สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เครื่องจำลองสัญญาณหัวใจ

(ECG SIMULATOR)

นาย ภูษิต อมรโพธิภิรมย์ รหัส 50011202

นาย ราชรัฐ ยี่ตัน รหัส 50011305

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์สุรเดช ตรีไตรลักษณะ

b 10226334
i

เลขหมู่ 119387
เลขทะเบียน - 7 S.A. 2554
วัน,เดือน,ปี

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา2553

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2553

สาขา วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องจำลองสัญญาณหัวใจ(ECG SIMULATOR)

ผู้จัดทำโดย

นายภูษิต อมรโพธิภิรมย์ รหัส 50011202

นายราชรัฐ ยี่ตัน รหัส 50011222

อาจารย์ที่ปรึกษา

ดร. สุรเดช ตรีไตรลักษณะ

ผศ.ดร. กิติพล ชิตสกุล

โครงงานฉบับนี้ผ่านการตรวจสอบโดยอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ดร.สุรเดช ตรีไตรลักษณะ)

วันที่ 23/03/2554

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องจำลองสัญญาณหัวใจ

นายภูษิต อมรโพธิภิรมย์

นายราชรัฐ ยี่ตัน

ดร.สุรเดช ตรีไตรลักษณะ

ปีการศึกษา 2553

บทคัดย่อ

คลื่นไฟฟ้า (ECG) เป็นการทดสอบที่บันทึกการทำงานไฟฟ้าที่หัวใจ คลื่นไฟฟ้าหัวใจใช้วัดอัตราและระเบียบของ จังหวะหัวใจ ใช้จำลองที่มีประโยชน์มากในการจำลองของ รูปคลื่นสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจ อย่างแรกคือการประหยัดเวลา และง่ายต่อการใช้งาน รายงานฉบับนี้จะอธิบายการออกแบบไมโครคอนโทรลเลอร์โดยจำลองคลื่นไฟฟ้าหัวใจ เป็นอุปกรณ์จำลองห้องปฏิบัติการสำหรับนักเรียนใช้ศึกษา ระบบจะถูกออกแบบมาเพื่อทดสอบอุปกรณ์คลื่นไฟฟ้าหัวใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ECG SIMULATOR

Mr.Phusit Amornphothiphirom

Mr.Rajcharat Yeeton

Dr.Suradej Tritriluxana(Advisor)

Abstract

An electrocardiogram (ECG) is a test that records the electrical activity of the heart. ECG is used to measure the rate and regularity of heartbeats. The use of a simulator has many advantages in the simulation of ECG waveform. First one is saving of time and easy to use. This paper describes the design of a microcontroller based ECG simulator and as a laboratory simulation device for student educational use. The system is designed to test any ECG equipment.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

รายงานฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ทั้งนี้เพราะได้รับคำแนะนำ และคำปรึกษาจากอาจารย์ สุรเดช ตรีไตรลักษณะ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาในการทำรายงาน และโครงงาน ผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์จากท่านและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

นอกจากนี้ขอขอบพระคุณทุกๆท่านที่ให้ความช่วยเหลือ ตลอดจนให้คำแนะนำต่างๆจนทำให้รายงานฉบับนี้สำเร็จโดยสมบูรณ์ได้

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีในรายงานฉบับนี้ ผู้จัดทำขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

นาย ภูษิต อมรโพธิภิรมย์

นาย ราชรัฐ ยี่ตัน

ผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
ABSTRACT	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญรูปภาพ	V-IX
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎี	3
บทที่ 3 ไมโครคอนโทรลเลอร์ และอุปกรณ์อื่นๆ	13
บทที่ 4 Software Arduino และการโปรแกรมให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์	29
บทที่ 5 หลักการทำงานและการออกแบบ	55
บทที่ 6 การทดลองและผลการทดลอง	61
บทที่ 7 สรุปผลการทดลอง	64
เอกสารอ้างอิง	65
ภาคผนวก	66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 2.1 หัวใจของมนุษย์.....3

รูปที่ 2.2 รูปหน้าที่ส่วนต่างๆในหัวใจ.....4

รูปที่ 2.3 อธิบายการทำงานของหัวใจ.....5

รูปที่ 2.4 เส้นเลือดต่างๆ ในหัวใจ.....6

รูปที่ 2.5 การเคลื่อนที่ของเซลล์ประสาท.....6

รูปที่ 2.6 แอกทีฟทรานสปอร์ต.....7

รูปที่ 2.7 repolarization 8

รูปที่ 2.8 ส่วนของเซลล์ประสาท.....9

รูปที่ 2.9 วงจร ECG - Simulator 10

รูปที่ 2.10 วงจร Phase Inverter 12

รูปที่ 3.1 Microcontroller ET-BASE AVR EASY88 13

รูปที่ 3.2โครงสร้างของบอร์ด ET-BASE AVR EASY88.....16

รูปที่ 3.3 ขั้วต่อสัญญาณ.....16

รูปที่ 3.4 แสดงสถานะของขาสัญญาณ.....17

รูปที่ 3.5 ขาต่างๆ ของ74HC595.....17

รูปที่ 3.6 ขั้วสัญญาณ ของ74HC595.....18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

รูปที่ 3.7 ขาต่างๆ ของ74HC595 (Digital)....18

รูปที่ 3.8 LED ใช้แสดงสถานะของขาสัญญาณ PB[1] หรือ Digital[9]....19

รูปที่ 3.9 ขั้วต่อสัญญาณจาก PC[0..5]....19

รูปที่ 3.10 วงจรการต่อสายของ RS232 สำหรับใช้งานกับบอร์ด....20

รูปที่ 3.11 สวิตช์ BL(Bootloader) โดยต่อผ่านขาสัญญาณ PD[2]....20

รูปที่ 3.12 วงจรของชุด ET-10PIN CLCD (ET-CONV 10 TO LCD)....22

รูปที่ 3.13 ขั้วต่อสัญญาณ LCD....22

รูปที่ 3.14 LCD ที่ใช้งานกับ Arduino....23

รูปที่ 3.15 Module ET-MINI MCP4922 DAC 12BIT....24

รูปที่ 3.16 จงวร ET-MINI MCP4922 DAC 12BIT....26

รูปที่ 3.17 Timing Write Command....28

รูปที่ 4.1 ET-USB/RS232 MINI....30

รูปที่ 4.2 การต่อใช้งาน ET-USB/RS232 MINI....31

รูปที่ 4.3 การติดตั้ง Driver....32

รูปที่ 4.4 การติดตั้ง Driver....32

รูปที่ 4.5 การติดตั้ง Driver....33

รูปที่ 4.6 การติดตั้ง Driver....33

รูปที่ 4.7 การติดตั้ง Driver....34

รูปที่ 4.8 การติดตั้ง Driver....34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

รูปที่ 4.9 การติดตั้ง Driver.....35

รูปที่ 4.10 การติดตั้ง Driver.....35

รูปที่ 4.11 การติดตั้ง Driver.....36

รูปที่ 4.12 การติดตั้ง Driver.....36

รูปที่ 4.13 การติดตั้ง Driver.....37

รูปที่ 4.14 การติดตั้ง Driver.....37

รูปที่ 4.15 การติดตั้ง Driver.....38

รูปที่ 4.16 การติดตั้ง Driver.....38

รูปที่ 4.17 การติดตั้ง Driver.....39

รูปที่ 4.18 การติดตั้ง Driver.....39

รูปที่ 4.19 การติดตั้ง Driver.....40

รูปที่ 4.20 การติดตั้ง Driver.....40

รูปที่ 4.21 การเปลี่ยนแปลง COM Port.....41

รูปที่ 4.22 การเปลี่ยนแปลง COM Port.....41

รูปที่ 4.23 การเปลี่ยนแปลง COM Port.....42

รูปที่ 4.24 วิธีการยกเลิกติดตั้ง Driver.....43

รูปที่ 4.25 วิธีการยกเลิกติดตั้ง Driver.....43

รูปที่ 4.26 วิธีการยกเลิกติดตั้ง Driver.....43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

รูปที่ 4.27 วิธีการยกเลิกติดตั้ง Driver.....44

รูปที่ 4.28 วิธีการยกเลิกติดตั้ง Driver.....44

รูปที่ 4.29 วิธีการยกเลิกติดตั้ง Driver.....44

รูปที่ 4.30 วิธีการยกเลิกติดตั้ง Driver.....44

รูปที่ 4.31 การติดตั้งโปรแกรม Arduino.....45

รูปที่ 4.32 การติดตั้งโปรแกรม Arduino.....46

รูปที่ 4.33 การติดตั้งโปรแกรม Arduino.....46

รูปที่ 4.34 การติดตั้งโปรแกรม Arduino.....47

รูปที่ 4.35 การติดตั้งโปรแกรม Arduino.....47

รูปที่ 4.36 การติดตั้งโปรแกรม Arduino.....48

รูปที่ 4.37 รูปแบบโปรแกรม Arduino.....49

รูปที่ 4.38 รูปแบบโปรแกรม Arduino.....50

รูปที่ 4.39 รูปแบบโปรแกรม Arduino (กำหนดพอร์ต).....51

รูปที่ 4.40 รูปแบบโปรแกรม Arduino.....52

รูปที่ 4.41 ตัวอย่างที่เขียน.....52

รูปที่ 4.42 รูปแบบโปรแกรม Arduino.....,53

รูปที่ 4.43 รูปแบบโปรแกรม Arduino.....54

รูปที่ 5.1 Block Diagram ขั้นตอนการทำงานของระบบ.....55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

รูปที่ 5.2 Flowchart การทำงานของโปรแกรม.....56

รูปที่ 5.3 การ Samping.....57

รูปที่ 5.4 รูปสัญญาณ ECG ที่นำมา Samping.....58

รูปที่ 5.5 ตัวอย่างโปรแกรมที่เขียน.....59

รูปที่ 5.6 ตัวอย่างโปรแกรมที่เขียน.....60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงงาน

ในปัจจุบันแพทย์จะอาศัยการตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจ ซึ่งเป็นวิธีแพร่หลายในวงการแพทย์ โดยสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจนั้นได้จากการทำงานของหัวใจโดยรูปร่าง และลักษณะของสัญญาณไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจะแสดงให้เห็นถึงการบีบตัว และคลายตัวของกล้ามเนื้อหัวใจ ซึ่งเมื่อสภาวะที่หัวใจทำงานเป็นปกติสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจจะมีรูปร่างลักษณะเป็นมาตรฐานเฉพาะตัว เมื่อสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่วัดได้มีลักษณะผิดไปจากรูปแบบมาตราฐานนั่นหมายถึงการทำงานผิดปกติของหัวใจด้วย ซึ่งจะเห็นได้ว่าสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจเป็นสิ่งที่จำเป็นต่อการวินิจฉัยอาการผิดปกติเครื่องตรวจวัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจสามารถวัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจของผู้ป่วยได้หลายรูปแบบ แต่จะมีราคาแพงและยุ่งยาก ดังนั้นนักศึกษาจึงจัดทำเครื่องจำลองสัญญาณหัวใจ เพื่อเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจในเรื่องของสัญญาณหัวใจ

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 เพื่อสร้างสัญญานหัวใจที่มีมาตราฐาน

1.2.2 สามารถนำสัญญาณไปเปรียบเทียบ และวิเคราะห์ผู้ป่วยได้

1.2.3 เพื่อนำความรู้ที่ได้ศึกษานำมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

1.3 ขอบเขตโครงงาน

โครงงานนี้ได้สร้างเครื่องจำลองสัญญาณหัวใจ เพื่อ

1. ศึกษาสรีรวิทยาของหัวใจ และคลื่นไฟฟ้าหัวใจ

2. ออกแบบ software

3. ออกแบบ Hardware

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 สามารถนำเครื่องมาใช้งานได้จริง

1.4.2 นำเครื่องมือนี้ไปพัฒนาต่อได้ สำหรับผู้ที่สนใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

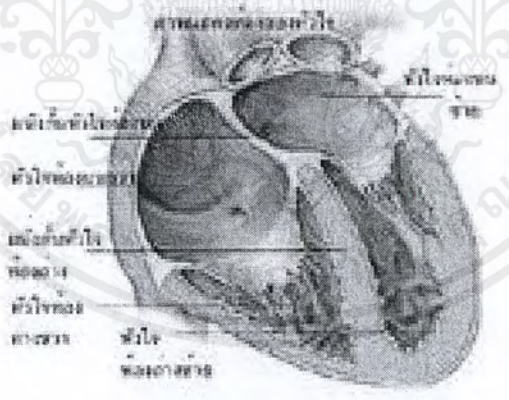
ส่วนต่างๆของหัวใจ

หัวใจ เป็นอวัยวะภายใน รูปร่างคล้ายโคน โดยมีปลายโคนชี้ลงไปทางด้านล่างซ้าย ตั้งอยู่ภายใน ทรวงอก อยู่ระหว่าง ปอดทั้งสอง ข้าง ด้านหลังของกระดูกหน้าอก โดยค่อนไปทางด้านซ้าย ส่วนของหัวใจ 2ใน3 จะอยู่ทางด้านซ้าย จากแนวกึ่งกลางตัว และ 1ใน3 จะอยู่ทางด้านขวาจากแนวกึ่งกลางตัว

ขนาดของหัวใจ หัวใจในผู้ใหญ่ มีความยาวประมาณ 12 เซนติเมตร และกว้างประมาณ 8-9 เซนติเมตรในบริเวณที่กว้างสุด และ มีความหนา ประมาณ 6 เซนติเมตร
น้ำหนักของหัวใจ ในผู้ชายมีน้ำหนักประมาณ 280-340 กรัม ในผู้หญิงมีน้ำหนักประมาณ 230-280 กรัม และหัวใจจะมีการขยายขนาด และน้ำหนักมากขึ้นตามอายุ โดยในผู้ชายจะมีการขยายขนาดมากกว่าในผู้หญิง

หัวใจ ประกอบด้วย ส่วนสำคัญต่างๆดังนี้
- ห้องหัวใจและลิ้นหัวใจ

หัวใจแบ่งเป็น 4 ห้อง ได้แก่ หัวใจห้องบนขวา(right atrium), หัวใจห้องบนซ้าย(left atrium), หัวใจห้องล่างขวา (right ventricle), หัวใจห้องล่างซ้าย(left ventricle)



