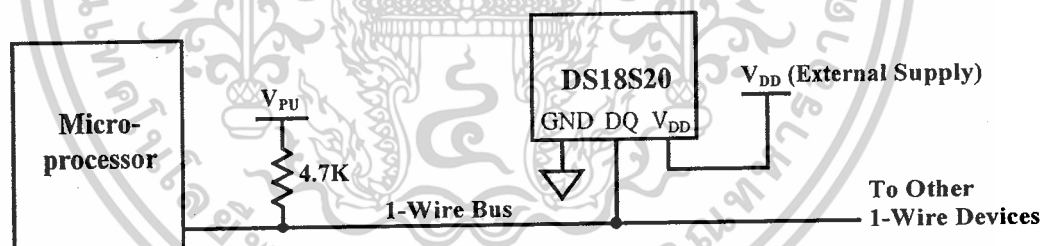
The use of parasite power is not recommended for temperatures above 100°C since the DS18S20 may not be able to sustain communications due to the higher leakage currents that can exist at these temperatures. For applications in which such temperatures are likely, it is strongly recommended that the DS18S20 be powered by an external power supply.

In some situations the bus master may not know whether the DS18S20s on the bus are parasite powered or powered by external supplies. The master needs this information to determine if the strong bus pullup should be used during temperature conversions. To get this information, the master can issue a Skip ROM [CCh] command followed by a Read Power Supply [B4h] command followed by a “read time slot”. During the read time slot, parasite powered DS18S20s will pull the bus low, and externally powered DS18S20s will let the bus remain high. If the bus is pulled low, the master knows that it must supply the strong pullup on the 1-wire bus during temperature conversions.

SUPPLYING THE PARASITE-POWERED DS18S20 DURING TEMPERATURE CONVERSIONS Figure 4



POWERING THE DS18S20 WITH AN EXTERNAL SUPPLY Figure 5



64-BIT LASERED ROM CODE

Each DS18S20 contains a unique 64-bit code (see Figure 6) stored in ROM. The least significant 8 bits of the ROM code contain the DS18S20’s 1-wire family code: 10h. The next 48 bits contain a unique serial number. The most significant 8 bits contain a cyclic redundancy check (CRC) byte that is calculated from the first 56 bits of the ROM code. A detailed explanation of the CRC bits is provided in the CRC GENERATION section. The 64-bit ROM code and associated ROM function control logic allow the DS18S20 to operate as a 1-wire device using the protocol detailed in the 1-WIRE BUS SYSTEM section of this datasheet.

64-BIT LASERED ROM CODE Figure 6

8-BIT CRC		48-BIT SERIAL NUMBER				8-BIT FAMILY CODE (10h)	
MSB	LSB	MSB	LSB	MSB	LSB	MSB	LSB

MEMORY

The DS18S20's memory is organized as shown in Figure 7. The memory consists of an SRAM scratchpad with nonvolatile EEPROM storage for the high and low alarm trigger registers (T_H and T_L). Note that if the DS18S20 alarm function is not used, the T_H and T_L registers can serve as general-purpose memory. All memory commands are described in detail in the DS18S20 FUNCTION COMMANDS section.

