

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เรื่องวัดและบันทึกสัญญาณในสภาวะแวดล้อมที่มีผลกระทบต่อระดับสัญญาณดาวเทียม

EFFECT OF SATELLITE SIGNAL LEVEL UNDER ENVIRONMENT
RECORDING
CIRCUMSTANCE VIA MEASURING AND RECORDING INSTRUMENT



เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... 72994
วันเดือนปี..... 27 ส.ย. 2550

b. 11276131
i.

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**EFFECT OF SATELLITE SIGNAL LEVEL UNDER ENVIRONMENT
CIRCUMSTANCE VIA MEASURING AND RECDING INSTRUMENT**



**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 LADKRABANG
2006**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์ เครื่องวัดและบันทึกสัญญาณในสภาวะแวดล้อมที่มีต่อผลกระทบระดับสัญญาณดาวเทียม
Effect of Satellite Signal level under Environment Circumstance via Measuring and Recording Instrument

ชื่อนักศึกษา นายพิรพัฒน์ อู่ยดา รหัสประจำตัว 47015847
นายมงคล ทาคำ รหัสประจำตัว 47015849

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ. อรลภก แสงอรุณ

ระดับการศึกษา ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมสารสนเทศ

ภาควิชา วิศวกรรมสารสนเทศ

ปีการศึกษา 2549

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับการอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



(รศ. อรลภก แสงอรุณ)

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์

ลิขสิทธิ์ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์ เครื่องวัดและบันทึกสัญญาณในสภาวะแวดล้อมที่มีผลกระทบต่อระดับสัญญาณดาวเทียม

ชื่อนักศึกษา นายพีรพัฒน์ อู่ยา รหัสประจำตัว 47015847
นายมงคล ทาค้า รหัสประจำตัว 47015849

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ. อรลภก แสงอรุณ

ระดับการศึกษา ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมสารสนเทศ

ภาควิชา วิศวกรรมสารสนเทศ

ปีการศึกษา 2549

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้เสนอการออกแบบและสร้างเครื่องมือวัด และเก็บบันทึกสัญญาณข้อมูลของระดับสัญญาณสภาวะแวดล้อม ของบรรยากาศที่มีผลกระทบ ต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับสัญญาณดาวเทียม โดยโครงสร้างของระบบประกอบด้วย 2 ส่วนใหญ่คือฮาร์ดแวร์และส่วนซอฟต์แวร์ โดยส่วนของฮาร์ดแวร์จะรับค่าจากสภาพแวดล้อมและส่งไปยังคอมพิวเตอร์ และส่วนของซอฟต์แวร์จะรับค่าจากพอร์ตอนุกรมมาแสดงค่า จากนั้นจัดเก็บไว้ในระบบฐานข้อมูล โดยนำข้อมูลนั้นออกมาแสดงเป็นตัวเลขและกราฟ ตามวันเวลาที่ต้องการ เพื่อนำผลที่ได้ไปประกอบการวิเคราะห์ผลกระทบต่อระดับสัญญาณดาวเทียม และเป็นแนวทางในการพัฒนาและแก้ไขปัญหาการลดทอนของสัญญาณดาวเทียม ได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

Thesis title Effect of Satellite Signal level under Environment Circumstance via Measuring and Recording Instrument

Student Mr.Peerapat Ouita
Mr.Mongkon Thakam

Thesis Advisor Assoc.Prof. Ormlarp Sangaroon

Graduate Level Bachelor Degree of Information Engineering

Department Information Engineering

Academic Year 2006

Abstract

The project this present designing and build the measuring instrument, and record data signal of signal condition surround level of the atmosphere that affect to change of signal artificial satellite level. The structure of the system composes 2 the majority is the hardware and software . The part of the hardware will take the value from the environment and send to go to still the computer. And the part of software will take the value from serial port comes to show the value. Thereafter store in database system, and show formed the number and the graph. Follow day and time wants. For lead at get go to analyse the effect signal artificial satellite level. And in rows development meditation and solve the reduction give the change of artificial satellite signal get next efficiently.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์นี้ไม่อาจเสร็จสมบูรณ์ได้ ถ้าปราศจากการสนับสนุน รศ.อรลาภ แสงอรุณซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา และเพื่อนๆห้องแลป โดยให้คำปรึกษาในเรื่องฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ซึ่งเป็นปัญหาสำคัญในการทำโครงการชิ้นนี้รวมถึงอาจารย์ทุกท่านในภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ช่วยเป็นคำปรึกษาในทุกๆ เรื่องที่ต้องการคำปรึกษา

ขอขอบคุณเพื่อนนักศึกษาทุกคนที่คอยช่วยเหลือและเป็นกำลังใจให้เสมอมา และสุดท้ายขอบคุณที่สำคัญที่สุด ที่มีส่วนในการทำโครงการนี้คือ คุณพ่อและคุณแม่ที่คอยให้กำลังใจและทุนทรัพย์เพื่อการศึกษาและทำโครงการ

นายพีรพัฒน์ อู๋ตา
นายมงคล ทาคำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญและที่มา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของ โครงการงาน	1
1.3 ขอบเขตของโครงการงาน	1
1.4 ระบบมีคุณสมบัติมีดังนี้	2
1.5 หลักการทำงานของระบบ	2
1.6 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.7 ขั้นตอนในการทำโครงการงาน	3
บทที่ 2 ทฤษฎี	
2.1 ทฤษฎีและหลักการของเซ็นเซอร์	4
2.1.1 ความสำคัญของการวัดและการควบคุม	4
2.1.2 การแบ่งหน้าที่การทำงานของระบบการวัดค่า	5
2.1.3 นิยามอุปกรณ์รอบข้างและคุณลักษณะที่สำคัญของทรานสดิวเซอร์	5
2.1.4 ตัวแปรในการปฏิบัติงานของระบบ	7
2.2 ทฤษฎีไมโครคอนโทรลเลอร์	
2.2.1 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล MCS-51 อนุกรม AT89Cxx	10
2.2.2 การใช้งาน Timer/counter	11
2.2.3 การสื่อสารข้อมูลแบบ Asynchronous	13
2.2.4 การรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม	14
2.2.5 อัตราการส่งข้อมูลของพอร์ตอนุกรม	15
2.3 การเชื่อมต่อพอร์ตอนุกรมกับระบบบัส I ² C	16
2.3.1 หลักการของบัส I ² C	18
2.3.2 สถานะที่เกิดขึ้นบนบัส I ² C	18
2.3.3 การแบ่งลงสัญญาณอนาล็อกดิจิทัลแบบซิงโครไนซ์แอปพลิเคชัน	20
2.4 PCF8591(8-bit A/D and D/A converter)	23
2.4.1 รายละเอียดฟังก์ชันต่างๆ ของ PCF	24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
2.5 เซ็นเซอร์วัดความเข้มของแสง	26
2.6 โมดูล SHT15	26
2.6.2 รูปแบบการสื่อสารข้อมูลของ SHT15	27
2.6.2.1 การส่งคำสั่ง (Sending a Command)	27
2.6.2.2 รีเซตการเชื่อมต่อ (Connection reset sequence)	28
2.6.2.3 ขั้นตอนการอ่านอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์	28
2.6.3 การคำนวณค่าอุณหภูมิ	29
2.6.4 คำนวณค่าความชื้นสัมพัทธ์	29
2.7 การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม	30
2.7.1 โครงสร้างการทำงานของพอร์ตอนุกรม RS-232	31
2.8 ภาษาที่เลือกใช้ในการเขียนเซอร์ฟแวร์	33
บทที่ 3 การออกแบบ	
3.1 การออกแบบและการทำงานของวงจร	34
3.2 เซ็นเซอร์วัดระดับความเข้มแสงและเซ็นเซอร์โมดูลSHT15	34
3.3 วงจรขยายระดับสัญญาณ	35
3.4 วงจรแปลงสัญญาณจากอนาล็อกเป็นดิจิทัล	36
3.5 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์	37
3.6 การทำงานของ โปรแกรม Visual Basic 6	38
3.7 ฐานข้อมูล	40
บทที่ 4 ผลการทดลอง	
4.1 การทดลอง	41
4.2 ผลการทดลอง	48
4.2.1 ผลการทดลองเมื่อวันที่ 2/6/2007	48
4.2.2 ผลการทดลองเมื่อวันที่ 2/7/2007	50
บทที่ 5 สรุป	52
บรรณานุกรม	53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 1-1 บล็อกไดอะแกรมของระบบ	2
รูปที่ 2-1 การจัดขามาตรฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-5 ในอนุกรม AT89C5x	10
รูปที่ 2-2 รายละเอียดโครงสร้างหลักของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	11
รูปที่ 2-3 บิตต่างๆ ในรีจิสเตอร์ TMOD	12
รูปที่ 2-4 บิตต่างๆ ในรีจิสเตอร์ TCON	12
รูปที่ 2-5 การแปลง Parallel to Serial	13
รูปที่ 2-6 บิตต่างๆ ของการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม	14
รูปที่ 2-7 บิตต่างๆ ของรีจิสเตอร์ SCON	15
รูปที่ 2-8 โครงสร้างวงจรเอาต์พุตของอุปกรณ์ที่ใช้การเชื่อมต่อบนระบบบัส I2C	16
รูปที่ 2-9 แสดงการเชื่อมต่ออุปกรณ์บนระบบบัส I2C ที่ใช้ไฟเลี้ยงไม่เท่ากัน	17
รูปที่ 2-10 การต่อตัวต้านทานเพื่อป้องกันแรงดันที่อาจปะปนเข้ามาในไฟเลี้ยงในระบบบัส I2C	17
รูปที่ 2-11 ไดอะแกรมเวลาแสดงสถานะต่างๆ ที่เกิดขึ้นบนระบบบัส I2C	19
รูปที่ 2-12 ไดอะแกรมแสดงการทำงานของวงจร ADC แบบซิกซิฟแอปพลิเคชัน	20
รูปที่ 2-13 ไดอะแกรมเวลาแสดงการทำงานของ ADC แบบซิกซิฟแอปพลิเคชัน	22
รูปที่ 2-14 การจัดขาและตารางแสดงชื่อขาสัญญาณของ PCF8591	23
รูปที่ 2-15 รายละเอียดข้อมูลควบคุมการทำงานของ PCF8591	25
รูปที่ 2-16 แสดงเซ็นเซอร์วัดความเข้มแสง	26
รูปที่ 2-17 รูปร่างของโมดูล SHT15 และการจัดขาต่อเพื่อใช้งาน	27
รูปที่ 2-18 แสดงการรีเซ็ตของ SHT15	28
รูปที่ 2-19 แสดงโครงสร้างทางฮาร์ดแวร์ของพอร์ตอนุกรม	31
รูปที่ 2-20 แสดงระดับแรงดันสัญญาณ RS232	31
รูปที่ 2-21 สัญญาณบิตสัญญาณ RS-232	32
รูปที่ 3-1 แสดงรูปโครงสร้างการทำงานโดยรวมของชิ้นงาน	34
รูปที่ 3-2 แสดงเซ็นเซอร์วัดความเข้มแสง	34
รูปที่ 3-3 แสดงเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น SHT15	35
รูปที่ 3-4 แสดงการต่อวงจรขยายระดับสัญญาณดาวเทียมจากเครื่องรับด้วยไอซีเบอร์ TL084	35

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 3-5 แสดงการต่อวงจรขยายระดับสัญญาณความเข้มแสงด้วย ไอซีเบอร์ TL084	36
รูปที่ 3-6 แสดงการต่อวงจรของ ไอซี PCF8591	36
รูปที่ 3-7 แสดงวงจรวัดค่าอุณหภูมิ, ความชื้นและระดับสัญญาณดาวเทียม	37
รูปที่ 3-8 แสดงลายวงจร PCB ที่ได้ออกแบบไว้	38
รูปที่ 3-9 แสดงหน้าหลักของโปรแกรม VB ที่ได้เขียน	39
รูปที่ 3-10 แสดงความสัมพันธ์ของข้อมูล	40
รูปที่ 3-11 การออกแบบคุณสมบัติของฐานข้อมูลใน Microsoft Access	40
รูปที่ 4-1 แสดงโปรแกรมคอมไพเลอร์ Keil	41
รูปที่ 4-2 แสดงโปรแกรมตัวที่ใช้โปรแกรมลงตัว ไมโครคอนโทรลเลอร์	41
รูปที่ 4-3 แสดงกล่องเครื่องรับสัญญาณที่ทำไว้	42
รูปที่ 4-4 แสดงเซ็นเซอร์ SHT15	42
รูปที่ 4-5 แสดงเซ็นเซอร์วัดความเข้มแสง	43
รูปที่ 4-6 แสดงการติดตั้งสายเซ็นเซอร์	43
รูปที่ 4-7 แสดงเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม	44
รูปที่ 4-8 แสดงการต่อสายมายังหลังเครื่องที่ทำไว้	44
รูปที่ 4-9 แสดงระดับสัญญาณดาวเทียม	45
รูปที่ 4-10 แสดงค่าของอุณหภูมิ	46
รูปที่ 4- 11 แสดงปริมาณความชื้นสัมพัทธ์	46
รูปที่ 4-12 แสดงปริมาณความเข้มแสง	47
รูปที่ 4-13 แสดงค่า Satellite เมื่อ 2/6/2007	48
รูปที่ 4-14 แสดงค่าTemperature เมื่อ 2/6/2007	49
รูปที่ 4-15 แสดงค่า Humidity เมื่อ 2/6/2007	49
รูปที่ 4-16 แสดงค่า Light เมื่อ 2/6/2007	49
รูปที่ 4-17 แสดงค่าSatellite เมื่อ2/7/2007	50
รูปที่ 4-18 แสดงค่า Humidity เมื่อ 2/7/2007	51
รูปที่ 4-19 แสดงค่า Temperatureเมื่อ2/7/2007	51
รูปที่ 4-20 แสดงค่า Light เมื่อ 2/7/2007	51

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างความถี่สัญญาณนาฬิกาที่ใช้กำหนด Baud Rate ค่าต่างๆ	15
ตารางที่ 2.2 คำสั่งและข้อมูลคำสั่งสำหรับควบคุมการทำงานของ โมดูล SHT15	27
ตารางที่ 2.3 แสดงค่าเวลาที่โมดูล SHT15 ต้องใช้การประมวลผลข้อมูล	28
ตารางที่ 2.4 การกำหนดค่าคงที่ทางอุณหภูมิตัวที่ 1 และ 2 เพื่อคำนวณค่าอุณหภูมิจริงที่วัดได้	29
ตารางที่ 2.5 การกำหนดค่าคงที่ซึ่งต้องใช้ในการคำนวณค่าความชื้นสัมพัทธ์จริงที่วัดได้	30
ตารางที่ 4.1 ฐานข้อมูลที่บันทึกเมื่อ 2/6/2007	48
ตารางที่ 4.2 ฐานข้อมูลที่บันทึกเมื่อ 2/7/2007	50



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มา

ในปัจจุบันการสื่อสารแบบไร้สายเข้ามามีบทบาทอย่างมากไม่ว่าจะเป็นจะเป็นเครือข่ายโทรศัพท์ไร้สาย หรือการถ่ายทอดสดผ่านดาวเทียมซึ่งในการส่งข้อมูลข่าวสารของระบบสื่อสารเหล่านี้จะมีการใช้คลื่นแม่เหล็กเป็นพาหะในการส่ง ซึ่งในการส่งข้อมูลข่าวสารก็อาจจะได้รับผลกระทบที่ทำให้เกิดการลดทอนของสัญญาณ ความล่าช้าของข้อมูลข่าวสาร หรืออาจจะทำให้ไม่สามารถรับส่งข่าวสารข้อมูลเลยก็ได้ ตัวแปรที่ทำให้เกิดปัญหาเหล่านี้เกิดจากธรรมชาติไม่ว่าจะเป็น อุณหภูมิ ความชื้น หรือความเข้มของแสงเหล่านี้เป็นต้น ซึ่งเราไม่สามารถควบคุมได้ แต่ถ้าเราสามารถเก็บข้อมูลของตัวแปรเหล่านี้ว่ามีผลต่อระดับสัญญาณอย่างไรเราก็สามารถนำข้อมูลเหล่านี้มาทำการวิเคราะห์เพื่อช่วยในการพัฒนาระบบการส่งของสัญญาณให้ดียิ่งขึ้นได้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. สามารถทำการวัดและเก็บข้อมูลของ อุณหภูมิ ระดับปริมาณความชื้น ความเข้มของแสง และระดับของสัญญาณดาวเทียมลง ฐานข้อมูลของคอมพิวเตอร์ได้
2. เพื่อศึกษาและทำความเข้าใจการทำงานของฮาร์ดแวร์ เช่น MSC-51, เซ็นเซอร์, การขยายสัญญาณ, การส่งข้อมูล RS-232
3. เพื่อศึกษาและใช้งานซอฟต์แวร์ที่ใช้ เช่น Visual Basic6, keil51, Ride, MS Access, Design Explorer 99
4. เพื่อนำข้อมูลที่บันทึกลงฐานข้อมูลมา ประกอบการวิเคราะห์ในอนาคตได้ เช่นระดับสัญญาณดาวเทียมที่เครื่องรับวัดลดทอนไปมากน้อยเพียงใด ลดลงเพราะสาเหตุใด จะต้องเพิ่มหรือลด Power ที่เครื่องส่งสัญญาณดาวเทียมเท่าใด เพื่อให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด

1.3 ขอบเขตของโครงการ

เครื่องที่สร้างขึ้นจะมีการนำค่าที่ได้จาก เซ็นเซอร์ 3 ตัวและระดับสัญญาณดาวเทียมที่เครื่องรับ มาส่งไปทางพอร์ตอนุกรม ของเครื่องคอมพิวเตอร์โดยจะประกอบไปด้วย

1. เซ็นเซอร์ตรวจจับอุณหภูมิ และระดับปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ เซ็นเซอร์ตรวจวัดความเข้มของแสง และระดับของสัญญาณดาวเทียมที่เครื่องรับ

2.เขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ทำการควบคุมการทำงานของสัญญาณทั้ง 4 ตัวที่คิดต่อมายัง พอร์ตอนุกรมของเครื่องคอมพิวเตอร์

3.เขียนโปรแกรม Visual Basic 6 เพื่อวัดสัญญาณทั้ง 4 ค่าส่งมาทางพอร์ตอนุกรมทำการเก็บในฐานข้อมูลของโปรแกรม MS Access

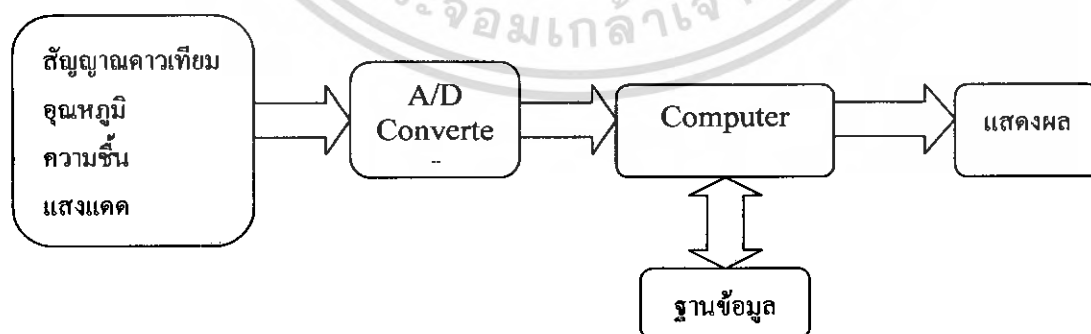
5.นำข้อมูลจากฐานข้อมูลมาแสดงผลในรูปของกราฟ

1.4 ระบบมีคุณสมบัติมีดังนี้

1. สามารถทำการเก็บค่าที่วัดได้จากเซ็นเซอร์ลงในฐานข้อมูลในเครื่องคอมพิวเตอร์ได้
2. สามารถแสดงผลที่ได้จากการเก็บข้อมูลของเซ็นเซอร์ในรูปของกราฟได้

1.5 หลักการทำงานของระบบ

เมื่อเซ็นเซอร์ทั้ง 4 ตัวทำการตรวจจับสัญญาณซึ่งประกอบไปด้วย ความแรงของระดับสัญญาณดาวเทียม อุณหภูมิ และความเข้มของแสงแล้วก็มีวงจรที่ทำการแปลงสัญญาณจากอนาล็อกให้กลายเป็น ดิจิตอล ส่งไปที่ พอร์ตอนุกรมของเครื่องคอมพิวเตอร์โดยมีโปรแกรมที่ทำการควบคุมการเชื่อมต่อและจะทำการนำข้อมูลที่ได้ไปทำการจัดเก็บลงในฐานข้อมูลที่ได้ทำการสร้างไว้ โดยจะจัดเก็บลงฐานข้อมูลเฉพาะสัญญาณที่มีความแรงเกินกว่าค่าระดับของ สัญญาณที่เรา กำหนดไว้เท่านั้นในส่วนของการสร้างกราฟนั้นก็จะ มี โปรแกรม ที่จะทำการเชื่อมต่อกับฐานข้อมูล โดยนำข้อมูลในฐานข้อมูลมาทำการสร้างกราฟโดยผู้ใช้ สามารถทำการเลือกวัน เวลา ชนิดของข้อมูลที่จะทำการดูได้



รูปที่ 1-1 บล็อกไดอะแกรมของระบบ

1.6 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานจริงโดยนำข้อมูลไปทำการวิเคราะห์เพื่อพัฒนาการรับส่งสัญญาณให้ดียิ่งขึ้น
2. ข้อมูลที่ทำการเก็บลงในฐานข้อมูลสามารถนำไปใช้ในการพยากรณ์อากาศได้
3. เรียนรู้เทคโนโลยีต่างๆ ที่นำมาพัฒนาระบบและสามารถนำมาใช้กับงานได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม
4. เข้าใจขั้นตอนของการพัฒนาระบบตั้งแต่การวิเคราะห์ความต้องการ ออกแบบ และแก้ไข ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้น

1.7 ขั้นตอนในการทำโครงการ

1. ศึกษาระบบการทำงานของเซ็นเซอร์การเชื่อมต่อระหว่างพอร์ตอนุกรมกับอุปกรณ์ภายนอก และการเขียน โปรแกรมต่างๆ ที่จำเป็นสำหรับ โครงการ
2. ศึกษาวงจรภายในของเซ็นเซอร์
3. ศึกษาความต้องการของระบบและกำหนดขอบเขตของ โครงการ
4. ออกแบบระบบ และสร้างวงจร
5. เขียนโปรแกรมเชื่อมต่อในส่วนต่างๆ
6. ทดสอบและแก้ไขปรับปรุงระบบ

บทที่ 2 ทฤษฎี

2.1 ทฤษฎีและหลักการของเซ็นเซอร์

2.1.1 ความสำคัญของการวัดและการควบคุม

วัตถุประสงค์ของการวัดและการควบคุม มีความสำคัญต่อไปนี้

1. การวัดเป็นการแสดงตัวแปรซึ่งเป็นรายละเอียดของระบบ หน้าที่ที่สำคัญอย่างหนึ่งของระบบการวัด คือ การแสดงตัวแปร (Parameter) หรือรายละเอียด (information) ของระบบ อาจอยู่ในรูปของการบอกค่าที่แสดงให้เห็น เก็บค่าเอาไว้ บันทึกค่า หรือแสดงค่าแล้วส่งเป็นสัญญาณที่เหมาะสมไปยังอุปกรณ์อื่นๆ ที่ต้องการในระบบ ในความเป็นจริงค่าในสถานะของระบบพื้นฐาน (condition-base system) ของการปฏิบัติงานจะมีใช้กันอย่างกว้างขวาง

2. เพื่อควบคุมความแน่นอนในการปฏิบัติงานหรือกระบวนการ หลักการของการวัดคือเปรียบเทียบค่าจริงกับค่าที่ต้องการจะปฏิบัติงาน เราพบว่าความแน่นอนในการวัดตัวแปรทางกายภาพใดๆ ในกระบวนการ จะเกี่ยวข้องกับระบบของการวัดและอุปกรณ์วัดค่าโดยตรง เช่น เทอร์โมสแตตที่อยู่ในตู้เย็นจัดเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมอุณหภูมิในช่วงที่เราต้องการ ความแน่นอนของอุณหภูมิที่ได้จะขึ้นอยู่กับความแน่นอนของเทอร์โมสแตตที่ทำการวัด

3. การจำลองสภาพของระบบ ในบางครั้งจำเป็นต้องทำการจำลองระบบการทดลอง เนื่องจากการทดลองโดยใช้ของจริงนั้นอาจมีความยุ่งยากและสลับซับซ้อน ในการหาสภาพที่ใกล้เคียงกับพฤติกรรมของระบบจริงภายใต้การครอบคลุมสภาพที่เกิดขึ้นจริงซึ่งโดยทั่วไปเราจะใช้โมเดลแทนสเกลของจริง

