สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ข้อมูลมลพิษทางเสียงรายวันของ สจล.

KMITL DAILY SOUND POLLUTION INFORMATION

นายธวัชชัย อมรบันดาลสุข

นายวีรวัฒน์ จันทรัตน์

เลขทะเบียน 83225
วัน,เดือน,ปี - 6 ส.ค. 2551

b.11966385
i.

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลมลพิษทางเสียงรายวันของ สจล.

KMITL DAILY SOUND POLLUTION INFORMATION

โดย

นายธวัชชัย อมรบันดาลสุข

นายวีรวัฒน์ จันทรัตน์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

KMITL DAILY SOUND POLLUTION INFORMATION

BY

Mr. THAWATCHAI AMORNBANDANSUK

Mr. WEERAWAT JANTARAT

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF

THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR IN DEPARTMENT OF INFORMATION ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2007

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	ข้อมูลมลพิษทางเสียงรายวันของ สจล.	
ชื่อนักศึกษา	นายธวัชชัย อมรบันดาลสุข	รหัสประจำตัว 48015622
	นายวีรวัฒน์ จันทรัตน์	รหัสประจำตัว 48015636
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ. อรลาภ แสงอรุณ	
ระดับการศึกษา	ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต	
	สาขาวิชาวิศวกรรมสารสนเทศ	
ภาควิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ	
ปีการศึกษา	2550	

ใบเสนอปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับความเห็นชอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาเป็นที่เรียบร้อยแล้ว

.....

(รศ. อรลาภ แสงอรุณ)

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	ข้อมูลมลพิษทางเสียงรายวันของ สจล.	
ชื่อนักศึกษา	นายธวัชชัย อมรบันดาลสุข	รหัสประจำตัว 48015622
	นายวีรวัฒน์ จันทรัตน์	รหัสประจำตัว 48015636
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ. อรลาภ แสงอรุณ	
ระดับการศึกษา	ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต	
	สาขาวิชาวิศวกรรมสารสนเทศ	
ภาควิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ	
ปีการศึกษา	2550	

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้ เสนอการออกแบบ สร้างเครื่องมือวัด และเก็บบันทึกข้อมูลระดับเสียงเครื่องบิน ณ. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ประมวลผลสัญญาณที่ได้จากอุปกรณ์รับรู้เสียง (Sound Detector) เครื่องต้นแบบที่สร้างขึ้นสามารถอ่านและบันทึกข้อมูลแบบอัตโนมัติ ตามเวลาที่กำหนด และสามารถส่งผ่านข้อมูลไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ทางพอร์ตอนุกรม (RS-232) สำหรับโปรแกรมที่ใช้ประมวลผลเขียนด้วยภาษา C ส่วนการแสดงผลของข้อมูล เขียนด้วย VB 2005

จากผลการทดลองวัด เครื่องบันทึกที่สร้างขึ้น สามารถวัดเสียงได้ตั้งแต่ 70 dB ถึง 140 dB เมื่อเทียบกับเครื่องมือวัดมาตรฐาน พบว่าได้ข้อมูลเสียงถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	KMITL DAILY SOUND POLLUTION INFORMATION
Student	Mr. Thawatchai Amornbandansuk ID. 48015622
	Mr. Weerawat Jantarat ID. 48015636
Advisor	Assoc.Prof. Ornlarp Sangaroon
Graduate Level	Bachelor Degree of Information Engineering
Department	Information Engineering
Academic Year	2550

ABSTRACT

This paper presents the design construct and testing of sound level recorder for noise pollution from aircraft at King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang based on MCS-51 microcontroller. The sound detector is used to convert analog to digital signal. The microcontroller processes the signal and passing to a personal computer. The prototype feature data memory via RS-232, automatic recorder for time setting. The microcontroller software is developed order C- language.

The results of recorder and standard equipment is satisfaction the storagied data from the recorder can be read correctly by the software from 70 dB to 140 dB.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การดำเนินงานของโครงงานชิ้นนี้ไม่อาจเสร็จสมบูรณ์ได้ หากปราศจากการสนับสนุนจาก รศ.อรลาภ แสงอรุณ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน โดยให้คำปรึกษาทั้งในด้านของฮาร์ดแวร์และซอฟแวร์ ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการทำโครงงานชิ้นนี้ รวมถึงอาจารย์ทุกท่านในภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ ที่ช่วยให้คำปรึกษาเป็นอย่างดีในทุกๆ เรื่อง

ขอกราบขอบพระคุณ รศ. อรลาภ แสงอรุณ และอาจารย์ทุกท่านในภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศที่ให้คำปรึกษาและคำแนะนำในการทำโครงงานนี้มาโดยตลอด

ขอกราบขอบพระคุณ ผศ. พิสมัย ชัยรัตน์อุทัย อาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์ ผู้ให้ความอนุเคราะห์เครื่องวัดระดับเสียง(01dB) เพื่อใช้ในการสอบเทียบโครงงาน

ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่ให้การดูแลเอาใจใส่ในการทำงาน คอยเป็นกำลังใจและที่สำคัญคือ สนับสนุนกำลังทรัพย์ จนทำให้โครงงานชิ้นนี้สำเร็จมาได้ด้วยดี

ขอขอบคุณเพื่อนๆ นักศึกษาทุกคนที่คอยช่วยเหลือและเป็นกำลังใจให้เสมอมา คณะผู้จัดทำใคร่ขอขอบพระคุณอย่างสูง สำหรับทุกท่านที่คอยให้การช่วยเหลือเสมอมา

ธวัชชัย อมรบันดาลสุข
วีรวัฒน์ จันทรัตน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มา 1

1.2 วัตถุประสงค์ 1

1.3 ขอบเขตของโครงงาน 2

1.4 คุณสมบัติ 2

1.5 หลักการทำงานของระบบ 2

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีและหลักการของเสียง 3

2.1.1 การกำหนดมาตรฐานระดับเสียงโดยทั่วไป 3

2.1.2 เสียงรบกวนและการตรวจวัด 5

2.1.3 อันตรายและผลกระทบต่อสุขภาพ 6

2.2 ทฤษฎีและหลักการของเซ็นเซอร์ 7

2.2.1 ความสำคัญของการวัดและการควบคุม 7

2.2.2 นิยามและคุณลักษณะที่สำคัญของทรานสดิวเซอร์ 8

2.3 ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ 10

2.3.1 สถาปัตยกรรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ 10

2.3.2 กลุ่มไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล 8051 11

2.3.3 โครงสร้างไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล 8051 12

2.3.4 การจัดขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล 8051 14

2.3.5 โครงสร้างและการทำงานของพอร์ต 16

2.3.6 การใช้งานพอร์ตในลักษณะอินพุต/เอาต์พุต 17

2.3.7 การจัดหน่วยความจำของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS 51 18

2.4 A/D และ D/A เบอร์ PCF8591 21

2.4.1 คุณสมบัติ PCF8591 21

2.4.2 การจัดขาสัญญาณของ PCF8591 22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

2.4.3 โครงสร้างภายใน 23

2.4.4 การกำหนดตำแหน่งของ PCF8591 24

2.4.5 คุณสมบัติ Control Byte ของ PCF8591 24

2.4.6 การใช้งาน A/D Conversion 27

2.5 ระบบการเชื่อมต่ออุปกรณ์แบบ I^2C Bus 29

2.5.1 คุณสมบัติของระบบ I^2C 29

2.5.2 สภาวะที่เกิดขึ้นบนบัส I^2C 30

2.6 การสื่อสารผ่านพอร์ตอนุกรม 33

2.6.1 พื้นฐานการสื่อสารข้อมูล 33

2.6.2 มาตรฐาน RS-232 34

2.6.3 รูปแบบการสื่อสารรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม 35

2.6.4 คอนเน็กเตอร์แบบ D-Type 36

2.7 โปรแกรมภาษา C 38

บทที่ 3 การออกแบบโครงงาน

3.1 Sound Detector 40

3.2 วงจรแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอล 41

3.3 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ 43

3.4 การใช้งานพอร์ตอนุกรม 43

3.5 การออกแบบหน้าแสดงผลหลัก 47

3.6 การออกแบบฐานข้อมูล 47

บทที่ 4 ผลการทดลอง

4.1 การทดลอง 49

4.2 ผลการทดลอง 55

4.2.1 ผลการทดลองเมื่อวันที่ 8 กุมภาพันธ์ 2551 55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

4.2.2 ผลการทดลองเมื่อวันที่ 7 มีนาคม 2551 57

4.2.3 ผลการทดลองเมื่อวันที่ 9 มีนาคม 2551 59

บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการพัฒนาโครงงาน 61

5.2 ปัญหาที่เกิดขึ้นในด้านเทคนิค 61

5.3 แนวทางในการพัฒนาต่อ 61

บรรณานุกรม

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ 1.1 แสดงโครงสร้างระบบการทำงาน 2

รูปที่ 2.1 โครงสร้างภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 13

รูปที่ 2.2 การจัดขาต่างๆ ของไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 14

รูปที่ 2.3 แสดงโครงสร้างพอร์ตต่างๆ 17

รูปที่ 2.4 การจัดสรรพื้นที่ในหน่วยความจำข้อมูลภายใน 20

รูปที่ 2.5 แสดงลักษณะการจัดขาสัญญาณของ PCF8591 22

รูปที่ 2.6 แสดงโครงสร้างภายในของ PCF8591 23

รูปที่ 2.7 แสดงลักษณะโครงสร้างของไบต์ข้อมูล Control Byte ของ PCF 8591 26

รูปที่ 2.8 แสดงผังเวลาของการสั่งอ่านค่า A/D จาก PCF8591 27

รูปที่ 2.9 แสดงลักษณะการแปลงสัญญาณของ A/D แบบ Single ended Input 28

รูปที่ 2.10 แสดงลักษณะการแปลงสัญญาณของ A/D แบบ Differential Input 29

รูปที่ 2.11 แสดงลักษณะการเชื่อมต่ออุปกรณ์แบบ I^2C Bus 30

รูปที่ 2.12 แสดงการส่งข้อมูลแบบขนานและแบบอนุกรม 34

รูปที่ 2.13 แสดงการส่งข้อมูลขนาด 8 บิตแบบอนุกรม ด้วยความเร็ว 9600 บิตต่อวินาที 35

รูปที่ 2.14 การต่อสายสัญญาณ DB 9 และ DB25 36

รูปที่ 2.15 แสดงหน้าต่างของโปรแกรม μVision 3 39

รูปที่ 3.1 แสดงโครงสร้างการทำงานส่วนของฮาร์ดแวร์ 40

รูปที่ 3.2 แสดงการต่อวงจร Sound Detector 41

รูปที่ 3.3 แสดงการต่อวงจรไอซี PCF8591 42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ 3.4 แสดงบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ในการทดลอง 43

รูปที่ 3.5 แสดงการต่อวงจรไอซี MAX-232 44

รูปที่ 3.6 แสดงหน้าต่างสำหรับตั้งชื่อและเลือกไอคอน 45

รูปที่ 3.7 แสดงหน้าต่างสำหรับเลือกใช้หมายเลขพอร์ตที่ต้องการ 45

รูปที่ 3.8 แสดงหน้าต่างสำหรับกำหนดรูปแบบการสื่อสารข้อมูล 46

รูปที่ 3.9 แสดงหน้าต่างของโปรแกรม Hyper Terminal 46

รูปที่ 3.10 แสดงการออกแบบหน้าแสดงผลหลักโดยใช้ Visual Basic 2005 47

รูปที่ 3.11 แสดงความสัมพันธ์ของข้อมูล 48

รูปที่ 3.12 แสดงการออกแบบคุณสมบัติของฐานข้อมูลใน Microsoft Access 48

รูปที่ 4.1 แสดงโปรแกรมคอมไพล์เลอร์ Keil 49

รูปที่ 4.2 แสดงโปรแกรม Visual Basic 2005 50

รูปที่ 4.3 แสดงโปรแกรมที่ใช้ในการโปรแกรม Hex ไฟล์ลงในไมโครคอนโทรลเลอร์ 51

รูปที่ 4.4 แสดงวงจรที่ใช้รับสัญญาณ 51

รูปที่ 4.5 แสดงเซ็นเซอร์ที่ใช้ในการรับเสียง (ไมโครโฟน) 52

รูปที่ 4.6 แสดงการเชื่อมต่อระหว่างเครื่องรับสัญญาณกับคอมพิวเตอร์ 52

รูปที่ 4.7 แสดงระดับสัญญาณเสียง 53

รูปที่ 4.8 แสดงวันที่ที่ต้องการดูข้อมูล 53

รูปที่ 4.9 แสดงข้อมูลย้อนหลัง 54

รูปที่ 4.10 แสดงค่าระดับสัญญาณเสียงเมื่อวันที่ 8 กุมภาพันธ์ 2551 55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ 4.11 แสดงค่าระดับสัญญาณเสียงเมื่อวันที่ 7 มีนาคม 2551 57

รูปที่ 4.12 แสดงค่าระดับสัญญาณเสียงเมื่อวันที่ 9 มีนาคม 2551 59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ 2.1 แสดงเสียงในระดับต่างๆ 4

ตารางที่ 2.2 แสดงคุณสมบัติของหน่วยความจำไอซีตระกูล 8051 12

ตารางที่ 2.3 แสดงหน้าที่ฟังก์ชันพิเศษต่างๆ ของขาพอร์ตที่ 3 16

ตารางที่ 2.4 แสดงเวลา Bit time ใน Baud rate ต่างๆ 36

ตารางที่ 2.5 แสดงชื่อขาสัญญาณของ DB9 และ DB25 37

ตารางที่ 4.1 แสดงฐานข้อมูลเมื่อวันที่ 8 กุมภาพันธ์ 2551 54

ตารางที่ 4.2 แสดงฐานข้อมูลเมื่อวันที่ 7 มีนาคม 2551 58

ตารางที่ 4.3 แสดงฐานข้อมูลเมื่อวันที่ 9 มีนาคม 2551 60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มา

เนื่องจากท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ ซึ่งเป็นท่าอากาศยานานาชาติแห่งใหม่ของประเทศไทย ได้มาเปิดบริการ ในบริเวณพื้นที่ใกล้เคียงของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.) โดยได้เปิดให้บริการเมื่อประมาณปลายปี 2549 ที่ผ่านมา สนามบินสุวรรณภูมิมีเนื้อที่ประมาณ 32 ตารางกิโลเมตร มีทางวิ่งขึ้นลง 2 ทางวิ่ง ในเวลา 1 ชั่วโมง มีเที่ยวบินขึ้นลง 76 เที่ยวบิน ทำให้เกิดการรบกวนต่อประชาชนที่พักอาศัยโดยรอบท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เป็นพื้นที่หนึ่งที่ได้รับผลกระทบจากมลพิษทางเสียง คือ เสียงที่มีความดังเกิน 70 dBA ซึ่งอาจทำให้เป็นอันตรายต่อสุขภาพทั้งทางร่างกายและจิตใจ และอาจทำให้สูญเสียการได้ยินได้ อีกทั้งมีผลกระทบต่อการเรียนการสอนของคณาจารและนักศึกษา ดังนั้น เพื่อทำให้ทราบสถานการณ์ปัญหามลพิษทางเสียงเครื่องบินบริเวณโดยรอบสถาบันฯ และศึกษาแนวโน้มของปัญหาที่จะเกิดขึ้นในอนาคต รวมทั้งหามาตรการป้องกันและแก้ไขต่อไป ปริญญานิพนธ์นี้จึงดำเนินการตรวจวัดระดับเสียง โดยสร้างระบบบันทึกข้อมูลมลพิษทางเสียงรายวัน ณ สถาบันขึ้นมาเพื่อวัดระดับความดังของเสียงเครื่องบินที่บินผ่านสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง แล้วนำข้อมูลที่ได้ไปเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้และเก็บบันทึกไว้ในฐานข้อมูล เพื่อที่จะนำข้อมูลที่ได้นี้ไปใช้ประโยชน์ในการป้องกันหรือแก้ไขปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นจากมลพิษทางเสียงในอนาคตต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อสร้างเครื่องบันทึกระดับเสียงรายวัน

2. เพื่อศึกษาการวัดระดับเสียง ตามมาตรฐานของคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ

3. เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลทางสถิติของความดังเสียงในแต่ละวัน เพื่อศึกษาแนวโน้มของปัญหามลพิษทางเสียงในอนาคต

4. อาจนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ ในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

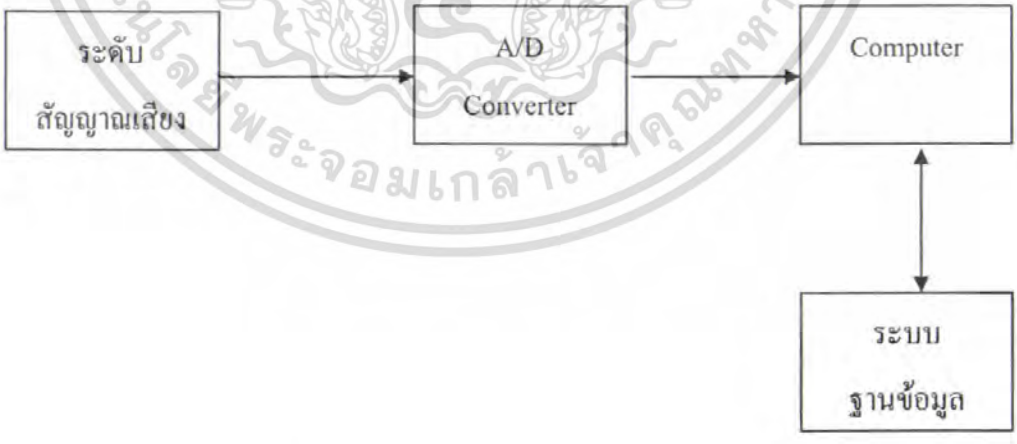
1. สามารถวัดและบันทึกข้อมูลเสียงตามมาตรฐานของกรมควบคุมมลพิษ

2. สามารถแสดงผลรายวันในรูปของกราฟ และตัวเลข

3. สามารถเก็บข้อมูลเสียงเชิงสถิติเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการทำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ต่อไป

1.4 หลักการทำงานของระบบ

ระบบตรวจจับสัญญาณเสียงจะทำการตรวจจับเสียงที่ดังเกินกว่าปกติ โดยสัญญาณเสียงที่ได้จะอยู่ในรูปของสัญญาณไฟฟ้าซึ่งเป็นสัญญาณอนาล็อก ดังนั้นจึงต้องทำการแปลงให้เป็นสัญญาณดิจิตอลก่อน เพื่อส่งไปให้คอมพิวเตอร์ประมวลผล โดยจะใช้พอร์ตอนุกรมในการติดต่อกับคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะติดต่อผ่าน RS-232 โดยใช้ IC MAX 232 และไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวควบคุมการรับ – ส่งข้อมูล ในส่วนของระบบฐานข้อมูล จะรับข้อมูลเข้ามาแล้วนำไปเก็บไว้ในฐานข้อมูลที่สร้างขึ้น เพื่อนำไปแสดงผล และเมื่อรับข้อมูลเข้ามาในคอมพิวเตอร์แล้วก็จะใช้โปรแกรม VB ในการประมวลผลเพื่อให้ได้ค่าที่ต้องการออกมา แล้วจึงนำข้อมูลที่ผ่านการประมวลผลแล้วนั้นไปเก็บไว้ในระบบฐานข้อมูลและนำมาแสดงผลที่หน้าจอ



รูปที่ 1.1 แสดงโครงสร้างระบบการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีและหลักการของเสียง

เสียงเกิดจากการสั่นสะเทือนของวัตถุ เสียงที่เราได้ยิน ทุกวันนี้ มีหลากหลายระดับของพลังเสียง บางกิจกรรม ของเสียงทำให้เกิดความเพลิดเพลินมีความสุข บางคน ถึงกับหลงใหลเสียง เช่น เสียงเพลง, เสียงนก, เสียงลม แม้กระทั่งเสียงของคนรักที่ออดอ้อนข้างหู เสียงที่เกิดขึ้น ก่อให้เกิดเสียงดังในระดับต่าง ๆ เสียงดังมาก ๆ ในระดับสูงส่วนใหญ่ จะเป็นอันตรายต่อสุขภาพได้

2.1.1 การกำหนดมาตรฐานระดับเสียงโดยทั่วไป

ระดับเสียงโดยทั่วไป หมายถึง ระดับเสียงที่เกิดขึ้นในสิ่งแวดล้อม

ค่าระดับเสียงสูงสุด (Lmax) หมายถึง ค่าระดับเสียงสูงสุดที่เกิดขึ้นในขณะใดขณะหนึ่งระหว่างการตรวจวัดระดับเสียงโดยมีหน่วยเป็น เดซิเบลเอ หรือ dB(A)

ค่าระดับเสียงเฉลี่ย (Leq) เป็นค่าระดับเสียงเฉลี่ยในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง ซึ่งมีระดับเสียงเปลี่ยนแปลงตามเวลาในช่วง 24 ชั่วโมง และมาตรฐานระดับเสียงเฉลี่ยในช่วง 24 ชั่วโมง (Leq 24 hr) กำหนดไว้ให้มีได้ไม่เกิน 70 เดซิเบลเอ และค่ามาตรฐานระดับเสียงสูงสุดไว้ให้มีได้ไม่เกิน 115 เดซิเบลเอ

สมการสำหรับการใช้คำนวณค่าระดับเสียงเฉลี่ย (Leq) จากระดับเสียงที่มีการเปลี่ยนแปลงไม่แน่นอน ที่ตรวจวัดได้ในช่วงเวลาการอ่านค่าของเครื่องมือที่อัตรา $1/\Delta t$ และช่วงเวลาในการตรวจวัดระดับเสียงตั้งแต่ t_1 ถึง t_2

$$L_{Aeq,T} = 10 \log \left[\frac{1}{N} \sum_{i=1}^{N} 10^{0.1\, LpAi} \right] \qquad (2.1)$$

เมื่อ N คือ จำนวนของค่าระดับเสียงที่อ่านได้ทั้งหมด ตลอดช่วงเวลาที่วัดเสียง (T) ที่เก็บทั้งหมด $\left(N = \frac{t_2 - t_1}{\Delta t} \right)$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

L_{pAi} คือ ค่าระดับเสียงที่วัดได้ ในหน่วยเดซิเบลเอ

Δt คือ ช่วงเวลาระหว่างการอ่านค่าระดับเสียงแต่ละค่า จากมาตรระดับเสียง

t_1 คือ เวลาเริ่มต้นวัดเสียง

t_2 คือ เวลาสิ้นสุดการวัดเสียง

T คือ เวลาทั้งหมดที่ใช้ในการวัดเสียง $(t_1 - t_2)$

สมการสำหรับใช้คำนวณค่าระดับเสียงเฉลี่ย (Leq) จากระดับเสียงที่คงที่ (Steady noise) ซึ่งระดับเสียงในช่วงที่ตรวจวัดมีการเปลี่ยนแปลงแตกต่างกันไม่เกิน 5 เดซิเบลเอ

$$L_{Aeq,T} = 10 \log \left[\frac{1}{T} \sum T_i \, 10^{0.1 L_{pAi}} \right] \qquad (2.2)$$

เมื่อ $T = \sum T_i$ คือ เวลาในการตรวจวัดทั้งหมด

$L_{Aeq,T}$ คือ ค่าระดับเสียงที่วัดได้ในช่วงเวลา T_i

ตารางที่ 2.1 แสดงเสียงในระดับต่างๆ

ระดับเสียง เดซิเบลเอ dB(A)	แหล่งกำเนิดเสียง	อันตรายต่อสุขภาพ
30	เสียงกระซิบ	ไม่มีอันตราย
50	เสียงพิมพ์ดีด	ก่อความรำคาญทางอารมณ์
60	เสียงสนทนาทั่วไป	ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางอารมณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 (ต่อ) แสดงเสียงในระดับต่างๆ

70	เครื่องจักรในโรงงานระดับปกติ	อาจก่อให้เกิดความดันในร่างกาย ความเครียดในระยะยาว
80	เสียงดังจราจรตามปกติ	อันตรายต่อระบบประสาท ประสาทหูเสื่อมเร็ว
90	เครื่องจักรที่มีความเร็วรอบสูง	อาจหูหนวกเมื่อสูงอายุ
100	เสียงขุด,เจอะดิน,ถนน	อันตรายต่อประสาทหูและเกิดความเครียดในร่างกาย
120	เสียงกระทบของโลหะหรือปั๊มโลหะ	อันตรายมากต่อระบบประสาท เครียดและกลายเป็นคนโมโหง่าย, นำมาซึ่งโรคความดัน
140	เสียงเครื่องบิน	อันตรายต่อระบบไหลเวียนของโลหิต,อันตรายต่อระบบประสาทของการได้ยิน
>140ขึ้นไป	เสียงปืน,เสียงระเบิด	อันตรายโดยฉับพลันต่อระบบประสาทของการเห็นและการได้ยิน หัวใจเต้นเร็ว เกิดความเครียด และความดันสูงในร่างกาย อาจเกิดอาการประสาทหลอนตามมา

2.1.2 เสียงรบกวนและการตรวจวัด

เสียงรบกวน (Noise) เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงระดับเสียงในสิ่งแวดล้อม ซึ่งทำให้ผู้ที่ได้รับเสียงเกิดความรู้สึกรำคาญ ทั้งนี้อาจก่อให้เกิดมลพิษทางเสียงได้ (Noise Pollution) และตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ได้กำหนดเสียงรบกวนไว้ที่ 10 dBA ซึ่งหมายความว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หากระดับความแตกต่างของระดับเสียงขณะมีการรบกวน การคำนวณค่าระดับเสียงพื้นฐานมีค่ามากกว่า 10 dBA แล้วให้ถือว่าเป็นเสียงรบกวน

ระดับเสียงพื้นฐาน (Background Noise Level) หมายถึง ระดับเสียงที่ตรวจวัดในสิ่งแวดล้อมเดิมขณะไม่มีเสียงรบกวน จากแหล่งกำเนิดเสียง (L_{90})

ระดับเสียงขณะมีการรบกวน (Specific Noise Level) หมายถึง ระดับเสียงที่ตรวจวัดหรือคำนวณจากแหล่งกำเนิดเสียงรบกวน

