สำนักหอสมุดกลาง_พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เครื่องบันทึกข้อมูล
Data Logger

จัดทำโดย
นาย ศศิน ศุภศิลป์
นาย ศิริยศ ประภาชาลินี
นาย ศิริวัฒน์ พลอยทับทิม

อาจารย์ที่ปรึกษา
ผศ.พลผดุง ผดุงกุล

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 46203
วัน, เดือน, ปี 21 มี.ค. 2546

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

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องบันทึกข้อมูล
Data Logger

จัดทำโดย

นาย ศศิน ศุภศิลป์ รหัส 41014414

นาย ศิริยศ ประภาชาลินี รหัส 41014424

นาย ศิริวัฒน์ พลอยทับทิม รหัส 41014426

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.พลผดุง ผดุงกุล

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชา วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2544

ภาควิชา วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องบันทึกข้อมูล

(Data Logger)

จัดทำโดย นาย ศศิน ศุภศิลป์ รหัส 41014414

นาย ศิริยศ ประภาชาลินี รหัส 41014424

นาย ศิริวัฒน์ พลอยทับทิม รหัส 41014426

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.พลผดุง ผดุงกุล

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้ผ่านการตรวจสอบโดยอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว

ลงชื่อ.....

อาจารย์ที่ปรึกษา (ผศ.พลผดุง ผดุงกุล)

วันที่ 20/03/45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องบันทึกข้อมูล

นาย ศศิน ศุภศิลป์
นาย ศิริยศ ประภาชาลินี
นาย ศิริวัฒน์ พลอยทับทิม
ผศ. พลผดุง ผดุงกุล (อาจารย์ที่ปรึกษา)
ภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2544

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เป็นการนำเสนอ เครื่องบันทึกข้อมูล ซึ่งสามารถตรวจวัดสัญญาณอินพุทพร้อมกันได้ 8 ช่องสัญญาณ โดยใช้ไอซี ADC 0809 เป็นตัวแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล ทำงานร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ซึ่งทำหน้าที่ในการควบคุมการทำงานของระบบทั้งหมด

โดยไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการเก็บสัญญาณอินพุตที่ถูกแปลงเป็นสัญญาณดิจิตอลแล้วไว้ในหน่วยความจำข้อมูลเพื่อนำข้อมูลที่เก็บไว้นี้อินเตอร์เฟสกับคอมพิวเตอร์โดยผ่านทางพอร์ตอนุกรม โดยใช้มาตรฐาน RS-232 เพื่อนำข้อมูลที่เก็บจากสัญญาณอินพุตมาประมวลผลบนเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรม Visual Basic 6 เข้ามาช่วยในการสร้างซอฟท์แวร์สำหรับการพล็อตกราฟ

เครื่องบันทึกข้อมูลในโครงงานนี้ สามารถตรวจจับสัญญาณอินพุตได้พร้อมกัน 8 ช่องสัญญาณ โดยสามารถตั้งค่าวันและเวลาในการเริ่มและหยุดทำงานได้และสามารถเลือกช่วงเวลาในการตรวจจับสัญญาณได้ ตั้งแต่ 0-99 วินาที โดยใช้ ไอซี เรียลไทม์คล็อกเป็นฐานเวลา ส่วนช่วงเวลาในการตรวจจับสัญญาณที่ช่วงเวลาต่ำกว่าหนึ่งวินาทีนั้นจะใช้ออสซิลเลเตอร์เป็นฐานเวลาในการทำงานแทนและสามารถเลือกจำนวนข้อมูลที่จะเก็บได้ว่าจะเก็บข้อมูลทั้งหมดกี่ค่าโดยการกำหนดพื้นที่ในหน่วยความจำข้อมูลว่าจะเก็บถึงตำแหน่งที่เท่าไหร่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Data Logger

Mr. Sasin Supasilapa

Mr. Siriyot Prapachalinee

Mr. Siriwat Ploytuptim

Mr. Polpadung Padungkul (Advisor)

2nd Semestor, Educational Year 2001

Abstract

This project proposes Data Logger. It can measure 8-channel input signal. An input signal is converted from analog to digital by using IC ADC 0809. It used MCS-51 Microcontroller family to control all system.

By microcontroller will store the input signal that it is converted to digital in RAM for interface by serial communication to microcomputer used standard RS-232 for analyzing by Visual Basic 6 software to plot the graph on PC.

Data logger in this project can measure 8-channel at the same time and can set date and time to start and end work it can choose interval time to measure input signal between 0-99 second by used IC real time clock is base time and less than 1 second used ossillator is base time. Data logger can choose number of data to store by fix position in RAM.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

กิตติกรรมประกาศ

บทคัดย่อ

Abstract

สารบัญ

สารบัญรูปภาพ

สารบัญตาราง

บทที่ 1 บทนำ 1

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง 2

2.1 หลักการทำงานของ Analog to Digital Converter 2

2.1.1 หลักการเบื้องต้นของการแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอล 2

2.1.2 ค่าความละเอียดของ ADC 2

2.1.3 ชนิดของ เอ/ดี คอนเวอร์เตอร์ 3

2.1.4 การแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล 6

2.1.5 การจัดระดับสัญญาณ (Quantizing) 8

2.1.6 การเข้ารหัส (Coding) 9

2.2 การอินเตอร์เฟสโดยพอร์ต RS-232 10

2.2.1 มาตรฐาน RS-232 10

2.2.2 การอินเตอร์เฟสตามมาตรฐาน RS-232C 10

2.2.3 การทำงานของ DS1307 11

2.3 โปรแกรมภาษา Visual Basic 13

2.3.1 ขั้นตอนในการใช้งานโปรแกรมของ Visual Basic 13

2.3.2 การสร้าง Form แบบ MS Chart 14

2.3.3 การเปิดและปิดไฟล์ 15

บทที่ 3 ไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล MCS-51 แบบแฟลช 18

3.1 คุณสมบัติทางเทคนิคของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 อนุกรม AT89xx 19

3.2 การจัดขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 21

3.3 ไทเมอร์/เคาน์เตอร์ของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 24

3.4 การขับโมดูลแสดงผลแบบผลึกเหลว (LCD module) 25

บทที่ 4 หลักการออกแบบและการสร้าง 27

4.1 บล็อกไดอะแกรมของดาต้าลอกเกอร์(Data Logger) 27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1 ส่วนแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิตอล 27
4.1.2 ส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์ 28
4.1.3 ส่วนหน่วยความจำข้อมูล 28
4.1.4 ส่วนพีซีคอมพิวเตอร์ 28
4.2 ไอซีสำหรับการเปลี่ยนสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล 28
4.2.1 ADC0809 : 8 bits A/D 28
4.2.2 การเปลี่ยนแบบประมาณรวบยอด (Successive Approximation) 30
4.3 การออกแบบซอฟท์แวร์ด้วยโปรแกรม Visual Basic 31
4.4 การเก็บค่าข้อมูลในหน่วยความจำข้อมูลภายนอก 36
4.5 โครงสร้างโปรแกรมและรูปวงจร 37
บทที่ 5 การทดลองและผลการทดลอง 46
5.1 ภาคการแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอล 46
5.2 ภาคการแสดงผลเป็นกราฟด้วยซอฟท์แวร์ที่สร้างขึ้นด้วย Visual Basic 50
5.2.1 ส่วนแรกเก็บสัญญาณอินพุทจำนวน 1 Channel 50
5.2.2 ส่วนที่สองเก็บสัญญาณอินพุทจำนวน 2 Channel 54
5.2.3 ส่วนที่สามเก็บสัญญาณอินพุทจำนวน 8 Channel 56
5.2.4 ส่วนที่สี่เก็บอินพุท 1 Channel ที่เป็น Sine wave ด้วยความถี่ที่สูงขึ้น 60
5.2.5 ส่วนที่ห้าเก็บอินพุทที่ความถี่ Interval ค่าต่างๆ 62
5.3 การประยุกต์โดยนำวงจรวัดอุณหภูมิมาเป็นสัญญาณอินพุท 64
บทที่ 6 สรุปและวิจารณ์ 67
บรรณานุกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

รูปที่ 2.1 แสดงกราฟคุณสมบัติของเอดีซีขนาด 3 บิต 2
รูปที่ 2.2 แสดงบล็อกของวงจร เอดีซี ขั้นบันไดหรือตามรอย 3
รูปที่ 2.3 แสดงรูปคลื่นของวงจร เอดีซี ขั้นบันได 4
รูปที่ 2.4 แสดงรูปคลื่นของวงจรเอดีซีตามรอย 4
รูปที่ 2.5 แสดงบล็อกของวงจร เอดีซี ที่ใช้การประมาณค่าโดยลำดับ 5
รูปที่ 2.6 แสดงรูปคลื่น 5
รูปที่ 2.7 การสุ่มสัญญาณ 6
รูปที่ 2.8 การเกิดความถี่ Aliasing 7
รูปที่ 2.9 การส่งข้อมูลบน Serial Bus ของ DS1307 11
รูปที่ 3.1 โครงสร้างพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ 18
รูปที่ 3.2 โครงสร้างพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ในอนุกรม AT89Cxx 19
รูปที่ 3.3 โครงสร้างพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ในอนุกรม AT89Sxx 20
รูปที่ 3.4 การจัดขามาตรฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 21
รูปที่ 3.5 รายละเอียดโครงสร้างหลักของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช 21
รูปที่ 3.6 รูปร่างและการจัดขาโมดูล LCD แบบอักขระ 25
รูปที่ 4.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมของดาต้าลอกเกอร์ 27
รูปที่ 4.2 บล็อกไดอะแกรมของ ADC0809 29
รูปที่ 4.3 ไทม์มิ่งไดอะแกรมของ ADC0809 30
รูปที่ 4.4 บล็อกไดอะแกรมของ Successive Approximation ADC 30
รูปที่ 4.5 แสดงไดอะแกรมเวลาของการทำงาน 31
รูปที่ 4.6 ซอฟท์แวร์ใน Form ที่ 1 32
รูปที่ 4.7 ซอฟท์แวร์ใน Form ที่ 2 33
รูปที่ 4.8 ซอฟท์แวร์ใน Form ที่ 2 เมื่อใส่รหัสของผู้ใช้หรือรหัสผ่านผิดพลาด 33
รูปที่ 4.9 ซอฟท์แวร์ใน Form ที่ 3 34
รูปที่ 4.10 ซอฟท์แวร์ใน Form ที่ 4 35
รูปที่ 5.1 ค่าที่เก็บได้จาก Text file 47
รูปที่ 5.2 เก็บสัญญาณแรงดันไฟตรงจำนวน 1 Channel 50
รูปที่ 5.3 เก็บสัญญาณ Sine wave จำนวน 1 Channel 51
รูปที่ 5.4 เก็บสัญญาณ Square wave จำนวน 1 Channel 51
รูปที่ 5.5 เก็บสัญญาณ Triangle wave จำนวน 1 Channel 52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.6 เก็บสัญญาณ Ramp up จำนวน 1 Channel 52
รูปที่ 5.7 เก็บสัญญาณ Ramp down จำนวน 1 Channel 53
รูปที่ 5.8 เก็บสัญญาณ Sine wave และ Sync ทั้งหมด 2 Channel (RAM 8 Kbytes) 54
รูปที่ 5.9 เก็บสัญญาณ Sine wave และ แรงดันไฟตรง ทั้งหมด 2 Channel (RAM 8 Kbytes) 54
รูปที่ 5.10 เก็บสัญญาณ Sine wave และ Sync ทั้งหมด 2 Channel (RAM 32 Kbytes) 55
รูปที่ 5.11 เก็บสัญญาณ Sine wave และ แรงดันไฟตรง ทั้งหมด 2 Channel (RAM 32 Kbytes) 55
รูปที่ 5.12 เก็บแรงดันไฟตรงขนาดต่างๆ ทั้งหมด 8 Channel 56
รูปที่ 5.13 เก็บสัญญาณ Sine wave และแรงดันไฟตรงขนาดต่างๆ ทั้งหมด 8 Channel 57
รูปที่ 5.14 เก็บสัญญาณ Square wave และแรงดันไฟตรงขนาดต่างๆ ทั้งหมด 8 Channel 58
รูปที่ 5.15 เก็บสัญญาณ Triangle wave และแรงดันไฟตรงขนาดต่างๆ ทั้งหมด 8 Channel 59
รูปที่ 5.16 เก็บสัญญาณ Sine wave ความถี่ 2 KHz จำนวน 1 Channel 60
รูปที่ 5.17 เก็บสัญญาณ Sine wave ความถี่ 1 KHz จำนวน 1 Channel 60
รูปที่ 5.18 เก็บสัญญาณ Sine wave ความถี่ 500 Hz จำนวน 1 Channel 61
รูปที่ 5.19 เก็บสัญญาณ Sine wave ความถี่ 250 Hz จำนวน 1 Channel 61
รูปที่ 5.20 เก็บสัญญาณ Sine wave ที่ความถี่ Interval 4 KHz จำนวน 1 Channel 62
รูปที่ 5.21 เก็บสัญญาณ Sine wave ที่ความถี่ Interval 2 KHz จำนวน 1 Channel 62
รูปที่ 5.22 เก็บสัญญาณ Sine wave ที่ความถี่ Interval 1 KHz จำนวน 1 Channel 63
รูปที่ 5.23 เก็บสัญญาณ Sine wave ที่ความถี่ Interval 500 Hz จำนวน 1 Channel 63
รูปที่ 5.24 กราฟการบันทึกค่าอุณหภูมิ 64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ 2.1 แสดงการเข้ารหัสสัญญาณ 9
ตารางที่ 2.2 การเลือกความถี่ของสัญญาณพัลส์ 12
ตารางที่ 3.1 รายละเอียดโดยสรุปบางส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช 20
ตารางที่ 5.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสัญญาณที่ป้อนเข้า ADC กับค่าที่ได้จากกราฟ 46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

เนื่องจากในโลกยุคปัจจุบันการทำงานเกี่ยวกับสัญญาณต่างๆมีแนวโน้มที่จะเปลี่ยนไปใช้ระบบสัญญาณ Digital มากขึ้นเนื่องจากมีความถูกต้องของสัญญาณมากกว่าสัญญาณ Analog ที่มีปัญหาในเรื่องของสัญญาณรบกวนและระบบประมวลผลต่างๆในปัจจุบันนั้นยังต้องใช้สัญญาณ Digital เป็นข้อมูลในการประมวลผล ซึ่งมีประโยชน์มากในโลกยุคปัจจุบัน

ในโครงงานนี้เราจะทำการออกแบบเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจจับระดับสัญญาณและบันทึกระดับสัญญาณไฟฟ้าที่มีการทำงานอย่างต่อเนื่อง (Analog Signal) หรือสัญญาณที่มีการทำงานแบบไม่ต่อเนื่อง (Digital Signal) ซึ่งสามารถบันทึกสัญญาณได้ 8 ช่องสัญญาณได้โดยเป็นอิสระจากกัน และสามารถเลือกช่วงเวลาในการบันทึกข้อมูลได้ตั้งแต่ 0-99 วินาที, 250 ไมโครวินาที, 500 ไมโครวินาที, 1 มิลลิวินาที และ 2 มิลลิวินาที โดยสามารถตั้งเวลาในการเริ่มการทำงานและหยุดการทำงานของเครื่องได้ และสามารถเลือกจำนวนข้อมูลในการบันทึกได้ 8000 ค่า 16000 ค่า และ 32000 ค่า แต่ในการนำไปใช้งานจริงๆอาจจะต้องการบันทึกค่าข้อมูลที่มากกว่านี้ ซึ่งก็สามารถทำได้โดยการเพิ่มหน่วยความจำข้อมูล

โดยผลที่บันทึกไว้ในหน่วยความจำสามารถนำมาทำการตรวจสอบวิเคราะห์ หรือ นำมาประมวลผลได้ โดยการนำข้อมูลที่เก็บไว้ซึ่งมีการแปลงจากสัญญาณ Analog เป็นสัญญาณ Digital แล้วนั้น ส่งผ่านไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ เพื่อแสดงรูปร่างของสัญญาณหรือนำสัญญาณไปวิเคราะห์ผลได้ตามต้องการ ซึ่งในปัจจุบันนี้เครื่องคอมพิวเตอร์มีใช้กันอย่างแพร่หลาย อีกทั้งมีประสิทธิภาพในการทำงานสูงและราคาไม่แพงมากนัก โดยใช้ระบบปฏิบัติการวินโดวส์ (Windows) ซึ่งมีความสามารถทางด้านกราฟฟิก (Graphic) สูง และใช้ ซอฟท์แวร์ Visual Basic มาช่วยในการประมวลผลสัญญาณที่เก็บได้ ซึ่งมีความสะดวกในการพัฒนาโปรแกรมต่อไปในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

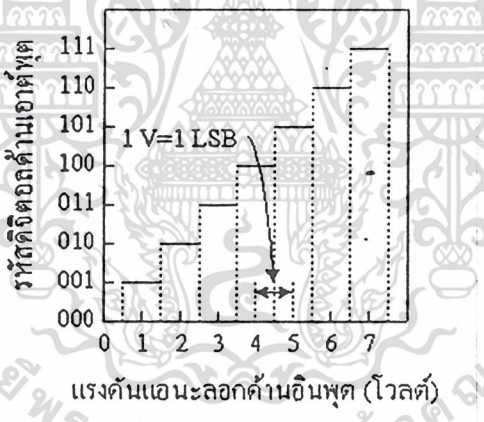
บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 หลักการทำงานของ Analog to Digital Converter

กระบวนการต่างๆที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติส่วนใหญ่หากนำมาแปรค่าเป็นสัญญาณทางไฟฟ้ามักเป็นสัญญาณที่อยู่ในรูปของแรงดันหรือกระแส หรือไม่ก็เป็นลักษณะของค่าความต้านทาน ลักษณะที่ได้จะเป็นสัญญาณแอนะล็อก ซึ่งไม่สามารถนำไปใช้กับคอมพิวเตอร์โดยตรงได้จึงจำเป็นต้องมีวงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอล เราเรียกว่าวงจร "เอ/ดี คอนเวอร์เตอร์"

2.1.1 หลักการเบื้องต้นของการแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอล

หากนำเอา ADC ขนาด 3 บิตมาเขียนกราฟคุณสมบัติระหว่างสัญญาณอินพุตกับเอาต์พุต สมมุติว่าแรงดันอินพุต Vi เปลี่ยนค่าจาก 0-7 โวลต์ และได้สัญญาณเอาต์พุตที่เป็นสัญญาณดิจิตอลจาก 000-111 ดังแสดงในรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 แสดงกราฟคุณสมบัติของเอดีซีขนาด 3 บิต

2.1.2. ค่าความละเอียดของ ADC

ค่าความละเอียดของ ADC หาได้จากการเปลี่ยนแปลงค่าแรงดันอินพุตแล้วทำให้สัญญาณดิจิตอลเปลี่ยนค่าบิตนัยสำคัญต่ำสุดไป

$$\text{ความละเอียด} = \text{ค่าแรงดันอินพุตต่อบิต} = \text{ค่าเต็มสเกลหารด้วย } 2^N - 1$$

หรือถ้าอ้างอิงถึงเรื่อง A/D จะได้ว่า

$$\text{ความละเอียด} = 2^N$$

โดยที่ N คือจำนวนบิตของวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าสมมุติว่ามีเอาต์พุต 8 เส้น โดยเอาต์พุตแต่ละเส้นแสดงสถานะทางลอจิกเป็น 0 หรือ 1 จะมีความแตกต่างทางรหัสไบนารี ทั้งหมด 2^8 หรือ 256 รหัส

เช่นถ้าตัวแปลงสัญญาณมีความแตกต่างทางรหัสเอาต์พุต 256 ระดับสัญญาณอินพุตถูกแทนเป็นไบนารี่จาก 00000000 ถึง 11111111 ถ้าย่านอินพุตเริ่มจาก 0-5 โวลต์ ดังนั้นค่าความละเอียดเท่ากับ 5/256 = 0.0195 โวลต์

2.1.3. ชนิดของ เอ/ดี คอนเวอร์เตอร์

วงจร เอ/ดี คอนเวอร์เตอร์ อาจจำแนกได้ดังนี้

1.) เอดีซี ชนิด ป้อนกลับขนาน

2.) เอดีซี ชนิด อินทิเกรต

3.) เอดีซี ชนิดพร้อมกัน

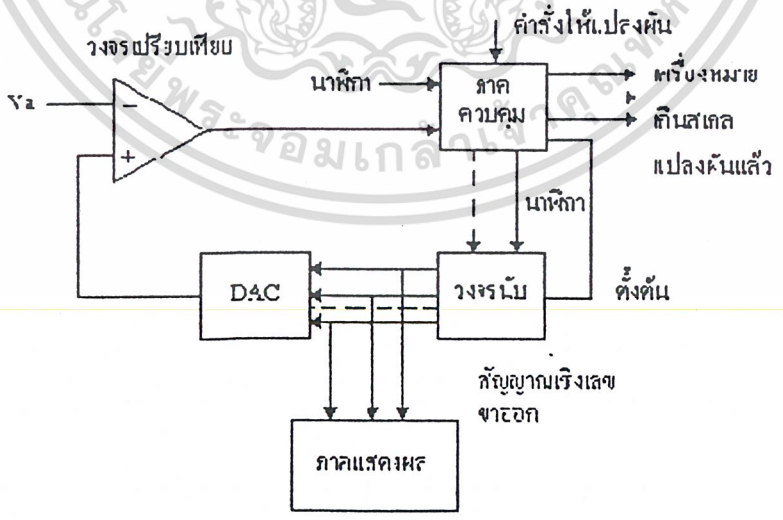
4.) เอดีซี ชนิดป้อนกลับเรียงลำดับ

ในที่นี้จะกล่าวถึงวงจรเอดีซีชนิดป้อนกลับแบบขนานเท่านั้น ซึ่งเป็นชนิดที่ใช้ในโครงงาน

เอดีซี ชนิดป้อนกลับขนาน

หลักการคือ การใช้วงจร ดีเอซี ในระบบป้อนกลับ วงจร เอดีซี ที่เป็นวงจรประมวลสำเร็จรูปส่วนใหญ่จะใช้หลักการนี้ เอดีซี ชนิดป้อนกลับขนานยังแบ่งเป็น

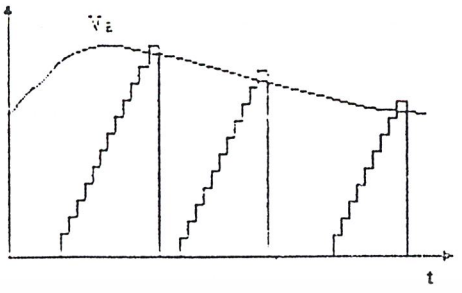
- เอดีซี ขั้นบันได
- เอดีซี ตามรอย (tracking)
- เอดีซี ที่ใช้การประมาณค่าโดยลำดับ (successive approximation)



รูปที่ 2.2 แสดงบล็อคของวงจร เอดีซี ขั้นบันไดหรือตามรอย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

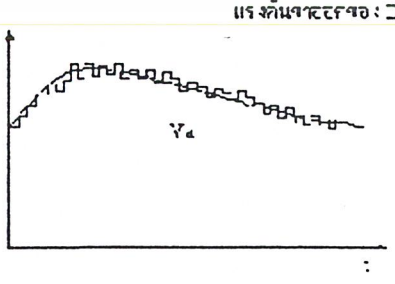
จากรูปที่ 2.2 แสดงแผนภาพของวงจร เอดีซี ขั้นบันได หรือตามรอย แล้วแต่ว่าวงจรนับเป็นแบบธรรมดาหรือแบบนับขึ้นลง



รูปที่ 2.3 แสดงรูปคลื่นของวงจร เอดีซี ขั้นบันได

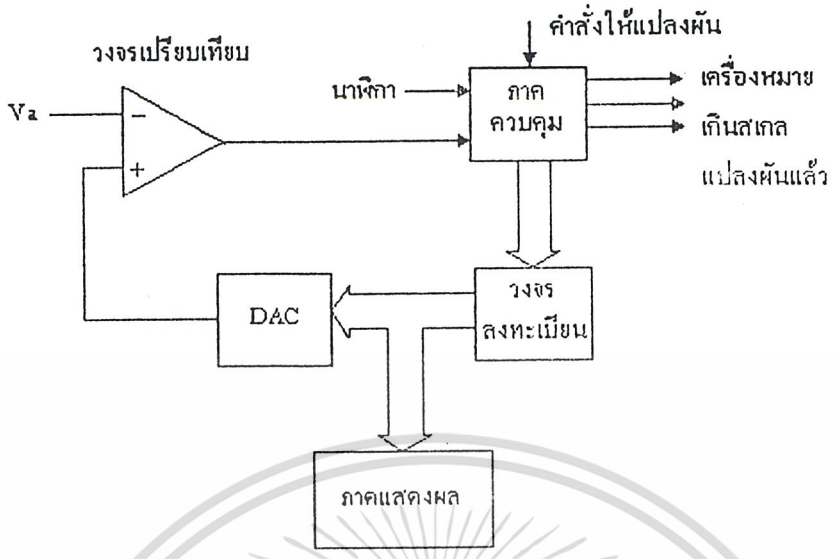
ในกรณีของวงจร เอดีซี ขั้นบันได เมื่อมีคำสั่งให้แปลงผัน วงจรนับจะตั้งต้นใหม่ (reset) สัญญาณนาฬิกาจะทำให้วงจรนับ นับขึ้นไปเรื่อยๆ ผลก็คือ แรงดันออกของ ดีเอซี จะเป็นรูปขั้นบันได (ดูรูปที่ 2.2) จนกระทั่งขึ้นสูงกว่า Va วงจรเปรียบเทียบจะบอกให้วงจรควบคุมหยุดสัญญาณนาฬิกาที่ส่งให้วงจรนับจนกว่าจะมีคำสั่งให้แปลงผันใหม่ หรือไม่วงจรเปรียบเทียบจะบอกให้วงจรควบคุมตั้งต้นวงจรนับใหม่ (กรณีรูปที่ 2.2) และวงจรจะเริ่มต้นกระบวนการแปลงผันใหม่ทันที

ถ้าเราใช้วงจรนับขึ้น-ลง และให้วงจรเปรียบเทียบทำหน้าที่ตัดสินว่าจะนับขึ้นหรือนับลงถ้าแรงดันออกของ ดีเอซี ต่ำกว่า Va ให้นับขึ้น แรงดันออกของ ดีเอซี จะลดลงเช่นกัน สังเกต ได้ว่ากรณีที่ Va มีค่าคงตัวหรือเกือบคงตัว แรงดันออกของ ดีเอซี จะขึ้นลงทุกๆ จังหวะของสัญญาณนาฬิกา ทำให้เกิดความไม่แน่นอนในบิตต่ำสุดของสัญญาณเชิงเลข (digital signal) ขาออก (ดูรูป 2.3) อย่างไรก็ดีวงจร เอดีซี ตามรอยมีข้อน่าสนใจคือ เวลาการแปลงผัน (conversion time) จะสั้นและสัญญาณเชิงเลขที่ได้จะแทนรูปคลื่นของสัญญาณเชิงอุปมาน (analog signal) ได้ดีกว่า



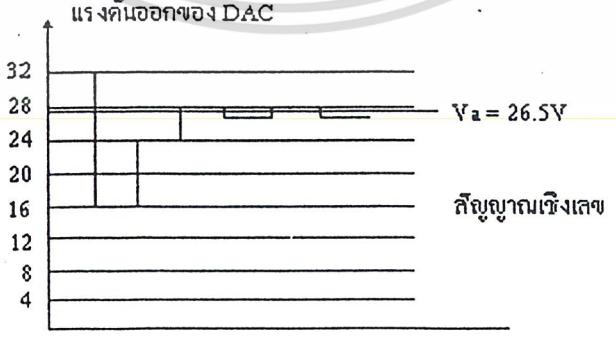
รูปที่ 2.4 แสดงรูปคลื่นของวงจรเอดีซีตามรอย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 แสดงบล็อกของวงจร เอดีซี ที่ใช้การประมาณค่าโดยลำดับ

จากรูปที่ 2.5 แสดงแผนภาพบล็อคของวงจรเอดีซีที่ใช้การประมาณค่าโดยลำดับ จะสังเกตว่าเราใช้วงจรทะเบียน (Register) แทนวงจรนับ การควบคุมการทำงานของวงจรจะมีขั้นตอนที่ยุ่งยากกว่า เอดีซี ตามรอย ขั้นตอนการทำงานนี้แสดงอยู่ในแผนภาพในรูปที่ 2.4 ตัวอย่างเช่น เราต้องการแปลงผัน Va = 26.5 โวลต์ เป็นสัญญาณเชิงเลข 6 บิต สมมติว่าบิตในสำคัญต่ำสุด (LSB) สมนัยกับ 1 โวลต์ ดังนั้นเลข 100000 จะสมนัยกับ 32 โวลต์ซึ่งเทียบแล้วจะใหญ่กว่า Va ดังนั้น บิตในสำคัญสูงสุดเท่ากับศูนย์ (MSB = 0) ให้บิตที่มีนัยสำคัญรองลงไปเป็น 1 เลข 010000 จะสมนัยกับ 24 โวลต์เทียบ 24โวลต์ Va และเช่นนี้ไปเรื่อยๆ ไปจนครบทุกบิต (ดูรูปคลื่นในรูปที่ 2.6)

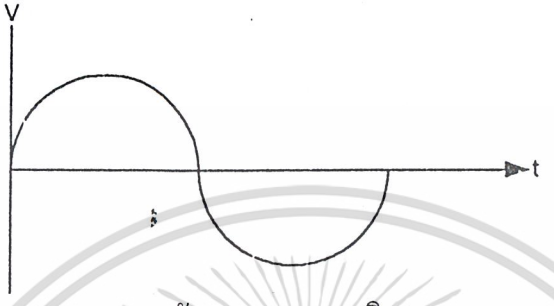


รูปที่ 2.6 แสดงรูปคลื่น

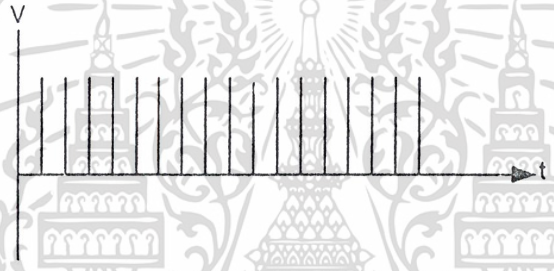
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4 การแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล

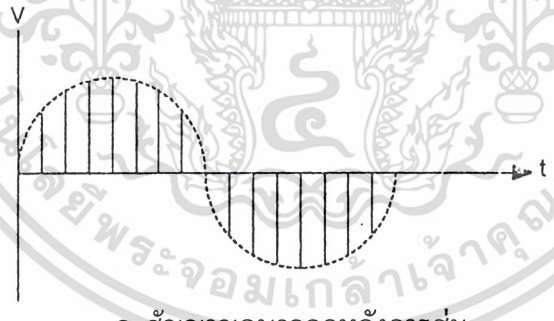
ในการแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอลนั้นสามารถทำได้โดยสร้างขบวนพัลส์เพื่อที่จะนำมาสุ่มสัญญาณโดยพัลส์นั้นจะมีความถี่คงที่ค่าหนึ่งที่เรียกว่าความถี่ในการสุ่มสัญญาณ(Sampling Frequency:f_s) เมื่อทำการมอดดูเลทระหว่างขบวนพัลส์กับสัญญาณอนาลอกโดยเสมือนว่าสัญญาณอนาลอกจะซ้อนทับมาบนขบวนพัลส์ ถ้าหากสัญญาณอนาลอกที่ถูกสุ่มถูก hold จนกว่าสัญญาณค่าใหม่จะถูกสุ่มเข้ามาจะได้ลักษณะของเอาท์พุทที่แสดงในรูปที่ 2.7 ง



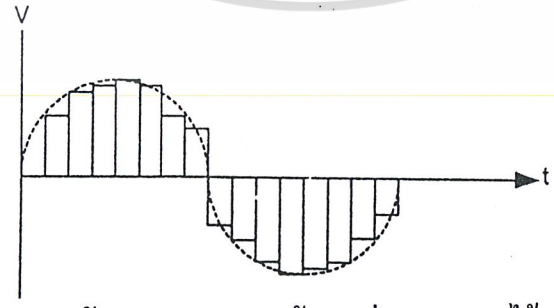
ก. สัญญาณอนาลอกอินพุท



ข. พัลส์ที่นำมาสุ่มสัญญาณ



ค. สัญญาณอนาลอกหลังการสุ่ม



ง. สัญญาณอนาลอกหลังการสุ่มและ hold ไว้

รูปที่ 2.7 การสุ่มสัญญาณ

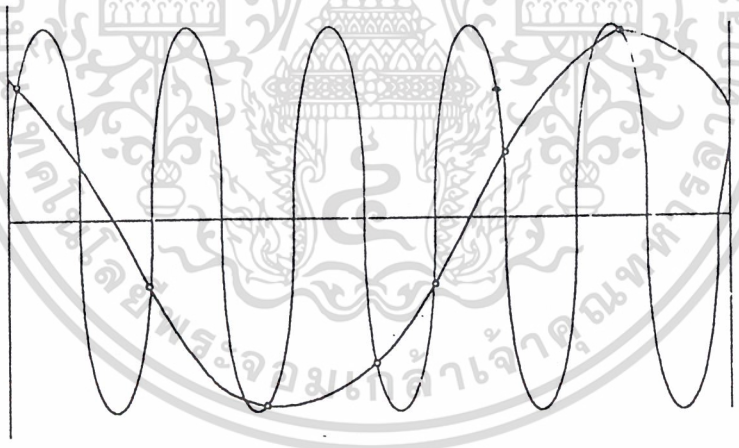
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าสัญญาณต่อเนื่องซึ่งมีความถี่และฮาร์โมนิกส์ไม่เกิน f_c ถูกสุ่มด้วยอัตราการสุ่มเท่ากับ f_s ซึ่งมีค่าไม่น้อยกว่า 2 f_c แล้วสัญญาณดังกล่าวจะสามารถเปลี่ยนกลับมาได้อย่างเดิมโดยไม่สูญเสียรายละเอียดหรือผิดเพี้ยนไป