รูปที่ 2.1 หัวใจของมนุษย์

- หัวใจห้องบนขวา มีขนาดใหญ่กว่าหัวใจห้องบนซ้าย แต่ มีผนังบางกว่าห้องบนซ้าย คือประมาณ 2 มิลลิเมตร และมีความจุ ประมาณ 57 ซีซี
- หัวใจห้องบนซ้าย มีขนาดเล็กกว่าหัวใจห้องบนขวา และมีผนังหนากว่า คือประมาณ 3 มิลลิเมตร แยกจากหัวใจห้องบนขวาโดย ผนังกั้นหัวใจส่วนบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- หัวใจห้องล่างขวา มีรูปร่างสามเหลี่ยม ต่อจากหัวใจห้องบนขวา โดยมีลิ้นหัวใจไตรคัสปิดกั้น แบ่งหัวใจห้องบนขวาและล่างขวา ผนัง หัวใจห้องล่างขวาจะบางกว่าห้องล่างซ้ายในอัตราส่วน 1:3 แต่จะมี ความจุเท่ากับหัวใจห้องล่างซ้ายคือ ประมาณ 85 ซีซี หัวใจห้องล่าง ขวาจะต่อกับเส้นเลือดแดงพัลโมนารี่ โดยมีลิ้นหัวใจพัลโมนิคกั้นระหว่างกัน
- หัวใจห้องล่างซ้าย มีรูปร่างเป็นรูปโคน และเมื่อตัดขวางจะมีรูปร่างคล้ายวงรีหรือค่อนข้างกลม และประกอบเป็นส่วนของยอด หัวใจ โดยมีผนังหนาเป็น 3 เท่าของหัวใจห้องล่างขวา

ลิ้นหัวใจ คนเรามีทั้งหมด 4 ลิ้น ทำหน้าที่ควบคุมการไหลเวียนของเลือดภายในหัวใจ จากหัวใจห้องบน ไปหัวใจห้องล่างและ ออกสู่เส้น เลือดเอออร์ตา และเส้นเลือดพัลโมนารี่

รูปที่ 2.2 รูปหน้าที่ส่วนต่างๆในหัวใจ

ลิ้นหัวใจไตรคัสปิด(Tricuspid valve) กั้นระหว่างหัวใจห้องบนขวาและห้องล่างขวา ประกอบด้วยแผ่น ลิ้นหัวใจรูปสามเหลี่ยม 3 แผ่นจะเปิดในจังหวหัวใจคลายตัวทำให้เลือดไหลจากหัวใจห้องบน ขวาสู่ห้องล่างขวา

ลิ้นหัวใจไมตรัล(Mitral valve) กั้นระหว่างหัวใจห้องบนซ้ายและหัวใจห้องล่างซ้าย ประกอบด้วยแผ่นลิ้น หัวใจรูปสามเหลี่ยม 2 แผ่นจะ เปิดในจังหวะหัวใจคลายตัว ทำให้ เลือดไหลจากหัวใจห้องบนซ้ายสู่ห้องล่างซ้าย

ลิ้นหัวใจพัลโมนิค(Pulmonic valve) กั้นระหว่างหัวใจห้องล่างขวาและเส้นเลือดแดง พัลโมนารี่ ประกอบด้วยแผ่นลิ้นหัวใจ 3 แผ่น รูปคล้ายเสี้ยวพระจันทร์ โดยมีด้านนูนหันไป ทางเส้นเลือดแดง พัลโมนารี่ จะเปิด ในจังหวะหัวใจบีบตัว ทำให้เลือดไหลจากหัวใจห้องล่างขวาไปเส้นเลือดแดงพัลโมนารี่

ลิ้นหัวใจเอออร์ติค(Aortic valve) กั้นระหว่างหัวใจห้องล่างซ้ายและ เส้นเลือดเอออร์ตา ประกอบด้วยแผ่น ลิ้นหัวใจ 3 แผ่นรูปคล้ายเสี้ยวพระ จันทร์ โดยมี 2 แผ่นอยู่ด้านหน้าและ 1 แผ่นอยู่ด้านหลังจะเปิดในจังหวะ หัวใจบีบตัว ทำให้เลือดไหลจากหัวใจห้องล่างซ้ายไปเส้น เลือดแดงเอออร์ตา

- โครงสร้างผนังของหัวใจ ประกอบด้วย 3 ชั้นคือ

1.แผ่นหุ้มหัวใจด้านนอก(epicardium) เป็นส่วนของแผ่นด้านในของเยื่อหุ้มหัวใจ

2.กล้ามเนื้อหัวใจ(myocardium)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

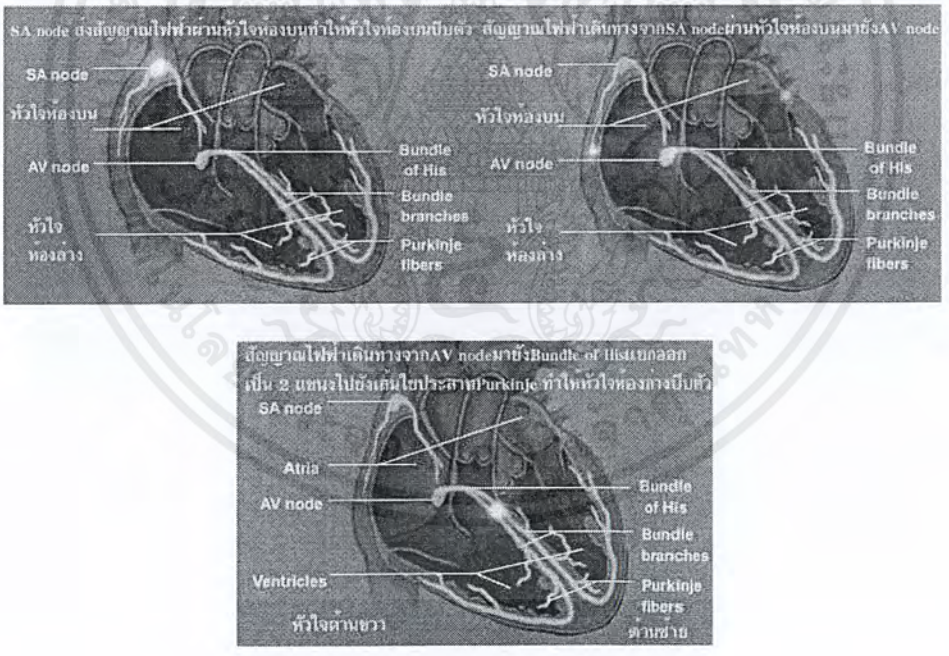
3.ผนังหัวใจด้านใน(endocardium) เป็นแผ่นบางบุผนังด้านในของหัวใจ รวมทั้งเป็นส่วนของลิ้นหัวใจ

- เยื่อหุ้มหัวใจ ลักษณะเป็นถุงรูปโคน ซึ่งมีหัวใจและส่วนต้นของเส้นเลือดแดงที่ออกจากหัวใจอยู่ภายในถุง

เยื่อหุ้มหัวใจ ประกอบด้วยแผ่น 2 แผ่นคือแผ่นด้านนอก และแผ่นด้านในซึ่งหุ้มรอบหัวใจอยู่ ระหว่างแผ่น 2 แผ่นเป็นช่องของเยื่อหุ้ม หัวใจ ซึ่งโดยปกติแล้วช่องนี้จะแฟบปิด แต่ในภาวะที่มีโรคที่เกี่ยวกับเยื่อหุ้มหัวใจ อาจจะทำให้มีน้ำสะสมอยู่ในช่องดังกล่าว ซึ่งถ้ามี ปริมาณมาก จะไปกดการคลายตัวของหัวใจโดยตรง

- เส้นทางการนำไฟฟ้าในหัวใจ

หัวใจจะทำงานโดยการบีบตัวและคลายตัวได้ เกิดจากมีการกระตุ้นทางไฟฟ้าผ่าน ทางสายนำไฟฟ้า ในหัวใจ ซึ่งมีจุดกำเนิดไฟฟ้า อยู่ที SA node ซึ่งอยู่บริเวณหัวใจห้องบนขวา กระแสไฟฟ้าจะเดินทางจาก SA node ผ่านไปยังหัวใจห้องบนทั้งซ้ายและขวา เป็นผล ให้หัวใจห้องบนทั้งสองบีบตัว ในจังหวะหัวใจคลายตัว(diastole) แล้วกระแสไฟฟ้าจะเดิน ทางมายังบริเวณที่เรียกว่า AV node ซึ่งอยู่ใกล้กับบริเวณรอยต่อหัวใจห้องบนกับห้องล่างหลังจากนั้นกระแสไฟฟ้าจะเดินทางลงมายัง bundle of HIs แล้วแตกออกเป็น 2 แขนง คือแขนงด้านขวาและแขนงด้านซ้ายซึ่งจะแตกออกอีกเป็นแขนงด้านหน้าและด้านหลังสุดท้ายกระแสไฟฟ้าจะเดินทางจากปลายแขนงทั้งสองไปยังเส้นใยนำไฟฟ้าที่กระจาย อยู่ทั่วไปตามกล้ามเนื้อหัวใจ ซึ่งเราเรียกเส้นใยเหล่านี้ว่า Purkinje fibers และทำให้กล้ามเนื้อ หัวใจห้องล่างบีบตัวในที่สุดในจังหวะหัวใจบีบตัว(systole)



รูปที่ 2.3 อธิบายการทำงานของหัวใจ

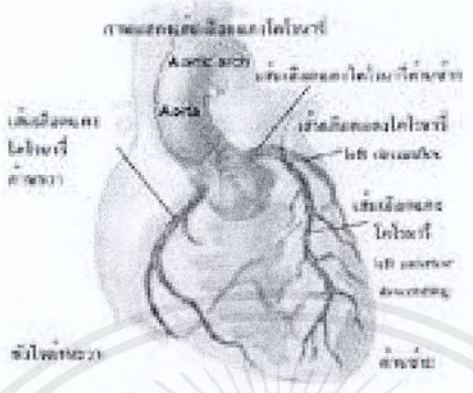
- เส้นเลือดที่ไปเลี้ยงหัวใจ เรียกว่าเส้นเลือดแดงโคโรนารี่ มีรูเปิดอยู่ที่บริเวณโคนของเส้นเลือดแดงเอออร์ตา แบ่งเป็น 2 เส้น คือ เส้นเลือด แดงโคโรนารี่ด้านขวา และเส้นเลือดแดงโคโรนารี่ด้านซ้าย

เส้นเลือดแดงโคโรนารี่ด้านขวา จะเลี้ยงกล้ามเนื้อหัวใจด้านขวา และกล้ามเนื้อหัวใจด้านซ้ายส่วนล่าง

เส้นเลือดแดงโคโรนารี่ด้านซ้าย จะเลี้ยงกล้ามเนื้อหัวใจด้านซ้ายที่เหลือทั้งหมด จะแตกออกเป็น 2 แขนง คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แขนงที่มาด้านหน้า เรียกว่า Left anterior descending artery และแขนงที่อ้อมไปด้านหลังเรียกว่า Left circumflex artery

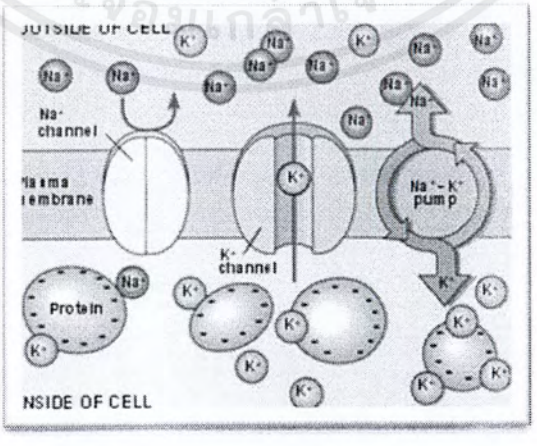


รูปที่ 2.4 เส้นเลือดต่างๆ ในหัวใจ

การทำงานของเซลล์ประสาท

การเคลื่อนที่ของกระแสประสาทภายในเซลล์

นักวิทยาศาสตร์พบว่า กระแสประสาทเคลื่อนที่ไปได้โดยมีการเปลี่ยนแปลงทางไฟฟ้าเกิดขึ้นและเมื่อนักวิทยาศาสตร์ใช้เครื่องมือวัดความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างภายในและภายนอกเซลล์ในสภาพปกติและขณะเกิดกระแสประสาท จึงสรุปได้ว่าการเคลื่อนที่ของกระแสประสาท เป็นการเปลี่ยนแปลงความต่างศักย์ทางไฟฟ้าและการเปลี่ยนแปลงทางเคมีพร้อมกันไปการเปลี่ยนแปลงนี้ต้องการออกซิเจนและพลังงานเพิ่มขึ้นด้วเคลื่อนของกระแสประสาท



รูปที่ 2.5 การเคลื่อนที่ของเซลล์ประสาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