ระดับเสียงรบกวน หมายถึง ระดับความต่างเสียงขณะมีการรบกวน กับระดับเสียงพื้นฐาน

เสียงกระแทก หมายถึง เสียงที่มีระดับสูง ซึ่งเกิดขึ้นทันทีทันใดและสิ้นสุดภายในเวลาน้อยกว่า 1 s

ขั้นตอนและวิธีการตรวจวัด

การตั้งไมโครโฟนและมาตรระดับเสียง จะต้องตั้งในบริเวณที่คาดว่าจะได้รับการรบกวน ซึ่งในการตั้งไมโครโฟน แบ่งออกตามลักษณะที่จะตั้งได้ 2 กรณี ดังนี้

1.1 ภายนอกอาคาร ให้ตั้งสูงจากพื้นไม่น้อยกว่า 1.2 เมตร ในรัศมี 3.5 เมตร ตามแนวระนาบรอบไมโครโฟนจะต้องไม่มีสิ่งกีดขวาง หรือสิ่งอื่นที่มีคุณสมบัติในการสะท้อนขวางอยู่

1.2 ภายในอาคาร ให้ตั้งสูงจากพื้นไม่น้อยกว่า 1.2 เมตร ในรัศมี 1 เมตร ตามแนวระนาบรอบไมโครโฟนจะต้องไม่มีสิ่งกีดขวางหรือสิ่งอื่นที่มีคุณสมบัติในการสะท้อนขวางอยู่

2.1.3 อันตรายและผลกระทบต่อสุขภาพ

การได้รับหรือสัมผัสเสียงดังในระยะเวลานานก่อให้เกิดการสูญเสียการได้ยินหรือความสามารถในการได้ยินเสียงลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับคนที่มีการได้ยินปกติการสูญเสียการได้ยินเนื่องจากเสียงดังโดยทั่วไปขึ้นอยู่กับปัจจัยสำคัญ คือ ระดับความดังเสียง ชนิดของเสียง ระยะเวลาที่ได้รับเสียงต่อวันและตลอดอายุการทำงาน นอกจากนี้ ยังพบปัจจัยอื่นที่มีส่วนเกี่ยวข้องทำให้เกิดการสูญเสียการได้ยิน เช่น ความไวต่อเสียงในแต่ละบุคคล อายุ สภาพแวดล้อมของแหล่งเสียง ฯลฯ

การสูญเสียการได้ยิน แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ การสูญเสียการได้ยินแบบชั่วคราวและการสูญเสียการได้ยินแบบถาวร การสูญเสียการได้ยินแบบชั่วคราว จะเกิดขึ้นจากการ สัมผัสเสียงดังเป็นระยะเวลาหนึ่งทำให้เซลล์ขนกระทบกระเทือนไม่สามารถทำงานได้ชั่วคราวแต่เซลล์ขนจะกลับสู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สภาพเดิมได้หลังสิ้นสุดการสัมผัสเสียงดังเป็นเวลาประมาณ 14 – 16 ชั่วโมง แต่การสูญเสียการได้ยินแบบถาวร จะไม่สามารถทำการรักษาให้การได้ยินกลับคืนสภาพเดิมได้

มนุษย์จะได้ยินเสียงในช่วงความถี่ตั้งแต่ 20 – 20,000 เฮิรตซ์ถ้าต่ำกว่าหรือสูงกว่านี้จะไม่สามารถรับรู้ได้ โดยทั่วไปการสูญเสียการได้ยินจะเริ่มที่ความถี่ 4,000 เฮิรตซ์ เป็นลำดับแรก ในระยะเวลาต่อมาจึงจะสูญเสียการได้ยินที่ความถี่สูงกว่าหรือต่ำกว่าที่ความถี่ 4,000 เฮิรตซ์ ส่วนความถี่ของการสนทนาซึ่งมีความถี่ต่ำ คือ ที่ 500 – 2,000 เฮิรตซ์ จะสูญเสียช้ากว่าที่ความถี่สูง

เกณฑ์กำหนดของระดับเสียงที่เป็นอันตราย

1. ได้รับเสียงไม่เกินวันละ 7 ชั่วโมง ต้องมีระดับเสียง ติดต่อกันไม่เกิน 91 เดซิเบล (เอ)
2. ได้รับเสียงวันละ 7-8 ชั่วโมง ต้องมีระดับเสียง ติดต่อกันไม่เกิน 90 เดซิเบล (เอ)
3. ได้รับเสียงเกินวันละ 8 ชั่วโมง ต้องมีระดับเสียง ติดต่อกันไม่เกิน 80 เดซิเบล (เอ)
4. นายจ้างให้ลูกจ้างทำงานในที่ๆ มีระดับเสียงเกิน 140 เดซิเบล (เอ) ไม่ได้

องค์การอนามัยโลกได้กำหนดว่าระดับเสียงที่ดังเกินกว่า 85 เดซิเบล (เอ) ถือว่าเป็นอันตรายต่อมนุษย์

2.2 ทฤษฎีและหลักการของเซ็นเซอร์

2.2.1 ความสำคัญของการวัดและการควบคุม

วัตถุประสงค์ของการวัดและการควบคุม มีความสำคัญต่อไปนี้

1. การวัดเป็นการแสดงตัวแปรซึ่งเป็นรายละเอียดของระบบ หน้าที่สำคัญอย่างหนึ่งของระบบการวัด คือ การแสดงตัวแปร (parameter) หรือรายละเอียด (information) ของระบบ อาจจะอยู่ในรูปของการบอกค่าที่แสดงให้เห็น เก็บค่าเอาไว้ บันทึกค่า หรือแสดงค่าแล้วส่งเป็นสัญญาณที่เหมาะสมไปยังอุปกรณ์อื่นๆ ที่ต้องการในระบบ ในความเป็นจริงค่าในสภาวะของระบบพื้นฐาน (condition-base system) ของการปฏิบัติงานจะมีใช้กันอย่างกว้างขวาง

2. เพื่อควบคุมความแน่นอนในการปฏิบัติงานหรือกระบวนการ หลักการของการวัดคือเปรียบเทียบค่าที่ต้องการจะปฏิบัติงาน เราพบว่าความแน่นอนในการวัดตัวแปรทางกายภาพใด ๆ ในการะบวนการจะเกี่ยวพันธ์กับระบบของการวัดและอุปกรณ์วัดค่าโดยตรงเช่น เทอร์โมสแตตที่อยู่ในตู้เย็นจัดเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมอุณหภูมิในช่วงที่เราต้องการ ความแน่นอนของอุณหภูมิที่ได้จะขึ้นกับความแน่นอนของเทอร์โมสแตตที่ทำการวัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การจำลองสภาพของระบบ ในบางครั้งจำเป็นต้องทำการจำลองระบบการทดลอง เนื่องจากการทดลองโดยใช้ของจริงนั้นอาจมีความยุ่งยากและสลับซับซ้อน ในการหาสภาพที่ใกล้เคียงกับพฤติกรรมของระบบจริงภายใต้การครอบคลุมสภาพที่เกิดขึ้นจริงซึ่งโดยทั่วไปเราจะใช้โมเดลแทนสเกลของจริง

4. เพื่อควบคุมคุณภาพในอุตสาหกรรม ทุกวันนี้การควบคุมจะมีการทดสอบผลิตภัณฑ์อย่างต่อเนื่องหลักการนี้จัดเป็นการควบคุมผลิตภัณฑ์รวม (mass product) ที่สามารถจะตรวจสอบความบกพร่องของการผลิตทั้งหมดได้ หากพบว่ามีส่วนประกอบใดที่ไม่สมบูรณ์ก็จะส่งคืนลำดับการผลิตที่ผ่านมาจากลำดับแรก ๆ การแก้ไขดังกล่าวจัดเป็นการปรับปรุงความน่าเชื่อถือของกระบวนการผลิต

2.2.2 นิยามและคุณลักษณะที่สำคัญของทรานสดิวเซอร์ (Definition and Specification of Transducer)

1. เซ็นเซอร์ (Sensor)

เซ็นเซอร์คือส่วนที่รับสัญญาณจากกระบวนการในตอนแรก หรืออาจจะเรียกได้ว่า "อินพุตทรานสดิวเซอร์"

2. ทรานสดิวเซอร์ (Transducer)

ทรานสดิวเซอร์ คืออุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ตรวจจับ ความรู้สึกตัวแปรทางกายภาพตัวใดตัวหนึ่งแล้วเปลี่ยนค่าทางเอาต์พุตให้เป็นตัวแปรทางกายภาพตัวอื่น

3. คุณลักษณะของทรานสดิวเซอร์ที่ต้องการ

หากอุปกรณ์ที่ใช้ตรวจสอบจับสัญญาณไม่มีคุณภาพที่ดีแล้ว ระบบก็จะไม่สามารถทำงานเพื่อผลิตภัณฑ์ออกมาดีได้ ดังนั้นจึงต้องมีขอบเขตของทรานสดิวเซอร์ที่ดีเพื่อใช้ในทางปฏิบัติดังต่อไปนี้

3.1 มีความสามารถใน การรับสัญญาณและตรวจจับ พร้อมทั้งรับค่าสัญญาณอินพุตที่ต้องการและต้องไม่มีความไวกับสัญญาณอื่น ๆ (ที่ไม่ต้องการ) ขณะที่ทำการวัด ตัวอย่างเช่น ทรานสดิวเซอร์ที่วัดความเร็วจะต้องรับความเร็วอย่างทันทีทันใดนั้น และต้องไม่รับเอาตัวแปร (ความรู้สึก) ของแรงเคลื่อนหรืออุณหภูมิที่อยู่บริเวณนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ไม่ดัดแปลงหรือแก้ไขค่านัยสำคัญที่จะวัด

3.3 มีความสามารถต่อการดัดแปลงระบบ (amenable) นั้นคือให้ง่ายต่อการปรับปรุงระบบโดยใช้อุปกรณ์ที่อยู่ภายในกระบวนเดิม ๆ ได้เช่น รูปสัญญาณของทรานซิสเตอร์ที่มักจะทำให้อยู่ในรูปของสัญญาณทางไฟฟ้าเพราะจะทำให้ง่ายต่อ การจัดเก็บและได้เปรียบในการต่อเข้ากับอุปกรณ์คำนวณ หรือ อุปกรณ์แสดงค่าสมัยใหม่ เพื่อแสดงรายละเอียดของสัญญาณ ดังกล่าว

3.4 ต้องมีความแน่นอน (accuracy)

3.5 ต้องมีความสามารถในการทำซ้ำ (reproducibility) ที่ดี (เช่น ความเที่ยงตรง)

3.6 ต้องมีขนาด (Amplitude) ที่เป็นเชิงเส้น

3.7 ต้องมีผลตอบสนองต่อความถี่ที่เพียงพอ (เช่น มีผลตอบสนองทางพลวัตรที่ดี)

3.8 ต้องไม่สร้างหรือกำเนิดการรบกวนเฟสต่อกัน (เช่นไม่มี Time lag ระหว่างสัญญาณอินพุตและเอาต์พุตของทรานสดิวเซอร์

3.9 ต้องมีความสามารถในการต่อต้านสิ่งรบกวนจากสิ่งแวดล้อม โดยไม่ทำลายความถูกต้องของระบบ และรักษาความแน่นอนภายในขีดที่ยอมรับได้

3.10 ต้องมีผลตอบสนองและความน่าเชื่อถือที่ดี

4. อุปกรณ์ปรับสภาพสัญญาณ

อุปกรณ์ขยายสัญญาณ หมายถึงอุปกรณ์ที่เพิ่มขนาดสัญญาณ แต่ในลักษณะที่กลับกันจะเรียกว่า "การลดทอนสัญญาณ" (attenuation) ปกติอุปกณ์ขยายสัญญาณดังกล่าวนี้จะอยู่รวมกับอุปกรณ์ปรับสภาพสัญญาณโดยอุปกรณ์ขยายสัญญาณจะเปลี่ยนตามชนิดของสัญญาณที่ทรานสดิวเซอร์ใช้ เช่น อุปกรณ์ขยายสัญญาณทางไฟฟ้า ใช้วงจรทรานซิสเตอร์ ไอซี เป็นต้น

การขยายแรงเคลื่อน = แรงเคลื่อนทางด้านเอาต์พุต/แรงเคลื่อนทางด้ายอินพุต Vo/Vi

การขยายกระแส = กระแสทางด้านเอาต์พุต/กระแสทางด้านอินพุต Io/Ii

การขยายกำลัง = กำลังทางด้านเอาต์พุต/กำลังทางด้านอินพุต VoIo/ViIi

5. อุปกรณ์การกรองสัญญาณ

อุปกรณ์ดังกล่าวจะทำหน้าที่นำสัญญาณที่ไม่ต้องการออก การกรองสัญญาณจะแปรไปตามความเหมาะสมของชนิดสัญญาณ ธรรมชาติของสัญญาณ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์กรองทางไฟฟ้า เพื่อกำจัดการค้างของสัญญาณ และสนามแม่เหล็กไฟฟ้า เช่น วงจร R-C อย่างง่าย หรือวงจรกรองไฟฟ้าใด ๆ ที่มีความเหมาะสม

6. อุปกรณ์ปรับสภาพสัญญาณทางไฟฟ้า

6.1 อุปกรณ์ชดเชยทางเวลา หรือ อุปกรณ์ให้สัญญาณเป็นเชิงเส้น

6.2 อุปกรณ์ดิฟเฟอเรนเชียล หรือ อินทิเกรชัน

6.3 อุปกรณ์แปลงสัญญาณ จากสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอล

6.4 อุปกรณ์สื่อสัญญาณ หรืออุปกรณ์สุ่มสัญญาณ เป็นต้น

7. อุปกรณ์แสดงผล

เป็นอุปกรณ์รักษาค่าทางเอาต์พุต และทำหน้าที่แสดงค่าที่มีขนาดเดียวกันนี้ให้สามารถเห็นได้อย่างแน่นอน ชัดเจน ซึ่งอุปกรณ์ดังกล่าวจะต้องมีคุณสมบัติดังนี้

7.1 มีผลตอบสนองเร็วที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้

7.2 หากว่าเป็นไปได้ต้องให้ความผิดพลาดของระบบน้อยที่สุด

7.3 มีค่าความเฉื่อย ความฝืด ความตึง หรือค่าอื่นๆ ในลักษณะเดียวกันนี้น้อย ๆ

2.3 ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) มาจากคำ 2 คำ คำหนึ่งคือ ไมโคร (Micro) หมายถึง ขนาดเล็ก และคำว่า คอนโทรลเลอร์ (controller) หมายถึงตัวควบคุมหรืออุปกรณ์ควบคุม ดังนั้น ไมโครคอนโทรลเลอร์ จึงหมายถึงอุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็ก แต่ในตัวอุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็กนี้ได้บรรจุความสามารถที่คล้ายคลึงกับระบบคอมพิวเตอร์ กล่าวคือภายใน ไมโครคอนโทรลเลอร์ ได้รวมเอาซีพียู, หน่วยความจำ และพอร์ต ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักสำคัญของระบบคอมพิวเตอร์เข้าไว้ด้วยกัน โดยทำการบรรจุเข้าไว้ในตัวถังเดียวกัน

2.3.1 สถาปัตยกรรมของไมโครคอนโทรลเลอร์

โครงสร้าง สถาปัตยกรรมของไมโครคอนโทรลเลอร์จะ ประกอบด้วยตัว, หน่วยความจำ ไมโครโปรเซสเซอร์ และตัวอุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต ซึ่งตัวไมโครโปรเซสเซอร์นั้นจะประกอบด้วย ส่วนประมวลผลกลาง (CPU) และ ส่วนหน่วยควบคุมการทำงาน (CU)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนประมวลผลกลาง (CPU) คือ สมองของไมโครโปรเซสเซอร์ มีหน้าที่คำนวณทางคณิตศาสตร์ และกระทางตรรกะ

ส่วนหน่วยควบคุมการทำงาน (CU) เป็นส่วนควบคุมการทำงานภายในตัวของไมโครโปรเซสเซอร์ ทำหน้าที่ส่งคำสั่งควบคุมไปให้ส่วนต่างๆ ในไมโครโปรเซสเซอร์ ตามการร้องขอของส่วนนั้นๆ

หน่วยความจำ เป็นส่วนสำคัญของไมโครคอมพิวเตอร์ ซึ่งขึ้นอยู่กับการนำไปใช้งาน สามารถแบ่งหน่วยความจำเป็น 2 กลุ่มคือ หน่วยความนำโปรแกรมและหน่วยความจำข้อมูล หน่วยความจำโปรแกรมเป็นส่วนของการเก็บโปรแกรมที่ผู้เขียนพัฒนาโปรแกรมสร้างขึ้นนำมาเก็บไว้ในส่วนนี้ ปกติแล้วมักจะเรียกหน่วยความจำโปรแกรมว่า Real Only Memory (ROM) ยังมีหน่วยวามจำโปรแกรมแบบอื่น ๆ เช่น PROM, PERMO flash เป็นต้น หน่วยความจำข้อมูล (Random Access Memory) เป็นส่วนในการอ่านและเขียนข้อมูลเก็บที่ไว้ในส่วนนี้ ทั้งนี้ยังสามารถขยายหน่วยความจำได้อีกด้วย

อินพุต/เอาต์พุตพอร์ต เป็นส่วนในการรับ-ส่งสัญญาณดิจิตอลเพื่อเชื่อมต่อกับตัวไมโครคอนโทรลเลอร์อินพุต/เอาต์พุตพอร์ต ในหนึ่งพอร์ตจะมีขนาด 8 บิต ไมโครคอนโทรลเลอร์ 8051 จะประกอบด้วยพอร์ตที่มีขนาด 8 บิต มีชื่อว่า P0, P1, P2, P3 เป็นต้น โดยสามารถกำหนดพอร์ตให้มีลักษณะเป็นทั้งอินพุตหรือเอาต์พุตก็ได้

2.3.2 กลุ่มไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล 8051

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล 8051 นั้นจะมีหน่วยประมวลผลกลางขนาด 8 บิต เป็นไอซีชิปเดี่ยว ซึ่งมีการผลิตกันหลายบริษัทและมีความแตกต่างทางด้านประสิทธิภาพด้วย ในไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลไอซี 8051 การผลิตส่วนใหญ่นิยมใช้ขนาด 8 บิตชิพเดี่ยว โดยพื้นฐานของไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ 8051 จะมีขา 40 ขา แต่ปัจจุบันนี้มีรูปแบบที่หลากหลายมากมาย ไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 89C51 เป็นไอซีที่โครงสร้างเป็น CMOS ที่ประหยัดพลังงาน ไอซีเบอร์ 8751 เป็นเบอร์ที่มี EPROM หน่วยความจำในการพัฒนางานเบอร์ 89C51 จะมีหน่วยความจำแบบแฟลช (PEROM) Programmable and Erasable Memory ซึ่งหน่วยความจำโปรแกรมแบบแฟลชสามารถโปรแกรมข้อมูลเข้าและสามารถลบข้อมูลออกได้ด้วย แสงอัลตร้าไวโอเลต เบอร์ 8052 จะมีหน่วยความจำโปรแกรมมากขึ้น และในส่วนของ timer/counter ก็มีเพิ่มขึ้นกว่าเบอร์อื่นๆ เบอร์ AT89C1051 และ AT89C2051 (บริษัท Atmel) เป็นไอซีตระกูล 8051 ที่มีขา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

20 ขา ประกอบด้วยฟังก์ชันและใช้พลังงานไฟฟ้าที่น้อยกว่าไอซีขนาด 40 ขา ตารางที่ 2.2 แสดงคุณสมบัติของหน่วยความจำไอซีตระกูล 8051

ตารางที่ 2.2 แสดงคุณสมบัติของหน่วยความจำไอซีตระกูล 8051

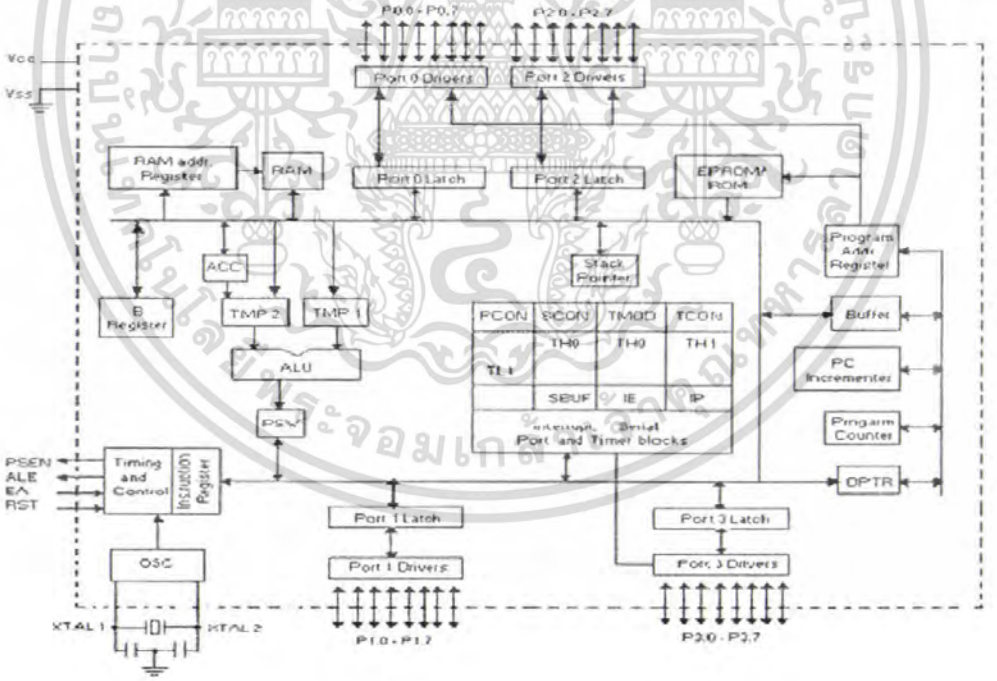
เบอร์	หน่วยความจำโปรแกรม	หน่วยความจำข้อมูล	Timer/Counter	I/O	จำนวนขา
AT89C1051	1 k flash	64 RAM	1	15	20
AT89C2051	2 k flash	128 RAM	2	15	20
AT89C51	4 k flash	128 RAM	2	32	40
AT89C52	8 k flash	256 RAM	3	32	40
8051AH	4 k ROM	128RAM	2	32	40
87C51H	4 k EPROM	128 RAM	2	32	40
8052AH	8 k ROM	256 RAM	3	32	40
87C52	8 k EPROM	256 RAM	3	32	40
87C54	16 k EPROM	256 RAM	3	32	40
87C58	32 k EPROM	256 RAM	3	32	40

2.3.3 โครงสร้างไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล 8051

ไอซีตระกูล 8051 มีด้วยกันหลากหลายเบอร์ ขึ้นอยู่กับโครงสร้างภายในของไอซี แต่ละเบอร์ บางเบอร์มีหน่วยความจำโปรแกรม 4Kbyte (flash) บางตัวมีขนาด 8 Kbyte (flash) ทั้งนี้ก็ต้องศึกษารายละเอียดจากคู่มือของตัวไอซีแต่ละเบอร์ด้วยแต่สมบัติที่สำคัญของไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่นิยมนำมาใช้งาน เช่น เบอร์ AT89C51 จะมีคุณสมบัติดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) มีขนาด 8 บิต
2. มีหน่วยความจำโปรแกรม (ROM) แบบ flash ขนาด 4 K byte
3. มีหน่วยความจำข้อมูล (RAM) ขนาด 128 byte
4. มีพอร์ตในการอินพุต/เอาต์พุตจำนวน 4 พอร์ต (Port0-3)
5. มีตัวฟังก์ชัน Timer/Counter จำนวน 2 ตัว Timer0, Timer1
6. สามารถอินเตอร์รัปต์ได้ 5-6 แหล่ง
7. มีวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาภายในตัวไอซี
8. มีพอร์ตอนุกรมสามารถสื่อสารรับส่งข้อมูลแบบ Full Duplex
9. สามารถขยายหน่วยความจำข้อมูลภายนอกได้ 64 Kbyte

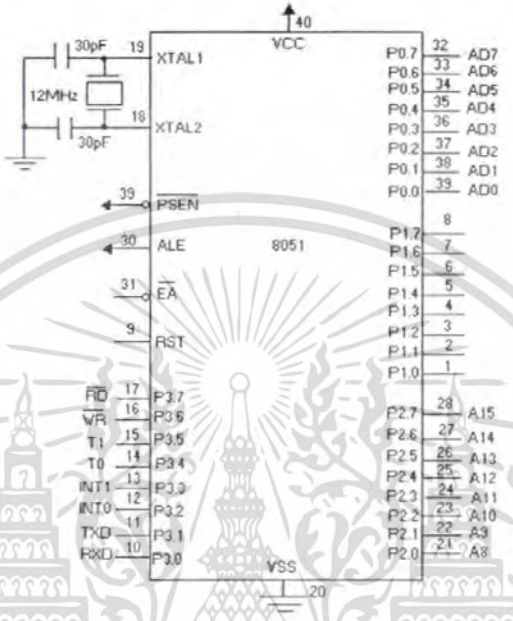


รูปที่ 2.1 โครงสร้างภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.4 การจัดขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล 8051

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล 8051 โครงสร้างของตัวไอซีนั้นเป็นแบบ DIP ขนาด 40 ขา โดยขาต่างๆ จะทำหน้าที่เป็นขาควบคุม, ขาพอร์ตอินพุต, ขารีเซต ดังรูป ต่อไปนี้



รูปที่ 2.2 การจัดขาต่างๆ ของไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

สามารถอธิบายหน้าที่ของขาต่างๆ ในไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ ดังนี้คือ

ขา RST (RESET)

เป็นขาที่ทำหน้าที่ในการกำหนดให้ ไมโครคอนโทรลเลอร์เข้าสู่สภาวะเริ่มต้นการทำงานใหม่โดยปกติที่ขารีเซตจะมีสภาวะทางลอจิกเป็น 0 และถ้าป้อนสภาวะทางลอจิก 1 เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 2 แมชชินไซเกิล ก็จะทำให้ไมโครคอนโทรลเลอร์เกิดสภาวะรีเซตขึ้น

ขา PSEN (Program Store Enable)