ผลของการใช้อัตราการการสุ่มที่ไม่เหมาะสมจะทำให้เกิดสัญญาณรบกวนความถี่ต่ำเรียกว่า Aliasing frequency เมื่อสัญญาณถูกเปลี่ยนกลับมาเช่นเดิมหลังจากถูกสุ่มแล้วดังรูปที่ 2.8 จะเห็นว่าความถี่ Aliasing จะแตกต่างจากความถี่เดิมไปมาก Anti aliasing filter เป็นวงจรกรองผ่านความถี่ต่ำที่จะช่วยลดสัญญาณในแถบความถี่ที่ทำให้เกิด Aliasing frequency ในขณะที่ไม่ต้องการให้เกิดความผิดพลาดของสัญญาณในแบนด์ที่ใช้งานและไม่ลดความแม่นยำในการวัดโดยรวมอีกด้วย นอกจากการใช้ฟิลเตอร์ฮาร์โมนิกส์ที่สูงๆแล้วพยายามให้การสุ่มเป็นไปอย่างรวดเร็วมากที่สุด ซึ่งปกติแล้วจะสูงกว่าความถี่ต่ำสุดตามทฤษฎี Sampling คือ 2 f_c

การใช้ Anti aliasing filter ขึ้นอยู่กับ

- ความถี่สูงสุดที่สนใจ
- อัตราการสุ่ม
- ความละเอียดของการแปลงสัญญาณ



รูปที่ 2.8 การเกิดความถี่ Aliasing

จากทฤษฎีการสุ่มที่ว่าให้ f_s มากกว่า 2 f_c นั้นก็เพื่อขจัดการซ้อนกันของสเปคตรัม (Aliasing Effect) เพื่อจำกัดแบนด์วิดธ์ของสัญญาณที่จะถูกแปลงไม่ให้เกินไปกว่า $f_s/2$ ซึ่งในทางปฏิบัติแล้วจะยังคงเกิด frequency folding ได้เสมอจากส่วนฮาร์โมนิกส์ของสัญญาณและสเปคตรัมของสัญญาณรบกวนที่ยังคงมีอยู่แม้ว่าจะทำการฟิลเตอร์แล้วก็ตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.5 การจัดระดับสัญญาณ (Quantizing)

อีกขั้นตอนหนึ่งที่สำคัญหลังจากที่สัญญาณผ่านการสุ่มมาแล้วก็คือขั้นตอนการจัดระดับของสัญญาณโดยสัญญาณที่ผ่านการสุ่มมาแล้วจะมีลักษณะที่ไม่ต่อเนื่อง (Discrete Signal) และเนื่องจากสัญญาณอนาลอกส่วนใหญ่จะมีสัญญาณรบกวนปะปนมาด้วยเสมอ จึงจำเป็นต้องกำจัดสัญญาณเหล่านี้ออกไปเพื่อไม่ให้เกิดความผิดพลาดในการประมวลผลแบบดิจิตอล และสามารถนำไปเข้ารหัสได้ง่าย

เมื่อผ่านการสุ่มและการจัดระดับแล้วข้อมูลที่เป็นสัญญาณอนาลอกจะถูกเปลี่ยนเป็นระดับสัญญาณที่แน่นอนและมีลักษณะไม่ต่อเนื่องเป็นระดับต่างๆกัน ในแต่ละสถานะของสัญญาณดิจิตอล เอาท์พุทจะแทนขนาดของสัญญาณอนาลอกค่าใดค่าหนึ่งในช่วงแคบๆระหว่างจุดแบ่งระดับ เรียกช่วงเล็กๆนี้ว่า Analog Quantization หรือหนึ่งควอนตัม (Quantum) หรือ 1 LSB (Least Significant Bit) ของการเปลี่ยนแปลงสัญญาณคลาดเคลื่อน (Error) ในการแทนค่าสัญญาณอะนาลอกในช่วงนั้นๆอยู่ด้วย ค่าความคลาดเคลื่อนนี้เป็นธรรมชาติของ Quantizing ซึ่งทำการแก้ไขไม่ได้นอกจากการเพิ่มจำนวนบิตของ Quantizer ให้มากขึ้นและอีกอย่างหนึ่งที่สำคัญมากก็คือความละเอียด (Resolution) ของตัวแปลงว่ามีกี่บิตเพราะว่าจำนวนบิตของตัวแปลงจะบอกถึงจำนวนระดับสัญญาณคือ

$$\text{จำนวนระดับสัญญาณ (Q)} = 2^N : \text{N คือจำนวนบิต}$$

ถ้าเราใช้ตัวแปลงขนาด 8 บิต กับขนาดสัญญาณอนาลอกที่สูงสุด 10 โวลท์ จะได้จำนวนระดับสัญญาณเท่ากับ 256 ระดับ ดังนั้นค่าของบิตขวาสุด (Least Significant Bit : LSB)จะมีค่าเป็น

$$\text{ค่าหนึ่งบิตด้านต่ำ} = \text{แรงดันสัญญาณด้านสูง} / \text{จำนวนระดับสัญญาณ}$$

ในบางครั้งเราเรียก LSB ว่า “Step Size” โดยใช้สัญญาณจากตัวแปลง 8 บิต และขนาดสัญญาณ 10 โวลท์ จะมีค่า $10/2^8 = 10/256 = 0.039$ V แล้วอาจเขียนสมการในการหาค่า (Δ) ใหม่ได้ว่า

$$(\Delta) = FSR/Q$$

เมื่อ Q คือจำนวนระดับสัญญาณ

FSR คือช่าวงเต็มสเกลของแรงดันอนาลอก (Full Scale Range)

Δ คือค่าความผิดพลาดจากการจัดระดับสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเห็นว่าจำนวนบิตยิ่งมาก ค่า Δ จะยิ่งลดลงจะทำให้ค่าความผิดพลาดลดลงไปด้วย โดยค่าความผิดพลาดจะอยู่ระหว่าง 0 ถึง $\Delta/2$ ซึ่งมีค่าความผิดพลาดอาจจะเป็นศูนย์ถ้าสัญญาณอนาลอกมีค่าที่กึ่งกลางของควอนตัมพอดี

2.1.6 การเข้ารหัส (Coding)

ในการเข้ารหัสสัญญาณที่ผ่านการสุ่มและการจัดระดับมาแล้วนั้นส่วนใหญ่จะแปลงให้อยู่ในรูปของรหัสตัวเลขฐานสอง (Binary Code) แล้วเปลี่ยนจากข้อมูลแบบขนานให้เป็นแบบอนุกรมเพื่อสามารถลดช่องสัญญาณในการส่งข้อมูลให้เหลือเพียงช่องสัญญาณเดียวได้

จากตารางที่ 2.1 จะแสดงการเข้ารหัสของระดับแรงดันจากการสุ่มสัญญาณขนาด 0 ถึง 5 โวลท์ และผ่านการจัดระดับสัญญาณมาแล้ว ซึ่งที่ระดับแรงดันต่ำที่สุดก็จะมีขนาด 8 บิต เลขฐานสองเป็น 0000 0000 ส่วนระดับแรงดันสูงสุดก็จะมีรหัสเลขฐานสองเป็น 1111 1111 เป็นต้น

ตารางที่ 2.1 แสดงการเข้ารหัสสัญญาณ

Vin	Binary code
0	0000 0000
0.5	0001 1101
1.0	0011 0011
1.5	0100 1011
2.0	0110 0111
2.5	1000 0000
3.0	1001 1100
3.5	1011 0010
4.0	1100 1111
4.5	1110 1001
5.0	1111 1111

จากขั้นตอนทั้งหมดของการแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอลนั้น เราสามารถกำหนดความสามารถหรือคุณภาพในการแปลงได้ด้วยปัจจัยหนึ่งที่สำคัญมากคือความละเอียด(Resolution) ซึ่งขึ้นอยู่กับจำนวนบิตนั้นเอง แต่ในการใช้งานจริงแล้วยังมีเรื่องความเร็วในการแปลงอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 การอินเตอร์เฟสโดยพอร์ต RS-232

ลักษณะของการส่งข้อมูลแบบอนุกรมนั้น ข้อมูลจะถูกส่งออกมาทีละบิต จากตัวอุปกรณ์ส่งไปยังอุปกรณ์รับ ช่องสัญญาณในการส่งข้อมูลอาจจะใช้เพียง 1 หรือ 2 ช่องสัญญาณเท่านั้น ทำให้ค่าใช้จ่ายในการสื่อสารถูกกว่าแบบขนาน แต่อัตราการส่งข้อมูลจะช้ากว่าการส่งแบบขนาน ในการส่งข้อมูลแบบอนุกรม ข้อมูลที่ต้องการส่งจะอยู่ในลักษณะเป็นไบต์ จะถูกทยอยส่งทีละบิตและทางอุปกรณ์รับจะต้องรับข้อมูลเข้ามาทีละบิตแล้วมารวมกันเป็นไบต์ซึ่งทางด้านอุปกรณ์รับจะต้องคอยตรวจสอบว่าบิตใดเป็นบิตเริ่มแรกของไบต์นั้น การตรวจสอบจะขึ้นอยู่กับรูปแบบของรหัสของบิตที่ใช้ในการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม ระหว่างไมโครคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ภายนอกนั้น จำเป็นจะต้องมีมาตรฐานในการรับส่ง ซึ่งมาตรฐานที่นิยมมากที่สุดก็คือมาตรฐาน RS-232

2.2.1 มาตรฐาน RS-232

เพื่อที่จะให้อุปกรณ์จากผู้ผลิตต่างกันทำงานร่วมกันได้ มาตรฐานหลายชนิดจึงได้รับการออกแบบขึ้น มาตรฐานที่ใช้กันอย่างกว้างขวางที่สุดคือ RS-232C ซึ่งโดยปกติไมโครคอมพิวเตอร์จะมีพอร์ตที่เป็นแบบอนุกรมอยู่ในตัวอยู่แล้ว และจะทำหน้าที่รับส่งข้อมูลในแบบอนุกรมตามจุดประสงค์ของมาตรฐาน RS-232C เพื่อจะสามารถเชื่อมต่อกันระหว่างอุปกรณ์รับส่งข้อมูลปลายทาง (Data Terminal Equipment : DTE) เช่นพอร์ตของคอมพิวเตอร์หลักหรืออุปกรณ์ปลายทาง กับอุปกรณ์สื่อสารข้อมูล (Data Communication Equipment : DCE) หมายถึงอุปกรณ์ที่สามารถแปลงคลื่นรูปดิจิตอล ไปเป็นสัญญาณที่เหมาะสมสำหรับการส่งผ่านสายโทรศัพท์ หรือตัวกลางการสื่อสารอื่นๆ โดยกระบวนการผสมสัญญาณ (Modulation)

2.2.2 การอินเตอร์เฟสตามมาตรฐาน RS-232C

มาตรฐาน RS-232C ใช้สัญญาณเพียงเส้นเดียวในการส่งสัญญาณ โดยสัญญาณที่ส่งไปได้ทิศทางเดียว สำหรับความเร็วและระยะทางของการเชื่อมต่อ RS-232C สามารถเชื่อมต่อการถ่ายโอนข้อมูลได้ถึง 200 Kbps ซึ่งเพียงพอสำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีอัตรา 110-9600 บอด ความยาวของสายเชื่อมสัญญาณระหว่าง DTE และ DCE โดยสัญญาณตามมาตรฐานของ RS-232 จำกัดอยู่ที่ 50 ฟุต หรือประมาณ 15 เมตร ซึ่งเพียงพอสำหรับการสื่อสารไมโครคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ภายนอก สำหรับแรงดันของระดับสัญญาณจะถูกกำหนดลงใน 2 บริเวณคือ

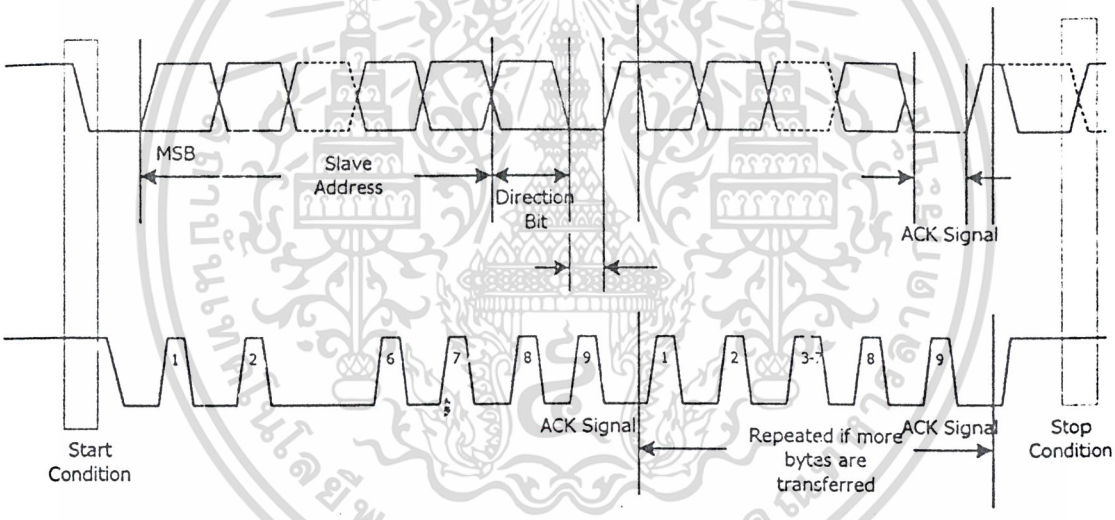
- แรงดันไฟบวก (สถานะ Space) อยู่ระหว่าง + 5 ถึง + 15 โวลท์สำหรับเอาท์พุท และระหว่าง +3 ถึง +15 โวลท์สำหรับอินพุทความแตกต่าง มีไว้เผื่อกรณีที่แรงดันไฟฟ้าสูญหายเนื่องจากความยาวของสายสัญญาณ
- แรงดันไฟลบ (สถานะ Mark) ถูกกำหนดไว้ระหว่าง –5 ถึง 15 โวลท์สำหรับเอาท์พุท และระหว่าง –3 ถึง –15 โวท์สำหรับอินพุท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งจะเห็นได้ว่าถ้าให้สายสัญญาณยาวเกินไป ระดับแรงดันไฟฟ้าจะตกลงเกินขอบเขตที่กำหนด นอกจากนี้ค่าความจุไฟฟ้าที่เกิดขึ้น จะมีผลกับคุณภาพของสัญญาณ โดยทำให้การเปลี่ยนสถานะจากแรงดันไฟบวกเป็นแรงดันไฟลบนั้นไม่ชัดเจน เนื่องจาก RS-232C ไม่ได้ออกแบบให้นำไปใช้กับระยะทางไกล ดังนั้นถ้าอุปกรณ์อยู่ห่างกันมาก อาจจำเป็นต้องใช้โมเด็มหรือวิธีการอื่นแทน

2.2.3 การทำงานของ DS1307

วงจรออสซิลเลเตอร์ ถือเป็นหัวใจหลักของไอซีกำหนดสัญญาณนาฬิกาจริง (Real Time Clock) เนื่องจากเป็นจุดเริ่มต้นของการสร้างข้อมูลเวลาจริง ในขณะที่ DS1307 ทำงานที่ขา SQW/OUT จะมีสัญญาณพัลส์สี่เหลี่ยมส่งออกมาตลอดเวลาในกรณีที่มีการอิเนเบิลวงจรกำเนิดสัญญาณพัลส์ที่รีจิสเตอร์ควบคุม ค่าความถี่ของสัญญาณนี้สามารถเลือกได้ 4 ค่า คือ 1Hz, 4.096kHz, 8.192kHz และ 32 kHz โดยการกำหนดค่า RS1 และ RS0 ดังแสดงในตาราง 4-1 พร้อมกันนั้นจะมีการเก็บค่าของเวลาไว้ในหน่วยความจำซึ่งมีขนาด 64 ไบต์ แต่จัดสรรให้ใช้เก็บข้อมูลเวลา 8 ไบต์และเป็นหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลทั่วไปอีก 56 ไบต์



รูปที่ 2.9 การส่งข้อมูลบน Serial Bus ของ DS1307

รีจิสเตอร์ควบคุม (Control Register) ที่ใช้สำหรับควบคุมการทำงานของขา SQW/OUT

BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
OUT	X	X	SQWE	X	X	RS1	RS0

- OUT (Output Control) : บิตนี้ใช้ควบคุมระดับเอาท์พุทของขา SQW/OUT ในกรณีที่มีการดิสเอเบิลการกำเนิดสัญญาณพัลส์ ถ้า SQW = 0 ระดับสัญญาณลอจิกที่ขา SQW/OUT จะเท่ากับ “0” และจะเท่ากับ “1” เมื่อขา SQWE เท่ากับ 1
- SQWE (Square Wave Enable) : บิตนี้เมื่อเซ็ตค่าลอจิกเป็น “1” จะเป็นการอีเนเบิลเอาท์พุทออสซิลเลทเตอร์ ความถี่ของสัญญาณพัลส์จะขึ้นอยู่กับค่าบิต RS0 และ RS1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- SDA และ SCL (ขา 5 และ ขา 6) เป็นขาสำหรับเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์บนระบบ I^2C ซึ่งในที่นี้จะต่อกับ P1.3 และ P1.4 ตามลำดับ

ตารางที่ 2.2 การเลือกความถี่ของสัญญาณพัลส์

RS1	RS0	SQW/OUT Frequency
0	0	1 Hz
0	1	4.096 kHz
1	0	8.192 kHz
1	1	32.768 kHz

ในการส่งข้อมูลทุกๆครั้งจะเริ่มต้นด้วยสภาวะเริ่มต้น (Start Condition) และสิ้นสุดการส่งข้อมูลด้วยสภาวะหยุด (Stop Condition) จำนวนไบต์ของข้อมูลที่ทำการส่งในระหว่างสภาวะเริ่มต้นจนถึงสภาวะหยุดการส่งนั้นจะไม่มีขีดจำกัด แต่จะถูกกำหนดโดยอุปกรณ์ควบคุม ในการส่งไบต์ข้อมูลนั้นอยู่ที่อุปกรณ์รับจะมีการส่งสัญญาณเพื่อตอบรับการส่งข้อมูล (Acknowledge Signal) ไปที่ตัวส่งเพื่อบอกให้รู้ว่าสามารถส่งข้อมูลได้หรือข้อมูลที่ส่งไปได้รับเรียบร้อยแล้ว โดยอุปกรณ์ตัวรับจะต้องส่งสัญญาณดังกล่าวไปพร้อมกับบิตที่ 9 หลังจากที่มีการรับข้อมูลทุกครั้ง

วงจรควบคุมพลังงานไฟฟ้าจะคอยตรวจสอบสถานะของไฟเลี้ยงไอซี หากไฟเลี้ยงต่ำกว่า 1.25 V_{BAT} ก็จะควบคุมให้ DS1307 หยุดการทำงาน ดังนั้นการใช้งานต้องระมัดระวังอย่าให้ไฟเลี้ยงต่ำกว่า 1.25 V_{BAT} หรือประมาณ 3.75 โวลท์ ในกรณีที่ V_{BAT} เท่ากับ 3 โวลท์ หากไฟเลี้ยงมีค่าต่ำกว่า V_{BAT} ไอซีจะเข้าสู่โหมดสำรองข้อมูลกระแสต่ำทันที จะไม่มีการส่งสัญญาณพัลส์ออกมาที่ขา SQW/OUT แต่วงจรสร้างฐานเวลายังคงทำงานเพื่อให้ได้ค่าของเวลาเดินไปอย่างไม่ผิดพลาด เมื่อมีไฟเลี้ยงปรากฏขึ้นอีกครั้ง DS1307 ก็จะสามารถให้ค่าของเวลาที่เป็นจริงต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 โปรแกรมภาษา Visual Basic

Visual Basic เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ที่ได้รับความนิยมนำมาใช้ในการพัฒนาบน Windows เนื่องจาก เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ที่ใช้เทคโนโลยีในลักษณะ Visualize ซึ่งเพียงแต่เลือก Control ที่เหมาะสม แล้ววาดลงบน Form ก็สามารถสร้างจอภาพที่ใช้สำหรับติดต่อกับผู้ใช้ รวมทั้งการใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมแบบ Event – Driven ซึ่งเป็นการเขียนโปรแกรมเพื่อกำหนดขั้นตอนการทำงานให้กับ Control ต่างๆ ที่สร้างขึ้นตามเหตุการณ์ (Event) ต่างๆที่เกิดขึ้น เช่น การเลื่อนเมาส์ หรือการรับข้อมูลจากคีย์บอร์ด ฯลฯ เป็นต้น ประกอบกับภาษาที่ใช้เขียนโปรแกรมเป็นภาษา BASIC ซึ่งเป็นภาษาคอมพิวเตอร์ที่ผู้ใช้คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลส่วนใหญ่คุ้นเคย จึงส่งผลให้การพัฒนาโปรแกรมบน Windows ด้วย Visual Basic มีขั้นตอนน้อย กระทำได้ง่ายและสะดวกต่อการใช้งาน จึงทำให้ผู้ใช้สามารถเรียนรู้ได้ภายในเวลา 2-3 ชั่วโมง ก็สามารถพัฒนาโปรแกรมบน Windows ขึ้นเป็นโปรแกรมแรกได้

Visual Basic นี้เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมขึ้นใช้งานที่ใช้ได้ตั้งแต่ผู้ใช้ระดับต้นเพื่อใช้สร้างโปรแกรมง่ายๆบน Windows หรือโปรแกรมเมอร์ระดับกลางที่จะเรียกใช้ฟังก์ชั่นการทำงานต่างๆของ Visual Basic ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตลอดจนโปรแกรมเมอร์ระดับมืออาชีพที่จะพัฒนาโปรแกรมในระดับสูง โดยการใช้ Object Linking and Embedding (OLE) และ Application Programming Interface (API) ของ Windows มาประกอบการเขียนโปรแกรม

2.3.1 ขั้นตอนในการใช้งานโปรแกรมของ Visual Basic

ขั้นตอนในการพัฒนาโปรแกรม ประกอบด้วยขั้นตอนหลัก 2 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การสร้างจอภาพของโปรแกรม

ในขั้นตอนนี้จะนำ Form มาออกแบบเพื่อใช้ในการติดต่อกับผู้ใช้ หรือที่เรียกว่าการออกแบบ User Interface ในการพัฒนาโปรแกรมแบบเดิม ขั้นตอนนี้จะใช้เวลาและค่าใช้จ่ายสูง เนื่องจากจะต้องเขียนโปรแกรมเพื่อสร้างจอภาพต่างๆ จากนั้นต้อง Compile โปรแกรมนั้น แล้ว Run จึงจะเห็นจอภาพที่จัดทำขึ้น แต่สำหรับ Visual Basic ปัญหาในลักษณะนี้ได้ถูกแก้ไขโดยใช้เทคนิคของ Visualize ซึ่งเป็นความสามารถส่วนหนึ่งของ Visual Basic ขั้นตอนนี้จึงสามารถทำได้อย่างง่ายดาย เพียงแต่นำเอา Control ต่างๆใน Toolbox ที่ต้องการใช้งานมาวาดไว้บน Form ซึ่งจะทำให้ประหยัดเวลาและสามารถเห็นลักษณะของจอภาพที่ออกแบบได้ในขณะนั้นเลย สำหรับรายละเอียดในการสร้างจอภาพสามารถศึกษาได้จากหนังสือคู่มือการพัฒนาโปรแกรมภาษา Visual Basic

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

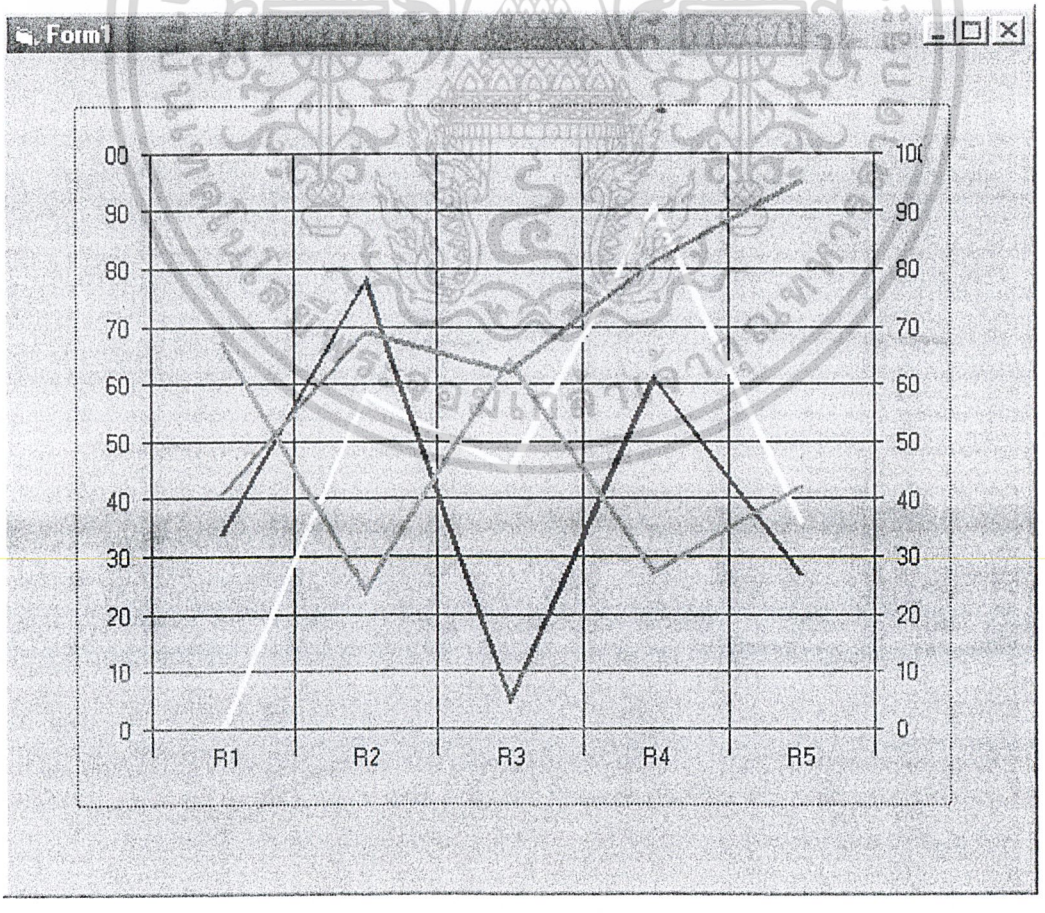
ขั้นตอนที่ 2 การเขียนโปรแกรม

เมื่อวาง Control ต่างๆลงบน Form เป็นที่เรียบร้อยแล้ว (Control ต่างๆเมื่อถูกนำมาวาดไว้บน Form จะเรียกว่า Object) ขั้นตอนต่อมาได้แก่การเขียนโปรแกรมเพื่อกำหนดการทำงานให้กับแต่ละ Object ภายใต้เหตุการณ์ต่างๆ (Event) ที่จะเกิดขึ้นกับจอภาพนั้นๆ รายละเอียดของคำสั่งและการใช้งานสามารถศึกษาได้จากตัวอย่างในหนังสือคู่มือการพัฒนาโปรแกรมภาษา Visual Basic

เนื่องจากเนื้อหารายละเอียดในการพัฒนาโปรแกรม Visual Basic นั้นมีมากมายหลายบทหลายตอน ในรายงานเล่มนี้ไม่สามารถอธิบายรายละเอียดได้หมด ท่านผู้สนใจที่จะพัฒนาโปรแกรม Visual Basic เพื่อนำมาใช้ในโครงงาน สามารถหารายละเอียดขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมภาษา Visual Basic ได้จากหนังสือคู่มือการพัฒนาโปรแกรมภาษา Visual Basic ที่วางขายตามท้องตลาดทั่วไป ส่วนในรายงานเล่มนี้จะอธิบายเนื้อหารายละเอียดที่สำคัญของการพัฒนาโปรแกรมภาษา Visual Basic ที่ใช้สำหรับโครงงานนี้เท่านั้น ได้แก่หัวข้อดังต่อไปนี้

2.3.2 การสร้าง Form แบบ MS Chart

Form ในรูปแบบนี้จัดเป็น Form รูปแบบใหม่อีก Form หนึ่งที่เพิ่มเติมเข้ามาใน VB Data Form Wizard ของ Visual Basic 6.0 โดยเป็น Form ที่อยู่ในรูปของกราฟ สำหรับรูปแบบของ Form แบบ MS Chart เป็นดังรูป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแบบ Form ของ MS Chart นั้น จะเป็น Component แบบพิเศษ ซึ่งโปรแกรม Visual Basic ไม่ได้แสดงไว้ที่หน้าจอโปรแกรม ซึ่งสามารถทำการเพิ่ม Component แบบพิเศษได้โดยคลิกขวาที่ Component bar และเลือก Components จากนั้นจะปรากฏ Components ขึ้นมา ให้ทำการเลือก Microsoft Chart Control 6.0 (OLEDB) กด apply และ ปุ่ม OK ก็จะปรากฏปุ่มของ MS Chart ที่ Components bar

สำหรับรูปแบบของ Form แบบ MS Chart สามารถเลือกได้หลายแบบ เช่น แบบแผนภูมิกราฟแท่ง, กราฟวงกลม, กราฟเส้น รวมทั้งสามารถเลือกมิติของ Form ได้ คือ แบบ 1 มิติ (1-Dimention), แบบ 2 มิติ (2-Dimention) และแบบ 3 มิติ (3-Dimention)

2.3.3 การเปิดและปิดไฟล์

ก่อนที่จะนำไฟล์มาใช้งาน เราจะต้องเปิดไฟล์ที่ต้องการใช้งานก่อนเสมอ ไฟล์ที่ถูกเปิดจะถูกอ่านมาเก็บไว้ในหน่วยความจำซึ่งถูกแบ่งออกเป็นพื้นที่ ทำให้เราสามารถเปิดใช้ไฟล์ได้หลายไฟล์ในเวลาเดียวกัน คำสั่งที่ใช้สำหรับเปิดไฟล์ได้แก่ คำสั่ง **Open**

Open pathname **For** mode [**Access** access] [lock] **As** [#] filenumber [**Len**=reclength]

โดยที่ pathname หมายถึง ชื่อไฟล์ที่ต้องการเปิดพร้อมกับ Directory

mode หมายถึง รูปแบบในการเปิดไฟล์

access หมายถึง การทำงานที่สามารถกระทำกับไฟล์ที่เปิดนั้น (ระบุหรือไม่ก็ได้)

lock หมายถึง สถานการณ์ Lock ไฟล์ ในกรณีที่เปิดไฟล์แบบ Multi-User (ระบุหรือไม่ก็ได้)

filenumber หมายถึง หมายเลขพื้นที่ในหน่วยความจำที่จะใช้เก็บไฟล์ที่เปิด ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 1-511 ในการกำหนด จะระบุหมายเลขพื้นที่หลังเครื่องหมาย “#”

reclength หมายถึง ขนาดของ Record ในกรณีที่เปิดไฟล์แบบ Random หรือขนาดของไฟล์ ในกรณีที่เปิดไฟล์แบบ Sequential (ระบุหรือไม่ก็ได้)

ค่าที่สามารถกำหนดใน mode มีดังนี้

- **Append** ใช้ในกรณีที่ต้องการบันทึกข้อมูลต่อท้ายไฟล์
- **Binary** ใช้ในกรณีที่ต้องการเปิดไฟล์ประเภท Binary
- **Input** ใช้ในกรณีที่ต้องการเปิดไฟล์เพื่ออ่านข้อมูล
- **Output** ใช้ในกรณีที่ต้องการเปิดไฟล์เพื่อบันทึกข้อมูล
- **Random** (ค่า Default) ใช้ในกรณีที่ต้องการเปิดไฟล์แบบ Random

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าที่สามารถกำหนดใน access มีดังนี้

- **Read** ใช้กำหนดให้ไฟล์ที่เปิดอ่านข้อมูลได้อย่างเดียว
- **Write** ใช้กำหนดให้ไฟล์ที่เปิดบันทึกข้อมูลได้อย่างเดียว
- **Read Write** ใช้กำหนดให้ไฟล์ที่เปิด สามารถอ่านและบันทึกข้อมูลได้

ค่าที่สามารถกำหนดใน lock มีดังนี้

- **Share** กำหนดให้ไฟล์นั้นสามารถเปิดได้โดย User หลายๆคน
- **Lock read** กำหนดให้ไฟล์นั้นใช้ได้เพียง User เดียว และใช้ในการอ่านเท่านั้น
- **Lock Write** กำหนดให้ไฟล์นั้นใช้ได้เพียง User เดียวและใช้ในการบันทึกเท่านั้น
- **Lock Read Write** กำหนดให้ไฟล์นั้นใช้ได้เพียง User เดียวใช้ได้ทั้งอ่านและบันทึก

ตัวอย่างเมื่อต้องการเปิดไฟล์ชื่อ “VB.TXT” เพื่อนำมาเก็บไว้ในพื้นที่หมายเลข 1 ให้ใช้คำสั่งดังนี้

```
Open “VB.TXT” For Input As #1
```

ไฟล์ที่ถูกเปิดจะถูกเก็บไว้ในหน่วยความจำ ซึ่งถูกแบ่งออกเป็นพื้นที่จำนวน 511 พื้นที่ พื้นที่ที่ใช้เก็บไฟล์จะไม่สามารถนำมาใช้ได้อีกจนกว่าพื้นที่นั้นจะถูกยกเลิก ดังนั้นกรณีที่ต้องการเปิดไฟล์เพิ่ม จะต้องทราบว่ามีพื้นที่ใดที่ว่างบ้างโดยใช้ฟังก์ชัน **FreeFile** เพื่อตรวจสอบ

```
FreeFile [(rangenumber)]
```

โดยที่ rangenumber หมายถึง ค่าที่ใช้กำหนดช่วงพื้นที่ในการค้นหา ซึ่งจะระบุหรือไม่ก็ได้ โดยเมื่อระบุให้มีค่าเป็น 0 (ค่า Default) จะหมายถึงให้ค้นหาในช่วงพื้นที่ 1 – 255 แต่เมื่อระบุให้มีค่าเป็น 1 จะหมายถึงให้ค้นหาในช่วงพื้นที่ 256 – 511

ฟังก์ชันนี้จะค้นหาพื้นที่ว่างแรกที่พบ และคืนค่ากลับมาเป็นหมายเลขของพื้นที่ที่ว่างนั้น เช่น เมื่อต้องการเปิดไฟล์ชื่อ “TEST.TXT” เพิ่มเติม แต่ไม่ทราบว่าพื้นที่ใดที่ว่างบ้าง จึงใช้ฟังก์ชัน **FreeFile** เพื่อค้นหาก่อนเปิดไฟล์ ดังนี้

```
FreeArea = FreeFile
Open “TEST.TXT” For Input As #freeArea
```

ในกรณีที่ต้องการเลิกใช้งานไฟล์ใด เราสามารถปิดไฟล์นั้น แล้วคืนพื้นที่นั้นให้กับหน่วยความจำเพื่อนำไปใช้งานต่อไป ด้วยคำสั่ง **Close**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

Close [[#]filenumber] [,[#]filenumber] . . .