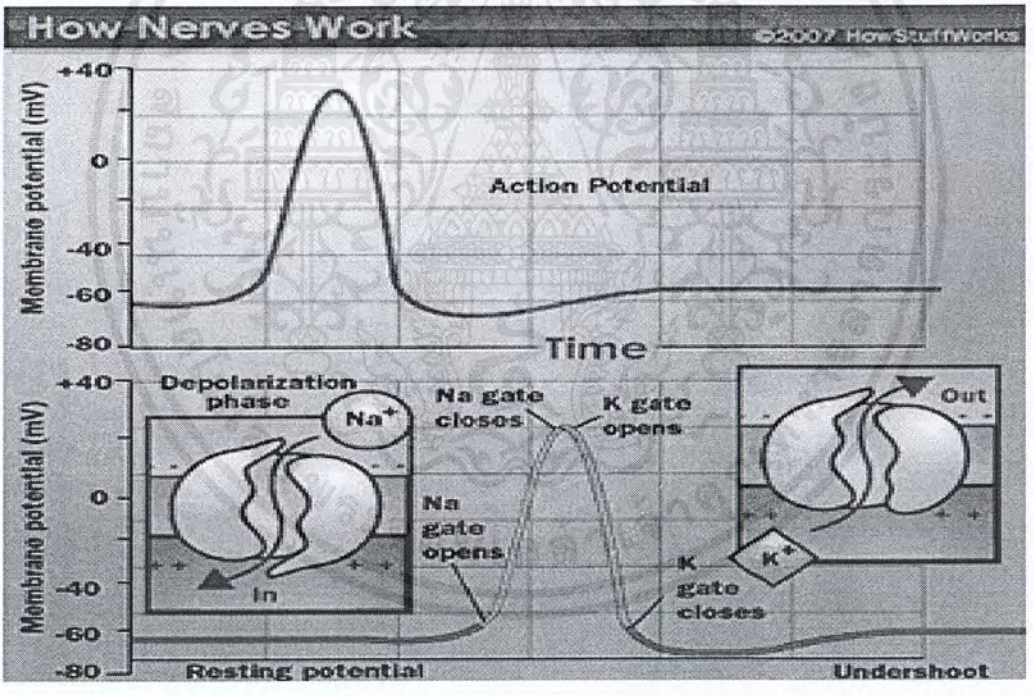
แบ่งเป็น 3 ขั้นตอน คือ

1. ระยะก่อนถูกกระตุ้น (polarization)

สารละลายภายในและภายนอกเซลล์ประสาทจะมีประจุไฟฟ้าต่างกันประมาณ -60 มิลลิโวลต์ โดยนอกเซลล์จะมีประจุไฟฟ้าบวก และสารละลายภายนอกเซลล์ส่วนใหญ่ประกอบด้วย Na+ และ Cl- ส่วนภายในเซลล์มีประจุไฟฟ้าลบ เนื่องจากประกอบด้วย K+ และอินทรียสารซึ่งมีประจุลบ

ในสภาปกติจะพบ K+อยู่ภายในเซลล์มากกว่าภายนอก (ไม่ต่ำกว่า 25 เท่า) และพบ Na+ อยู่ภายนอกเซลล์มากกว่าภายใน (มากกว่า 10 เท่า) แสดงว่าเยื่อหุ้มเซลล์จะดึง K+ เข้ามาภายในเซลล์ และส่ง Na+ ออกนอกเซลล์ตลอดเวลาด้วยวิธี

แอกทีฟทรานสปอร์ต (active transport)
เรียกขบวนการนี้ว่า **โซเดียม-โพแทสเซียมปั๊ม** (sodium potassium pump)



รูปที่ 2.6 แอกทีฟทรานสปอร์ต

2. ระยะเมื่อถูกกระตุ้น (depolarization)

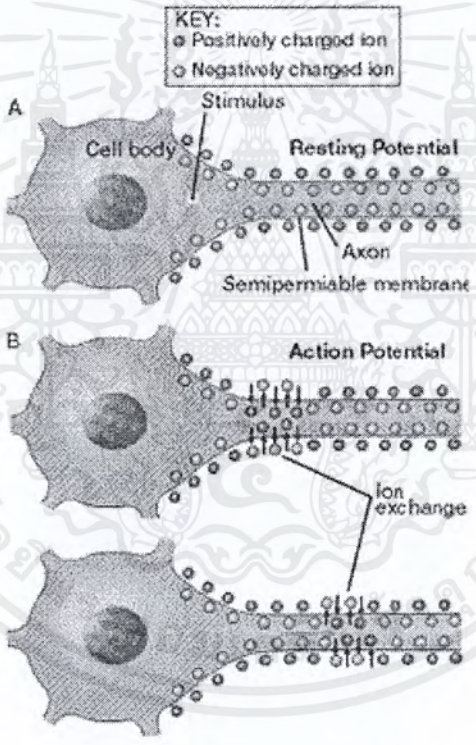
เมื่อมีสิ่งเร้ามากระตุ้นเซลล์ประสาท จะทำให้คุณสมบัติของเยื่อหุ้มเซลล์ตรงนั้นเปลี่ยนไปชั่วคราว คือยอมให้ Na+ ภายนอกแพร่เข้าไปภายในเซลล์ได้ ผิวในของเยื่อหุ้มเซลล์ตรงที่ Na+เข้าไปจะมีประจุบวกเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนเปลี่ยนเป็นประจุบวกและผิวนอกที่สูญเสีย Na+จะเปลี่ยนเป็นประจุลบ(การเปลี่ยนแปลงประจุนี้ใช้เวลา 1/100 วินาที)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อความต่างศักย์ไฟฟ้าจะเปลี่ยนแปลงจาก -60มิลลิโวลต์ เป็น +60 มิลลิโวลต์ ทันทีที่ บริเวณหนึ่งมีศักย์ไฟฟ้าต่างจากบริเวณถัดไป จะกระตุ้นเซลล์ประสาทบริเวณถัดไปทั้ง 2 ข้าง ให้เกิดสลับขั้วต่อไปเรื่อย ๆ ปรากฏการณ์เช่นนี้ คือสัญญาณที่แสดงถึงการเคลื่อนที่ของกระแสประสาท (nerve impulse action potential) อันเกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางไฟฟ้าและทางเคมี

3. การกลับเข้าสู่สภาพปกติ (repolarization)

เมื่อ Na+ ผ่านเข้ามาในเซลล์ K+ ก็จะแพร่ออกจากเซลล์ทำให้ประจุไฟฟ้าที่ผิวนอกและผิวในของเยื่อหุ้มเซลล์กลับคืนสู่สภาพเดิม และในช่วงเวลาใกล้เคียงกันเมื่อกระแสประสาทผ่านไปแล้ว เซลล์ประสาทจะขับ Na+ ออก และดึง K+ เข้าเซลล์ด้วยกระบวนการโซเดียม - โพแทสเซียมปั๊ม เพื่อให้เซลล์กลับคืนสู่สภาพปกติ สามารถนำกระแสประสาทต่อไปได้



รูปที่ 2.7 **repolarization**

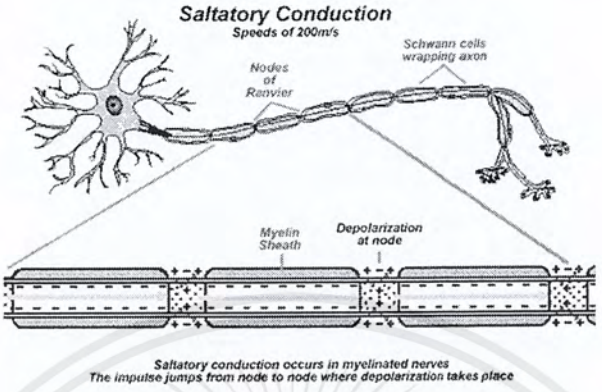
ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในเซลล์ประสาทรวดเร็วมาก และใยประสาทชนิดที่มีเยื่อไมอีลินหุ้มจะนำกระแสประสาทได้รวดเร็ว เพราะการแลกเปลี่ยนประจุไฟฟ้าจะเกิดขึ้นที่ **โนดออฟเรนเวียร์**เท่านั้นส่วนใยประสาทชนิดที่ไม่มีเยื่อไมอีลินหุ้ม การแลกเปลี่ยนประจุไฟฟ้าจะเกิดขึ้นทุกตำแหน่ง ถัดกันไป

ความเร็วของกระแสประสาทยังขึ้นอยู่กับเส้นผ่านศูนย์กลางของใยประสาทด้วย โดยทั่วไปความเร็วของกระแสประสาทจะเพิ่มขึ้น1เมตรต่อวินาที เมื่อเส้นผ่านศูนย์กลางเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 1 ไมครอน ดังนั้นใยประสาทได้เร็วคือ ใย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประสาทที่มีขนาดใหญ่และมีเยื่อไมอีลินหุ้ม

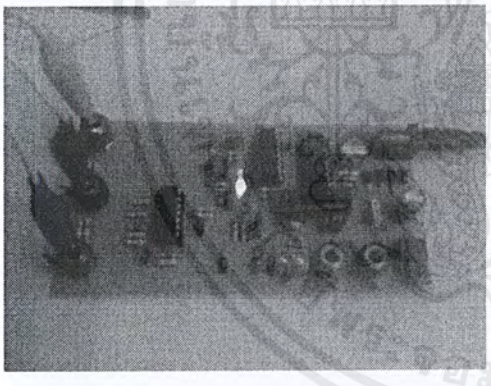
- เซลล์ประสาทที่ไม่มีเยื่อไมอีลินหุ้มนำกระแสประสาทด้วยความเร็ว 12 เมตรต่อวินาที
- ส่วนเซลล์ประสาทที่มีเยื่อไมอีลินหุ้มนำกระแสประสาทด้วยความเร็ว 120 เมตรต่อวินาที



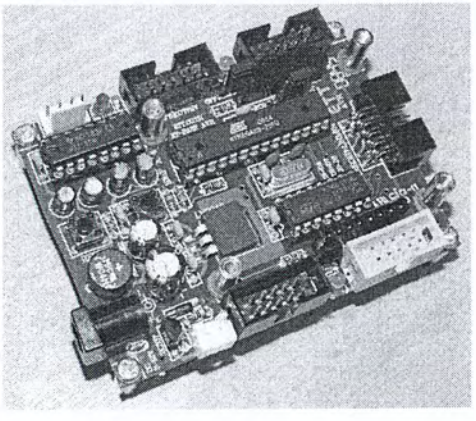
รูปที่ 2.8 ส่วนของเซลล์ประสาท

<u>เราได้ทำการสร้าง ECG SIMULATOR เป็น 2 วิธี คือ</u>

1. ECG SIMULATOR CIRCUIT

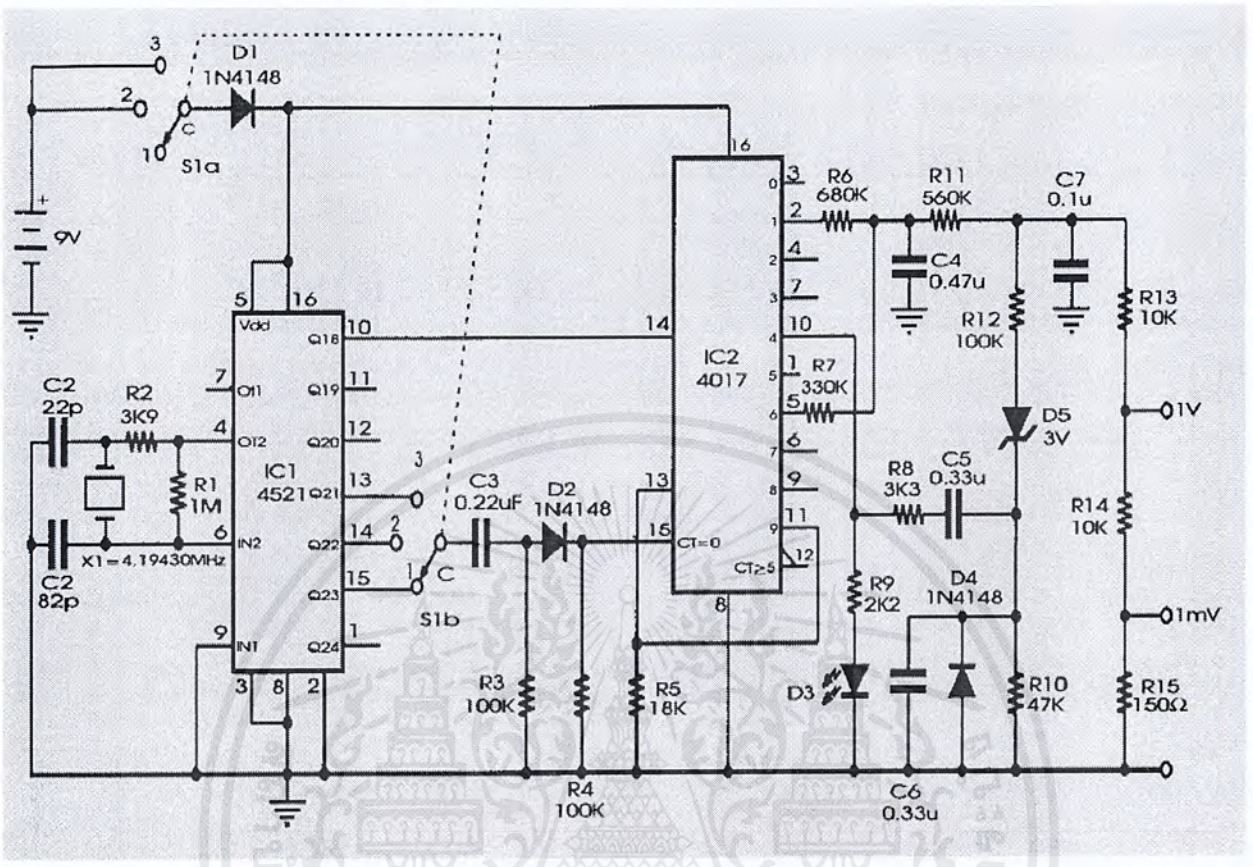


2. ECG SIMULATOR MICROCONTROLLER



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจร ECG – Simulator



รูปที่ 2.9 วงจร ECG - Simulator

จากวงจรประกอบด้วยไอซีมาตราฐานลอจิกอยู่ 2 ตัว และอุปกรณ์ประกอบ ไอซีเบอร์ 1 เบอร์ 4521 เป็นไอซีซีมอสที่เรียกว่า 24 stage binary counter โดยมีตัวกำหนดความถี่ในการนับเป็นคริสตอล ที่ความถี่ 4.194,304 Hz ไอซี 1 จะทำหน้าที่หารความถี่ออกมาเป็น 16 Hz เป็นรูปสแควเวฟออกมาทางเอาท์พุท Q18 (ขา 10) ที่ 16 Hz จะถูกต่อเป็นสัญญาณนาฬิกาให้กับ IC2 ซึ่งเป็นวงจรนับแบบเลขฐาน 10 (Decimal Counter) ที่ขา 15 IC2 จะทำการหารความถี่ที่เอาท์พุท 10 สัญญาณส่วนที่ 2 จะถูกฟิลเตอร์ด้วย R3 และ C3 เป็นรูปสัญญาณแหลมแบบสไปร์ทเข้าที่ขา 15 ของ IC2 ไดโอด D2 จะทำการกั้นแรงดันไฟลบไม่ให้ผ่านเข้าทางขา 15