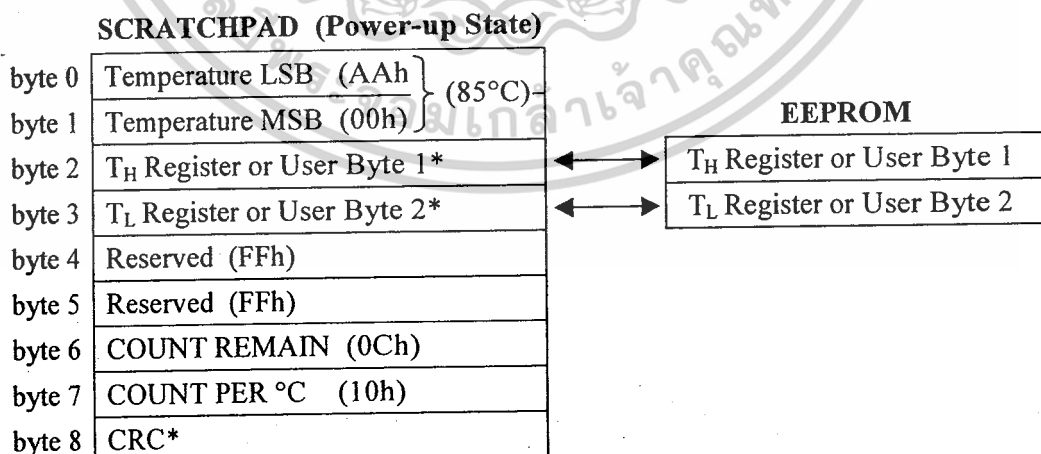
Byte 0 and byte 1 of the scratchpad contain the LSB and the MSB of the temperature register, respectively. These bytes are read-only. Bytes 2 and 3 provide access to T_H and T_L registers. Bytes 4 and 5 are reserved for internal use by the device and cannot be overwritten; these bytes will return all 1s when read. Bytes 6 and 7 contain the COUNT REMAIN and COUNT PER °C registers, which can be used to calculate extended resolution results as explained in the OPERATION – MEASURING TEMPERATURE section.

Byte 8 of the scratchpad is read-only and contains the cyclic redundancy check (CRC) code for bytes 0 through 7 of the scratchpad. The DS18S20 generates this CRC using the method described in the CRC GENERATION section.

Data is written to bytes 2 and 3 of the scratchpad using the Write Scratchpad [4Eh] command; the data must be transmitted to the DS18S20 starting with the least significant bit of byte 2. To verify data integrity, the scratchpad can be read (using the Read Scratchpad [BEh] command) after the data is written. When reading the scratchpad, data is transferred over the 1-wire bus starting with the least significant bit of byte 0. To transfer the T_H and T_L data from the scratchpad to EEPROM, the master must issue the Copy Scratchpad [48h] command.

Data in the EEPROM registers is retained when the device is powered down; at power-up the EEPROM data is reloaded into the corresponding scratchpad locations. Data can also be reloaded from EEPROM to the scratchpad at any time using the Recall E^2 [B8h] command. The master can issue “read time slots” (see the 1-WIRE BUS SYSTEM section) following the Recall E^2 command and the DS18S20 will indicate the status of the recall by transmitting 0 while the recall is in progress and 1 when the recall is done.

DS18S20 MEMORY MAP



*Power-up state depends on value(s) stored in EEPROM

CRC GENERATION

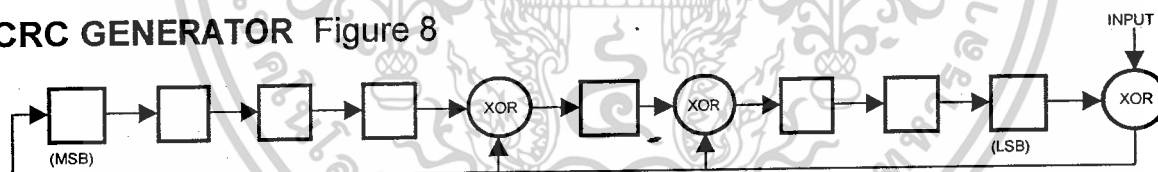
CRC bytes are provided as part of the DS18S20's 64-bit ROM code and in the 9th byte of the scratchpad memory. The ROM code CRC is calculated from the first 56 bits of the ROM code and is contained in the most significant byte of the ROM. The scratchpad CRC is calculated from the data stored in the scratchpad, and therefore it changes when the data in the scratchpad changes. The CRCs provide the bus master with a method of data validation when data is read from the DS18S20. To verify that data has been read correctly, the bus master must re-calculate the CRC from the received data and then compare this value to either the ROM code CRC (for ROM reads) or to the scratchpad CRC (for scratchpad reads). If the calculated CRC matches the read CRC, the data has been received error free. The comparison of CRC values and the decision to continue with an operation are determined entirely by the bus master. There is no circuitry inside the DS18S20 that prevents a command sequence from proceeding if the DS18S20 CRC (ROM or scratchpad) does not match the value generated by the bus master.