4. เพื่อควบคุมคุณภาพในอุตสาหกรรม ทุกวันนี้การควบคุมจะมีการทดสอบผลิตภัณฑ์อย่างต่อเนื่องหลักการนี้จัดเป็นการควบคุมผลิตภัณฑ์รวม (mass product) ที่สามารถจะตรวจสอบความบกพร่องของการผลิตทั้งหมดได้ หากพบว่ามีส่วนประกอบใดที่ไม่สมบูรณ์ก็จะส่งคืนลำดับการผลิตที่ผ่านมาจากลำดับแรกๆ การแก้ไขดังกล่าวจัดเป็นการปรับปรุงความน่าเชื่อถือของกระบวนการผลิต

5. เพื่อควบคุมคุณภาพในอุตสาหกรรม ทุกวันนี้การควบคุมจะมีการทดสอบผลิตภัณฑ์อย่างต่อเนื่องหลักการนี้จัดเป็นการควบคุมผลิตภัณฑ์รวม (mass product) ที่สามารถจะตรวจสอบความบกพร่องของการผลิตทั้งหมดได้ หากพบว่ามีส่วนประกอบใดที่ไม่สมบูรณ์ก็จะส่งคืนลำดับการผลิตที่ผ่านมาจากลำดับแรกๆ การแก้ไขดังกล่าวจัดเป็นปรับปรุงความน่าเชื่อถือของกระบวนการผลิต

2.1.2 การแบ่งหน้าที่การทำงานของระบบการวัดค่า (Functional Elements of Measurement System)

อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่พื้นฐาน

1. **ทรานสดิวเซอร์** ทำหน้าที่เปลี่ยนตัวแปรอินพุตที่ต้องการให้ไปอยู่ในรูปของสัญญาณอื่นที่ใช้งานได้สะดวกกว่า เช่น เปลี่ยนจากอุณหภูมิเป็นค่าความต้านทาน จากความเป็นกรดค่าให้เป็นแรงเคลื่อนไฟฟ้า เป็นต้น

2. **ตัวปรับสภาพสัญญาณหรืออุปกรณ์ปรับแต่งตัวกลาง** ใช้สำหรับการปรับสภาพสัญญาณทางด้านเอาต์พุตของทรานสดิวเซอร์ ให้ไปอยู่ในรูปของสัญญาณอื่นที่เหมาะสม อาจจะเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของสัญญาณมาตรฐานสำหรับระบบการควบคุมอัตโนมัติ เช่น ทำให้สัญญาณใหญ่ขึ้น เรียบขึ้น เป็นต้น

3. **อุปกรณ์แสดงข้อมูลของสัญญาณ** ใช้สำหรับแสดงรายละเอียดของตัวแปรที่จะวัดค่าให้อยู่ในรูปของจำนวนที่เข้าใจ เช่น ลิตร/นาที่ มิลลิแอมป์ เป็นต้น

อุปกรณ์เสริม

อยู่ร่วมกับระบบการวัดค่าที่สร้างขึ้น โดยจะเปลี่ยนแปลงไปตามชนิดงาน ธรรมชาติของเทคนิคในการวัด เป็นต้น โดยหลักๆ จะประกอบไปด้วย

1. **อุปกรณ์สอบเทียบ** เพื่อทำการสอบเทียบอุปกรณ์ให้ทำงานถูกต้องเสมอ
2. **แหล่งจ่ายกำลังงานภายนอก** เพื่อให้อุปกรณ์สามารถทำงานได้ เช่น จ่ายให้กับทรานสดิวเซอร์ ตัวปรับสภาพสัญญาณ อุปกรณ์ประมวลสัญญาณ หรือ อุปกรณ์ป้อนกลับ
3. **อุปกรณ์ป้อนกลับ** ทำหน้าที่ควบคุมการเปลี่ยนแปลงจำนวนทางกายภาพที่วัดได้ โดยอุปกรณ์นี้อาจเป็น โฟเทนิซิ โอมิเตอร์ที่ปรับสมดุลด้วยตัวเอง หรือวงจรวีธส โครบริดจ์เพื่อทำให้มันปรับสภาพตัวเองโดยอัตโนมัติ

2.1.3 นิยามอุปกรณ์รอบข้างและคุณลักษณะที่สำคัญของทรานสดิวเซอร์ (Definition and Specification of Transducer)

1. เซ็นเซอร์ (Sensor)

เซ็นเซอร์คือส่วนที่รับสัญญาณจากกระบวนการในตอนแรก หรืออาจจะเรียกได้ว่า “อินพุต ทรานสดิวเซอร์”

2. ทรานสดิวเซอร์ (Transducer)

ทรานสดิวเซอร์ คืออุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ตรวจจับ รับความรู้สึกตัวแปรทางกายภาพตัวใดตัวหนึ่ง แล้วเปลี่ยนค่าทางเอาต์พุตให้เป็นตัวแปรทางกายภาพตัวอื่น

3. คุณลักษณะของทรานสดิวเซอร์ที่ต้องการ

หากอุปกรณ์ที่ใช้ตรวจจับสัญญาณ ไม่มีคุณภาพที่ดีแล้วระบบก็จะไม่สามารถทำงานเพื่อให้เกิดผลิตภัณฑ์ออกมาได้ ดังนั้นจึงต้องมีขอบเขตของทรานสดิวเซอร์ที่ดีเพื่อใช้ในทางปฏิบัติดังต่อไปนี้

1. มีความสามารถในการรับสัญญาณและตรวจจับพร้อมทั้งรับรู้สีกค่าสัญญาณอินพุตที่ต้องการและต้องไม่มีความไวกับสัญญาณอื่นๆ (ที่ไม่ต้องการ) ขณะที่ทำการวัด ตัวอย่างเช่น ทรานสดิวเซอร์ที่วัดความเร็วจะต้องรับความเร็วอย่างทันทีทันใดนั้น และต้องไม่รับเอาตัวแปร (ความรู้สึก) ของแรงเคลื่อนหรืออุณหภูมิที่อยู่บริเวณนั้น

2. ไม่คัดแปลงหรือแก้ไขค่านัยสำคัญที่จะวัด

3. มีความสามารถต่อการดัดแปลงระบบ (amenable) นั่นคือให้ง่ายต่อการปรับปรุงระบบ โดยใช้อุปกรณ์ที่อยู่ภายในกระบวนเคมๆ ได้เช่น รูปสัญญาณของทรานสดิวเซอร์ที่มักจะทำให้อยู่ในรูปของสัญญาณทางไฟฟ้าเพราะจะทำให้ง่ายต่อการจัดเก็บและได้เปรียบในการต่อเข้ากับอุปกรณ์คำนวณหรืออุปกรณ์แสดงค่าสมัยใหม่ เพื่อแสดงรายละเอียดของสัญญาณดังกล่าว

4. ต้องมีความแม่นยำ (accuracy)

5. ต้องมีความสามารถในการทำซ้ำ (reproducibility) ที่ดี (เช่น ความเที่ยงตรง)

6. ต้องมีขนาด (Amplitude) ที่เป็นเชิงเส้น

7. ต้องมีผลตอบสนองต่อความถี่ที่เพียงพอ (เช่น มีผลตอบสนองทางพลวัตที่ดี)

8. ต้องไม่สร้างหรือกำเนิดการรบกวนเฟสต่อกัน (เช่น ไม่มี Time lag ระหว่างสัญญาณอินพุตและเอาต์พุตของทรานสดิวเซอร์)

9. ต้องมีความสามารถในการต่อต้านสิ่งรบกวนจากสิ่งแวดล้อม โดยไม่ทำลายความถูกต้องของระบบ และรักษาความแม่นยำภายในขีดที่ยอมรับได้

10. ต้องมีผลตอบสนองและความน่าเชื่อถือที่ดี

4. อุปกรณ์ปรับสภาพสัญญาณ

โดยปกติ สัญญาณของทรานสดิวเซอร์จะมีขนาดเล็กเกินไปที่บอกบันทึกหรือนำไปใช้งานได้จริงดังนั้นจึงต้องมีการปรับสัญญาณให้มีค่าเหมาะสมตามอุปกรณ์ที่จะมาต่อรวม

5. อุปกรณ์ปรับสภาพสัญญาณ

อุปกรณ์ขยายสัญญาณ หมายถึงอุปกรณ์ที่เพิ่มขนาดสัญญาณ แต่ในลักษณะที่กลับกันจะเรียกว่า “การลดทอนสัญญาณ” (attenuation) ปกติอุปกรณ์ขยายสัญญาณดังกล่าวนี้จะอยู่ร่วมกับอุปกรณ์ปรับสภาพสัญญาณ โดยอุปกรณ์ขยายสัญญาณจะเปลี่ยนตามชนิดของสัญญาณที่ทรานสดิวเซอร์ใช้ เช่น อุปกรณ์ขยายสัญญาณทางไฟฟ้า ใช้วงจรทรานซิสเตอร์ ไอซี เป็นต้น

การขยายแรงเคลื่อน	= แรงเคลื่อนทางด้านเอาต์พุต/แรงเคลื่อนทางด้านอินพุต	Vo/Vi
การขยายกระแส	= กระแสทางด้านเอาต์พุต/กระแสทางด้านอินพุต	Io/Ii
การขยายกำลัง	= กำลังทางด้านเอาต์พุต/กำลังทางด้านอินพุต	VoIo/ViIi

6. อุปกรณ์การกรองสัญญาณ

อุปกรณ์ดังกล่าวจะทำหน้าที่นำสัญญาณที่ไม่ต้องการออก การกรองสัญญาณจะแปรไปตามความเหมาะสมของชนิดสัญญาณ ธรรมชาติของสัญญาณ เป็นต้น

อุปกรณ์กรองทางไฟฟ้า เพื่อกำจัดการค้างของสัญญาณ และสนามแม่เหล็กไฟฟ้า เช่น วงจร R – C อย่างง่าย หรือวงจรกรองไฟฟ้าใดๆ ที่มีความเหมาะสม

7. อุปกรณ์ปรับสภาพสัญญาณทางไฟฟ้า

1. อุปกรณ์ชดเชยทางเวลา หรือ อุปกรณ์ให้สัญญาณเป็นเชิงเส้น
2. อุปกรณ์ดีฟเฟอเรนเชียล หรือ อินทิเกรชัน
3. อุปกรณ์แปลงสัญญาณ จากสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล
4. อุปกรณ์สื่อสัญญาณ หรืออุปกรณ์ส่งสัญญาณ เป็นต้น

8. อุปกรณ์แสดงผล

เป็นอุปกรณ์รักษาค่าทางเอาต์พุต และทำหน้าที่แสดงค่าที่มีขนาดเดียวกันนี้ให้สามารถเห็นได้อย่างแน่นอน ชัดเจน ซึ่งอุปกรณ์ดังกล่าวจะต้องมีคุณสมบัติดังนี้

1. มีผลตอบสนองเร็วที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้
2. หากว่าเป็นไปได้ต้องให้ความผิดพลาดของระบบน้อยที่สุด
3. มีค่าความเฉื่อย ความผิด ความดิ่ง หรือค่าอื่นๆ ในลักษณะเดียวกันนี้น้อยๆ

2.1.4 ตัวแปรในการปฏิบัติงานของระบบ (Static Performance Parameters)

เราสามารถแยกตัวแปรสถิติออกได้ดังต่อไปนี้

1. ความแน่นอน (Accuracy)

ความแน่นอนกำหนดเป็นการที่เครื่องมือวัดแสดงค่าเข้าใกล้ค่าทางเอาต์พุต ซึ่งเป็นค่าจริงของจำนวนที่วัดมากที่สุด หรือเป็นค่าความผิดพลาดสูงสุดที่ได้จากอุปกรณ์นั่นเอง และโดยความเป็นจริงความแน่นอนที่บอกจากเครื่องมือวัดจะเป็นตัวแสดงความไม่แน่นอน (Inaccuracy) ของเครื่องมือวัดนั่นเอง ตัวอย่างเช่น เครื่องมือวัดตัวหนึ่งบอกความแน่นอนเท่ากับ 0.1 อีกตัวบอกค่าความแน่นอนเป็น 0.05 นั่นขอมแสดงว่าเครื่องมือวัดที่บอกตัวเลขความแน่นอน 0.05 ขอมวัดได้ใกล้เคียงกับค่าแท้จริงที่สุด [หรือค่า error น้อยที่สุด] ค่าความไม่แน่นอนสามารถแบ่งได้ตามลักษณะต่อไปนี้

แบ่งตามตัวแปรที่วัดได้ (Measures Variable) ความแน่นอนค่า $\pm 2^{\circ}\text{C}$ ซึ่งปรากฏในการวัดอุณหภูมิบางตัว นั้นหมายความว่า จะมีความไม่แน่นอน (Uncertainty) เป็น $\pm 2^{\circ}\text{C}$ ในการวัดค่าอุณหภูมิจริงใด ๆ

คิดเป็นเปอร์เซ็นต์เต็มสเกลต่อการอ่านค่าของเครื่องมือวัด (Percentage of the Instrument Full scale Reading) ดังนั้น ความแน่นอนของ $\pm 5\%$ Fs ของย่านมิเตอร์ที่เป็น 5 โวลต์เต็มสเกล จะหมายถึงความไม่แน่นอน (inaccuracy หรือ in certainty) ในการวัดค่าใดๆ เป็น ± 0.025 โวลต์

คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของค่าสูงสุด (Span) ของเครื่องมือวัด (Percentage of instrument span) เป็นเปอร์เซ็นต์ที่ได้ของย่านในการอ่านค่าจากการวัดที่สามารถวัดได้ ดังนั้นอุปกรณ์ที่วัดค่าได้ $\pm 3\%$ ของ Span สำหรับแรงเคลื่อนที่อยู่ในย่าน 20 - 25 psi จะมีความแน่นอนเป็น $(\pm 3) (50 - 20) = +0.9$ psi

คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของค่าที่อ่านได้จริง (Percentage of the Actual Reading) ดังนั้น สำหรับค่า $\pm 0.2\%$ ของการอ่านค่าจริงจาก โวลต์มิเตอร์ จะมีความไม่แน่นอนในการอ่านเป็น 2 โวลต์

2. ความเที่ยงตรง

ความเที่ยงตรงกำหนดเป็นความสามารถของเครื่องมือวัดที่จะผลิตสร้างชุดในการอ่านค่าที่จะผลิตหรือสร้างชุดในการอ่านค่าที่แน่นอนภายใต้ความแน่นอน (accuracy) ที่กำหนดให้ ตัวอย่างเช่น ถ้าทรานสดิวเซอร์ตัวหนึ่งกำหนดค่าความแน่นอนทางด้านอินพุตที่ทราบค่ามาแล้วในการอ่านค่าเครื่องมือวัด ดังกล่าวที่อยู่ภายในค่า $\pm 1\%$ ข้าเราก็จะได้ค่าความเที่ยงตรงหรือกล่าวได้อีกว่าความผิดพลาดของเครื่องมือวัดดังกล่าวมีค่าเป็น $\pm 1\%$ ดังนั้น เครื่องมือวัดที่มีค่าความเที่ยงตรงสูง จะต้องมียารละเอียดยของค่าทางด้านเอาต์พุตที่เหมือนกันทุกครั้ง เมื่อป้อนอินพุตค่าเดียวกัน ในความเป็นจริงความเที่ยงตรงของเครื่องมือวัดจะขึ้นอยู่กับความสามารถในการทำซ้ำ (repeatability) ซึ่งกำหนดความสามารถของเครื่องมือวัดจะสร้างกลุ่มการวัดที่มีค่าเหมือนๆ กัน โดยใช้เครื่องมือวัดตัวเดียวกันภายใต้สภาวะเดียวกัน ค่าความเที่ยงตรงของเครื่องมือวัดสามารถหาได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

3. ความละเอียด (Resolution หรือ Discrimination)

ความละเอียดกำหนดเป็นการเพิ่มค่าเล็กที่สุดในการวัดตัวแปรใดๆ ซึ่งสามารถตรวจจับได้อย่างแน่นอนโดยเครื่องมือวัด ค่าการนับหรือการวัดซึ่งได้น้อยที่สุดของเครื่องมือวัดใดๆ เป็นความละเอียดของเครื่องมือวัดนั้น

4. เทรสโฮลด์ (Threshold)

เทรสโฮลด์เป็นกรณีหนึ่งที่บ่งชี้ความละเอียด กำหนดให้เป็นค่าที่น้อยที่สุดทางด้านอินพุตซึ่งไม่สามารถตรวจจับค่าทางด้านเอาต์พุตได้ ดังกล่าวนี้นี้เป็นส่วนที่นำเข้าสู่ค่าความละเอียด (Resolution) ทั้งค่าเทรสโฮลด์และค่าความละเอียด กำหนดให้เป็นจำนวนสัมบูรณ์ในเทอมของหน่วยทางด้านอินพุต หรือเป็นเปอร์เซ็นต์การเบี่ยงเบนเต็มสเกลก็ได้ เราจะพบว่าทั้งค่าเทรสโฮลด์และความละเอียดจะไม่มีโอกาสเป็นศูนย์เหตุผลจากปัจจัยหลายๆ อย่าง

5. ความไวเชิงสถิติ (Static Sensitivity)

ความไวเชิงสถิติ (บางครั้งเรียกว่าสเกลแฟกเตอร์ หรืออัตราขยาย) ของเครื่องมือวัด กำหนดได้จากผลของสอบเทียบในเชิงสถิติ คุณสมบัติเชิงสถิตินั้นจะเป็นสัดส่วนกับขนาดของผลตอบสนอง (ของสัญญาณทางด้านเอาต์พุต) กับขนาดของจำนวนที่จะวัด (สัญญาณทางด้านอินพุต) กำหนดได้จาก

$$\text{Static sensitivity} = \text{change of output signal} / \text{change in input signal}$$

6. ความเป็นเชิงเส้น (Linearity)

ความเป็นเชิงเส้น เป็นตัวบอกลักษณะสเกลเครื่องมือวัดมีวัดค่า ดังนั้นผู้ผลิตเครื่องมือวัด จึงต้องผลิตเครื่องมือวัดที่ค่าทางด้านเอาต์พุตเป็นค่าเชิงเส้นกับค่าทางด้านอินพุต ในความเป็นจริงเราไม่สามารถทำให้เป็นเชิงเส้นได้อย่างสมบูรณ์นั้นก็จะบายเบี่ยง (ผิดพลาด) ไปจากค่าในทางอุดมคติ ในอุปกรณ์สำหรับงานเครื่องมือวัดทางด้านอุตสาหกรรมส่วนใหญ่ มักจะมีค่าความเป็นเชิงเส้น (Linearity) กำกับไว้โดยที่ค่านี้จะเป็นตัวบอกความไม่แน่นอนสมมูลของเครื่องมือวัดนั่นเอง

7. เดดแบนด์ (Dead Band)

เดดแบนด์กำหนดได้จากการเปลี่ยนแปลงค่ามากที่สุดในการวัดที่ซึ่งเครื่องมือวัดไม่สามารถตอบสนองได้

8. ครีฟต์ (Drift)

ครีฟต์ เป็นการกำหนด การเปลี่ยนแปลงค่าทางด้านเอาต์พุตสำหรับอินพุตที่ป้อน เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงความไวของเครื่องมือวัด ที่เข้ามามีผลจากค่าด้านอินพุตที่แน่นอน เช่น การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ ความไม่มีเสถียรภาพของส่วนประกอบ เป็นต้น

2.2 ทฤษฎีไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แบบหนึ่งที่รวมเอาหน่วยประมวลผล หน่วยคำนวณทางคณิตศาสตร์และลอจิก วงจรรับสัญญาณอินพุต วงจรขับสัญญาณเอาต์พุต หน่วยความจำ วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาไว้ด้วยกัน ทำให้สามารถนำไปใช้

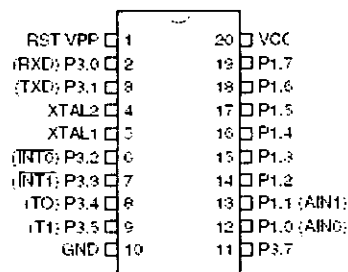
งานแทนวงจรถืออิเล็กทรอนิกส์ที่ซับซ้อนได้เป็นอย่างดี ช่วยลดจำนวนอุปกรณ์และขนาดของระบบ ในขณะที่มีความสามารถสูงขึ้น ภายใต้งบประมาณที่เหมาะสม

ไมโครคอนโทรลเลอร์มาจากคำ 2 คำรวมกันคือ “ไมโคร” (micro) ซึ่งหมายถึง ไมโครโปรเซสเซอร์ (microprocessor) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ประมวลผลข้อมูลขนาดเล็ก ภายในประกอบด้วย หน่วยประมวลผลกลางหรือซีพียู (CPU : Central Processing Unit) หน่วยคำนวณทางคณิตศาสตร์และลอจิก (ALU : Arithmetic Logic Unit) วงจรเชื่อมต่อหน่วยความจำ และวงจรรักษาไฟฟ้า อีกคำหนึ่งคือคำว่า “คอนโทรลเลอร์” (controller) หมายถึง อุปกรณ์ควบคุม ดังนั้น ไมโครคอนโทรลเลอร์จึงเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุม โดยที่สามารถเขียนโปรแกรมเพื่อกำหนดรูปแบบการควบคุมได้อย่างอิสระ

2.2.1 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล MCS-51 ในอนุกรม AT89Cxx

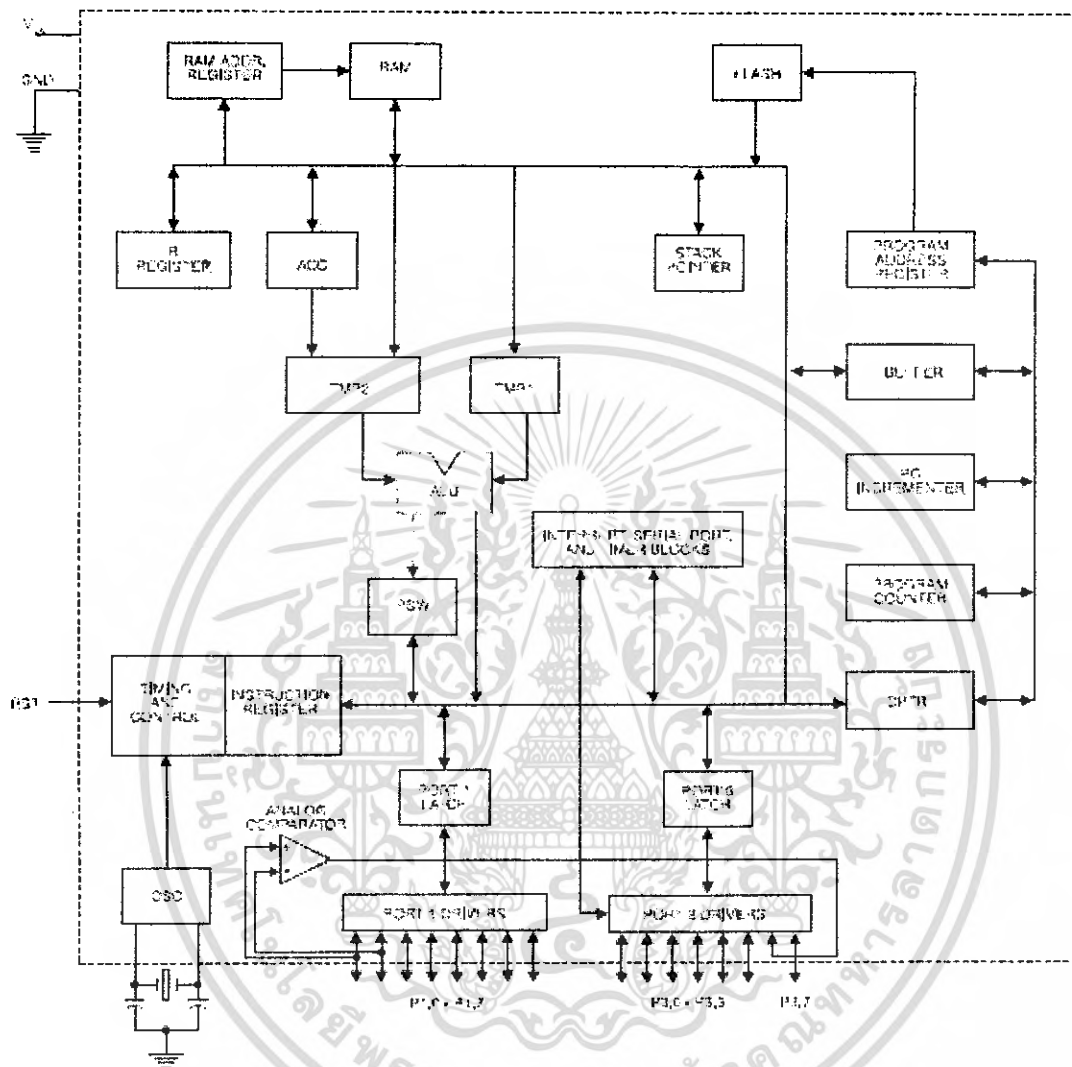
- เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ซีพียูขนาด 8 บิต
- ภายในมีหน่วยความจำโปรแกรมเป็นแบบแฟลชสามารถลบและเขียนใหม่ได้พันครั้ง
- ขาพอร์ตเป็นแบบสองทิศทาง สามารถใช้งานเป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุต
- มีวงจรสื่อสารอนุกรมแบบ Full Duplex
- Timer/Counter ขนาด 16 บิตอย่างน้อย 2 ตัว
- สามารถรองรับแหล่งกำเนิด interrupt ได้ 6 ประเภท
- สามารถขยายหน่วยความจำภายนอกเพิ่มเติมได้สูงสุด 64 Kbytes