เป็นขาที่ทำหน้าที่ส่งสัญญาณเมื่อ ไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องการจะอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำ โปรแกรมภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขา EA (External Access)

เป็นขาที่ทำหน้าที่เลือกใช้งานหน่วยความจำโปรแกรมว่าจะเลือกใช้งานหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกหรือหน่วยความจำโปรแกรมภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยการกำหนดสภาวะทางลอจิกให้ขา EA ถ้ากำหนดให้ EA = "0" จะเป็นการเลือกใช้งานหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก และเมื่อกำหนดให้ขา EA = "1" จะเป็นการเลือกใช้งานหน่วยความจำโปรแกรมภายใน

ขา VCC/VSS

เป็นขาที่ทำหน้าที่ต่อแหล่งจ่ายไฟเลี้ยงไอซี +5V และเป็นขากราวนด์ ตามลำดับ

ขา XTAL1, XTAL2

เป็นขาที่ทำหน้าที่ต่อเชื่อมกับ ตัวผลิตสัญญาณนาฬิกา ให้กับตัวไอซีโดยปกติจะต่อเชื่อมกับคริสตอลขนาด 11.059 MHz และมีคาปาซิสเตอร์ 33pF ป้องกันความถี่สูง

ขา Port 0 (P0.0-P0.7)

เป็นขาที่ทำหน้าที่อินพุตกับ เอาต์พุตกับอุปกรณ์ภายนอกและ ยังทำหน้าที่เป็น Address Bus (A0-A7) และ Data Bus (D0-D7) เพื่อการเชื่อมต่อกับหน่วยความจำภายนอก

ขา Port 2 (P2.0-P2.7)

เป็นขาที่ทำหน้าที่ อินพุตกับเอาต์พุต กับอุปกรณ์ภายนอก และยังทำหน้าที่เป็น Address Bus (A8-A15) เพื่อการเชื่อมต่อกับหน่วยความจำภายนอก

ขา Port 1 (P1.0-1.7)

เป็นขาที่ทำหน้าที่อินพุตและเอาต์พุตกับอุปกรณ์ภายนอก โดยสามารถอ้างอิงทีละบิตได้

ขา Port 3 (P3.0-P3.7)

เป็นขาที่ทำหน้าที่อินพุตและเอาต์พุตกับอุปกรณ์ภายนอก และยังทำหน้าที่ฟังก์ชันพิเศษในการติดต่อควบคุมต่างๆ ดังตารางที่ 2.3 แสดงหน้าที่ฟังก์ชันพิเศษต่างๆ ของขาพอร์ตที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 แสดงหน้าที่ฟังก์ชันพิเศษต่างๆ ของขาพอร์ตที่ 3

ขาพอร์ต 3	ชื่อ	หน้าที่การทำงาน
P3.0	RXD	รับข้อมูลแบบอนุกรม
P3.1	TXD	ส่งข้อมูลแบบอนุกรม
P3.2	INTO	อินเตอร์รัปต์ภายนอกหมายเลข 0
P3.3	INT1	อินเตอร์รัปต์ภายนอกหมายเลข 1
P3.4	T0	Timer/counter ตัวที่ 0
P3.5	T1	Timer/counter ตัวที่ 1
P3.6	ET	สัญญาณในการเขียนข้อมูลหน่วยความจำภายนอก
P3.7	RD	สัญญาณในการอ่านข้อมูลหน่วยความจำภายนอก

2.3.5 โครงสร้างและการทำงานของพอร์ต

ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS 51 จะมีพอร์ตที่ใช้งานอยู่ 4 พอร์ตคือ พอร์ตที่ 0-3 แต่ละพอร์ตมีขนาด 8 บิต ซึ่งแต่ละพอร์ตเป็นพอร์ตแบบติดต่อได้สองทิศทาง คือสามารถเป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุต พอร์ตในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS 51 ทั้ง 4 พอร์ตจะมีวงจรมัลติเพล็กซ์สำหรับกำหนดการทำงานพอร์ตว่าจะเป็น อินพุต/เอาต์พุต หรือใช้การติดต่อกับหน่วยความนำโปรแกรมภายนอก

พอร์ตที่ 0 เป็นขาชี้ตำแหน่ง (A7-A0) และขารับส่งข้อมูล (D7-D0) พอร์ตที่ 0 จะเห็นว่าจะไม่มีวงจรพูลอัป (pull-up) ภายใน ดังนั้นหากจะนำพอร์ตที่ 0 ไปใช้งานจะต้องต่อตัวต้านทานพูลอัปเข้าไปที่ขาของพอร์ตที่ 0 ด้วย

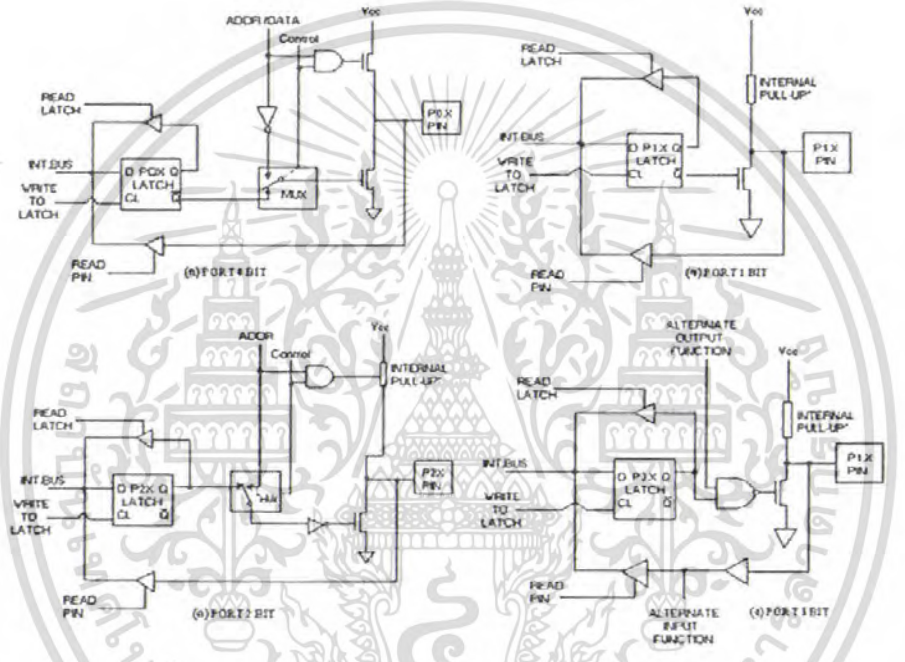
พอร์ตที่ 1 จะมีวงจรพูลอัปภายในแต่ละบิตและลักษณะคล้ายกับพอร์ตที่ 0 จะต่างกันตรงพอร์ตที่ 1 จะไม่มีวงจรมัลติเพล็กซ์ เนื่องจากพอร์ตที่ 1 นี้จะไม่ได้ใช้ติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกเหมือนกับพอร์ตที่ 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

พอร์ตที่ 2 จะมีลักษณะคล้ายพอร์ตที่ 0 แต่จะต่างกันตรงพอร์ตที่ 2 จะมีวงจรพูลอัปภายในภายในโครงสร้างพอร์ตจะมีวงจรมัลติเพล็กซ์ เพราะว่าพอร์ตที่ 2 ทำหน้าที่เป็นอินพุต/เอาต์พุต และใช้พอร์ตที่ 2 ในการติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก โดยเป็นตัวชี้ตำแหน่ง (A15-A8)

พอร์ตที่ 3 จะมีลักษณะคล้ายกับพอร์ตที่ 1 แต่จะมีวงจรบัฟเฟอร์และวงจรอินพุต/เอาต์พุตเนื่องจากพอร์ตที่ 3 ทำงานในฟังก์ชันพิเศษแบบต่างๆ



รูปที่ 2.3 แสดงโครงสร้างพอร์ตต่างๆ

2.3.6 การใช้งานพอร์ตในลักษณะอินพุต/เอาต์พุต

การใช้งานพอร์ตต่างๆ ในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS 51 เป็นพอร์ตที่สามารถติดต่อแบบสองทิศทาง คือเป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุต ดังนั้นจึงต้องเข้าใจการกำหนดลักษณะการทำงานให้แก่พอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS 51 ดังนี้

1. การกำหนดการทำงานของพอร์ตเป็นอินพุต ต้องเริ่มจากเขียนข้อมูลให้พอร์ตที่ต้องการให้ทำงานเป็นลักษณะอินพุต มีสภาวะลอจิก"1" ทุกบิต เพื่อหยุดการทำงานของตัวเฟตที่อยู่ภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
83225

โครงสร้างของพอร์ต ดังนั้นเมื่อตัวเฟตหยุดทำงานก็จะทำให้ขาสัญญาณของพอร์ตถูกต่อเชื่อมกับวงจรพูลอัปภายในโดยตรง ส่งผลให้ขาพอร์ตมีสภาวะลอจิก "1" สามารถรับลอจิก "0" จากอุปกรณ์ภายนอกได้ง่ายเมื่อต้องการให้พอร์ตทำงานลักษณะอินพุตคือรับสัญญาณทางไฟฟ้าเข้ามาที่ขาพอร์ต ควรกำหนดการทำงานของพอร์ตให้รับสัญญาณไฟฟ้าสภาวะลอจิก "0" คำสั่ง (ภาษาแอสเซมบลี) ที่ใช้ในการรับค่าจากพอร์ตที่เป็นอินพุต เช่น MOV A, P1 มีความหมายคือให้ทำการนำค่าจากขาพอร์ต P1 ไปเก็บไว้ในตัวรีจิสเตอร์ A หรือตัวแอกคิวมูเลเตอร์ (Accumulator)

2. การกำหนดให้พอร์ตทำงานเป็นเอาต์พุต โดยปกติแล้ว ไมโครคอนโทรลเลอร์จะกำหนดให้พอร์ตทำงานลักษณะเอาต์พุตอยู่แล้ว เช่น เมื่อจะกำหนดสภาวะลอจิก "0" ให้ปรากฏที่ขาพอร์ตที่กำหนดก็แค่เขียนข้อมูลลอจิก "0" ให้วงจรแลตช์ ส่งสัญญาณไปขับตัวเฟตภายในโครงสร้างให้ทำงาน ที่ขาพอร์ตที่กำหนดก็จะปรากฏสภาวะลอจิก "0" ขึ้น และเมื่ออยากจะให้สภาวะลอจิก "1" ปรากฏที่พอร์ตที่กำหนด ก็แค่เขียนข้อมูลลอจิก "1" ให้กับวงจรแลตช์ส่งผลให้ตัวเฟตภายในโครงสร้างหยุดทำงาน ทำให้ขาพอร์ตต่อเชื่อกับวงจรพูลอัปภายในโดยตรง ส่งผลให้ขาพอร์ตเกิดสภาวะลอจิก "1" ขึ้นที่ขาพอร์ตที่กำหนด

ในการใช้พอร์ตเป็นเอาต์พุต แต่ละขาของพอร์ตสามารถจ่ายกระแสหรือเรียกว่า กระแสซอร์ซ (Source Current) ได้สูงสุด 10 mA และถ้าใช้ทุกขารวมกันของพอร์ตใดพอร์ตหนึ่ง (1 พอร์ตมี 8 บิต) จะจ่ายกระแสได้สูงสุด 26 mA แต่ที่พอร์ตที่ 0 จะได้ 15 mA และถ้าใช้งานพอร์ตที่ 1-3 รวมกันเป็นพอร์ตเอาต์พุตจะสามารถจ่ายการะแสได้รวมกันสูงสุด 71 mA เห็นได้ว่าถ้าจะนำพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS 51 ไปใช้งานเป็นเอาต์พุตเพื่อไม่เกิดปัญหาในการจ่ายกระแสให้อุปกรณ์ภายนอกที่นำมาต่อเชื่อมกับพอร์ต ควรจะต้องมีวงจรบัฟเฟอร์เพื่อช่วยขับกระแสต่อกับพอร์ตที่เป็นเอาต์พุตด้วย

2.3.7 การจัดหน่วยความจำของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS 51

ในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS 51 มีหน่วยความจำอยู่ 2 แบบตามลักษณะของข้อมูลที่เก็บ คือ

1. หน่วยความจำข้อมูล (Data Memory) ก็คือหน่วยความจำส่วนที่เรียกว่า แรม (RAM) ซึ่งสามารถอ่านเขียนข้อมูลได้ตลอดเวลา แต่ไม่สามารถรันโปรแกรมได้บนหน่วยความจำส่วนนี้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. หน่วยความจำโปรแกรม (Program Memory) ก็คือหน่วยความจำที่เรียกว่า รอม (ROM) ซึ่งสามารถอ่านได้อย่างเดียว ซึ่งจะเก็บโปรแกรมที่จะทำให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำงานหรือที่เรียกว่า โปรแกรมมอนิเตอร์ (Monitor Program)

หน่วยความจำโปรแกรม ในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS 51 จะแบ่งออกเป็น2แบบคือ หน่วยความจำโปรแกรมภายนอกและหน่วยความจำโปรแกรมภายใน ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่นำมาใช้งานขนาดของหน่วยความจำโปรแกรมภายใน จะมีขนาดแตกต่างกันไปตามเบอร์ของไมโครคอนโทรลเลอร์ เช่น AT89C51 จะมีหน่วยความจำโปรแกรม 4 กิโลไบต์ (4 Kbyte) หรือเบอร์ AT89C52 จะมีหน่วยความจำโปรแกรม 8 กิโลไบต์ (8 Kbyte) ส่วนหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถขยายขนาดได้ถึง 64 กิโลไบต์ (64 Kbyte)

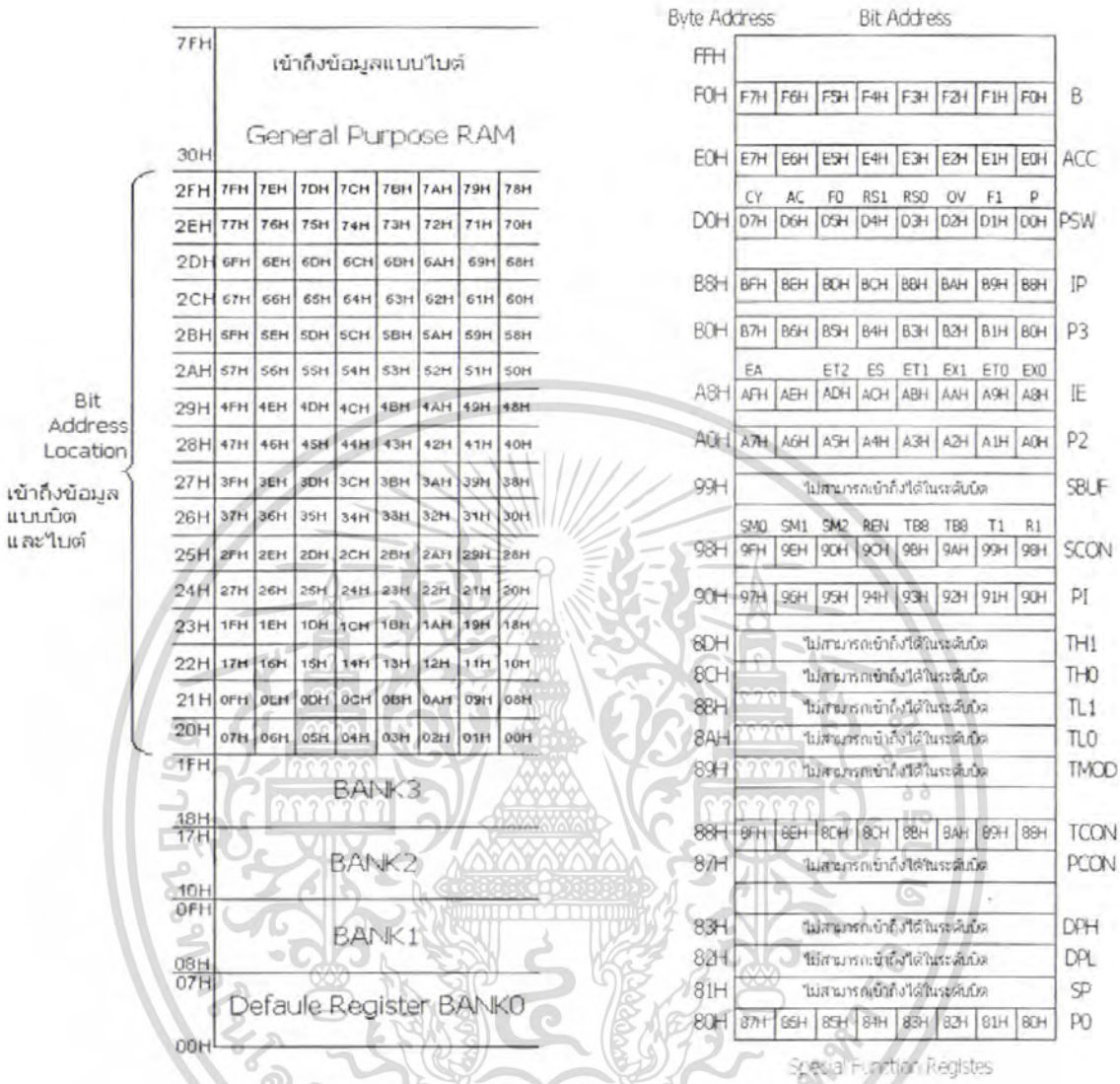
การเลือกหน่วยความจำโปรแกรมว่าจะใช้พื้นที่ภายในหรือภายนอก ไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งจะมีการเลือก 2 แบบดังนี้

1. การเลือกใช้พื้นที่หน่วยความจำโปรแกรมภายในเบอร์ AT89C51 มีขนาด 4 กิโลไบต์ (4 Kbyte) ตำแหน่ง Address ที่ 0000H – 0FFFH นั้น การเลือกใช้ต้องกำหนดขา EA (External Access) มีสภาวะลอจิก "1" และถ้าการใช้งานหน่วยความนำโปรแกรมภายในเกินตำแหน่ง Address 0FFFH แล้ว ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS 51 จะทำการติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกเองโดยอัตโนมัติ โดยเริ่มที่ตำแหน่ง Address 1000H – FFFFH โดยไม่ว่าที่ขา EA นะมีสภาวะลอจิกเป็น "1" หรือ "0"

2. การเลือกใช้พื้นที่หน่วยความจำโปรแกรมภายนอก มีขนาดพื้นที่ได้สูงสุด 64 กิโลไบต์ ตำแหน่งที่ 0000H – FFFFH การเลือกใช้ต้องกำหนดขา EA (External Access) มีสภาวะลอจิก "0" ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำงานที่พื้นที่หน่วยความจำโปรแกรมภายนอกอย่างเดียว

หน่วยความจำข้อมูล จะแบ่งออกเป็น 2 แบบคือ หน่วยความจำข้อมูลภายนอกและหน่วยความจำข้อมูลภายใน ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ที่จะนำมาใช้งานขนาดของหน่วยความจำข้อมูลภายในจะมีขยาดแตกต่างกันไปตามเบอร์ไมโครคอนโทรลเลอร์ เช่น AT89C51 จะมีหน่วยความจำข้อมูล 128 ไบต์ (128 Byte) หรือเบอร์ AT89C52 จะมีหน่วยความจำข้อมูล 256 ไบต์ (256 Byte) ส่วนหน่วยความจำข้อมูลภายนอก ไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถขยายขนาดได้ถึง 64 กิโลไบต์ (64 Kbyte) หน่วยความจำข้อมูลภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ AT89C51 มีขนาด 128 ไบต์ ตั้งแต่ตำแหน่งที่ 00H - FFH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 การจัดสรรพื้นที่ในหน่วยความจำข้อมูลภายใน

จากรูป การจัดสรรพื้นที่ในหน่วยความจำข้อมูลภายใน โดยแบ่งออกเป็น 4 กลุ่มหลัก ๆ คือ

1. ที่ตำแหน่ง Address 00H – 1FH ขนาด 32 ไบต์ เป็นพื้นที่ของรีจิสเตอร์ R0 – R7 ซึ่งรีจีสเตอร์นี้จะมีด้วยกัน 4 ชุด หรือเรียกว่า 4 แบงก์ ดังนั้นจึงมีรีจิสเตอร์ไว้ใช้งาน 32 ตัว

2. ตำแหน่ง Address 20H – 2 FH ขนาด 16 ไบต์ เป็นพื้นที่ใช้งานทั่วไป สามารถเข้าถึงระดับบิตได้

3. ที่ตำแหน่ง Address 30H – 7FH หน่วยความจำข้อมูลที่ใช้งานทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ที่ตำแหน่ง Address 80H – FFH เป็นพื้นที่ของรีจิสเตอร์พิเศษ (Special Function Register: SFR) ที่ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ เช่น รีจิสเตอร์ A (Accumulator : Acc), รีจิสเตอร์ B, PC, PSW, DPTR, SP, รีจิสเตอร์ที่เกี่ยวกับพอร์ต P0, P1, P2, P3, รีจิสเตอร์ที่เกี่ยวกับพอร์ตอนุกรม SCON, SBUFF และรีจิสเตอร์ที่เกี่ยวกับไทเมอร์ T0, T1 เป็นต้น

2.4 A/D และ D/A เบอร์ PCF8591

2.4.1 คุณสมบัติ PCF8591

PCF8591 จัดเป็นอุปกรณ์ประเภท Chip Support จำพวก A/D และ D/A โดยโครงสร้างจะเป็นไอซีแบบชิพเดี่ยวแบบ CMOS ซึ่งในการทำงานจะใช้แหล่งจ่ายไฟเลี้ยงเพียงชุดเดียวและต้องการพลังงานต่ำมาก ภายในตัวประกอบด้วย วงจรแปลงสัญญาณจากดิจิตอล เป็นสัญญาณอนาล็อก (D/A) ขนาด 8 บิต จำนวน 1 ช่อง และวงจรสำหรับแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอล (A/D) ขนาด 8 บิต อยู่ภายในตัวเดียวกันอีก 4 ช่อง ซึ่งอัตราความเร็วในการสุ่มสัญญาณสูงสุดของวงจร A/D จะมีค่าเท่ากับอัตราความเร็วสูงสุดของการสื่อสารข้อมูลแบบ I^2C ที่สามารถทำได้

โดย PCF8591 จะมีขาสัญญาณสำหรับกำหนดตำแหน่งแอดเดรสภายในตัวจำนวน 3 ขา (A0, A1, A2) ซึ่งจะทำให้สามารถต่ออุปกรณ์ตัวนี้ร่วมกันภายในระบบบัสเดียวกันได้มากถึง 8 ตัว โดย PCF8591 มีคุณสมบัติโดยรวมที่น่าสนใจดังนี้

คุณสมบัติ (FEATURE)

1. ใช้จ่ายไฟเพียงชุดเดียว (ใช้เฉพาะไฟบวกกับกราวด์ไม่ต้องใช้ไฟลบ)
2. ทำงานที่แรงดันไฟในช่วง 2.5V ถึง 6V
3. กินกระแสต่ำขณะ Standby
4. ใช้การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม I^2C Bus
5. กำหนดตำแหน่งในบัสได้โดยใช้ขาสัญญาณ 3 ขา (A0, A1 และ A2)
6. อัตราการสุ่มสัญญาณของ A/D ขึ้นอยู่กับความเร็วของการสื่อสารข้อมูลของ I^2C
7. อินพุต ของวงจร ADC ทั้ง 4 ช่องสามารถโปรแกรมรูปแบบให้ทำงานเป็น Single-ended หรือ Differential ได้ 4 แบบ
8. สามารถกำหนดให้ A/D เปลี่ยนช่องสัญญาณได้เองโดยอัตโนมัติ
9. แรงดันไฟของสัญญาณอนาล็อกสามารถใช้งานได้ในช่วง VSS ถึง VDD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

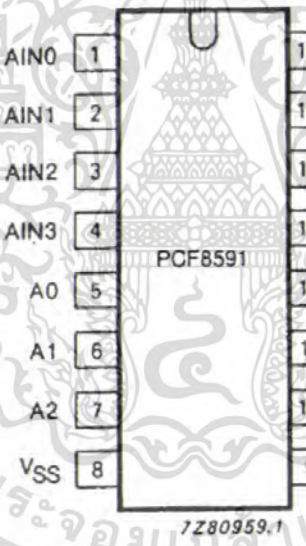
10. มีวงจร Track และ Hold บรรจุอยู่ภายในตัวด้วย

11. ใช้วงจรแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอลขนาด 8 บิต แบบ Successive Approximation

12. มีวงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณอนาล็อกขนาด 8 บิต จำนวน 1 ช่อง

2.4.2 การจัดขาสัญญาณของ PCF8591

สำหรับลักษณะรูปร่างของ PCF8591 นั้น จะมีขนาด 16 ขา โดยมีให้เลือกใช้ทั้งแบบที่เป็นตัวถังแบบตีนตะขาบขนาด 16 ขา หรือ DIP16 (Dual in-line package) และแบบที่เป็นตัวถังแบบอุปกรณ์พื้นผิว SO16 (Small Outline Package) โดยทั้ง 2 แบบจะมีลักษณะของการจัดเรียงขาสัญญาณเหมือนกันดังนี้



รูปที่ 2.5 แสดงลักษณะการจัดขาสัญญาณของ PCF8591

1. AIN [3:0] เป็นสัญญาณ A/D Input จำนวน 4 ช่อง โดยสามารถรับสัญญาณอนาล็อกได้ 0-5V

2. A [2:0] เป็นขาสัญญาณแอดเดรสใช้ในการกำหนดตำแหน่งของตัว PCF8591 ภายในบัส

3. VSS เป็นขาสัญญาณอ้างอิงหรือ GND ของวงจรดิจิตอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. SDA เป็นขาข้อมูลแบบ 2 ทิศทาง ของ I^2C ใช้สำหรับรับส่งข้อมูลระหว่าง PCF8591 และอุปกรณ์ภายนอก โดยจะทำหน้าที่เป็น Input ในการรับข้อมูลจากอุปกรณ์ภายนอกที่จะส่งให้กับ PCF8591 และในทางกลับกันก็จะทำหน้าที่เป็น Output สำหรับส่งข้อมูลจาก PCF 8591 ให้กับอุปกรณ์ภายนอก โดยขาสัญญาณนี้จะมีคุณสมบัติเป็นแบบ Open-Drain ดังนั้นจะต้องต่อวงจร Resistor Pull up ให้กับขา SDA นี้ด้วยเสมอ