IC 2 จะทำการนับถึง 9 และจะอยู่ในสภาวะโฮลสเต็จ จากนั้นขา 11 ที่ถูกต่อกับขาอินพุทอีนาเบิ้ล คือขา 13 จะทำการรีเซ็ทการทำงาน ซึ่งก็คือรูปคลื่นในสภาวะตัว U ถ้ามีความจำเป็นหาคริสตอลค่าที่ระบุไม่ได้ ให้ใช้ค่า 4 MHz แทนได้ แต่ค่าความถี่จะผิดเพี้ยนไปบ้างเล็กน้อย

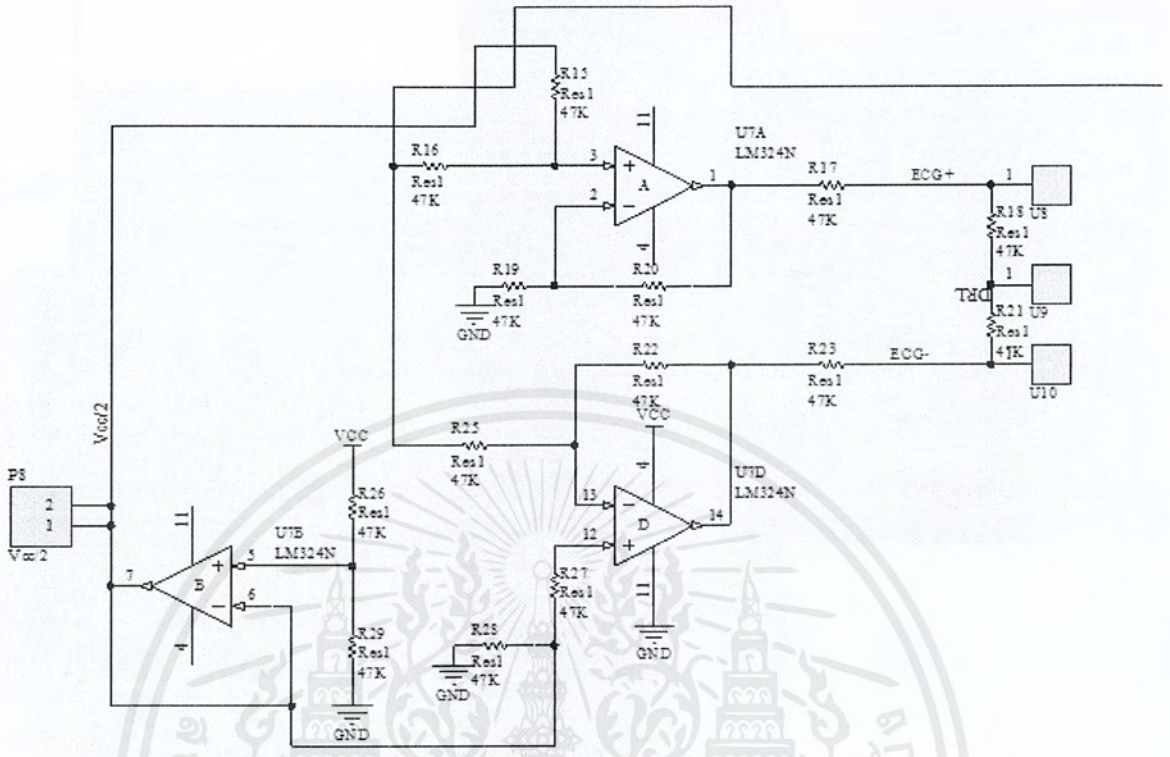
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยังมีอุปกรณ์ทางเอาท์พุทที่รับสัญญาณจาก Q1,Q4 และ Q6 โดยรูปคลื่นแรกจะเป็นพัลซ์ที่ถูกเปลี่ยนเป็น P เวฟฟอร์ม โดยการฟิลเตอร์แบบอินทริเกรเตอร์ โดย R6 และ C4 ด้วย C4 จะทำการชาร์จประจุจาก 0 V ถึงประมาณ 1 V

ส่วนรูปคลื่น T เวฟฟอร์ม เกิดจากการอินทริเกรเตอร์ของ R7 และ C4 โดยที่ R7 มีค่าความต้านทานน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของ R6 รูปคลื่นพัลซ์จาก Q6 จะชาร์จประจุโดย C4 มากเป็น 2 เท่าของรูปคลื่น P เวฟฟอร์ม C5 และ R10 ที่ถูกใส่ไว้ เป็น R พัลซ์ระหว่าง 2 รูปคลื่น ตัวต้านทาน R8 จะจำกัดการชาร์จของกระแสที่ C5 และในขณะที่ D5 จะยอมให้แรงดัน 3.8 V ผ่านมายังจุด C R9 และ D3 ซึ่งเป็น LED จะกระพริบในขณะเกิดรูปคลื่น R ซึ่งเป็นรูปคลื่นสไปร์ R13 , R14 และ R15 จะทำการแปลงแรงดันเอาท์พุทเป็น 1 V และ 1 mV ตามความต้องการ วงจรนี้ใช้แหล่งจ่ายเป็นแบตเตอรี่ 9 Vอัตราการกินกระแสของวงจร ประมาณ 2.5 mA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจร Phase-Inverter



รูปที่ 2.10 วงจร Phase-Inverter

วงจร Phase inverter เป็นส่วนที่ต้องนำมาทำเครื่อง ECG Simulator แบบ 3 leads วงจร Phase inverter จะประกอบด้วย IC LM 324N ซึ่งเป็น OP-AMP วงจรนี้จะรับสัญญาณ หัวใจขนาด 1 mV มาทำการกลับเฟส และคงรูปเดิม โดยมี Gain = 1 เมื่อทำการ differential Amp แล้ว จะเป็นรูปสัญญาณหัวใจที่เราต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

ไมโครคอนโทรลเลอร์และอุปกรณ์อื่นๆ

ไมโครคอนโทรลเลอร์และอุปกรณ์อื่นๆที่ใช้ในการทำการทดลองประกอบด้วยส่วนต่างๆที่สำคัญ 4 ส่วน คือ

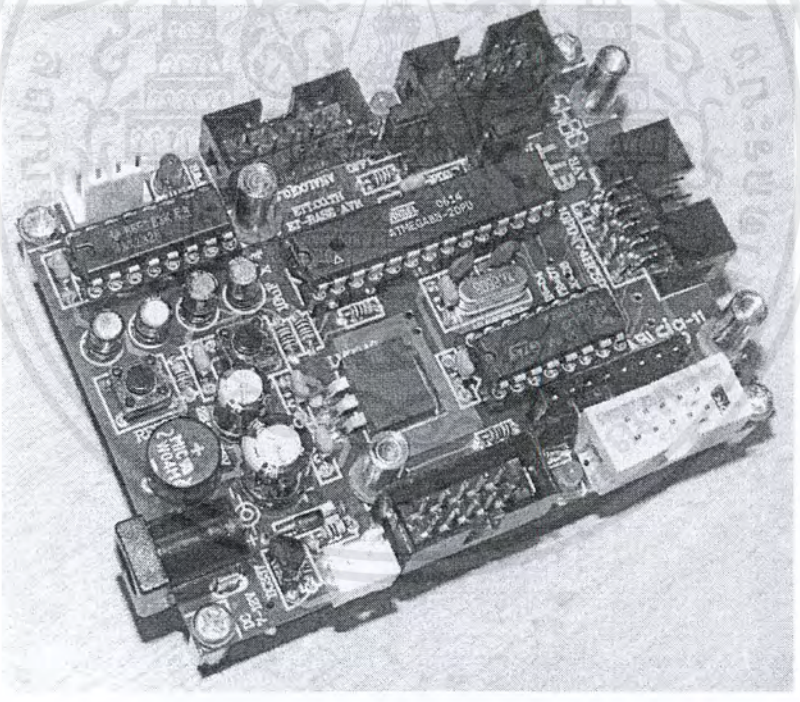
3.1) ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยเลือกใช้บอร์ดสำเร็จรูป ET-BASE AVR EASY88 เป็นตัวประมวลผล

3.2) จอLCD แสดงผล

3.3) สวิตซ์ขนาด 4x4 ใช้สำหรับเลือกสัญญาณ Output

3.4) DAC D/A เป็นตัวแปลงสัญญาณจาก Digital เป็น Analog

3.1) Microcontroller ET-BASE AVR EASY88



รูปที่ 3.1 Microcontroller ET-BASE AVR EASY88

ET-BASE AVR EASY88 เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรเลอรในตระกูล AVR โดยบอร์ดเลือกใช้ไมโครคอนโทรเลอร์ ตระกูล AVR เบอร์ ATMEGA88 ของ ATMEL เป็น MCU ประจำบอร์ด โดย MCU รุ่นนี้จะบรรจุอยู่ภายในตัวถังแบบ 28 Pin DIP โดย MCU ตัวนี้จะมีจุดเด่น คือ เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เล็กแต่เพียบพร้อมไปด้วยทรัพยากรพื้นฐานต่างๆอย่างครบถ้วน เหมาะแก่การใช้ในดขการศึกษาเรียนรู้สำหรับผู้เริ่มต้น และยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานต่างๆได้โดยง่าย ซึ่ง MCU สามารถทางานได้ด้วยความถี่สูงสุด 20MHz ที่ 1 Clock / Machine Cycle นอกจากนี้แล้วยังมีความเพียบพร้อมด้วยอุปกรณ์พื้นฐานต่างๆที่จำเป็นต่อการใช้งาน ไม่ว่าจะเป็นหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลแบบ EEPROM ขนาด 512 Byte และหน่วยความจำใช้งานแบบ SRAM อีก 1 K Byte สวนในด้านของอุปกรณ์ Peripheral นั้นก็นับว่าครบถ้วนเหมาะแก่การนำไปประยุกต์ใช้งานเกี่ยวกับการควบคุมและประมวลผลต่างๆได้เป็นอย่างดี โดยจะมีทั้งระบบฮาร์ดแวร์ของ SPI, UART, I2C, Watchdog, Timer/Counter, PWM และ ADC ฯลฯ โดยการออกแบบโครงสร้างของบอร์ดนั้น จะเน้นเรื่องขนาดของบอร์ดใหม่ขนาดเล็กเพื่อให้ง่ายต่อการนำไปประยุกต์ใช้งาน และสะดวกต่อการพัฒนาโปรแกรม โดยลักษณะของบอร์ดจะเน้นความคุ่มค่า และมีความอ่อนตัว ทั้งด้านของการศึกษาทดลอง และ การนำไปประยุกต์ใช้งานจริงๆ สำหรับกรณีที่จะนำบอร์ดไปเขียนโปรแกรมเพื่อสร้างเป็นชิ้นงานจริงๆนั้น ก็สามารถนำไปดัดแปลง หรือ เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ต่างๆได้โดยง่ายตามความเหมาะสม ซึ่งเรียกได้ว่า บอร์ดเดียวใช้ได้ทั้งเรียนรู้และใช้งาน

คุณสมบัติของบอร์ด

• เลือกใช้ MCU ตระกล AVR เบอร ATMEGA88 ของ ATMEL เป็น MCU ประจำบอร์ด โดยเลือกใช้แหล่งกำเนิดสัญญาณนาฬิกาแบบ Crystal Oscillator ค่า 19.6608 MHz เพื่อให้สามารถใช้งานพอร์ตสือสารอนุกรม RS232 ได้อย่างลงตัว

• สามารถเปลี่ยนไปติดตั่งใช้งาน MCU ตระกล AVR ขนาด 28 PIN เบอร์อื่นๆในอนุกรมเดียวกันได้ เช่น ATMEGA8,ATMEGA48,ATMEGA168 และ ATMEGA328 เป็นต้น โดย MCU เหล่านี้จะมีตำแหน่งขาที่เข้ากันได้ สามารถติดตั่งใช้งานในบอร์ดได้ทันที โดยไม่ต้องดัดแปลงแก้ไขวงจร

• มีหน่วยความจำ 8 KByte Flash / 512 Byte EEPROM / 1024 Byte SRAM

• มีพอร์ต I/O ขนาด 20 บิต จำนวน 3 พอร์ต (PB(6บิต),PC(6บิต),PD(8Bit))

มีวงจรสือสารอนุกรม UART จำนวน 1 พอรต

มีวงจรสือสาร SPI จานวน 1 พอร์ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีวงจรสื่อสาร I2C จานวน 1 พอรต

มีวงจร Timer/Counter ขนาด 16 บิต 1 ชุด และ Timer/Counter ขนาด 8 บิต 2 ชุด

มีวงจร ADC ขนาด 10บิต จำนวน 6 ช่อง

• MCU ประจำบอร์ดได้รับการติดตั้ง Bootloader สำหรับใช้ Upload Code ให้บอร์ดผ่านทางพอร์ตสื่อสารอนุกรม RS232 ได้ทันที โดยไม่ต้องใช้เครื่องโปรแกรมภายนอก สามารถใช้การพัฒนาโปรแกรมได้ทั้ง ภาษาแอสแซมบลี ภาษาซี ภาษาเบสิก และ ภาษา C++ ของ Arduino ได้ทันที

• มีขั่วต่อสัญญาณ I/O แบบ TTL แบบ Header 2x5 จำนวน 3 ชุด (PB,PC และ PD)

• มีสวิตช์ RESET พร้อมวงจร External Reset แบบ RC Reset ภายในบอร์ด

• มีสวิตช์ BL(PD2) สาหรบใชรเซตบอรดเขาทางานใน Bootloader และใชทดสอบ Input

• มีขั้วต่อ RS232 สำหรับใช้งาน และ Upload Code ด้วย Bootloader ผ่าน RS232

• มีขั้วต่อ AVRISP แบบ 10PIN IDE มาตรฐาน AVRISP สำหรับใช้โปรแกรม Code ใหบอร์ด ในกรณีที่ไม่ต้องการใช้การ Upload Code ผ่านทาง RS232 ของ Bootloader