โดยที่ filenumber หมายถึง หมายเลขพื้นที่ที่ต้องการปิด ซึ่งจะระบุหรือไม่ก็ได้ กรณีไม่ระบุจะหมายถึงให้ปิดทุกพื้นที่

ตัวอย่างเช่น เมื่อต้องการปิดไฟล์ที่เปิดไว้ในพื้นที่หมายเลข 1 ให้ใช้คำสั่งดังนี้

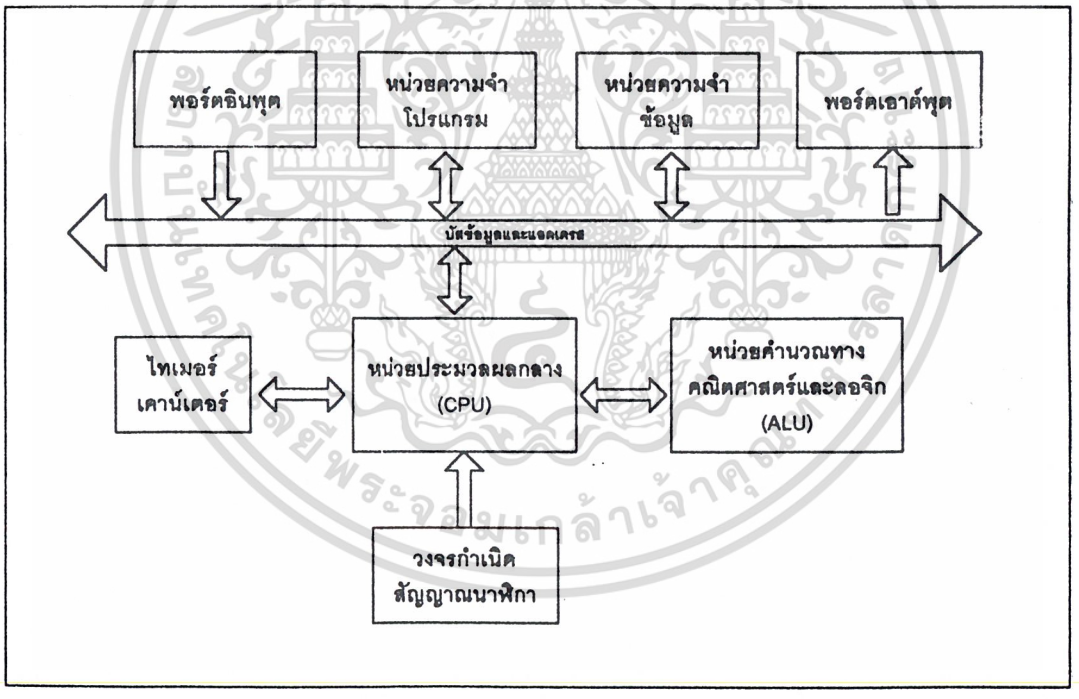
Close #1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

46203

บทที่ 3
ไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล MCS-51 แบบแฟลช

ไมโครคอนโทรลเลอร์ใน ตระกูล MCS-51 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาด 8 บิต ที่มีอุปกรณ์สนับสนุนประกอบอยู่ภายในหลายอย่าง ได้แก่ หน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูล หน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรม ตัวตั้งเวลา/ตัวนับ อุปกรณ์รับส่งข้อมูลแบบอนุกรม เนื่องจากโครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์มีอุปกรณ์สนับสนุนประกอบอยู่ภายในนี้เอง ทำให้การใช้งานง่ายขึ้นและมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยไม่ต้องมีการเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกมากเหมือนกับไมโครโปรเซสเซอร์ทั่วไป นอกจากนี้ หากเราต้องการใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ร่วมกับอุปกรณ์อื่นเพิ่มเติม เช่น ไอซีเบอร์ 8255 หรือหน่วยความจำภายนอกเราก็สามารถนำมาเชื่อมต่อเพิ่มเติมเข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์ได้อีกด้วย โดยไมโครคอนโทรลเลอร์มีโครงสร้างพื้นฐานดังรูปที่ 3.1



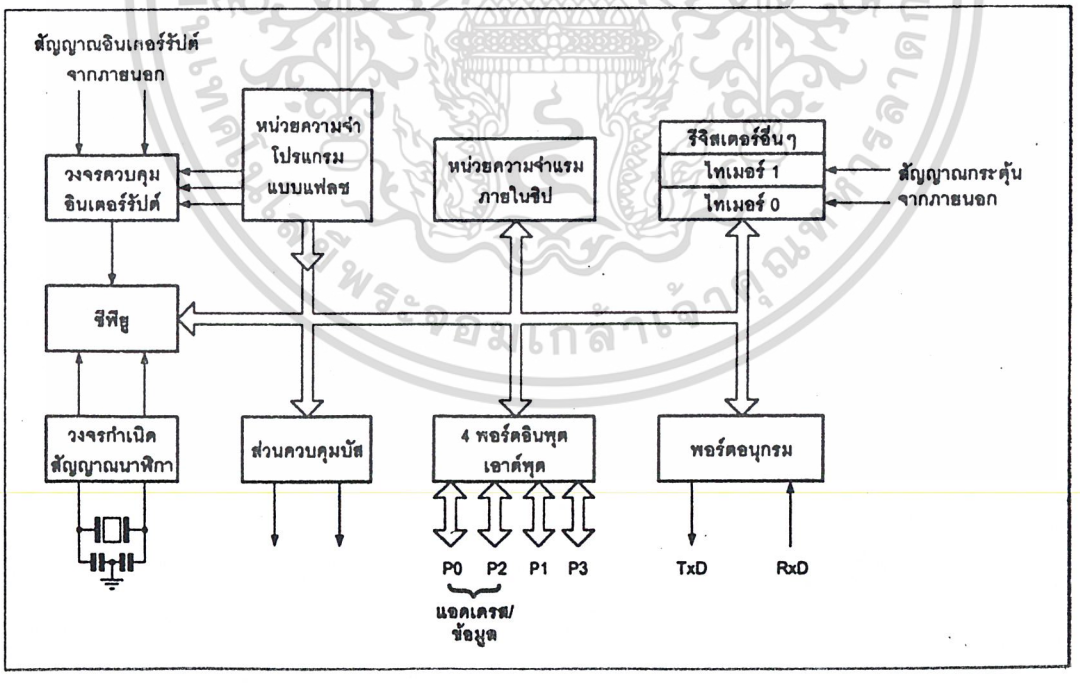
รูปที่ 3.1 โครงสร้างพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 คุณสมบัติทางเทคนิคของไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล MCS-51 อนุกรม AT89xx

- เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ซีพียูขนาด 8 บิต
- ภายในมีหน่วยความจำโปรแกรมเป็นแบบแฟลชสามารถลบและเขียนใหม่ได้พันครั้ง
- หน่วยความจำข้อมูลพื้นฐานเป็นหน่วยความจำแบบแรม ในบางเบอร์จะมีหน่วยความจำแบบอีอีพรอมเพิ่มเติม
- ขาพอร์ตเป็นแบบสองทิศทาง สามารถใช้งานเป็นได้ทั้งอินพุตและเอาท์พุต
- มีวงจรสื่อสารอนุกรมแบบฟูลดูเพล็กซ์
- ไท์เมอร์/เคาน์เตอร์ขนาด 16 บิตอย่างน้อย 2 ตัว
- สามารถรองรับแหล่งกำเนิดอินเตอร์รัปต์ได้ 6 ประเภท
- มีวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาอยู่ภายในชิป
- มีวงจรสื่อสารอนุกรมแบบ SPI สำหรับในอนุกรม AT89Sxx
- มีวอตช์ด็อกไทเมอร์ในตัว สำหรับในอนุกรม AT89Sxx

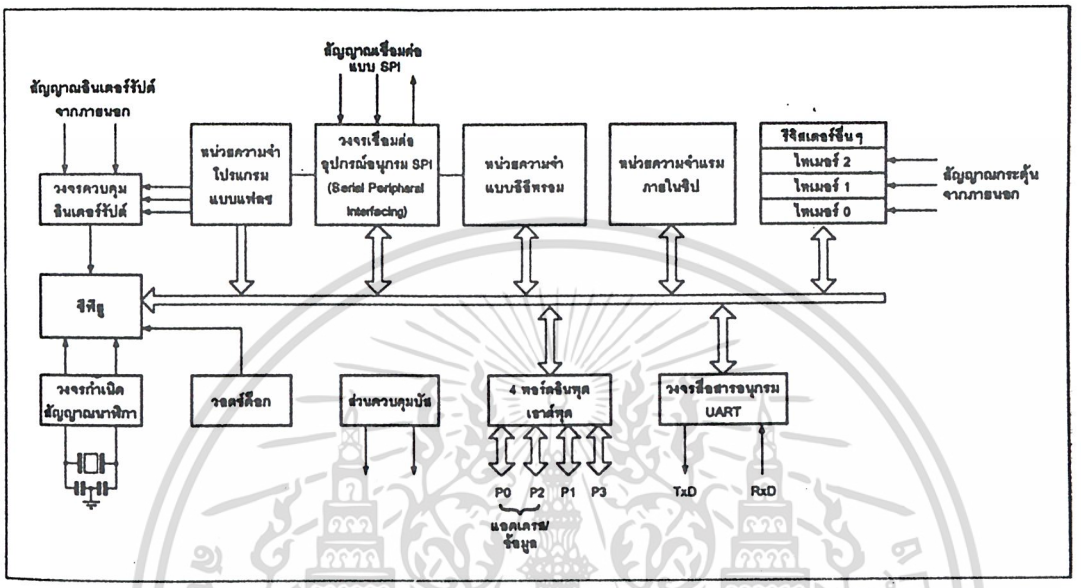
ในรูปที่ 3.2 เป็นโครงสร้างพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ในอนุกรม AT89Cxx จะเห็นได้ว่าโครงสร้างของ AT89Cxx จะเหมือนกับไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 พื้นฐาน หากแต่แตกต่างกันเฉพาะหน่วยความจำโปรแกรมแบบแฟลชที่เพิ่มเติมเข้ามา หากเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ในอนุกรม 87xx หน่วยความจำโปรแกรมภายในจะเป็นแบบอีพรอม และบางเบอร์สามารถโปรแกรมได้เพียงครั้งเดียว



รูปที่ 3.2 โครงสร้างพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชในอนุกรม AT89Cxx

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับรูปที่ 3.3 เป็นโครงสร้างพื้นฐานของอนุกรม AT89Sxx จะเห็นได้ว่ามีส่วนประกอบที่เพิ่มเติมแตกต่างจาก AT89Cxx อยู่หลายส่วนอาทิ วงจรเชื่อมต่ออนุกรมแบบ SPI ซึ่งในไมโครคอนโทรเลอร์ อนุกรมนี้ใช้ในการเขียนข้อมูลลงในหน่วยความจำโปรแกรมโดยไม่ต้องถอดตัวชิปออกไปจากระบบหรือเรียกว่า การโปรแกรมในวงจรไทเมอร์/เคาน์เตอร์ ขนาด 16 บิทที่เพิ่มเติมเข้ามาอีก 1 ตัวเป็นไทเมอร์ 2 และวงจรวอตช์ด็อกที่ใช้ในการตรวจสอบการทำงานผิดพลาดของ CPU



รูปที่ 3.3 โครงสร้างพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชในอนุกรม AT89Sxx

ในตารางที่ 3.1 แสดงรายละเอียดบางส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 แต่ละเบอร์ที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบัน

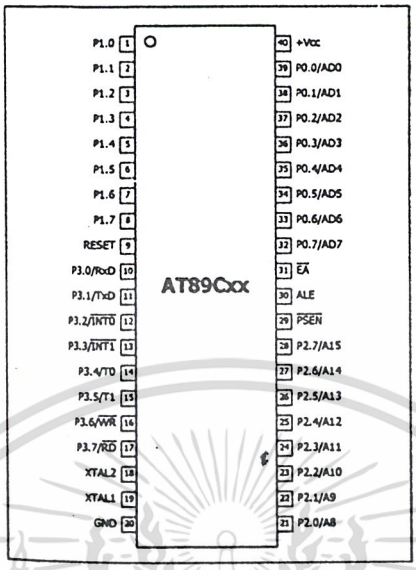
ตารางที่ 3.1 รายละเอียดโดยสรุปบางส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช

เบอร์ของ ไมโครคอนโทรลเลอร์	หน่วยความจำ โปรแกรม	หน่วยความจำ ข้อมูล	จำนวนไทเมอร์/ เคาน์เตอร์ 16 บิต
AT89C1051	แบบแฟลชขนาด 1 KByte	แรม 64 Byte	1
AT89C2051	แบบแฟลชขนาด 2 KByte	แรม 128 Byte	2
AT89C51	แบบแฟลชขนาด 4 KByte	แรม 128 Byte	2
AT89C52	แบบแฟลชขนาด 8 KByte	แรม 256 Byte	3
AT89C55	แบบแฟลชขนาด 20 KByte	แรม 256 Byte	3
AT89S8252	แบบแฟลชขนาด 8 KByte	แรม 256 Byte อีอีพรอม 2 KBYTE	3
AT89S53	แบบแฟลชขนาด 12 KByte	แรม 256 Byte	3

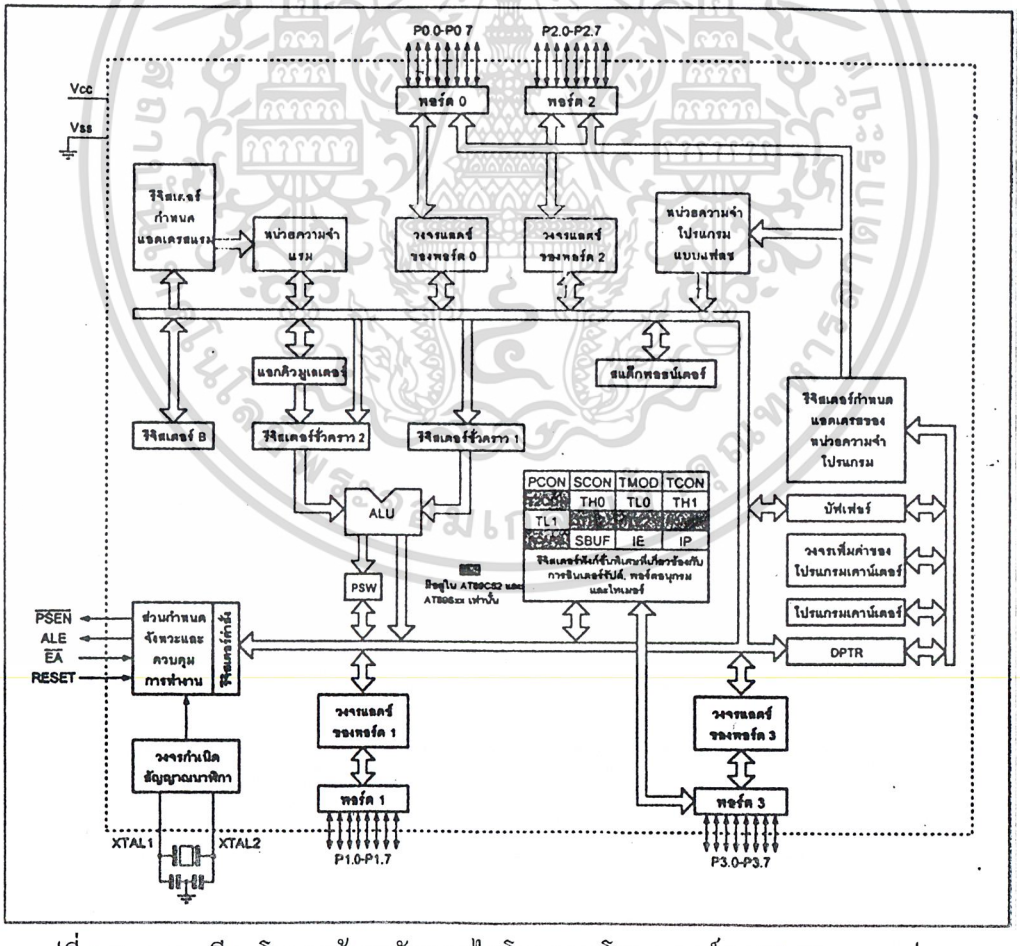
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การจัดขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ทุกเบอร์จะมีสถาปัตยกรรมและขาใช้งานพื้นฐานเหมือนกันดังแสดงในรูปที่ 3.4 และ 3.5 โดยมีรายละเอียดขั้นต้นดังนี้



รูปที่ 3.4 การจัดขามาตรฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51



รูปที่ 3.5 รายละเอียดโครงสร้างหลักของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขา Vcc ใช้สำหรับต่อไฟเลี้ยง +5V

ขา GND เป็นขากราวน์สำหรับต่อกับกราวน์ของระบบ

ขาพอร์ต 0 (P0.0 - P0.7) มี 8 ขา แต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุทและเอาท์พุทสำหรับใช้งานทั่วไป ถ้าหากต้องการกำหนดให้ขาพอร์ต 0 ขาใดขาหนึ่งเป็นอินพุท สามารถทำได้โดยการเขียนข้อมูล " 1 " ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการติดต่อด้วย ส่งผลให้ขาพอร์ตนั้นมีสถานะปล่อยลอย (float) จึงมีอินพุทอิมพิแดนซ์สูง สามารถใช้งานเป็นขาพอร์ตอินพุทได้ นอกจากนั้นขาพอร์ตนี้ยังถูกใช้งานในการติดต่อกับขาแอดเดรสไบต์ต่ำของหน่วยความจำภายนอก (A0 - A7) และขาข้อมูล (D0 - D7) โดยใช้ขบวนการมัลติเพล็กซ์เข้าช่วยเพื่อสลับการทำงานให้เป็นได้ทั้งขาติดต่อแอดเดรสและขาข้อมูล

ขาพอร์ต 1 (P1.0 - P1.7) มี 8 ขา แต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุทและเอาท์พุทสำหรับใช้งานทั่วไป ถ้าหากต้องการกำหนดให้ขาพอร์ต 1 ขาใดขาหนึ่งเป็นอินพุท สามารถทำได้โดยการเขียนข้อมูล " 1 " ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการติดต่อด้วย นอกจากนั้นในอนุกรม AT89Sxx จะใช้ขา P1.0 เป็นขาอินพุทสำหรับนับค่าของไทเมอร์ 2 และ P1.1 เป็นขาอินพุททริกเกอร์ของไทเมอร์ 2 ในขณะที่ขา P1.4 ถึง P1.7 เป็นขาสำหรับเชื่อมต่อแบบ SPI เพื่อทำการโปรแกรมข้อมูลในระบบ

ขาพอร์ต 2 (P2.0 - P2.7) มี 8 ขา แต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุทและเอาท์พุทสำหรับใช้งานทั่วไป ถ้าหากต้องการกำหนดให้ขาพอร์ต 2 ขาใดขาหนึ่งเป็นอินพุท สามารถทำได้โดยการเขียนข้อมูล " 1 " ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการติดต่อด้วย ส่งผลให้ขอพอร์ตนั้นมีสถานะปล่อยลอย (float) จึงมีอินพุทอิมพิแดนซ์สูง สามารถใช้งานเป็นขาพอร์ตอินพุทได้ นอกจากนั้นขาพอร์ตนี้ยังถูกใช้งานในการติดต่อกับขาแอดเดรสไบต์สูงของหน่วยความจำภายนอก (A8 - A15)

ขาพอร์ต 3 (P3.0 - P3.7) มี 8 ขา แต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุทและเอาท์พุทสำหรับใช้งานทั่วไป ถ้าหากต้องการกำหนดให้ขาพอร์ต 3 ขาใดขาหนึ่งเป็นอินพุท สามารถทำได้โดยการเขียนข้อมูล " 1 " ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการติดต่อด้วย ส่งผลให้ขอพอร์ตนั้นมีสถานะปล่อยลอย (float) จึงมีอินพุทอิมพิแดนซ์สูง สามารถใช้งานเป็นขาพอร์ตอินพุทได้ นอกจากนั้นขาพอร์ต 3 ยังเป็นขาที่มีหน้าที่การใช้งานพิเศษดังมีรายละเอียดขั้นต้นต่อไปนี้

P3.0 ใช้เป็นขาอินพุทสำหรับรับข้อมูลจากการสื่อสารแบบอนุกรมหรือขา RxD

P3.1 ใช้เป็นขาอินพุทสำหรับส่งข้อมูลจากการสื่อสารแบบอนุกรมหรือขา TxD

P3.2 ใช้เป็นขาอินพุทสำหรับรับสัญญาณอินเตอร์รัปต์จากภายนอกช่องที่ 0 หรือขา INT0

P3.3 ใช้เป็นขาอินพุทสำหรับรับสัญญาณอินเตอร์รัปต์จากภายนอกช่องที่ 1 หรือขา INT1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

P3.4 ใช้เป็นขาอินพุทสำหรับรับสัญญาณไทเมอร์จากภายนอกช่องที่ 0 หรือขา T0

P3.5 ใช้เป็นขาอินพุทสำหรับรับสัญญาณไทเมอร์จากภายนอกช่องที่ 1 หรือขา T1

P3.6 ใช้เป็นขาสัญญาณ WR ในกรณีที่ใช้เชื่อมต่อกับหน่วยความจำภายนอก

P3.7 ใช้เป็นขาสัญญาณ RD ในกรณีที่ใช้เชื่อมต่อกับหน่วยความจำภายนอก

ขารีเซต ใช้ในการรีเซตการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์โดยในการป้อนสัญญาณเพื่อรีเซต สถานะที่ขานี้ต้องอยู่ในระดับรีเซตอย่างน้อย 2 แมชชีนไซเคิล โดยที่วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกายังคงทำงานต่อเนื่องไปอย่างเป็นปกติ

ขา ALE/PROG (Address Latch Enable/Program Pulse Input) เป็นขาที่ใช้ในการควบคุมการแลตซ์ของขาพอร์ต 0 เมื่อมีการใช้งานหน่วยความจำภายนอก นอกจากนั้นขานี้ยังใช้เป็นขาสำหรับรับพัลส์ของการโปรแกรมสำหรับโปรแกรมข้อมูลลงในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ในรุ่นที่มีหน่วยความจำโปรแกรมเป็นแบบอีอีพรอม

ขา PSEN (Program Store Enable) ขานี้ใช้ในการส่งสัญญาณเพื่อร้องขอติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกเมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งสัญญาณออกมาที่ขานี้ 2 ครั้งในแต่ละแมชชีนไซเคิลถ้าหากติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอก ขานี้จะไม่มีการส่งสัญญาณใดๆออกมา

ขา EA/Vpp (External Access Enable/Programming Voltage Input) ใช้สำหรับเลือกการติดต่อหน่วยความจำโปรแกรมจากภายนอกหรือภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ ถ้าหากขานี้เป็น " 0 " เป็นการเลือกให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก แต่ถ้าหากขานี้เป็น " 1 " เป็นการเลือกให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ติดต่อกับหน่วยความจำภายใน นอกจากนี้ที่ขานี้ยังใช้เป็นขาอินพุทสำหรับรับแรงดันไฟสูงสำหรับการโปรแกรมหน่วยความจำภายในสำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชต้องการแรงดันสำหรับการโปรแกรม +12V

ขา XTAL1 และ XTAL2 เป็นขาสำหรับต่อคริสตอลเพื่อสร้างสัญญาณนาฬิกาในการกำหนดจังหวะการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ไทเมอร์/เคาน์เตอร์ของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

ไทเมอร์/เคาน์เตอร์(Timer/Counter) เป็นอีกหนึ่งส่วนประกอบที่สำคัญของไมโครคอนโทรลเลอร์ เนื่องจากในการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์จะต้องมีการเก็บและตรวจสอบค่าของเวลาจำนวนของสัญญาณนาฬิกาอยู่ตลอดเวลา ทั้งนี้เพื่อประโยชน์ในการสร้างฐานเวลา สร้างสัญญาณพัลส์ เปรียบเทียบค่าเวลาหรือเปรียบเทียบค่าของการนับ รวมไปถึงการกำหนดอัตราเร็วในการสื่อสารข้อมูลของพอร์ตอนุกรมด้วย

ในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชเบอร์ AT89C51 มีวงจรไทเมอร์/เคาเตอร์ขนาด16 บิต2ตัว โดยค่าของวงจรไทเมอร์/เคาน์เตอร์นี้จะเก็บไว้ในรีจิสเตอร์ขนาด16บิตที่ชื่อ ไทเมอร์0(TIMER0) และ ไทเมอร์1(TIMER1) เรียกสั้นๆ ว่า T0 และ T1 ในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชเบอร์ AT89C52/55 และอนุกรม AT89SXX จะมีไทเมอร์/เคาน์เตอร์ถึง 3 ตัวคือมีไทเมอร์ 2 (TIMER2 : T2) เพิ่มเติม โดยรีจิสเตอร์ไทเมอร์/เคาน์เตอร์ทั้งสามตัวสามารถกำหนดให้ทำงานเป็นตัวตั้งเวลาหรือไทเมอร์และตัวนับหรือเคาน์เตอร์ได้อย่างอิสระต่อกัน

การทำงานเป็นไทเมอร์

เมื่อกำหนดให้ทำงานเป็นตัวตั้งเวลาหรือไทเมอร์ ค่าของรีจิสเตอร์จะเพิ่มขึ้นในทุกๆ แมชีนไซเกิล ดังนั้นเมื่อทำงานเป็นไทเมอร์ รีจิสเตอร์จะทำการนับค่าของแมชีนไซเกิลนั่นเอง และเนื่องจากแมชีนไซเกิลประกอบด้วยคาบเวลาของวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา 12 คาบเวลา ดังนั้นอัตราในการนับของรีจิสเตอร์จึงเท่ากับ 1/12 ของความถี่สัญญาณนาฬิกา

การทำงานเป็นเคาน์เตอร์

เมื่อทำงานเป็นตัวนับหรือเคาน์เตอร์ ค่าของรีจิสเตอร์จะเพิ่มขึ้นก็ต่อเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของระดับลอจิกจาก " 1 " เป็น " 0 " เกิดขึ้นที่ขาอินพุตทางฮาร์ดแวร์ของวงจรไทเมอร์/เคาน์เตอร์ ซึ่งก็คือขา T0 (P3.4) และขา T1 (P3.5) สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชเบอร์ AT89C51 รวมทั้งขา T2 (P1.0) ในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชเบอร์ AT89C52 และอนุกรม AT89SXX โดยจะมีการสุ่มรับสัญญาณจากขาอินพุตในทุกๆ คาบเวลาที่ 2 ของสเตทที่ 5 (SSP2) ในแต่ละแมชีนไซเกิล

เมื่อสัญญาณอินพุตเปลี่ยนแปลงจาก " 1 " เป็น " 0 " เป็นเวลาหนึ่งไซเกิล ในไซเกิลต่อมาค่าของการนับจะเพิ่มขึ้นหนึ่งค่า และจะไปปรากฏในรีจิสเตอร์ภายในคาบเวลาที่ 1 ของสเตทที่ 3 (S3P1) ของแมชีนไซเกิลต่อไปหลังจากที่ตรวจจับพบการเปลี่ยนแปลงที่ขาไทเมอร์อินพุตแล้ว เมื่อเป็นเช่นนี้ในกระบวนการตรวจจับการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณอินพุตที่ขาไทเมอร์ จะต้องใช้ 2 แม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชีนไซเกิล อัตราการนับของเคาน์เตอร์จึงเท่ากับ 1/24 ของความถี่สัญญาณนาฬิกา ดังนั้น ความถี่สูงสุดของสัญญาณอินพุตที่ไทเมอร์/เคาน์เตอร์ภายในในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชสามารถตรวจจับได้จึงเท่ากับความถี่ของสัญญาณนาฬิกาหารด้วย 24 ยกตัวอย่าง ในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชเบอร์ AT89C51 สามารถใช้สัญญาณนาฬิกาได้สูงสุด24MHz ดังนั้นความถี่สูงสุดของสัญญาณอินพุตที่ไทเมอร์/เคาน์เตอร์สามารถตรวจจับได้คือ 1MHz

3.4 การขับโมดูลแสดงผลแบบผลึกเหลว (LCD module)

รายละเอียดเกี่ยวกับโมดูล LCD

ในโมดูล LCD จะมีส่วนประกอบหลักๆ 3 ส่วนดังนี้

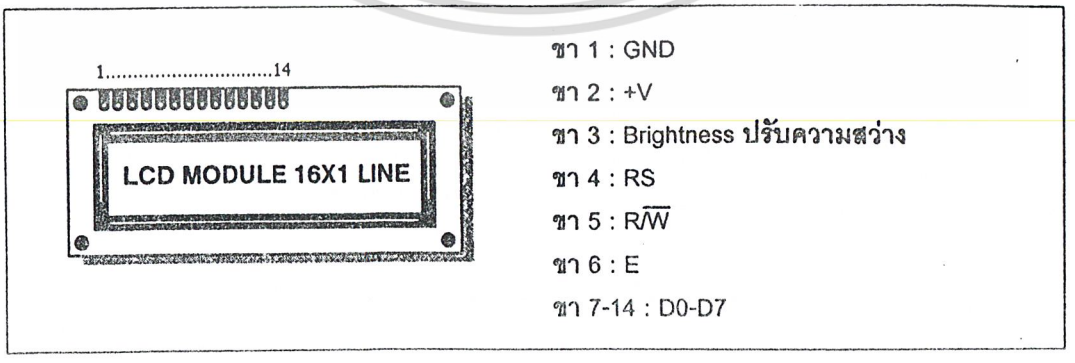
ตัวแสดงผล(display) ภายในเป็นผลึกเหลวที่สามารถแสดงผลให้เห็นโดยอาศัยแสงจากภายนอก ดังนั้นจึงต้องมีมุมในการมองข้อมูลที่แสดงผลบนจอ LCD

ตัวควบคุม(controller) เป็นตัวรับข้อมูลจากอุปกรณ์ภายนอกมาควบคุมการทำงานของโมดูล LCD เช่นลบจอภาพ แสดงตัวอักษร หรือเลื่อนเคอร์เซอร์ เป็นต้น ตัวควบคุมนี้ใช้ชิปควบคุมโดยเฉพาะ ชิปที่นิยมใช้คือ เบอร์ HD44780 และ HD61830 โดยHD44780 จะใช้ควบคุม LCD แบบอักขระ ส่วน HD61830 ใช้ควบคุม LCD แบบกราฟฟิก