5. SCL เป็นขาสัญญาณนาฬิกา Input ของ I^2C ใช้สำหรับควบคุมการรับส่งหรืออ่านเขียนข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ภายนอก และ PCF8591

6. OSC เป็นขาสัญญาณนาฬิกา Input/Output

7. EXT เป็นขาสำหรับเลือกสัญญาณนาฬิกาเป็น Input หรือ Output

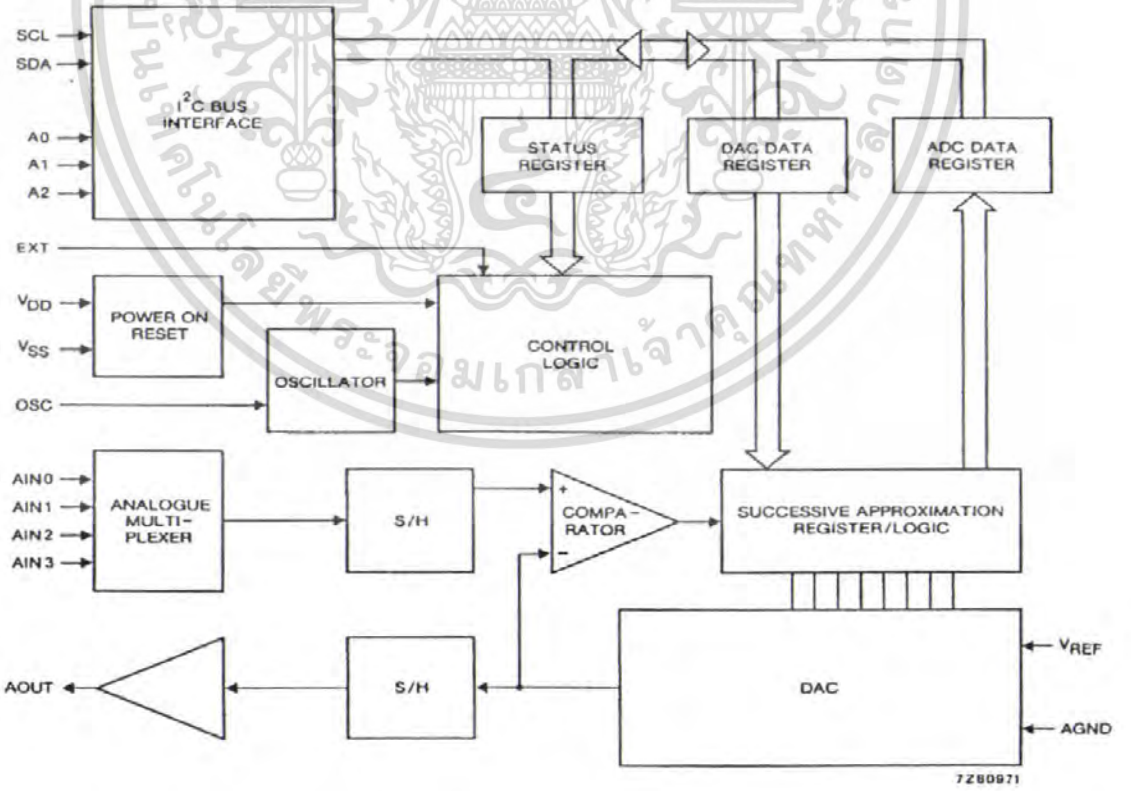
8. AGND เป็นขาสัญญาณอ้างอิงหรือ GND ของวงจรอนาล็อก

9. VREF เป็นขาสัญญาณแรงดันอ้างอิงของวงจร A/D และ D/A

10. AOUT เป็นขาสัญญาณ อะนาล็อก Output ของวงจร D/A

11. VDD เป็นขาสัญญาณแหล่งจ่ายไฟเลี้ยงของ PCF8591

2.4.3 โครงสร้างภายใน



รูปที่ 2.6 แสดงโครงสร้างภายในของ PCF8591

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.4 การกำหนดตำแหน่งของ PCF8591

PCF8591 แต่ละตัวที่ต่ออยู่ในบัส I^2C เดียวกันจะมีตำแหน่งแอดเดรสที่แตกต่างกันไปซึ่งการติดต่อถึงอุปกรณ์ แต่ละตัวจะต้องส่งไบต์ข้อมูล สำหรับระบุตำแหน่งแอดเดรสให้ตรงกับแอดเดรสของอุปกรณ์ตัวนั้นๆ โดยไบต์ข้อมูลสำหรับระบุตำแหน่งแอดเดรสจะประกอบด้วยข้อมูลที่เป็นส่วนคงที่ และข้อมูลที่เป็นส่วนโปรแกรมได้ โดยส่วนที่โปรแกรมได้ถูกเปลี่ยนแปลงตามสภาวะลอจิกของขาสัญญาณ A2, A1 และ A0 โดยปรกติแล้วไบต์สำหรับกำหนดแอดเดรสนั้นจะถูกส่งออกไปในบัสเป็นไบต์แรกหลังจากส่งสภาวะเริ่มต้น (Start Condition) ของ I^2C บัส โดยบิตสุดท้าย ของไบต์สำหรับกำหนดแอดเดรสนั้นจะเป็นบิตที่ใช้กำหนดว่าเป็นการเขียนข้อมูลให้กับ PCF8591 หรือเป็นการอ่านข้อมูลจาก PCF8591 ซึ่งลักษณะของไบต์สำหรับกำหนดแอดเดรสเป็นดังนี้

บิต7	บิต6	บิต5	บิต4	บิต3	บิต2	บิต1	บิต0
1	0	0	1	A2	A1	A0	R/ $\overline{W}$

2.4.5 คุณสมบัติ Control Byte ของ PCF8591

ในการติดต่อกับ PCF8591 นั้น เมื่อสร้างสภาวะเริ่มต้น (Start Condition) แล้ว ในไบต์แรกจะส่งข้อมูลไบต์สำหรับกำหนดตำแหน่งของอุปกรณ์เพื่อระบุว่าต้องการจะติดต่อกับ PCF8591 ตัวใด ส่วนข้อมูลไบต์ที่ 2 ส่งให้กับ PCF8591 นั้นจะเป็นไบต์สำหรับใช้เก็บค่าของรีจิสเตอร์ควบคุมตามฟังก์ชั่นต่างๆ ของอุปกรณ์ ซึ่ง Philips เรียกไบต์ข้อมูลนี้ว่า "Control Byte" ซึ่งมีลักษณะของ control Byte ของ PCF8591 นั้นมีโครงสร้างของข้อมูลและความหมายในการสั่งควบคุมเป็น ดังนี้

บิต [1:0] เป็นบิตสำหรับกำหนดช่องของ A/D ที่ต้องการอ่านค่า โดยมีลักษณะดังนี้

บิต1 : บิต0	A/D Channel
0:0	เปิดการทำงานของ A/D ช่อง 0 (AIN0)
0:1	เปิดการทำงานของ A/D ช่อง 1 (AIN1)
1:0	เปิดการทำงานของ A/D ช่อง 2 (AIN2)
1:1	เปิดการทำงานของ A/D ช่อง 3 (AIN3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บิต 2 เป็นบิต Auto Increment Flag ทำงานเมื่อกำหนดบิตนี้เป็น "1" โดยเมื่อกำหนดให้บิตนี้มีค่าเป็น "1" จะมีผลทำให้หมายเลขช่องสัญญาณของ A/D เพิ่มค่าขึ้นโดยอัตโนมัติหลังจากสั่งอ่านค่า ของ A/D ในแต่ละครั้ง แต่ถ้าหากว่าบิตนี้ถูกกำหนดเป็น "0" ไว้ ค่าตำแหน่งชองสัญญาณ A/D จะไม่เปลี่ยนแปลงจะยังคงมีค่าตามเดิมเหมือนกับที่กำหนดไว้ใน Control Byte ครั้งสุดท้ายไว้

บิต 3 ไม่ได้ใช้งานปกติดจะมีค่าเป็น "0"

บิต [5:4] ใช้สำหรับกำหนดการทำงานของ A/D ซึ่งมีคุณสมบัติการทำงานดังนี้

บิต5 : บิต4	A/D Channel
0:0	กำหนดให้ A/D ทำงานแบบ Single End
0:1	กำหนดให้ A/D ทำงานแบบ 3 Differential Input
1:0	กำหนดให้ A/D ทำงานแบบ Single Ended และ Differential Mix
1:1	กำหนดให้ A/D ทำงานแบบ 2 Differential Input

บิต 6 เป็นบิต Analog Output Enable Flag ใช้สำหรับควบคุมการทำงานของสัญญาณนาฬิกา Clock และสัญญาณ AOUT ของ D/A โดยจะทำงานเมื่อกำหนดให้บิตนี้มีค่าเป็น "1"

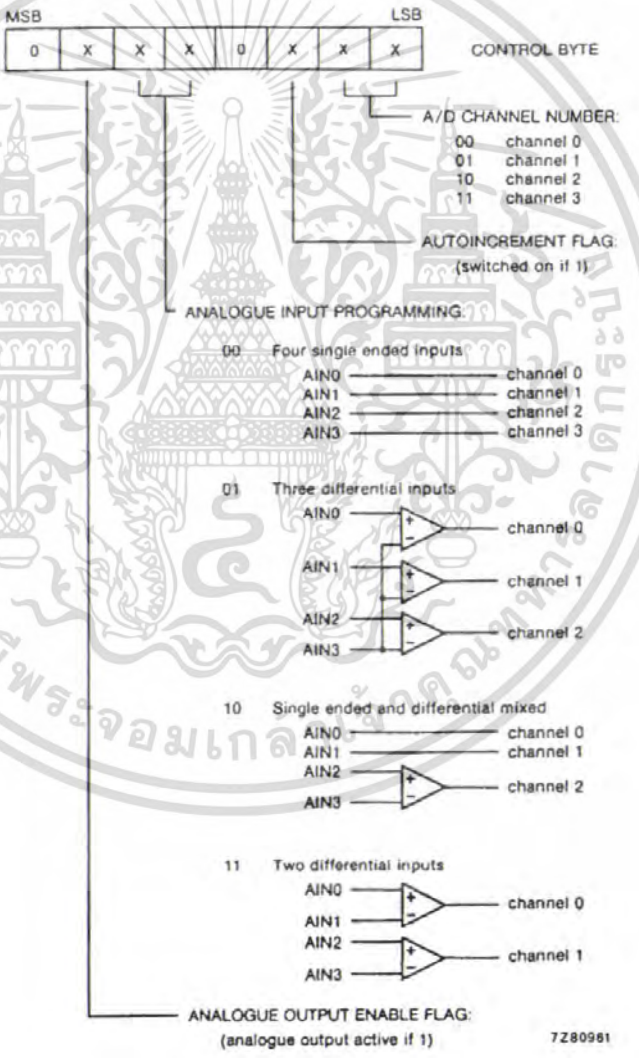
บิต 7 ไม่ได้ใช้งาน ปรกติจะมีค่าเป็น "0"

ในกรณีที่กำหนดให้ A/D ทำงานแบบ Auto-Increment Mode แล้วเลือกใช้สัญญาณนาฬิกา Clock จากภายในตัว PCF8591 ด้วยนั้น ควรกำหนดให้ค่าของบิต6 ใน Control Byte (Analog Output Enable Flag) มีค่าเป็น "1" ด้วยเสมอ เพื่อให้การทำงานของสัญญาณนาฬิกา Clock สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องตลอดเวลา ซึ่งวิธีการนี้จะช่วยลดปัญหาความผิดพลาด (Error) จากการแปลงสัญญาณของวงจร A/D ที่เกิดจากเสถียรภาพของสัญญาณนาฬิกาในช่วงเริ่มต้น (Start-Up Delay) ให้น้อยลงด้วยทั้งนี้ก็เนื่องมาจากว่าถ้ากำหนดให้สัญญาณนาฬิกา Clock เริ่มด้านทำงานพร้อมๆ กับการสั่งให้ A/D เริ่มทำการสุ่มสัญญาณนั้น สัญญาณนาฬิกาจะต้องใช้เวลาในการ Power-on อยู่ระยะหนึ่งกว่าจะได้สัญญาณที่มีเสถียรภาพ ซึ่งเมื่อ A/D ใช้สัญญาณนาฬิกา ที่ยังไม่มีเสถียรภาพดีพอมาใช้ในการสุ่มสัญญาณก็จะทำให้ค่าผลลัพธ์ที่ได้จากการสุ่มสัญญาณครั้งนั้นๆ เกิดความผิดพลาดตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไปด้วย แต่เมื่อกำหนดให้สัญญาณนาฬิกาทำงานไว้ตลอดเวลาแล้ว เมื่อสั่งให้ A/D เริ่มต้นทำการสุ่มสัญญาณครั้งใดสัญญาณนาฬิกาที่ใช้การสุ่มสัญญาณจะมีค่าเท่ากันตลอด ซึ่งก็จะทำให้ได้ผลลัพธ์ตรงกับความเป็นจริงมากที่สุดด้วย ซึ่งหลังจากสั่งอ่านค่า A/D เสร็จแล้วก็อาจทำการรีเซตบิต Analog Output Enable Flag ให้เป็น "0" ในภายหลังก็ได้เพื่อลดความต้องการกำลังงานของ PCF8951 ลงก็ได้เช่นกัน

โดยปกติแล้ว หลังจากการ Power-on Reset ทุกๆ ครั้งนั้น ค่าของ Control Byte จะมีค่าเป็นศูนย์ทุกบิต ซึ่งจะทำให้วงจร D/A และ สัญญาณนาฬิกา Clock หยุดการทำงาน ซึ่งจะส่งผลให้สัญญาณ อนาล็อก Output (AOUT) อยู่ในสภาวะ High Impedance ไว้เสมอ

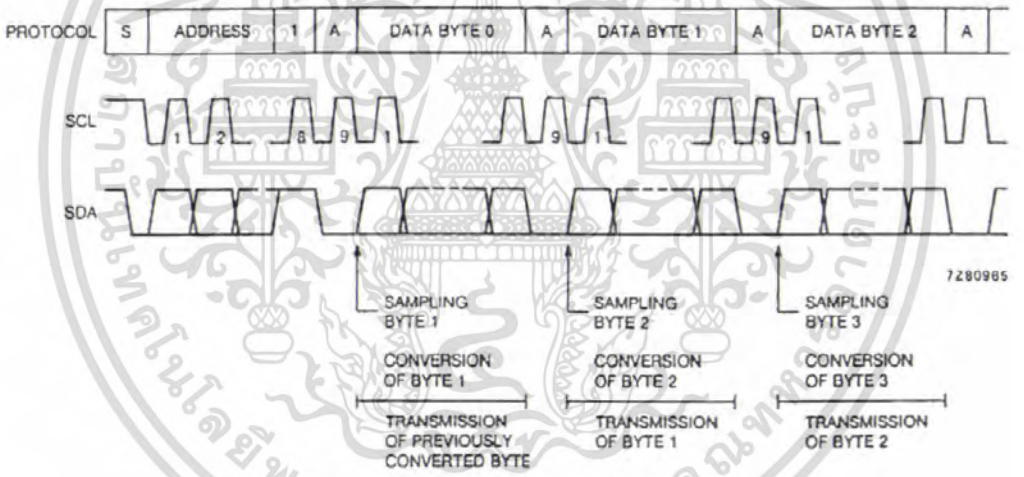


รูปที่ 2.7 แสดงลักษณะโครงสร้างของไบต์ข้อมูล Control Byte ของ PCF 8591

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.6 การใช้งาน A/D Conversion

วงจร A/D ที่บรรจุไว้ในตัว PCF8591 นั้นจะเป็นวงจร A/D แบบที่ใช้หลักการแปลงสัญญาณด้วยเทคนิคของการประมาณค่า (Successive Approximation) ซึ่งวงจร A/D แบบนี้จะเริ่มทำงานหลังจากตำแหน่งของการอ่านข้อมูลถูกส่งให้กับ PCF8591 แล้ว ซึ่งถ้าพิจารณาจากผังเวลาจะเป็นว่าค่า ดิจิตอลที่อ่านได้จะเป็นค่าอนาล็อกที่ถูกแปลงมาแล้วก่อนหน้าที่จะสั่งอ่านนั้น ซึ่งการทำงานจะเป็นไปอย่างต่อเนื่อง โดยสัญญาณอนาล็อกจะถูกสุ่มออกมาแปลงเป็นสัญญาณดิจิตอลในทุกๆ ครั้งของบิตตอบรับ (Acknowledge) ของ I^2C และสัญญาณที่ถูกสุ่มดังกล่าว แปลงค่าเป็นข้อมูลดิจิตอลในช่วงขณะที่ข้อมูลชุดที่ถูกแปลงก่อนมาแล้ว ก่อนกำหนดตำแหน่งอุปกรณ์ของ PCF8591 แล้ว ในลำดับต่อไปก็จะสามารถเริ่มอ่านค่าผลลัพธ์ของ A/D ได้ทันที แต่ข้อมูลไบต์แรกที่อ่านได้นั้นจะยังไม่ใช่ค่าผลลัพธ์ของ A/D ช่อง 1 แต่จะเป็นของก่อนหน้านั้น ส่วนค่าของช่อง 1 นั้นจะอ่านได้ในไบต์ถัดไปแทนดังรูป

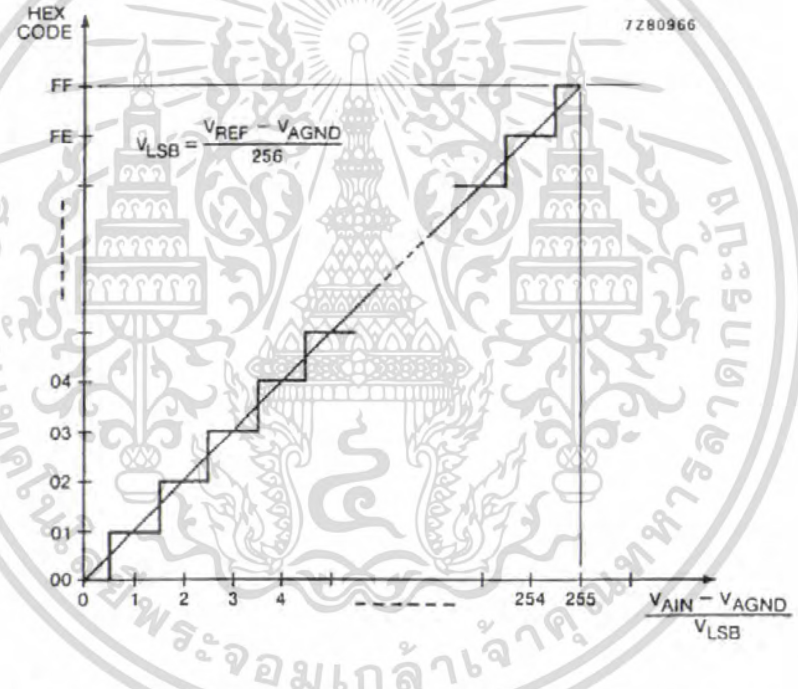


รูปที่ 2.8 แสดงผังเวลาของการสั่งอ่านค่า A/D จาก PCF8591

ซึ่งจะเห็นได้ว่าในครั้งแรกนั้น ค่าการแปลงสัญญาณของช่อง A/D ที่ถูกกำหนดให้ทำการสุ่มสัญญาณไว้นั้น จะถูกเปลี่ยนแปลงเป็นค่าข้อมูลขนาด 8 บิต แบบ Binary code ไว้ ส่วนในกรณีที่กำหนดการทำงานของ A/D ให้เป็นแบบ Differential Input ไว้ ค่าผลลัพธ์ของ A/D จะถูกแปลงเป็นข้อมูลขนาด 8 บิต แบบ Complement Code โดยค่าของผลลัพธ์ของ A/D นั้นจะเก็บไว้ใน ADC Data Register ซึ่งในช่วงนี้เอง ถ้าหากว่ามีการเซตบิต Auto Increment ไว้ด้วย การทำงานช่องต่อไปของ A/D ก็จะถูกเลือกอัตโนมัติ

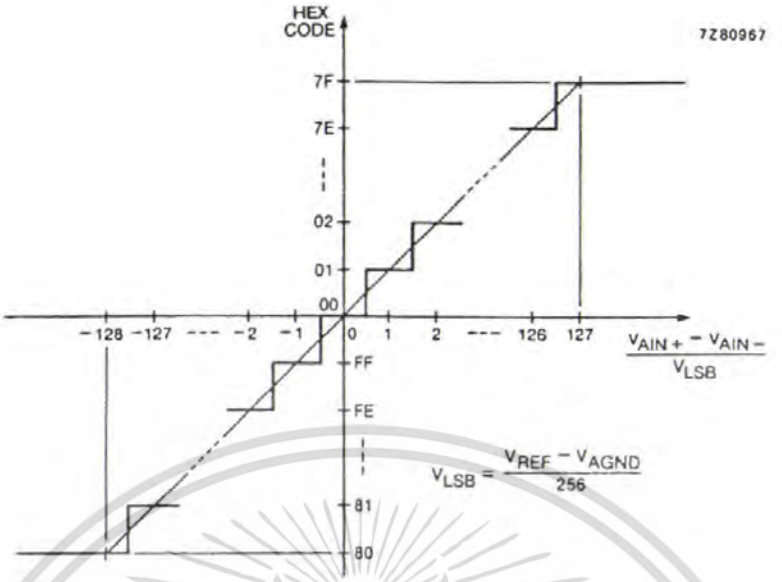
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับค่าข้อมูลไบต์แรกที่จะถูกส่งออกมาจาก PCF8591 ในการสั่งอ่านค่านั้น จะเป็นค่าผลลัพธ์จากการแปลงสัญญาณของ A/D ช่องก่อนหน้าที่สั่งอ่านนั้นเสมอ เช่น เมื่อสั่งให้ A/D ช่อง 1 ทำการแปลงค่านั้น ค่าผลลัพธ์ที่อ่านได้ในช่วงดังกล่าวจะเป็นค่าผลลัพธ์ของ A/D ช่องก่อนหน้านั้น ซึ่งก็คือ ช่อง 0 ส่วนค่าผลลัพธ์ของ A/D ช่อง 1 ก็จะต้องไปอ่านเมื่อสั่งแปลงค่าของช่องที่ 2 แล้วเป็นต้น แต่ในกรณีที่เกิดการ Power on Reset ทุกครั้งนั้น เมื่อสั่งให้ A/D ช่องแรกเริ่มทำการแปลงค่านั้นค่าของข้อมูลในไบต์แรกที่ถูกส่งออกจาก PCF8591 นั้นจะเป็นค่าก่อนหน้านั้น ซึ่งในกรณีของการ Power on Reset นั้น ผลลัพธ์ไปทีแรกจะมีค่าคงที่เป็น 80H เสมอ ส่วนค่าผลลัพธ์ของการแปลงจาก A/D ช่องแรกก็จะอ่านได้เมื่อสั่งแปลงค่าของA/Dของช่องถัดไป



รูปที่ 2.9 แสดงลักษณะการแปลงสัญญาณของ A/D แบบ Single ended Input

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.10 แสดงลักษณะการแปลงสัญญาณของ A/D แบบ Differential Input

2.5 ระบบการเชื่อมต่ออุปกรณ์แบบ I^2C Bus

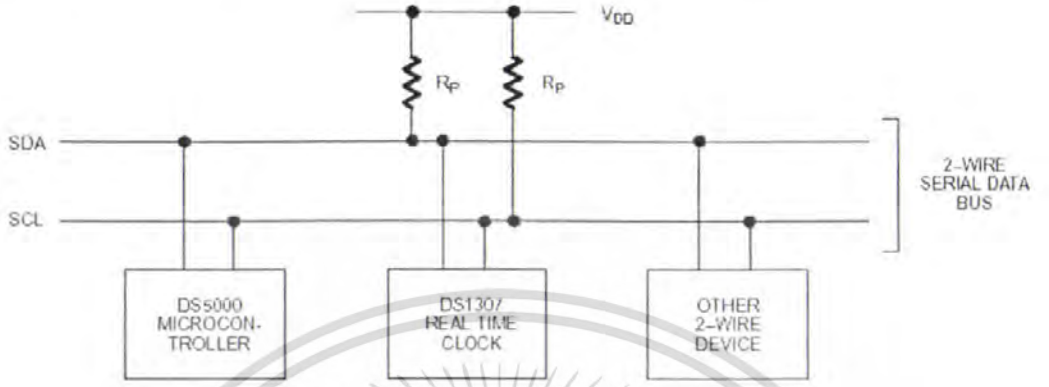
ไอสแควบัส I^2C ย่อมาจาก Inter-IC Communication หมายถึงการติดต่อสื่อสารกันระหว่างไอซี โดยใช้ระบบ I^2C ในการติดต่อสื่อสารระบบ I²C ได้รับการพัฒนาขึ้นโดยบริษัทฟิลิปส์ ด้วยจุดมุ่งหมายหลัก คือ ต้องการให้ชิพไอซีหรือไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถติดต่อควบคุม สั่งงานโดยใช้สัญญาณเพียง 2 เส้น เส้นหนึ่งคือ สายสัญญาณข้อมูลแบบอนุกรม หรือ SDA (Serial Data Line) ส่วนอีกเส้นหนึ่งคือ สายสัญญาณนาฬิกาที่ใช้ในการกำหนดจังหวะการทำงานปบบอนุกรม หรือ SCL (Serial Clock Line) การต่อใช้งานร่วมกันของอุปกรณ์ระบบ I^2C ทำได้ง่าย เพียงต่อสายสัญญาณข้อมูลและสายสัญญาณนาฬิกาของอุปกรณ์ระบบ I^2C แต่ละตัวต่อขนานกันหรือพ่วงกันไป ส่วนการกำหนดแอดเดรสหรือกำหนดตำแหน่งสำหรับติดต่ออุปกรณ์แต่ละตัวใช้การกำหนดที่ขาแอดเดรสของอุปกรณ์ระบบ I^2C แต่ละตัว