• มีวงจรขยาย Output ด้วย 74HC595 พร้อมขั้วต่อสญญาณ Output แบบ IDE 10 Pin จำนวน 1 ชุด

• มี LED แสดงสถานะแหล่งจ่าย Power และ 2 LED สำหรับใช้ทดสอบการทำงานของบอร์ด

• ใชกับแหลงจ่ายไฟ 7 ถึง 10VAC/DC พร้อมวงจร Bridge Rectifier และ Regulate 1A(Low Drop)

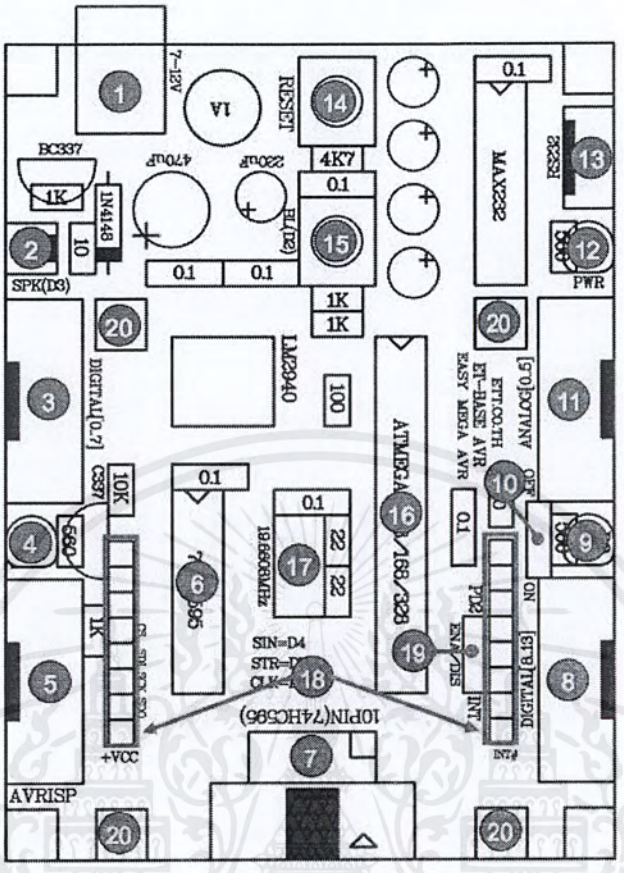
• มีฐานสำหรับใช้ติดตั้งบอร์ดทดลอง I/O ขนาดมาตรฐาน ET-MINI I/O SET เพื่อใช้งานรวมกับบอร์ด

ทดลองต่างๆ เช่น DC Motor, Stepping Motor, I2C RTC,I2C I/O,I2C EEPROM, SPI ฯลฯ

• ขนาด PCB Size เล็กเพียง 8 x 6 Cm.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแสดง โครงสร้างของบอร์ด ET-BASE AVR EASY88

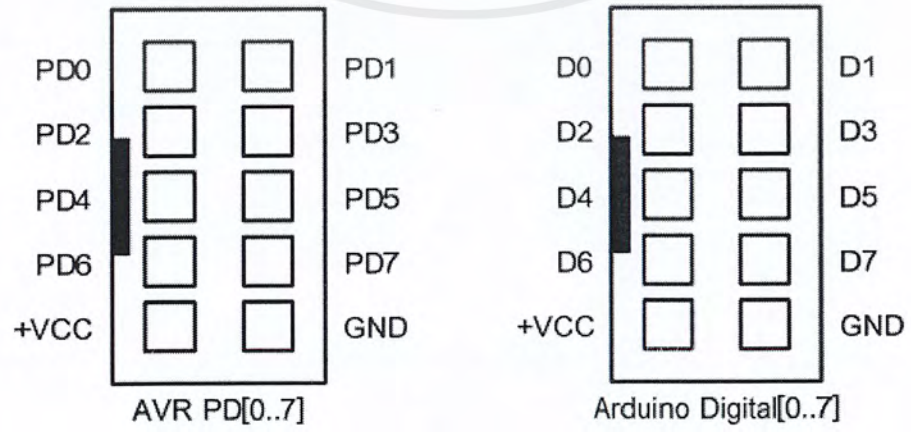


รูปที่ 3.2 โครงสร้างของบอร์ด ET-BASE AVR EASY88

หมายเลข 1 คือ ขั้วต่อแหล่งจ่ายไฟเลี้ยงวงจรของบอร์ด ใช้กับแหล่งจ่าย 7-10VAC/DC

หมายเลข 2 เป็นขั้วต่อสำหรับใช้ต่อกับ ลำโพง ซึ่งถูก Drive ผ่านทรานซิสเตอร์ BC337

หมายเลข 3 เป็นขั้วต่อสัญญาณจาก PD[0..7] ซึ่งในกรณีใช้การพัฒนาโปรแกรมด้วย Arduino จะเป็นขาสัญญาณของ Digital[0..7]

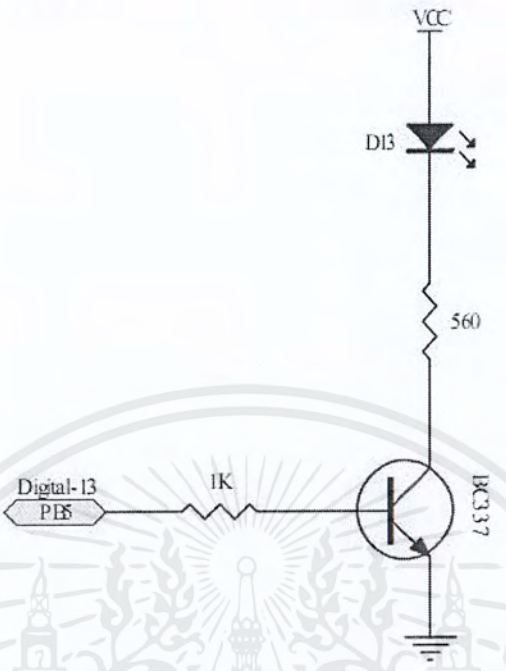


รูป 3.3 ขั้วต่อสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

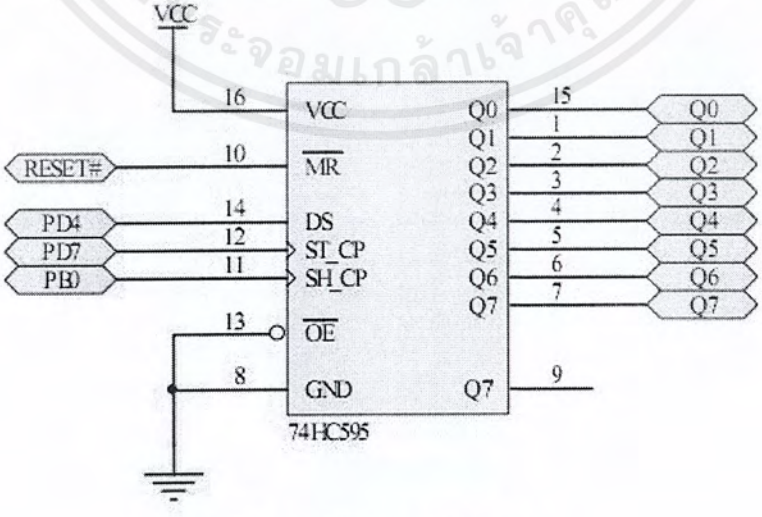
หมายเลข 4 เป็น LED ใช้แสดงสถานะของขาสัญญาณ PB[5] หรือ Digital[13] ของ Arduino ซึ่ง LED นี้จะถูก Drive ผ่านทรานซิสเตอร์ BC337 ดังวงจร



รูป 3.4 แสดงสถานะของขาสัญญาณ

หมายเลข 5 เป็นขั้วต่อ AVRISP ใช้สำหรับ Download Code ให้กับ MCU ในกรณีที่ใช้การพัฒนาโปรแกรมของบอร์ดเป็นแบบ MCU ของ AVR ตามปรกติโดยไม่ผ่านระบบBootloader โดยขั้วต่อAVRISP นี้จะสามารถใช้งานได้กับเครื่องโปรแกรมทุกรุ่นที่รองรับการใช้งานกับ ATMEGA88 และใช้ขั้วต่อ ตรงตามมาตรฐาน AVRISP ดังรูป

หมายเลข 6 เป็นไอซีเบอร์ 74HC595 ซึ่งใช้ขยาย Output Port ขนาด 8 บิต โดยมีการต่อวงจรร่วมกับ MCU ที่ใช้ในบอร์ด ดังวงจร



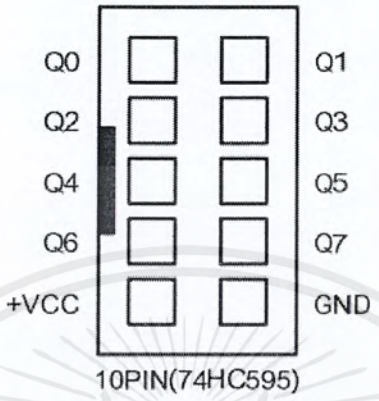
รูป 3.5 ขาต่างๆ ของ74HC595

11938

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

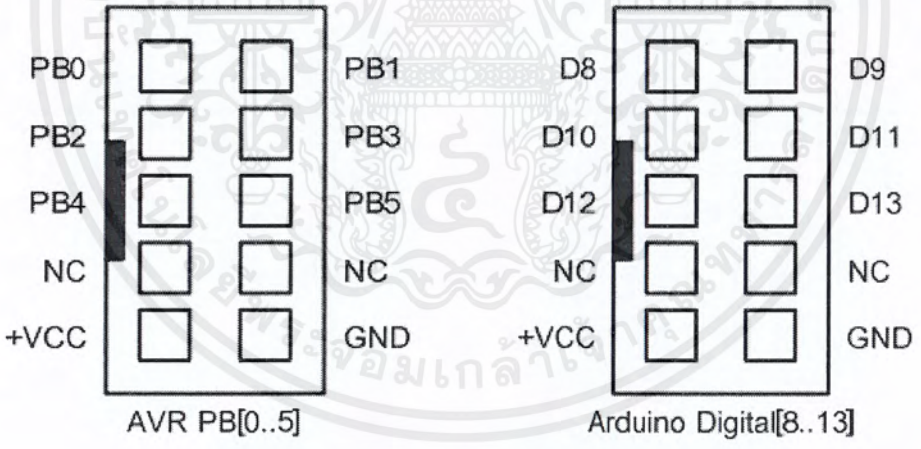
โดย Output ของ 74HC595 นี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานเพื่อทำหน้าที่เป็น Output ทั่วๆไป หรือใช้สำหรับเชื่อมต่อกับ Character LCD ในแบบ 4 Bit Mode ก็ได้เช่นเดียวกัน

หมายเลข 7 เป็นขั้วต่อสัญญาณ Output จาก 74HC595 ซึ่งมีขนาด 8บิต ก็คือ Q[0..7] โดยมีการจัดเรียงขาสัญญาณดังนี้



รูป 3.6 ขั้วสัญญาณ ของ74HC595

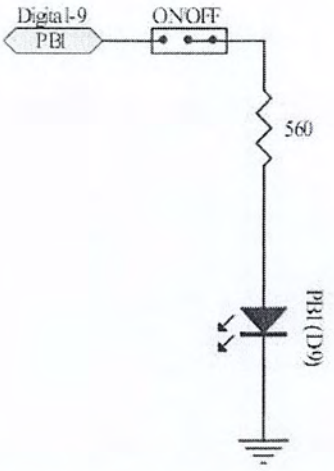
หมายเลข 8 เป็นขั้วต่อสัญญาณจาก PB[0..5] ซึ่งในกรณีใช้การพัฒนาโปรแกรมด้วย Arduino จะเป็นขาสัญญาณของ Digital[8..13]



รูป 3.7 ขาต่างๆ ของ74HC595 (Digital)

หมายเลข 9 เป็น LED ใช้แสดงสถานะของขาสัญญาณ PB[1] หรือ Digital[9] ของ Arduino ซึ่ง LED นี้จะถูกต่อวงจรแบบ Source Current จากขาสัญญาณของ MCU โดยมี Jumper เป็นตัวตัดต่อสัญญาณระหว่าง PB[1] กับ LED ซึ่ง LED นี้สามารถแสดงผลได้ 2 แบบ คือ ใช้ทดสอบการแสดงผลแบบ ON/OFF เมื่อกำหนดขาสัญญาณ PB[1] เป็นแบบ Digital Output และ ใช้ทดสอบการแสดงผลแบบ Dimmer เมื่อกำหนดขาสัญญาณ PB[1] เป็นแบบ Output PWM ดังวงจร

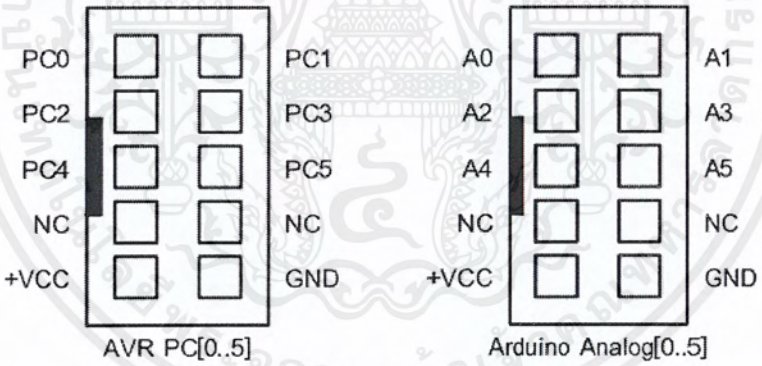
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 3.8 LED ใช้แสดงสถานะของขาสัญญาณ PB[1] หรือ Digital[9]