ตัวขับ(driver) เป็นตัวรับสัญญาณจากตัวควบคุมมาขับให้ตัวแสดงผลตามที่กำหนด ชิปที่ใช้ในการทำหน้าที่เป็นตัวขับนี้ได้แก่ เบอร์ HD4410H และ MSM5259 เป็นต้น

โมดูล LCD ขนาด 16 ตัวอักษร 1 บรรทัด(LCD 16*1)

สำหรับโมดูล LCD ที่ยกมาใช้ในการเรียนรู้เป็นขนาด 16 ตัวอักษร 1 บรรทัด เนื่องจากราคาถูก หาง่าย และเป็นโมดูล LCD ที่มีโครงสร้างเป็นมาตรฐาน มีผู้ผลิตหลายราย และมีการระบุเบอร์แตกต่างกันออกไปตามผู้ผลิต อาทิ LM020L ของฮิตาชิ, DMC-16117A ของคอปเทร็กซ์ (Optrex) เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตามคอนโทรลเลอร์ที่ใช้คือเบอร์เดียวกันนั่นคือเบอร์ HD44750 ของฮิตาชิ



รูปที่ 3.6 รูปร่างและการจัดขาโมดูล LCD แบบอักขระ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โมดูล LCD ขนาด 16*1 มีขาต่อใช้งานทั้งสิ้น 14 ขา มีการจัดขาดังในรูปที่ 3.6 สำหรับรายละเอียดการทำงานของแต่ละขามีดังนี้

VSS(ขา1) : ต่อกราวด์

VDD(ขา2): ต่อไฟเลี้ยง +5 โวลต์

VO(ขา3): เป็นขาอินพุทรับแรงดันเพื่อปรับความเข้มของการแสดงผล

RS(ขา4): เป็นขาอินพุตใช้ในการแยกชนิดของข้อมูลที่ทำการประมวลในขณะนั้นว่าเป็นคำสั่งสำหรับรีจิสเตอร์ IR หรือเป็นข้อมูลสำหรับรีจิสเตอร์ DR โดยถ้าขานี้เป็น " 0 " ข้อมูลที่ส่งมาจะเป็นคำสั่ง แต่ถ้าขานี้เป็น " 1 " ข้อมูลที่ส่งมาจะเป็นข้อมูลสำหรับการแสดงผล

R/W(ขา5): เป็นขาที่ใช้เลือกการอ่านหรือเขียนข้อมูลกับโมดูล LCD ถ้าเป็น " 0 " เป็นการกำหนดให้เขียนข้อมูล แต่ถ้าเป็น " 1 " จะเป็นการอ่านข้อมูล

E(ขา6): เป็นขาสำหรับสัญญาณพัลส์เอ็นเอเบิลโมดูล LCD ให้ทำงาน

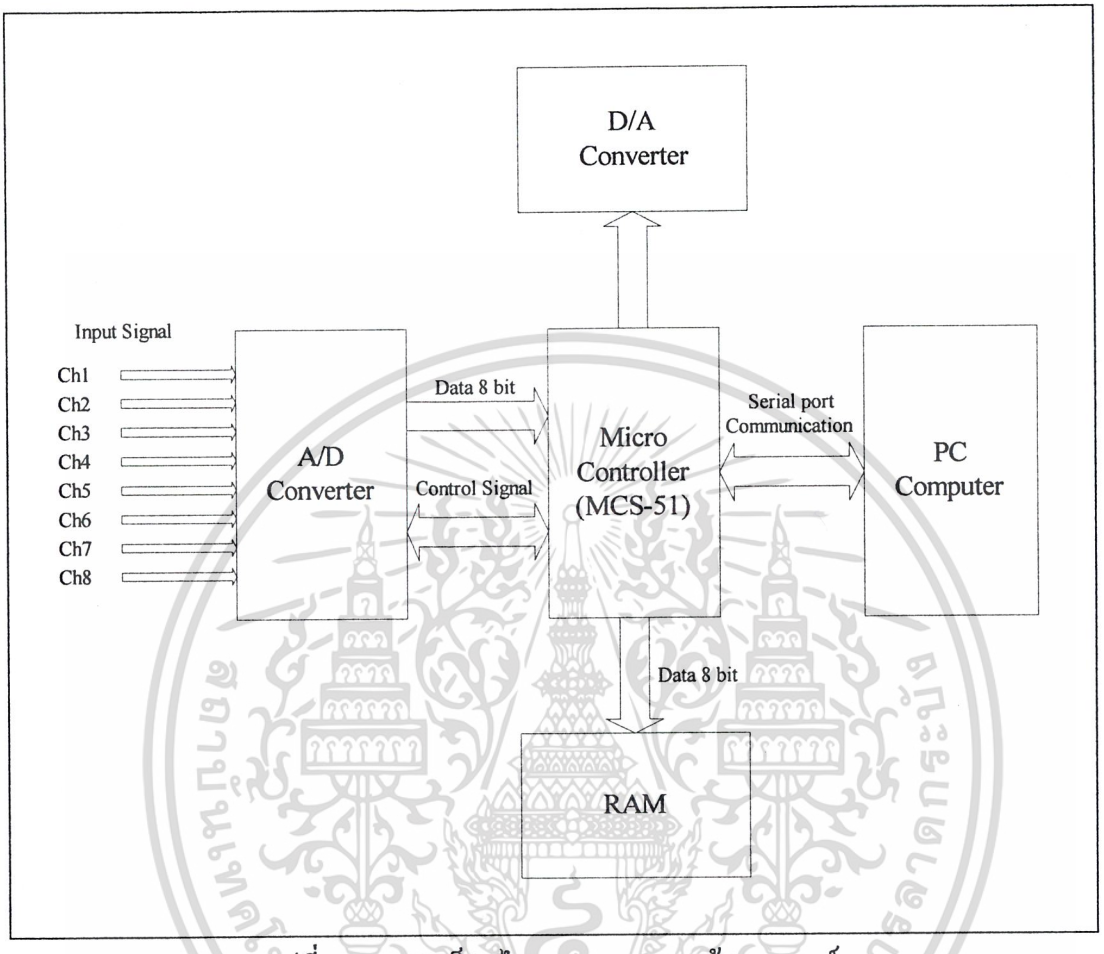
D0-D7(ขา7-14): เป็นขาที่ใช้เป็นทางผ่านของข้อมูลระหว่าง LCD กับอุปกรณ์ภายนอกขนาด 8 บิต อนึ่งขา RS,R/W และ E จะใช้งานร่วมกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

หลักการออกแบบและการสร้าง

4.1 บล็อคไดอะแกรมของดาต้าลอกเกอร์(Data Logger)



รูปที่ 4.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมของดาต้าลอกเกอร์

จากบล็อกไดอะแกรมจะเห็นได้ว่า ระบบตรวจวัดสัญญาณประกอบไปด้วย 5 ส่วนหลักๆ คือ

1. ส่วนแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิตอล (A/D Converter)
2. ส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microtroller)
3. ส่วนหน่วยความจำข้อมูล (Ram)
4. ส่วนพีซีคอมพิวเตอร์ (PC computer)
5. ส่วนแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณแอนะล็อก (D/A Converter)

4.1.1 ส่วนแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิตอล

วงจร ADC ที่ใช้ในโครงงานนี้จะใช้ไอซีเบอร์ ADC0809 ทำการเปลี่ยนสัญญาณแอนะล็อกที่เข้ามาเป็นสัญญาณดิจิตอล โดยใช้หลักการประมาณค่าแบบต่อเนื่อง (Successive Approximation) มี 8 แชนเนล (channel) ในตัว และมีความคล่องตัวในการใช้งาน เนื่องจากสามารถเปลี่ยนความถี่ในการทำงานได้ โดยในโครงงานนี้ใช้ความถี่ 1 MHz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 ส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์

เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ควบคุมจัดการระบบ ซึ่งใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ AT89S8252 ในตระกูล MCS-51 เป็นหัวใจหลักในการทำงาน ไม่ว่าจะเป็นตัวควบคุมกระบวนการแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิตอล การส่งค่าไปคอนโทรลเพื่อเลือกสัญญาณแต่ละแชนเนล การเก็บค่าไว้ในหน่วยความจำข้อมูล การดึงค่าจากหน่วยความจำข้อมูลออกไปที่พอร์ตสำหรับการสื่อสารกับคอมพิวเตอร์ และการเชื่อมต่อเข้ากับคอมพิวเตอร์ ในส่วนการติดต่อส่งผ่านข้อมูลจะใช้การสื่อสารแบบอนุกรม โดยจะใช้ไอซี DS275 เพื่อเปลี่ยนระดับสัญญาณ TTL ไปเป็นระดับสัญญาณมาตรฐานตามมาตรฐาน RS-232

4.1.3 ส่วนหน่วยความจำข้อมูล

เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ในการเก็บข้อมูลสัญญาณอินพุตที่ถูกเปลี่ยนเป็นสัญญาณดิจิตอลแล้วโดยผ่าน MCS-51 ในโครงงานนี้ใช้หน่วยความจำ 32 KBytes คือ ไอซีเบอร์ 62256 แต่ในการนำไปใช้งานจริงอาจเพิ่มให้มีค่ามากกว่านี้ได้เพื่อให้เหมาสมกับข้อมูลที่ต้องการเก็บ

4.1.4 ส่วนพีซีคอมพิวเตอร์

ในการที่คอมพิวเตอร์จะติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกได้นั้น จำเป็นต้องมีสื่อในการติดต่อ นั่นคือภาษาต่างๆ เช่น ภาษาซี ภาษาปาสคาล ภาษาเบสิก เป็นต้น แต่ทางกลุ่มได้เลือกใช้โปรแกรม Visual Basic 6 ตัวโปรแกรมมีความยืดหยุ่นในการออกแบบแอปพลิเคชั่น (Application) ต่างๆ โดยจะนำข้อมูลที่ได้จากชุดตรวจวัดมาทำการวิเคราะห์ แสดงผลและบันทึกจัดเก็บไว้ในไฟล์แบบ Text file ซึ่งสามารถนำค่าใน Text file ไปทำการพล็อตเป็นกราฟได้

4.1.5 ส่วนแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณแอนะล็อก

เป็นการนำข้อมูลที่เก็บไว้ในหน่วยความจำที่เป็นสัญญาณดิจิตอลแปลงกลับมาเป็นสัญญาณอินพุตเพื่อนำไปใช้งานบางอย่าง เช่น ดูรูปกราฟของสัญญาณโดยใช้ ออสซิลโลสโครป

4.2 ไอซีสำหรับการเปลี่ยนสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล

4.2.1 ADC0809 : 8 bits A/D

ไอซีเบอร์ ADC0809 นี้เป็นอุปกรณ์ที่สามารถแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลขนาด 8 บิต สามารถรับอินพุทได้ 8 ช่องและมัลติเพล็กซ์สัญญาณได้ด้วย สามารถเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ง่าย ใช้วิธีการแปลงแบบ Successive Approximation สามารถต่อกับอุปกรณ์ TTL และทำงานในลักษณะ Tri-State ได้

ลักษณะที่สำคัญของ AC0809

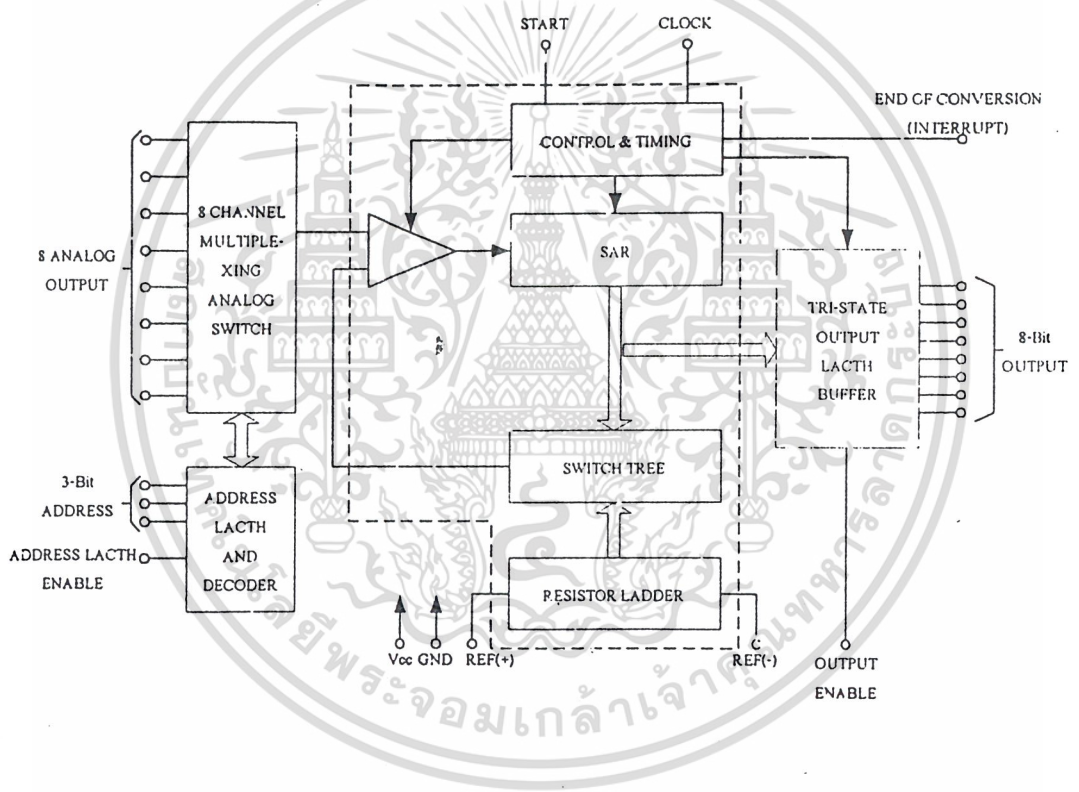
- เชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ทุกเบอร์ได้ง่าย
- สามารถปรับแรงดันอ้างอิงได้ในช่วง 0 ถึง +5 Vdc
- มัลติเพล็กซ์ได้ถึง 8 ช่องด้วย address logic

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- แรงดันเอาท์พุทเป็น TTL
- อยู่ในรูปของไอซี 28 ขาแบบ DIP

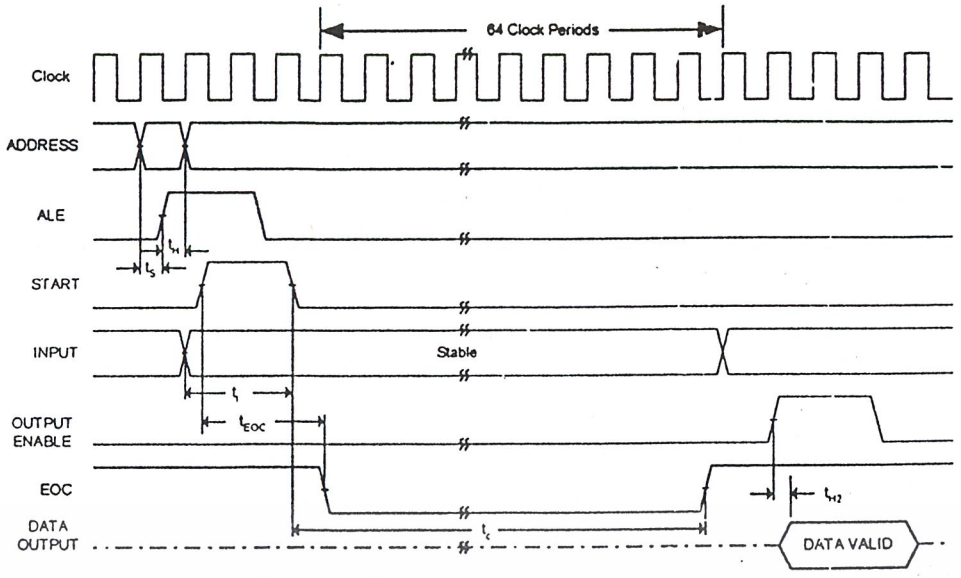
คุณสมบัติที่สำคัญของ ADC0809

- ความละเอียด (Resolution) 8 บิต
- ค่าผิดพลาดสูงสุดอยู่ระหว่าง + - ½ LSB
- แหล่งจ่ายเดียว 5 Vdc
- กินกำลังไฟต่ำที่ 15mW
- Convertion time 100 μS



รูปที่ 4.2 บล็อกไดอะแกรมของ ADC0809

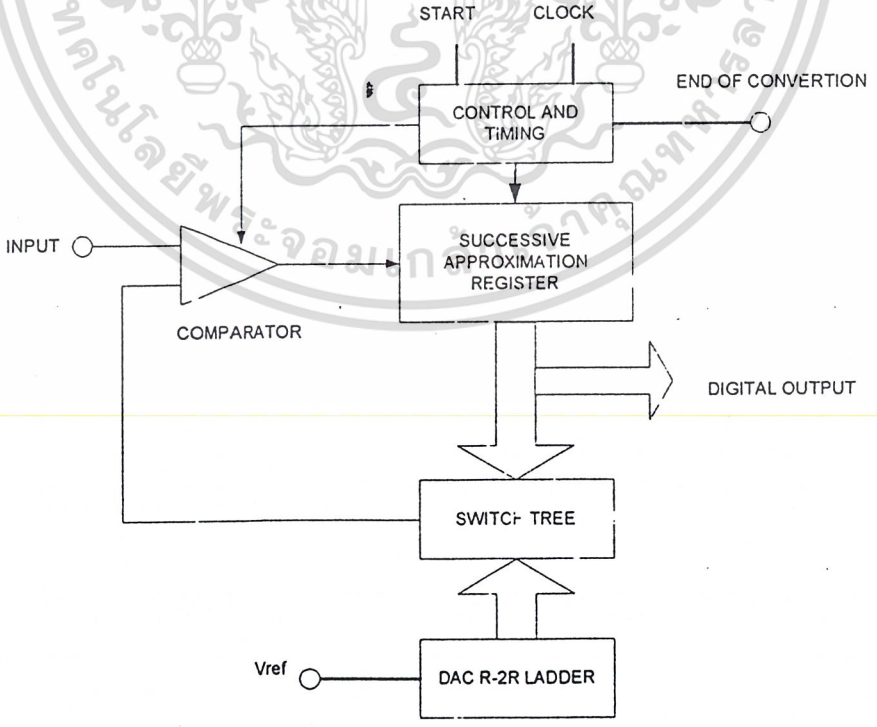
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 ไทม์มิ่งไดอะแกรมของ ADC0809

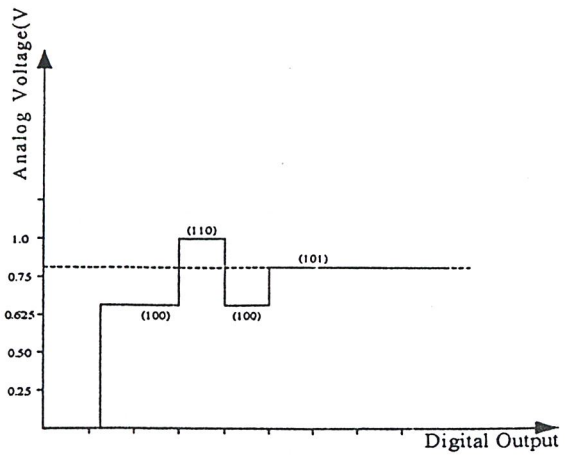
4.2.2 การเปลี่ยนอนาลอกเป็นดิจิตอลแบบประมาณรวบยอด (Successive Approximation)

เทคนิคการประมาณค่าหลายๆครั้ง (ประมาณรวบยอด) เป็นวงจร ADC ที่ได้รับความนิยมและเหมาะต่อการเลือกใช้เนื่องจากราคาถูก ความเร็วปานกลางและค่อนข้างสูง มีความละเอียดพอสมควร แต่ว่ากระบวนการของเทคนิคแบบนี้จะเข้าใจได้ยากกว่าเทคนิคแบบอื่นๆ ซึ่งหัวใจของ SA Converter ก็คือ อุปกรณ์ "Successive Approximation Register : SAR" ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่มีจุดประสงค์แตกต่างจากวงจรรับทั่วไปอย่างมาก เพราะเป็นไอซี MSI (Medium Scale Integrated Circuit) ที่ได้รับการออกแบบเป็นพิเศษเพื่อทำหน้าที่นี้โดยเฉพาะ และการจัดวงจรคล้ายแบบเคาน์เตอร์ที่ทำงานในลักษณะการป้อนกลับ ซึ่งบล็อกไดอะแกรมได้แสดงไว้ดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 บล็อกไดอะแกรมของ Successive Approximation ADC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 แสดงไดอะแกรมเวลาของการทำงาน

จากรูปที่ 4.5 แสดงไทม์มิ่งไดอะแกรมของ ADC ที่มีระดับอนาลอก 0.625 V เมื่อป้อนสัญญาณนาฬิกาเข้าไป 1 ลูก จะทำให้ MSB บิตที่ 4 เป็น “1” ทุกบิตอื่นยังคงเป็น “0” จะเปลี่ยนเอาท์พุทของ SAR เป็นอนาลอกเปรียบเทียบกับสัญญาณอนาลอกอินพุท ถ้าผลการเปรียบเทียบแรงดันบอกว่าน้อยกว่าอินพุทก็ให้คงบิตนั้นเป็น “1” ไว้ แต่ถ้ามากกว่าจะให้บิตนั้นเป็น “0” จากนั้นทำการทดสอบบิตถัดไปโดยทำให้เป็น “1” หากผลรวมของสองบิตหรือบิตหลังมากกว่าก็ทำให้บิตนั้นเป็น “0” แต่ถ้าน้อยกว่าให้คง “1” ไว้แล้วทดสอบบิตถัดไปตามกรรมวิธีดังกล่าวจนครบทุกบิตหรือจนกว่าเอาท์พุทจะต่างจาก Vin ไม่เกิน 1 LSB

มีข้อจำกัดประการหนึ่งสำหรับการใช้งานคือ สัญญาณอนาลอกอินพุทจะต้องคงที่ในช่วงเวลาที่ทำการเปลี่ยนแปลงสัญญาณโดยเปลี่ยนได้ไม่เกิน ½ LSB วงจร ADC แบบนี้สามารถทำงานได้สองโหมดคือ โหมดทำงานอิสระ (Free running) และโหมดที่รอคำสั่ง Start Conversion จากภายนอก เวลาที่ใช้ในการแปลงสัญญาณใช้ (n+1) ลูกของพัลส์ clock โดย Clock ลูกแรกจะใช้ในการรีเซ็ทรีจิสเตอร์ภายใน สุดท้ายคุณภาพของระบบนี้จะขึ้นอยู่กับคุณภาพของวงจรเปลี่ยนสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณอนาลอก (DAC) ด้วย

4.3 การออกแบบซอฟท์แวร์ด้วยโปรแกรม Visual Basic

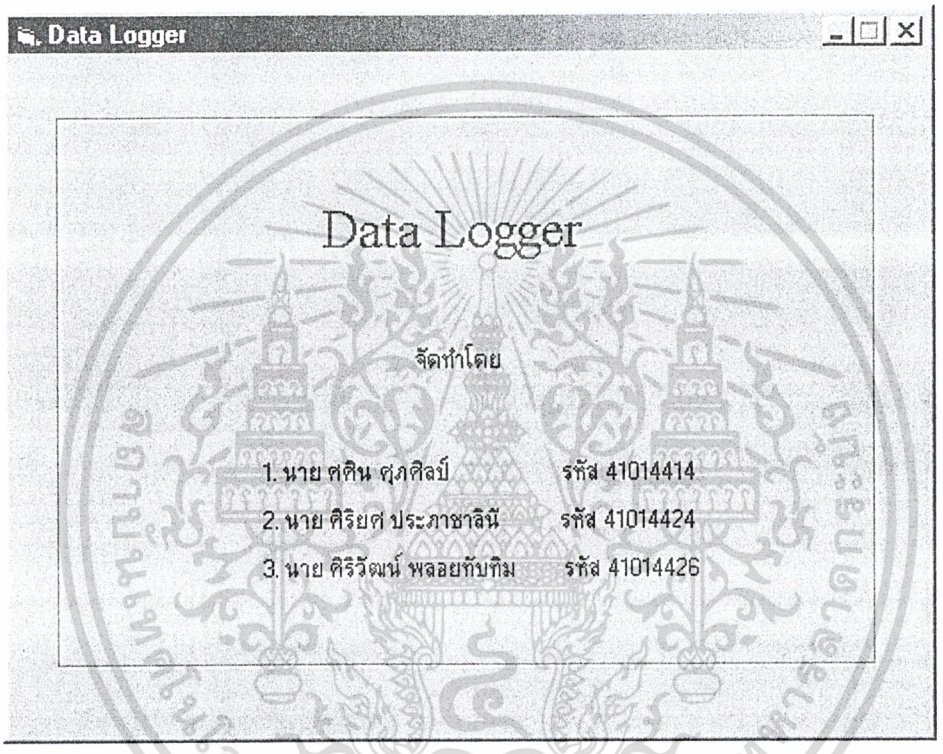
การออกแบบซอฟท์แวร์ในโครงงานชิ้นนี้ จะใช้โปรแกรม Visual Basic เข้ามาช่วย เพื่อใช้ในการแสดงผลออกมาเป็นกราฟบนเครื่องคอมพิวเตอร์พร้อมทั้งแสดงรายละเอียดของการบันทึกข้อมูลทั้งหมด เช่น วันและเวลาในการเริ่มต้นเก็บข้อมูล, จำนวนช่องสัญญาณที่ทำการบันทึก, จำนวนข้อมูลที่บันทึกไว้หน่วยความจำข้อมูล และระยะห่างของเวลาในการบันทึกค่าแต่ละค่า โดยการโหลด (Load) ค่าของสัญญาณข้อมูลที่ป้อนเข้า A/D Converter ซึ่งได้บันทึกไว้ในหน่วยความจำข้อมูลภายนอก (RAM) สำหรับโครงงานนี้ได้ใช้ พอร์ตอนุกรม (Serial Port) ในการโหลดค่าข้อมูลจากไมโครคอนโทรเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซอฟท์แวร์ที่สร้างขึ้นในโครงงานนี้ มีด้วยกันทั้งหมด 4 Form ดังต่อไปนี้

Form ที่ 1

ใน Form ที่ 1 เป็นรูปแบบของส่วนเริ่มต้นในการเข้าสู่โปรแกรม โดย Form นี้จะกระพริบช้าๆเวลานานประมาณ 3 วินาที จากนั้น Form ที่ 1 ก็จะดับไปพร้อมกับ From ที่ 2 แสดงออกมาบนหน้าจอ สำหรับ Form ที่ 1 มีรูปแบบดังรูป

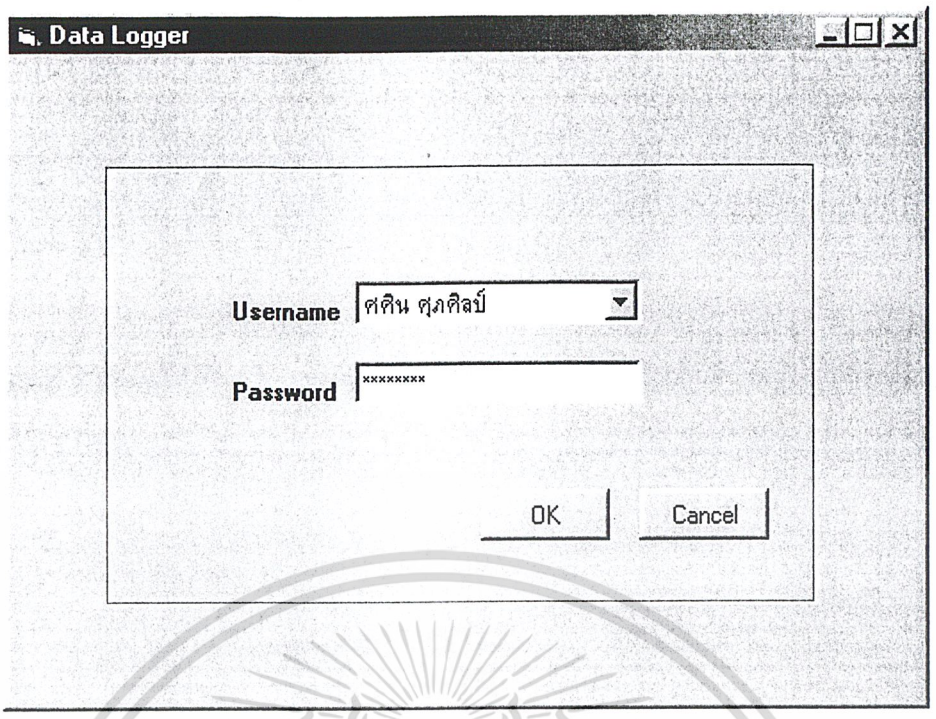


รูปที่ 4.6 ซอฟท์แวร์ใน Form ที่ 1

Form ที่ 2

ใน Form ที่ 2 เพื่อความปลอดภัยสำหรับระบบที่มีความสำคัญสูง จึงต้องมีการใส่รหัสของผู้ใช้และรหัสผ่าน เพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงหรือทำลายข้อมูลจากบุคคลอื่น โดยไม่สามารถเปลี่ยนแปลงรหัสผ่านได้จากโปรแกรม และหากใส่รหัสของผู้ใช้หรือรหัสผ่านผิดพลาดโปรแกรมจะแจ้งให้ทราบและให้ทำการใส่รหัสของผู้ใช้และรหัสผ่านอีกครั้งหนึ่ง สำหรับรูปแบบของ Form ที่ 2 มีรูปแบบดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 ซอฟท์แวร์ใน Form ที่ 2

เมื่อใส่รหัสของผู้ใช้หรือรหัสผ่านผิดพลาด โปรแกรมจะแจ้งให้ทราบและให้ทำการใส่รหัสของผู้ใช้และรหัสผ่านอีกครั้งหนึ่งดังรูป

รูปที่ 4.8 ซอฟท์แวร์ใน Form ที่ 2 เมื่อใส่รหัสของผู้ใช้หรือรหัสผ่านผิดพลาด

Form ที่ 3

ใน Form ที่ 3 จะใช้สำหรับการเลือก Folder ที่จะทำการบันทึกข้อมูลโดยจะบันทึกในรูปของ Text file เมื่อทำการเลือก Folder และ Text file ที่จะบันทึกแล้ว ก็สามารถทำการโหลดข้อมูลจากไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ผ่าน Serial Port โดยกดปุ่ม Load Data from Board ซึ่งต้องใช้ระยะเวลาช่วงหนึ่งโดยระยะเวลาของการโหลดจะขึ้นอยู่กับความจุของข้อมูลที่โหลด เมื่อการโหลดข้อมูลเสร็จสิ้น โปรแกรมก็จะทำการ Check Sum ซึ่งก็คือการตรวจว่าข้อมูลที่ส่งมาครบถ้วนและถูกต้องตรงกับ ค่า Check Sum ที่ส่งมาจากไมโครคอนโทรลเลอร์หรือไม่ หากค่า Check Sum ตรงกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

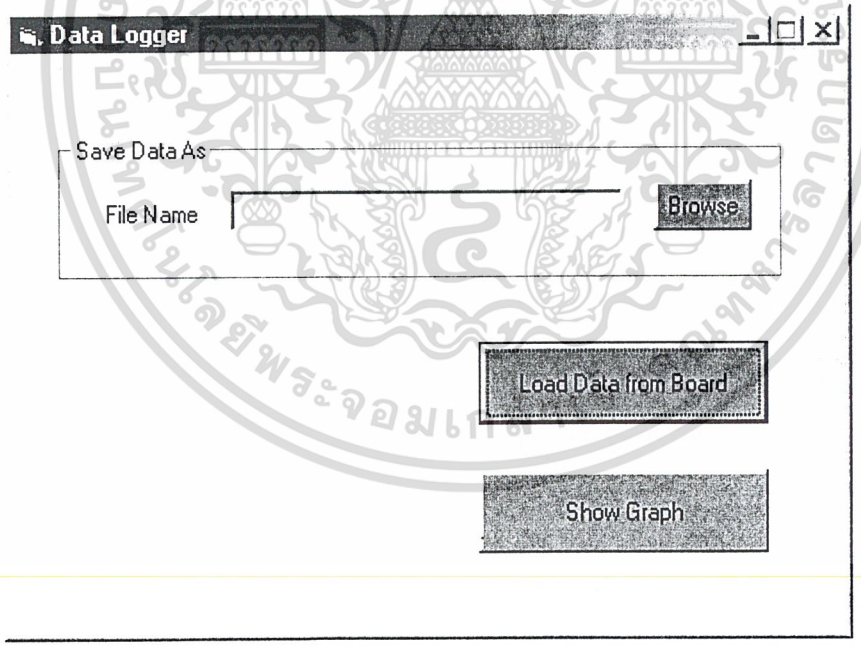
โปรแกรมก็จะแจ้งให้ทราบ แต่หากค่า Check Sum ผิดพลาดก็ต้องทำการโหลดข้อมูลใหม่อีกครั้ง ทั้งนี้การตรวจค่า Check Sum ก็เพื่อจุดประสงค์ในการป้องกันการส่งข้อมูลที่ผิดพลาด

สำหรับข้อมูลที่ส่งมาจะมีการแนบรายละเอียดของการบันทึกข้อมูลมาด้วย โดยรายละเอียดของการบันทึกข้อมูล ได้แก่ วันและเวลาในการเริ่มต้นเก็บข้อมูล, จำนวนช่องสัญญาณที่ทำการบันทึก, จำนวนข้อมูลที่บันทึกไว้หน่วยความจำข้อมูล, ระยะห่างของเวลาในการบันทึกค่าแต่ละค่า รวมทั้งค่า Check Sum