ในรูปที่ 2-1 เป็นโครงสร้างพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ในอนุกรม AT89Cxx จะเห็นได้ว่าโครงสร้างของ AT89Cxx จะเหมือนกับไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 พื้นฐาน หากแต่แตกต่างกันเฉพาะหน่วยความจำโปรแกรมแบบแฟลชที่เพิ่มเติมเข้ามา หากเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ในอนุกรม 87xx หน่วยความจำโปรแกรมภายในจะเป็นแบบ EEPROM และบางเบอร์สามารถโปรแกรมได้เพียงครั้งเดียว



รูปที่ 2-1 การจัดขามาตรฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ในอนุกรม AT89C5x

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2-2 รายละเอียดโครงสร้างหลักของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

2.2.2 การใช้งาน Timer/counter

การใช้งาน Timer/counter นั้นมีรีจิสเตอร์ที่ต้องใช้ 2 ตัวคือ TMOD และ TCON โดยที่ TMOD เป็นรีจิสเตอร์ขนาด 8 บิตไม่สามารถเข้าถึงระดับบิตได้ แบ่งการทำงานออกเป็น 2 ส่วนคือ 4 บิตล่างใช้เลือกโหมดการทำงาน Timer/Counter 0 และ 4 บิตบนใช้เลือกโหมด Timer/Counter 1 ในการทำงานของ Timer นั้นจะเริ่มการนับตั้งแต่ 0000H จนถึง FFFFH (ในกรณี 16 บิต) และเมื่อเปลี่ยนจาก FFFFH เป็น 0000H จะเกิดการโอเวอร์โฟลจขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Gate	C/T	M1	M0	Gate	C/T	M1	M0
------	-----	----	----	------	-----	----	----

รูปที่ 2-3 บิตต่างๆ ในรีจิสเตอร์ TMOD

โดยที่ Gate ใช้เลือกลักษณะการควบคุมการทำงานของ Timer/Counter

C/T ใช้เลือกการทำงานระหว่าง Timer/Counter

M1,M0 ใช้เลือกโหมดการทำงานของ Timer/Counter

“00” เลือกการทำงานโหมด Timer/Counter 13 บิต

“01” เลือกการทำงานโหมด Timer/Counter 16 บิต

“10” เลือกการทำงานโหมด Timer/Counter 8 บิตแบบตั้งค่าอัตโนมัติ

“11” สำหรับ Timer0 เลือกให้ทำงานในโหมด Timer/Counter แยกส่วน โดยแยกออกเป็น Timer/Counter 8 บิต 2 ตัว รีจิสเตอร์ TLO จะได้รับการควบคุมการเปิดปิดจากบิต TR0 ในรีจิสเตอร์ TCON และรีจิสเตอร์ TH0 ซึ่งเป็น Timer/Counter 8 บิตอีกตัวหนึ่ง จะได้รับการควบคุมจากบิต TR1 ในรีจิสเตอร์ TCON ในกรณีของ Timer1 เป็นการสั่งให้ Timer/Counter1 หยุดทำงาน ส่วนรีจิสเตอร์ TCON ใช้ควบคุมการทำงานของ Timer/Counter เป็นรีจิสเตอร์ขนาด 8 บิต สามารถเข้าถึงระดับบิตได้ มีโครงสร้างดังรูป

TF1	TR1	TF0	TR0	IE1	IT1	IE0	IT0
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

รูปที่ 2-4 บิตต่างๆ ในรีจิสเตอร์ TCON

โดยที่ TF1/0 แสดงการโอเวอร์โฟลว์ของ Timer 1,0 จะเซตโดย hardware และเคลียร์

โดย software

TR1/0 ควบคุมการเปิดปิด Timer 1,0 จะเซตและเคลียร์โดย software

IE1/0 แสดงการอินเตอร์รัพท์จาก INT1 และ INTO

IT1/0 บิตเลือกชนิดสัญญาณอินเตอร์รัพท์จากภายนอก INT1 และ INTO

การเริ่มและหยุด Timer นั้นสามารถควบคุมได้ที่บิต TRx ในรีจิสเตอร์ TCON โดยปกติแล้ว TRx จะเคลียร์หลังจากระบบถูกรีเซต ซึ่งเป็นการให้ Timer ไม่นับและ TRx นี้จะเซตให้เริ่มทำงานได้ด้วย SETB TRx และสามารถหยุดการทำงานได้ด้วยคำสั่ง CLR TRx

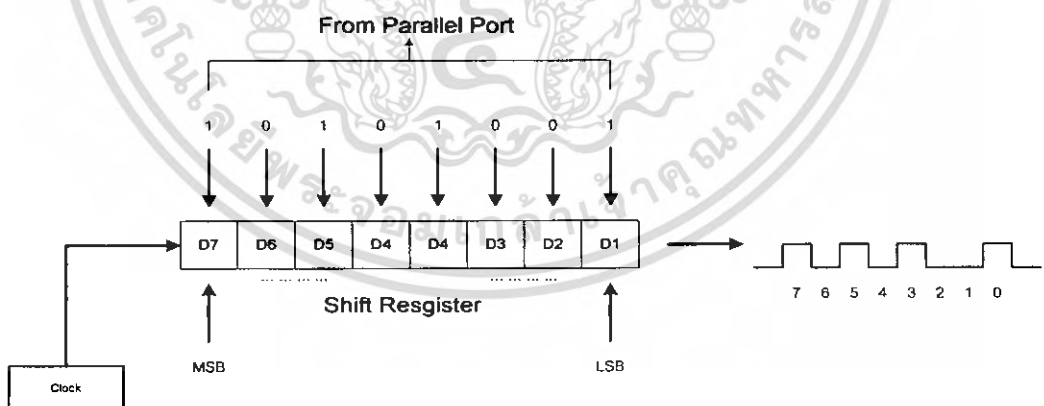
2.2.3 การสื่อสารข้อมูลแบบ Asynchronous

เป็นการรับและส่งข้อมูลโดยไม่จำเป็นต้องมีสัญญาณนาฬิกาพร้อมด้วยแต่จะใช้การกำหนดค่าอัตราเร็วในการรับส่งข้อมูลให้มีค่าเท่ากัน ซึ่งเรียกอัตราเร็วนี้ว่า baud rate (bit/second)

รูปแบบของข้อมูลที่ใช้ในการรับส่งแบบ Asynchronous ประกอบด้วย 4 ส่วนด้วยกัน คือ

1. บิตเริ่มต้น (start bit) มีขนาด 1 บิต
2. บิตข้อมูลแบบอนุกรม มีขนาด 8 บิต
3. บิตตรวจสอบพาริตี (parity bit) มีขนาด 1 บิตหรือ ไม่มี
4. บิตปิดท้ายหรือบิตหยุด (stop bit) มีขนาด 1 บิต

เมื่อไมโครคอมพิวเตอร์ต้องการจะรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม ตัวไมโครคอมพิวเตอร์จะส่งข้อมูลออกไปทางพอร์ทแบบขนานก่อน จากนั้นจะมีอุปกรณ์มาต่อที่พอร์ท เพื่อแปลงข้อมูลแบบขนานให้เป็นแบบอนุกรมอีกทีหนึ่ง (Parallel to Serial Conversion) ตัวแปลงข้อมูลนี้อาจจะพิจารณาง่าย ๆ ว่าเป็น Shift Register ดังรูปที่ 2-5



รูปที่ 2-5 การแปลง Parallel to Serial

สำหรับตัวรับข้อมูลแบบอนุกรมนั้นเมื่อตัวรับข้อมูลทำงานจะเป็นการรับเข้ามาใน shift register แล้วส่งข้อมูลให้ไมโครคอมพิวเตอร์แบบขนานอีกทีหนึ่ง (Serial to Parallel) ระบบคอมพิวเตอร์ในปัจจุบันจะมีตัวแปลง Parallel to Serial และ Serial to Parallel อยู่ในชิพไอซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรียกว่า Universal Asynchronous Receiver Transmitter (UART) การส่งข้อมูลแบบอนุกรมนั้น จะต้องมีการเพิ่มเติมข้อมูลบางอย่างเข้าไปเพื่อให้การรับส่งข้อมูลสามารถทำงานได้ถูกต้องมากขึ้น โดยมีการเติมค่าบิตต่างๆ ลงไปตามรูป

Start	D ₀	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	D ₇	Parity	Stop
-------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	--------	------

รูปที่ 2-6 บิตต่างๆ ของการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม

ถ้ามีการส่งข้อมูลแบบ 8 บิต จะต้องส่งบิตแรกออกไปก่อน เรียกว่า บิตเริ่มต้น (Start Bit) ถ้ามีการส่งข้อมูลหลายๆ ไบต์ออกมา บิตนี้จะเป็นตัวบอกว่ามีข้อมูลใหม่มาแล้ว โดยทั่วไปบิตเริ่มต้นมักมีระดับลอจิกเป็น “0” ต่อจากบิตเริ่มต้นจะเป็นข้อมูลบิต D₀ ถึง D₇ จากนั้นจะตามด้วยบิตตรวจสอบและบิตหยุด เพื่อบอกการสิ้นสุดของข้อมูล บิตหยุดอาจมีจำนวนมากกว่า 1 บิตก็ได้ เช่น ½ บิต , 2 บิต

การสื่อสารแบบอนุกรมนี้ การกำหนดอัตราเร็วในการรับส่งข้อมูลจะบอกเป็นบิตต่อวินาที (bit per second : bps) ที่เรียกว่าอัตราบอดหรือบอดเรต (baud rate) โดยค่ามาตรฐานที่ใช้กัน มีหลายค่าได้แก่ 110, 150, 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600 และ 19200 บิตต่อวินาที สำหรับความเร็วของการส่งข้อมูล (baud rate) สามารถหาได้จากการหารสัญญาณนาฬิกาที่ใช้กับ MCS-51

2.2.4 การรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม

การรับส่งข้อมูลแบบอนุกรมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 นั้นภายในชิพจะมี UART อยู่ในตัว ซึ่งเป็นข้อดีของไมโครคอนโทรลเลอร์ พอร์ตอนุกรมของ MCS-51 จะใช้ขา TXD และ RXD ในการรับส่งข้อมูลโดยขาทั้ง 2 จะอยู่ในพอร์ท 3 คือ P3.1 หรือขา 11 เป็น TXD และ P3.0 หรือขา 10 เป็น RXD พอร์ตอนุกรมของ MCS-51 สามารถทำงานแบบ full duplex ได้ คือสามารถรับส่งข้อมูลได้ในเวลาเดียวกัน โดยในการรับส่งข้อมูลจะมีบัฟเฟอร์สำหรับเก็บข้อมูลให้ใช้

Register ที่สำคัญในการรับส่งข้อมูล คือ SBUF และ SCON ซึ่งเป็นรีจิสเตอร์ที่อยู่ใน Special Function Register โดยที่ถ้าเขียนข้อมูลลงไปทีรีจิสเตอร์ Serial Port Buffer (SBUF) จะเป็นการส่งข้อมูลออกทางพอร์ตอนุกรม และถ้าอ่านข้อมูลจาก SBUF นี้จะเป็นการรับข้อมูลจากพอร์ตอนุกรม

สำหรับ Serial Port Control Register (SCON) จะเป็นรีจิสเตอร์ที่สามารถเข้าถึงข้อมูลระดับบิตได้ รีจิสเตอร์นี้จะทำหน้าที่ควบคุมและบอกสถานะต่างๆของการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม

บิต TI เมื่อเป็น “1” แสดงว่าข้อมูลได้ถูกส่งออกพอร์ตไปแล้ว ,บิต RI เมื่อเป็น “1” แสดงว่าได้รับข้อมูลเข้ามาแล้ว ,บิต REN เป็นตัวใช้กำหนดให้มีการรับข้อมูล ,บิต SM0 SM1 และ SM2 เป็นบิตที่ใช้กำหนดโหมดการทำงาน ,บิต TB8 และ RB8 เป็นบิตตรวจสอบที่ส่งออกและรับเข้าเมื่อใช้งานโหมด 2 และ 3

SM0	SM1	SM2	REN	TB8	RB8	TI	RI
-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	----

รูปที่ 2-7 บิตต่างๆ ของรีจิสเตอร์ SCON

ในการจะรับส่งข้อมูลผ่านพอร์ตอนุกรมต้องทำการป้อนค่าให้กับรีจิสเตอร์ SCON ก่อนเพื่อกำหนดโหมดการทำงานและลักษณะต่างๆของการรับและส่งข้อมูล

2.2.5 อัตราการส่งข้อมูลของพอร์ตอนุกรม

ในโหมด 0 และ 2 ไม่สามารถกำหนดอัตราการรับส่งข้อมูลได้ โดยในโหมด 0 จะมีอัตรา baud rate= ความถี่ oscillator หารด้วย 12 ในโหมด 1 จะมี 2 ค่าคือ ความถี่ oscillator หารด้วย 32 ที่ SMOD=“0” และหารด้วย 64 ที่ SMOD=“1” ซึ่งสามารถกำหนดได้ในรีจิสเตอร์ PCON บิตที่ 7

การคำนวณหาค่าอัตราบอดเรตที่กำหนดด้วย Timer 1 สามารถหาได้ด้วยสมการนี้

$$Baud Rate = 2^{SMOD} / 32 * ความถี่ oscillator / (12 * [256 - TH1])$$

โดยที่ SMOD เป็นค่าของบิตภายในรีจิสเตอร์ PCON ซึ่งอาจมีค่าเป็น 0 หรือ 1

TH1 ค่าภายในรีจิสเตอร์ TH1 ใช้สำหรับ Reload ค่าของการนับเวลา

รูปแบบทั่วไปของการหาค่า Baud Rate ในโหมด 1 และ 3 สามารถหาได้ดังนี้

$$Baud Rate = Timer1 Overflow Rate / 32$$

ค่า Baud Rate	Crystal	SMOD โหมด	ค่าใน TH1	ค่า Baud Rate ที่ได้	Error
9,600	12.00	1	-7(F9H)	8,923	7%
9,600	11.059	0	-3(FDH)	9,600	0
2,400	11.059	0	-12(F4H)	2,400	0
1,200	11.059	0	-24(E8H)	1,200	0

ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างความถี่สัญญาณพิกาทที่ใช้กำหนด Baud Rate ค่าต่างๆ

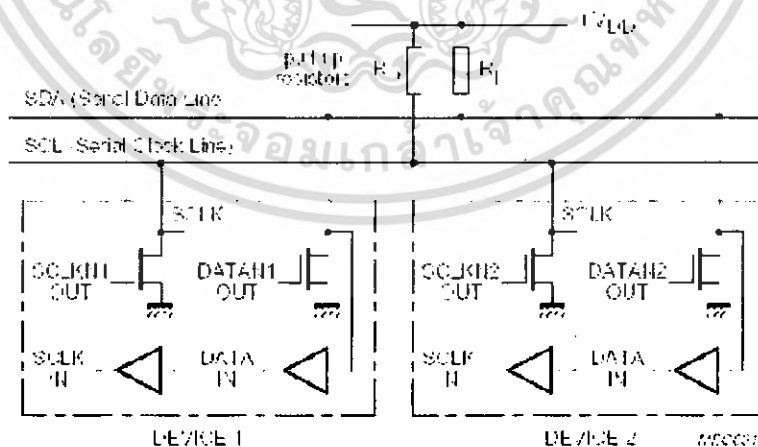
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 การเชื่อมต่อพอร์ตอนุกรมกับระบบบัส I²C

I²C ย่อมาจาก Inet-IC communication หมายถึง การติดต่อสื่อสารระหว่างไอซี (IC) โดยบัส I²C ได้รับการพัฒนาขึ้นโดยฟิลิปส์ (Philips) ด้วยจุดมุ่งหมายหลักคือ ต้องการให้ไอซีหรือโมดูลสามารถติดต่อสั่งงาน และควบคุมภายใต้สายสัญญาณเพียง 2 เส้น เส้นหนึ่งคือ สายข้อมูล อีกเส้นหนึ่งคือสายสัญญาณนาฬิกาที่ใช้ในการกำหนดจังหวะการทำงาน การต่อร่วมกันของอุปกรณ์บนบัส I²C ทำได้ง่ายมาก เพียงต่อสายข้อมูลและสายสัญญาณนาฬิกาของอุปกรณ์แต่ละตัวขนานหรือพ่วงกันไป ส่วนการกำหนดแอดเดรส (Address) หรือตำแหน่งสำหรับติดต่ออุปกรณ์แต่ละตัว จะใช้รหัสข้อมูลและการกำหนดสถานะลอจิก (Logic) ที่ขาแอดเดรสของอุปกรณ์แต่ละตัว

คุณสมบัติโดยทั่วไปของบัส I²C

สาย SDA และ SCL เป็นสายสัญญาณ 2 ทิศทาง (bi-directional) ต้องมีการต่อตัวต้านทาน पुलล์อัพกับแรงดัน +5V ใต้ตลอดเวลา เพื่อให้สายมีสถานะลอจิกสูงในขณะที่ไม่มีการติดต่อใช้งาน ทั้งยังช่วยการป้องกันสัญญาณรบกวนที่อาจมีเข้ามาในสายสัญญาณทั้งสองวงจรเอาต์พุตของอุปกรณ์ที่ต่ออยู่บนบัส I²C ต้องมีลักษณะเป็นวงจรเดรนเปิด (open-drain) หรือคอลเล็กเตอร์เปิด (open-collector) อัตราการถ่ายทอข้อมูลบนบัส I²C สูงถึง 100 กิโลบิตต่อวินาทีในโหมดปกติ (standard mode) และสูงถึง 40 กิโลบิตต่อวินาทีในโหมดความเร็วสูง (fast mode) อุปกรณ์ที่ต่ออยู่บนบัส I²C จะต้องมีค่าความจุไฟฟ้ารวมที่เกิดขึ้นระหว่างสาย SDA และ SCL ไม่เกิน 400pF การเข้าถึงอุปกรณ์บนบัส I²C มี 2 แบบคือแบบ 7 บิต (7-bit addressing) หรือ 10 บิต (8-bit addressing)

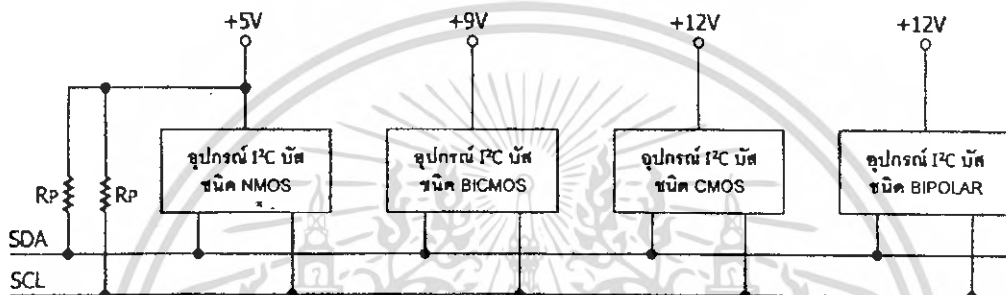


รูปที่ 2-8 โครงสร้างวงจรเอาต์พุตของอุปกรณ์ที่ใช้การเชื่อมต่อนระบบบัส I²C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

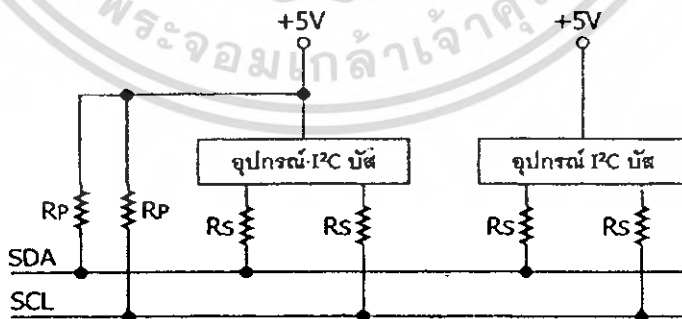
สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ข้อเด่นอีกประการหนึ่งของบัส I²C คือ สามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์ที่ใช้ไฟเลี้ยงไม่เท่ากันให้สามารถติดต่อสื่อสารกันได้ โดยอุปกรณ์บนบัส I²C ตัวหนึ่งอาจใช้ไฟเลี้ยง +5V ในขณะที่อีกตัวหนึ่งใช้ไฟเลี้ยง +12V การต่อร่วมกันบนบัส I²C สามารถกระทำได้ในลักษณะเดียวกับกรณีที่อุปกรณ์ทั้งสองใช้ไฟเลี้ยงเท่ากัน กล่าวคือ ให้ต่อสาย SDA และ SCL ของอุปกรณ์แต่ละตัวเข้าด้วยกัน และต้องต่อตัวต้านทานพูลอัพ (Rp) เข้ากับแรงดัน +5V ไว้ด้วยเสมอ ดังแสดงในรูป 2-9



รูปที่ 2-9 แสดงการเชื่อมต่ออุปกรณ์บนระบบบัส I²C ที่ใช้ไฟเลี้ยงไม่เท่ากัน

ในกรณีที่อาจมีแรงดันไฟกระชากขนาดใหญ่ปะปนเข้ามาในบัส I²C ที่ขา SDA และ SCL ของอุปกรณ์แต่ละตัวต้องต่อตัวต้านทานอนุกรมกับขา SDA และ SCL เรียกว่า R_s ก่อนต่อเข้าสู่บัส I²C ดังแสดงในรูปที่ 2-10



รูปที่ 2-10 การต่อตัวต้านทานเพื่อป้องกันแรงดันที่อาจปะปนเข้ามาในไฟเลี้ยงในระบบบัส I²C

72994

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1 หลักการของบัส I²C

บัส I²C ประกอบด้วยสายสัญญาณ 2 เส้น ดังที่ได้กล่าวมาแล้วคือ SDA และ SCL อุปกรณ์ที่ต่อพ่วงบนบัสสามารถมีได้มากมาย ดังนั้นจึงต้องมีการกำหนดรูปแบบของการติดต่อบนบัส หรือเรียกว่าโปรโตคอล (protocol) เพื่อให้ผู้ใช้งานทราบว่า ขณะนี้อุปกรณ์ใดติดต่อกันอยู่ และอุปกรณ์ตัวใดเป็นตัวรับ หรือตัวส่ง ต่อไปนี้จะขออธิบายลักษณะ หน้าที่ และนิยามของอุปกรณ์ที่ต่ออยู่บนบัส I²C เพื่อเป็นข้อตกลงพื้นฐานก่อนที่จะอธิบายการทำงานของบัส I²C ต่อไป

อุปกรณ์ที่เป็นผู้สร้างข้อมูลหรือส่งข้อมูล เรียกว่า ตัวส่ง (Transmitter)

อุปกรณ์ที่เป็นผู้รับข้อมูล เรียกว่า ตัวรับ (Receiver)

ในอุปกรณ์บนบัส I²C สามารถเป็นได้ทั้งตัวรับและตัวส่ง บางอุปกรณ์ทำหน้าที่เป็นตัวรับเพียงอย่างเดียว จะไม่มีอุปกรณ์ใดบนบัส I²C ที่ทำหน้าที่เป็นตัวส่งเพียงอย่างเดียว

อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ควบคุมจังหวะการทำงานหรือการติดต่อบนบัส I²C เรียกว่า มาสเตอร์ (master)

อุปกรณ์ที่ถูกควบคุมหรืออุปกรณ์ที่ต่อพ่วงเข้าไปบนบัส I²C เรียกว่า สเลฟ (slave)

ข้อกำหนด 2 ประการสำคัญของการติดต่อบนบัส I²C คือ

- (1) การถ่ายทอดข้อมูลจะเกิดขึ้น ได้เมื่อบัสว่างเท่านั้น
- (2) ในระหว่างการถ่ายทอดข้อมูล เมื่อใดก็ตามที่สาย SCL มีสถานะลอจิกสูง สายข้อมูลต้องรักษาข้อมูลไว้ อย่าให้เกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นเด็ดขาด มิฉะนั้น สัญญาณที่เกิดขึ้นจะได้รับการแปลความหมายเป็นสัญญาณควบคุมแทน