2.5.1 คุณสมบัติของระบบ I^2C

สายข้อมูล SDA และสายสัญญาณนาฬิกา SCL เป็นสายสัญญาณแบบ 2 ทิศทาง (Bi-Directional Line) ในอัตราการสื่อสารข้อมูลถึง 100 กิโลบิตต่อวินาที โดยต้องมีการต่อตัวต้านทางพูลอัปกับแรงดันไฟฟ้า +5V ไว้เพื่อให้สายมีสภาวะลอจิกสูงในขณะที่ไม่มีการติดต่อใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทั้งนี้เพื่อช่วยในการป้องกันสัญญาณรบกวนที่อาจมีเข้ามาในสายสัญญาณทั้งสองวงจรเอาต์พุตที่ต่ออยู่บนระบบ I^2C ควรมีลักษณะเป็นวงจรเดรนเปิดหรือคอลแลคเตอร์เปิด



รูปที่ 2.11 แสดงลักษณะการเชื่อมต่ออุปกรณ์แบบ I^2C Bus

ข้อเด่นอีกประการหนึ่งของระบบ I^2C คือสามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์ชิพที่ใช้ไฟเลี้ยงไม่เท่ากันให้สามารถติดต่อกันได้ โดยอุปกรณ์บนระบบบัสตัวหนึ่งอาจใช้แรงดันไฟฟ้า 5V และอุปกรณ์บนระบบบัสอีกตัวหนึ่งใช้แรงดันไฟฟ้า 12V การต่อร่วมกันบนระบบ I^2C สามารถต่อพวงใช้งานอุปกรณ์ได้ในลักษณะเดียวกันกับ กรณีที่อุปกรณ์ทั้งสองใช้ไฟเลี้ยงหรือแรงดันไฟฟ้าเท่ากัน นั้นคือให้ต่อสายข้อมูล SDA และสายสัญญาณนาฬิกา SCL ของอุปกรณ์แต่ละตัวเข้าด้วยกันและต้องต่อตัวต้านทานพูลอัปเข้ากับแรงดันไฟฟ้า 5V

2.5.2 สภาวะที่เกิดขึ้นบนบัส I^2C

สภาวะต่างๆ ที่สามารถเกิดขึ้นได้บนระบบบัส I^2C นี้จะมีด้วยกัน 5 สภาวะดังต่อไปนี้

1. บัสว่าง (Bus Not Busy) สภาวะนี้เกิดขึ้นเมื่อสภาวะลอจิกบนสายข้อมูล SDA และสายสัญญาณนาฬิกา SCL เป็นสภาวะลอจิกสูง ("1") ทั้งสองสายสัญญาณ นั้นจะมีความหมายว่าการสื่อสารข้อมูลสามารถเริ่มต้นขึ้นได้

- สายข้อมูล SDA = 1
- สายสัญญาณนาฬิกา SCL = 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เริ่มต้นการข้อมูล (Start Data Transfer) สภาวะนี้เกิดขึ้นเมื่อสายข้อมูล SDA มีการเปลี่ยนแปลงจากสภาวะลอจิกสูงไปเป็นสภาวะลอจิกต่ำ ในขณะที่สายสัญญาณนาฬิกา SCL มีสภาวะลอจิกสูง สภาวะที่เกิดขึ้นนี้เรียกว่า สภาวะเริ่มต้น (Start)

- สายข้อมูล SDA = 1 → 0
- สายสัญญาณนาฬิกา SCL = 1 คงที่

3. หยุดการถ่ายข้อมูล (Stop Data Transfer) สภาวะนี้เกิดขึ้นเมื่อสายข้อมูล SDA มีการเปลี่ยนแปลงสภาวะจากลอจิกต่ำไปลอจิกสูงในขณะที่สายสัญญาณนาฬิกา SCL มีสภาวะลอจิกสูง สภาวะที่เกิดขึ้นนี้เรียกว่า สภาวะหยุด (stop)

- สายข้อมูล SDA = 0 → 1
- สายสัญญาณนาฬิกา SCL = 1 คงที่

4. ข้อมูลมีอยู่บนบัส (data valid) สภาวะนี้เกิดขึ้นอยู่ระหว่างสภาวะเริ่มต้นและสภาวะหยุด โดยสภาวะลอจิกที่เกิดขึ้นบนสายข้อมูล SDA ก็คือข้อมูลที่จะทำการสื่อสาร ในการรับส่งข้อมูลแต่ละบิตจะต้องมีสัญญาณนาฬิกาควบคุมหนึ่งลูกคลื่น โดยข้อมูลบนสายข้อมูล SDA จะต้องคงที่ ในขณะที่สายสัญญาณนาฬิกา SCL จะต้องเป็นสภาวะลิจิกสูง และข้อมูลบนสายข้อมูล SDA จะเปลี่ยนแปลงได้ก็ต่อเมื่อ สายสัญญาณนาฬิกา SCL เป็นลอจิกต่ำ แต่ถ้าเมื่อใดที่ข้อมูลบนสายข้อมูล SDA เปลี่ยนแปลง แล้วที่สายสัญญาณนาฬิกา SCL มีสภาวะลอจิกต่ำอุปกรณ์มาสเตอร์หรือตัวควบคุม I2C ที่ทำการควบคุมการสื่อสารข้อมูลและแปลความหมายเป็นสภาวะเริ่มต้นหรือสภาวะหยุดก็ได้ ทำให้ข้อมูลที่ทำการรับส่งนั้นเกิดความผิดพลาดขึ้น

- ข้อมูลบนสายข้อมูล SDA จะสามารถเปลี่ยนแปลงได้

  - สายข้อมูล SDA = 0 → 1 หรือ 1 → 0
  - สายสัญญาณนาฬิกา SCL = 0 คงที่

- รับส่งข้อมูลบนสายข้อมูล SDA

  - สายข้อมูล SDA = 1 คงที่ หรือ 0 คงที่
  - สายสัญญาณนาฬิกา SCL = 1 คงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ข้อมูลบนสายข้อมูล SDA จะเกิดการผิดพลาดได้

  - สายข้อมูล SDA = 0 → 1 หรือ 1 → 0
  - สายสัญญาณนาฬิกา SCL = 1 คงที่

5. การรับรู้ – ตอบรับข้อมูล (Acknowledge) สภาวะนี้เกิดขึ้นหลังจากที่การสื่อสารข้อมูลจากตัวส่ง (Master) มายังตัวรับ (Slave) หลังจากส่งข้อมูลมาครบถ้วน 1 ไบต์ หรือ 8 บิตอย่างสมบูรณ์แล้ว ในช่วงสัญญาณนาฬิกาของ SCL ลูกที่ 9 ตัวส่ง (Master) จะทำการส่งข้อมูลมา 1 บิต เรียกว่า บิตรับรู้ (Acknowledge) มีสภาวะเป็นลอจิกสูง ส่วนด้านตัวรับ (Slave) เมื่อได้รับข้อมูลครบสมบูรณ์ก็จะส่ง 1 บิต ตอบรับ (ACK) โดยการทำให้สภาวะลอจิกสูงบนสายข้อมูล SDA เปลี่ยนเป็นสภาวะลอจิกต่ำ เพื่อตอบสนองให้ทราบว่าได้รับข้อมูลในแต่ละไบต์เรียบร้อยแล้ว

การอ้างถึงแบบ 7 บิต

บิต7	บิต6	บิต5	บิต4	บิต3	บิต2	บิต1	บิต0
X	X	X	X	A2	A1	A0	R/ $\overline{W}$
← บิตกำหนดแอดเดรสคงที่ →				← บิตกำหนดแอดเดรสได้ →			

ข้อมูลไบท์แรก (8 บิต) ที่เกิดขึ้นหลังจากสภาวะเริ่มต้นคือข้อมูลที่ใช้ในการอ้างถึงอุปกรณ์ที่ต้องการติดต่อหรือข้อมูลเพื่อกำหนดแอดเดรส ดังรูป ที่แสดงรูปแบบกำหนดข้อมูลแอดเดรส 7 บิต ใน 1 ไบท์ 7 บิตแรก จะเป็นข้อมูลในการกำหนดแอดเดรสของอุปกรณ์สเลฟที่ต้องการติดต่อ โดยแบ่งเป็นบิตกำหนดแอดเดรสคงที่ จำนวน 4 บิต (บิตที่ 7- บิตที่ 4) ซึ่งข้อมูลนี้อุปกรณ์แต่ละตัวจะถูกกำหนดมาจากบริษัทโรงงานผู้ผลิตซึ่งไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ถัดมาอีกจำนวน 3 บิต (บิตที่ 3- บิตที่ 1) เป็นแอดเดรสที่สามารถกำหนดได้โดยการกำหนดสภาวะลอจิกให้แก่ขา A2, A1, A0 ส่วนในบิต 0 เป็นบิตที่ใช้กำหนดการอ่านหรือเขียนข้อมูลกับอุปกรณ์สเลฟตัวนั้นๆ หากบิตที่ 0 เป็น “0” = W หมายถึงต้องการเขียนข้อมูลไปยังอุปกรณ์ตัวนั้น แต่ถ้าเป็น “1” = R จะเป็นการอ่านข้อมูลจากอุปกรณ์สเลฟตัวนั้น สังเกตรูปที่ แสดงรูปแบบของข้อมูลอนุกรมที่ใช้ติดต่อกับอุปกรณ์บัส I^2C เมื่อใช้การอ้างถึงแบบ 7 บิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 การสื่อสารผ่านพอร์ตอนุกรม

2.6.1 พื้นฐานการสื่อสารข้อมูล

ในการสื่อสารข้อมูลโดยทั่วไป จะกล่าวถึงการรับและส่งข้อมูลระหว่างภาครับและภาคส่ง หรือสามารถมองง่ายๆ อาจเป็นการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ 2 เครื่องส่งรับข้อมูลระหว่างกัน โดยแบ่งการสื่อสารออกเป็น 2 แบบ คือ

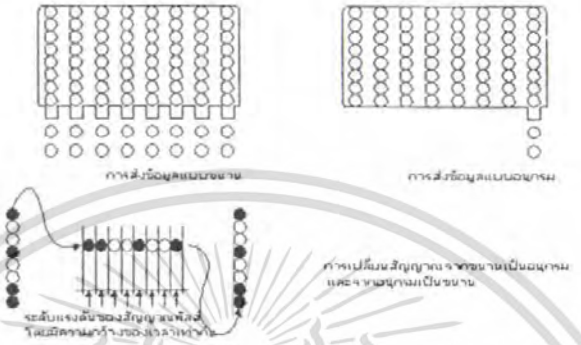
1. การสื่อสารแบบขนาน คือ การสื่อสารรับส่งข้อมูลขนาด 8 บิต (DATA BUS) จะต้องใช้สายสัญญาณจำนวน 8 เส้น จึงสามารถสื่อสารได้รวดเร็ว การสื่อสารแบบขนานเหมาะกับการสื่อสารระยะไม่ไกล เพราะถ้าระยะไกลๆ จะสิ้นเปลืองสายสัญญาณจำนวนมากนั่นเอง

2. การสื่อสารแบบอนุกรม คือ การสื่อสารรับส่งข้อมูลทีละบิต ในการสื่อสารไกลๆ จะเหมาะ เนื่องจากใช้สายสัญญาณเพียง 3 เส้น แต่ความเร็วการสื่อสารจะน้อยกว่าการสื่อสารแบบขนาน การสื่อสารแบบอนุกรมสามารถแบ่งออกตามลักษณะของสัญญาณในการรับส่งได้เป็น 2 แบบ คือ

2.1 การสื่อสารอนุกรมแบบซิงโครนัส (Synchronous) คือ การสื่อสารที่มีสัญญาณนาฬิกาเป็นตัวควบคุมการรับ – ส่งข้อมูล เช่น การสื่อสารของคีย์บอร์ดคอมพิวเตอร์, เมาส์ ต้องมีสัญญาณนาฬิกาควบคุมการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 การสื่อสารอนุกรมแบบอะซิงโครนัส (Asynchronous) คือ การสื่อสารแบบใช้เวลาการสื่อสารไม่แน่นอน ขึ้นอยู่กับความพร้อมในการสื่อสารของภาครับและภาคส่ง โดยจะมีรูปแบบการสื่อสารที่มีส่วนประกอบ คือ ส่วนเริ่มต้นข้อมูล, ส่วนของข้อมูล, ส่วนตรวจสอบความผิดพลาดข้อมูล และส่วนสิ้นสุดข้อมูล เป็นต้น



รูปที่ 2.12 แสดงการส่งข้อมูลแบบขนานและแบบอนุกรม

2.6.2 มาตรฐาน RS-232

RS-232 เป็นมาตรฐานการสื่อสารอนุกรมระหว่างอุปกรณ์ทั้งสองในการสื่อสารข้อมูลซึ่งมาตรฐานการสื่อสารด้วย RS-232 จะสามารถสื่อสารข้อมูลได้ไกลประมาณ 50 เมตร ถ้าจะขยายระยะห่างให้การสื่อสารข้อมูลได้ไกลยิ่งขึ้น ก็สามารถทำได้โดยการเลือกใช้สายที่มีการสูญเสียน้อย มาตรฐานการสื่อสารอนุกรม RS-232 นั้นจะมีข้อกำหนดพารามิเตอร์อยู่ 4 ค่าคือ

1. ค่าอัตราบอดเรต (Baud Rate) คือ ค่าอัตราความเร็วในการรับ - ส่ง ข้อมูลข่าวสารต่อ 1 วินาที หน่วยเป็นบิตต่อวินาที (Bit per second) ซึ่งอัตราบอดเรตในการสื่อสารข้อมูลจะมีค่าตั้งแต่ 110 ถึง 76,800 เช่น ถ้าอัตราบอดเรต 19,200 ก็หมายถึง การรับ-ส่งข้อมูล 19,200 บิตต่อ 1 วินาที

2. ค่าความกว้างข้อมูล (Data Width) คือ ข้อมูลที่รับส่งข้อมูลเป็นกลุ่มโดยมีขนาด 7 บิต หรือ 8 บิต ขึ้นอยู่กับการสื่อสารรับส่งข้อมูลว่าจะเลือกขนาดใดในการสื่อสารระหว่างกัน

3. ค่าพาริตี้บิต (Parity Bit) พาริตี้บิต เป็นบิตสำหรับตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลในการรับ – ส่งข้อมูล โดยการนับจำนวนบิตที่เป็น "1" ในข้อมูลเป็นจำนวนเลขคู่หรือจำนวนเลขคี่ การ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนดพาริตี้บิตในการสื่อสารข้อมูลมีรูปแบบการกำหนด เช่น พาริตี้คู่ (Even Parity) พาริตี้คี่ (Odd Parity) หรือไม่มีพาริตี้ (None)

4. ค่าบิตจบ (Stop Bit) เป็นบิต สำหรับปิดท้ายข้อมูล โดยอาจมี 1 บิตหรือ 2 บิต

2.6.3 รูปแบบการสื่อสารรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม

ในการสื่อสารอนุกรม จะมีรูปแบบการสื่อสารข้อมูลเป็นกลุ่มบิตซึ่งเรียกว่า เฟรม ใน 1 เฟรมนั้นจะประกอบด้วย คือ

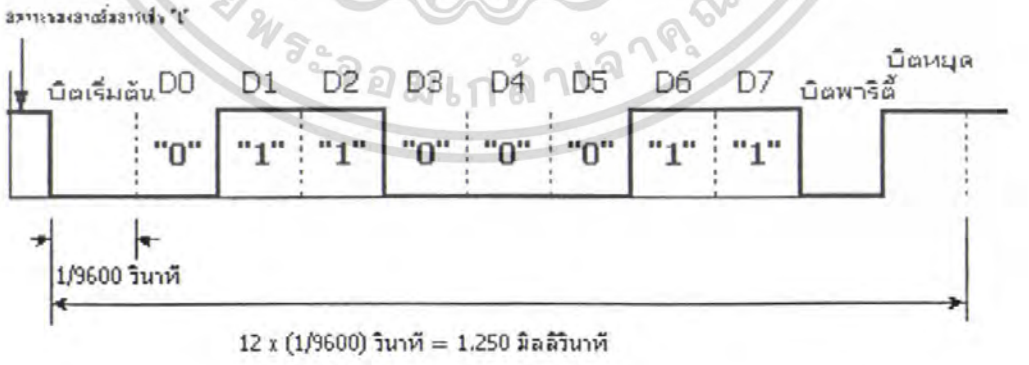
1. บิตเริ่มต้น (Start Bit) มีขนาด 1 บิต เป็นบิตเริ่มต้นที่ทำหน้าที่บอกอุปกรณ์ภาครับข้อมูลว่าข้อมูลกำลังจะมาถึงมีขนาด 1 บิต

2. บิตข้อมูล (Data Bit) มีขนาด 7 – 8 บิต เป็นกลุ่มบิตที่เป็นข้อมูลในการสื่อสารระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 กับไมโครคอมพิวเตอร์มักจะใช้ข้อมูลเป็นรหัสแอสกี

3. บิตพาริตี้ (Parity Bit) มีขนาด 1 บิต เป็นบิตในการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล

4. บิตจบการสื่อสาร (Stop Bit) มีขนาด 1-2 บิตเป็นบิตที่บอกว่าสิ้นสุดข้อมูลแล้ว

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
1	1	0	0	0	1	1	0



รูปที่ 2.13 แสดงการส่งข้อมูลขนาด 8 บิตแบบอนุกรม ด้วยความเร็ว 9600 บิตต่อวินาที

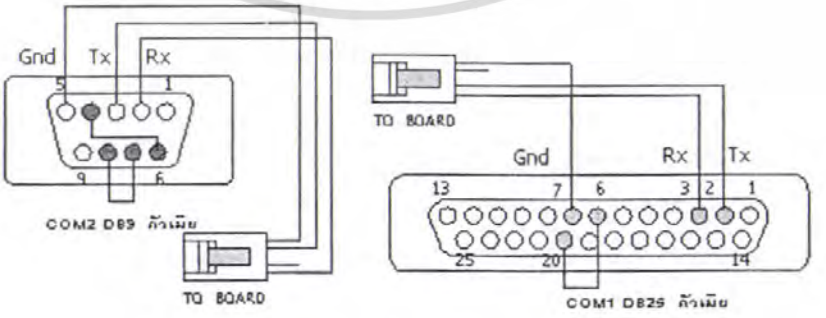
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 แสดงเวลา Bit time ใน Baud rate ต่างๆ

ตารางแสดงเวลา Bit time ใน Baud rate ต่างๆ	
Baud rate	**Bit time**
300	3.33 ms
600	1.66 ms
1,200	833 µs
2,400	146 µs
4,800	208 µs
9,600	104 µs
19,200	52 µs

2.6.4 คอนเน็กเตอร์แบบ D-Type

ในการสื่อสารแบบอนุกรมของเครื่องคอมพิวเตอร์โดยใช้มาตรฐาน RS-232 หัวต่อแบบ D-Type จะมีอยู่ 2 ลักษณะ คือ แบบ 9 ขาและ แบบ 25 ขา หรืออาจจะเรียกว่า DB9 และ DB25 ตามลำดับ ซึ่งหัวต่อทั้ง 2 แบบ จะมีลักษณะการทำงานของสัญญาณต่างๆ เหมือนกันแต่การจัดเรียงขาไม่เหมือนกัน



รูปที่ 2.14 การต่อสายสัญญาณ DB 9 และ DB25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.5 แสดงชื่อขาสัญญาณของ DB9 และ DB25

ตารางแสดงการจัดเรียงขาสัญญาณ			
อธิบายสัญญาณ	**สัญญาณ**	**9 ขา**	**25 ขา**
Carrier detect	CD	1	8
Receive data	RD	2	3
Transmit data	TD	3	2
Data terminal ready	DTR	4	20
Signal ground	SG	5	7
Data set ready	DSR	6	6
Request to send	RTS	7	4
Clear to send	CTS	8	5
Ring indicator	RI	9	22

อธิบายขาสายสัญญาณต่างๆ ที่หัวต่อ D-Type

D: เป็นขาสัญญาณกราวด์

RD: เป็นขาใช้รับสัญญาณข้อมูลแบบอนุกรม โดยสามารถสื่อสารได้ 2 ทาง

TD: เป็นขาใช้ส่งสัญญาณข้อมูลแบบอนุกรม โดยสามารถสื่อสารได้ 2 ทาง

RTS: เป็นขาที่ส่งสัญญาณเพื่อยืนยันข้อมูลให้อุปกรณ์ปลายทางส่งข้อมูลกลับมา

CTS: เป็นขาที่ส่งสัญญาณเพื่อยืนยันว่าอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อพร้อมที่จะรับส่งข้อมูล

DTR: เป็นขาที่ส่งสัญญาณเพื่อยืนยันว่าอุปกรณ์พร้อมในกรณีติดต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DSR: เป็นขาที่ส่งสัญญาณตรวจสอบการเชื่อมต่อเพื่อยืนยันว่าอุปกรณ์ปลายทางพร้อมในการติดต่อ

CD: เป็นขาที่ส่งสัญญาณบอกว่ามีสัญญาณพาหะ (Carrier) จากโมเด็ม

ในการสื่อสารระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับไมโครคอมพิวเตอร์ด้วยมาตรฐาน RS-232 แบบอนุกรมสายสัญญาณที่ใช้มีแค่ 3 สาย คือ SG สัญญาณกราวนด์, RD สายสัญญาณรับข้อมูล, TD สายสัญญาณส่งข้อมูล ตามลำดับ

2.7 โปรแกรมภาษา C

การเขียนโปรแกรมควบคุมจะใช้โปรแกรมภาษา C สำหรับควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 โดยจะใช้ Keil C51 ซึ่งเป็น C คอมไพล์เลอร์ ของ Keil ในการคอมไพล์โปรแกรม

Keil C51 Evaluation (8051 Development Tools Eval Version) เป็นรุ่นทดลองที่ Keil Software Inc ให้นำไปเพื่อศึกษาการเขียนโปรแกรมภาษา C สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล 8051 โดยเวอร์ชั่นทดลองนี้มีข้อจำกัดในการทำงาน ดังนี้

1. ขนาดของออปเจ็กต์โค้ดที่ผ่านการคอมไพล์และลิงค์แล้วไม่เกิน 2 กิโลไบต์
2. สามารถใช้งานดีบักเกอร์ (Debugger) ได้ในหน่วยความจำโปรแกรมไม่เกิน 2 กิโลไบต์
3. โปรแกรม Keil C51 Eval จะสร้างสตาร์อัพโค้ดเริ่มต้น โค้ดที่สร้างขึ้นไม่สามารถใช้งานได้กับ ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีหน่วยความจำโค้ดโปรแกรมขนาด 2 กิโลไบต์หรือน้อยกว่าได้
4. โปรแกรมเริ่มต้นที่ตำแหน่งแอดเดรส 0x0800 ทำให้ไม่สามารถใช้งานโปรแกรมที่มีแอดเดรส 0x0000 ได้
5. ไม่สนับสนุนการใช้งานรีจิสเตอร์ชี้ตำแหน่งข้อมูล 2 ตัว
6. ไม่สนับสนุนการใช้งานข้อมูลและฟังก์ชั่นทศนิยม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.15 แสดงหน้าต่างของโปรแกรม µVision 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบโครงงาน

โครงงานนี้จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของฮาร์ดแวร์และส่วนของซอฟแวร์ โดยส่วนของฮาร์ดแวร์นั้นจะเป็นการออกแบบวงจร เพื่อรับ-ส่งค่าที่วัดได้ คือ การวัดสัญญาณเสียงโดยใช้ Sound Level Meter เป็นตัววัดสัญญาณเสียง แล้วส่งต่อให้วงจรแปลงอนาล็อกเป็นดิจิตอล (A/D) ทำการแปลงสัญญาณเสียงที่รับเข้ามา เพราะสัญญาณเสียงที่รับเข้ามานั้นเป็นสัญญาณทางไฟฟ้า จึงต้องการแปลงให้เป็นสัญญาณดิจิตอลเสียก่อน ในส่วนของวงจรแปลงอนาล็อกเป็นดิจิตอล (A/D) จะใช้ IC เบอร์ PCF 8591 เป็นตัวแปลงสัญญาณ เมื่อได้สัญญาณเสียงที่เป็นสัญญาณดิจิตอลแล้ว จะทำการส่งสัญญาณเสียงไปให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เป็นตัวควบคุมการส่งข้อมูลไปยังคอมพิวเตอร์ ในที่นี้วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 จะใช้ IC เบอร์ AT89C52 และ RS-232 จะใช้ IC เบอร์ MAX232

รูปที่ 3.1 แสดงโครงสร้างการทำงานส่วนของฮาร์ดแวร์

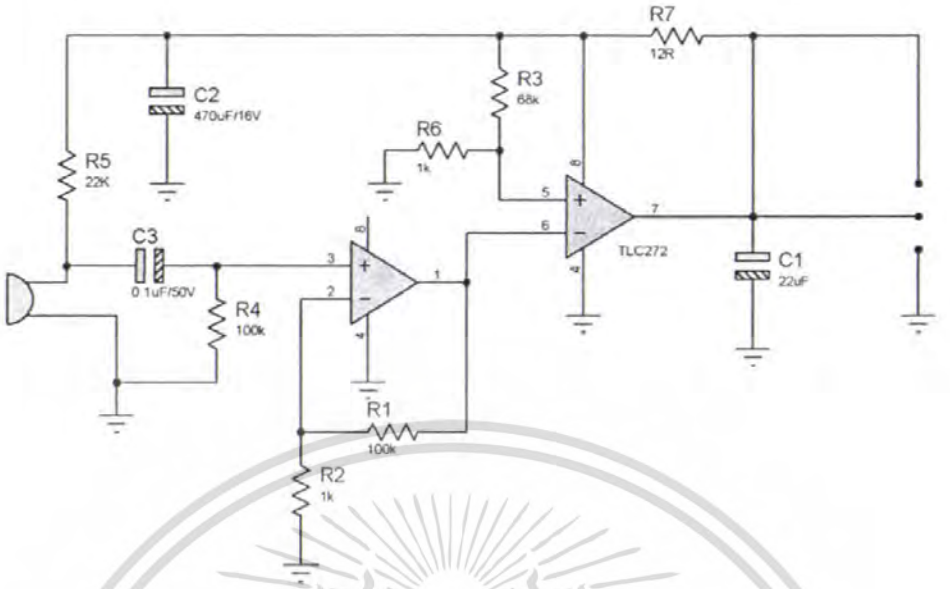
ในส่วนของซอฟแวร์จะแสดงผลของข้อมูลที่ได้และจะมีการรองรับการจัดเก็บเข้าไว้ในฐานข้อมูล การแสดงผลของข้อมูลจะใช้ Visual Basic 2005 เป็นตัวแสดงและใช้ Microsoft Access 2003 ในการจัดเก็บข้อมูลเข้าไว้ในฐานข้อมูล