เมื่อการโหลดข้อมูลและการ Check Sum เสร็จสิ้นก็สามารถดูกราฟของข้อมูลได้ทันที หรือจะทำการปิดโปรแกรมเลยก็ได้ เนื่องจากข้อมูลที่ทำการโหลด พร้อมทั้งรายละเอียดในการบันทึกได้ถูกเก็บไว้ใน Text file เรียบร้อยแล้ว หากต้องการดูกราฟของข้อมูลเลยก็กดที่ปุ่ม Show Graph จากนั้น Form ที่ 4 ก็จะแสดงขึ้นมาเพื่อแสดงกราฟ

ในกรณีที่ Text file ที่เลือกไว้มีข้อมูลอยู่แล้วก็สามารถดูกราฟของข้อมูลได้เลย โดยการกดปุ่ม Show Graph

สำหรับรูปแบบ Form ที่ 3 สามารถแสดงได้ดังนี้

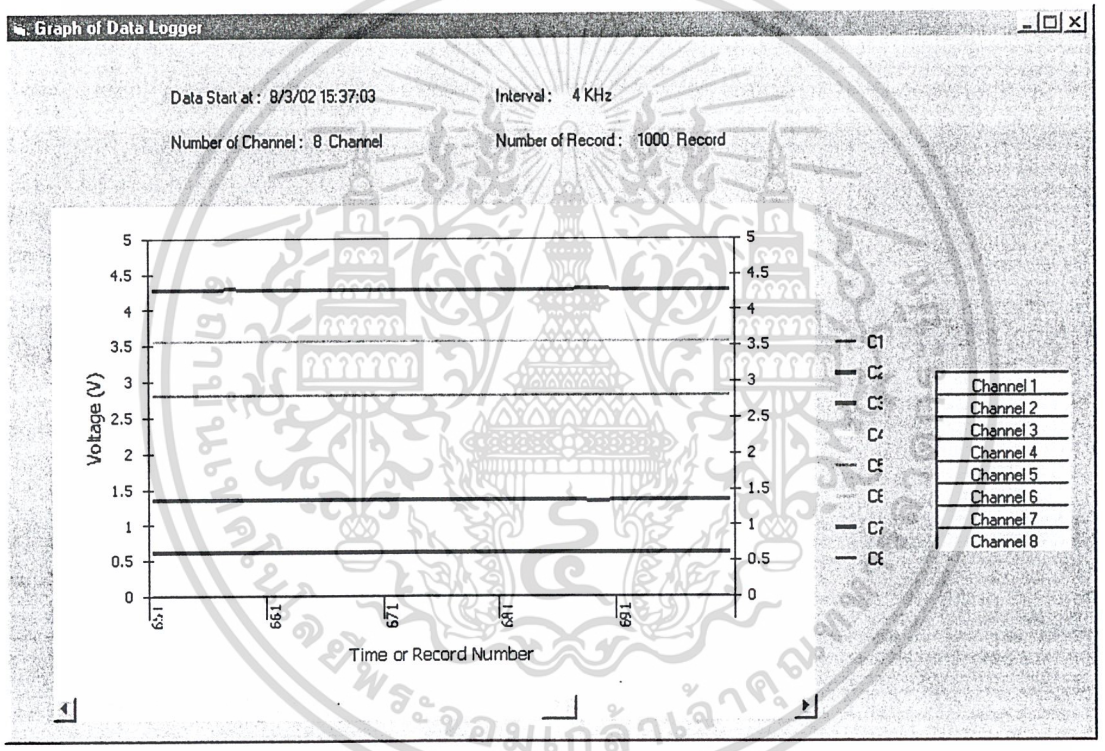


รูปที่ 4.9 ซอฟท์แวร์ใน Form ที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Form ที่ 4

ใน Form ที่ 4 จะแสดงรูปกราฟของข้อมูลใน Text file พร้อมทั้งรายละเอียดของการบันทึกข้อมูล ซึ่งได้แก่ วันและเวลาในการเริ่มต้นเก็บข้อมูล, จำนวนช่องสัญญาณที่ทำการบันทึก, จำนวนข้อมูลที่บันทึกไว้หน่วยความจำข้อมูล และระยะห่างของเวลาในการบันทึกค่าแต่ละค่า โดยกราฟของข้อมูลจะมีแกนนอนเป็นเวลา และมีแกนตั้งเป็นค่า Voltage ในการแสดงกราฟ จำนวนปุ่มสำหรับกดเลือกดูกราฟในแต่ละช่องสัญญาณจะแสดงขึ้นมาให้เห็นเท่ากับจำนวนช่องสัญญาณที่ทำการบันทึก และในการดูรูปกราฟสามารถสั่งให้โปรแกรมแสดงกราฟได้กี่รูปก็ได้ โดยการกดเลือกช่องสัญญาณ (Channel) ที่ต้องการ ซึ่งมีสีแตกต่างกันไปทั้งหมด 8 สี นอกจากนี้ยังมี Scroll Bar ในแนวนอนซึ่งสามารถเลื่อนเพื่อดูข้อมูลได้ทั้งหมด สำหรับรูปแบบของ Form ที่ 4 แสดงดังรูป



รูปที่ 4.10 ซอฟท์แวร์ใน Form ที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 การเก็บค่าข้อมูลในหน่วยความจำข้อมูลภายนอก

ในการบันทึกสัญญาณสามารถกำหนดระยะห่างของเวลาในการเก็บข้อมูลคือ ตั้งแต่ 0 วินาที ถึง 99 วินาที และ ที่ความถี่ 500 Hz, 1KHZ, 2KHz และ 4 KHz ซึ่งก็คือ 2 มิลลิวินาที, 1 มิลลิวินาที, 500 ไมโครวินาที และ 250 ไมโครวินาที โดยสามารถเลือกความจุในการเก็บค่าของหน่วยความจำข้อมูลภายนอก (RAM) ได้ดังนี้ 8 Kbytes, 16 Kbytes และ 32 Kbytes ดังนั้นสามารถคำนวณระยะเวลาในการเก็บค่าที่สั้นที่สุด และนานที่สุด ได้ดังนี้

ระยะเวลาในการเก็บค่าที่สั้นที่สุด คือเก็บค่าของข้อมูลที่ความถี่ 4 KHz หรือก็คือ 250 ไมโครวินาที ด้วยความจุของหน่วยความจำข้อมูลภายนอก (RAM) ที่ 8 Kbytes ดังนั้นระยะเวลาในการเก็บข้อมูลคือ

0.00025 วินาที * 8KB = 2.048 วินาที

ระยะเวลาในการเก็บค่าที่นานที่สุด คือเก็บค่าของข้อมูลที่ด้วยระยะห่างของการเก็บค่า 99 วินาที และด้วยความจุของหน่วยความจำข้อมูลภายนอก (RAM) ที่ 32 Kbytes ดังนั้นระยะเวลาในการเก็บข้อมูลคือ

99 วินาที * 32KB = 3,244,032 วินาที

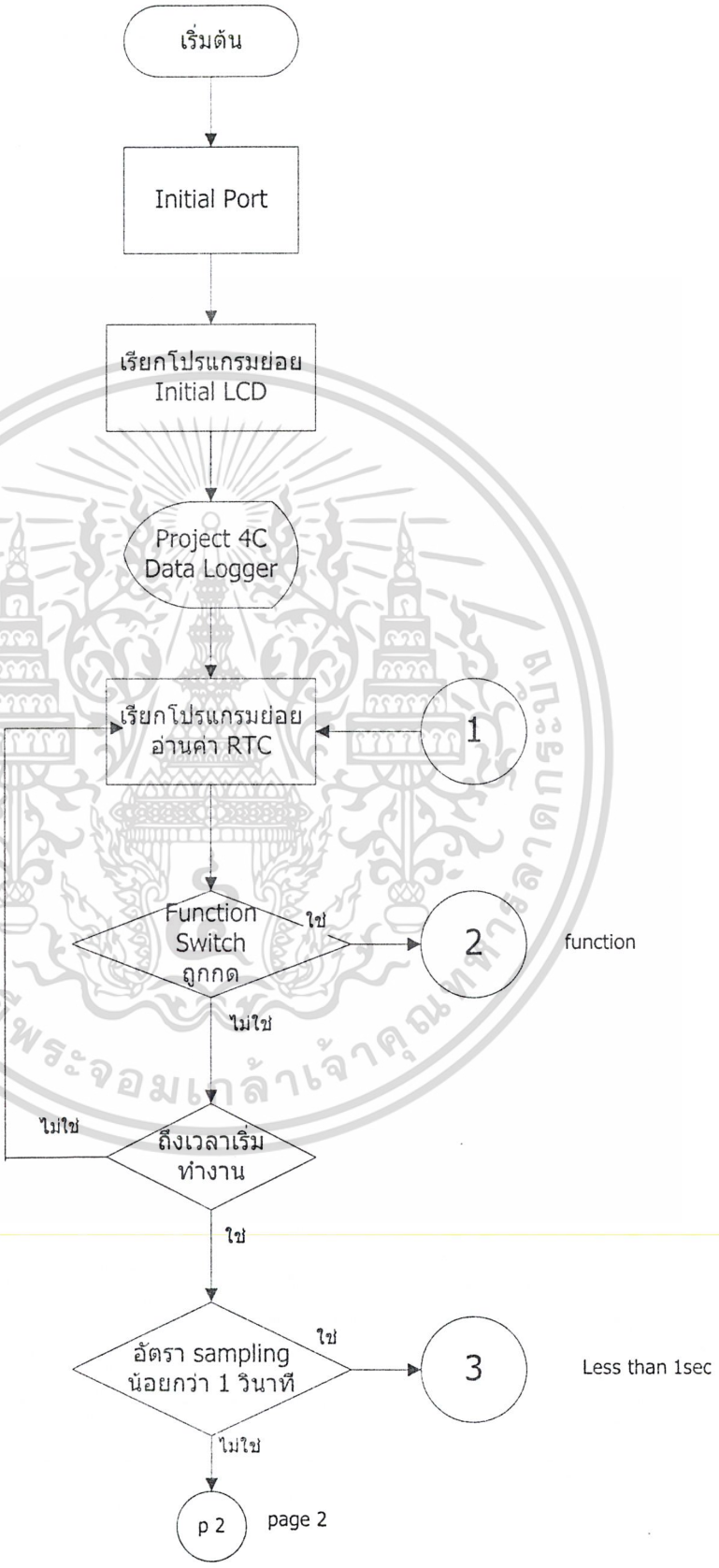
= 54,067.2 นาที

= 901.12 ชั่วโมง

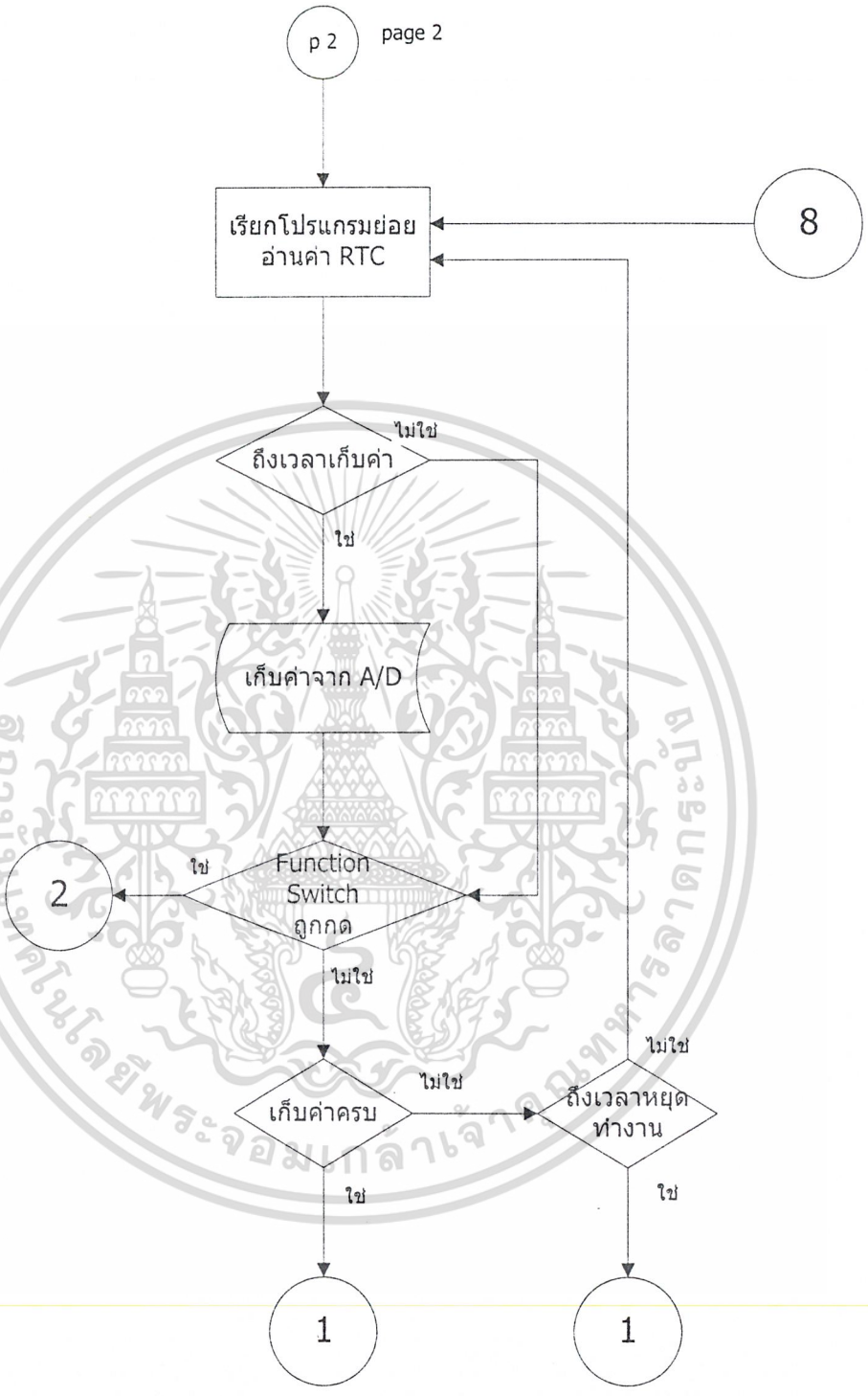
= 37.55 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

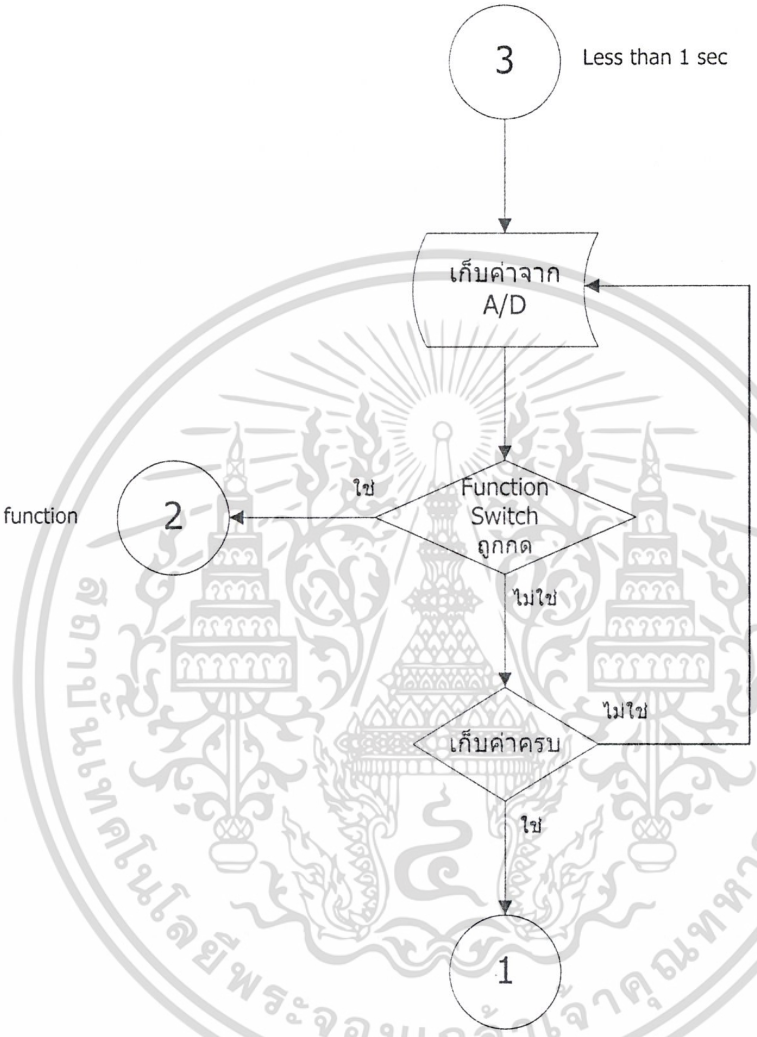
Flowchart แสดงการทำงานของ MicroController



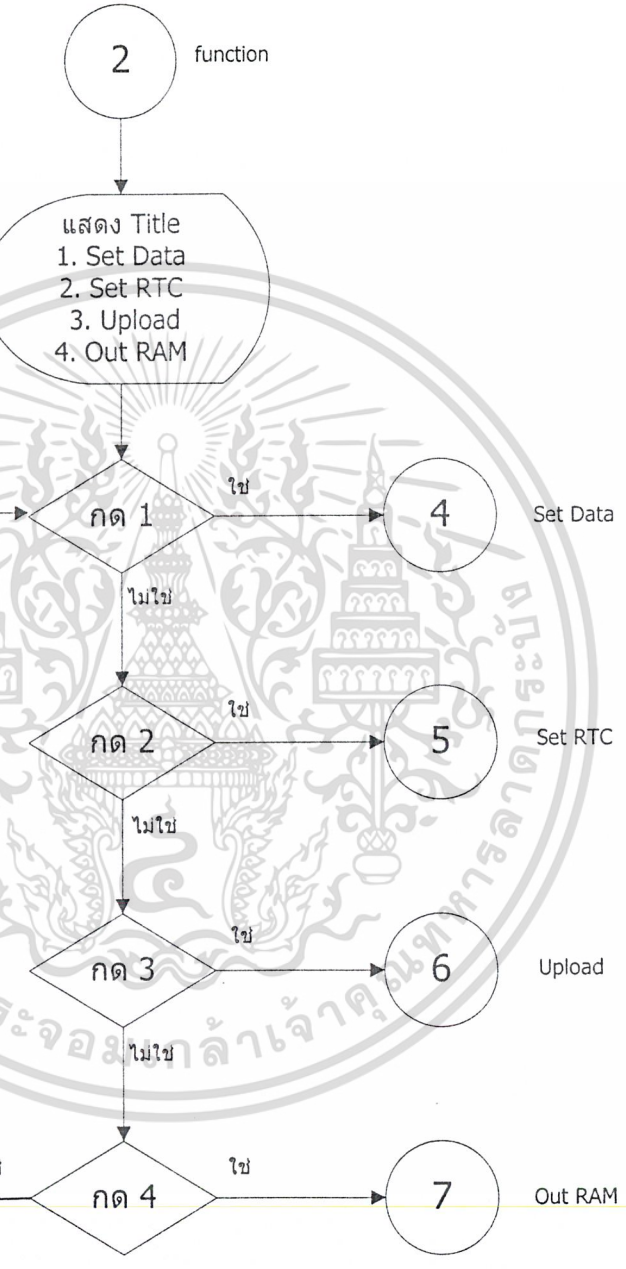
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



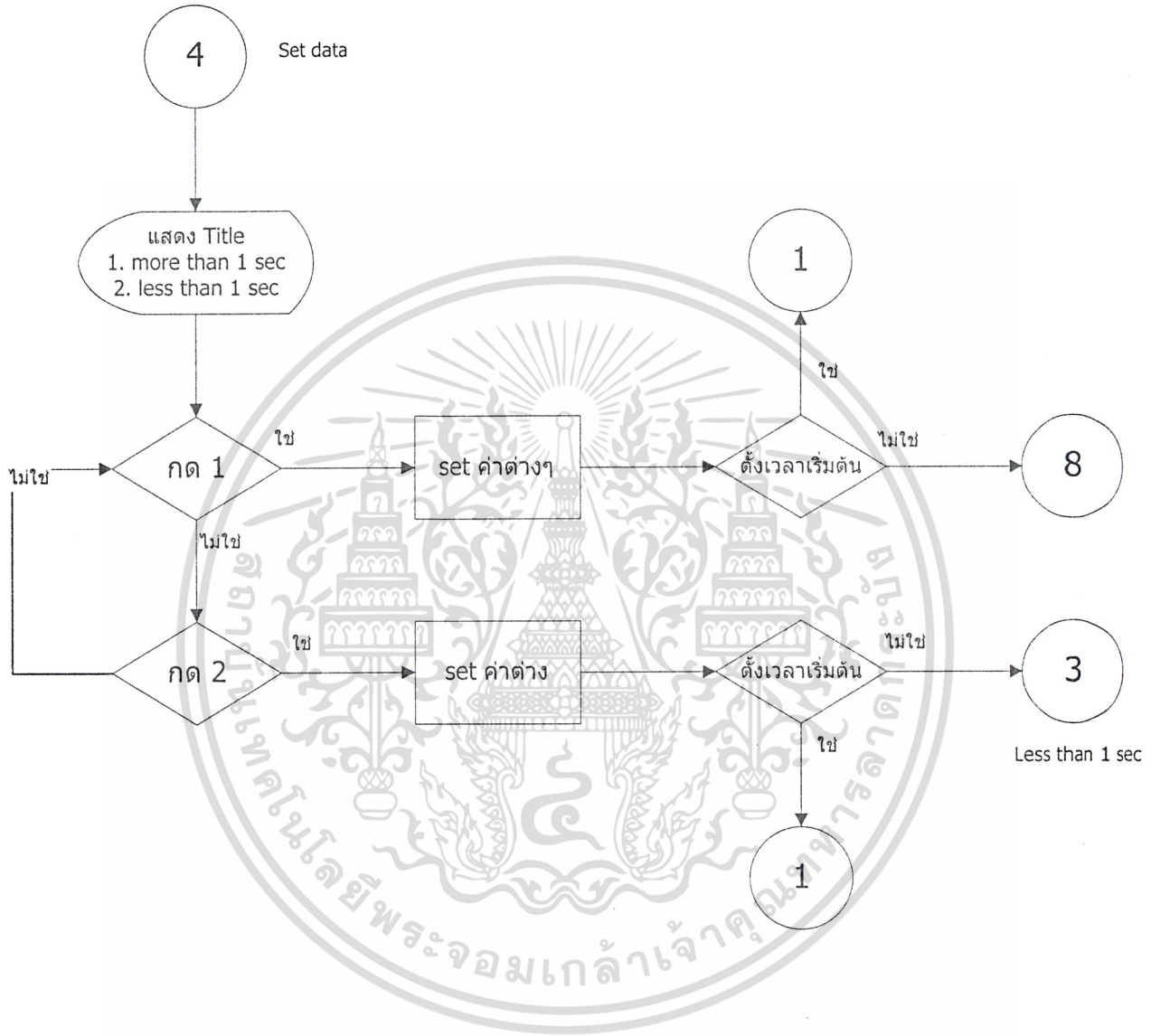
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



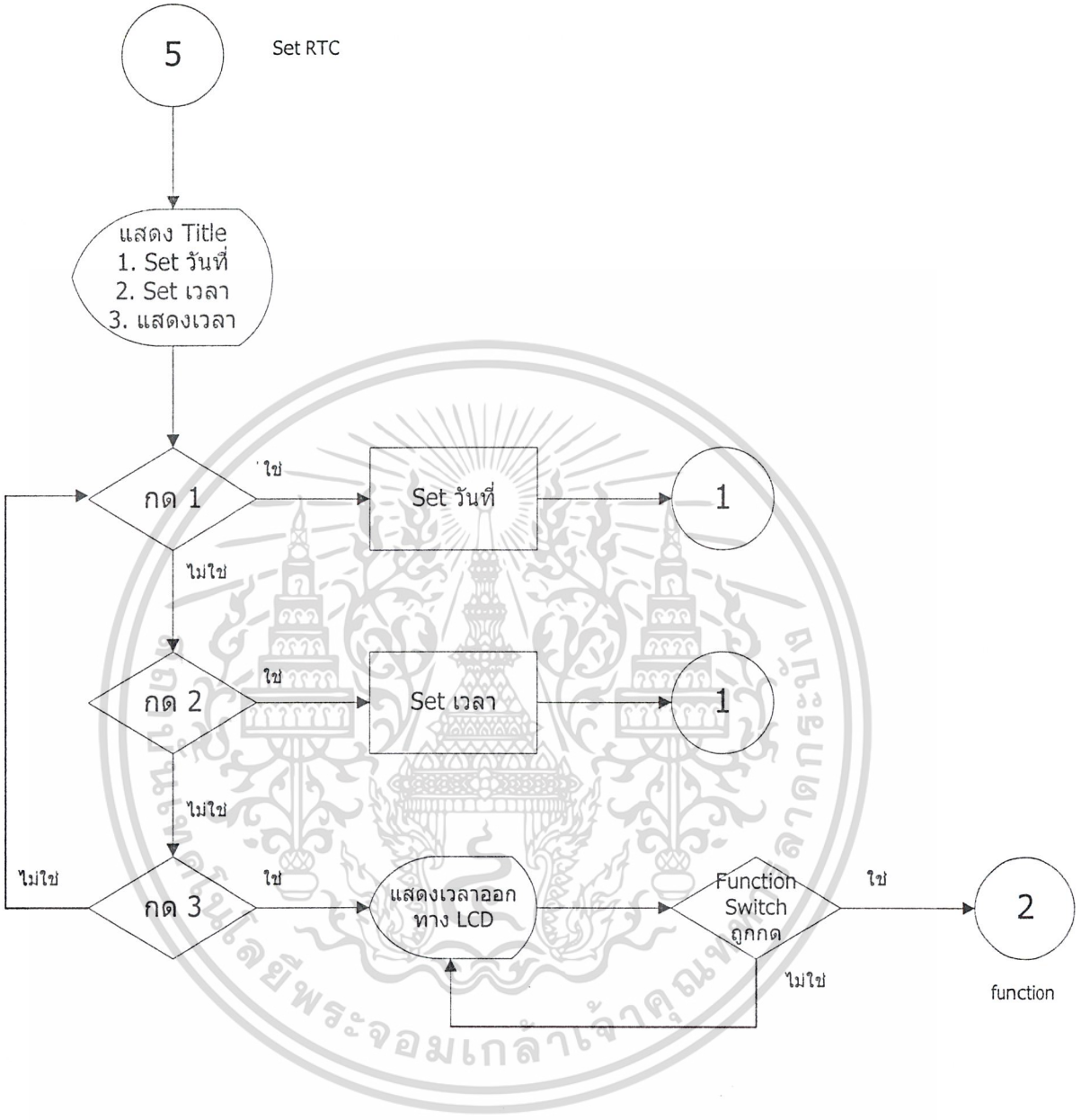
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



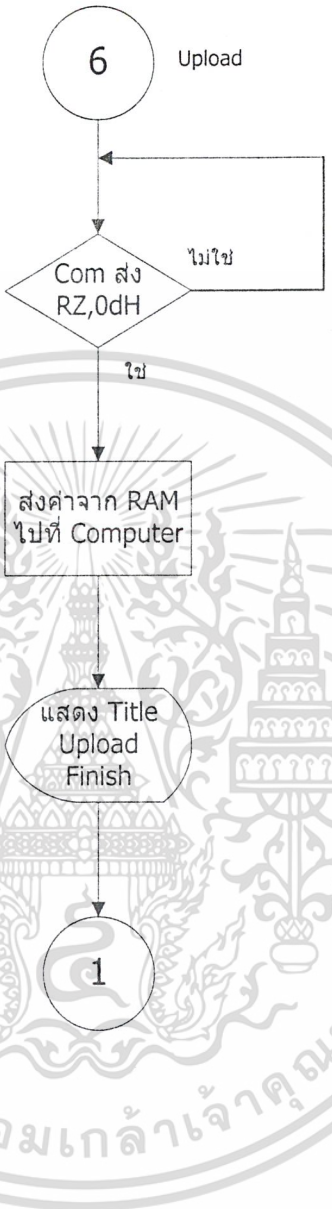
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



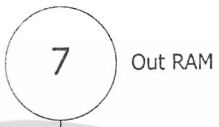
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

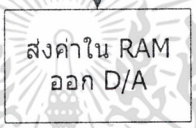


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



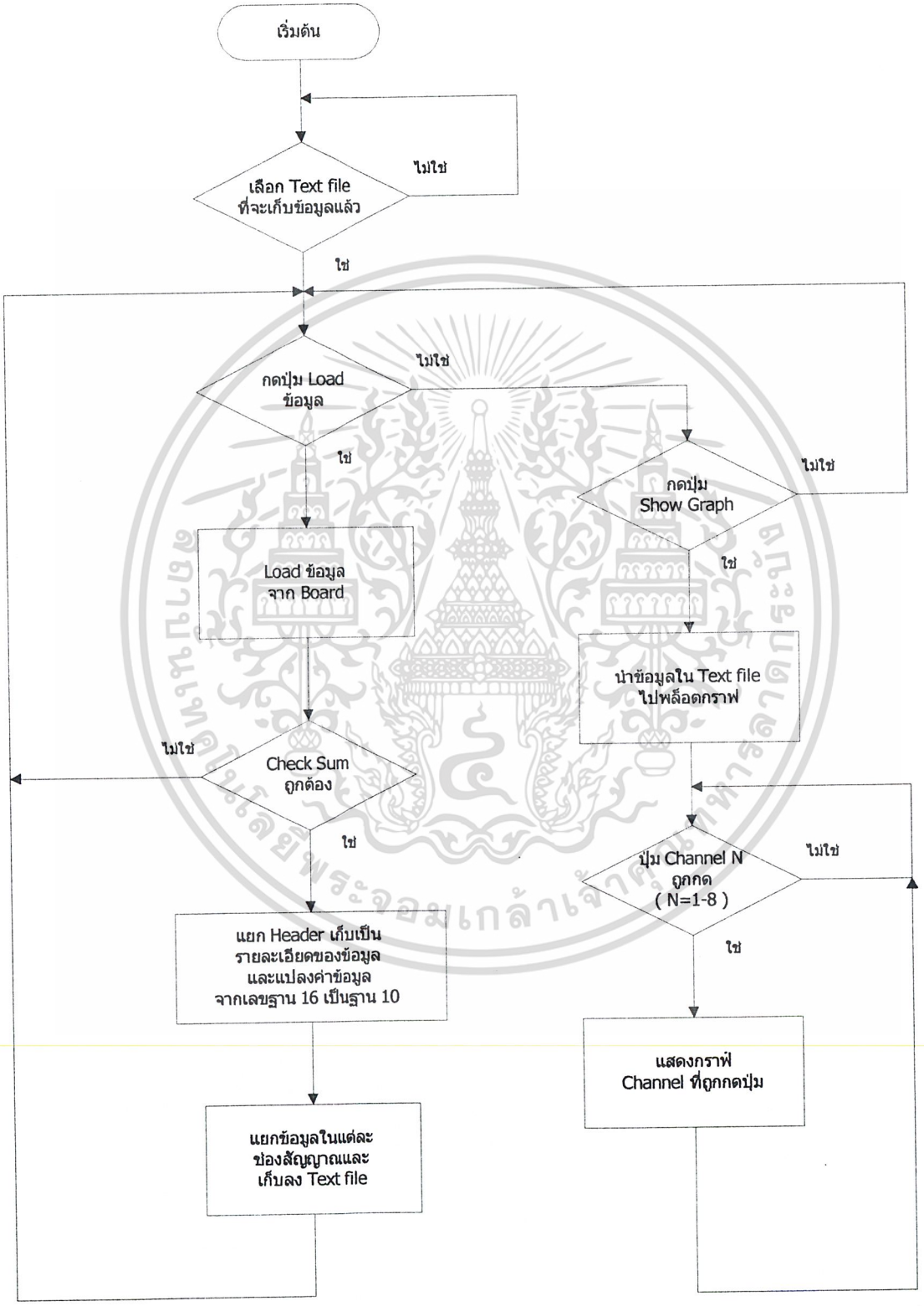
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