The equivalent polynomial function of the CRC (ROM or scratchpad) is:

$$\text{CRC} = X^8 + X^5 + X^4 + 1$$

The bus master can re-calculate the CRC and compare it to the CRC values from the DS18S20 using the polynomial generator shown in Figure 8. This circuit consists of a shift register and XOR gates, and the shift register bits are initialized to 0. Starting with the least significant bit of the ROM code or the least significant bit of byte 0 in the scratchpad, one bit at a time should be shifted into the shift register. After shifting in the 56th bit from the ROM or the most significant bit of byte 7 from the scratchpad, the polynomial generator will contain the re-calculated CRC. Next, the 8-bit ROM code or scratchpad CRC from the DS18S20 must be shifted into the circuit. At this point, if the re-calculated CRC was correct, the shift register will contain all 0s. Additional information about the Dallas 1-wire cyclic redundancy check is available in Application Note 27 entitled "Understanding and Using Cyclic Redundancy Checks with Dallas Semiconductor Touch Memory Products."

CRC GENERATOR Figure 8



1-WIRE SIGNALING

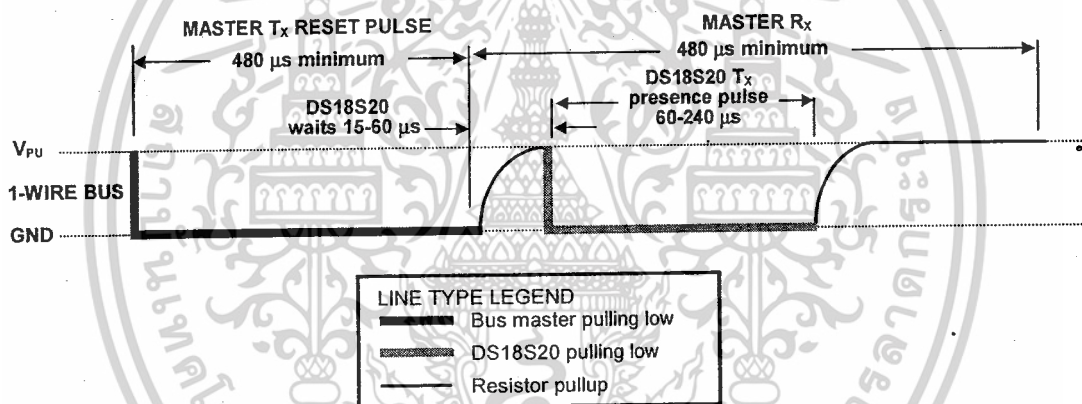
The DS18S20 uses a strict 1-wire communication protocol to insure data integrity. Several signal types are defined by this protocol: reset pulse, presence pulse, write 0, write 1, read 0, and read 1. All of these signals, with the exception of the presence pulse, are initiated by the bus master.

INITIALIZATION PROCEDURE: RESET AND PRESENCE PULSES

All communication with the DS18S20 begins with an initialization sequence that consists of a reset pulse from the master followed by a presence pulse from the DS18S20. This is illustrated in Figure 10. When the DS18S20 sends the presence pulse in response to the reset, it is indicating to the master that it is on the bus and ready to operate.

During the initialization sequence the bus master transmits (T_x) the reset pulse by pulling the 1-wire bus low for a minimum of 480 μs . The bus master then releases the bus and goes into receive mode (R_x). When the bus is released, the 5k pullup resistor pulls the 1-wire bus high. When the DS18S20 detects this rising edge, it waits 15–60 μs and then transmits a presence pulse by pulling the 1-wire bus low for 60–240 μs .

INITIALIZATION TIMING Figure 10



READ/WRITE TIME SLOTS

The bus master writes data to the DS18S20 during write time slots and reads data from the DS18S20 during read time slots. One bit of data is transmitted over the 1-wire bus per time slot.