หมายเลข 10 เป็น Jumper สำหรับใช้ในการตัดต่อสัญญาณ PB[1] กับ LED โดยเมื่อเลือกไว้ด้าน ON จะเป็นการต่อสัญญาณ PB[1] เข้ากับ LED แต่เมื่อเลือก OFF จะเป็นการตัดการเชื่อมต่อของ PB[1] ออกจากวงจรแสดงผลของ LED

หมายเลข 11 เป็นขั้วต่อสัญญาณจาก PC[0..5] ซึ่งในกรณีใช้การพัฒนาโปรแกรมด้วย Arduino จะเป็นขาสัญญาณของ Analog[0..5]

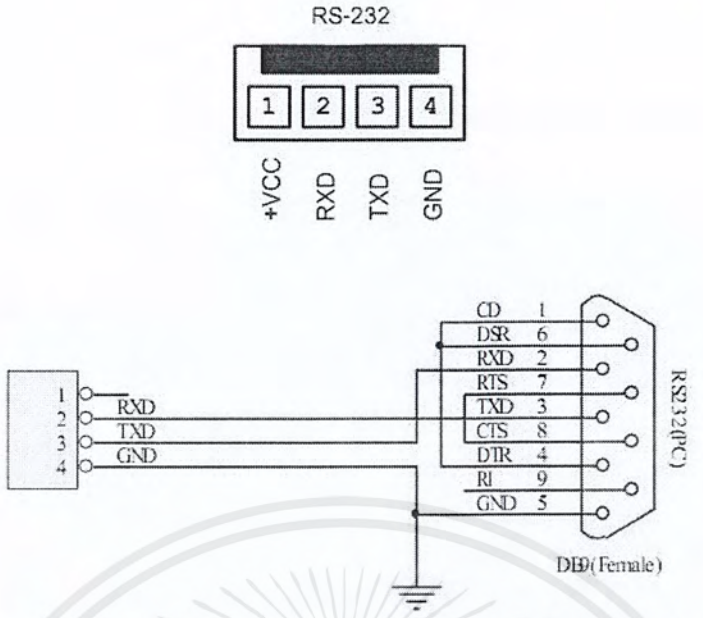


รูป 3.9 ขั้วต่อสัญญาณจาก PC[0..5]

หมายเลข 12 เป็น LED Power ใช้แสดงสถานะของแหล่งจ่ายไฟ +5VDC

หมายเลข 13 คือ ขั้วต่อ RS232 สำหรับใช้งานทั่วไป และ Upload Code ให้กับ MCU ผ่านระบบBootloader โดยมีการจัดเรียงสัญญาณดังนี้

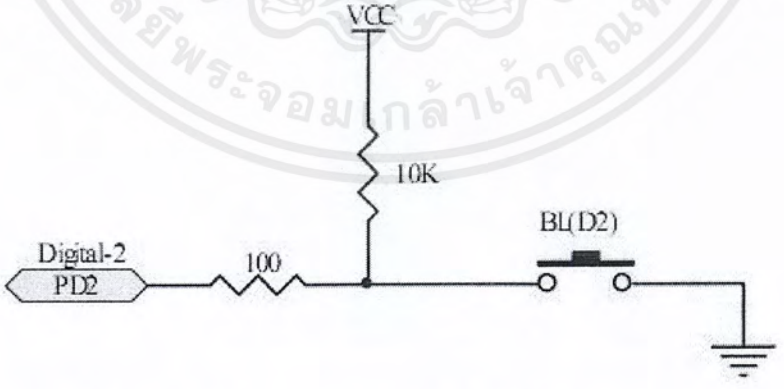
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.10 วงจรการต่อสายของ RS232 สำหรับใช้งานกับบอร์ด

หมายเลข 14 คือ สวิตช์ RESET ใช้สำหรับรีเซ็ตการทำงานของ MCU

หมายเลข 15 คือ สวิตช์ BL(Bootloader) โดยต่อผ่านขาสัญญาณ PD[2] ใช้สำหรับสร้างสัญญาณโลจิก LOW ให้กับขาสัญญาณ PD[2] เพื่อทดสอบการรับค่า Input รวมทั้งการสร้างสัญญาณ Trigger Interrupt ของ INT0 รวมทั้งการใช้สั่งให้ MCU เข้าทำงานใน Bootloader โดยใช้งานร่วมกับสวิตช์ RESET โดยสวิตช์ BL มีการต่อวงจรดังรูป



รูปที่ 3.11 สวิตช์ BL(Bootloader) โดยต่อผ่านขาสัญญาณ PD[2]

หมายเลข 16 เป็น MCU ประจำบอร์ด ซึ่งสามารถใช้ได้กับ AVR ขนาด 28ขา ได้หลายเบอร์ เช่น ATMEGA8,ATMEGA88,ATMEGA168 และ ATMEGA328

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเลข 17 เป็น Crystal Oscillator ค่าความถี่ 19.6608 MHz

หมายเลข 18 เป็น Header สำหรับรองรับการเชื่อมต่อสัญญาณกับบอร์ด ET-MINI ENC28J60 ของ บริษัท อีทีที จำกัด สำหรับใช้พัฒนาโปรแกรมใช้งานกับระบบ Ethernet LAN

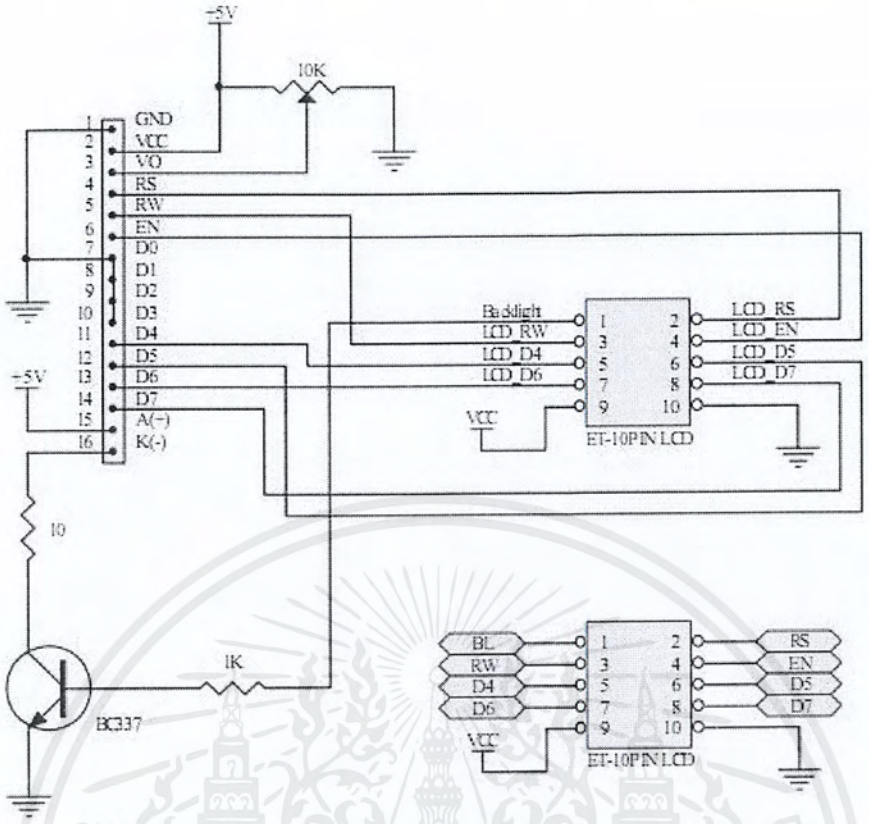
หมายเลข 19 เป็น Jumper สำหรับใช้ตัดต่อขาสัญญาณของ PD2(INT0) ที่เชื่อมต่อระหว่าง PD2(INT0) ของบอร์ด ET-BASE AVR EASY88 กับ INT ของบอร์ด ET-MINI ENC28J60 ซึ่งถ้าเลือกไว้ด้าน ENA หมายถึง Enable ซึ่งจะเป็นการเชื่อมต่อขา INT จาก ENC28J60 เข้ากับขา PD2 หรือ INT0 ของ ATMEGA88 แต่เมื่อเลือกไว้ทางด้าน DIS จะหมายถึง Disable ซึ่งเป็นการตัดการเชื่อมต่อขา INT ของ ENC28J60 ออกจากขา PD2(INT0) ของ ATMEGA88 ซึ่งตามปรกติควรเลือกไว้ที่ด้าน DIS เสมอ

หมายเลข 20 เป็นตำแหน่งฐานรองสำหรับยึดบอร์ดทดลองขนาดเล็กของ บริษัท อีทีที จำกัด ที่มีขนาดมาตรฐาน ในขนาด MINI I/O Size ซึ่งผู้ใช้สามารถนำบอร์ดชุด ET-MINI I/O ต่างๆมาต่อทดลองร่วมกับบอร์ด ET-BASE AVR EASY88 ได้ทันที

3.2) LCDและการต่อใช้งานร่วมกับ 10PIN 74HC595

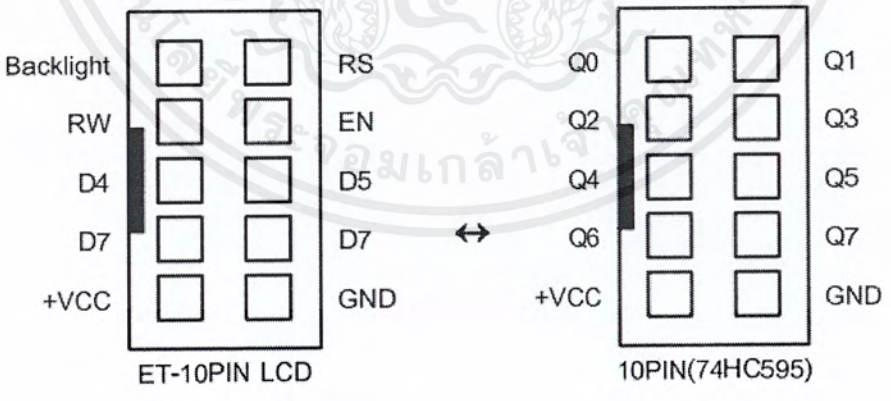
เนื่องจาก MCU เบอร์ ATMEGA88 มีขาสัญญาณอย่างจำกัด เมื่อต้องการนำมาต่อใช้งานกับ LCD จะทำให้ต้องสูญเสียขาสัญญาณไปหลายเส้น ซึ่งอาจส่งผลให้จำนวนสัญญาณไม่เพียงพอที่จะนำไปทำการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อื่นๆ การขยาย Output ด้วย 74HC595 จะช่วยลดการสูญเสียขาสัญญาณใช้งานไปได้เป็นอย่างมาก เนื่องจากเสียขาสัญญาณในการควบคุม 74HC595 เพียง 3 เส้น แต่ได้จำนวน Output เพิ่มขึ้นมาถึง 8 เส้น โดยสัญญาณ Output ที่ได้จาก 74HC595 นี้สามารถนำไปใช้งานเป็น Output Port สำหรับควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆได้ตามต้องการ รวมทั้งการควบคุมการแสดงผลของ LCD ด้วยซึ่งในกรณีที่จะนำ Output จาก 74HC595 ไปใช้ควบคุมการแสดงผลของ LCD นั้น เพื่อความสะดวกในการใช้งาน ขอแนะนำให้จัดหาชุด ET-10PIN CLCD (ET-CONV 10 TO LCD) มาเป็นตัวกลางในการเชื่อมต่อระหว่าง ขั้ว IDE 10PIN ของ Output จาก 74HC595 หรือ 10PIN(74HC595) ดังตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



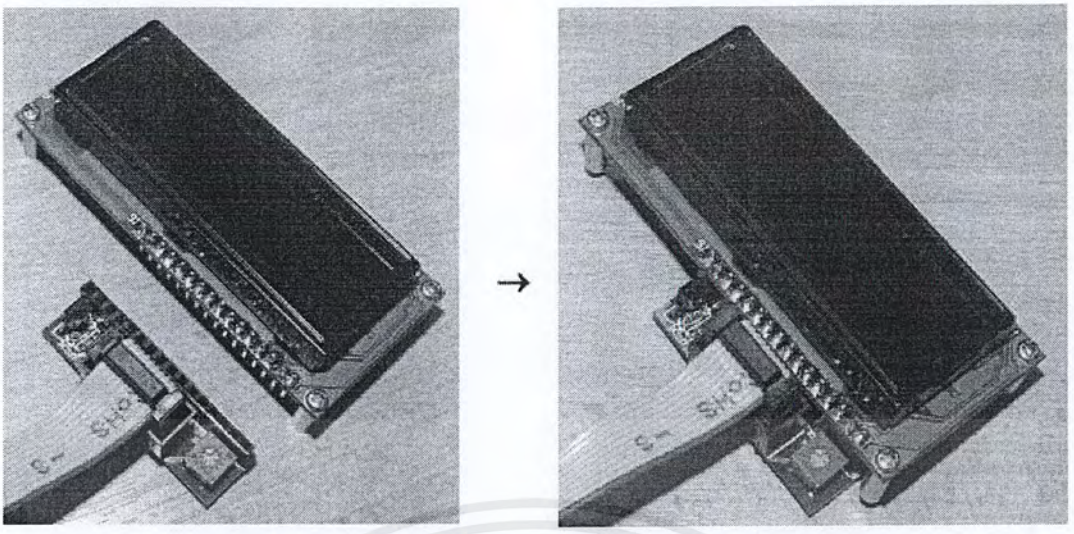
รูปที่ 3.12 วงจรของชุด ET-10PIN CLCD (ET-CONV 10 TO LCD)