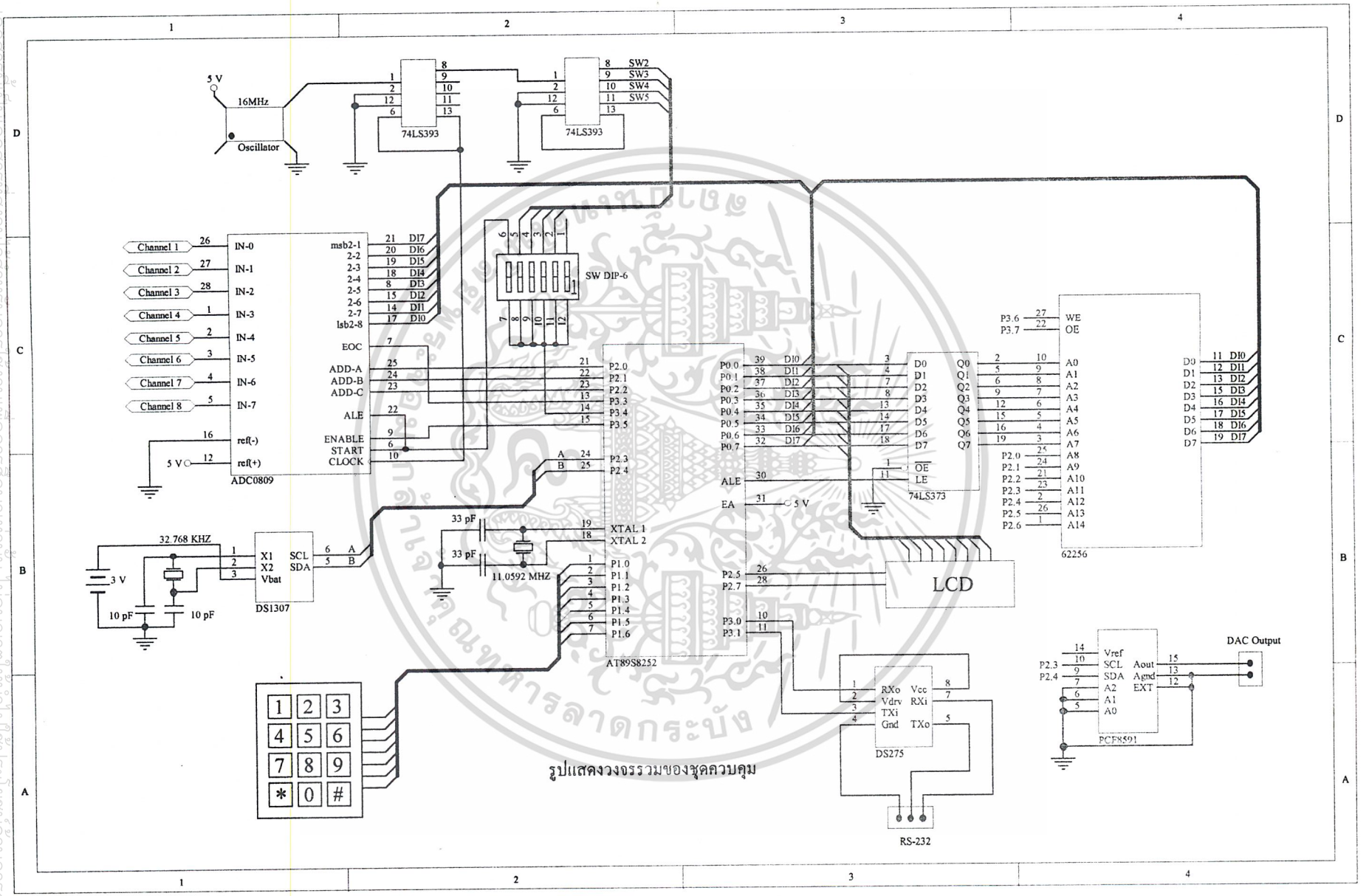


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Flowchart โปรแกรมโหลดข้อมูลและพล็อตกราฟบนคอมพิวเตอร์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปแสดงวงจรรวมของชุดควบคุม

บทที่ 5

การทดลองและผลการทดลอง

การทดลองของโครงงานนี้จะแสดงการเก็บค่าของ A/D Converter และนำค่านั้นไปพล็อตเป็นกราฟด้วยซอฟท์แวร์ที่สร้างขึ้นมาจากโปรแกรม Visual Basic สำหรับผลการทดลองเป็นการแสดงการเก็บค่าโดยป้อนสัญญาณอินพุทเข้า A/D Converter จำนวน 1 Channel, 2 Channel และ 8 Channel ที่ความถี่ Interval 500, 1K, 2K, 4KHz และที่ความจุของหน่วยความจำภายนอก (RAM) จำนวน 8, 16, 32 Kbytes โดยสัญญาณอินพุทที่ใช้ คือ สัญญาณไฟตรงที่ขนาดต่างๆ, สัญญาณ Sine wave, Square wave, Triangle wave, Ramp up, Ramp down

ในการทดลองนี้ได้แบ่งผลการทดลองออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนการแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอล และส่วนการแสดงผลเป็นกราฟด้วยซอฟท์แวร์ที่สร้างขึ้นด้วยโปรแกรม Visual Basic แสดงได้ดังนี้

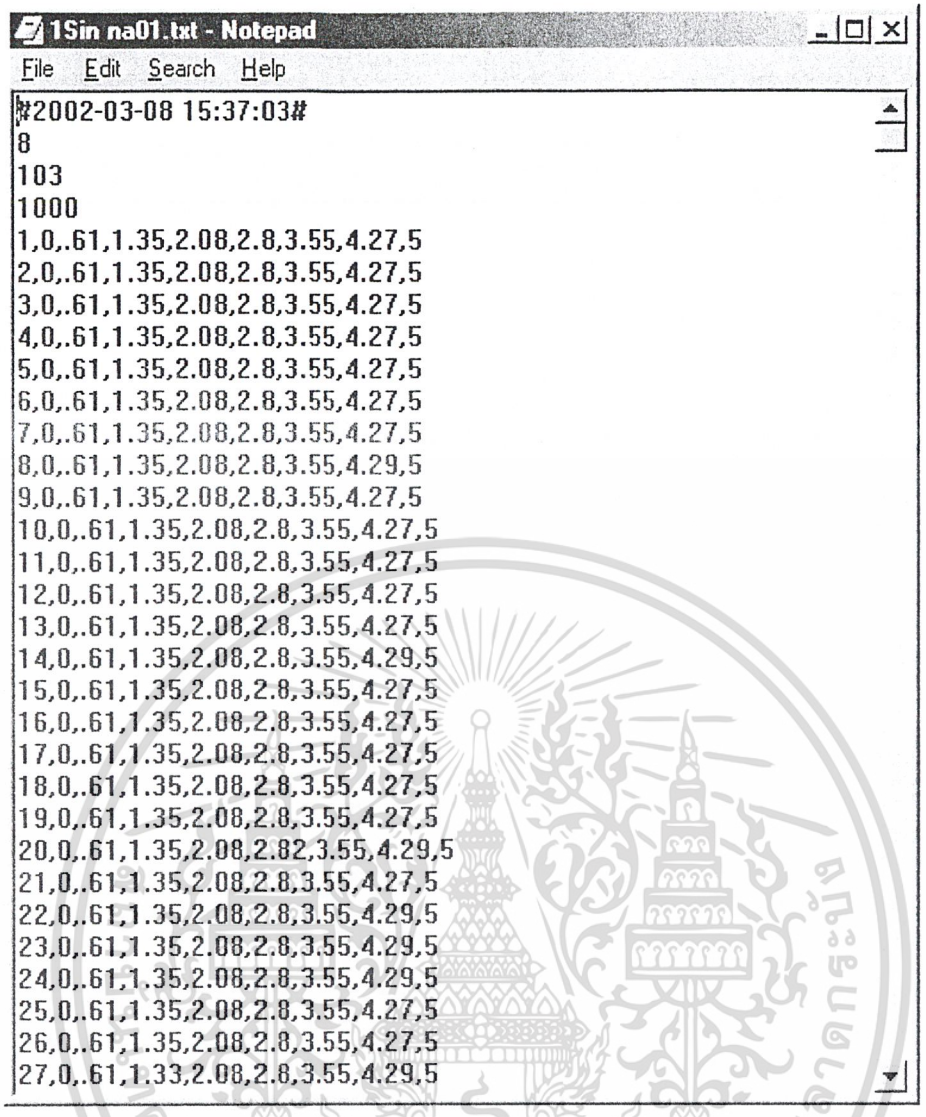
5.1 ภาคการแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอล

เมื่อทำการป้อนสัญญาณอินพุทเป็นแรงดันไฟตรงขนาดต่างๆ ให้ ADC ทั้ง 8 Channel โดยใช้ความถี่ Interval 4 KHz เก็บค่าจำนวน 8 Kbytes ใน RAM เปรียบเทียบกับค่าที่เก็บใน Text file โดยมีการวัดค่าเอาท์พุทของ ADC ซึ่งเป็นสัญญาณดิจิตอล แสดงได้ดังนี้

ตารางที่5.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสัญญาณที่ป้อนเข้า ADC กับค่าที่ได้จากกราฟ

Input Channel ของ ADC	แรงดันอินพุท ของ ADC (V)	เอาท์พุทของ ADC ที่จะเก็บใน RAM		ค่าที่ได้จาก Text file (V)
		Binary	Hex	
CH1	0.00	0000 0000	00H	0.00
CH2	0.64	0001 1111	1FH	0.61
CH3	1.38	0100 0101	45H	1.35
CH4	2.10	0110 1010	6AH	2.08
CH5	2.82	1000 1111	8FH	2.80
CH6	3.55	1011 0101	B5H	3.55
CH7	4.27	1101 1010	DAH	4.27
CH8	5.00	1111 1111	FFH	5.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.1 ค่าที่เก็บได้จาก Text file

ใน Text file จะมีการแสดงค่าที่ส่งมาพร้อมกับข้อมูลโดยอยู่ในส่วนที่เป็น Header ซึ่งมีค่าต่างๆ คือ วันที่และเวลาที่เริ่มทำการเก็บข้อมูล, จำนวนสัญญาณที่ทำการเก็บค่าหรือจำนวน Channel, ระยะห่างของเวลาในการเก็บข้อมูลหรือความถี่ Interval และจำนวนเรกคอร์ด (Record) จากรูปสามารถอธิบายได้ว่า วันเวลาที่เริ่มเก็บข้อมูลคือ วันที่ 8 มีนาคม 2002 เวลา 15:37.03 เก็บสัญญาณจำนวน 8 Channel, ความถี่ Interval 4 KHz (103 คือ ค่าที่กำหนดไว้เพื่อให้ซอฟท์แวร์ที่สร้างขึ้นมา รู้ว่าเป็นความถี่ Interval 4 KHz เพื่อไปแสดงผลได้ถูกต้อง) และมีจำนวนข้อมูล 1000 Record (โดยเมื่อนำจำนวน Record คูณกับจำนวน Channel ก็จะได้ความจุของข้อมูลที่เก็บใน RAM ซึ่งในที่นี้ก็คือ 8000 ค่า) สำหรับค่าของข้อมูลจะมีการคั่นด้วยเครื่องหมายคอมมา (Comma) และในแต่ละบรรทัดจะมีค่าของ Record กำกับไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างของค่าที่เก็บใน Text file

#2002-03-08 15:37:03#

8

103

1000

1,0,.61,1.35,2.08,2.8,3.55,4.27,5

2,0,.61,1.35,2.08,2.8,3.55,4.27,5

3,0,.61,1.35,2.08,2.8,3.55,4.27,5

4,0,.61,1.35,2.08,2.8,3.55,4.27,5

5,0,.61,1.35,2.08,2.8,3.55,4.27,5

6,0,.61,1.35,2.08,2.8,3.55,4.27,5

7,0,.61,1.35,2.08,2.8,3.55,4.27,5

8,0,.61,1.35,2.08,2.8,3.55,4.29,5

9,0,.61,1.35,2.08,2.8,3.55,4.27,5

10,0,.61,1.35,2.08,2.8,3.55,4.27,5

11,0,.61,1.35,2.08,2.8,3.55,4.27,5

12,0,.61,1.35,2.08,2.8,3.55,4.27,5

13,0,.61,1.35,2.08,2.8,3.55,4.27,5

14,0,.61,1.35,2.08,2.8,3.55,4.29,5

15,0,.61,1.35,2.08,2.8,3.55,4.27,5

16,0,.61,1.35,2.08,2.8,3.55,4.27,5

17,0,.61,1.35,2.08,2.8,3.55,4.27,5

18,0,.61,1.35,2.08,2.8,3.55,4.27,5

19,0,.61,1.35,2.08,2.8,3.55,4.27,5

20,0,.61,1.35,2.08,2.82,3.55,4.29,5

21,0,.61,1.35,2.08,2.8,3.55,4.27,5

22,0,.61,1.35,2.08,2.8,3.55,4.29,5

23,0,.61,1.35,2.08,2.8,3.55,4.29,5

24,0,.61,1.35,2.08,2.8,3.55,4.29,5

25,0,.61,1.35,2.08,2.8,3.55,4.27,5

26,0,.61,1.35,2.08,2.8,3.55,4.27,5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

27,0,.61,1.33,2.08,2.8,3.55,4.29,5

28,0,.61,1.35,2.08,2.8,3.55,4.27,5

29,0,.61,1.35,2.08,2.8,3.55,4.27,5

30,0,.61,1.35,2.08,2.8,3.55,4.27,5

31,0,.61,1.35,2.08,2.8,3.55,4.29,5

32,0,.61,1.35,2.08,2.8,3.55,4.27,5

33,0,.61,1.35,2.08,2.8,3.55,4.27,5

34,0,.61,1.35,2.08,2.8,3.55,4.29,5

35,0,.61,1.35,2.08,2.82,3.55,4.27,5

36,0,.61,1.35,2.08,2.8,3.55,4.27,5

37,0,.61,1.35,2.08,2.8,3.55,4.27,5

38,0,.61,1.35,2.08,2.8,3.55,4.27,5

39,0,.61,1.35,2.08,2.8,3.55,4.27,5

40,0,.61,1.35,2.08,2.8,3.55,4.27,5

41,0,.61,1.33,2.08,2.82,3.55,4.27,5

42,0,.61,1.35,2.08,2.8,3.55,4.27,5

43,0,.61,1.35,2.08,2.8,3.55,4.27,5

44,0,.61,1.35,2.08,2.8,3.55,4.29,5

45,0,.61,1.35,2.08,2.8,3.55,4.27,5

46,0,.61,1.35,2.08,2.8,3.55,4.27,5

47,0,.61,1.35,2.08,2.8,3.55,4.27,5

48,0,.61,1.35,2.08,2.8,3.55,4.27,5

49,0,.61,1.35,2.08,2.8,3.55,4.27,5

50,0,.61,1.35,2.08,2.8,3.55,4.27,5

51,0,.61,1.35,2.08,2.8,3.55,4.27,5

52,0,.61,1.35,2.08,2.8,3.55,4.29,5

53,0,.61,1.35,2.08,2.8,3.55,4.29,5

54,0,.61,1.35,2.08,2.8,3.55,4.27,5

55,0,.61,1.35,2.08,2.8,3.55,4.27,5

56,0,.61,1.35,2.08,2.8,3.55,4.27,5

57,0,.61,1.33,2.08,2.8,3.55,4.29,5

58,0,.61,1.35,2.08,2.8,3.55,4.27,5

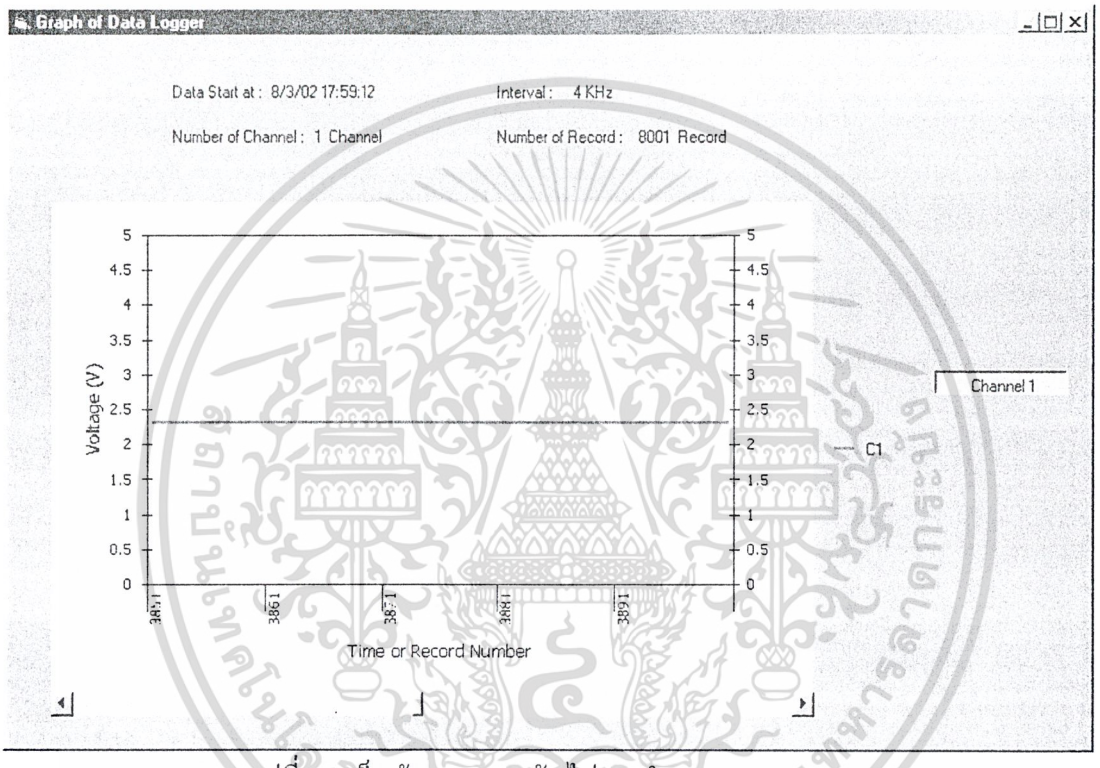
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ภาคการแสดงผลเป็นกราฟด้วยซอฟท์แวร์ที่สร้างขึ้นด้วยโปรแกรม Visual Basic

สำหรับในส่วนนี้จะแบ่งออกไปอีก 4 ส่วนคือ ส่วนแรกเก็บสัญญาณอินพุทจำนวน 1 Channel, ส่วนที่สองเก็บ 2 Channel, ส่วนที่สามเก็บ 8 Channel และส่วนที่สี่ เก็บอินพุท 1 Channel ที่เป็น Sine wave ด้วยความถี่ที่สูงขึ้น

5.2.1 ส่วนแรกเก็บสัญญาณอินพุทจำนวน 1 Channel

1.) สัญญาณอินพุทเป็นแรงดันไฟตรง ขนาด 2.35 Volt, จำนวน 1 Channel, ความถี่ Interval 4 KHz, ความจุของRAM 8 KB



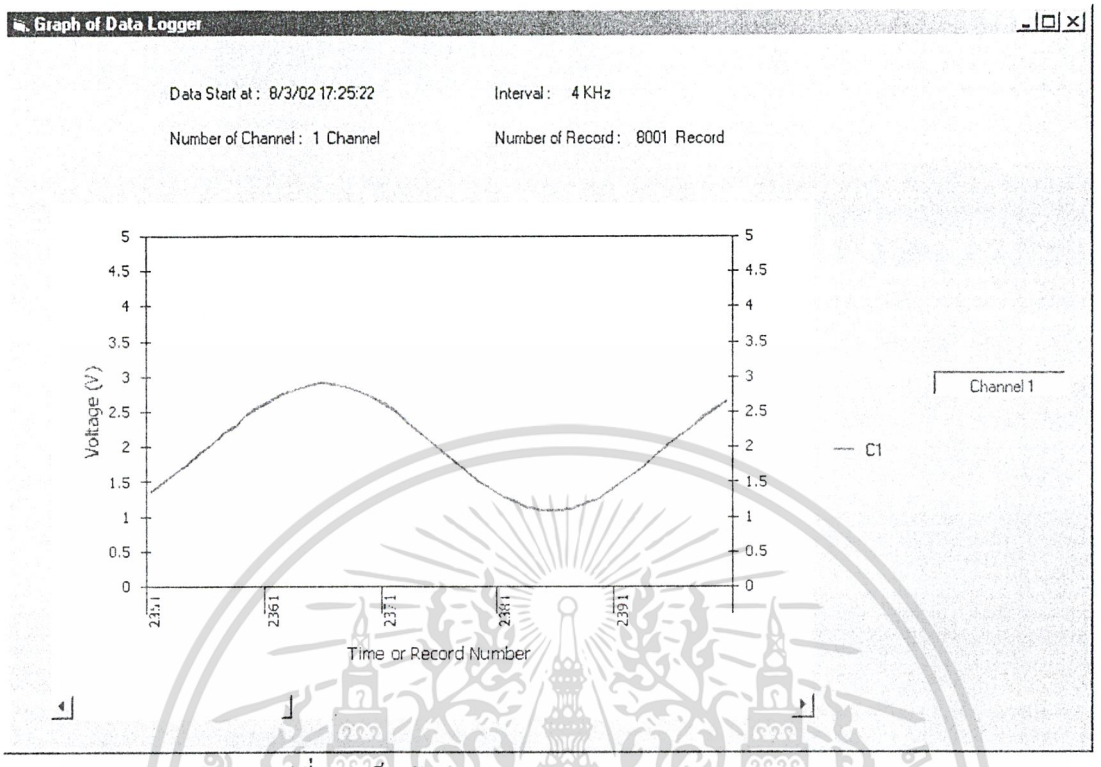
รูปที่ 5.2 เก็บสัญญาณแรงดันไฟตรงจำนวน 1 Channel

ตัวอย่างค่าที่เก็บใน Text file

#2002-03-08 17:59:12#
1
103
8001
1,2.34
2,2.34
3,2.34
4,2.34
5,2.34
6,2.34
7,2.34
8,2.34
9,2.34
10,2.36
11,2.34

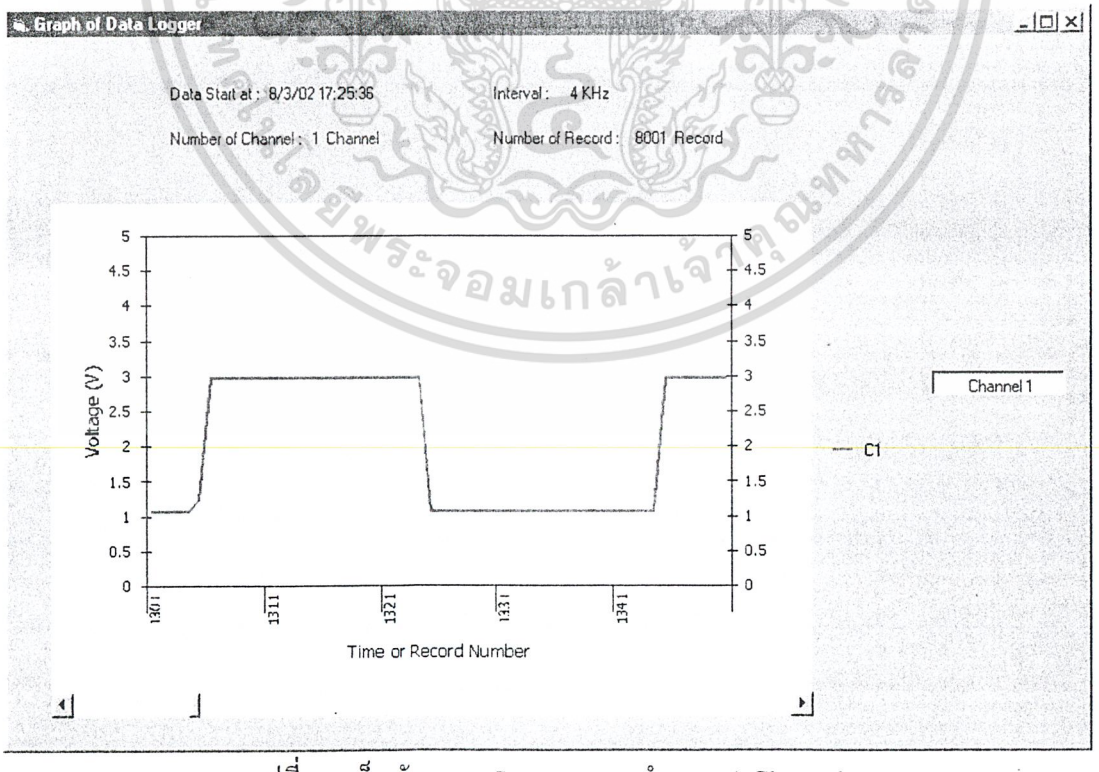
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.) สัญญาณอินพุทเป็น Sine wave ความถี่ 100 Hz, ขนาด 2 Vpp, offset 2 V,จำนวน 1 Channel, ความถี่ Interval 4 KHz, ความจุของRAM 8 KB



รูปที่ 5.3 เก็บสัญญาณ Sine wave จำนวน 1 Channel

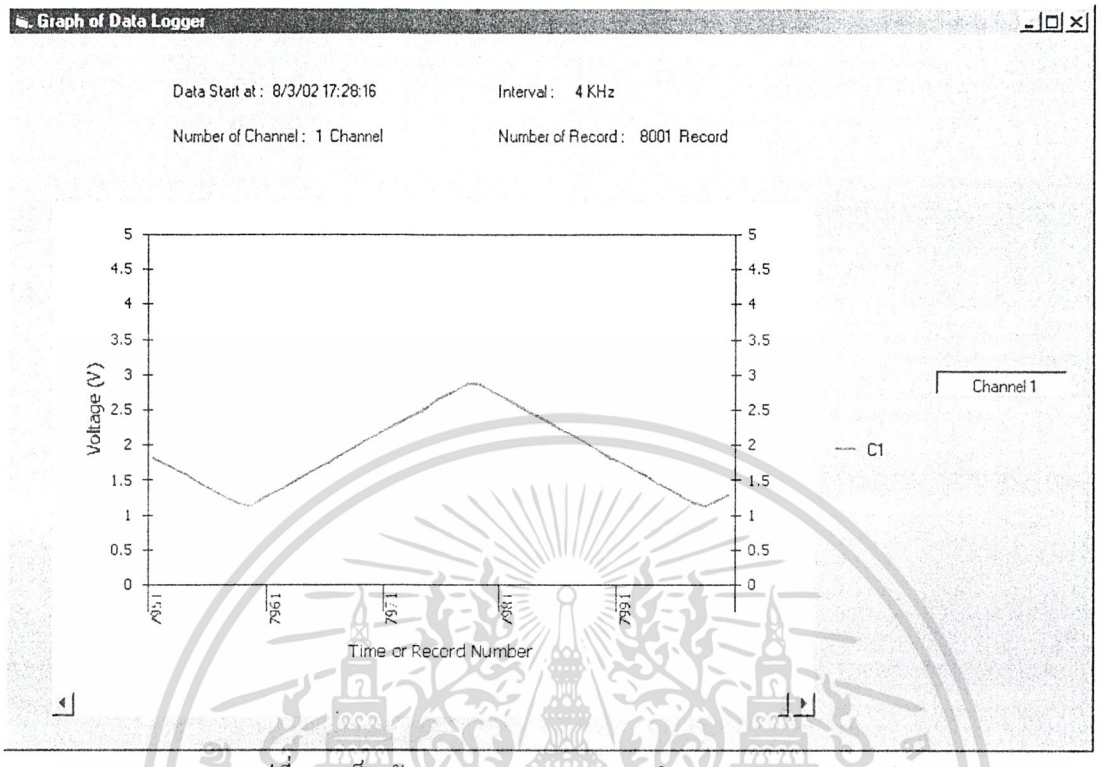
3.) สัญญาณอินพุทเป็น Square wave ความถี่ 100 Hz, ขนาด 2 Vpp, offset 2 V,จำนวน 1 Channel, ความถี่ Interval 4 KHz, ความจุของRAM 8 KB



รูปที่ 5.4 เก็บสัญญาณ Square wave จำนวน 1 Channel

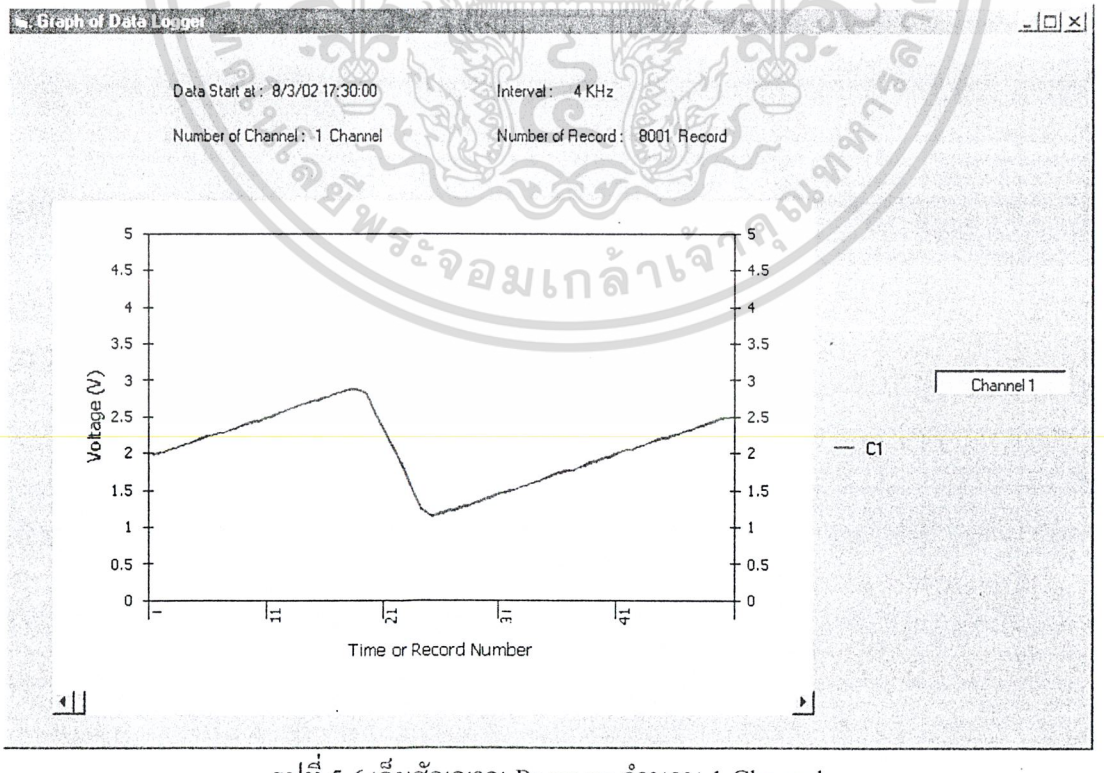
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.) สัญญาณอินพุทเป็น Triangle wave ความถี่ 100 Hz, ขนาด 2 Vpp, offset 2 V,จำนวน 1 Channel, ความถี่ Interval 4 KHz, ความจุของRAM 8 KB



รูปที่ 5.5 เก็บสัญญาณ Triangle wave จำนวน 1 Channel

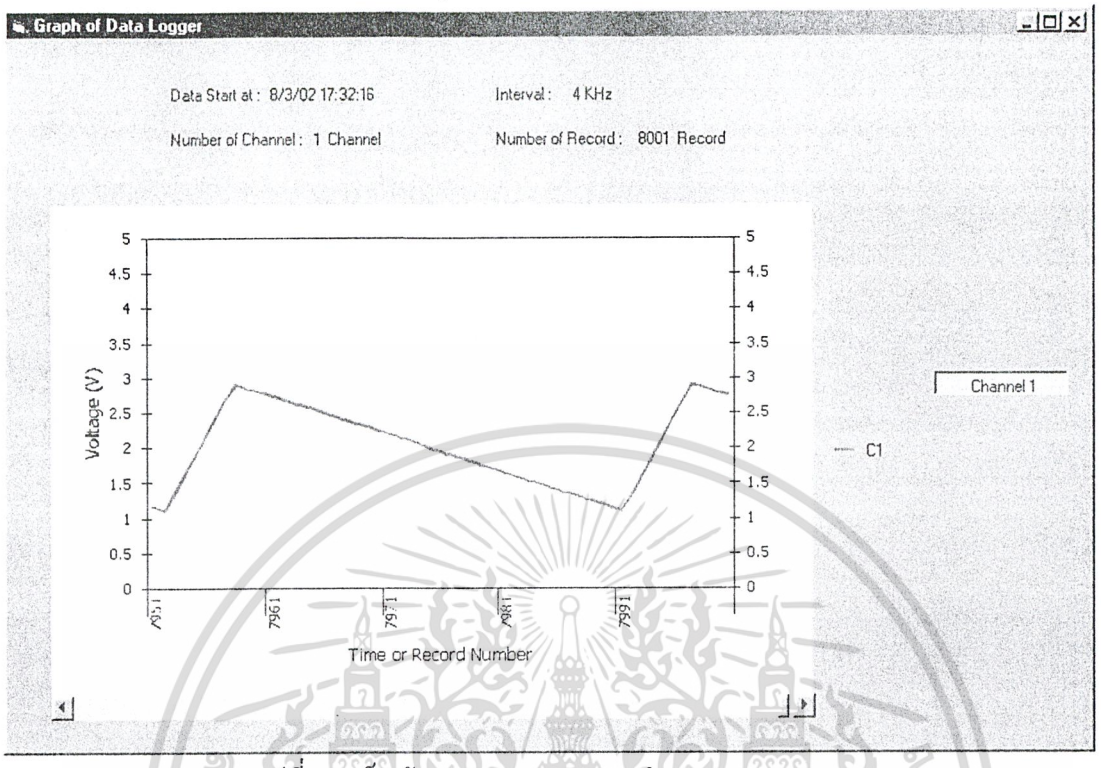
5.) สัญญาณอินพุทเป็น Ramp up ความถี่ 100 Hz, ขนาด 2 Vpp, offset 2 V,จำนวน 1 Channel, ความถี่ Interval 4 KHz, ความจุของRAM 8 KB