WRITE TIME SLOTS

There are two types of write time slots: “Write 1” time slots and “Write 0” time slots. The bus master uses a Write 1 time slot to write a logic 1 to the DS18S20 and a Write 0 time slot to write a logic 0 to the DS18S20. All write time slots must be a minimum of 60 μs in duration with a minimum of a 1 μs recovery time between individual write slots. Both types of write time slots are initiated by the master pulling the 1-wire bus low (see Figure 11).

To generate a Write 1 time slot, after pulling the 1-wire bus low, the bus master must release the 1-wire bus within 15 μs . When the bus is released, the 5k pullup resistor will pull the bus high. To generate a Write 0 time slot, after pulling the 1-wire bus low, the bus master must continue to hold the bus low for the duration of the time slot (at least 60 μs). The DS18S20 samples the 1-wire bus during a window that lasts from 15 μs to 60 μs after the master initiates the write time slot. If the bus is high during the sampling window, a 1 is written to the DS18S20. If the line is low, a 0 is written to the DS18S20.

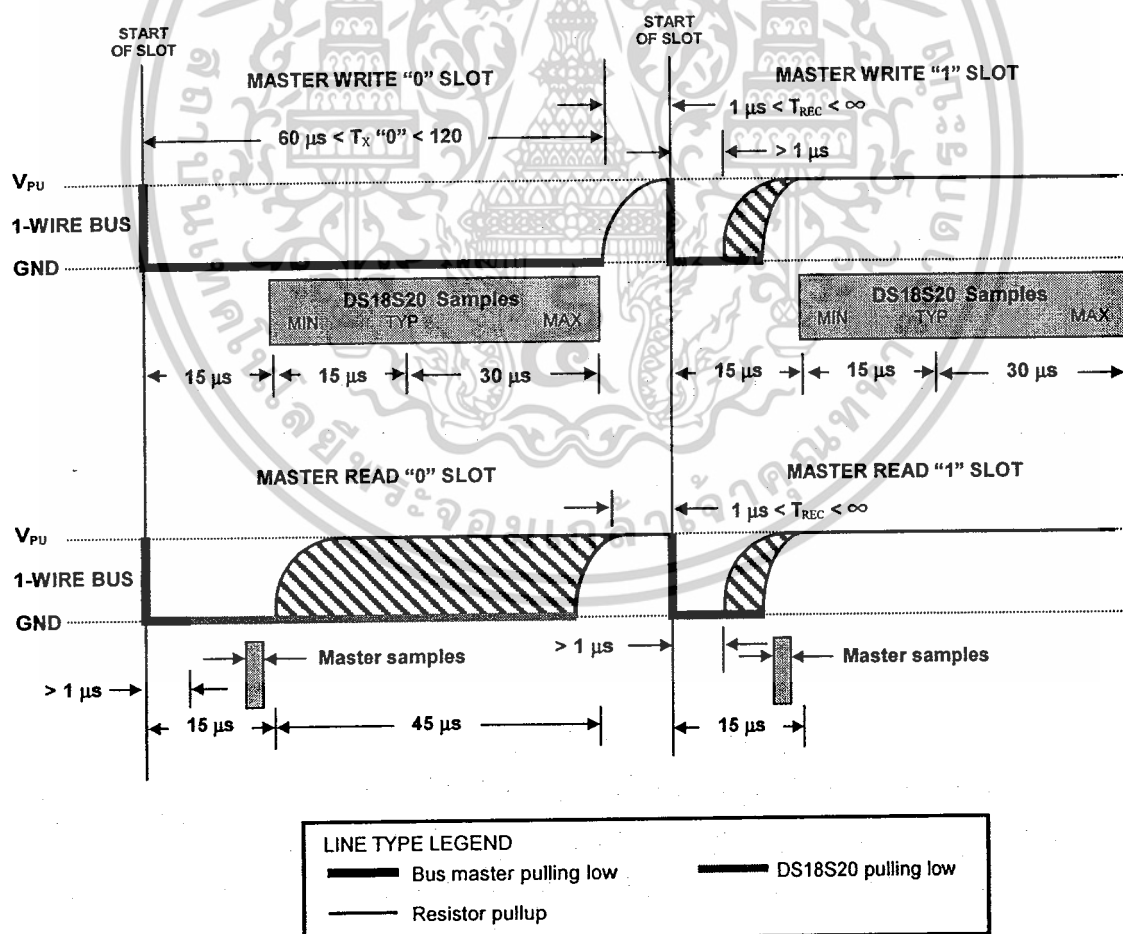
READ TIME SLOTS

The DS18S20 can only transmit data to the master when the master issues read time slots. Therefore, the master must generate read time slots immediately after issuing a Read Scratchpad [BEh] or Read Power Supply [B4h] command, so that the DS18S20 can provide the requested data. In addition, the master can generate read time slots after issuing Convert T [44h] or Recall E² [B8h] commands to find out the status of the operation as explained in the DS18S20 FUNCTION COMMAND section.