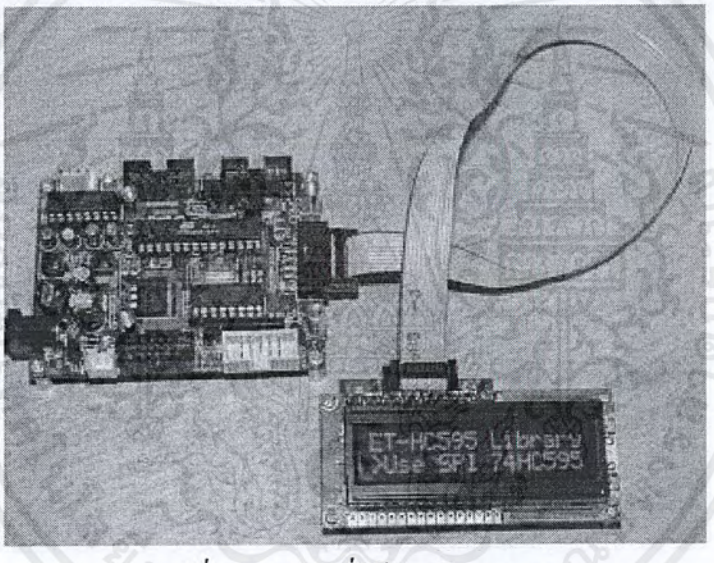
โดยเมื่อนำ LCD มาติดตั้งเข้ากับชุด ET-10PIN CLCD เรียบร้อยแล้วจะทำให้สามารถเชื่อมต่อสายสัญญาณระหว่างขั้ว ET-10PIN CLCD กับ 10PIN(74HC595) ได้โดยง่าย โดยใช้การเชื่อมต่อผ่านทางสายแพร์ขนาด 10PIN ได้ทันทีดังตัวอย่าง



รูปที่ 3.13 ขั้วต่อสัญญาณ LCD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

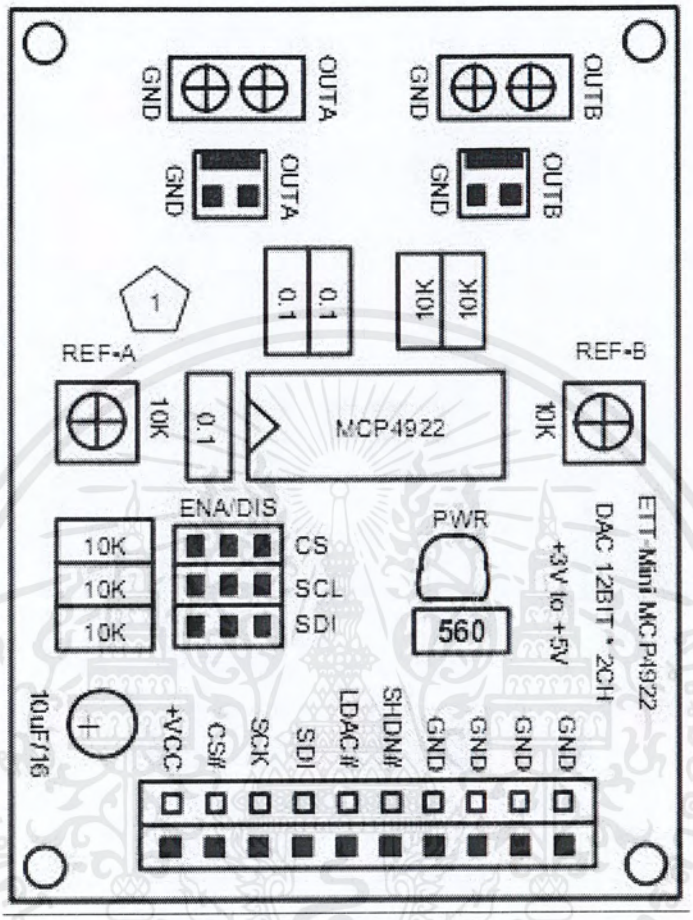




รูปที่ 3.14 LCD ที่ใช้งานกับ Arduino

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ET-MINI MCP4922 DAC 12BIT



รูปที่ 3.15 Module ET-MINI MCP4922 DAC 12BIT

ET-MINI MCP4922 DAC 12BIT เป็นชุดแปลงสัญญาณ Digital เป็น Analog มีคุณสมบัติดังนี้

- ใช้ได้กับ Power Supply 2.7V-5.5V
- แรงดันอ้างอิง VrefA และ VrefB สามารถปรับจาก VR ได้ตั้งแต่ 0 ถึง +Vcc
- Digital Input ความละเอียด 12 bit
- Interface การรับส่งข้อมูล Digital Input ด้วย SPI รองรับสัญญาณ Clock ได้ถึง 20 Mhz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- มี DAC Output ให้ใช้งาน 2 แชลแนล และสามารถเลือก Gain ขยายสัญญาณ Output ได้ที่ 1x,2x

หน้าที่ขาสัญญาณบนบอร์ด

1)ขา +Vcc และ GND ใช้ต่อเข้ากับ Vcc และ GND ของ MCU ที่ใช้ควบคุม ซึ่งรองรับแรงได้ตั่งแต่ 2.7V-5.5V

2)ขา CS –Chip select Input จะทำงานที่ลอจิก Low เพื่อที่จะ enable Clock และ Data

3)ขา SCK จะเป็นขาสำหรับรับสัญญาณ Clock(SPI) จากภายนอกเข้ามา

4)ขา SDI เป็นขา Data สำหรับระบบข้อมูลแบบ Serial จากภายนอกเข้ามา

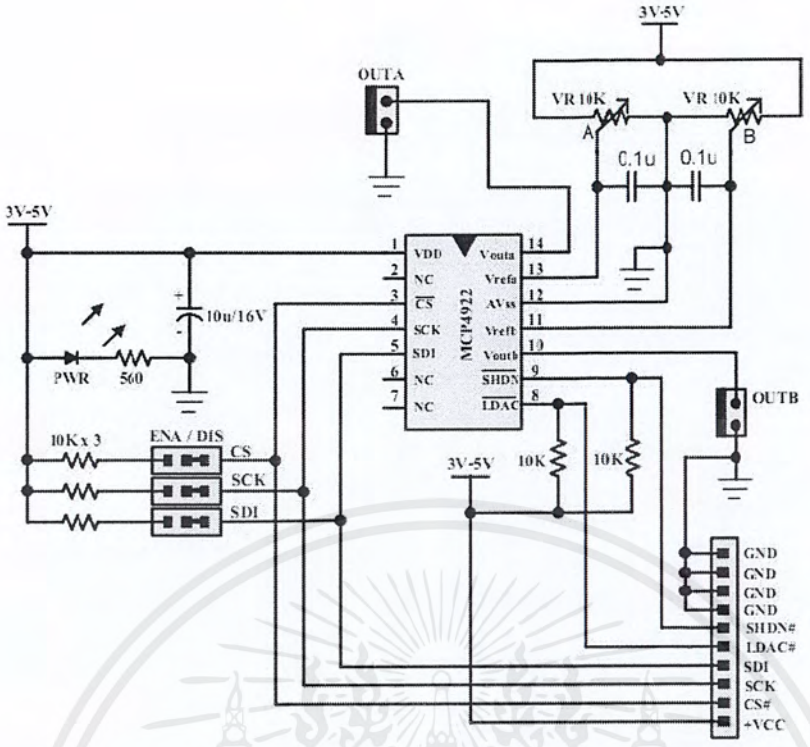
5)ขา LDAc จะทำงานที่ Logic Low ซึ่งจะทำหน้าที่โหลดข้อมูลที่ถูก Convert แล้ว ออกไปที่ขา Output

6)ขา SHDN จะทำงานที่ Logic Low ทำหน้าที่ Shutdown DAC ให้อยู่ใน Standby Mode ในสภาวะใช้งายปกติจะต้องให้เป็น Logic Hight

7)ขา OUTA และ OUTB เป็นขา Output สำหรับต่อสัญญาณ Analog ที่ได้ไปใช้งาน

8) VR REF-A และ REF-B ใช้สำหรับปรับแรงดันอ้างอิง แชนแนล A และ B ตามลำดับ โดยแรงดันอ้างอิงนี้จะปรับได้ที่ 0 ถึง +Vcc

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.16 จงวร ET-MINI MCP4922 DAC 12BIT

รูปแบบการส่งข้อมูล (SPI Serial Interface)

สำหรับ Module นี้ผู้ใช้จะต้องส่งข้อมูล Digital Input ให้กับ Module ในลักษณะของ Serial (SPI) โดยจะมีการส่งคำสั่งและส่งข้อมูลไปด้วยกันครั้งละ 16 Bit (2Byte) ต่อการ Convert สัญญาณ Digital 1 ค่า โดยมีรูปแบบแสดงในตาราง

ตาราง แสดงรูปแบบการส่ง Command และ Data

Upper Half :							
Bit15	**Bit14**	**Bit13**	**Bit12**	**Bit11**	**Bit10**	**Bit9**	**Bit8**
A/B	BUF	GA	SHDN	D11	D10	D9	D8

Lower Half :							
Bit7	**Bit6**	**Bit5**	**Bit4**	**Bit3**	**Bit2**	**Bit1**	**Bit0**
D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Bit 15 **A/B:** DAC_Aหรือ DAC Select bit สำหรับเลือกแชนแนล Output

1 = Write to DAC_Bใช้งาน Output แชนแนล A

0 = Write to DAC_A ใช้งาน Output แชนแนล A

Bit 14 **BUF:** Vref Input Buffer Control bit สำหรับกำหนดให้แรงดันอ้างอิงที่รับเข้ามาผ่าน Buffer หรือไม่ผ่าน Buffer

1 = Buffered ให้แรงดันอ้างอิงที่รับเข้ามาผ่าน Buffer ภายใน ของ MCP4922

0 = Unbuffered ให้แรงดันอ้างอิงที่รับเข้ามาไม่ผ่าน Buffer ภายใน ของ MCP4922

Bit13 **GA:** Output Gain Select bit สำหรับเลือกเกณฑ์ขยายของสัญญาณ Output

1 = 1x จะได้ Vout = Vref * D/4096

0 = 2x จะได้ Vout = 2 * Vref * D/4096 เมื่อ D = ค่าของ Digital Input ฐาน10 (D0-D11)

Bit12 **SHDN:** Output Power down Control bit ใช้ กำหนด Mode Shutdown ให้กับ DAC

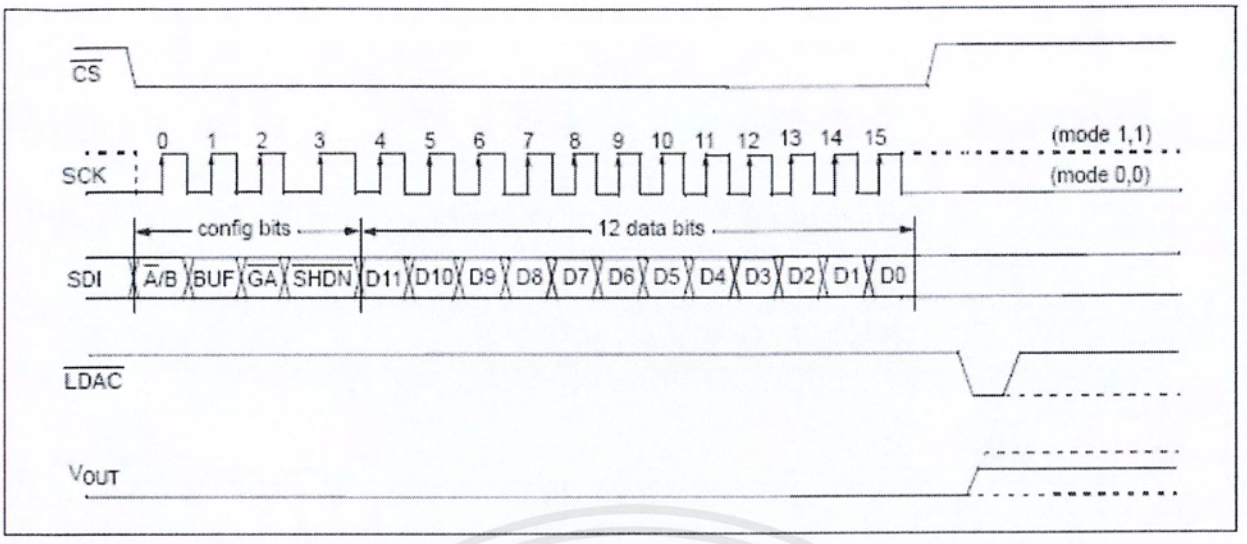
1 = Output Power Down Control bit : บัฟเฟอร์ Output ทำงานปกติ DAC ทำงาน

0 = Output buffer disabled ,Output high impedance :บัฟเฟอร์ Output ไม่ทำงาน DAC Standby Mode

Bit 11-0 **D11-D0:** DAC Data bits ข้อมูล Digital 12 Bit ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0 - 4096

ขั้นตอนในการส่งข้อมูลและ Command สามารถพิจารณาได้จากรูปด้านล่าง คือเริ่มต้นต้องกำหนดให้ขา CS และ LDAC เป็น 1 ค้างไว้ เมื่อจะทำการ Write Command และส่งข้อมูล จะต้องกำหนดให้ขา CS = '0' แล้วตามด้วย Clock 4 bit Configuration และ 12 bit data ตามลำดับ ข้อมูลก็จะถูกส่งออกไปที่ขา SDI โดยเริ่มส่งบิต 15 ออกไปเป็นบิตแรก หลังจากส่งข้อมูลครบ 16 บิต ก็กำหนดให้ขา CS = '1' แล้วจึงส่งสัญญาณ Latch (จาก 0 เป็น 1) ไปที่ขา LDAC สัญญาณ ดิจิตอลที่ ถูก Convert เป็นอนาลอก ก็จะถูกส่งออกมาที่ ขา Output ในแชนแนลที่ผู้ใช้กำหนดไว้ ซึ่งระดับแรงดันที่ออกมาก็จะมีค่าใกล้เคียงกับค่าที่คำนวณจากสูตรข้างต้น จากบอร์ด ถ้าขา CS ,SCL และ SDI ไม่ได้ถูก Pull Up จากภายนอกบอร์ดไว้ ผู้ใช้จะต้อง Set Jumper บนบอร์ดมาทางด้าน ENAด้วย เพื่อทำการ Pull Up ให้กับขาสัญญาณทั้ง 3 ขา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.17 Timing Write Command

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

Software Arduino และการโปรแกรมให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์