รูปที่ 5.6 เก็บสัญญาณ Ramp up จำนวน 1 Channel

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.) สัญญาณอินพุทเป็น Ramp down ความถี่ 100 Hz, ขนาด 2 Vpp, offset 2 V,จำนวน 1 Channel, ความถี่ Interval 4 KHz, ความจุของRAM 8 KB

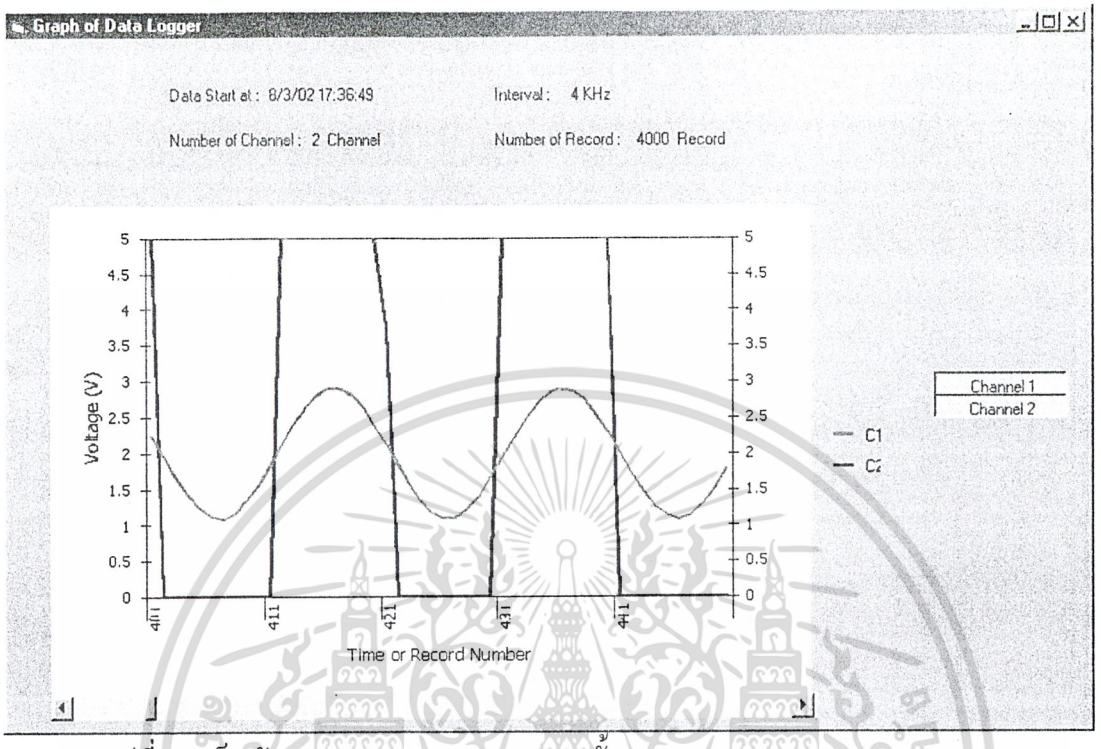


รูปที่ 5.7 เก็บสัญญาณ Ramp down จำนวน 1 Channel

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

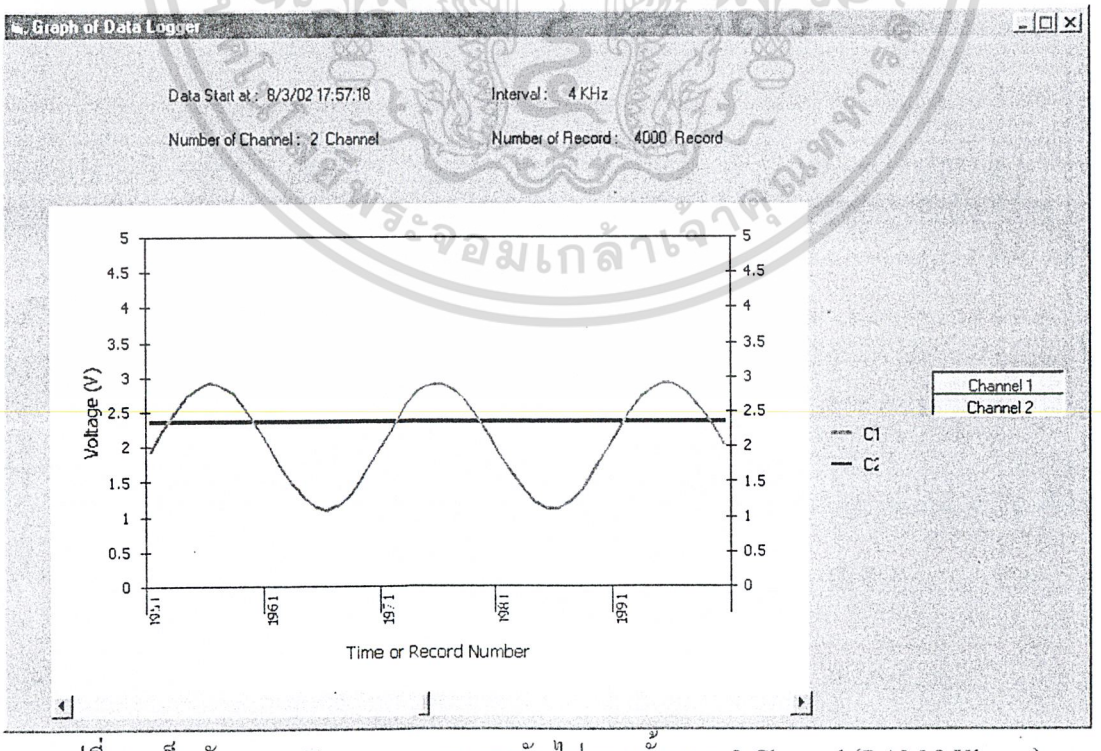
5.2.2 ส่วนที่สองเก็บสัญญาณอินพุทจำนวน 2 Channel

1.) Channel 1เป็น Sine wave ขนาด 2 Vpp, offset 2 V, Channel 2 เป็นสัญญาณ Sync ขนาด 5 V, ความถี่ 100 Hz, ความถี่ Interval 4 KHz, ความจุของRAM 8 KB



รูปที่ 5.8 เก็บสัญญาณ Sine wave และ Sync ทั้งหมด 2 Channel (RAM 8 Kbytes)

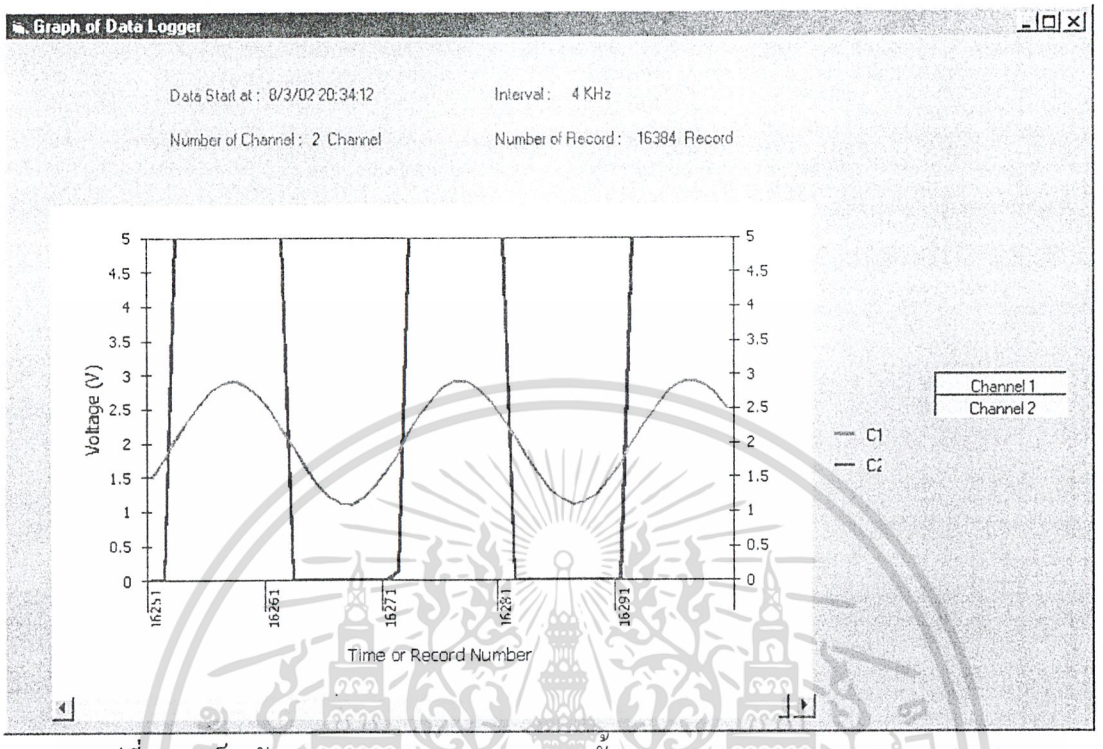
2.) Channel 1เป็น Sine wave ขนาด 2 Vpp, offset 2 V, ความถี่ 100 Hz, Channel 2 เป็นแรงดันไฟตรง ขนาด 2.35 Volt, ความถี่ Interval 4 KHz, ความจุของRAM 8 KB



รูปที่ 5.9 เก็บสัญญาณ Sine wave และ แรงดันไฟตรง ทั้งหมด 2 Channel (RAM 8 Kbytes)

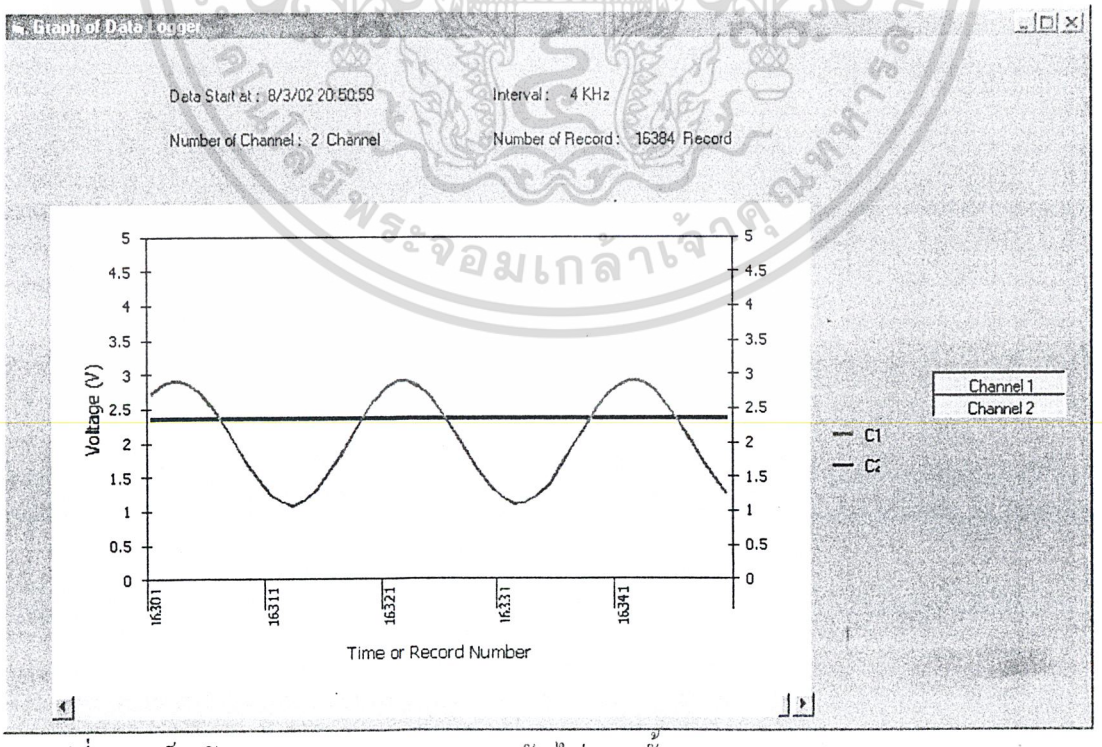
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.) Channel 1เป็น Sine wave ขนาด 2 Vpp, offset 2 V, Channel 2 เป็นสัญญาณ Sync ขนาด 5 V, ความถี่ 100 Hz, ความถี่ Interval 4 KHz, ความจุของRAM 32 KB



รูปที่ 5.10 เก็บสัญญาณ Sine wave และ Sync ทั้งหมด 2 Channel (RAM 32 Kbytes)

4.) Channel 1เป็น Sine wave ขนาด 2 Vpp, offset 2 V, ความถี่ 100 Hz, Channel 2 เป็นแรงดันไฟตรง ขนาด 2.35 Volt, ความถี่ Interval 4 KHz, ความจุของRAM 32 KB



รูปที่ 5.11 เก็บสัญญาณ Sine wave และ แรงดันไฟตรง ทั้งหมด 2 Channel (RAM 32 Kbytes)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.3 ส่วนที่สามเก็บสัญญาณอินพุทจำนวน 8 Channel

1.) สัญญาณอินพุทเป็นแรงดันไฟตรง ขนาดต่างๆ จำนวน 8 Channel, ความถี่ Interval 4 KHz, ความจุของRAM 8 KB

Channel 1 เป็นแรงดันไฟตรงขนาด 0.00 Volt

Channel 2 เป็นแรงดันไฟตรงขนาด 0.64 Volt

Channel 3 เป็นแรงดันไฟตรงขนาด 1.38 Volt

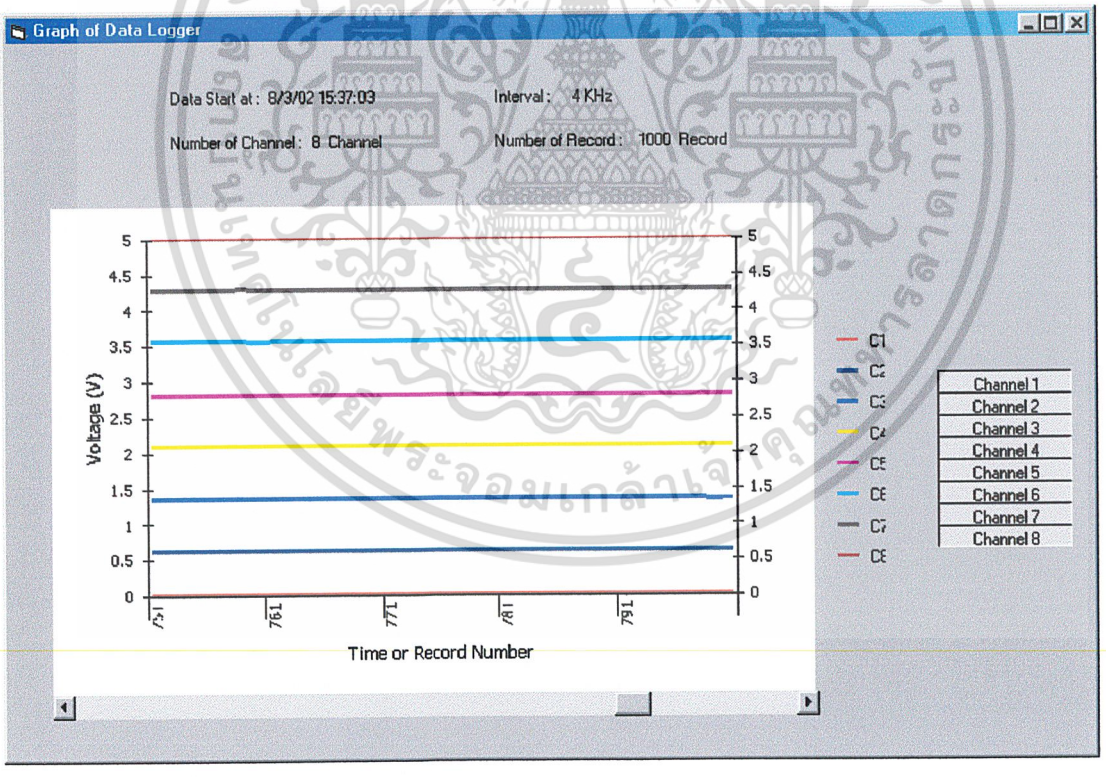
Channel 4 เป็นแรงดันไฟตรงขนาด 2.10 Volt

Channel 5 เป็นแรงดันไฟตรงขนาด 2.82 Volt

Channel 6 เป็นแรงดันไฟตรงขนาด 3.55 Volt

Channel 7 เป็นแรงดันไฟตรงขนาด 4.27 Volt

Channel 8 เป็นแรงดันไฟตรงขนาด 5.00 Volt



รูปที่ 5.12 เก็บแรงดันไฟตรงขนาดต่างๆ ทั้งหมด 8 Channel

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.) สัญญาณอินพุทเป็นสัญญาณ Sine wave และแรงดันไฟตรง ขนาดต่างๆ จำนวน 8 Channel, ความถี่ Interval 4 KHz, ความจุของRAM 8 KB

Channel 1 เป็น Sine wave ความถี่ 100 Hz, ขนาด 2 Vpp, offset 2 V

Channel 2 เป็นแรงดันไฟตรงขนาด 0.64 Volt

Channel 3 เป็นแรงดันไฟตรงขนาด 1.38 Volt

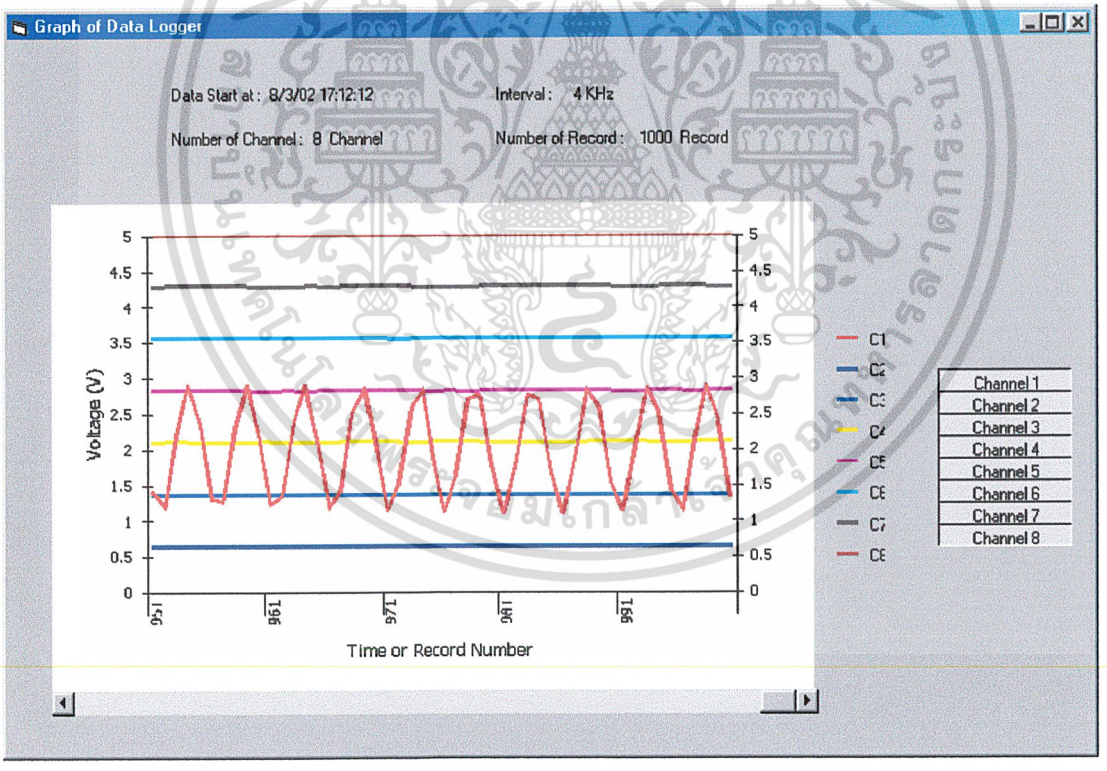
Channel 4 เป็นแรงดันไฟตรงขนาด 2.10 Volt

Channel 5 เป็นแรงดันไฟตรงขนาด 2.82 Volt

Channel 6 เป็นแรงดันไฟตรงขนาด 3.55 Volt

Channel 7 เป็นแรงดันไฟตรงขนาด 4.27 Volt

Channel 8 เป็นแรงดันไฟตรงขนาด 5.00 Volt



รูปที่ 5.13 เก็บสัญญาณ Sine wave และแรงดันไฟตรงขนาดต่างๆ ทั้งหมด 8 Channel

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.) สัญญาณอินพุทเป็นสัญญาณ Square wave และแรงดันไฟตรง ขนาดต่างๆ จำนวน 8 Channel, ความถี่ Interval 4 KHz, ความจุของRAM 8 KB

Channel 1 เป็น Square wave ความถี่ 100 Hz, ขนาด 2 Vpp, offset 2 V

Channel 2 เป็นแรงดันไฟตรงขนาด 0.64 Volt

Channel 3 เป็นแรงดันไฟตรงขนาด 1.38 Volt

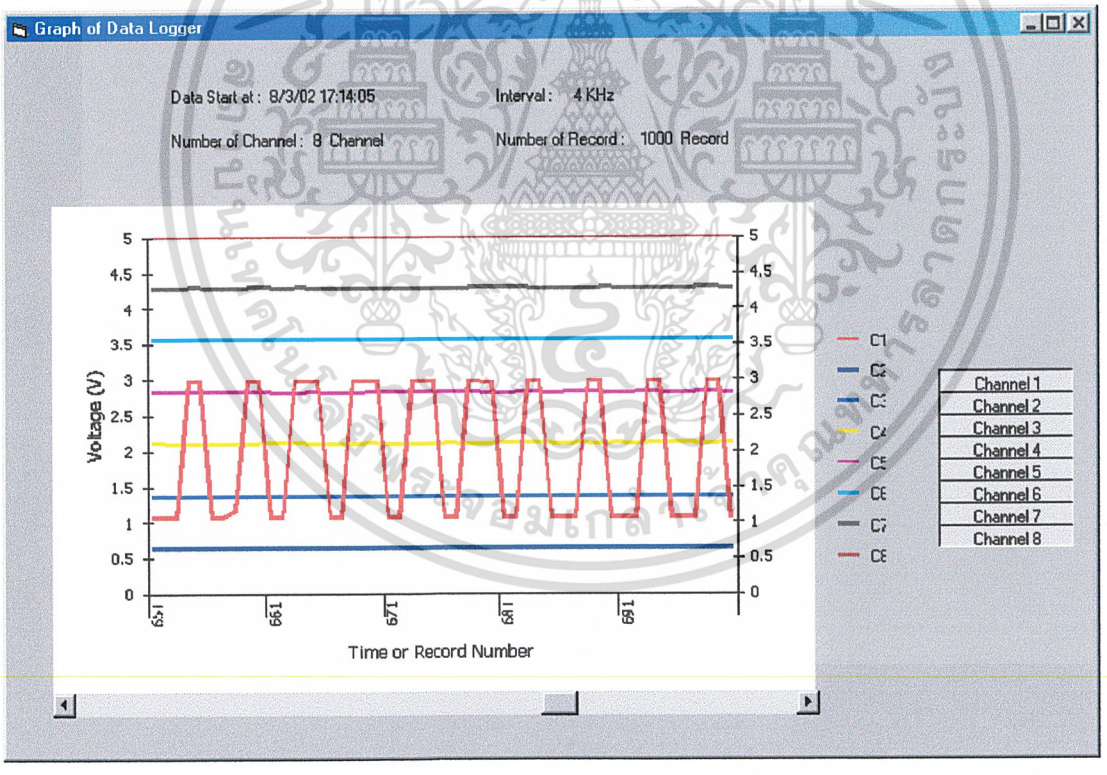
Channel 4 เป็นแรงดันไฟตรงขนาด 2.10 Volt

Channel 5 เป็นแรงดันไฟตรงขนาด 2.82 Volt

Channel 6 เป็นแรงดันไฟตรงขนาด 3.55 Volt

Channel 7 เป็นแรงดันไฟตรงขนาด 4.27 Volt

Channel 8 เป็นแรงดันไฟตรงขนาด 5.00 Volt



รูปที่ 5.14 เก็บสัญญาณ Square wave และแรงดันไฟตรงขนาดต่างๆ ทั้งหมด 8 Channel

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.) สัญญาณอินพุทเป็นสัญญาณ Triangle wave และแรงดันไฟตรง ขนาดต่างๆ จำนวน 8 Channel, ความถี่ Interval 4 KHz, ความจุของRAM 8 KB

Channel 1 เป็น Triangle wave ความถี่ 100 Hz, ขนาด 2 Vpp, offset 2 V

Channel 2 เป็นแรงดันไฟตรงขนาด 0.64 Volt

Channel 3 เป็นแรงดันไฟตรงขนาด 1.38 Volt

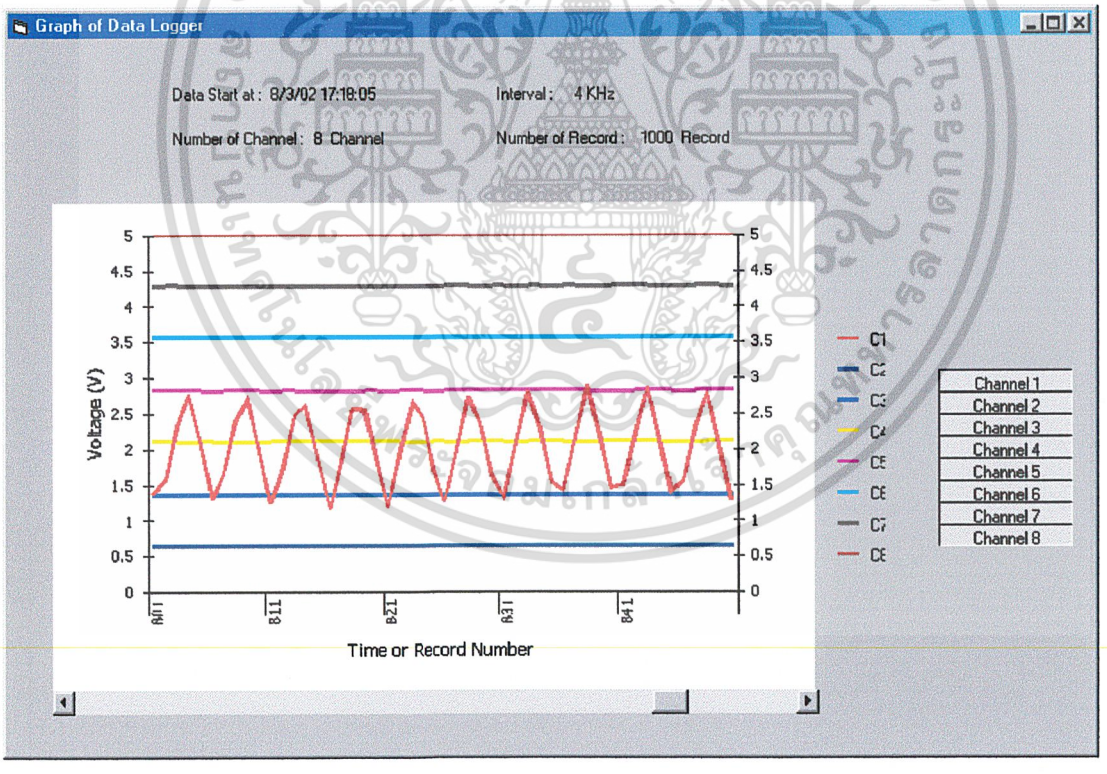
Channel 4 เป็นแรงดันไฟตรงขนาด 2.10 Volt

Channel 5 เป็นแรงดันไฟตรงขนาด 2.82 Volt

Channel 6 เป็นแรงดันไฟตรงขนาด 3.55 Volt

Channel 7 เป็นแรงดันไฟตรงขนาด 4.27 Volt

Channel 8 เป็นแรงดันไฟตรงขนาด 5.00 Volt

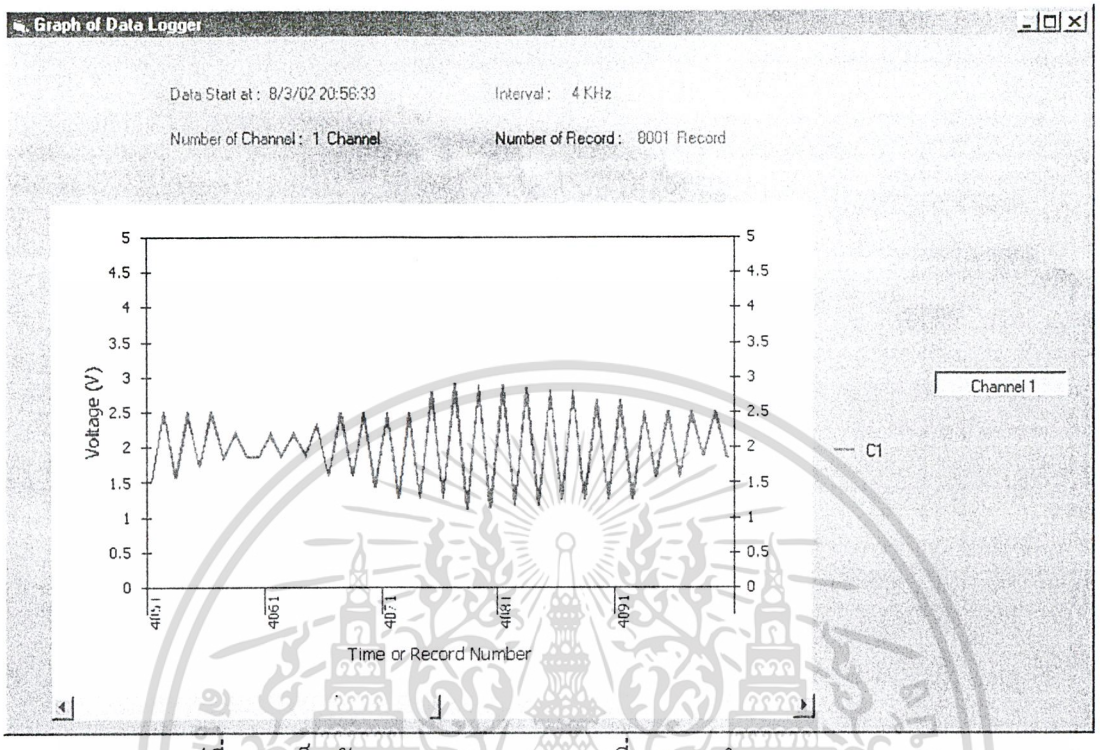


รูปที่ 5.15 เก็บสัญญาณ Triangle wave และแรงดันไฟตรงขนาดต่างๆ ทั้งหมด 8 Channel

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

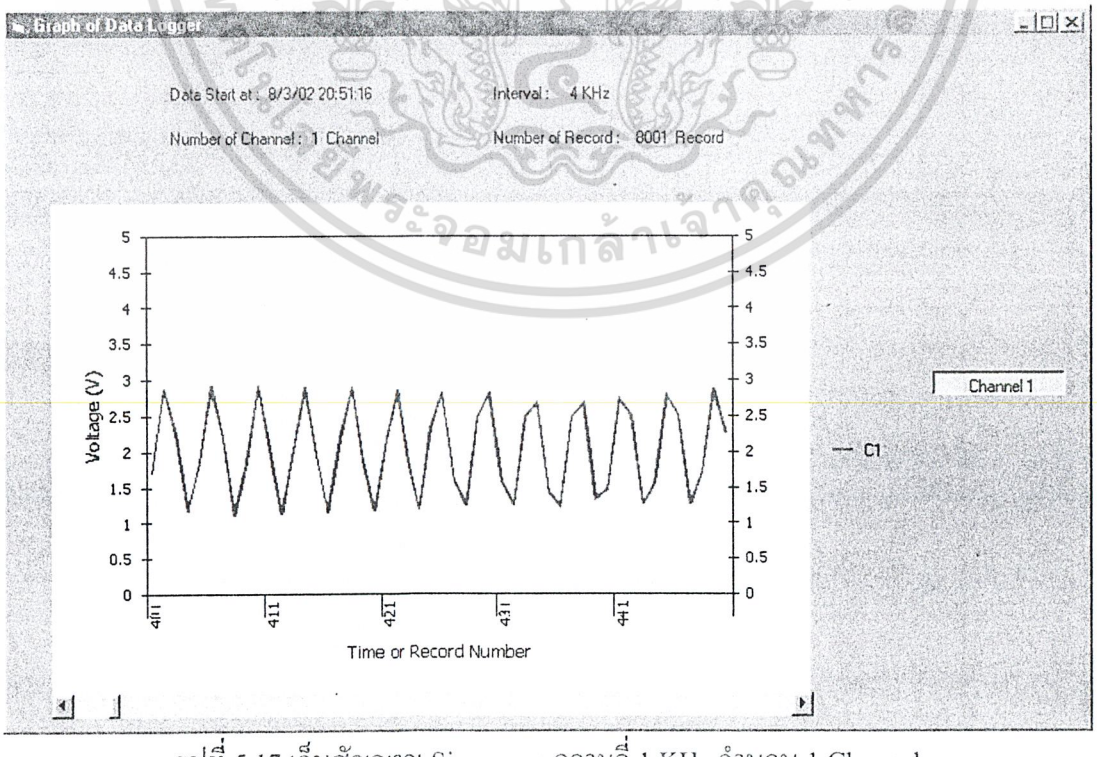
5.2.4 ส่วนที่สี่เก็บอินพุท 1 Channel ที่เป็น Sine wave ด้วยความถี่ที่สูงขึ้น