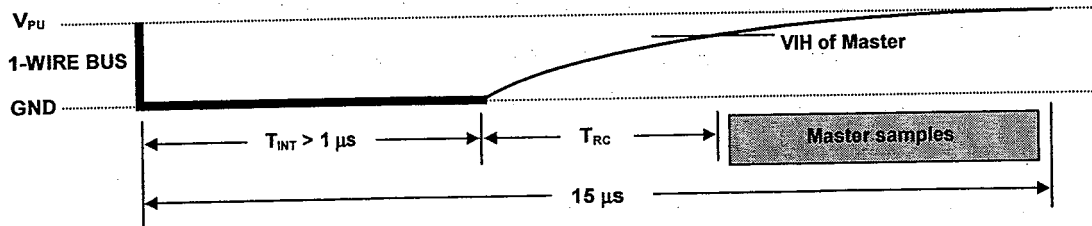
All read time slots must be a minimum of 60 μs in duration with a minimum of a 1 μs recovery time between slots. A read time slot is initiated by the master device pulling the 1-wire bus low for a minimum of 1 μs and then releasing the bus (see Figure 11). After the master initiates the read time slot, the DS18S20 will begin transmitting a 1 or 0 on bus. The DS18S20 transmits a 1 by leaving the bus high and transmits a 0 by pulling the bus low. When transmitting a 0, the DS18S20 will release the bus by the end of the time slot, and the bus will be pulled back to its high idle state by the pullup resistor. Output data from the DS18S20 is valid for 15 μs after the falling edge that initiated the read time slot. Therefore, the master must release the bus and then sample the bus state within 15 μs from the start of the slot.

Figure 12 illustrates that the sum of T_{INIT}, T_{RC}, and T_{SAMPLE} must be less than 15 μs for a read time slot. Figure 13 shows that system timing margin is maximized by keeping T_{INIT} and T_{RC} as short as possible and by locating the master sample time during read time slots towards the end of the 15 μs period.

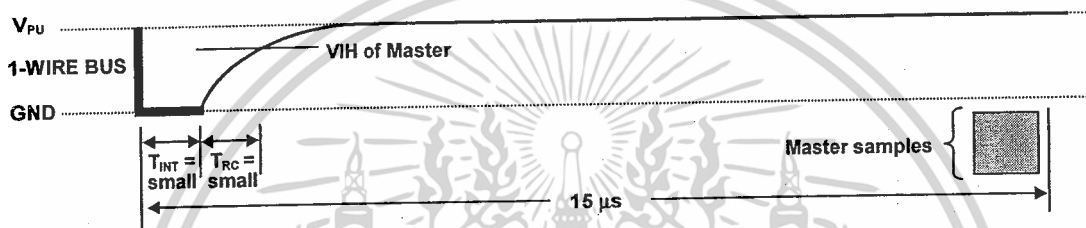
READ/WRITE TIME SLOT TIMING DIAGRAM Figure 11