3.1 Sound Detector

คุณสมบัติทางเทคนิค

1. ใช้ตรวจจับการเปลี่ยนแปลงระดับเสียง
2. ให้เอาต์พุตเป็นแรงดัน 0-5 V ตามการเปลี่ยนแปลงของระดับเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



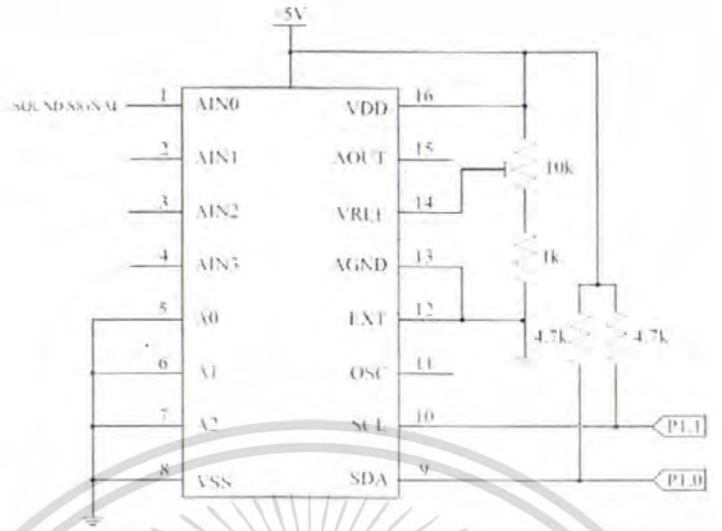
รูปที่ 3.2 แสดงการต่อวงจร Sound Detector

อุปกรณ์หลักที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานเสียงเป็นสัญญาณไฟฟ้าคือไมโครโฟน ในวงจรนี้ใช้แบบตัวเก็บประจุ หรือเรียกว่า คอนเด็นเซอร์ไมโครโฟน (Condenser Microphone) เมื่อ MIC ได้รับเสียงจะมีแรงดันออกไปเข้าที่ขา 3 ของ IC1/1 ซึ่งเป็นไอซีออปแอมป์ทำหน้าที่ขยายสัญญาณเสียง ให้มีระดับสัญญาณเพิ่มขึ้น และถูกขยายอีกชั้นหนึ่งด้วย IC1/2 ค่าแรงดันเอาต์พุต Vout จะอยู่ระหว่าง 0-5 V ขึ้นอยู่กับความดังของเสียง ถ้าเสียงดังมากแรงดันที่ก็จะมีค่ามาก ถ้าเสียงเบาค่าแรงดันที่ได้ก็มีค่าน้อย

3.2 วงจรแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอล

วงจรนี้จะใช้ IC เบอร์ PCF8591 เป็นอุปกรณ์หลักในการแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอล ซึ่งมีอยู่ 4 ช่องสัญญาณ โดยใช้ไฟเลี้ยงวงจร 5 โวลต์ มีการกำหนดแอดเดรสที่ขา A0, A1, และขา A2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 แสดงการต่อวงจรไอซี PCF8591

การต่อขาใช้งาน

1. AIN0 – AIN3 เป็นสัญญาณ A/D Input สามารถรับสัญญาณอนาล็อกได้ 0-5V

2. A0 – A2 เป็นขาสัญญาณแอดเดรสใช้ในการกำหนดตำแหน่งของตัว PCF8591 ภายในบัส

3. VSS เป็นขาสัญญาณอ้างอิงหรือ GND ของวงจรดิจิตอล

4. SDA เป็นขาข้อมูลแบบ 2 ทิศทาง ของ I^2C ใช้สำหรับรับส่งข้อมูลระหว่าง PCF8591 และอุปกรณ์ภายนอก

5. SCL เป็นขาสัญญาณนาฬิกา Input ของ I^2C ใช้สำหรับควบคุมการรับส่งหรืออ่านเขียนข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ภายนอก และ PCF8591

6. OSC เป็นขาสัญญาณนาฬิกา Input/Output

7. EXT เป็นขาสำหรับเลือกสัญญาณนาฬิกาเป็น Input หรือ Output

8. AGND เป็นขาสัญญาณอ้างอิงหรือ GND ของวงจรอนาล็อก

9. VREF เป็นขาสัญญาณแรงดันอ้างอิงของวงจร A/D และ D/A

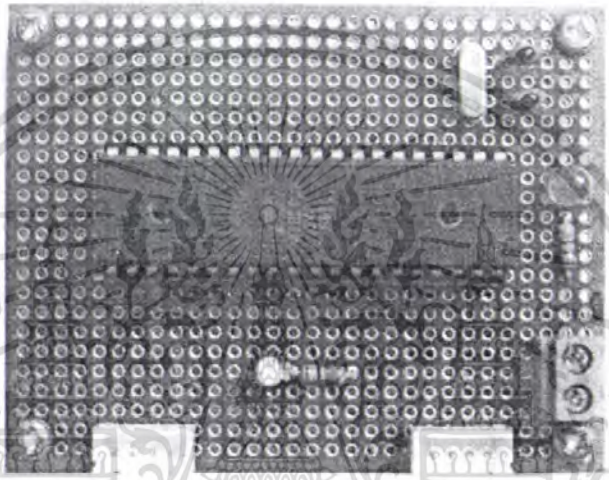
10. AOUT เป็นขาสัญญาณอนาล็อก Output ของวงจร D/A

11. VDD เป็นขาสัญญาณแหล่งจ่ายไฟเลี้ยงของ PCF8591

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ในโครงงานเป็นตระกูล 8051 มีขนาด 40 ขา เบอร์ AT89C52 เป็นชนิดที่มีหน่วยความจำแบบแฟลต มี C 10 µF และ R 10 KΩ เป็นวงจรกำหนดคาบเวลาของสัญญาณรีเซตโดยมีคริสตอล 11.059 MHz และC 33 pF 2 ตัว เป็นแบบเซรามิค ทำหน้าที่กำเนิดสัญญาณนาฬิกาให้กับ AT89C52



รูปที่ 3.4 แสดงบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ในการทดลอง

3.4 การใช้งานพอร์ตอนุกรม

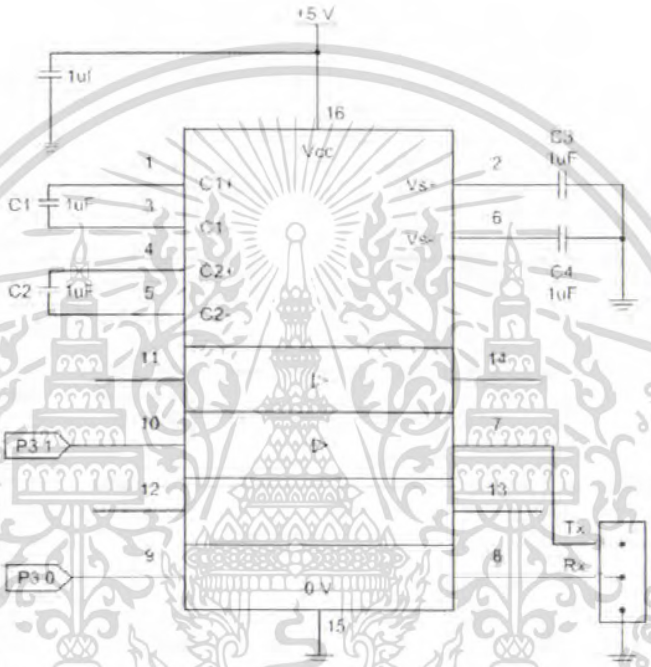
ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 มีวงจรสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม (Serial Communication) ที่สามารถรับและส่งข้อมูลได้ในเวลาเดียวกัน (Full-duplex) อาจเรียกวงจรสื่อสารข้อมูลแบบนี้ว่า UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter) วงจรสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม จะอยู่ภายในตัวของไมโครคอนโทรลเลอร์จึงสามารถควบคุมการทำงานได้โดยง่าย การใช้งานพอร์ตอนุกรมโดยทั่วไปจะใช้ในการสื่อสารข้อมูลระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์ หรือระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับคอมพิวเตอร์

การสื่อสารข้อมูลระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์และคอมพิวเตอร์ จะต้องมีวงจรเปลี่ยนระดับแรงดันให้เหมาะสมตามมาตรฐานการสื่อสารข้อมูลอนุกรม RS-232 เนื่องจากระดับลอจิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

("0" และ "1") ของไมโครคอนโทรลเลอร์และคอมพิวเตอร์จากพอร์ต RS-232 จะมีระดับของแรงดันที่แตกต่างกันมาก

ดังนั้นการเปลี่ยนระดับแรงดัน เพื่อให้ไมโครคอนโทรลเลอร์และคอมพิวเตอร์สามารถรับรู้ระดับลอจิกที่ทำการสื่อสารระหว่างกันนั้น นิยมใช้ไอซี MAX-232 ซึ่งถูกออกแบบมาเพื่อทำหน้าที่นี้โดยเฉพาะ



รูปที่ 3.5 แสดงการต่อวงจรไอซี MAX-232

เมื่อได้ทำการต่อวงจรไอซี MAX-232 และเขียนโปรแกรมในไมโครคอนโทรลเลอร์แล้ว สามารถตรวจสอบการรับ-ส่งข้อมูลได้ โดยใช้โปรแกรม Hyper Terminal โดยโปรแกรม Hyper Terminal เป็นโปรแกรมที่ทำหน้าที่สื่อสารข้อมูลทางพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ติดมากับ Window อยู่แล้ว สามารถเรียกใช้ได้ทันทีเมื่อต้องการ

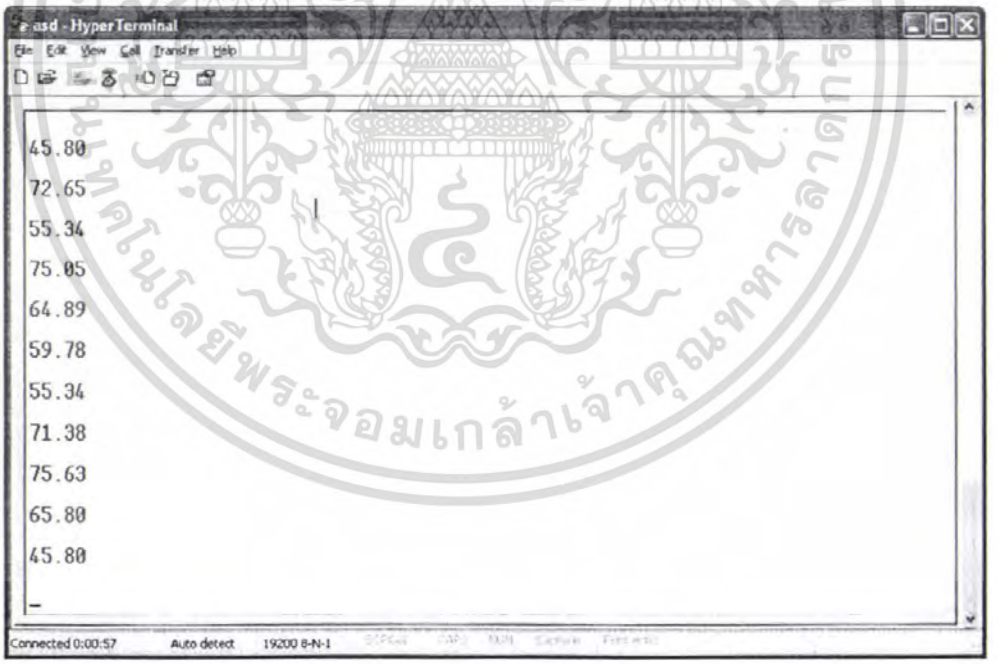
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.6 แสดงหน้าต่างสำหรับตั้งชื่อและเลือกไอคอน

รูปที่ 3.7 แสดงหน้าต่างสำหรับเลือกใช้หมายเลขพอร์ตที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.8 แสดงหน้าต่างสำหรับกำหนดรูปแบบการสื่อสารข้อมูล

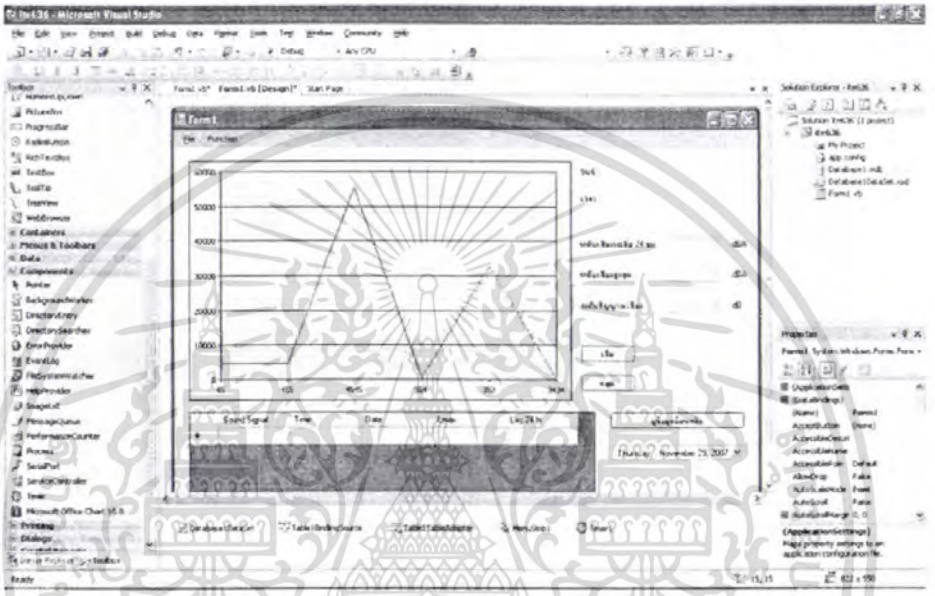


รูปที่ 3.9 แสดงหน้าต่างของโปรแกรม Hyper Terminal

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 การออกแบบหน้าแสดงผลหลัก

การแสดงผลค่าต่างๆ ที่ได้จากการทำงานในส่วนของฮาร์ดแวร์ จะนำไปเก็บไว้ในฐานข้อมูลและจะนำมาแสดงผล เมื่อผู้ใช้เรียกใช้งานระบบ โดยจะใช้โปรแกรม Visual Basic 2005 ในการออกแบบการแสดงผลของข้อมูลค่าต่าง ๆ

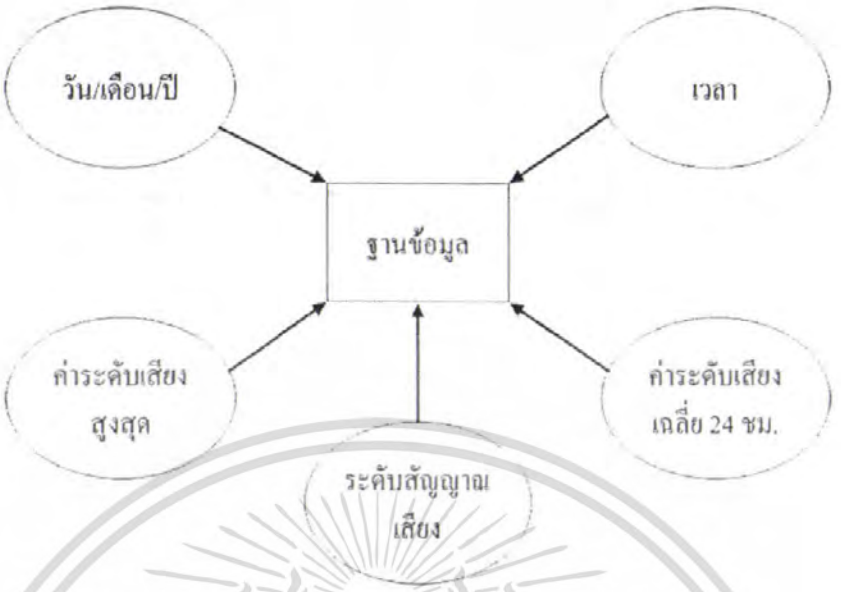


รูปที่ 3.10 แสดงการออกแบบหน้าแสดงผลหลักโดยใช้ Visual Basic 2005

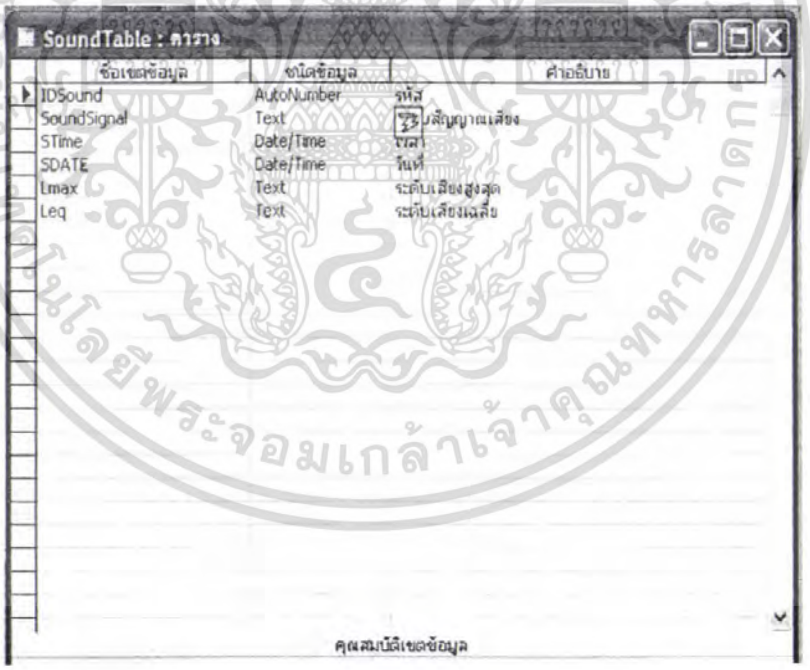
3.6 การออกแบบฐานข้อมูล

ฐานข้อมูลเป็นส่วนของซอฟแวร์ ใช้เก็บข้อมูลที่รับค่ามาจากฮาร์ดแวร์ นำไปเก็บไว้ในระบบฐานข้อมูลที่สร้างขึ้น โดยจะแสดงค่าที่เก็บไว้เมื่อผู้ใช้เรียกใช้ ข้อมูลที่เก็บไว้ในฐานข้อมูลจะประกอบด้วย 5 Attribute คือ วันที่, เวลา, ค่าระดับเสียงสูงสุด, ค่าระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง, ระดับสัญญาณเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.11 แสดงความสัมพันธ์ของข้อมูล



รูปที่ 3.12 แสดงการออกแบบคุณสมบัติของฐานข้อมูลใน Microsoft Access

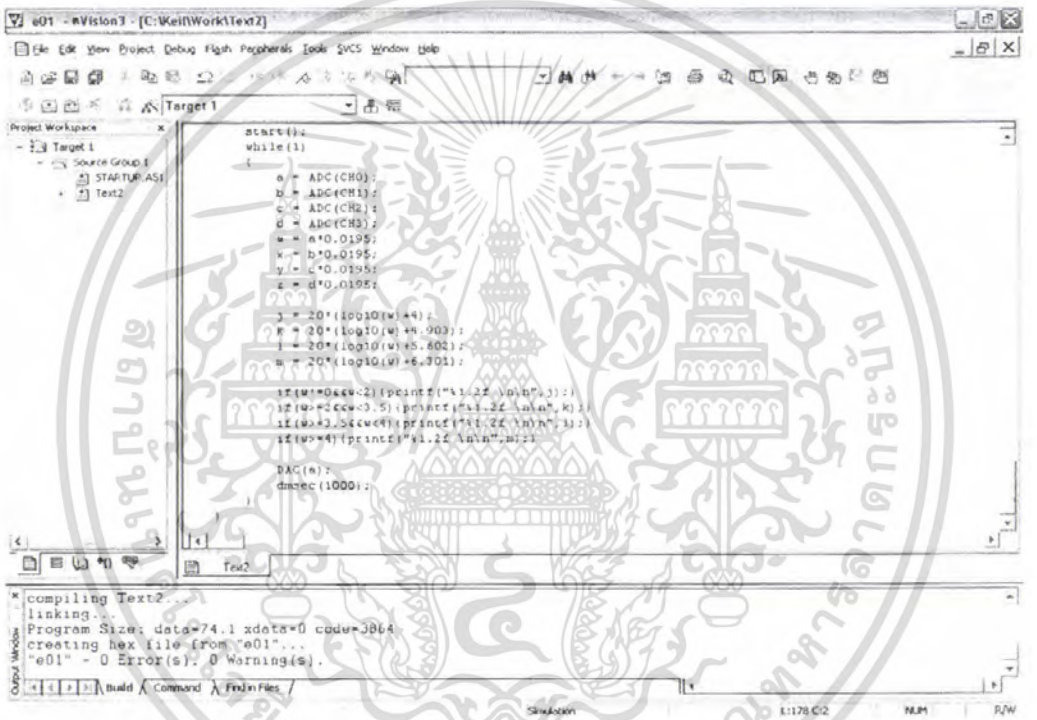
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่4

ผลการทดลอง

4.1 การทดลอง

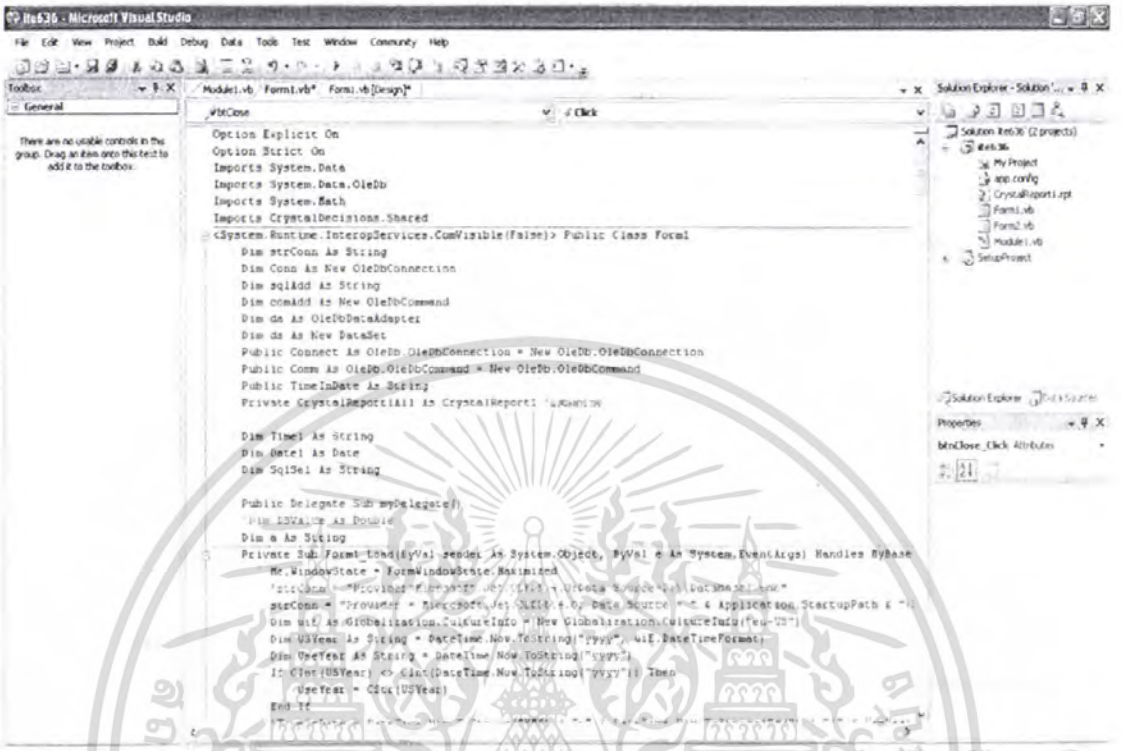
1. เขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ให้รับค่าจากเซ็นเซอร์และส่งเข้าคอมพิวเตอร์ผ่านทาง Serial Port



รูปที่ 4.1 แสดงโปรแกรมคอมไพล์เลอร์ Keil

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

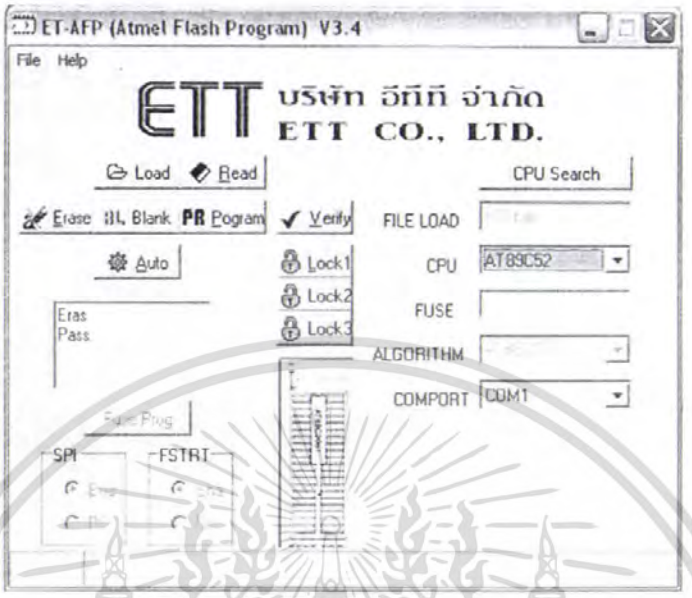
2. เขียนโปรแกรม เพื่อออกแบบการงานใช้หน้าผลแสดง โดยใช้ Visual Basic 2005