1.) สัญญาณอินพุทเป็น Sine wave ความถี่ 2 KHz, ขนาด 2 Vpp, offset 2 V,จำนวน 1 Channel, ความถี่ Interval 4 KHz, ความจุของRAM 8 KB



รูปที่ 5.16 เก็บสัญญาณ Sine wave ความถี่ 2 KHz จำนวน 1 Channel

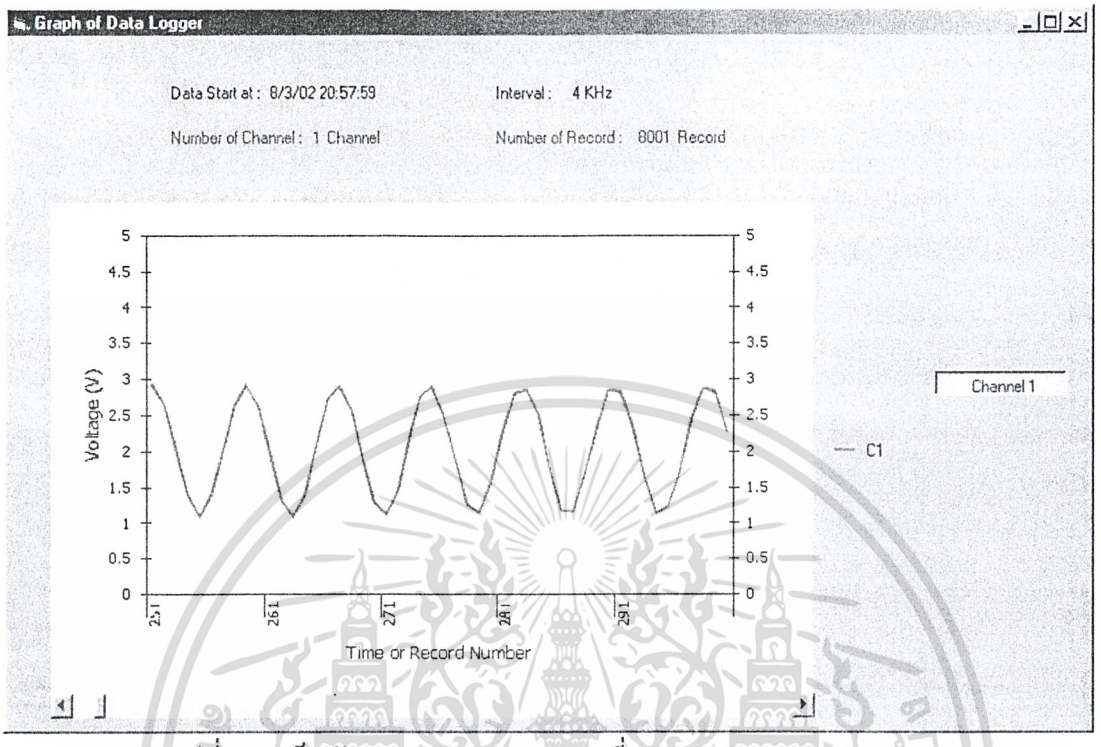
2.) สัญญาณอินพุทเป็น Sine wave ความถี่ 1 KHz, ขนาด 2 Vpp, offset 2 V,จำนวน 1 Channel, ความถี่ Interval 4 KHz, ความจุของRAM 8 KB



รูปที่ 5.17 เก็บสัญญาณ Sine wave ความถี่ 1 KHz จำนวน 1 Channel

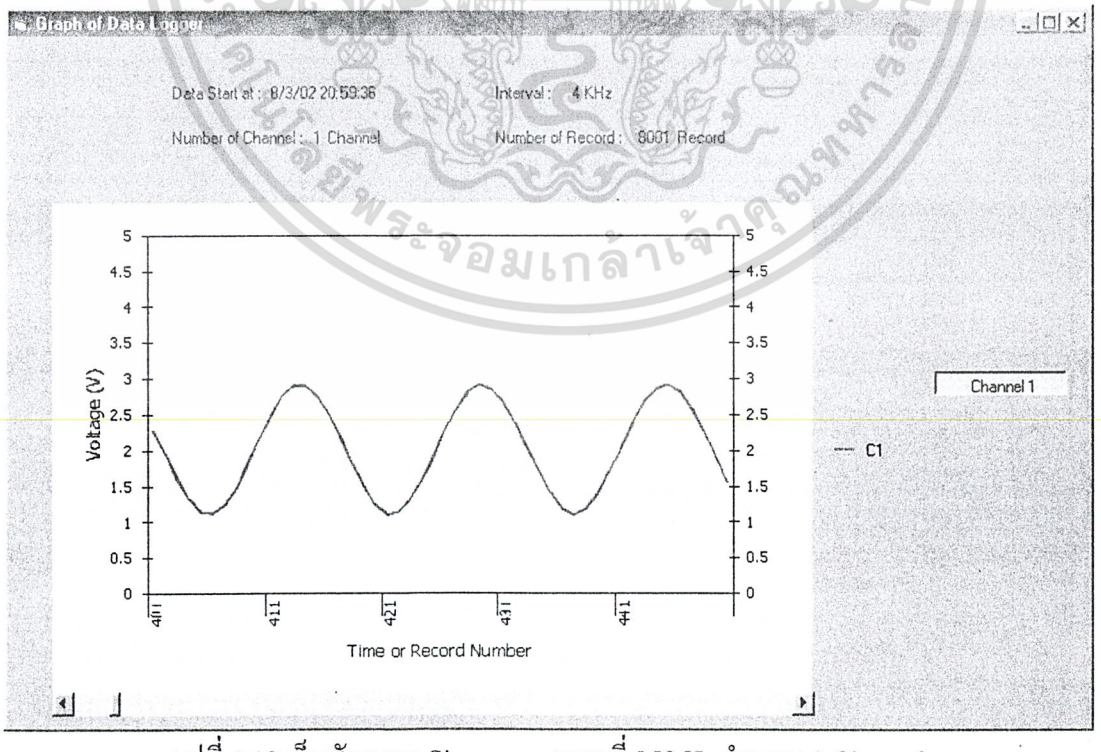
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.) สัญญาณอินพุทเป็น Sine wave ความถี่ 500 Hz, ขนาด 2 Vpp, offset 2 V,จำนวน 1 Channel, ความถี่ Interval 4 KHz, ความจุของRAM 8 KB



รูปที่ 5.18 เก็บสัญญาณ Sine wave ความถี่ 500 Hz จำนวน 1 Channel

4.) สัญญาณอินพุทเป็น Sine wave ความถี่ 250 Hz, ขนาด 2 Vpp, offset 2 V,จำนวน 1 Channel, ความถี่ Interval 4 KHz, ความจุของRAM 8 KB

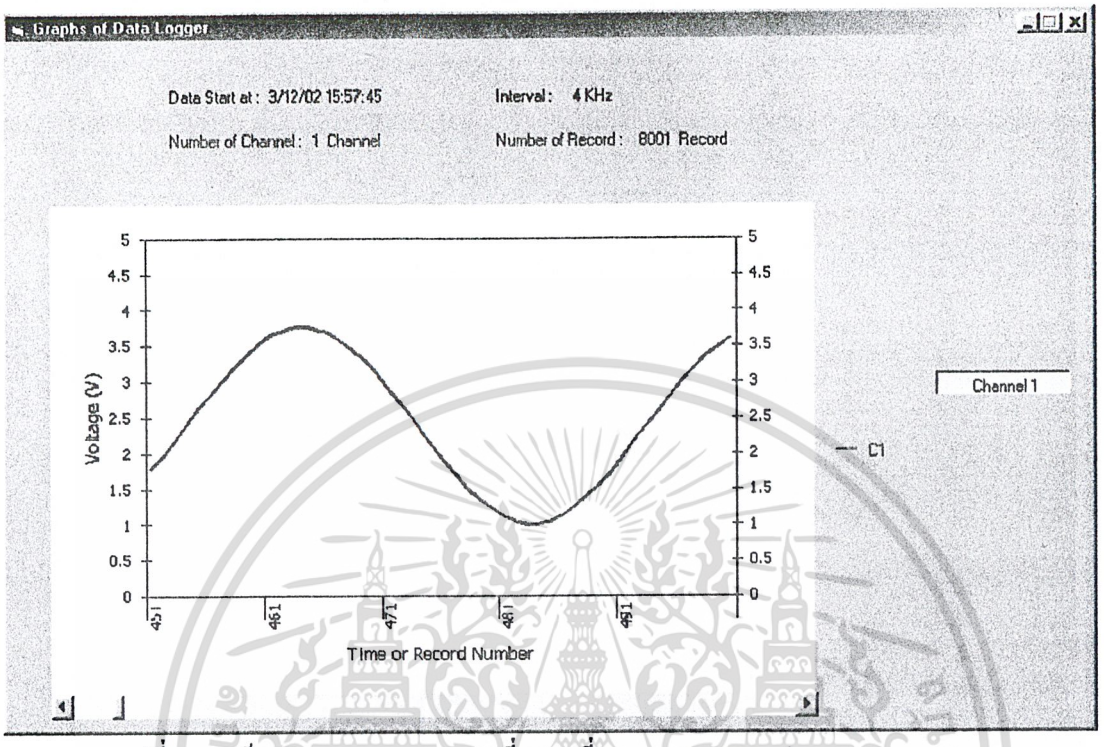


รูปที่ 5.19 เก็บสัญญาณ Sine wave ความถี่ 250 Hz จำนวน 1 Channel

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

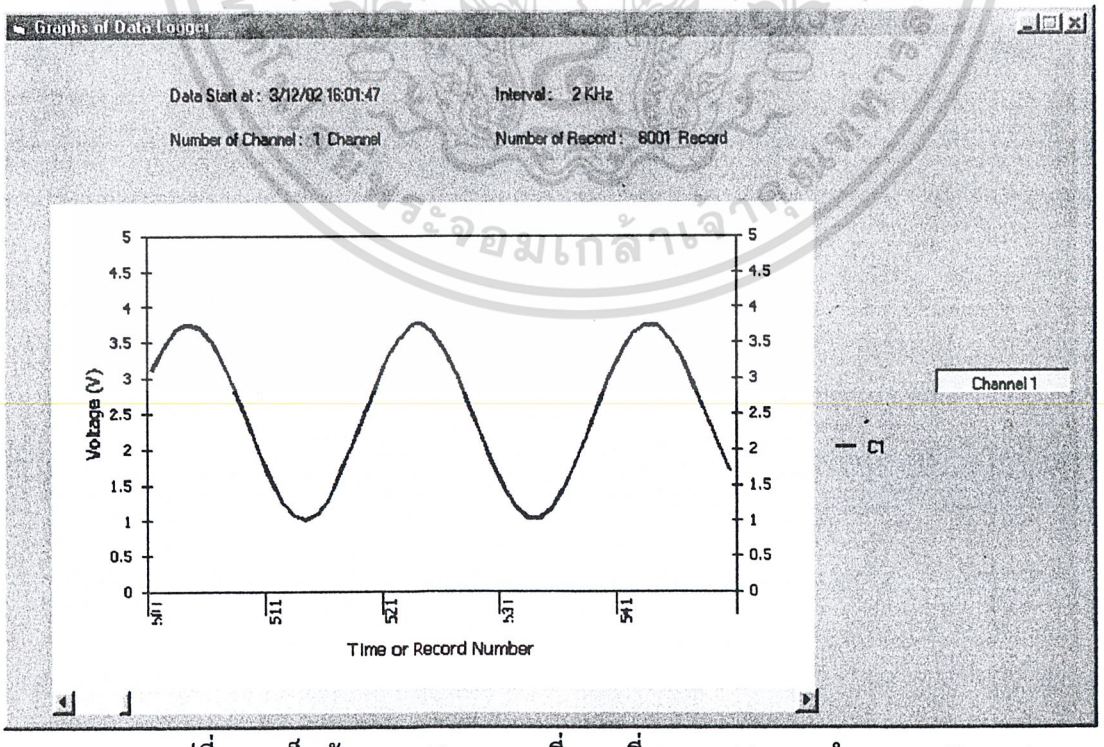
5.2.5 ส่วนที่ห้าเก็บอินพุทที่ความถี่ Interval ค่าต่างๆ

1.) สัญญาณอินพุทเป็น Sine wave ความถี่ 100 Hz , ขนาด 2 Vpp, offset 2 V ความถี่ Interval 4 KHz และใช้ RAM 8 Kbytes



รูปที่ 5.20 เก็บสัญญาณ Sine wave ที่ความถี่ Interval 4 KHz จำนวน 1 Channel

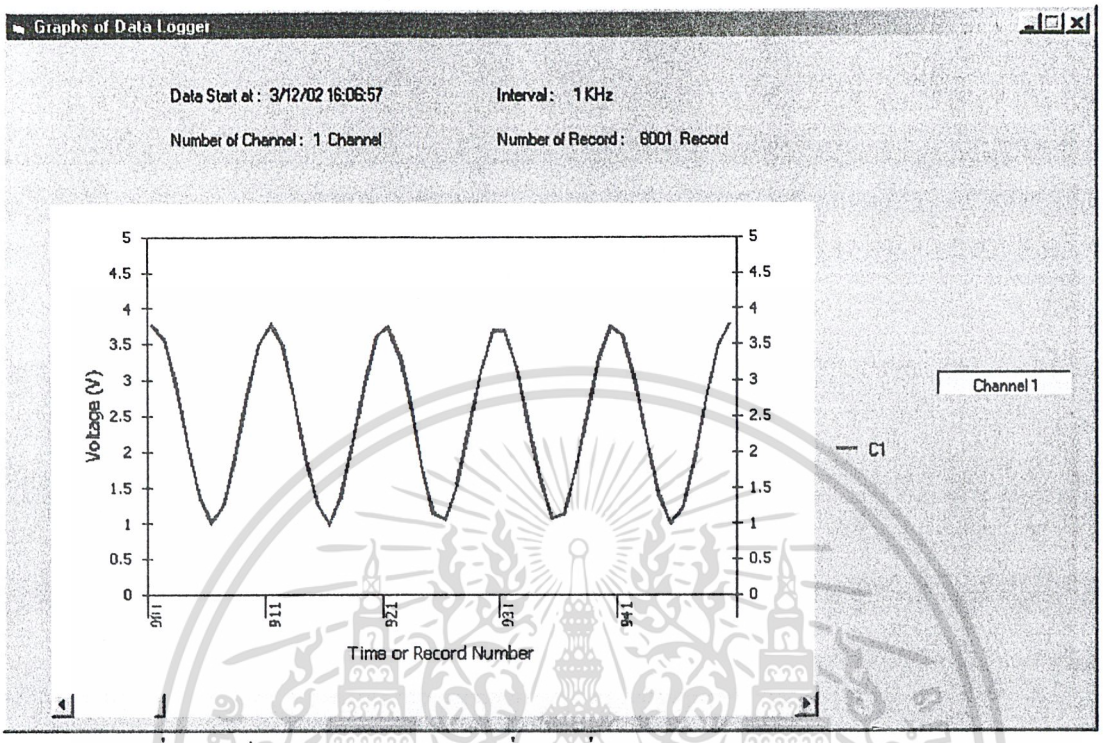
2.) สัญญาณอินพุทเป็น Sine wave ความถี่ 100 Hz , ขนาด 2 Vpp, offset 2 V ความถี่ Interval 2 KHz และใช้ RAM 8 Kbytes



รูปที่ 5.21 เก็บสัญญาณ Sine wave ที่ความถี่ Interval 2 KHz จำนวน 1 Channel

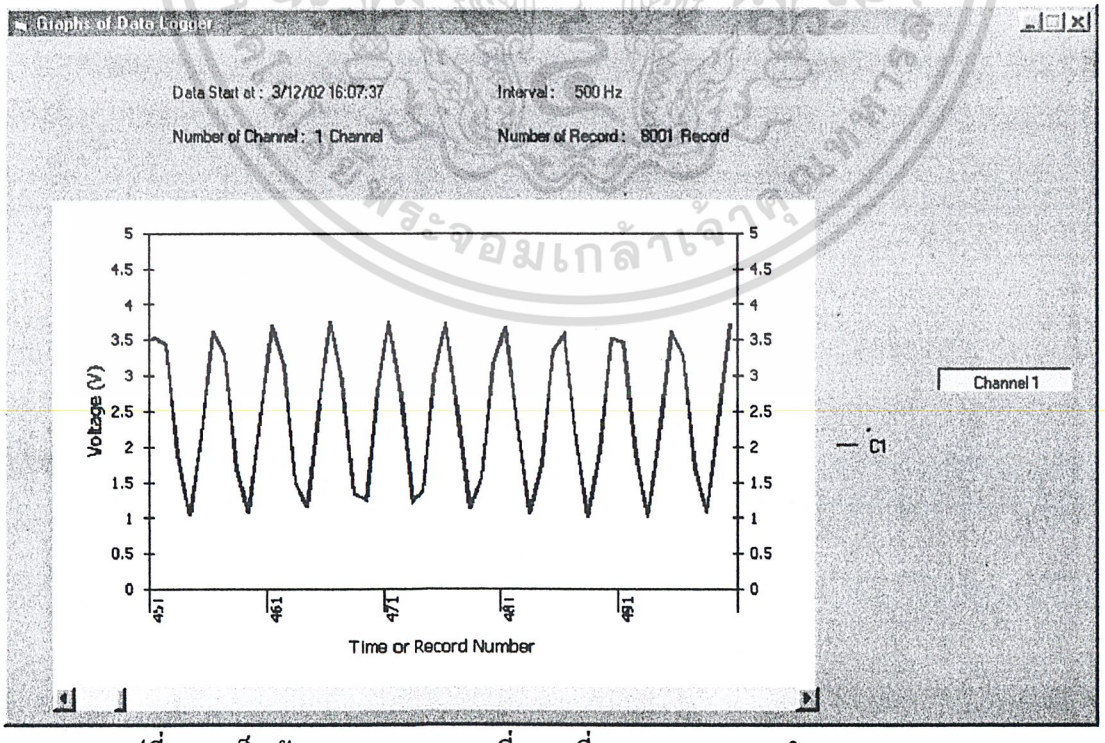
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.) สัญญาณอินพุทเป็น Sine wave ความถี่ 100 Hz , ขนาด 2 Vpp, offset 2 V ความถี่ Interval 1 KHz และใช้ RAM 8 Kbytes



รูปที่ 5.22 เก็บสัญญาณ Sine wave ที่ความถี่ Interval 1 KHz จำนวน 1 Channel

4.) สัญญาณอินพุทเป็น Sine wave ความถี่ 100 Hz , ขนาด 2 Vpp, offset 2 V ความถี่ Interval 500 Hz และใช้ RAM 8 Kbytes



รูปที่ 5.23 เก็บสัญญาณ Sine wave ที่ความถี่ Interval 500 Hz จำนวน 1 Channel

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

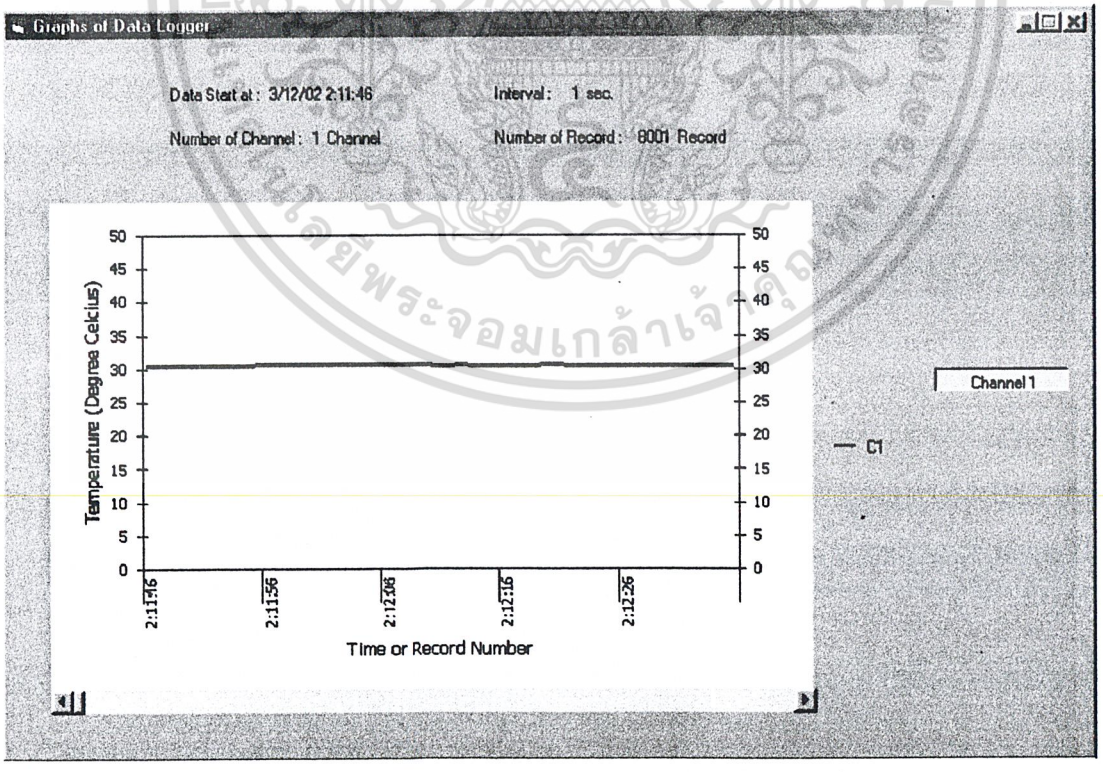
5.3 การประยุกต์โดยนำวงจรวัดอุณหภูมิมาเป็นสัญญาณอินพุท

จากโครงงานชิ้นนี้ สามารถนำมาประยุกต์โดยนำวงจรวัดอุณหภูมิมาเป็นสัญญาณอินพุทให้กับเครื่องบันทึกข้อมูล สำหรับวงจรนี้สามารถวัดอุณหภูมิได้ตั้งแต่ 0 ถึง 50 องศาเซลเซียส

ทำการบันทึกค่าอุณหภูมิของอากาศ วันอังคารที่ 12 มีนาคม 2545 ตั้งแต่เวลา 2:11:46 ถึง 4:25:06 ณ อาคาร B ชั้น 3 คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยใช้ความถี่ Interval (ระยะห่างของเวลาในการบันทึกค่าแต่ละครั้ง) เท่ากับ 1 วินาที และใช้หน่วยความจำข้อมูลภายนอก (RAM) 8 Kbytes เมื่อทำการคำนวณระยะเวลาในการบันทึกค่าทั้งหมดดังนี้

$$1 \text{ วินาที} * 8K = 8000 \text{ วินาที}$$
$$= 133.33 \text{ นาที}$$
$$= 2.22 \text{ ชั่วโมง}$$

จากนั้นทำการส่งข้อมูลผ่านทางพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์ เพื่อเก็บข้อมูลในรูปของ Text file โดยส่งรายละเอียดในการบันทึกข้อมูลซึ่งได้แก่ วันและเวลาที่เริ่มทำการบันทึกค่า, ความถี่ Interval, ความจุของหน่วยความจำข้อมูล และจำนวนช่องสัญญาณที่บันทึก เมื่อโหลดค่าข้อมูลเสร็จสิ้นจะได้รูปกราฟดังภาพ



รูปที่ 5.24 กราฟการบันทึกค่าอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

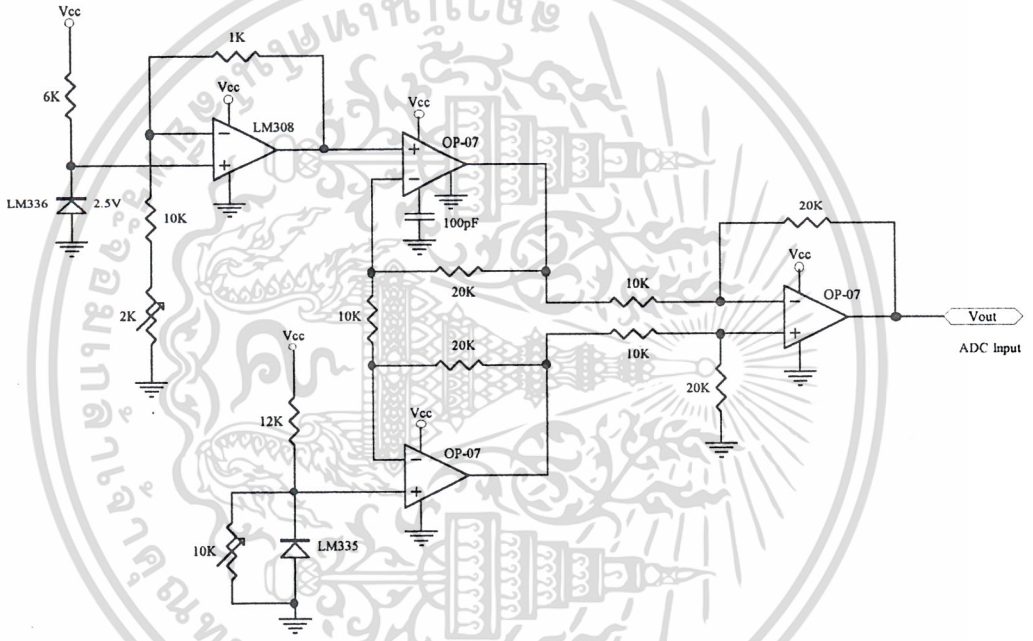
ตัวอย่างของค่าที่บันทึกลง Text file

```
#2002-12-03 02:11:46#
1
1
8001
#2002-12-03 02:11:46#,3.02
#2002-12-03 02:11:47#,3.02
#2002-12-03 02:11:48#,3.02
#2002-12-03 02:11:49#,3.02
#2002-12-03 02:11:50#,3.02
#2002-12-03 02:11:51#,3.02
#2002-12-03 02:11:52#,3.02
#2002-12-03 02:11:53#,3.02
#2002-12-03 02:11:54#,3.02
#2002-12-03 02:11:55#,3.04
#2002-12-03 02:11:56#,3.04
#2002-12-03 02:11:57#,3.04
#2002-12-03 02:11:58#,3.04
#2002-12-03 02:11:59#,3.04
#2002-12-03 02:12:00#,3.04
#2002-12-03 02:12:01#,3.04
#2002-12-03 02:12:02#,3.04
#2002-12-03 02:12:03#,3.04
#2002-12-03 02:12:04#,3.04
#2002-12-03 02:12:05#,3.04
#2002-12-03 02:12:06#,3.04
#2002-12-03 02:12:07#,3.04
#2002-12-03 02:12:08#,3.04
#2002-12-03 02:12:09#,3.04
```

จากค่าที่บันทึกลงใน Text file จะบันทึกรายละเอียดในการบันทึกลงไปด้วย คือวันเวลาที่เริ่มบันทึก, ค่า 1 ในบรรทัดที่ 2 คือ จำนวนช่องสัญญาณที่บันทึก, ค่า 1 ในบรรทัดที่ 3 คือ ระยะห่างของเวลาในการเก็บค่าแต่ละครั้งมีหน่วยเป็นวินาที, ค่า 8001 คือจำนวนข้อมูลทั้งหมดที่บันทึก ส่วนค่าของข้อมูลแต่ละค่าจะมีวันเวลากำกับไว้และคั่นด้วยเครื่องหมาย Comma สำหรับค่าของข้อมูลที่ส่งมาจะมีจุดทศนิยม 2 ตำแหน่งและมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 5 เมื่อนำมาพล็อตกราฟค่าของข้อมูลจะถูกคูณด้วยสิบในโปรแกรมที่สร้างขึ้นจาก โปรแกรม Visual Basic ค่าที่ออกมาจะกลายเป็นค่าอุณหภูมิ และถูกพล็อตในกราฟอุณหภูมิ

จากผลการทดลองบันทึกค่าอุณหภูมิ กราฟที่ได้มีค่าอุณหภูมิประมาณ 30 องศาเซลเซียส ซึ่งจากกราฟผลการทดลอง ค่าอุณหภูมิมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยตามสภาพแวดล้อม และมีค่าค่อนข้างใกล้เคียงกับค่าของอุณหภูมิที่วัดจากเทอร์โมมิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปแสดงวงจรวัดอุณหภูมิ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ห้ามมิให้ทำซ้ำ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือนำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า โดยไม่ได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากมหาวิทยาลัย

บทที่ 6
สรุปและวิจารณ์

จากผลการทดลองในการเก็บสัญญาณที่มีรูปร่างต่างๆ โดยใช้ Voltage reference ของ ADC 0809 ไว้ที่ 5 โวลท์จะเห็นได้ว่ารูปสัญญาณอินพุตที่เข้ามาทางช่องสัญญาณ และสัญญาณที่เก็บไว้ในหน่วยความจำแล้วอินเตอร์เฟสไปยังคอมพิวเตอร์เพื่อดูรูปกราฟสัญญาณที่ได้นั้นมีค่าใกล้เคียงกัน ถึงแม้ว่าค่าแอมพลิจูดที่ได้มีความคลาดเคลื่อนอยู่บ้างเล็กน้อย

ในทางทฤษฎีความคลาดเคลื่อนนี้ควรจะมีค่าไม่เกิน 20 มิลลิโวลท์ เนื่องจาก รีโซลูชั่น (Resolution) ที่ Voltage reference 5 โวลท์ มีค่าเท่ากับ 5/256 ซึ่งมีค่าประมาณ 0.02 โวลท์ แต่จากผลการทดลองที่ได้นั้นบางค่าของสัญญาณอินพุตที่ตรวจจับได้นั้นก็มีค่าผลต่างมากกว่า 0.02 โวลต์ น่าจะเป็นเพราะสัญญาณอินพุตมีสัญญาณรบกวนหรือว่าสัญญาณมีการเปลี่ยนแปลงในขณะที่มีการเก็บค่าสัญญาณเนื่องมาจากคุณสมบัติทางกายภาพต่างๆ เช่น คุณสมบัติทางอุณหภูมิ แต่จากผลการทดลองที่ได้ก็มีค่าใกล้เคียงกับค่าที่วัดได้จาก Digital Multimeter มาก ผลการทดลองวัดสัญญาณอินพุตที่เป็นไฟตรงส่วนมาก มีค่าคลาดเคลื่อนไม่เกิน 0.02 โวลต์ ซึ่งถือว่าระบบมีการทำงานที่ถูกต้อง

ในการแก้ไขเพื่อให้สัญญาณที่ได้มีความถูกต้องและละเอียดมากขึ้นนั้น ควรจะปรับระดับสัญญาณ Voltage reference ที่ ADC 0809 ให้มีค่าเท่ากับ ระดับแอมพลิจูดสูงสุดของสัญญาณอินพุท เพื่อให้ได้สัญญาณที่มีความถูกต้องและมีความละเอียดมากขึ้น และสัญญาณอินพุทควรจะมีการกำจัดสัญญาณรบกวนด้วยวงจรกรองความถี่ที่เหมาะสมก่อนที่จะนำมาตรวจจับสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

รายงานและผลงานที่เกี่ยวข้องกับโครงงานชิ้นนี้ ได้จัดทำขึ้นจนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีนั้น ผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดาที่คอยให้กำลังใจและคำอบรมสั่งสอนตลอดมา รวมทั้งสนับสนุนค่าใช้จ่ายต่างๆ ส่วนของเนื้อหาความรู้และคำแนะนำต่างๆจาก ผศ. พลผดุง ผดุงกุล ซึ่งท่านเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา รวมทั้งรุ่นพี่ที่ห้องโปรเจ็คที่คอยให้คำแนะนำ เป็นกำลังใจ และเอื้อเฟื้ออุปกรณ์ที่จำเป็นในการทำโครงงานนี้

ขอขอบคุณภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์ และชุมนุมอิเล็กทรอนิกส์ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ และให้การสนับสนุนด้านอุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ ตลอดจนขอบใจเพื่อนๆในภาคอิเล็กทรอนิกส์ที่คอยช่วยเหลือซึ่งกันและกันมาโดยตลอด

สุดท้ายนี้ประโยชน์ต่างๆอันเกิดจากรายงานนี้ ผู้จัดทำขอมอบให้แด่ทุกๆท่านที่ช่วยเหลือและสนับสนุนทั้งที่ได้กล่าวถึงและมิได้กล่าวถึง โดยหวังว่ารายงายฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจได้ในโอกาสต่อไป

ศศิน ศุภศิลป์

.....

(นาย ศศิน ศุภศิลป์)

ศิริยศ ประภาชาลินี

.....

(นาย ศิริยศ ประภาชาลินี)

ศิริวัฒน์ พลอยทับทิม

.....

(นาย ศิริวัฒน์ พลอยทับทิม)

ผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

1. ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล และ วรพจน์ กรแก้ววัฒนกุล, "เรียนรู้และปฏิบัติการ ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51" , อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์ , 2542.
2. กิตติ ภักดีวัฒนะกุล และจำลอง ครูอุตสาหะ, "Visual Basic6 ฉบับโปรแกรมเมอร์ พิมพ์ครั้งที่ 9", KTP Comp & Consult, 2543.
3. รศ.สมยศ จุณณะปิยะ, "การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51" , คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง , 2543.
4. อุดม จีนประดับ, "ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51" , วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ , 2541.
5. ยืน ภู่วรวรรณ, "ทฤษฎีและการใช้งานอิเล็กทรอนิกส์" , ซีเอ็ดยูเคชั่น , 2529.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้