DETAILED MASTER READ 1 TIMING Figure 12



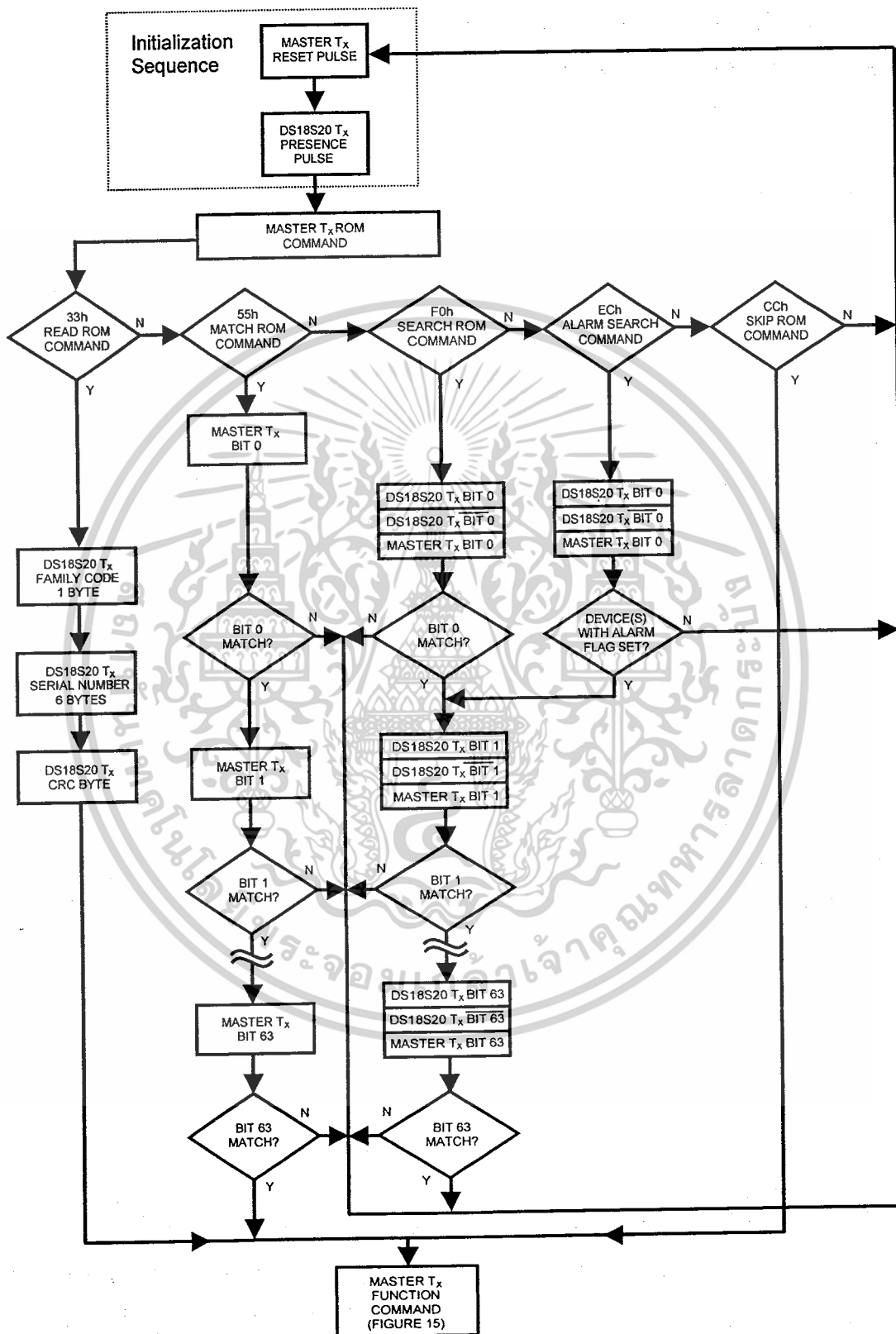
RECOMMENDED MASTER READ 1 TIMING Figure 13