2.3.2 สภาวะที่เกิดขึ้นบนบัส I²C

มีด้วยกัน 5 สภาวะ ดังนี้

(1) บัสว่าง (Bus not busy) สภาวะนี้เกิดขึ้นเมื่อสถานะลอจิกบนสาย SDA และ SCL เป็นลอจิกสูงทั้งคู่ นั้นหมายความว่า การถ่ายทอดข้อมูลสามารถเริ่มต้นขึ้นได้

(2) เริ่มต้นการถ่ายทอดข้อมูล (Start data transfer) เกิดขึ้นเมื่อสาย SDA เปลี่ยนระดับลอจิกจากสูงไปต่ำ ในขณะที่สาย SCL มีสถานะลอจิกสูง เรียกสภาวะที่เกิดขึ้นนี้ว่า สภาวะเริ่มต้น (START)

(3) ข้อมูลค้างอยู่บนบัส (data valid) สภาวะนี้เกิดขึ้นถัดจากสภาวะเริ่มต้น โดยสถานะลอจิกที่เกิดขึ้นบนสาย SDA ก็คือข้อมูลที่ทำการถ่ายทอด เมื่อสาย SCL เป็นลอจิกสูง สถานะที่สาย SDA ต้องคงที่เพื่อให้อุปกรณ์รับรู้ข้อมูลในจังหวะนั้นว่า เป็น "0" หรือ "1" ข้อมูลอาจเกิดการเปลี่ยนแปลงได้ในขณะที่สาย SCL เป็นลอจิกต่ำ แต่เมื่อใดก็ตามที่ต้องการให้เกิดการถ่ายทอดข้อมูล

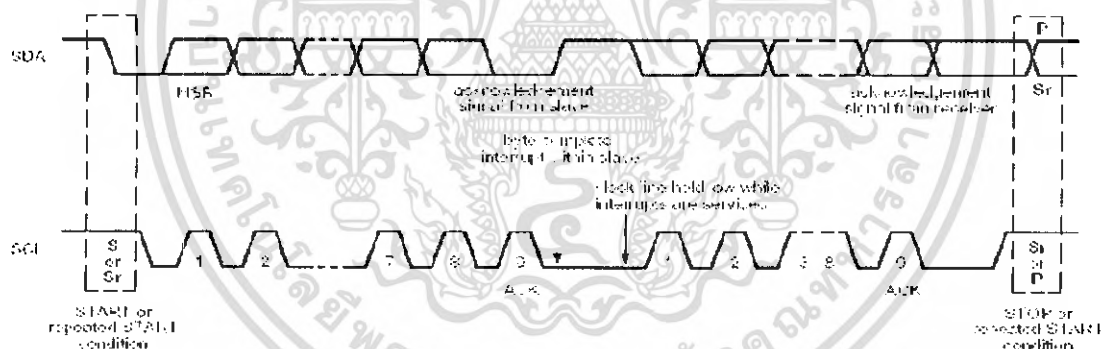
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างสมบูรณ์ สถานะลอจิกที่ขา SDA ต้องคงที่ตลอดช่วงเวลาที่สาย SCL ที่สถานะลอจิกสูง หากเกิดการเปลี่ยนแปลงสถานะลอจิกในขณะที่สาย SCL มีลอจิกอยู่นั้น อุปกรณ์มาสเตอร์ที่ทำการควบคุมการถ่ายทอคนั้นเกิดความผิดพลาดขึ้น

(4) รับรู้ข้อมูล (acknowledge) เกิดขึ้นหลังจากที่การถ่ายทอข้อมูลจากตัวส่งมายังตัวรับเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ โดยตัวส่งจะทำการส่งข้อมูลมา 1 บิต เรียกว่า บิตรับรู้ (acknowledge) มีสถานะเป็นลอจิกสูงหลังจากส่งข้อมูลมาครบถ้วน ส่วนอุปกรณ์มาสเตอร์จะทำการส่งสัญญาณรับรู้พิเศษซึ่งสัมพันธ์กับสัญญาณนาฬิกา อุปกรณ์สเลฟที่ถูกอ้างถึงในการติดต่อหรือกำลังติดต่ออยู่ในขณะนั้นก็จะกำเนิดบิตรับรู้ที่มีสถานะลอจิกต่ำเพื่อตอบสนองให้ทราบว่าได้รับข้อมูลเรียบร้อยแล้ว

(5) หยุดการถ่ายทอข้อมูล (stop data transfer) เกิดขึ้นเมื่อสาย SDA มีการเปลี่ยนแปลงระดับลอจิกจากต่ำไปสูง ในขณะที่สาย SCL มีสถานะลอจิกสูง เรียกว่าสภาวะที่เกิดขึ้นนี้ว่า สภาวะหยุด (STOP)

ในรูป 2 – 11 เป็นไดอะแกรมเวลาแสดงถึงการเกิดสภาวะต่าง ๆ บนบัส I²C ไม่ว่าจะเป็นสภาวะบัสว่าง เริ่มต้น ถ่ายทอข้อมูล รับรู้ และหยุดการถ่ายทอข้อมูล



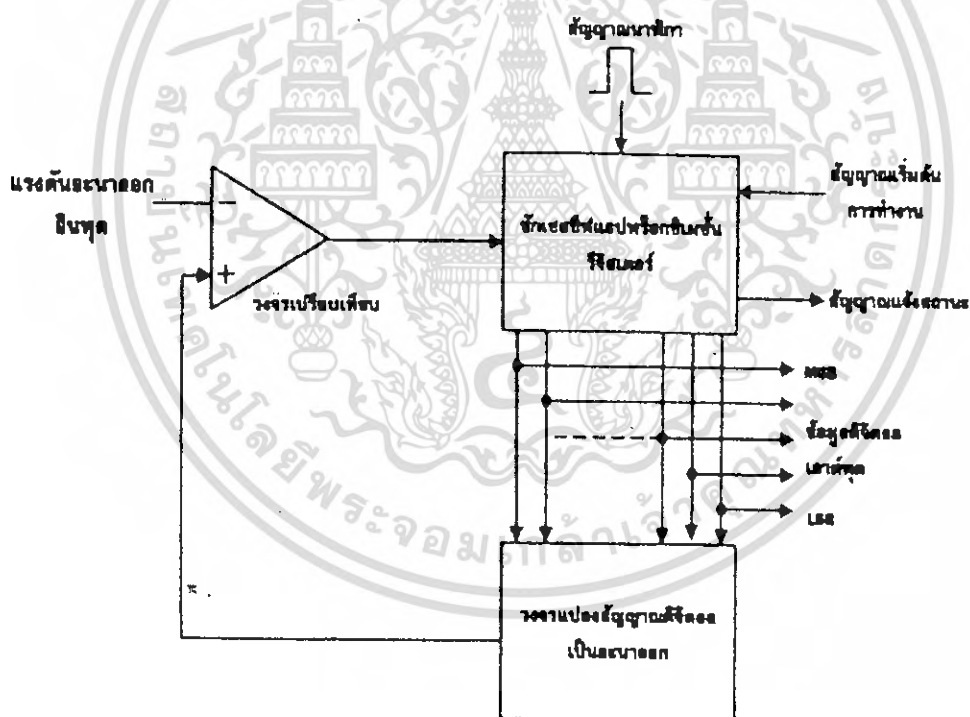
รูปที่ 2 – 11 ไดอะแกรมเวลาแสดงสภาวะต่างๆ ที่เกิดขึ้นบนระบบบัส I²C

ปกติแล้วข้อมูลในการติดต่อกับพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์นั้นจะเป็นสัญญาณดิจิทัล ทั้งสิ้นแต่เมื่อทำมาเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกแล้ว ย่อมต้องเชื่อมต่อและประมวลผลสัญญาณแอนะล็อกด้วยอุปกรณ์สำคัญที่ทำหน้าที่นี้คือ ไอซี ADC (Analog to Digital Converter)

2.3.3 การแปลงสัญญาณแอนะล็อกดิจิทัลแบบซัคเซสซีฟแอปพร็อกซิเมชัน (Successive Approximation ADC)

ถ้าจะแปลงอาจเรียกกระบวนการ ADC แบบนี้ว่า เป็นการแปลงแบบประมาณค่าใกล้เคียง บล็อกไดอะแกรมของกระบวนการ ADC แบบนี้แสดงในรูป 2 – 12 ส่วนสำคัญหลักประกอบด้วย วงจรเปรียบเทียบแรงดัน วงจรแปลงสัญญาณดิจิทัลเป็นแอนะล็อก (DAC : Digital to Analog Converter) สัญญาณนาฬิกา และส่วนควบคุมลอจิก

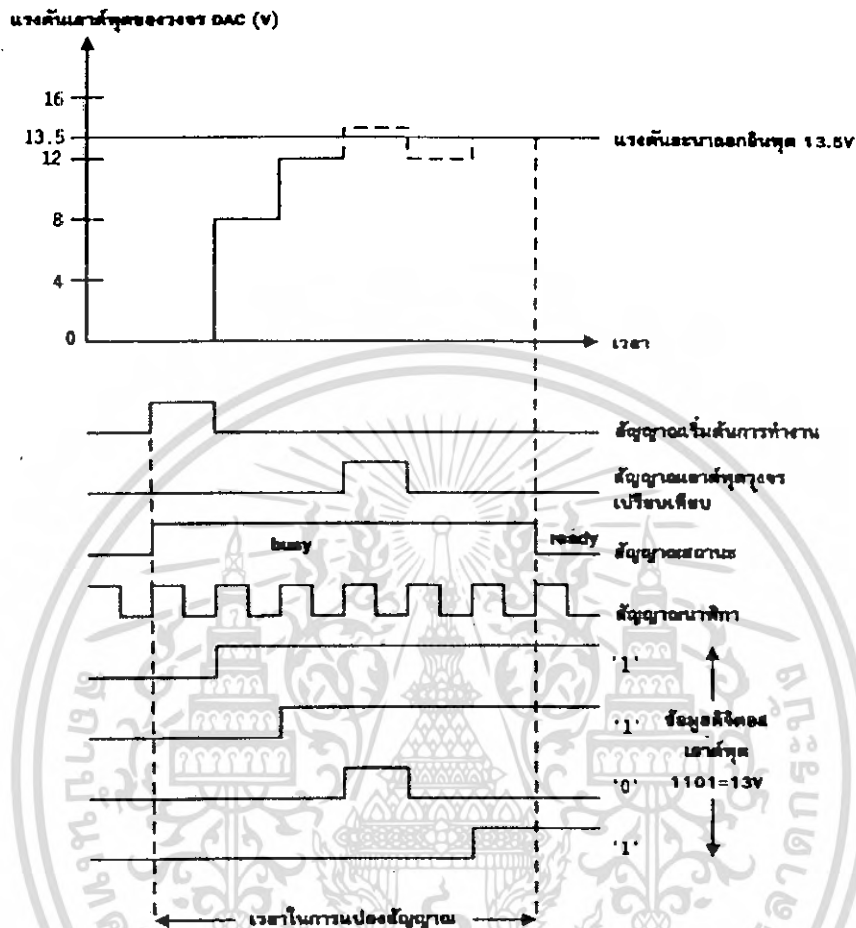
จุดแตกต่างที่อยู่ ADC แบบซัคเซสซีฟแอปพร็อกซิเมชันนี้จะใช้รีจิสเตอร์เลขฐานสอง หรือ ไบนารีรีจิสเตอร์แทนวงจรมับเลขฐานสองแต่ละบิตของรีจิสเตอร์จะเซตและรีเซต โดยการควบคุมจากวงจรควบคุมต่อไปนี้จะอธิบายการทำงานของ ADC แบบนี้ไปที่ละขั้น ขอให้พิจารณา ไดอะแกรมเวลาในรูปที่ 2 - 13 ร่วมด้วย



รูปที่ 2 - 12 ไดอะแกรมแสดงการทำงานของวงจร ADC แบบซัคซีฟแอปพร็อกซิเมชัน

กำหนดให้แรงดันแอนะล็อกอินพุต (Vin) มีค่าคงที่ที่ 13.5 V

1. สัญญาณเริ่มต้นการทำงาน (start converter) มายังชั๊กเซตซีฟแอฟปร็อกซิเมชันรีจิสเตอร์ (successive approximation register)
2. ขณะนี้สัญญาณของรีจิสเตอร์จะไม่ว่าง (busy) สัญญาณนาฬิกาถูกแรกถูกส่งเข้ามาเพื่อกำหนดค่าของรีจิสเตอร์เท่ากับ 0000
3. เอาต์พุตของ DAC จะเป็น 0 V ส่งไปในวงจรเปรียบเทียบ ทำการเปรียบเทียบกับแรงดัน Vin ในขณะนี้จะได้ เอาต์พุตเท่ากับ -5V กำหนดเป็นลอจิก “0”
4. เมื่อสัญญาณนาฬิกาถูกส่งเข้าไปเข้ามา จะทำการเซตบิต MSB ของรีจิสเตอร์เป็น “1”
5. ในกรณีนี้เป็น ADC ขนาด 4 บิต ดังนั้นการที่บิต MSB เซต จะทำให้วงจร DAC แปลงค่าเป็นแรงดัน 8 V นำไปเปรียบเทียบกับวงจรเปรียบเทียบแรงดัน แต่ก็ยังน้อยกว่า Vin ดังนั้นเอาต์พุตของวงจรเปรียบเทียบจึงยังคงเป็น “0” ทำให้รีจิสเตอร์ยังคงค่าบิต MSB ให้เป็น “1” ต่อไป
6. ต่อมาบิต B2 (ถัดจาก MSB 1 บิต เนื่องจากมี 4 บิตกำหนดบิต MSB = B3) จะเซตซึ่งจะมีค่าเท่ากับ 4V นำไปรวมกับค่าของบิต MSB ที่มีอยู่ 8V เช่น 12V นำไปเปรียบเทียบกับ Vin ก็ยังน้อยกว่ารีจิสเตอร์จึงยังคงค่า B2 ไว้ที่ “1” เช่นกัน
7. ต่อมาบิต B1 จะเซตทำให้แรงดันเอาต์พุตมา DAC กลายเป็น $8+4+2 = 14V$ ซึ่งมากกว่า Vin ทำให้วงจรเปรียบเทียบเกิดการเปลี่ยนสถานะเป็น “1” ซึ่งจะส่งสัญญาณมาควบคุมให้ B1 กลายเป็น “0”
8. เมื่อบิต LSB ถูกเซตจะมีค่าแรงดัน 1V เข้ามารวมกับค่าของ B3 B2 และ B1 เป็น $8+4+0+1 = 13V$ นำไปเปรียบเทียบกับ Vin ทำให้บิต B0 หรือ LSB มีค่าเป็น “1”
9. ขณะนี้ทุกบิตในรีจิสเตอร์ถูกนำมาแปลงค่าเรียบร้อยแล้ว ทำให้สถานะของรีจิสเตอร์กลับมาเป็น พร้อมทำงาน (ready)
10. ข้อมูลดิจิตอลที่ได้จากการ ADC แบบนี้ จะมีค่า 1101 หรือ 13V ซึ่งจะมีใกล้เคียงกับ Vin 13.5V มากที่สุด ถ้าหากรีจิสเตอร์มีจำนวนบิตมากกว่านี้ ความละเอียดของข้อมูลที่แปลงได้จะมีความใกล้เคียงมากขึ้น ช่วงเวลาของการแปลงสัญญาณจะเริ่มต้นขึ้นตั้งแต่สัญญาณนาฬิกาถูกแรกถูกส่งเข้าไปเตรียมระบบไปจนถึงเมื่อสถานะของรีจิสเตอร์กลับมาเป็น “พร้อมทำงาน” อีกครั้งหนึ่ง ซึ่งจะต้องใช้จำนวนสัญญาณนาฬิกาเท่ากับ $n+1$ พัลส์ โดย n เท่ากับ จำนวนบิตรีจิสเตอร์



รูปที่ 2-13 ไลอะแกรมเวลาแสดงการทำงานของ ADC แบบซิกเซฟแอฟหรือกซิเมชัน

ดังนั้นถ้าหาก ADC แบบซิกเซฟแอฟหรือกซิเมชันขนาด 4 บิตตามตัวอย่างที่อธิบายนี้ใช้สัญญาณนาฬิกาความถี่ 50kHz เวลาที่ใช้ทั้งหมดในการแปลงสัญญาณจะคำนวณได้ดังนี้

- (1) คำนวณค่าเวลาของสัญญาณนาฬิกา

$$F_{clk} = 50 \text{ kHz} = 50000$$

$$T = 1/50000 = 20 \text{ ms}$$

(2) จำนวนสัญญาณนาฬิกาทั้งหมดที่ใช้ในการแปลงเท่ากับ $n+1$, n มีค่าเท่ากับ 4 เนื่องจากมีจำนวน 4 บิต ดังนั้นจำนวนสัญญาณนาฬิกาที่ใช้ทั้งหมดจึงเท่ากับ $4+1 = 5$

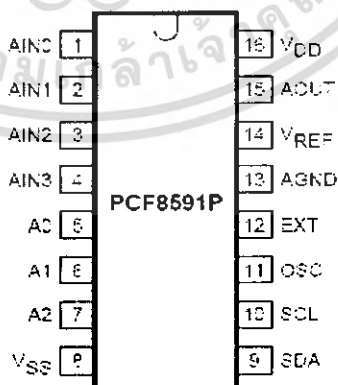
- (3) เวลาทั้งหมดที่ใช้เท่ากับ $5 \times 20 = 100 \text{ ms}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 PCF8591

PCF8591 เป็นไอซีแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิทัลขนาด 8 บิต 4 ช่อง และยังสามารถแปลงสัญญาณดิจิทัลเป็นอนาล็อกในคราวเดียวกัน ด้วยการควบคุมผ่านระบบบัส I²C ทำให้สามารถพ่วงไอซี PCF8591 ได้สูงสุดถึง 8 ตัว รองรับการอ่านค่าสัญญาณแอนะล็อกอินพุตได้สูงสุด 32 ช่อง และสามารถส่งสัญญาณอนาล็อกเอาต์พุตสูงสุดได้ถึง 8 ช่องด้วยการกำหนดแอดเดรสจากขา A0, A1 และ A2 ในรูปที่ 2 – 14 แสดงรายละเอียดการจัดขาของไอซี PCF8591 ส่วนคุณสมบัติทางเทคนิคที่สำคัญมีดังนี้

- ทำงานโดยใช้แหล่งจ่ายไฟชุดเดียว
- ย่านไฟเลี้ยง 2.5V – 6V
- กินกระแสขณะอยู่ในสภาวะเสถียรน้อย
- สามารถเลือกแอดเดรสทางฮาร์ดแวร์จากขา A0,A1,A2 ทำให้ต่อพ่วงกันได้สูงถึง 8 ตัว
- อัตราการสุ่มข้อมูล (sampling) ขึ้นอยู่กับความเร็วของสัญญาณนาฬิกาบนบัส I²C
- วงจรแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิทัล (ADC) สามารถรับสัญญาณอนาล็อกได้ 4 ช่อง ทั้งยังเลือกได้ว่าจะทำงานแบบแยกช่องหรือทำงานแบบวงจรดิฟเฟอเรนเชียล
- การอ่านค่าสามารถกำหนดให้เลื่อนช่องอินพุตโดยอัตโนมัติได้
- สัญญาณอนาล็อกมีระดับแรงดันตั้งแต่ V_{ss} ไปจนถึง V_{dd}
- วงจรแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิทัลเป็นแบบซิกเซสซีฟแอปพริอ็อกซิเมชัน 8 บิต
- มีวงจรแปลงสัญญาณดิจิทัลเป็นอนาล็อกขนาด 8 บิต 1 ช่อง



รูปที่ 2 – 14 การจัดขาและตารางแสดงชื่อขาสัญญาณของ PCF8591

2.4.1 รายละเอียดฟังก์ชันต่างๆ ของ PCF

ตำแหน่งแอดเดรส

ในระบบบัส I²C การติดต่อกับอุปกรณ์แต่ละตัวต้องระบุแอดเดรสของอุปกรณ์เหล่านั้นอย่างชัดเจนถ้าเป็นการอ้างถึงแบบ 7 บิต ข้อมูลกำหนดแอดเดรส 4 บิตบนจะเป็นค่าแอดเดรสเฉพาะของอุปกรณ์นั้น ๆ ที่กำหนดมาจากผู้ผลิต ผู้ใช้งานสามารถเปลี่ยนแปลงได้ สำหรับไอซี PCF8591 จะมีค่าเท่ากับ I001 (ฐานสอง) ข้อมูล 3 บิตถัดมาจะเป็นค่า แอดเดรส ที่ผู้ใช้งานสามารถกำหนดได้ทางฮาร์ดแวร์เพื่อเลือกไอซี PCF8591 ที่ต้องการติดต่อกับในกรณีที่มีการต่อใช้งาน PCF8591 มากกว่า 1 ตัว ส่วนบิต LSB ใช้ในการกำหนดว่าต้องการอ่านหรือเขียนข้อมูลกับไอซีตัวนั้นๆ โดยมีรูปแบบการกำหนดค่าดังนี้

บิต7	บิต6	บิต5	บิต4	บิต3	บิต2	บิต1	บิต0
1	0	0	1	A2	A1	A0	R/W

ยกตัวอย่าง ถ้าต้องการอ่านข้อมูลจากชิปที่กำหนดแอดเดรสไว้เกิน 000 จะต้องป้อนข้อมูลแอดเดรสเท่ากับ &H91 เป็นต้น

ข้อมูลควบคุม

หลังจากส่งข้อมูลกำหนดแอดเดรสให้แก่ PCF8591 ไปแล้วต้องส่งข้อมูลควบคุมไปตามด้วยเพื่อกำหนดคุณสมบัติของวงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิทัลและวงจรแปลงสัญญาณดิจิทัลเป็นแอนะล็อกภายใน PCF8591 โดยมีรายละเอียดของข้อมูลในแต่ละบิตดังในรูปที่ 2 -15

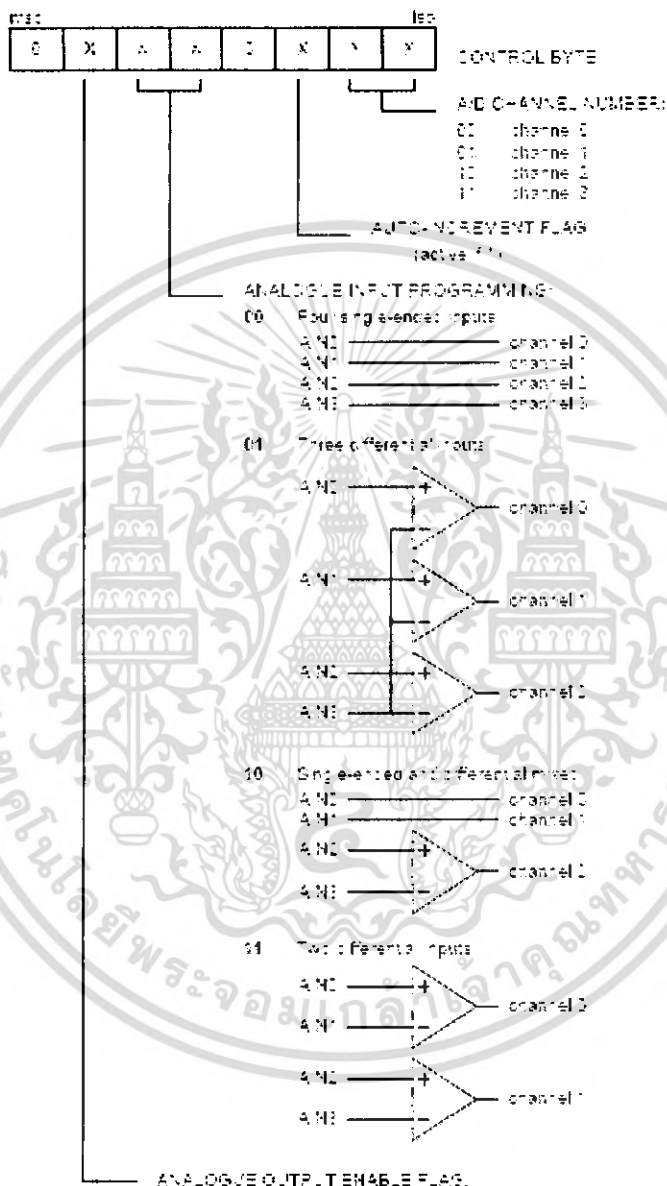
บิต 6 ของข้อมูลควบคุมใช้สำหรับเอ็นเอเบิลขาแอนะล็อกเอาต์พุต เมื่อต้องการเอ็นเอเบิลต้องกำหนดให้ขาเป็น “1”

บิต 4 และบิต 5 ของข้อมูลควบคุมใช้สำหรับการกำหนดรูปแบบของสัญญาณแอนะล็อกอินพุตที่ป้อนให้แก่ PCF8591