รูปที่ 4.2 แสดงโปรแกรม Visual Basic 2005

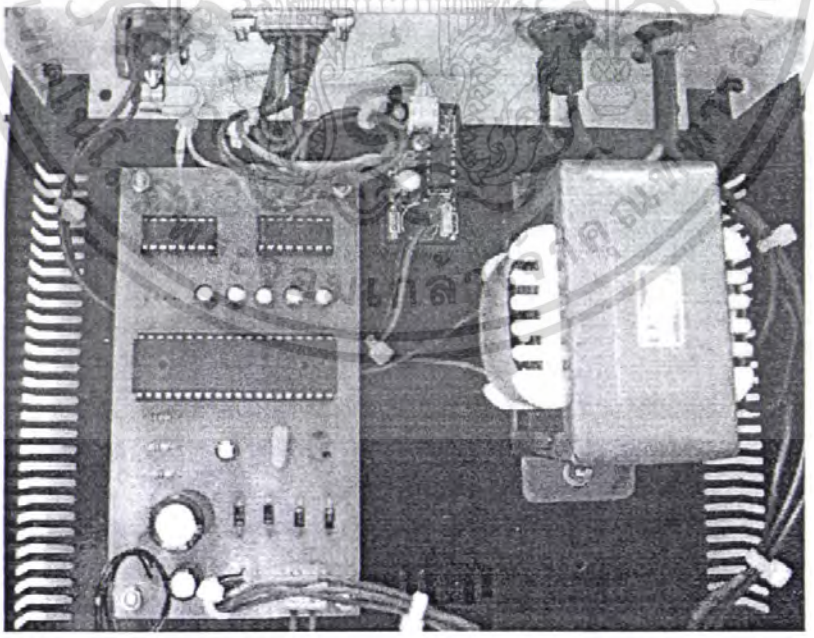
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ทำการโปรแกรม Hex ไฟล์ที่ได้ลงในไมโครคอนโทรลเลอร์



รูปที่ 4.3 แสดงโปรแกรมที่ใช้ในการโปรแกรม Hex ไฟล์ลงในไมโครคอนโทรลเลอร์

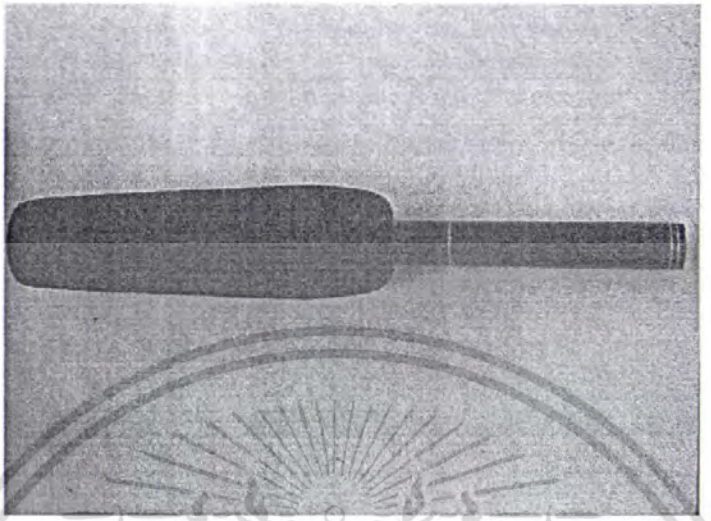
4. ทำการติดตั้งไมโครคอนโทรลเลอร์ที่โปรแกรมแล้วลงในวงจร



รูปที่ 4.4 แสดงวงจรที่ใช้รับสัญญาณ

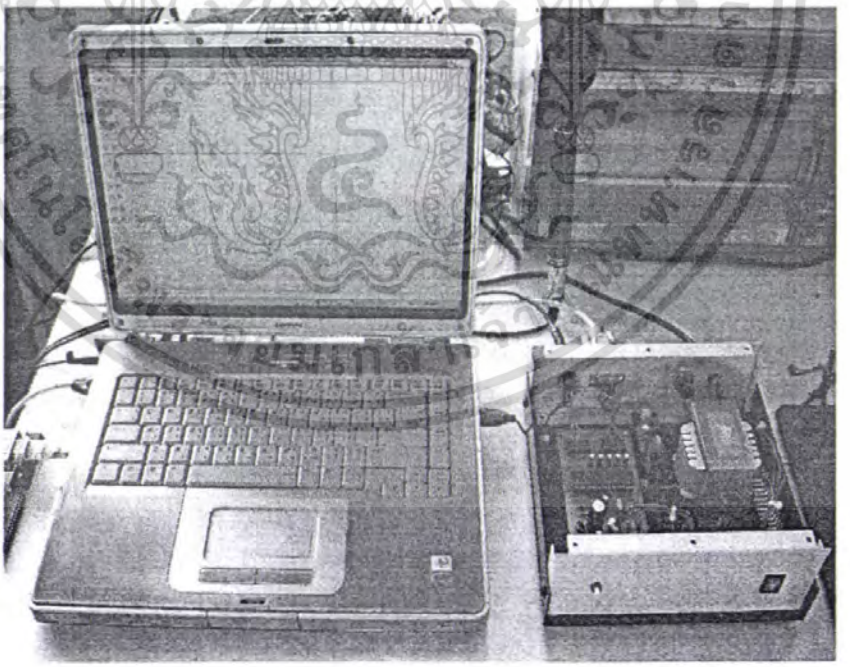
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ทำการติดตั้งสายสัญญาณและเซ็นเซอร์เข้ากับเครื่องรับสัญญาณ



รูปที่ 4.5 แสดงเซ็นเซอร์ที่ใช้ในการรับเสียง (ไมโครโฟน)

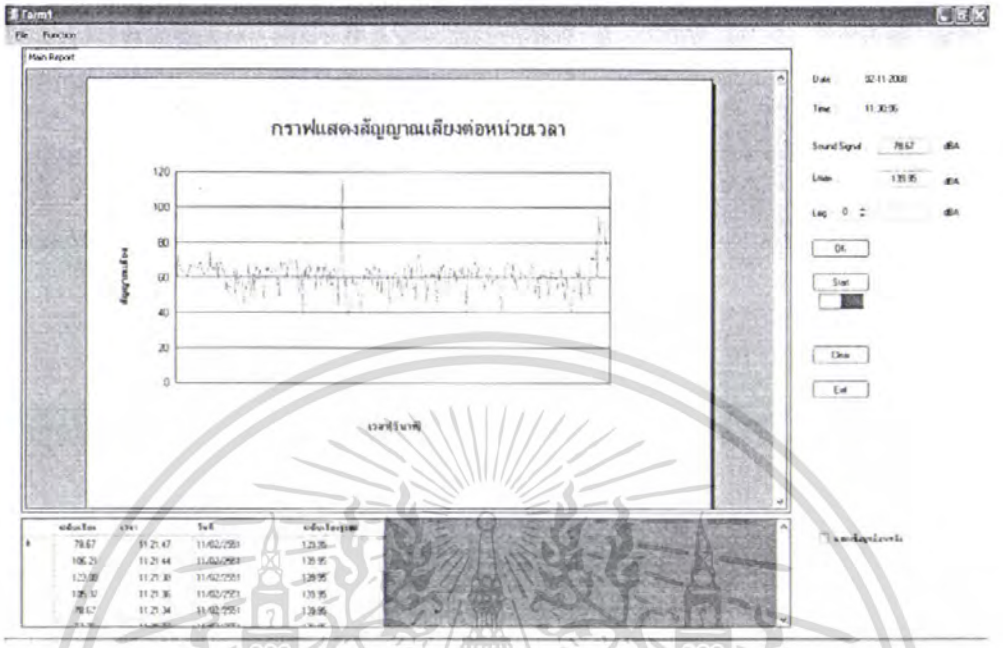
6. เชื่อมต่อเครื่องรับสัญญาณเข้ากับคอมพิวเตอร์ทาง Serial Port



รูปที่ 4.6 แสดงการเชื่อมต่อระหว่างเครื่องรับสัญญาณกับคอมพิวเตอร์

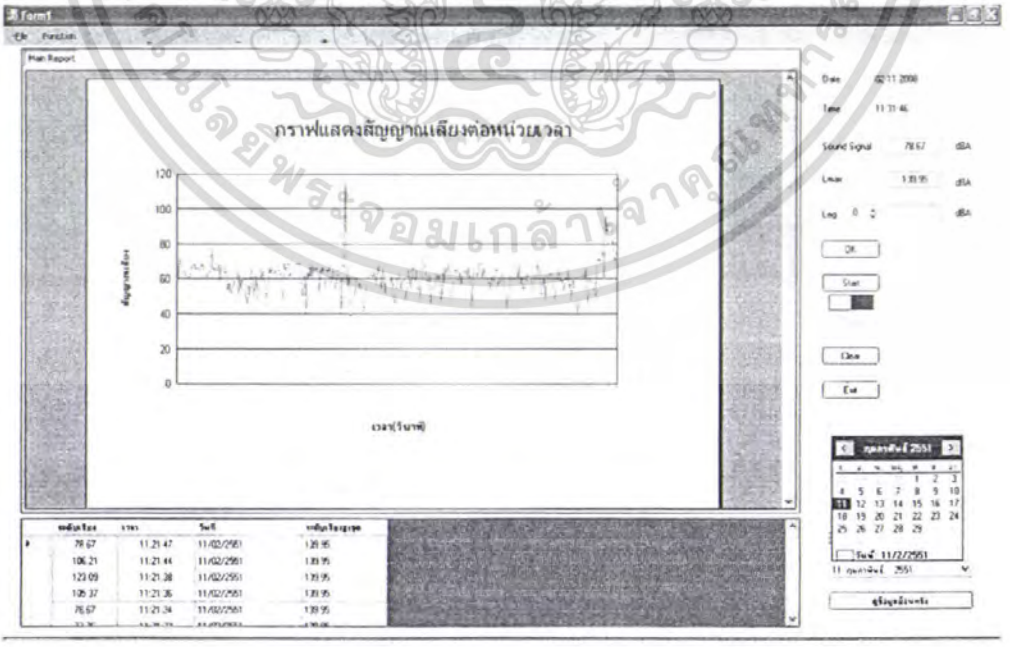
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ทำการเปิดโปรแกรม VB 2005 และเครื่องรับสัญญาณ เพื่อให้แสดงค่าต่างๆ



รูปที่ 4.7 แสดงระดับสัญญาณเสียง

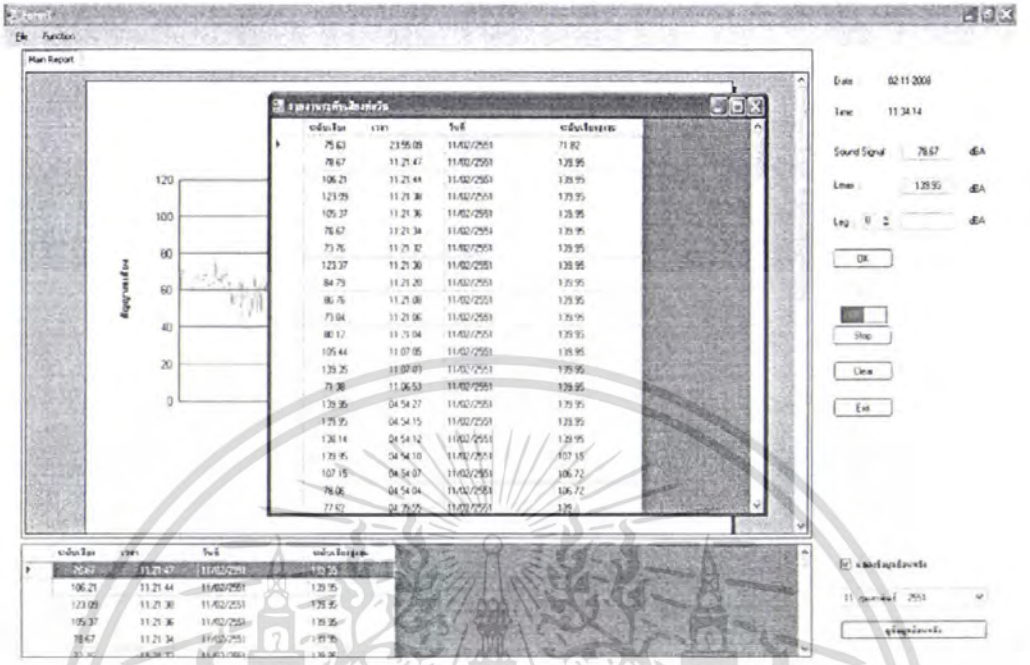
8. เมื่อทำการบันทึกค่าสัญญาณเสียงแล้ว สามารถเรียกดูข้อมูลย้อนหลังได้ โดยการเลือกวันที่ ที่ต้องการดูข้อมูล



รูปที่ 4.8 แสดงวันที่ที่ต้องการดูข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. เมื่อเลือกวันที่ที่ต้องการดูข้อมูลแล้ว ข้อมูลก็จะแสดงดังรูป



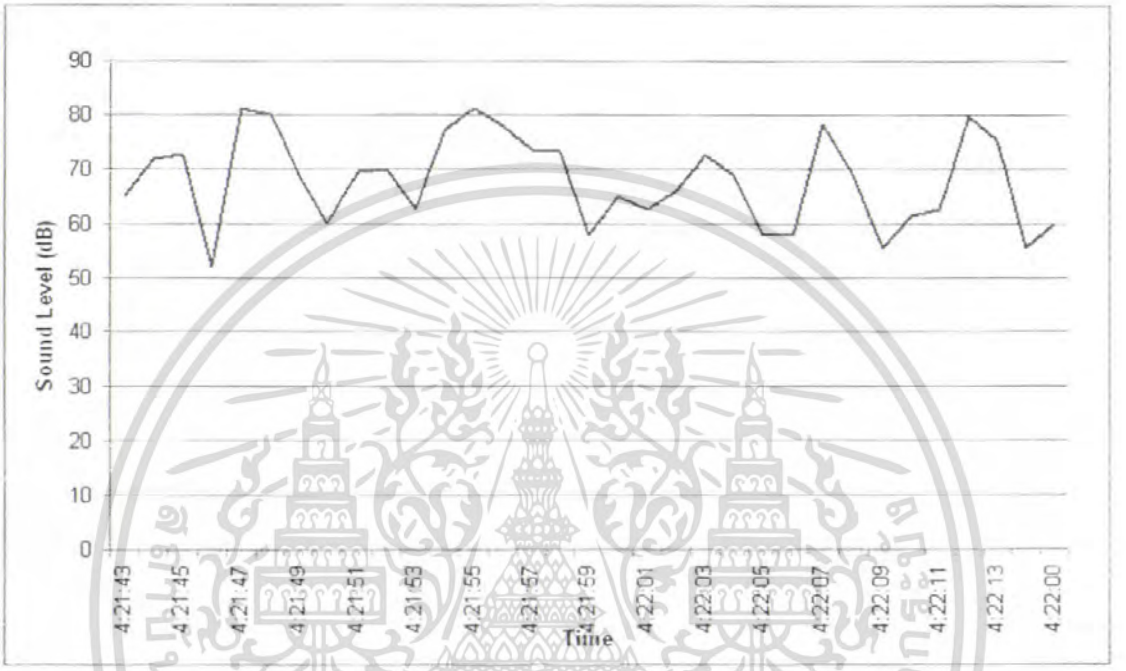
รูปที่ 4.9 แสดงข้อมูลย้อนหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการทดลอง

4.2.1 ผลการทดลองเมื่อวันที่ 8 กุมภาพันธ์ 2551

พล็อตกราฟจากโปรแกรม MS Excel โดยใช้ฐานข้อมูลที่บันทึกไว้เมื่อวันที่ 8 กุมภาพันธ์ 2551



รูปที่ 4.10 แสดงค่าระดับสัญญาณเสียงเมื่อวันที่ 8 กุมภาพันธ์ 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

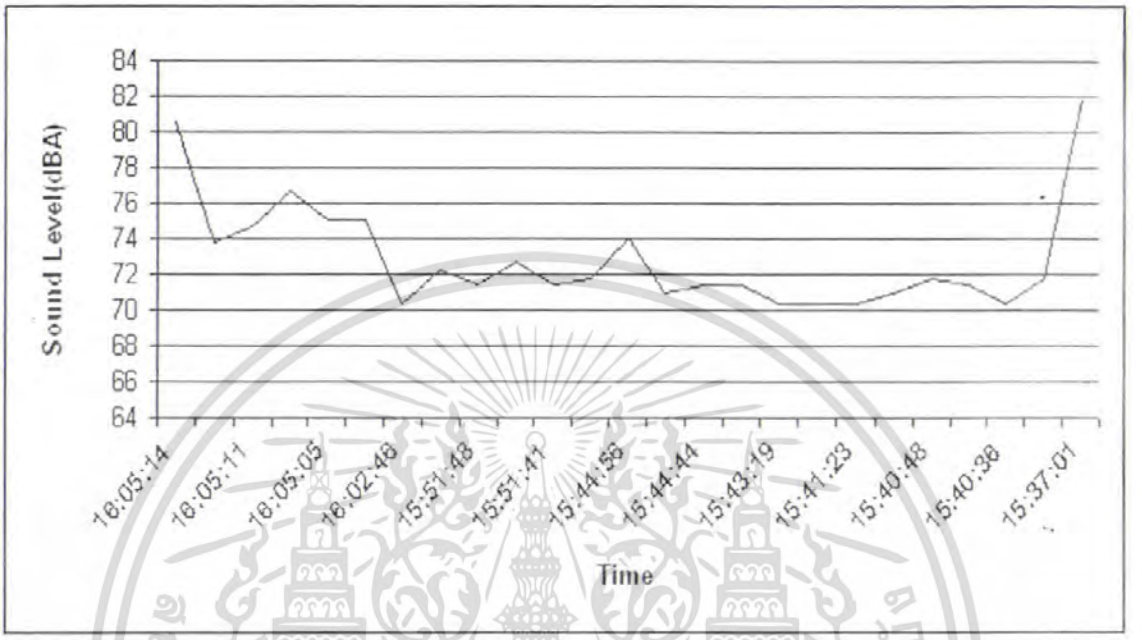
ตารางที่ 4.1 แสดงฐานข้อมูลเมื่อวันที่ 8 กุมภาพันธ์ 2551

IDSound	SoundSignal	STime	SDATE	Lmax	Leq
4372	64.89	2/8/2008 4:21:43 AM	08-Feb-08		0
4373	71.82	2/8/2008 4:21:44 AM	08-Feb-08	64.89	0
4374	72.65	2/8/2008 4:21:46 AM	08-Feb-08	71.82	0
4375	51.82	2/8/2008 4:21:47 AM	08-Feb-08	72.65	0
4376	81.07	2/8/2008 4:21:48 AM	08-Feb-08	72.65	0
4377	79.95	2/8/2008 4:21:49 AM	08-Feb-08	81.07	0
4378	68.72	2/8/2008 4:21:50 AM	08-Feb-08	81.07	0
4379	59.78	2/8/2008 4:21:51 AM	08-Feb-08	81.07	0
4380	69.32	2/8/2008 4:21:52 AM	08-Feb-08	81.07	0
4381	69.88	2/8/2008 4:21:53 AM	08-Feb-08	81.07	0
4382	62.7	2/8/2008 4:21:54 AM	08-Feb-08	81.07	0
4383	77.4	2/8/2008 4:21:55 AM	08-Feb-08	81.07	0
4385	81.22	2/8/2008 4:21:56 AM	08-Feb-08	81.07	0
4386	77.84	2/8/2008 4:21:57 AM	08-Feb-08	81.22	0
4387	73.4	2/8/2008 4:21:58 AM	08-Feb-08	81.22	0
4388	73.04	2/8/2008 4:21:59 AM	08-Feb-08	81.22	0
4389	57.84	2/8/2008 4:22:00 AM	08-Feb-08	81.22	0
4390	64.89	2/8/2008 4:22:01 AM	08-Feb-08	81.22	0
4391	62.7	2/8/2008 4:22:02 AM	08-Feb-08	81.22	0
4392	65.8	2/8/2008 4:22:03 AM	08-Feb-08	81.22	0
4393	72.65	2/8/2008 4:22:04 AM	08-Feb-08	81.22	0
4394	68.72	2/8/2008 4:22:05 AM	08-Feb-08	81.22	0
4395	57.84	2/8/2008 4:22:06 AM	08-Feb-08	81.22	0
4396	57.8	2/8/2008 4:22:07 AM	08-Feb-08	81.22	0
4398	78.06	2/8/2008 4:22:09 AM	08-Feb-08	81.22	0
4399	68.72	2/8/2008 4:22:10 AM	08-Feb-08	81.22	0
4400	55.34	2/8/2008 4:22:11 AM	08-Feb-08	81.22	0
4401	61.36	2/8/2008 4:22:12 AM	08-Feb-08	81.22	0
4402	62.7	2/8/2008 4:22:13 AM	08-Feb-08	81.22	0
4404	79.78	2/8/2008 4:22:14 AM	08-Feb-08	81.22	0
4405	75.34	2/8/2008 4:22:15 AM	08-Feb-08	81.22	0
4406	55.34	2/8/2008 4:22:16 AM	08-Feb-08	81.22	0
4407	59.78	2/8/2008 4:22:18 AM	08-Feb-08	81.22	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 ผลการทดลองเมื่อวันที่ 7 มีนาคม 2551

พล็อตกราฟจากโปรแกรม MS Excel โดยใช้ฐานข้อมูลที่บันทึกไว้เมื่อวันที่ 7 มีนาคม 2551



รูปที่ 4.11 แสดงค่าระดับสัญญาณเสียงเมื่อวันที่ 7 มีนาคม 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

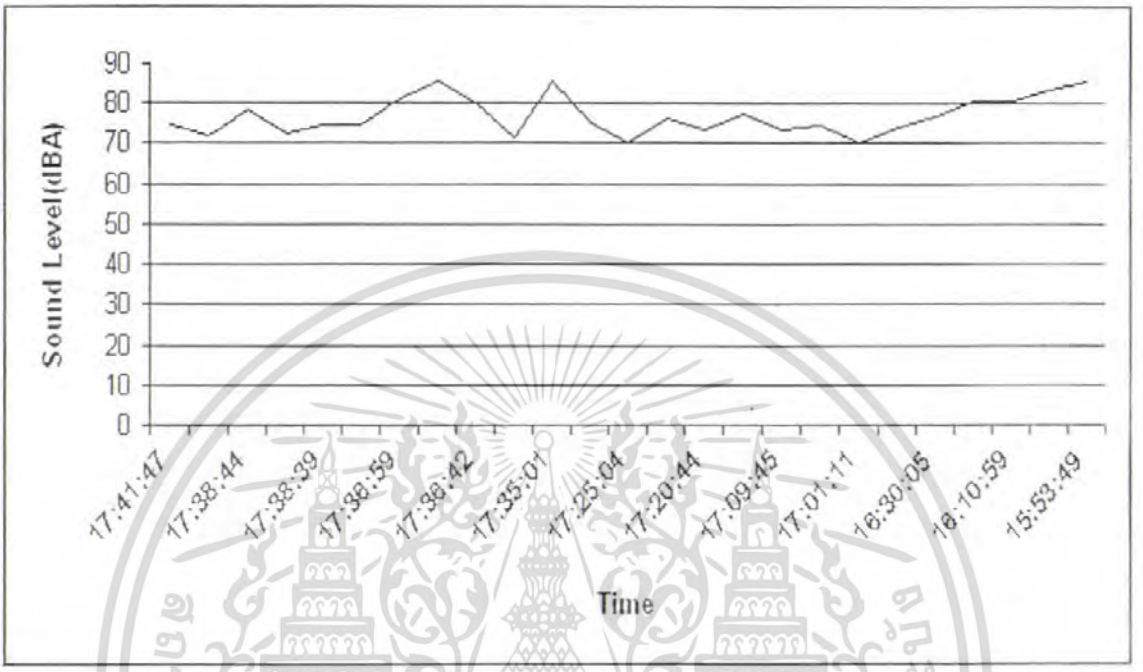
ตารางที่ 4.2 แสดงฐานข้อมูลเมื่อวันที่ 7 มีนาคม 2551

IDSound	SoundSignal	STime	SDATE	Lmax	chk
16534	80.61	7/3/2551 16:05:14	7/3/2551	81.92	0
16533	73.76	7/3/2551 16:05:12	7/3/2551	81.92	0
16532	74.74	7/3/2551 16:05:11	7/3/2551	81.92	0
16531	76.68	7/3/2551 16:05:09	7/3/2551	81.92	0
16530	75.05	7/3/2551 16:05:05	7/3/2551	81.92	0
16529	77.16	7/3/2551 16:04:59	7/3/2551	81.92	0
16528	70.41	7/3/2551 16:02:46	7/3/2551	81.92	0
16527	72.25	7/3/2551 15:56:29	7/3/2551	81.92	0
16526	71.38	7/3/2551 15:51:53	7/3/2551	81.92	0
16525	72.65	7/3/2551 15:51:48	7/3/2551	81.92	0
16524	71.38	7/3/2551 15:51:45	7/3/2551	81.92	0
16523	71.82	7/3/2551 15:51:41	7/3/2551	81.92	0
16522	74	7/3/2551 15:51:39	7/3/2551	81.92	0
16521	70.91	7/3/2551 15:44:56	7/3/2551	81.92	0
16520	71.38	7/3/2551 15:44:44	7/3/2551	81.92	0
16519	71.38	7/3/2551 15:43:38	7/3/2551	81.92	0
16518	70.41	7/3/2551 15:43:19	7/3/2551	81.92	0
16517	70.41	7/3/2551 15:43:15	7/3/2551	81.92	0
16516	70.41	7/3/2551 15:41:23	7/3/2551	81.92	0
16515	70.91	7/3/2551 15:41:07	7/3/2551	81.92	0
16514	71.82	7/3/2551 15:40:48	7/3/2551	81.92	0
16513	71.38	7/3/2551 15:40:36	7/3/2551	81.92	0
16512	70.41	7/3/2551 15:38:14	7/3/2551	81.92	0
16511	71.82	7/3/2551 15:37:01	7/3/2551	81.92	0
16510	81.92	7/3/2551 15:36:52	7/3/2551	75.63	0
16509	70.41	7/3/2551 15:32:03	7/3/2551	75.63	0
16508	71.38	7/3/2551 15:31:09	7/3/2551	75.63	0
16507	70.41	7/3/2551 15:30:33	7/3/2551	75.63	0
16506	71.38	7/3/2551 15:30:18	7/3/2551	75.63	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 ผลการทดลองเมื่อวันที่ 9 มีนาคม 2551

พล็อตกราฟจากโปรแกรม MS Excel โดยใช้ฐานข้อมูลที่บันทึกไว้เมื่อวันที่ 9 มีนาคม 2551