LINE TYPE LEGEND
 — Bus master pulling low
 — Resistor pullup

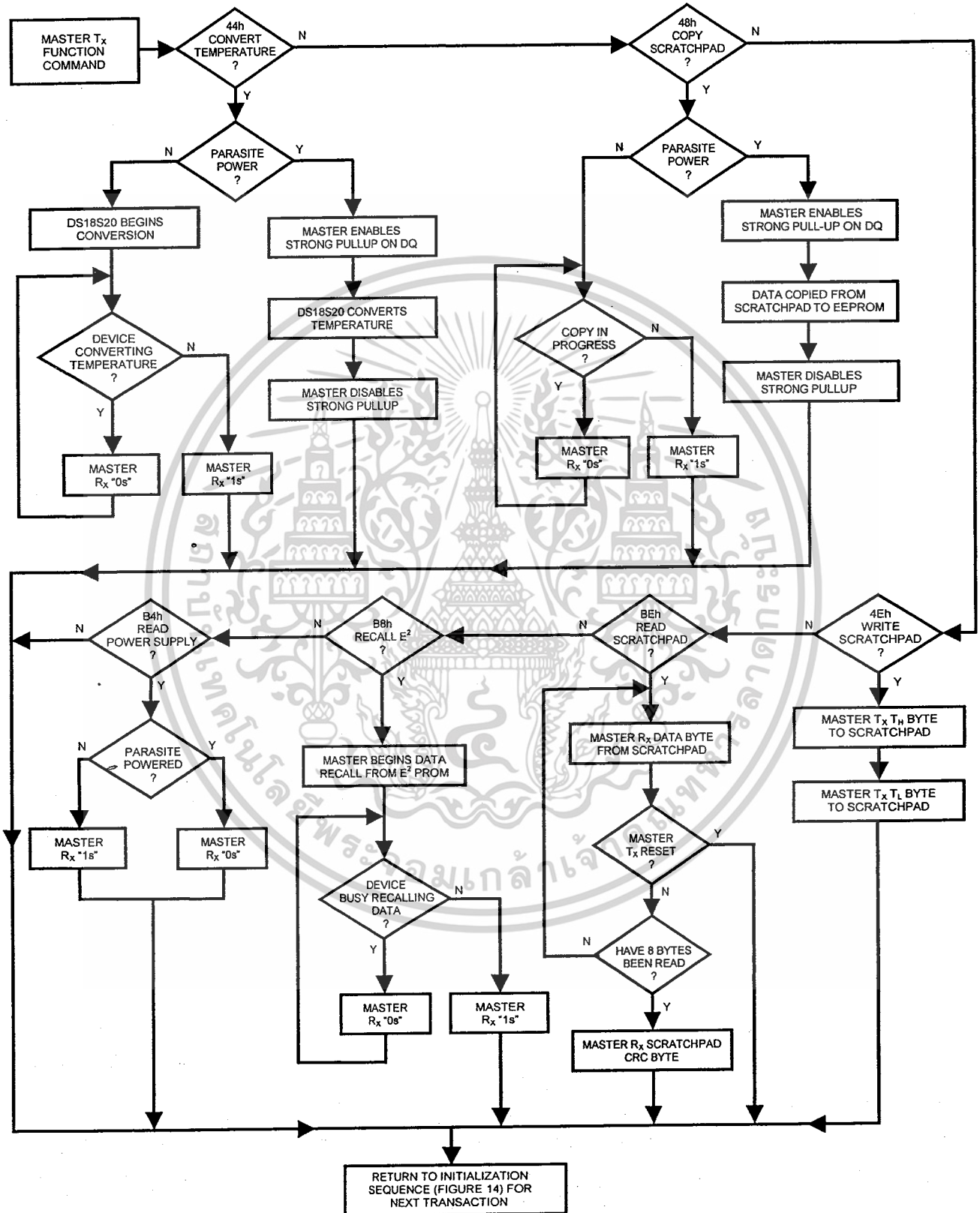
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ROM COMMANDS FLOW CHART Figure 14



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DS18S20 FUNCTION COMMANDS FLOW CHART Figure 15



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS*

Voltage on any pin relative to ground	-0.5V to +6.0V
Operating temperature	-55°C to +125°C
Storage temperature	-55°C to +125°C
Soldering temperature	See J-STD-020A Specification

*These are stress ratings 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.

DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS (-55°C to +125°C; $V_{DD}=3.0V$ to 5.5V)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITION	MIN	TYP	MAX	UNITS	NOTES
Supply Voltage	V_{DD}	Local Power	+3.0		+5.5	V	1
Pullup Supply Voltage	V_{PU}	Parasite Power	+3.0		+5.5	V	1,2
		Local Power	+3.0		V_{DD}		
Thermometer Error	t_{ERR}	-10°C to +85°C			±0.5	°C	3
		-55°C to +125°C			±2		
Input Logic Low	V_{IL}		-0.3		+0.8	V	1,4,5
Input Logic High	V_{IH}	Local Power	+2.2		The lower of 5.5 or $V_{DD} + 0.3$	V	1, 6
		Parasite Power	+3.0				
Sink Current	I_L	$V_{IO}=0.4V$	4.0			mA	1
Standby Current	I_{DDs}			750	1000	nA	7,8
Active Current	I_{DD}	$V_{DD}=5V$		1	1.5	mA	9
DQ Input Current	I_{DQ}			5		µA	10
Drift				±0.2		°C	11

NOTES:

- All voltages are referenced to ground.
- The Pullup Supply Voltage specification assumes that the pullup device is ideal, and therefore the high level of the pullup is equal to V_{PU} . In order to meet the V_{IH} spec of the DS18S20, the actual supply rail for the strong pullup transistor must include margin for the voltage drop across the transistor when it is turned on; thus: $V_{PU_ACTUAL} = V_{PU_IDEAL} + V_{TRANSISTOR}$.
- See typical performance curve in Figure 16
- Logic low voltages are specified at a sink current of 4 mA.
- To guarantee a presence pulse under low voltage parasite power conditions, V_{ILMAX} may have to be reduced to as low as 0.5V.
- Logic high voltages are specified at a source current of 1 mA.
- Standby current specified up to 70°C. Standby current typically is 3 µA at 125°C.
- To minimize I_{DDs} , DQ should be within the following ranges: $GND \leq DQ \leq GND + 0.3V$ or $V_{DD} - 0.3V \leq DQ \leq V_{DD}$.
- Active current refers to supply current during active temperature conversions or EEPROM writes.
- DQ line is high ("hi-Z" state).
- Drift data is based on a 1000 hour stress test at 125°C with $V_{DD} = 5.5V$.

AC ELECTRICAL CHARACTERISTICS: NV MEMORY(-55°C to +100°C; $V_{DD}=3.0V$ to 5.5V)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITION	MIN	TYP	MAX	UNITS
NV Write Cycle Time	t_{wr}			2	10	ms
EEPROM Writes	N_{EEWR}	-55°C to +55°C	50k			writes
EEPROM Data Retention	t_{EEDR}	-55°C to +55°C	10			years

AC ELECTRICAL CHARACTERISTICS (-55°C to +125°C; $V_{DD}=3.0V$ to 5.5V)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITION	MIN	TYP	MAX	UNITS	NOTES
Temperature Conversion Time	t_{CONV}				750	ms	1
Time to Strong Pullup On	t_{SPON}	Start Convert T Command Issued			10	μs	
Time Slot	t_{SLOT}		60		120	μs	1
Recovery Time	t_{REC}		1			μs	1
Write 0 Low Time	t_{LOW0}		60		120	μs	1
Write 1 Low Time	t_{LOW1}		1		15	μs	1
Read Data Valid	t_{RDV}				15	μs	1
Reset Time High	t_{RSTH}		480			μs	1
Reset Time Low	t_{RSTL}		480			μs	1,2
Presence Detect High	t_{PDHIGH}		15		60	μs	1
Presence Detect Low	t_{PDLow}		60		240	μs	1
Capacitance	$C_{IN/OUT}$				25	pF	

NOTES:

1. Refer to timing diagrams in Figure 17.
2. Under parasite power, if $t_{RSTL} > 960 \mu s$, a power on reset may occur.

TYPICAL PERFORMANCE CURVE Figure 16