บิต 2 ใช้สำหรับเลือกรูปแบบการอ่านข้อมูลจากขาอินพุตแอนะล็อกว่าจะเป็นการอ่านจากอินพุตเดียวหรืออ่านแบบเรียงลำดับทุกอินพุต ถ้าต้องการเลือกให้อ่านแบบเรียงลำดับต้องกำหนดให้บิตนี้เป็น “1”

บิต 0 และ 1 ใช้สำหรับกำหนดช่องของอินพุตที่ต้องการอ่าน ถ้ากำหนดให้บิต 2 เป็น “1” หลังจากอ่านค่าของบิต “0” และบิต “1” แล้วในการอ่านค่าครั้งต่อไปจะเป็นการอ่านค่า/Pช่องที่1

ข้อมูลควบคุมทั้งหมดจะถูกเก็บไว้ในรีจิสเตอร์ควบคุมภายใน PCF8591 เมื่อจ่ายไฟให้แก่ PCF8591 ครั้งแรก บิตต่างๆ ข้อมูลภายในรีจิสเตอร์ควบคุมจะถูกกำหนดให้เป็น “0”



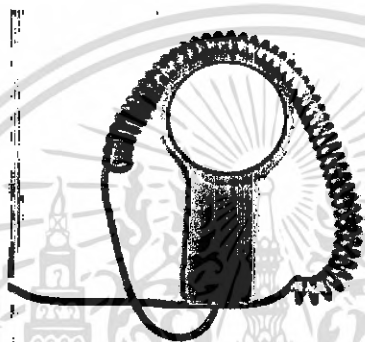
รูปที่ 2-15 รายละเอียดข้อมูลควบคุมการทำงานของ PCF8591

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 เซ็นเซอร์วัดความเข้มของแสง

แสงเป็นตัวแปรทางด้านกายภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาซึ่งสามารถส่งผลกระทบต่อบางระบบได้ โดยในบ้างอุตสาหกรรมก็ต้องมีการควบคุมตัวแปรนี้ เช่น อุตสาหกรรมอาหาร

เซลล์แสงอาทิตย์ เป็นอุปกรณ์ในการตรวจจับวัดความเข้มของแสงโดยตัวอุปกรณ์ไม่ต้องมีไฟเลี้ยง โดยเมื่อแสงมากตกกระทบจะให้แรงดันไฟออกมา

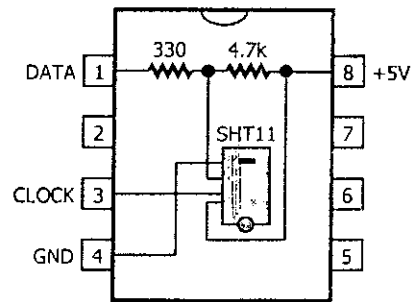
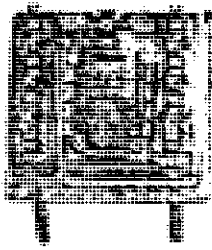


รูปที่ 2-16 แสดงเซ็นเซอร์วัดความเข้มแสง

2.6 โมดูล SHT15

เป็นโมดูลวัดความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิจาก มีขนาดเล็กด้วยรูปร่างของ โมดูล SHT15 และการจัดขา ส่วนคุณสมบัติทางเทคนิคที่สำคัญมีดังนี้

- ทำหน้าที่เป็นทั้งตัววัดความชื้นและอุณหภูมิภายใต้ตัวถังเดียวกัน
- สามารถกำหนดความละเอียดของย่านวัดได้
- มีขนาดเล็กและกินพลังงานต่ำ
- ทำงานในย่านแรงดันไฟเลี้ยง +2.4 ถึง +5.5 V
- เสถียรภาพในการทำงานสูง



รูปที่ 2-17 รูปร่างของโมดูล SHT15 และการจัดขาต่อเพื่อใช้งาน

2.6.1 รูปแบบการสื่อสารข้อมูลของ SHT11

2.6.1.1 การส่งคำสั่ง (Sending a Command)

ในสถานะเริ่มต้นก่อนการส่งข้อมูลคำสั่งจากไมโครคอนโทรลเลอร์ไปยัง SHT15 จำเป็นต้องสร้างรูปแบบสัญญาณ กระตุ้นผ่านขาสัญญาณ SCK และ DATA เพื่อให้ตรงกับเงื่อนไขที่เรียกว่า Transmission Start หรือภาวะเริ่มส่งสัญญาณ นั่นคือขา DATA ต้องถูกทำให้เป็นลอจิก “0” นานอย่างน้อย 1 ไซเคิลของสัญญาณนาฬิกา SCK หลังจากนั้น SHT15 จะทราบได้ว่าข้อมูลต่อจากนี้คือ คำสั่ง

คำสั่ง	ข้อมูลคำสั่ง
สงวนไว้	0000x
อ่านค่าอุณหภูมิ (Measure Temperature)	00011
อ่านค่าความชื้นสัมพัทธ์ (Measure Humidity)	00101
อ่านค่ารีจิสเตอร์กำหนดสถานะ(Read Status Register)	00111
สงวนไว้	0101x*ถึง*1110x
รีเซ็ตการทำงาน(Soft Reset) และต้องใช้เวลาในการทำงานอย่างน้อย 11 มิลลิวินาที จึงจะสามารถรับคำสั่งถัดไปได้	11110

ตารางที่ 2.2 คำสั่งและข้อมูลคำสั่งสำหรับควบคุมการทำงานของโมดูล SHT15

หลังจากสร้างเงื่อนไข Transmission Start แล้ว สามารถส่งคำสั่งไปยัง SHT15 เพื่อกำหนดการทำงานได้ทันที โดยข้อมูลคำสั่งต่างๆ สำหรับการทำงานแสดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.1.2 รีเซตการเชื่อมต่อ (Connection reset sequence)

เมื่อต้องการเริ่มต้นการเชื่อมต่อระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับโมดูล SHT15 ต้องสร้างสัญญาณรีเซตขึ้นก่อน โดยทำให้ขา DATA มีสถานะลอจิก “1” นานเท่ากับช่วงเวลาที่ย้อนสัญญาณนาฬิกาที่ขา SCK 9 ลูกติดต่อกัน แล้วตามด้วยการสร้างภาวะเริ่มต้นการส่งสัญญาณ

สถานะเริ่มส่งสัญญาณ



รูปที่ 2-18 แสดงการรีเซตของ SHT15

2.6.1.3 ขั้นตอนการอ่านอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์

การอ่านข้อมูลดิบของอุณหภูมิหรือความชื้นสัมพัทธ์นั้น ทำได้ภายหลังจากสร้างสถานะเริ่มต้นที่เรียกว่า Transmission Start แล้ว ตามด้วยการส่งข้อมูลคำสั่งอ่านอุณหภูมิหรือความชื้นสัมพัทธ์อย่างหนึ่ง ไปยัง โมดูล SHT15 ๑ ต้องใช้เวลาในการประมวลผลเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ต้องการ ซึ่งจะใช้เวลามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความละเอียดของข้อมูลที่ต้องการ

ความละเอียดของข้อมูลที่ประมวลผล	เวลาที่โมดูล SHT15 ใช้ประมวลผล ($\pm 15\%$)
14 บิต	210 มิลลิวินาที
12 บิต	55 มิลลิวินาที
8 บิต	11 มิลลิวินาที

ตารางที่ 2.3 แสดงค่าเวลาที่โมดูล SHT15 ต้องใช้การประมวลผลข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2 การคำนวณค่าอุณหภูมิ

ในการอ่านค่าอุณหภูมิจากโมดูล SHT15 ผู้พัฒนาสามารถเลือกความละเอียดในการอ่านได้ในแบบ 14 บิตหรือ 12บิต โดยที่ความละเอียด 14บิตเป็นค่าตั้งต้น โดยที่ผู้พัฒนาจำเป็นต้องอ่านข้อมูลดิบจากโมดูล SHT15 เข้ามาก่อน จากนั้นจึงใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อให้ได้ค่าอุณหภูมิออกมา โดยสามารถคำนวณได้จากสมการที่กำหนดมาจาก Sensirion ผู้ผลิตโมดูล SHT15 ดังนี้

$$\text{Temperature} = d1+(d2 * SO_T).....(1)$$

โดยที่ Temperature คือค่าอุณหภูมิจริง

D1 คือค่าคงที่ ขึ้นอยู่กับไฟเลี้ยงที่ป้อนให้กับขา V_{DD} ของ SHT15

D2 คือค่าคงที่ ขึ้นอยู่กับความละเอียดของอุณหภูมิที่ต้องการจาก SHT15

SO_T คือค่าอุณหภูมิที่อ่านได้จากโมดูล SHT15

ไฟเลี้ยง	ค่าคงที่อุณหภูมิตัวที่ 1 (d1)		ความละเอียด	ค่าคงที่ทางอุณหภูมิตัวที่2(d2)	
	ในหน่วย °C	ในหน่วย °F		ในหน่วย °C	ในหน่วย °F
+5V	-40.00	-40.00	14 บิต	0.01	0.018
+4V	-33.75	-39.50	12 บิต	0.04	0.072
+3.5V	-39.66	-39.35			
+3V	-39.60	-39.28			
+2.5V	-39.55	-39.23			

ตารางที่ 2.4 การกำหนดค่าคงที่ทางอุณหภูมิตัวที่ 1 และ 2 เพื่อคำนวณค่าอุณหภูมิจริงที่วัดได้

2.6.3 คำนวณค่าความชื้นสัมพัทธ์

สำหรับการอ่านค่าความชื้นสัมพัทธ์จากโมดูล SHT15 สามารถเลือกความละเอียดในการอ่านได้ในแบบ 12 บิตหรือ 8 บิต โดยที่ความละเอียด 12 บิตเป็นค่าตั้งต้นหลักโดยที่ผู้พัฒนาจำเป็นต้องอ่านข้อมูลดิบจากโมดูล SHT15 เข้ามาก่อน จากนั้นจึงใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อให้ได้ค่าความชื้นสัมพัทธ์ออกมา โดยมาสามารถคำนวณได้จากสมการที่กำหนดมาจาก ผู้ผลิตโมดูล SHT15 ดังนี้

$$RH_{true} = (T - 25) * [t1 + (t2 * SO_{RH})] + RH_{linear} \dots \dots \dots (2)$$

$$RH_{linear} = c1 + (c2 * SO_{RH}) + [c3 * (SO_{RH})^2] \dots \dots \dots (3)$$

โดยที่ RH_{true} คือค่าความชื้นสัมพัทธ์จริง

T คืออุณหภูมิจริงที่คำนวณได้จากสมการที่(1)

t1 และ t2 คือค่าคงที่โดยขึ้นอยู่กับความละเอียดของความชื้นสัมพัทธ์ที่ต้องการ

จาก SHT15 คูรยละเอียดการกำหนดจากตาราง

c1, c2 และ c3 คือค่าคงที่ขึ้นอยู่กับความละเอียดของความชื้นสัมพัทธ์ที่ต้องการ

จากโมดูล SHT15 คูรยละเอียดการกำหนดค่าจากตาราง

SO_{RH} คือค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่อ่านได้จาก SHT15

ความละเอียด	ค่าคงที่	
	t1	t2
12 บิต	0.01	0.00008
8 บิต	0.01	0.00128

ความละเอียด	ค่าคงที่		
	C1	C2	C3
12 บิต	-4	0.0405	$-2.8 * 10^{-6}$
8 บิต	-4	0.648	$-7.2 * 10^{-4}$

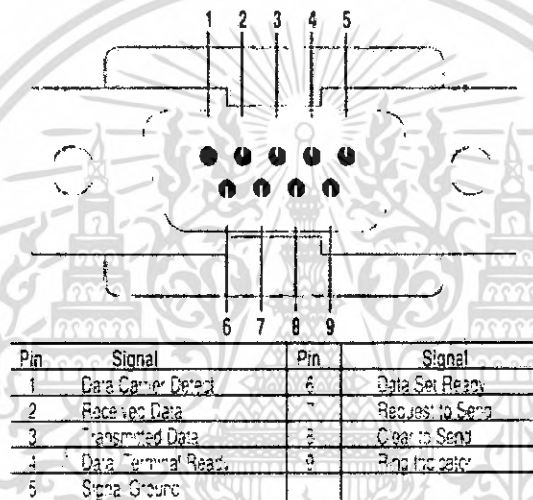
ตารางที่ 2.5 การกำหนดค่าคงที่ซึ่งต้องใช้ในการคำนวณค่าความชื้นสัมพัทธ์จริงที่วัดได้

2.7 การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม

การเชื่อมต่อระหว่างพอร์ตอนุกรมแต่ละพอร์ตจะใช้เส้นส่งสัญญาณอนุกรมแบบมาตรฐานอยู่ 3 แบบ โดยทั่วไปเราจะพบเส้นส่งสัญญาณอนุกรมแบบมาตรฐาน EIA RS – 232 มากที่สุดซึ่งเราจะเรียกว่า RS – 232 มาตรฐาน RS – 232 ได้กำหนดให้ค่าสัญญาณไฟฟ้าที่มีระดับศักดาไฟฟ้าเท่ากับ -3 หรือสูงกว่า มีค่าทางตรรกะเป็น 0 มาตรฐาน RS – 232 จะสามารถใช้ส่งข้อมูลไกลสุด 15 เมตร ด้วยอัตรา 9600 บอดแต่ถ้าเราต้องการให้ส่งข้อมูลได้ไกลกว่านี้ เราก็ต้องส่งข้อมูลด้วยอัตราที่ช้ากว่านี้และถ้าเราต้องการส่งข้อมูลในระยะทางที่ไกลกว่านี้ เราก็สามารถส่งข้อมูลด้วยอัตราที่มากกว่าอัตรา 9600 บอดมาตรฐาน EIA RS – 422 ได้กำหนดสัญญาณไฟฟ้าที่ใช้สำหรับส่งข้อมูลในอีกรูปแบบหนึ่ง โดย RS – 422 จะใช้เส้นส่งสัญญาณแบบสัญญาณผลต่าง (differential signaling) ซึ่งจะใช้เส้นส่งสัญญาณคู่หนึ่งสำหรับส่งข้อมูล และใช้เส้นส่งสัญญาณอีกคู่หนึ่งสำหรับข้อมูล มาตรฐาน RS – 422 ได้กำหนดว่าถ้าความต่างศักย์ระหว่างเส้นส่งสัญญาณอีกคู่ใดๆ มีค่าเป็นบวกแสดงว่าเส้นส่งสัญญาณคู่นี้มีค่าทางตรรกะเป็น 1 ซึ่งหมายความว่าสาย A จะต้องมีค่าความต่างศักย์สูงกว่าสาย B ซึ่งไม่เหมือนกับมาตรฐาน RS – 232 ที่มีการใช้สัญญาณที่มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

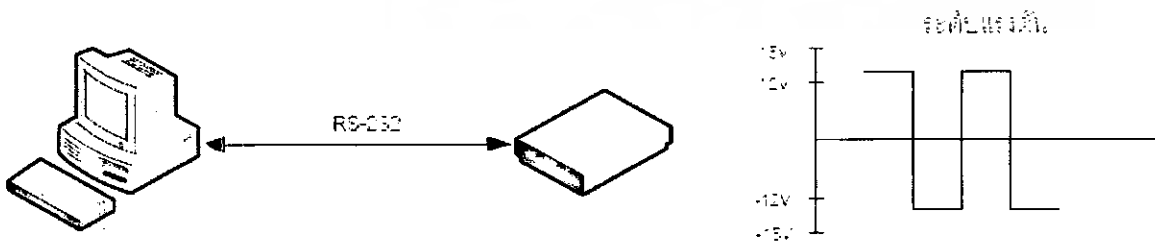
ศักดาไฟฟ้าเป็นทั้งบวกและลบ มาตรฐาน RS-422 ต่างจากมาตรฐาน RS-232 ตรงที่ว่ามาตรฐาน RS-422 จะใช้สายรับสัญญาณ 1 คู่ และสายส่งสัญญาณ 1 คู่เท่านั้น ไม่มีการระบุนการใช้เส้นส่งสัญญาณควบคุมใดๆ และไม่ได้มีการกำหนดชนิดของตัวเชื่อมต่อที่ต้องใช้วงจรผลต่าง (differential circuit) ของ RS-422 เนื่องจากการใช้สัญญาณผลต่างจึงทำให้ RS-422 จึงเป็นที่นิยมใช้งานด้านอุตสาหกรรม แต่ RS-422 ไม่ได้ได้รับความนิยมสำหรับการใช้ในการส่งข้อมูลในท้องถิ่นมากเท่ากับ RS-232 เนื่องจากการส่งข้อมูลในท้องถิ่นนี้จะไม่มีสัญญาณรบกวนมากนัก และ RS-422 ไม่มีสายส่งสัญญาณควบคุมที่ใช้ในอุปกรณ์



รูปที่ 2-19 แสดงโครงสร้างทางฮาร์ดแวร์ของพอร์ตอนุกรม

2.7.1 โครงสร้างการทำงานของพอร์ตอนุกรม RS-232

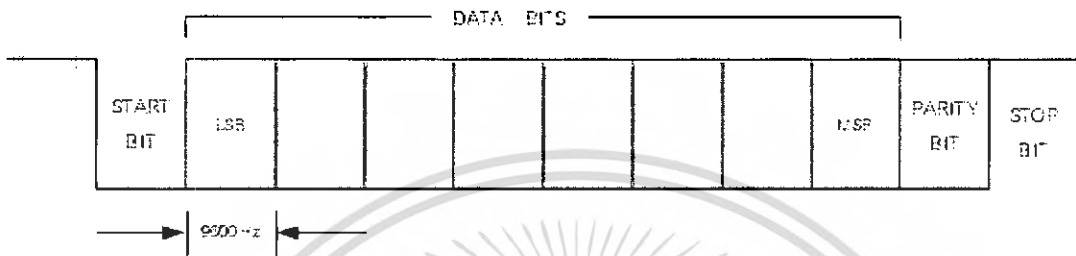
เราจะมาศึกษาการทำงานพื้นฐานของ พอร์ตอนุกรม (Serial Port) อีกทั้งการเชื่อมต่อ, ระดับสัญญาณ, ลักษณะของสัญญาณของพอร์ตอนุกรม ตามมาตรฐาน RS-232



รูปที่ 2-20 แสดงระดับแรงดันสัญญาณ RS232

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปข้างบนแสดงการเชื่อมต่อสายสัญญาณ ระหว่างคอมพิวเตอร์กับบอร์ดไมโครโดย ลักษณะสัญญาณในการเชื่อมต่อกันนั้น จะเป็นแบบ RS-232 ซึ่งมีระดับสัญญาณลอจิก “1” ระดับ แรงดัน -3V ถึง -12V และลอจิก “0” ที่แรงดัน 3V ถึง 15V



รูปที่ 2-21 สัญญาณบิตสัญญาณ RS-232

รูปข้างบนแสดงถึงลักษณะของสัญญาณที่ใช้ในการติดต่อผ่านมาตรฐาน RS-232 เพื่อให้ อุปกรณ์ตัวหนึ่งสามารถสื่อสารกันได้ จึงต้องกำหนดมาตรฐานการสื่อสารขึ้นมา โดยลักษณะของ สัญญาณนั้นจะประกอบด้วย 4 ส่วน คือ

- Start bit เป็นบิตสำหรับการเริ่มต้นในการติดต่อสื่อสาร
- Data bits เป็นบิตสำหรับเป็นข้อมูล มีทั้งหมด 8 บิต โดยเริ่มต้นด้วยบิตต่ำก่อน
- Parity bit เป็นที่บอกจำนวนของบิตข้อมูลที่เป็น “1” ว่าเป็นจำนวนคู่หรือคี่
- Stop bit เป็นบิตสำหรับการจบในการติดต่อสื่อสาร

ในแต่ละบิตจะมีการกำหนดความถี่ขึ้นมา เพื่อให้สามารถสื่อสารกันได้อย่างถูกต้อง โดยเรา จะกำหนดให้ความกว้างของแต่ละบิตมีความถี่ค่าหนึ่ง ความถี่ค่านี้เราเรียกว่า Baud Rate หรืออัตรา ในการส่งข้อมูล เช่น Baud Rate 9600 หมายความว่าใช้ความถี่ในการติดต่อสื่อสารที่ความถี่ 9600 Hz หรือสามารถส่งข้อมูลได้สูงสุด 9600 Bit/Sec นั้นเอง

2.8 ภาษาที่เลือกใช้ในการเขียนซอฟต์แวร์

Keil uVision2

เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการเขียนไมโครคอนโทรลเลอร์โดยจะเป็น C Compiler

Protel 99 SE

เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการเขียนแผ่นปริ้น PCB

Visual Basic

Visual Basic เป็นภาษาที่ Microsoft สร้างขึ้น ซึ่งโปรแกรมเมอร์จะสามารถออกแบบแสดงผลบนรูปแบบกราฟิกของ Editor ซึ่งช่วยให้เราสามารถพัฒนาโปรแกรมได้ง่ายขึ้น และมองเห็น Interface ไปพร้อมๆ กับการพัฒนาโปรแกรมด้วย

Visual Basic นั้น มีความง่ายคือการเรียนรู้ และศึกษาค่อนข้างมาก ซึ่งตัว Visual Basic เอง นั้นเป็นภาษาที่ได้รับความนิยมอย่างกว้างขวางในการพัฒนาโปรแกรมเมอร์ต่างๆ อีกทั้ง Component ต่างๆ กับการพัฒนาต่อเนื่องอยู่ตลอดเวลา และรองรับกับ Application ที่ทันสมัยอยู่เสมอ

คุณสมบัติเด่น VISUAL BASIC

1. Source code ของ VB มีแจกให้นำไปศึกษาหรือใช้งานได้ฟรี
2. เป็นโปรแกรมที่ค่อนข้างเสถียร ใช้ทรัพยากรของระบบน้อย ตัว Editor มีความสามารถสูง อีกทั้งยังลง Component เพิ่มได้ง่าย

ฐานข้อมูลที่ใช้

Microsoft Access

Microsoft Access เป็นฐานข้อมูลที่มากับซอฟต์แวร์ Microsoft Office มีจุดเด่นตรงที่ใช้งานง่ายมีฟังก์ชันที่อำนวยความสะดวกและเรียนรู้ง่ายแก่ผู้ที่ต้องการใช้งาน ใช้ทรัพยากรของระบบน้อย ทำงานเร็วถ้าข้อมูลของตารางไม่มีมาก

บทที่ 3 การออกแบบ

3.1 การออกแบบและการทำงานของวงจร

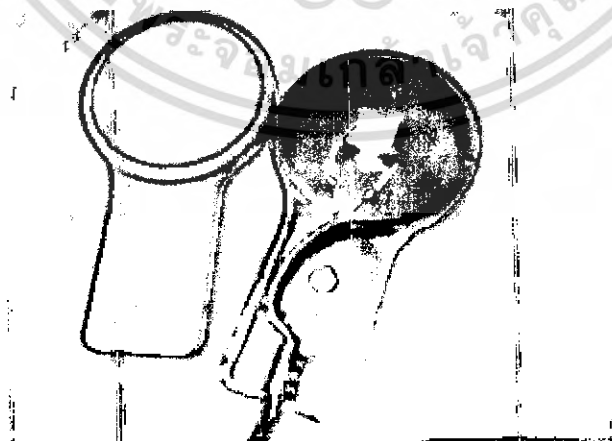
โครงการนี้จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนฮาร์ดแวร์ และส่วนซอฟต์แวร์ โดยส่วนฮาร์ดแวร์นั้นจะเป็นการออกแบบวงจรการอ่านค่าข้อมูลต่างๆ เช่น อุณหภูมิ ปริมาณความชื้น ปริมาณแสงแดด โดยจะใช้เซ็นเซอร์ต่างๆ ทำการวัดและเชื่อมต่อไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ๆ ก็ทำการส่งข้อมูลเข้ามายังคอมพิวเตอร์ โดยจะมีซอฟต์แวร์แสดงผลข้อมูลที่ได้และจะมีซอฟต์แวร์รองรับจัดการเก็บเข้าสู่ฐานข้อมูล



รูปที่ 3-1 แสดงรูปโครงสร้างการทำงานโดยรวมของชิ้นงาน

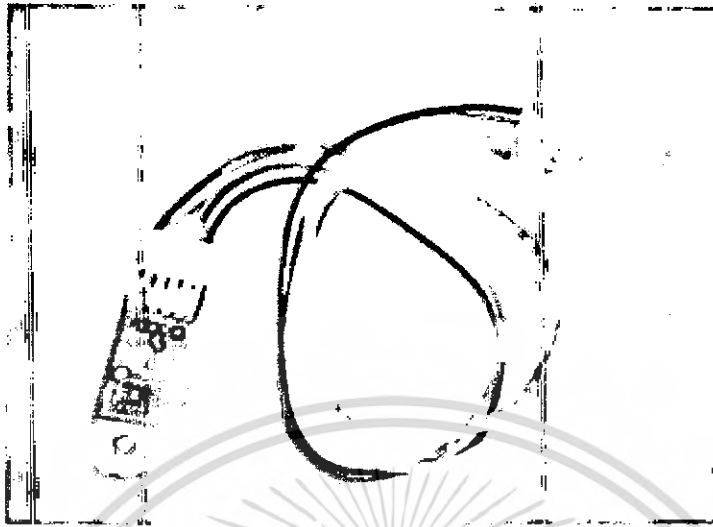
3.2 เซ็นเซอร์วัดระดับความเข้มแสงและเซ็นเซอร์โมดูลSHT15