รูปที่ 4.12 แสดงค่าระดับสัญญาณเสียงเมื่อวันที่ 9 มีนาคม 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 แสดงฐานข้อมูลเมื่อวันที่ 9 มีนาคม 2551

IDSound	SoundSignal	STime	SDATE	Lmax	chk
16723	74.4	9/3/2551 17:41:47	9/3/2551	85.63	1
16722	71.82	9/3/2551 17:41:44	9/3/2551	85.63	0
16713	78.67	9/3/2551 17:38:44	9/3/2551	85.63	0
16712	72.25	9/3/2551 17:38:41	9/3/2551	85.63	0
16711	74.43	9/3/2551 17:38:39	9/3/2551	85.63	0
16710	74.74	9/3/2551 17:37:10	9/3/2551	85.63	0
16707	81.22	9/3/2551 17:36:59	9/3/2551	85.63	0
16705	85.54	9/3/2551 17:36:44	9/3/2551	85.63	0
16704	80.12	9/3/2551 17:36:42	9/3/2551	85.63	0
16702	71.38	9/3/2551 17:35:13	9/3/2551	85.63	0
16699	85.63	9/3/2551 17:35:01	9/3/2551	85.45	0
16697	75.05	9/3/2551 17:26:07	9/3/2551	85.45	0
16696	70.41	9/3/2551 17:25:04	9/3/2551	85.45	0
16695	76.43	9/3/2551 17:22:02	9/3/2551	85.45	0
16693	73.76	9/3/2551 17:20:44	9/3/2551	85.45	0
16692	77.62	9/3/2551 17:15:50	9/3/2551	85.45	0
16690	73.4	9/3/2551 17:09:45	9/3/2551	85.45	0
16688	74.4	9/3/2551 17:04:56	9/3/2551	85.45	0
16687	70.41	9/3/2551 17:01:11	9/3/2551	85.45	0
16686	74.1	9/3/2551 16:35:09	9/3/2551	85.45	0
16685	76.68	9/3/2551 16:30:05	9/3/2551	85.45	0
16684	80.45	9/3/2551 16:15:02	9/3/2551	85.45	0
16683	80.61	9/3/2551 16:10:59	9/3/2551	85.45	0
16681	83.64	9/3/2551 15:55:53	9/3/2551	85.45	0
16680	85.45	9/3/2551 15:53:49	9/3/2551	81.22	0
16679	71.82	9/3/2551 15:43:46	9/3/2551	81.22	0
16677	70.41	9/3/2551 15:43:39	9/3/2551	81.22	0
16676	75.3	9/3/2551 15:41:36	9/3/2551	81.22	0
16675	81.22	9/3/2551 15:40:33	9/3/2551	81.22	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่5

สรุปผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการพัฒนาโครงงาน

การพัฒนาโครงงานนี้เป็นไปตามลำดับขั้น เริ่มต้นตั้งแต่ศึกษาวิเคราะห์วงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่จะนำมาใช้ในโครงงาน การเขียนโปรแกรมใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ การทำงานของพอร์ตอนุกรมและระบบ I^2C ทั้งการออกแบบวงจรที่จะใช้ ให้เหมาะสมกับโครงงานที่ทำ และการเขียนโปรแกรม Visual Basic 6 เพื่อแสดงค่าของข้อมูลต่างๆรวมไปถึงการจัดเก็บข้อมูลที่ต้องการไว้ในฐานข้อมูล

5.2 ปัญหาที่เกิดขึ้นในด้านเทคนิค

1. การแปลงค่าที่ได้ให้อยู่ในรูปของหน่วยวัดความดังเสียง (dB) เพราะค่าที่ได้รับมานั้นจะอยู่ในรูปของแรงดัน จึงจำเป็นต้องแปลงค่าแรงดันนี้ให้เป็นหน่วยวัดความดังเสียง (dB) และเมื่อแปลงค่าเป็น (dB) แล้วค่ายังคลาดเคลื่อนอยู่เล็กน้อยเมื่อเทียบกับเครื่องที่นำมาสอบเทียบ

2. การเลือกไมโครโฟน ที่ใช้เป็นตัวรับเสียง เนื่องจากไม่สามารถหาไมโครโฟนที่ใช้รับเสียงแบบเฉพาะได้ ดังนั้นจึงใช้ไมโครโฟนที่มีความสามารถใกล้เคียงแทน แต่ไมโครโฟนที่ใช้แทนนี้ไม่สามารถที่จะกันน้ำได้ จึงเป็นปัญหาหากต้องติดตั้งไมโครโฟนไว้ในที่โล่งแจ้งตลอดเวลา

3. การเขียนโปรแกรม Visual basic 2005 เพื่อใช้ในการแสดงผล เนื่องจากไม่มีพื้นฐานทางด้านการเขียนโปรแกรม Visual basic 2005 จึงเป็นเหตุให้ต้องใช้เวลาในการศึกษาและเขียนโปรแกรมพอสมควร

5.3 แนวทางในการพัฒนาต่อ

1. พัฒนาให้ค่าที่ได้มีความเที่ยงตรงมากขึ้นเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับเครื่องวัดระดับสัญญาณเสียงที่นำมาสอบเทียบ

2. พัฒนาให้สามารถที่จะเปิดดูข้อมูลต่างๆได้ผ่านทางเว็บไซน์

3. พัฒนาส่วนของฮาร์ดแวร์ ให้รับส่งข้อมูลโดยใช้พอร์ต USB เนื่องจากคอมพิวเตอร์ส่วนใหญ่ในปัจจุบันหันมาใช้พอร์ต USB กันอย่างแพร่หลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

พร้อมเลิศ หล่อวิจิตร, คู่มือเรียน Visual Basic 2005. กรุงเทพ ฯ : โปรวิชั่น, 2549

ศุภชัย สมพานิช, Database Programming ด้วย VB 2005 & VC # 2005 ฉบับสมบูรณ์, นนทบุรี: ไอดีซี, 2549

สุรัสวดี วงศ์จันทร์สุข, สัจจะ จรัสรุ่งรวีวร, คู่มือใช้งาน Access 2003 ฉบับสมบูรณ์, นนทบุรี: ไอดีซี, 2549

ขจร อนุดิตย์, การเขียนโปรแกรมควบคุม ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ด้วยภาษา C, นนทบุรี: Core Function, 2550

Website

www.abisak51.com

www.google.com

www.vbthailand.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

โปรแกรมภาษา C สำหรับควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์

```
#include <reg51.h>
#include <intrins.h>
#include <stdio.h>
#include <math.h>
#define  CH0   0x41
#define  CH1   0x42
#define  CH2   0x43
#define  CH3   0x44

sbit    SDA             = P1^0;
sbit    SCL             = P1^1;          // I2C BUS

/************************ Basic Function ************************/

void dmsec (unsigned int count)                  // mSec Delay
{
  unsigned int i;                                // for Keil CA51 (Speed x1)
  while (count)
        {
    i = 115; while (i>0) i--;
    count--;
  }
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

void I2c_delay (void)                    // I2C delay
{
  _nop_ ();
  _nop_ ();
  _nop_ ();
  _nop_ ();
  _nop_ ();
  _nop_ ();
  _nop_ ();
  _nop_ ();
}

void I2c_clk_h (void)                    // I2C clock high
{
  SCL = 1;
  I2c_delay ();
}

void I2c_clk_l (void)                    // I2C clock low
{
  SCL = 0;
  I2c_delay ();
}

void I2c_start (void)                    // start condition
{
  SDA = 1;
  SCL = 1;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    SDA = 0;
    I2c_delay ();
    SCL = 0;
    SDA = 1;
}

void I2c_stop (void)                    // stop condition
{
    SDA = 0;
    SCL = 1;
    I2c_delay ();
    SDA = 1;
}

bit I2c_wrbyte (unsigned dat)           // write one byte
{
    unsigned char i;                    // return 0 = ok
    bit outbit;                         // return 1 = error
    for (i=1;i<=8;i++)
          {
      outbit = dat & 0x80;
      SDA = outbit;
      dat = dat << 1;
      I2c_clk_h ();
      I2c_clk_l ();
    }
    SDA = 1;
    I2c_clk_h ();
    outbit = SDA;
    I2c_clk_l ();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    return (outbit);
}

unsigned char I2c_rdbyte ()                    // read one byte
{
    unsigned char i,dat;                       // return 0xff = error
    bit inbit;
    dat = 0;
    for (i=1;i<=8;i++)
          {
      I2c_clk_h ();
      inbit = SDA;
      dat = dat << 1;
      dat = dat | inbit;
      I2c_clk_l ();
    }
    SDA = 1;
    I2c_clk_h ();
    inbit = SDA;
    I2c_clk_l ();
    if (~inbit) dat = 0xff;
    return (dat);
}

/****************************** A/D ******************************/

unsigned char ADC(unsigned char channel)
{
        unsigned char temp;
        I2c_start();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        I2c_wrbyte(0x90);                       // pcf8591 address 0
        I2c_wrbyte(0x40|channel);
        I2c_stop();
        I2c_start();
        I2c_wrbyte(0x91);
        temp = I2c_rdbyte();
        I2c_stop();
        return(temp);
}

/******************************** D/A ********************************/

void DAC(unsigned char dat){
        I2c_start();
        I2c_wrbyte(0x90);
        I2c_wrbyte(0x40);
        I2c_wrbyte(dat);
        I2c_stop();
}

/******************************** RS 232 ********************************/

void start (void)                               // speed x 1
{
  SCON = 0x52;                                  // set RS232 parameter
  TMOD = 0x20;
  TH1 = 0xfd; PCON |= 0x80;                     // 19200
  TR1  = 1;
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
/************************ MAIN PROGRAM ***************************/

void main(void)
{
        unsigned char a,b,c,d;
        float w,x,y,z,j,k,l,m;
        start();
        while(1)
        {
                a = ADC(CH0);
                b = ADC(CH1);
                c = ADC(CH2);
                d = ADC(CH3);
                w = a*0.0195;
                x = b*0.0195;
                y = c*0.0195;
                z = d*0.0195;

          j = 20*(log10(w)+4);
                k = 20*(log10(w)+4.903);
                l = 20*(log10(w)+5.602);
                m = 20*(log10(w)+6.301);

                if(w!=0&&w<2){printf("%1.2f \n\n",j);}
                if(w>=2&&w<3.5){printf("%1.2f \n\n",k);}
                if(w>=3.5&&w<4){printf("%1.2f \n\n",l);}
                if(w>=4){printf("%1.2f \n\n",m);}

                DAC(a);
                dmsec(1000);    }       }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรม Visual Studio 2005

```
Option Explicit On
Option Strict On
Imports System.Data
Imports System.Data.OleDb

<System.Runtime.InteropServices.ComVisible(False)>Public Class Form1
    Dim strConn As String
    Dim Conn As New OleDbConnection
    Dim sqlAdd As String
    Dim comAdd As New OleDbCommand
    Dim da As OleDbDataAdapter
    Dim ds As New DataSet
    Public Connect As OleDb.OleDbConnection = New OleDb.OleDbConnection
    Public Comm As OleDb.OleDbCommand = New OleDb.OleDbCommand
    Dim SqlSel As String = "SELECT SoundSignal,STime,SDATE,Lmax,Leq FROM SoundTable
ORDER BY IDSound DESC"

    Public Delegate Sub myDelegate()
    'Dim DBValue As Double
    Dim a As String

        Private Sub Form1_Load(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles MyBase.Load
        strConn = "Provider=Microsoft.Jet.OLEDB.4.0;Data Source=D:\\Database2.mdb"
        With Conn
            If .State = ConnectionState.Open Then .Close()
            .ConnectionString = strConn
            .Open()
        End With
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        DateTimePicker1.Hide()
        Button3.Hide()
        setdataClient(SqlSel, dtgTable)
        ' setdataClient2(a)
    End Sub


        Private Sub Timer1_Tick(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles Timer1.Tick
        lblClock.Text = DateAndTime.TimeString
        lbldate.Text = DateAndTime.DateString
    End Sub

        Private Sub Button3_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles Button3.Click
        DateTimePicker1.Visible = True
        'If btClose.Enabled = False Then
        'End If
    End Sub

        Private Sub mnuFileExit_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles mnuFileExit.Click
        End
    End Sub
    Public Sub updateTextBox()
        With txtDataRecieved
            'TextBox5.AppendText(CStr(SerialPort1.ReadLine))
            '.AppendText(SerialPort1.ReadExisting)
            '.Font = New Font("Garamond", 12.0!, FontStyle.Bold)
            'TextBox4.Text = SerialPort1.ReadExisting
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
'.AppendText(TextBox4.Text)
'.ScrollToCaret()
Try
    connectionDB(Connect, True)
    'sqlAdd = "INSERT INTO SoundTable(SoundSignal,STime,SDATE)"
    'sqlAdd &= " VALUES (" & SerialPort1.ReadExisting & ","
    'sqlAdd &= "#" & Now & "#,"
    'sqlAdd &= "#" & Now.Date & "#)"

    sqlAdd = "INSERT INTO SoundTable (SoundSignal,STime,SDate,Lmax,Leq)"
    sqlAdd &= " VALUES (" & SerialPort1.ReadExisting & ","
    sqlAdd &= "#" & Now & "#,"
    sqlAdd &= "#" & Now.Date & "#,"
    If TextBox1.Text > TextBox2.Text Then
      sqlAdd &= "" & TextBox1.Text & ","
    Else
      sqlAdd &= "" & TextBox2.Text & ","
    End If
    sqlAdd &= "'" & TextBox3.Text & "')"

    recordSetDB(Connect, Comm, sqlAdd)
    connectionDB(Connect, False)
    setdataClient(SqlSel, dtgTable)
    ' setdataClient2(a)
Catch ex As Exception
    'MsgBox(ex.Message)
    Exit Sub
End Try
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        'Dim SqlSel As String = "SELECT SoundSignal,SDATE,STime FROM SoundTable
ORDER BY IDSound"
        'setdataClient(SqlSel, dtgTable)
    End With
  End Sub

  Private Sub SerialPort1_DataReceived(ByVal sender As Object, ByVal e As
System.IO.Ports.SerialDataReceivedEventArgs) Handles SerialPort1.DataReceived
    txtDataRecieved.Invoke(New myDelegate(AddressOf updateTextBox), New Object() {})
  End Sub

  Private Sub Button1_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles btStart.Click
    Label6.BackColor = Color.Green
    If SerialPort1.IsOpen Then
      SerialPort1.Close()
    End If
    Try
      With SerialPort1
        .PortName = My.Computer.Ports.SerialPortNames(1)
        .BaudRate = 19200
        .Parity = IO.Ports.Parity.None
        .DataBits = 8
        .StopBits = IO.Ports.StopBits.One
      End With
      SerialPort1.Open()

      btClose.Enabled = True
      btStart.Enabled = False
    Catch ex As Exception
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MessageBox.Show(ex.Message)
    End Try
End Sub

Private Sub btnClose_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles btClose.Click
    Label6.BackColor = Color.Red
    Try
        SerialPort1.Close()

        btClose.Enabled = False
        btStart.Enabled = True
    Catch ex As Exception

    End Try
End Sub

Private Sub SearchSoundSignal()

End Sub

Private Sub Timer2_Tick(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles Timer2.Tick

    'sqlAdd = "INSERT INTO SoundTable (SoundSignal,STime,SDate,Lmax,Leq24hr)"
    'sqlAdd &= "VALUES (" & TextBox1.Text & ","
    'sqlAdd &= "," & lblClock.Text & ","
    'sqlAdd &= "," & lbldate.Text & ","
    'If TextBox1.Text >= TextBox2.Text Then
    '    sqlAdd &= "," & TextBox1.Text & ","
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    'Else
    '    sqlAdd &= "," & TextBox2.Text & ","
    'End If
    'sqlAdd &= "," & TextBox3.Text & ")"

    'With Conn
    '    If .State = ConnectionState.Open Then .Close()
    '    .ConnectionString = strConn
    '    .Open()
    'End With

    'With comAdd
    '    .CommandType = CommandType.Text
    '    .CommandText = sqlAdd
    '    .Connection = Conn
    '    .ExecuteNonQuery()
    'End With
  End Sub

  Public Sub setdataClient(ByVal sqltext As String, ByVal SelDataGrid As DataGridView)
    connectionDB(Connect, True) 'เปิดฐานข้อมูล
    'Dim sqlMax As String = "SELECT MAX(SoundSignal)AS MAXVA FROM SoundTable"
    Dim DataFind As OleDb.OleDbDataAdapter = New OleDb.OleDbDataAdapter(sqltext,
Connect)
    'Dim DataMax As OleDb.OleDbDataAdapter = New OleDb.OleDbDataAdapter(sqlMax,
Connect)
    Dim rsFind As DataSet = New DataSet
    'Dim rsFind2 As DataSet = New DataSet
    DataFind.Fill(rsFind, "DataSound")
    'DataMax.Fill(rsFind2, "DataSoundMAX")
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        If rsFind.Tables("DataSound").Rows.Count <> 0 Then
            TextBox1.Text = CStr(rsFind.Tables("DataSound").Rows(0).Item("SoundSignal"))
            TextBox2.Text = CStr(rsFind.Tables("DataSound").Rows(3).Item("Lmax"))
        End If
        'TextBox2.Text = CStr(rsFind2.Tables("DataSoundMAX").Rows(0).Item("MAXVA"))
        '
        With SelDataGrid
            .ColumnHeadersDefaultCellStyle.BackColor = Color.Navy
            .ColumnHeadersDefaultCellStyle.ForeColor = Color.Yellow
            .ReadOnly = True
            .DataSource = rsFind
            .DataMember = "DataSound"
            .Columns(0).HeaderText = "ระดับเสียง"
            .Columns(1).HeaderText = "เวลา"
            .Columns(1).DefaultCellStyle.Format = "HH:mm:ss"
            .Columns(2).HeaderText = "วันที่"
            .Columns(2).DefaultCellStyle.Format = "dd/MMM/yyyy"
            .Columns(3).HeaderText = "ระดับเสียงสูงสุด"
            .Columns(4).HeaderText = "ระดับเสียงเฉลี่ย"
            .Columns(0).Width = 80
            .Columns(1).Width = 100
            .Columns(2).Width = 140
            .Columns(3).Width = 110
            .Columns(4).Width = 110
            .Columns(0).DefaultCellStyle.Alignment =
DataGridViewContentAlignment.MiddleCenter
            .Columns(1).DefaultCellStyle.Alignment =
DataGridViewContentAlignment.MiddleCenter
            .AutoSizeRowsMode = DataGridViewAutoSizeRowsMode.DisplayedCellsExceptHeaders
            .ColumnHeadersBorderStyle = DataGridViewHeaderBorderStyle.Single
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

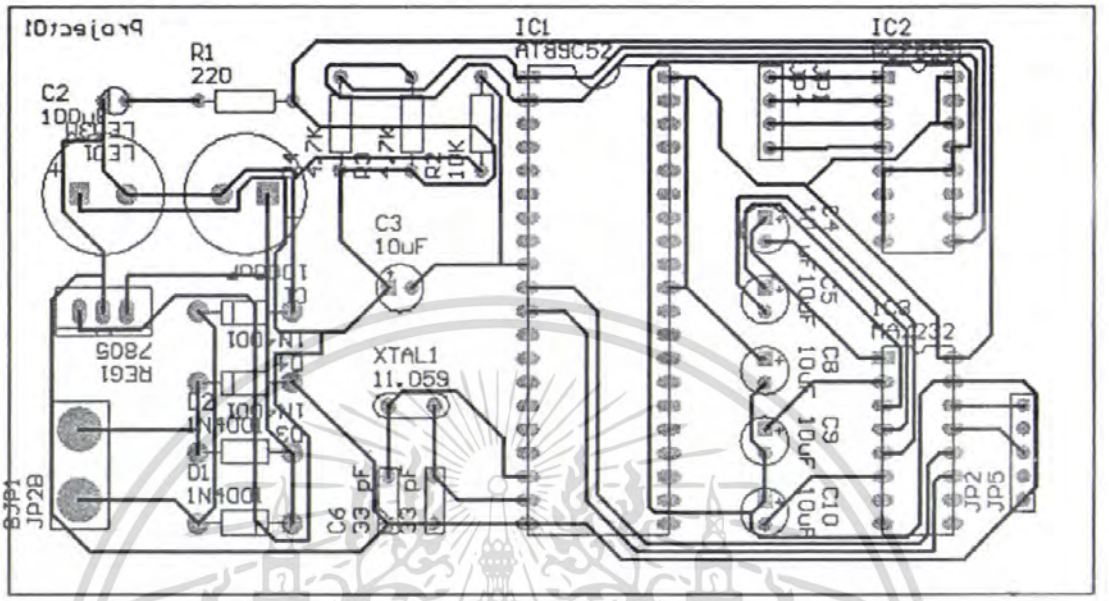
```
        .CellBorderStyle = DataGridViewCellBorderStyle.Single
        .SelectionMode = DataGridViewSelectionMode.FullRowSelect
        .MultiSelect = False
    End With
    'connectionDB(Connect, False)
  End Sub

  Private Sub Button1_Click_1(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles btnexit.Click
    If MessageBox.Show("ต้องการออกจากโปรแกรมใช่หรือไม่?", "System Message", _
                       MessageBoxButtons.YesNo, MessageBoxIcon.Question) = vbYes
Then
      Me.Close()
    End If
  End Sub

  Private Sub CheckBox1_CheckedChanged(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles CheckBox1.CheckedChanged
    If CheckBox1.Checked = True Then
      DateTimePicker1.Show()
      Button3.Show()
    Else
      DateTimePicker1.Hide()
      Button3.Hide()
    End If
  End Sub
End Class
```

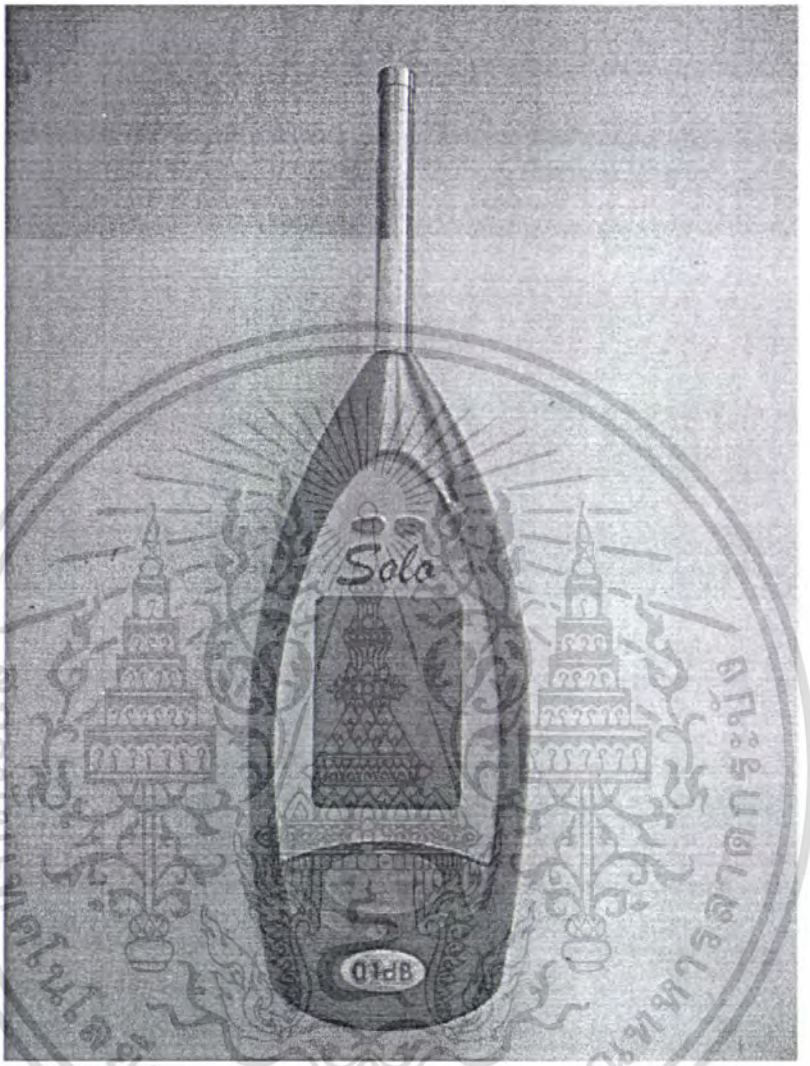
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลายวงจรที่ออกแบบใช้งาน



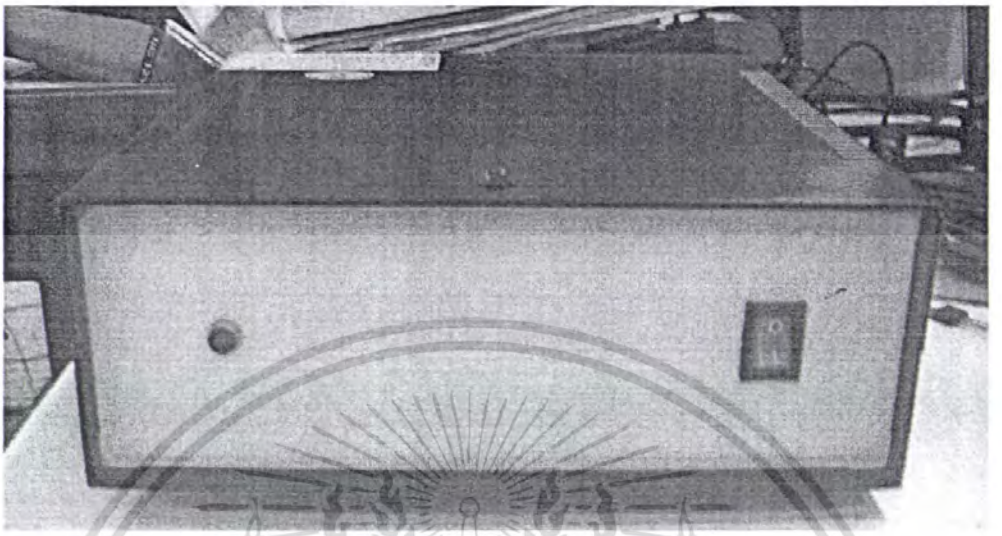
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องวัดระดับเสียงที่ใช้ในการสอบเทียบ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กล้องสำเร็จ



สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้