ในวงจรจะใช้ เซลแสงอาทิตย์ โดยเซลล์แสงอาทิตย์ นี้ เมื่อมีได้รับแสงจะมีแรงดันออกมา (1 mV/10 lux)



รูปที่ 3-2 แสดงเซ็นเซอร์วัดความเข้มแสง

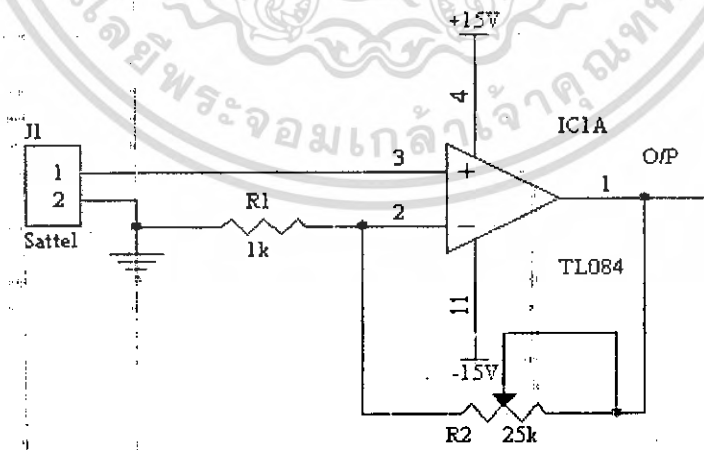
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3-3 แสดงเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น SHT15

3.3 วงจรขยายระดับสัญญาณ

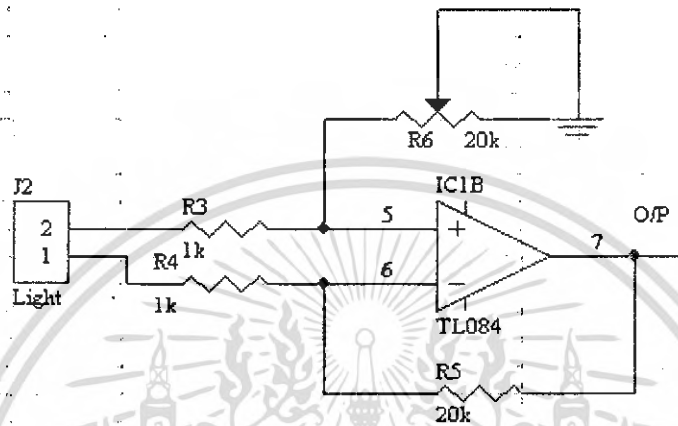
เนื่องจากสัญญาณที่ได้รับจากเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมมีค่าน้อยมาก (ประมาณ 0.25 V) จึงต้องการขยายระดับสัญญาณ โดยใช้ไอซีเบอร์ TL084 ซึ่งเป็น ไอซีออปแอมป์ใช้ ไฟเลี้ยง +15V และ -15 V การต่อจะเป็นแบบ non-inverting amp โดยสัญญาณจากเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมจะ ใช้เกนขยายเท่ากับ 20



รูปที่ 3-4 แสดงการต่อวงจรขยายระดับสัญญาณดาวเทียมจากเครื่องรับด้วยไอซีเบอร์ TL084

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

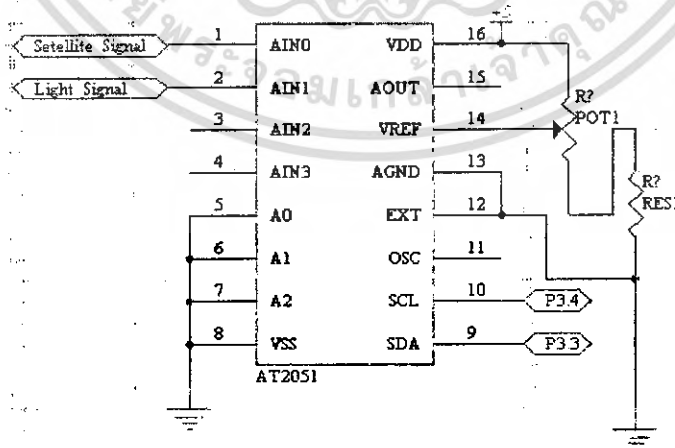
จากการทดสอบของเซลล์แสงอาทิตย์ ตอนที่มีความเข้มแสงสูงสุดจะมีแรงดันออกมาสูงสุด ประมาณ 0.24 – 0.25V จึงจะต้องการขยายระดับสัญญาณ โดยใช้ไอซีเบอร์ TL084 ซึ่งเป็นไอซีออปแอมป์ใช้ไฟเลี้ยง $\pm 15V$ การต่อจะเป็นแบบ Difference amp โดยสัญญาณจากเครื่องรับสัญญาณความถี่จะใช้เกนขยายเท่ากับ 20



รูปที่ 3-5 แสดงการต่อวงจรขยายระดับสัญญาณความเข้มแสงด้วยไอซีเบอร์ TL084

3.4 วงจรแปลงสัญญาณจากอนาล็อกเป็นดิจิทัล

โดยวงจรจะใช้ไอซีเบอร์ PCF8591 เป็นอุปกรณ์หลักในการแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล ซึ่งมีอยู่ 4 ช่องสัญญาณ โดยใช้ไฟเลี้ยง 5 โวลต์ มีการกำหนดแอดเดรสที่ขา A0, A1 และขา A2



รูปที่ 3-6 แสดงการต่อวงจรของไอซี PCF8591

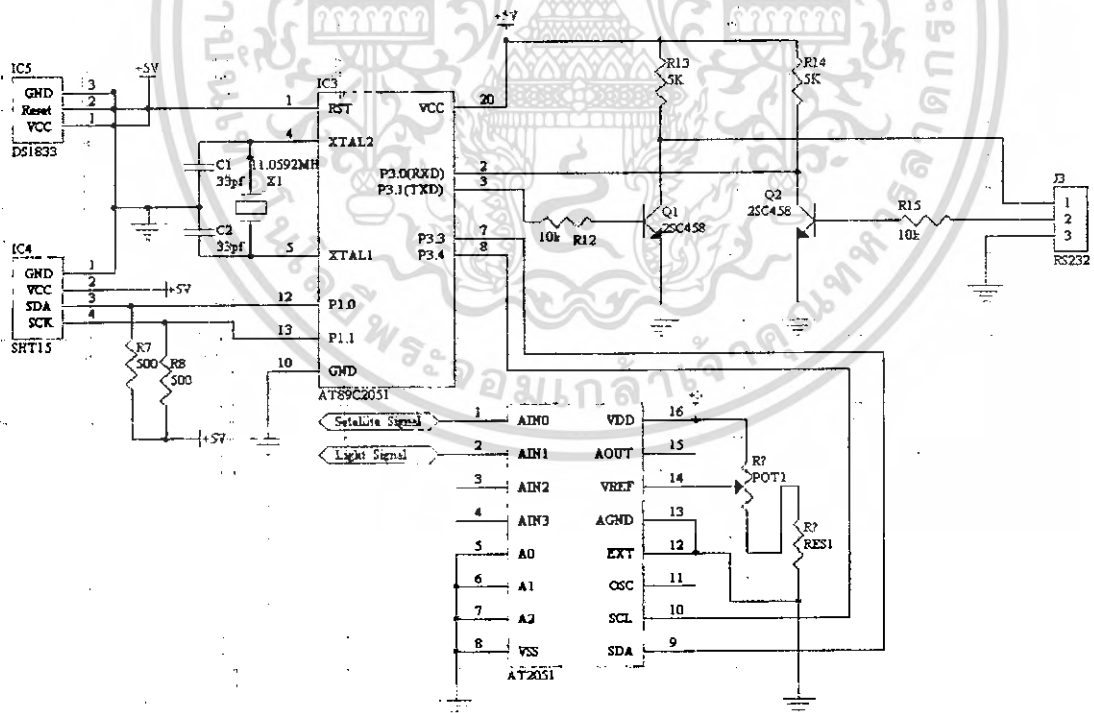
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งวงจรที่ใช้ไอซีเบอร์นี้จะใช้แปลงระดับแรงดันของสัญญาณดาวเทียมที่ได้ผ่านวงจรขยายสัญญาณแล้วและสัญญาณแสงที่ผ่านการขยายแล้วเช่นกัน

การต่อขาไอซี PCF8591

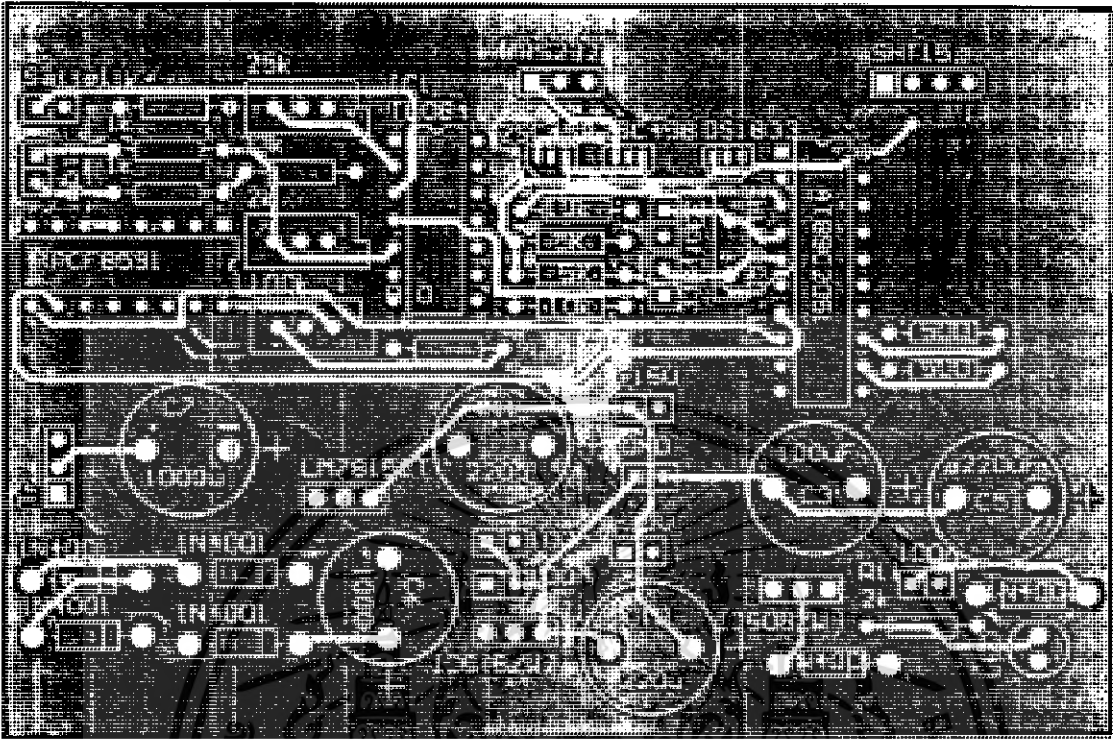
1. ขา AN0 – AN3 เป็นขาอินพุตที่ใช้ในการรับสัญญาณอนาล็อก
2. ขา A0 – A2 เป็นขาอินพุตที่ใช้รับสัญญาณลอจิก เพื่อกำหนดตำแหน่งของ PCF8591
3. ขา VSS ต่อ GND
4. ขา VDD ต่อ +5 V
5. ขา AGND เป็นขาราวด์ของสัญญาณอ้างอิง โดยปกติจะต่อ 0 V
6. ขา VREF เป็นขาอินพุตที่ใช้ในการรับสัญญาณอ้างอิงที่ระดับการแปลง 8 บิต
7. ขา SCL เป็นขาที่กำหนดจังหวะการอ่าน/เขียน ข้อมูลกับ ไมโครคอนโทรลเลอร์
8. ขา SDA เป็นขาที่ทำหน้าที่รับส่งข้อมูลกับ ไมโครคอนโทรลเลอร์

3.5 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์



รูปที่ 3-7 แสดงวงจรวัดค่าอุณหภูมิ, ความชื้นและระดับสัญญาณดาวเทียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

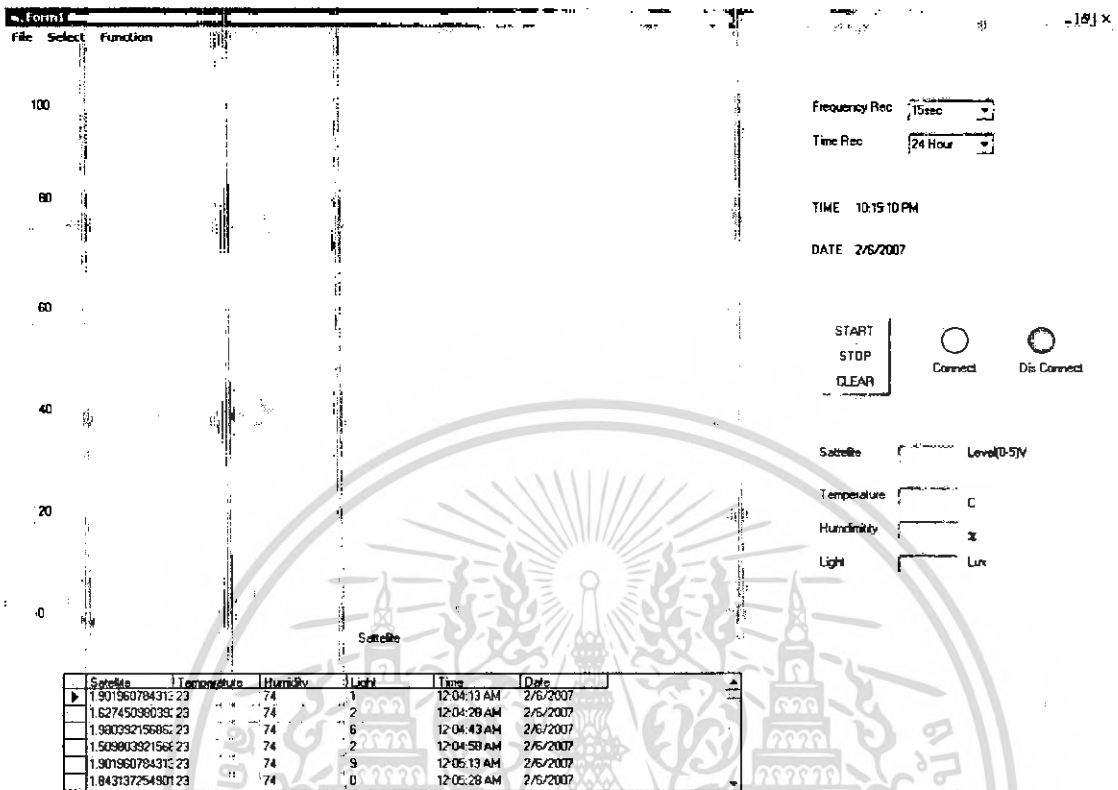


รูปที่ 3-8 แสดงลายวงจร PCB ที่ได้ออกแบบไว้

3.6 การทำงานของโปรแกรม Visual Basic 6

1. หน้าตาโปรแกรมจะเป็นดังรูป ซึ่งเมื่อเปิด โปรแกรมขึ้นมา Textbox จะแสดงค่าของสัญญาณต่างๆที่ส่งสัญญาณเข้ามาทางพอร์ตอนุกรม
2. เมื่อเรากดปุ่ม START สัญญาณทั้ง 4 จะเริ่มถูกเก็บไว้ใน Data Grid ซึ่งจะติดต่อกับตาราง ACCESS ที่เราได้สร้างไว้แล้ว ในแต่ละฟิลด์ที่เขียนไว้
3. และกราฟจะถูก plot ตามค่าที่เรารับเข้ามา เราสามารถเลือกดูกราฟแต่ละค่าได้ โดยที่ SELECT จะมีให้เราคลิกเลือกว่าจะดูกราฟอันใด
4. เคลียร์ค่าของกราฟที่แสดงอยู่โดยกดปุ่ม CLEAR
5. เราสามารถเลือกความถี่ที่บันทึกได้ว่ากี่วินาทีให้บันทึกและสามารถให้ตั้งเวลามันบันทึกได้ว่าจะบันทึกนานกี่ชั่วโมง โดยเลือกดูที่ Combo Box
6. เราสามารถลบข้อมูลในตารางของ MS ACCESS โดยกด Function → Clear Data

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

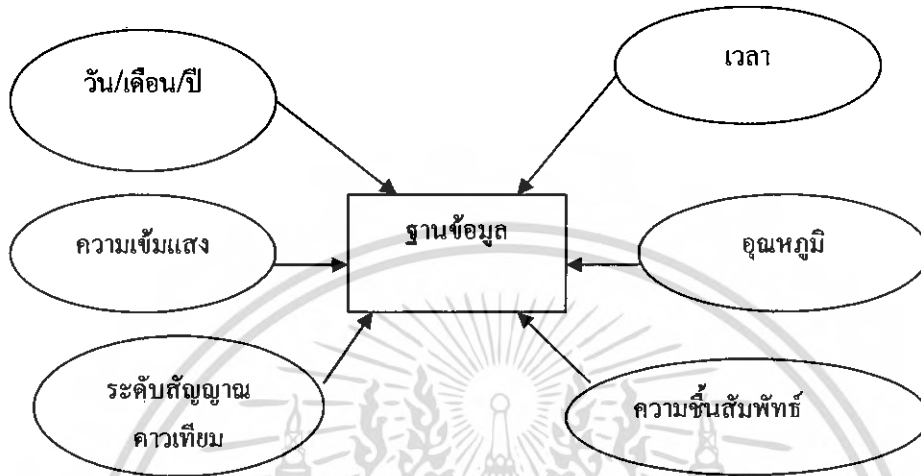


รูปที่ 3-9 แสดงหน้าหลักของโปรแกรม VB ที่ได้เขียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7 ส่วนของฐานข้อมูล

ข้อมูลที่ทำกรจัดเก็บนั้นจะประกอบไปด้วย 6 Attribute ซึ่งมี วัน/เดือน/ปี เวลา อุณหภูมิ ความชื้น ความเข้มของแสง และระดับของสัญญาณดาวเทียม



รูปที่ 3-10 แสดงความสัมพันธ์ของข้อมูล

Field Name	Data Type
ID	AutoNumber
Satellite	Text
Temperature	Text
Humidity	Text
Light	Text
Time	Date/Time
Date	Date/Time

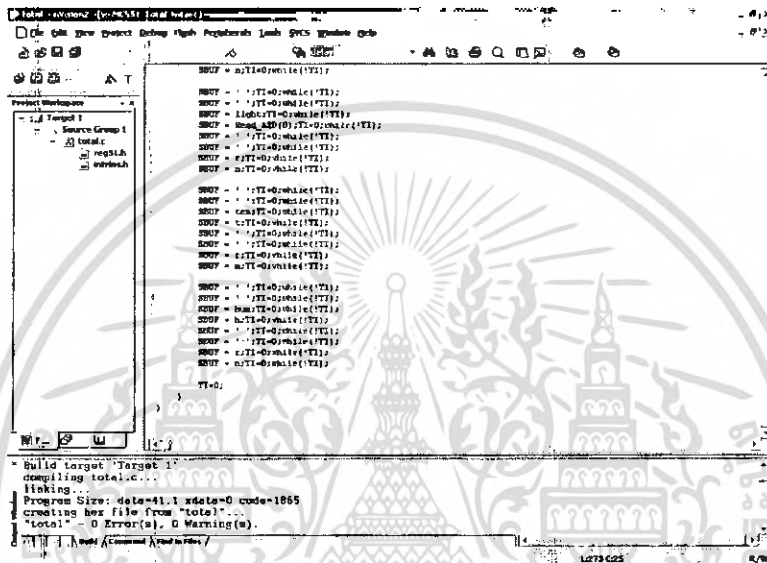
รูปที่ 3-11 การออกแบบคุณสมบัติของฐานข้อมูลใน Microsoft Access

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4 ผลการทดลอง

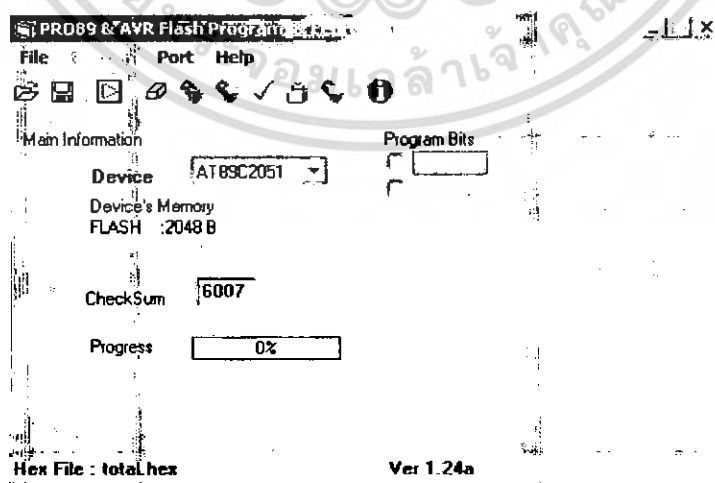
4.1 การทดลอง

1.เขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรเลอร์เพื่อติดต่อกับเซ็นเซอร์วัดค่าต่างๆที่จะส่งเข้าทาง Serial Port โดยใช้คอมไพเลอร์ Keil หรือ RIDE ก็ได้



รูปที่ 4-1 แสดงโปรแกรมคอมไพเลอร์ Keil

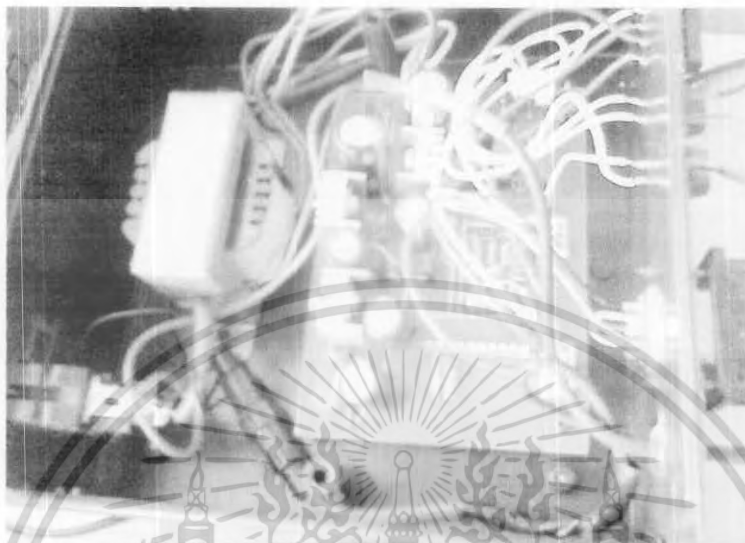
2. ทำการโปรแกรม Hex ไฟล์ที่ได้ไปยังไมโครคอนโทรเลอร์



รูปที่ 4-2 แสดงโปรแกรมตัวที่ใช้โปรแกรมลงตัวไมโครคอนโทรเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. นำไมโครคอนโทรลเลอร์ที่โปรแกรมแล้วใส่ลงไปในกลุ่มที่ทำไว้ตรงซ็อกเก็ตไอซี



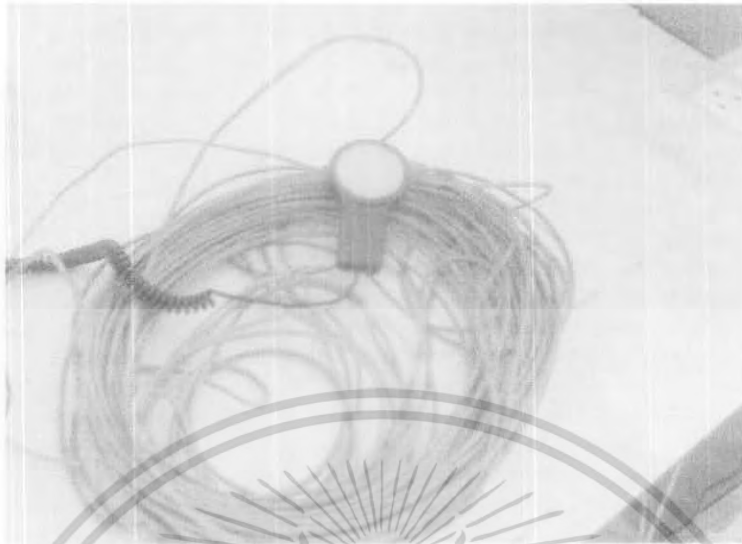
รูปที่ 4-3 แสดงกล่องเครื่องรับสัญญาณที่ทำไว้

4. ทำการติดตั้งสายหัววัดเซ็นเซอร์



รูปที่ 4-4 แสดงเซ็นเซอร์ SHT15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



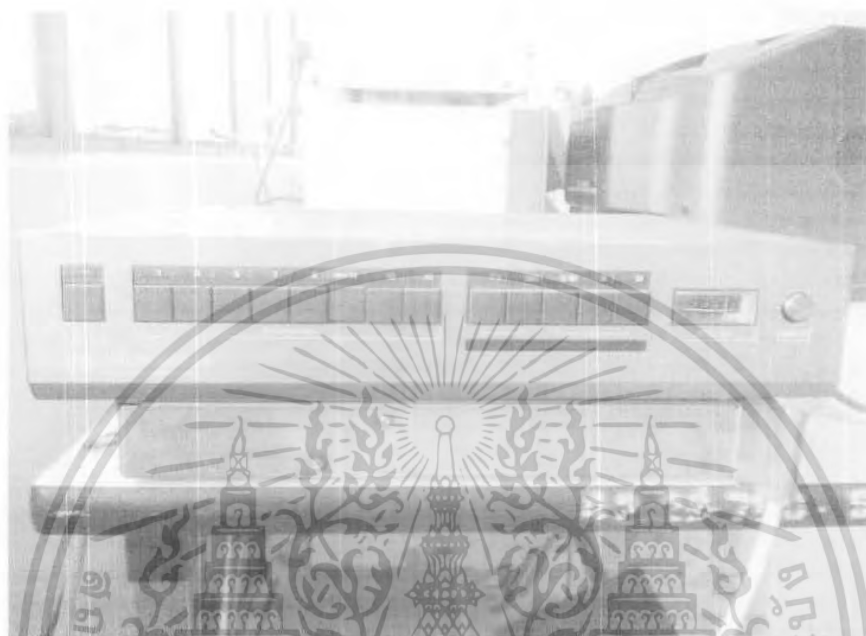
รูปที่ 4-5 แสดงเส้นเชอร์วัดความเข้มแสง



รูปที่ 4-6 แสดงการติดตั้งสายเชอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.เตรียมเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมให้พร้อม โดยต่อสายไฟระดับสัญญาณออกมาจากตัวเครื่อง



รูปที่ 4-7 แสดงเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม

6.นำสายจากเซ็นเซอร์ทั้งหมดมาต่อขงหลังเครื่อง



รูปที่ 4-8 แสดงการต่อสายมายังหลังเครื่องที่ทำไว้

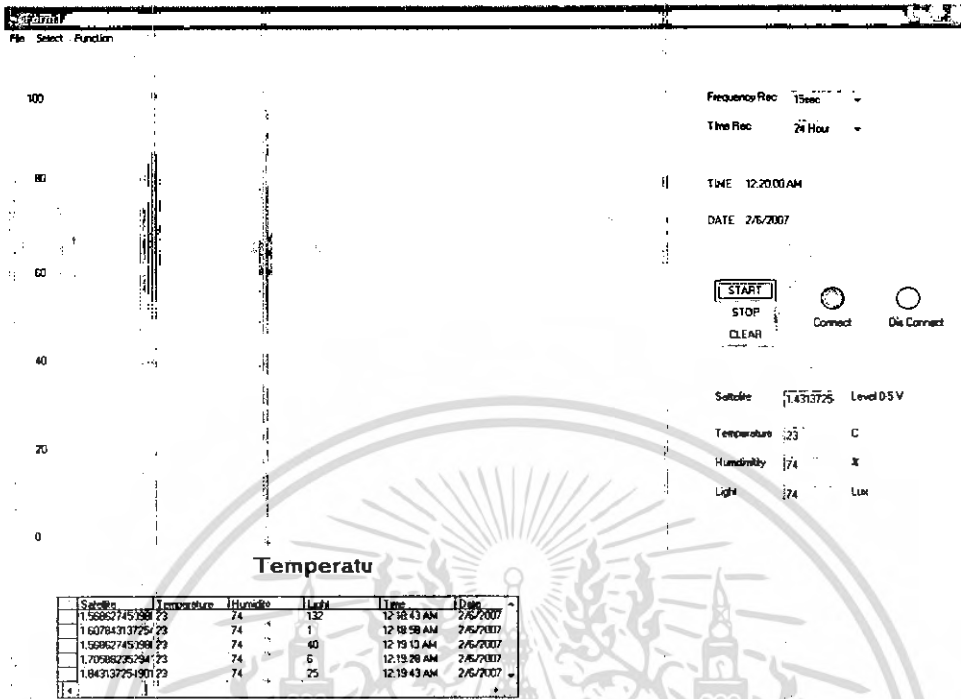
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.ทำการเปิดโปรแกรม VB6 ที่เขียนไว้ และเปิดเครื่องที่ได้สร้างไว้ จะแสดงค่าต่างๆแสดงใน Textboxและกดปุ่ม START กราฟก็จะถูกพล็อตและเก็บค่าลง Data Base

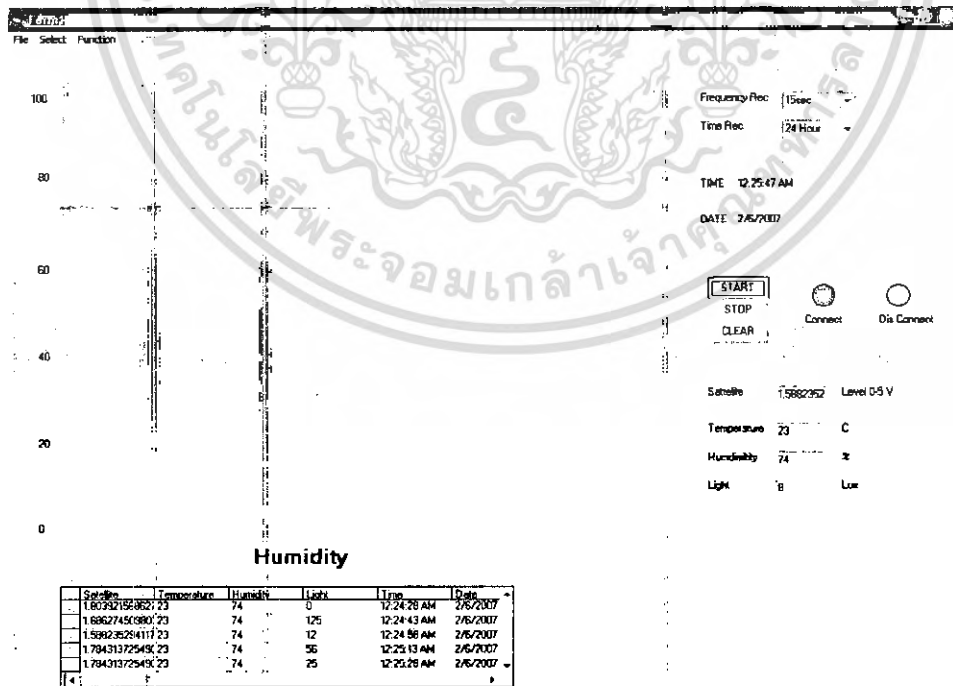
Satellite	Temperature	Humidity	Light	Time	Date
1.72543019307E23	74	0		12:21:43 AM	2/6/2007
1.52941176470E23	74	1		12:21:58 AM	2/6/2007
1.54901960784E23	74	41		12:22:13 AM	2/6/2007
1.64705882352E23	74	0		12:22:28 AM	2/6/2007
1.599235294117E23	74	116		12:22:43 AM	2/6/2007

รูปที่ 4-9 แสดงระดับสัญญาณดาวเทียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

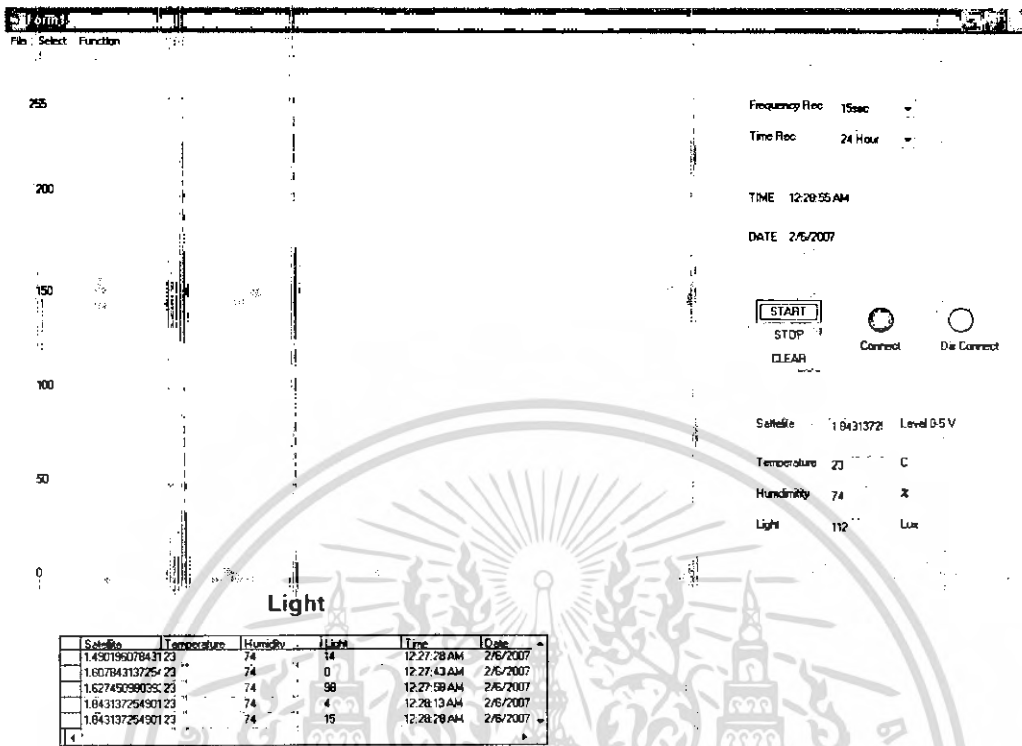


รูปที่ 4 -10 แสดงค่าของอุณหภูมิ



รูปที่ 4 - 11 แสดงปริมาณความชื้นสัมพัทธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4-12 แสดงปริมาณความเข้มแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

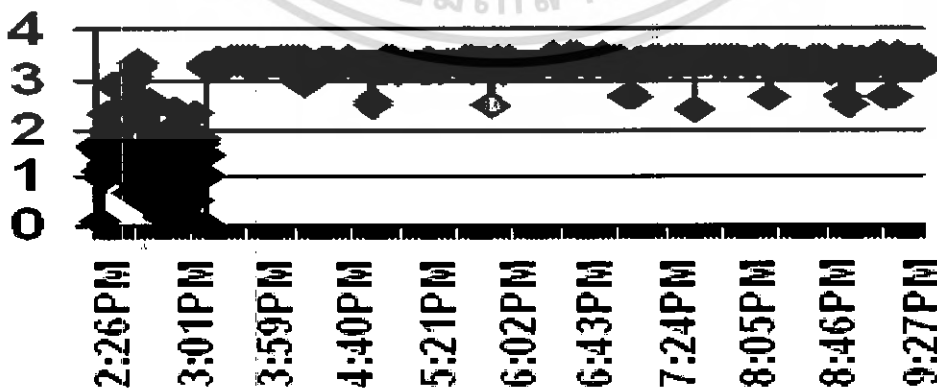
4.2 ผลการทดลอง

4.2.1 ผลการทดลองเมื่อวันที่ 2/6/2007

พล็อตกราฟจากโปรแกรม MS Access โดยใช้ฐานข้อมูลที่บันทึกไว้เมื่อวันที่ 2/6/2007

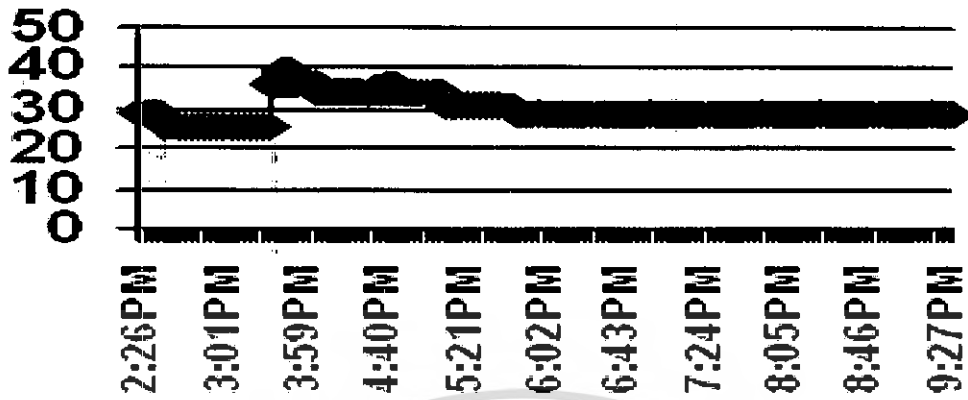
ID	Satellite	Temperature	Humidity	Light	Time	Date
5058	0.92156862745	34	35	167	2:56:45 PM	2/6/2007
5059	0.37254901961	34	35	171	2:57:00 PM	2/6/2007
5060	0.07843137255	34	35	175	2:57:15 PM	2/6/2007
5061	0.05882352941	34	35	169	2:57:30 PM	2/6/2007
5062	0.27450980392	34	35	176	2:57:45 PM	2/6/2007
5063	0.96078431373	34	35	166	2:58:00 PM	2/6/2007
5064	0.13725490196	34	35	179	2:58:15 PM	2/6/2007
5065	3.56862745098	34	35	169	2:58:30 PM	2/6/2007
5066	2.64705882353	34	35	167	2:58:45 PM	2/6/2007
5067	2.27450980392	34	35	168	2:59:00 PM	2/6/2007
5068	3.23529411765	34	35	168	2:59:15 PM	2/6/2007
5069	0.64705882353	34	35	174	2:59:30 PM	2/6/2007
5070	3.33333333333	34	35	163	2:59:45 PM	2/6/2007
5071	0.07843137255	34	35	172	3:00:00 PM	2/6/2007
5072	0.19607843137	34	35	168	3:00:15 PM	2/6/2007
5073	2.62745098039	34	35	171	3:00:30 PM	2/6/2007
5074	0.05882352941	34	35	3	3:00:45 PM	2/6/2007
5075	1.68627450980	34	35	172	3:01:00 PM	2/6/2007
5076	2.01960784314	34	35	163	3:01:15 PM	2/6/2007
5077	1.96078431373	34	40	165	3:01:30 PM	2/6/2007
5078	2.07843137255	34	40	106	3:01:45 PM	2/6/2007
5079	1.35294117647	34	40	172	3:02:00 PM	2/6/2007
5080	3.52941176471	34	40	169	3:02:15 PM	2/6/2007
5081	2.03921568627	34	40	177	3:02:30 PM	2/6/2007
5082	0.11764705882	34	40	170	3:02:45 PM	2/6/2007
5083	3.35294117647	34	40	168	3:03:00 PM	2/6/2007

ตารางที่ 4.1 ฐานข้อมูลที่บันทึกเมื่อ 2/6/2007

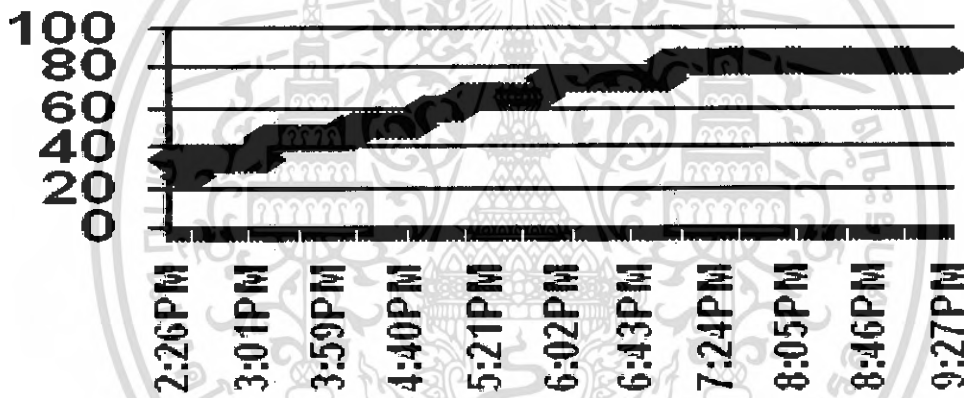


รูปที่ 4-13 แสดงค่า Satellite เมื่อ 2/6/2007

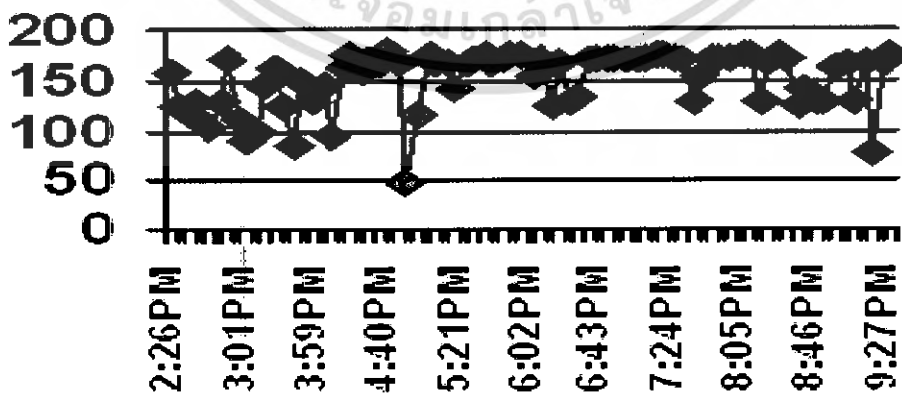
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4-14 แสดงค่า Temperature เมื่อ 2/6/2007



รูปที่ 4-15 แสดงค่า Humidity เมื่อ 2/6/2007



รูปที่ 4-16 แสดงค่า Light เมื่อ 2/6/2007

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 ผลการทดลองเมื่อวันที่ 2/7/2007

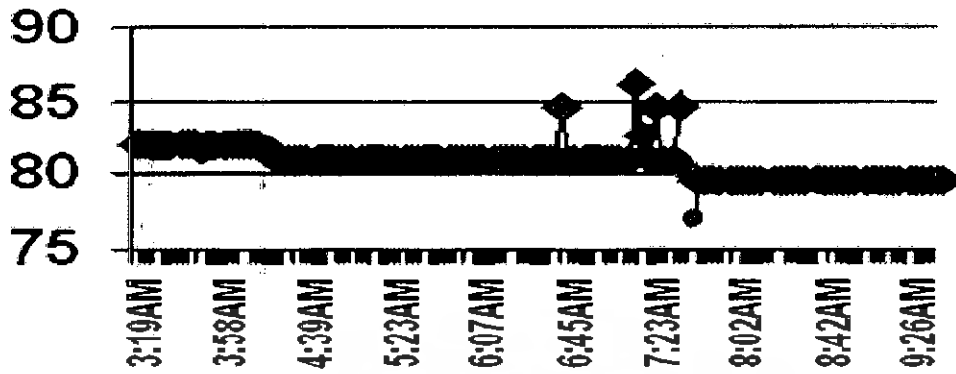
SATELLITE	TEMPERATURE	HUMIDITY	LIGHT	TIME	DATE
0.07843137255	29	83	6	3:56:31 AM	2/7/2007
3.41176470588	29	83	2	3:56:46 AM	2/7/2007
3.11764705882	29	82	1	3:57:01 AM	2/7/2007
3.1568627451	29	82	137	3:57:16 AM	2/7/2007
3.3137254902	29	82	28	3:57:31 AM	2/7/2007
3.45098039216	29	82	39	3:57:46 AM	2/7/2007
3.41176470588	29	82	8	3:58:01 AM	2/7/2007
3.23529411765	29	82	0	3:58:16 AM	2/7/2007
3.35294117647	29	81	4	3:58:31 AM	2/7/2007
3.09803921569	26	81	41	3:58:46 AM	2/7/2007
3.29411764706	26	81	28	3:59:01 AM	2/7/2007
3	26	81	1	3:59:16 AM	2/7/2007
3.27450980392	26	81	134	3:59:31 AM	2/7/2007
3.68627450980	26	81	0	3:59:46 AM	2/7/2007
0	26	81	98	4:00:01 AM	2/7/2007
3.19607843137	26	81	2	4:00:16 AM	2/7/2007
3.43137254902	26	81	3	4:00:31 AM	2/7/2007
3.41176470588	26	81	1	4:00:46 AM	2/7/2007
3.45098039216	26	81	29	4:01:01 AM	2/7/2007
3.33333333333	26	81	38	4:01:16 AM	2/7/2007
3.35294117647	26	81	90	4:01:31 AM	2/7/2007
3.35294117647	26	81	8	4:01:46 AM	2/7/2007
3.23529411765	26	81	56	4:02:01 AM	2/7/2007
3.23529411765	26	81	4	4:02:16 AM	2/7/2007
3.17647058824	26	81	32	4:02:31 AM	2/7/2007
3.45098039216	26	81	92	4:02:46 AM	2/7/2007

ตารางที่ 4.2ฐานข้อมูลที่บันทึกเมื่อ 2/7/2007

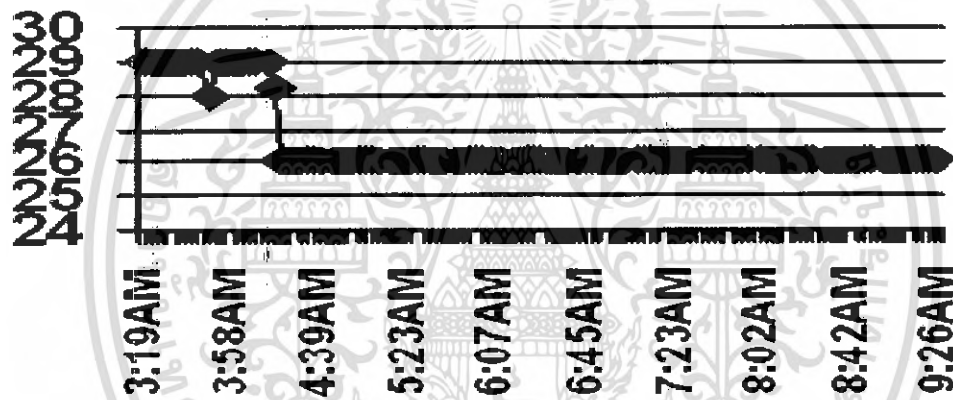


รูปที่ 4-17 แสดงค่า Satellite เมื่อ 2/7/2007

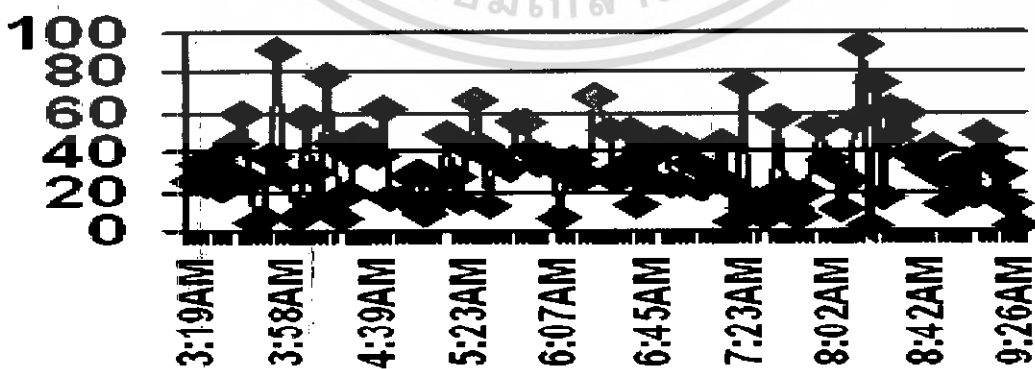
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4-18 แสดงค่า Humidity เมื่อ 2/7/2007



รูปที่ 4-19 แสดงค่า Temperature เมื่อ 2/7/2007



รูปที่ 4-20 แสดงค่า Light เมื่อ 2/7/2007

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5 สรุป

5.1 สรุปการพัฒนาโครงการ

การพัฒนาโครงการนี้เป็นไปตามลำดับขั้นเริ่มต้นตั้งแต่ เริ่มศึกษาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ การขยายสัญญาณ การเขียน โปรแกรมใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ การทำงานของพอร์ตอนุกรม และระบบ I²C ทั้งการออกแบบวงจรที่จะใช้ให้เหมาะสมกับงานที่ทำ การเขียนโปรแกรมแยก ข้อมูลที่ส่งมาทางพอร์ตอนุกรม การเขียน โปรแกรม VB แสดงค่าต่างๆที่ส่งมา รวมไปถึงการจัดเก็บ ข้อมูลลงในฐานข้อมูล

5.2 ปัญหาที่เกิดขึ้นในด้านเทคนิค

1. ปัญหาที่พบอยู่ในตอนนี้คือ สัญญาณของความเข้มแสงเกิดมีสัญญาณรบกวนอยู่ ทำให้ สัญญาณที่รับเข้ามาไม่นิ่งเท่าที่ควร ในขณะที่ระดับสัญญาณดาวเทียม อุณหภูมิและความชื้น สัมพัทธ์ที่อ่านได้มีความคงที่มากกว่า ทั้งที่ก่อนทดลองต่อลงโฟโตบอร์ดแล้วไม่มีปัญหา

2. แผ่นปริ้นท์ที่ออกแบบไม่ได้เชื่อมรูติดกันที่ด้านบนและด้านล่าง (plate to hole) ทำให้เกิด ปัญหาในการบัดกรี

3. เกิดความไม่รู้ว่าพอร์ตอนุกรมหนึ่งพอร์ตส่งได้หลายค่า จึงไปซื้อพอร์ตมาเพิ่ม

5.3 ข้อจำกัดของโครงการที่พัฒนา

1. ยังจะต้องเปิดเครื่อง PC ทั้งไว้ตอนเก็บข้อมูลเข้ามา

2. Component ของกราฟ VB ยังเป็น Demo คือไม่สามารถเซฟกราฟกลับมาดูได้

5.4 แนวทางการพัฒนาต่อ

1. โครงการที่สร้างขึ้นนี้เรายังไม่ได้มีการเขียน โปรแกรมขึ้นมาเพื่อวิเคราะห์ถึงผลกระทบที่ เกิดกับระดับสัญญาณดาวเทียม เพียงแต่สร้างขึ้นมาเพื่อเก็บลงไว้ในฐานข้อมูลก่อน จึงเป็นต้นแบบ ที่จะพัฒนาให้สามารถจะวิเคราะห์ผลกระทบที่เกิดขึ้นได้

2. ให้สามารถควบคุมงานต่างๆได้แบบ Real Time

3. พัฒนาส่วนของฮาร์ดแวร์ ให้รับส่งค่าโดยใช้พอร์ต UBS เพราะในอนาคต PC อาจจะมี เพียงพอร์ต UBS ไม่เหลือพอร์ตอนุกรมให้ใช้อีก

บรรณานุกรม

[1] ชาริน สิทธิธรรมชารี. คู่มือการเขียนโปรแกรม Microsoft Visual Basic Version 6.0. บริษัท ชัคเซส มีเดีย จำกัด.2544

[2] ชาริน สิทธิธรรมชารี, สุรสิทธิ์ คิวประสพศักดิ์. คู่มือการเขียน โปรแกรม Advanced Visual Basic Version 6.0 บริษัท ชัคเซส มีเดีย จำกัด

[3] อนรรฆนงค์ คุณมณี.คู่มือการเขียน โปรแกรม Microsoft Access 2003. บริษัท เอส.พี.ซี. พรินต์ติ้ง จำกัด

[4] พงนาฏ สุวรรณมณี. เซ็นเซอร์และทรานสดิวเซอร์เบื้องต้น สำนักพิมพ์ ส.ส.ท.

[5] อรรถพล บุญยะ โภคา,วราพจน์ กรแก้ววัฒนกุล,ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล.เรียนรู้และปฏิบัติการ เชื่อมต่อคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ภายนอกผ่านพอร์ตอนุกรม บริษัท อินโนเวตีฟ เอ็กพอร์เมนท์ จำกัด ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 2

[6] นคร ภัคศิษาดิ,ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล.การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS51 ด้วยโปรแกรม ภาษาC บริษัท อินโนเวตีฟ เอ็กพอร์เมนท์ จำกัด

[5] Website

www.adisak51.com

www.thaiio.com

www.vbthailand.com

www.elethai.com

www.keil.com

www.cs.co.th

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมวัดค่าอุณหภูมิ, ความชื้นสัมพัทธ์, ระดับสัญญาณดาวเทียมและความเข้มแสง และส่งค่าที่ได้ไป Serial Port

```
#include <reg51.h> // Header file register for AT89C2051
#include <intrins.h> // Library for _nop_
#define MEASURE_HUMI 0x05 // Macro of reading Humidity command
#define MEASURE_TEMP 0x03 // Macro of reading Temperature command
#define TEMP 0 // Macro to select Temperature reading
#define HUMI 1 // Macro to select Humidity reading
#define C1 -4.0 // Constant C1 for Humidity calculation (12-bit resolution)
#define C2 0.0405 // Constant C2 for Humidity calculation (12-bit resolution)
#define C3 -0.0000028 // Constant C3 for Humidity calculation (12-bit resolution)
#define T1 -0.01 // Constant T1 for Temperature (14-bit resolution)
#define T2 0.00008 // Constant T2 for Temperature (14-bit resolution)
sbit SCKHT = P1^1; // Configuration SCK pin
sbit DATAHT = P1^0; // Configuration DATA pin
sbit SDA = P3^4;
sbit SCL = P3^3;
unsigned char sat=0x01,tem=0x02,hum=0x03,light=0x04,r=0x0D,n=0x0A,cl=0x0C;
/***** Function for delay a few time *****/
void wait()
{
    char x;
    for(x=0;x<8;x++)
        _nop_();
}
/***** SHT11 writing command function *****/
void sht15_writc(unsigned char value)
{
    unsigned char i;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

for(i=0x80;i>0;i/=2)
{
    if(i & value)
        DATAHT = 1;
    else
        DATAHT = 0;
    SCKHT = 1;
    wait();
    SCKHT = 0;
}
DATAHT = 1;
SCKHT = 1;
wait();
SCKHT = 0;
}
/***** SHT11 reading command function *****/
char sht15_read()
{
    unsigned char i,value;
    DATAHT = 1;
    for(i=0x80;i>0;i/=2)
    {
        SCKHT = 1;
        if(DATAHT)
            value = value | i;
        SCKHT = 0;
    }
    SCKHT = 1;
    wait();
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

SCKHT = 0;
DATAHT = 1;
return(value);
}
/***** SHT11 initial transmission start function *****/
void sht15_init(void)
{
DATAHT = 1;
SCKHT = 0;
wait();
SCKHT = 1;
wait();
DATAHT = 0;
wait();
SCKHT = 0;
wait();
SCKHT = 1;
wait();
DATAHT = 1;
wait();
SCKHT = 0;
}
void delay(unsigned int count)
{ // mSec Delay 11.0592 Mhz
unsigned int i;
while(count) {
i = 115;
while(i>0) i--;
count--;
}
}

```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    }
}

void serial(void)
{
    SCON = 0x52;
    TMOD = 0x20;    )
    TH1 = 0xFD;
    TR1    = 1;
}

/***** SHT11 connection reset sequence function *****/
void sht15_reset()
{
    unsigned char i;
    DATAHT = 1;
    SCKHT = 0;
    for(i=0;i<9;i++)
    {
        SCKHT = 1;
        wait();
        SCKHT = 0;
    }
    sht15_init();
}

/***** SHT11 readout data function (2 byte) *****/
int sht15_read_measure(unsigned char measure_sel)
{
    int value;
    sht15_init();
    if(measure_sel==TEMP)

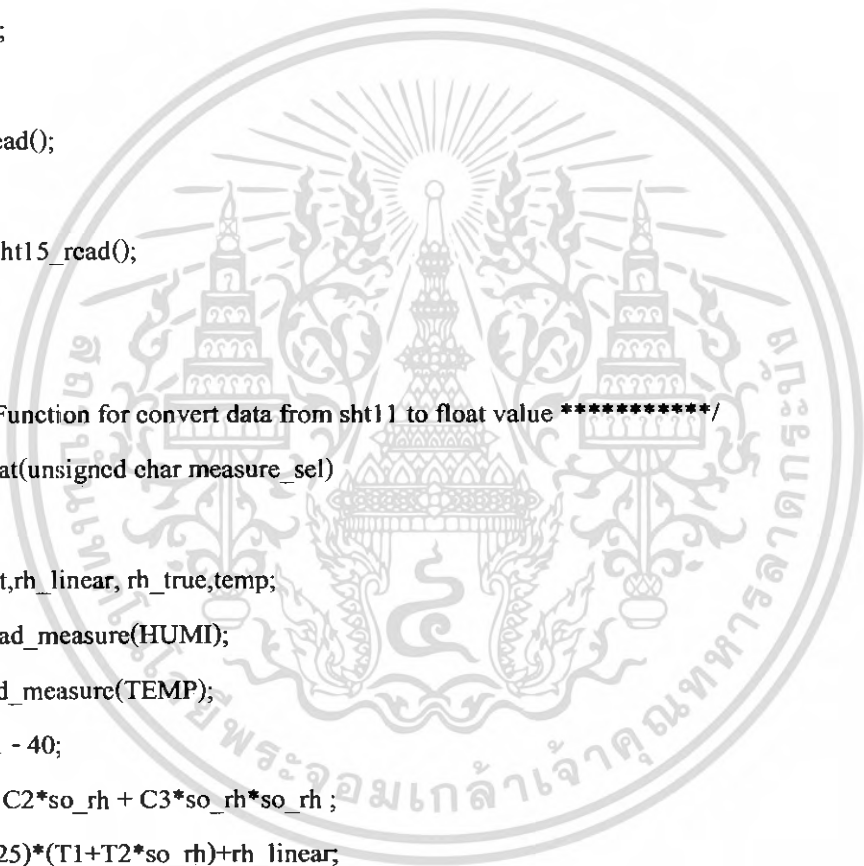
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

{
    sht15_write(MEASURE_TEMP);
    delay(270);
}
if(measurc_sel==HUMI)
{
    sht15_write(MEASURE_HUMI);
    delay(80);
}
value = sht15_read();
value<<=8;
value = value + sht15_read();
return(value);
}
/***** Function for convert data from sht11 to float value *****/
float read_HT_float(unsigned char measure_sel)
{
    float so_rh,so_t,rh_linear, rh_true,temp;
    so_rh = sht15_read_measure(HUMI);
    so_t = sht15_read_measure(TEMP);
    temp = so_t*0.01 - 40;
    rh_linear = C1 + C2*so_rh + C3*so_rh*so_rh ;
    rh_true = (temp-25)*(T1+T2*so_rh)+rh_linear;
    if(measure_sel==TEMP)
        return(temp);
    if(measure_sel==HUMI)
        return(rh_true);
}

```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
/******PCF8591******/
```

```
void I2c_Wait(void)
```

```
{ unsigned char i;
```

```
    for (i=0;i<30;i++) { }
```

```
}
```

```
void I2c_Clk(void)
```

```
{    SCL    =    1;
```

```
    I2c_Wait();
```

```
    SCL    =    0;
```

```
    I2c_Wait();
```

```
}
```

```
void I2c_Nack(void)
```

```
{    SDA    = 1;
```

```
    I2c_Clk();
```

```
}
```

```
void I2c_Start(void)
```

```
{    SCL    =    0;
```

```
    SDA    =    1;
```

```
    SCL    =    1;
```

```
    I2c_Wait();
```

```
    SDA    =    0;
```

```
    I2c_Wait();
```

```
}
```

```
void I2c_Stop(void)
```

```
{    SCL    =    0;
```

```
    SDA    =    0;
```

```
    SCL    =    1;
```

```
    I2c_Wait();
```

```
    SDA    =    1;
```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    I2c_Wait();
}

void I2c_Write(unsigned char Data )
{ unsigned char i;
  bit   out;
    SCL = 0;
  for (i=0;i<8;i++)
    {
      out = Data & 0x80;
      Data = Data << 1;
      SDA = out;
      I2c_Clk();
    }
  SDA = 1;
  I2c_Clk();
}

unsigned char I2c_Read(void)
{ unsigned char Data,i;
  bit   out;
    SCL = 0;
    SDA = 1;
    I2c_Wait();
  for (i=0;i<8;i++)
    {
      SCL = 1;
      I2c_Wait();
      out = SDA;
      Data = Data << 1;
      Data = Data | out;
    }
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        SCL = 0;
        I2c_Wait();
    }
    return(Data);
}
unsigned char Read_A2D(unsigned char channel)

```

```

{ unsigned char tmp;

```

```

    I2c_Start();

```

```

    I2c_Write(0x90);

```

```

    I2c_Write(0x40 | channel );

```

```

    I2c_Stop();

```

```

    I2c_Start();

```

```

    I2c_Write(0x91);

```

```

    tmp = I2c_Read();

```

```

    I2c_Nack();

```

```

    I2c_Stop();

```

```

    return(tmp);
}

```

```

/***** Main Program *****/

```

```

void main()

```

```

{

```

```

    int    h, t;

```

```

        // Variable for storing Humidity ,Temperature

```

```

    serial();

```

```

    while(1)

```

```

        // Infinite loop

```

```

    {

```

```

        sht15_reset();

```

```

        t = (int)read_HT_float(TEMP);

```

```

        h = (int)read_HT_float(HUMI);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SBUF = cl;TI=0;while(!TI);

SBUF = 'w';TI=0;while(!TI);

SBUF = 'y';TI=0;while(!TI);

SBUF = sat;TI=0;while(!TI);

SBUF = Read_A2D(0);TI=0;while(!TI);

SBUF = 'c';TI=0;while(!TI);

SBUF = 's';TI=0;while(!TI);

SBUF = r;TI=0;while(!TI);

SBUF = n;TI=0;while(!TI);

SBUF = 'w';TI=0;while(!TI);

SBUF = 'y';TI=0;while(!TI);

SBUF = light;TI=0;while(!TI);

SBUF = Read_A2D(1);TI=0;while(!TI);

SBUF = 'e';TI=0;while(!TI);

SBUF = 's';TI=0;while(!TI);

SBUF = r;TI=0;while(!TI);

SBUF = n;TI=0;while(!TI);

SBUF = 'w';TI=0;while(!TI);

SBUF = 'y';TI=0;while(!TI);

SBUF = tem;TI=0;while(!TI);

SBUF = t;TI=0;while(!TI);

SBUF = 'c';TI=0;while(!TI);

SBUF = 's';TI=0;while(!TI);

SBUF = r;TI=0;while(!TI);

SBUF = n;TI=0;while(!TI);

SBUF = 'w';TI=0;while(!TI);

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
SBUF = 'y';TI=0;while(!TI);
SBUF = hum;TI=0;while(!TI);
SBUF = h;TI=0;while(!TI);
SBUF = 'e';TI=0;while(!TI);
SBUF = 's';TI=0;while(!TI);
SBUF = r;TI=0;while(!TI);
SBUF = n;TI=0;while(!TI);
TI=0;
```

}

}



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรม Visual Basic 6 ที่อ่านค่าสัญญาณทางพอร์ตอนุกรมและเก็บลงฐานข้อมูล

Option Explicit

Dim count_time, count_time1 As Integer

Dim capmin, caphour As Integer

Dim vvc As String

Private DataIn(1024) As String

Private ByteIn As Integer

Private ArrayData(128) As Long

Private sat, sab As String, tem As Long, hum As Long, lig, ligh As Long

Function updatedata()

On Error GoTo errfc:

With DataEnvironment1.rsCommand1

.AddNew

.Fields("Satellite").Value = Text1.Text

.Fields("Temperature").Value = Text2.Text

.Fields("Humidity").Value = Text3.Text

.Fields("Light").Value = Text4.Text

.Fields("Time").Value = Label18.Caption

.Fields("Date").Value = Label19.Caption

.Update

DataGrid1.DataMember = ""

DataGrid1.Refresh

DataGrid1.DataMember = "Command1"

DataGrid1.Refresh

DataGrid1.Columns(0).Width = 1

DataGrid1.Columns(1).Width = 1200

DataGrid1.Columns(2).Width = 1200

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
DataGrid1.Columns(3).Width = 1200
```

```
DataGrid1.Columns(4).Width = 1200
```

```
DataGrid1.Columns(5).Width = 1200
```

```
DataGrid1.Columns(6).Width = 1200
```

```
End With
```

```
Exit Function
```

```
errfc:
```

```
With DataEnvironment1.rsCommand1
```

```
.CancelUpdate
```

```
End With
```

```
End Function
```

```
Private Sub ClearD_Click()
```

```
If (MsgBox("ต้องการลบข้อมูลในตาราง ใช่หรือไม่ ", vbOKCancel) = vbOK) Then With
```

```
DataEnvironment1.rsCommand1
```

```
While (.EOF = False)
```

```
.MoveFirst
```

```
.Delete
```

```
.MoveNext
```

```
Wend
```

```
End With
```

```
DataGrid1.DataMember = ""
```

```
DataGrid1.Refresh
```

```
DataGrid1.DataMember = "Command1"
```

```
DataGrid1.Refresh
```

```
DataGrid1.Columns(0).Width = 1
```

```
DataGrid1.Columns(1).Width = 1200
```

```
DataGrid1.Columns(2).Width = 1200
```

```
DataGrid1.Columns(3).Width = 1200
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
DataGrid1.Columns(4).Width = 1200
DataGrid1.Columns(5).Width = 1200
DataGrid1.Columns(6).Width = 1200
End If
End Sub
```

```
Private Sub Exit_Click()
End
End Sub
```

```
Private Sub Form_Load()
Recorder11.Visible = True
Satel.Checked = True
Temp.Checked = False
Humi.Checked = False
Light.Checked = False
MSComm1.CommPort = 1
MSComm1.RThreshold = 1
MSComm1.InputLen = 1
MSComm1.Settings = "9600,n,8,1"
MSComm1.PortOpen = True
ByteIn = 1
capmin = 0
caphour = 0
count_time1 = 0
Recorder11.Pens = 1
Timer1.Interval = 100
Timer1.Enabled = False
Recorder11.PenColor = vbYellow
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
DataGrid1.Columns(0).Width = 1
DataGrid1.Columns(1).Width = 1200
DataGrid1.Columns(2).Width = 1200
DataGrid1.Columns(3).Width = 1200
DataGrid1.Columns(4).Width = 1200
DataGrid1.Columns(5).Width = 1200
DataGrid1.Columns(6).Width = 1200
End Sub
```

```
Private Sub Command1_Click()
Shape1.FillColor = &HFF00&
Shape2.FillColor = &HC0C0FF
Recorder11.Action = 1
Recorder11.PaperUnits = Centimeters
Recorder11.PaperSpeed = 10
Timer1.Enabled = True
Timer2.Enabled = True
    If (MSComm1.PortOpen = False) Then
        MSComm1.PortOpen = True
    End If
Recorder11.ThisPen = 1
Recorder11.PenWidth = 2
Recorder11.PenValue = Val(Text1.Text)
Label7.Caption = "Satellite"
Satel.Checked = True
Temp.Checked = False
Humid.Checked = False
Light.Checked = False
Recorder11.PenColor = vbYellow
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Line1.BorderColor = vbYellow
```

```
End Sub
```

```
Private Sub MSComm1_OnComm()
```

```
Dim k(1 To 6) As Integer
```

```
Dim i As Integer
```

```
Dim Address1 As Integer
```

```
DataIn(ByteIn) = MSComm1.Input
```

```
If (DataIn(ByteIn - 1) = "w") And (DataIn(ByteIn) = "y") Then
```

```
    DataIn(1) = "w"
```

```
    DataIn(2) = "y"
```

```
    ByteIn = 2
```

```
End If
```

```
If (DataIn(1) = "w") And (DataIn(2) = "y") And (DataIn(ByteIn - 1) = "c") And  
(DataIn(ByteIn) = "s") Then
```

```
    For i = LBound(k) To UBound(k)
```

```
        ArrayData(i) = Asc(DataIn(i))
```

```
    Next i
```

```
    Address1 = ArrayData(3)
```

```
    If Address1 = 1 Then
```

```
        sat = ArrayData(4)
```

```
        sab = sat / 51
```

```
        Text1.Text = sab & vbCrLf
```

```
    End If
```

```
    If Address1 = 2 Then
```

```
        tem = ArrayData(4)
```

```
        Text2.Text = tem & vbCrLf
```

```
    End If
```

```
    If Address1 = 3 Then
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

hum = ArrayData(4)
Text3.Text = hum & vbCrLf
End If

If Address1 = 4 Then
lig = ArrayData(4)
Text4.Text = lig & vbCrLf
End If

End If

ByteIn = ByteIn + 1
End Sub

```

```

Private Sub Command2_Click()
Shape1.FillColor = &HC0FFC0
Shape2.FillColor = &HFF&
Recorder11.Action = 0
Timer2.Enabled = False
Timer1.Enabled = False
capmin = 0
caphour = 0
count_time1 = 0
If (MSComm1.PortOpen = True) Then
MSComm1.PortOpen = False
End If
End Sub

```

```

Private Sub Command3_Click()
Recorder11.Action = NewPaper
End Sub

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Private Sub Satel_Click()

Recorder11.Max = 5

Recorder11.Min = 0

Label2.Caption = "1"

Label3.Caption = "2"

Label4.Caption = "3"

Label5.Caption = "4"

Label6.Caption = "5"

Satel.Checked = True

Temp.Checked = False

Humi.Checked = False

Light.Checked = False

Label7.Caption = "Satellite"

Recorder11.PenColor = vbYellow

Line1.BorderColor = vbYellow

End Sub

Private Sub Temp_Click()

Recorder11.Max = 100

Recorder11.Min = 0

Label2.Caption = "20"

Label3.Caption = "40"

Label4.Caption = "60"

Label5.Caption = "80"

Label6.Caption = "100"

Satel.Checked = False

Temp.Checked = True

Humi.Checked = False

Light.Checked = False



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Label7.Caption = "Temperature"  
Recorder11.PenColor = &HFFFF80  
Line1.BorderColor = &HFFFF80  
End Sub
```

```
Private Sub Humi_Click()
```

```
Recorder11.Max = 100  
Recorder11.Min = 0  
Label2.Caption = "20"  
Label3.Caption = "40"  
Label4.Caption = "60"  
Label5.Caption = "80"  
Label6.Caption = "100"  
Satel.Checked = False  
Temp.Checked = False  
Humi.Checked = True  
Light.Checked = False  
Label7.Caption = "Humidity"  
Recorder11.PenColor = &HFF&  
Line1.BorderColor = &HFF&  
End Sub
```

```
Private Sub Light_Click()
```

```
Recorder11.Max = 255  
Recorder11.Min = 0  
Label2.Caption = "50"  
Label3.Caption = "100"  
Label4.Caption = "150"  
Label5.Caption = "200"
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Label6.Caption = "255"  
Satel.Checked = False  
Temp.Checked = False  
Humi.Checked = False  
Light.Checked = True  
Label7.Caption = "Light"  
Recorder11.PenColor = &H80FF80  
Line1.BorderColor = &H80FF80  
End Sub
```

```
Private Sub Timer1_Timer()  
If Combo1.Text = "15sec" Then  
    If count_time >= 15 Then  
        updatedata  
        count_time = 0  
    End If  
ElseIf Combo1.Text = "30sec" Then  
    If count_time >= 30 Then  
        updatedata  
        count_time = 0  
    End If  
ElseIf Combo1.Text = "60sec" Then  
    If count_time >= 60 Then  
        updatedata  
        count_time = 0  
    End If  
ElseIf Combo1.Text = "2min" Then  
    If count_time >= 120 Then
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

updatedata
count_time = 0
End If
ElseIf Combo1.Text = "5min" Then
    If count_time >= 300 Then
        updatedata
        count_time = 0
    End If
ElseIf Combo1.Text = "10min" Then
    If count_time >= 600 Then
        updatedata
        count_time = 0
    End If
End If
If (Satel.Checked = True) Then
    vvc = Text1.Text
ElseIf (Temp.Checked = True) Then
    vvc = Tcxt2.Text
ElseIf (Humi.Checked = True) Then
    vvc = Text3.Text
ElseIf (Light.Checked = True) Then
    vvc = Text4.Text
End If
Recorder11.ThisPen = 1
Recorder11.PenWidth = 2
Recorder11.PenValue = Val(vvc)
End Sub

Private Sub Timer3_Timer()

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Label18.Caption = Time
Label19.Caption = Date
count_time = count_time + 1
End Sub
```

```
Private Sub Timer2_Timer()
count_time1 = count_time1 + 1
If (count_time1 = 60) Then
capmin = capmin + 1
  If (capmin = 60) Then
caphour = caphour + 1
ckhour
capmin = 0
  End If
count_time1 = 0
End If
End Sub
```

```
Function ckhour()
Dim ckh As Integer
ckh = Val(Left(Combo2.Text, 3))
If (ckh = caphour) Then
Shape1.FillColor = &HC0FFC0
Shape2.FillColor = &HFF&
Recorder11.Action = 0
Timer2.Enabled = False
capmin = 0
caphour = 0
count_time1 = 0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Timer1.Enabled = False

If (MSComm1.PortOpen = True) Then

MSComm1.PortOpen = False

End If

End If

End Function



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้