การพัฒนาโปรแกรมของ ET-BASE AVR EASY88 ด้วย Arduino

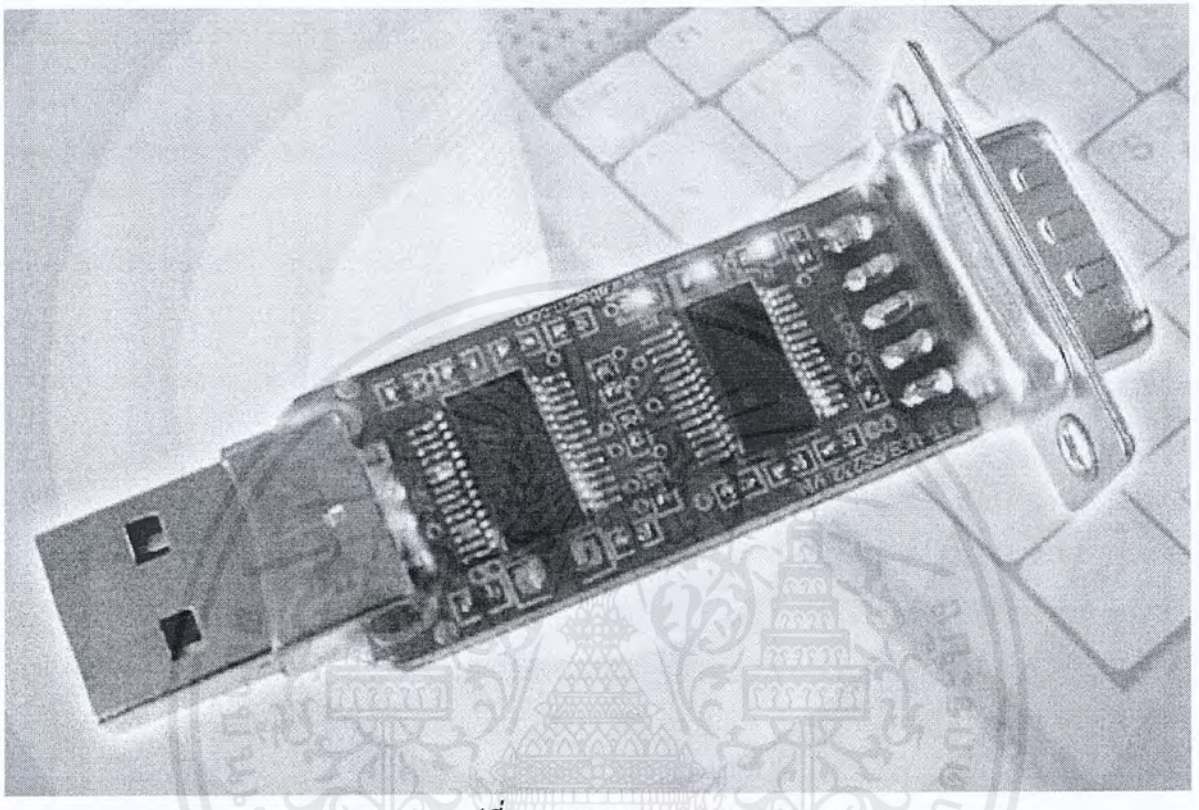
ตามปรกติแล้วบอร์ด ET-BASE AVR EASY88 จะทำการ ติดตั้งโปรแกรม Bootloader ไว้ให้เรียบร้อยแล้ว โดยใช้ Bootloader ชื่อ "BOOT_EASY88_MANUAL_19_6608MHZ.HEX" ซึ่งเป็นBootloader ที่ทางทีมงาน อีทีที ได้นำต้นฉบับจาก Arduino มาปรับปรุงเงื่อนไขการทำงานใหม่ เพื่อให้การทำงานสอดคล้องกับระบบฮาร์ดแวร์ของบอร์ด ET-BASE AVR EASY88 ได้ดียิ่งขึ้น โดยโปรแกรม Bootloader นี้จะใช้สำหรับติดต่อสื่อสารเพื่อสั่ง Upload Code จากคอมพิวเตอร์ PC ให้กับ MCU ในบอร์ดทำงาน โดยไม่ต้องใช้เครื่องโปรแกรมภายนอกให้ยุ่งยาก ซึ่งคุณสมบัติของBootloader ที่ทาง อีทีทีปรับปรุงเพิ่มเติมขึ้น มีคุณสมบัติการทำงานเป็นดังนี้

- สื่อสารกับโปรแกรมภายนอกด้วย Protocol แบบ STK500 (STK500V1)
- ใช้ความเร็ว Baudrate 19200 โดยใช้ความถี่ XTAL 19.6608 MHz
- โปรแกรม Bootloader มีขนาด 2KByte ทำงานที่ตำแหน่ง 0x1800-0x1FFF
- ใช้ LED ที่ต่อกับขา Digital-13(PB5) เป็นตัวแสดงสถานะในขณะที่ Bootloader ทำงาน
- โปรแกรมใน Bootloader จะทำงานโดยอัตโนมัติทุกครั้งหลังการรีเซ็ต โดย MCU จะเริ่มต้นทำงานใน Bootloader นี้ก่อนเสมอ จากนั้นจะตรวจสอบสถานะทางโลจิกของขา PD2 โดยถ้าพบว่าขาPD2 เป็น HIGH ก็จะออกจากการทำงานใน Bootloader เพื่อไปเริ่มต้นทำงานตามคำสั่งที่เป็นของผู้ใช้โดยอัตโนมัติ แต่ถ้าพบว่าขา PD2 เป็น LOW จะเข้าทำงานใน Bootloader Programming Mode โดยในขณะที่ Bootloader Programming Mode ทำงาน ตอนเริ่มต้นจะเห็น LED ที่ต่อไว้กับขาสัญญาณ Digital-13(PB5) กระพริบ 3 ครั้ง แล้วติดค้าง เพื่อรอการติดต่อสื่อสารจากโปรแกรมสำหรับสั่งให้ทำการ Upload Code ให้กับ MCU จนกว่าจะถูกสั่งรีเซ็ตสำหรับบอร์ด ET-BASE AVR EASY88 นั้น จะใช้สวิตช์ BL(PD2) และสวิตช์ RESET เป็นตัวเลือกการทำงานของ Bootloader ซึ่งถ้าต้องการให้ MCU ทำงานจาก Code ที่ผู้ใช้เขียนขึ้นก็ให้ใช้การกดสวิตช์ RESET เพียงอย่างเดียว แต่ถ้าต้องการให้ MCU เข้าสู่การทำงานใน Bootloader Programming Mode ก็ให้กดสวิตช์ BL(PD2) ค้างไว้แล้วกดสวิตช์ RESET โดยต้องกดสวิตช์ BL(PD2) ค้างไว้ก่อนจนกว่าจะปล่อยสวิตช์ RESET แล้วจึงค่อยปล่อยสวิตช์ BL(PD2) เป็นลำดับสุดท้าย โดยจะสังเกตเห็น LED ที่ต่อไว้ที่ขา PB5 กระพริบ3 ครั้งแล้วติดค้างรอไว้ เพื่อบอกให้ทราบว่า MCU เข้าทำงานใน Bootloader แล้วแต่อย่างไรก็ตามในการที่จะสามารถทำการติดตั้งโปรแกรม Bootloader Code ให้กับ MCU ได้นั้น ผู้ใช้จำเป็นต้องมีเครื่องมือสำหรับทำหน้าที่ Program Code ให้กับ MCU อยู่ด้วย โดยใช้เครื่องโปรแกรมที่มีขั้วต่อตามมาตรฐานของ "AVRISP" ของ ATMEL แบบ IDE 10 PIN ได้ทันที โดยวิธีการให้ศึกษาเพิ่มเติมจากหัวข้อ "การโปรแกรม Bootloader ให้กับบอร์ด ET-BASE AVR EASY88" ในตอนท้ายของคู่มือนี้คู่มือการใช้งานบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์รุ่น ET-BASE AVR EASY88

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ET-USB/RS232 MINI

เป็นอุปกรณ์ที่ ทำหน้าที่เป็นตัวจำลอง พอร์ตอนุกรน ขนานให้กับโน้ตบุคผ่านทางพอร์ต USB ซึ่งทำหน้าที่สำคัญในการ Upload Coad ลงตัวไมโครคอนโทรลเลอร์



รูปที่ 4.1 **ET-USB/RS232 MINI**

คุณสมบัติของ ET-USB/RS232 MINI

1. รองรับมาตรฐาน USB 1.1 และ USB 2.0
2. อัตราการรับส่งข้อมูล 300 bps ถึง 128 kbps
3. ใช้ไฟเลี้ยงจาก USB Port โดยตรงไม่ต้องต่อเพิ่มภายนอก
4. USB Connector แบบ TYPE A ,RS232 Connector แบบ DP9 ตัวผู้
5. แสดงสถานการณ์ทำงานด้วย LED 3 สี คือ การรับ (RX) สีเขียว,การส่ง (TX) สีเหลือง และ Power (PWR) สีแดง
6. Driver รองรับ Windows 98SE/ME/2000/XP
7. ขนาด กว้าง 3 cm x ยาว 6.8 cm

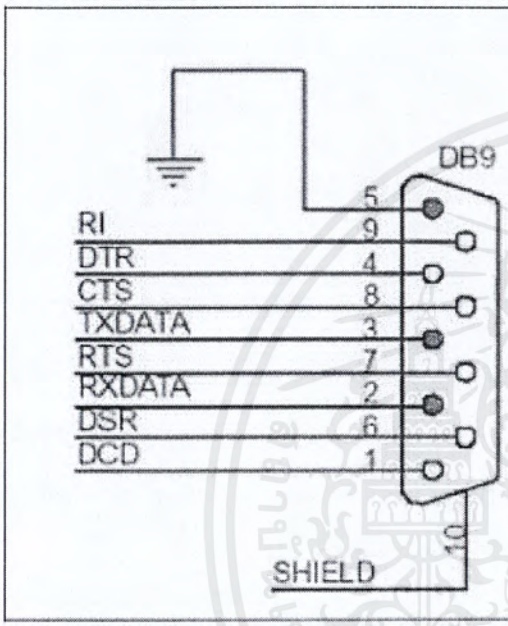
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การต่อใช้งาน ET-USB/RS232 MINI

1. เสียบ ET-USB/RS232 MINI เข้ากับ Port USB ของคอมพิวเตอร์ ขณะนี้จะสังเกตเห็นว่าไฟแสดงสถานะ PWR จะยังไม่ติดสว่าง

2. ติดตั้ง Driver สำหรับ ET-USB/RS232 MINI โดยจากคู่มือการติดตั้ง Driver เมื่อติดตั้งเรียบร้อยแล้ว ไฟแสดงสถานะ PWR จะติดสว่างแสดงว่าพร้อมที่จะใช้งานแล้ว

3. ต่อสายพอร์ตอนุกรม เพื่อใช้งานโดยตำแหน่งขาใช้งาน จะเป็นดังรูป



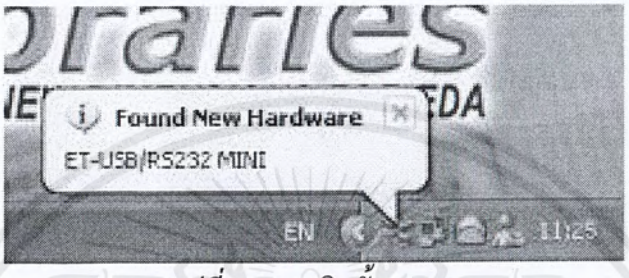
Pin	Name	Dir	Description
1	CD	←	Carrier Detect
2	RXD	←	Receive Data
3	TXD	→	Transmit Data
4	DTR	→	Data Terminal Ready
5	GND	—	Signal Ground
6	DSR	←	Data Set Ready
7	RTS	→	Request to Send
8	CTS	←	Clear to Send
9	RI	←	Ring Indicator

รูปที่ 4.2 การต่อใช้งาน **ET-USB/RS232 MINI**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

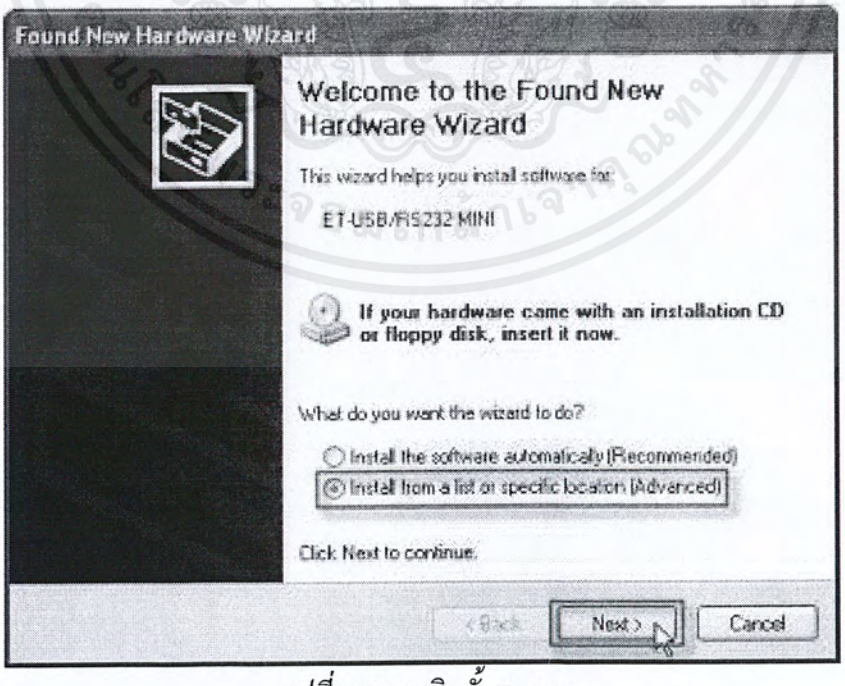
การติดตั้ง Driver ของ ET- USB/RS232 MINI

1. ทำการเชื่อมต่อ **ET-USB/RS232 MINI** เข้ากับคอมพิวเตอร์ทางพอร์ต USB จากนั้นวินโดวส์จะตรวจพบฮาร์ดแวร์ใหม่ดังรูป ตอนนี้จะสังเกตว่าไฟแสดงสถานะ PWR จะยังไม่ติดสว่าง



รูปที่ 4.3 การติดตั้ง Driver

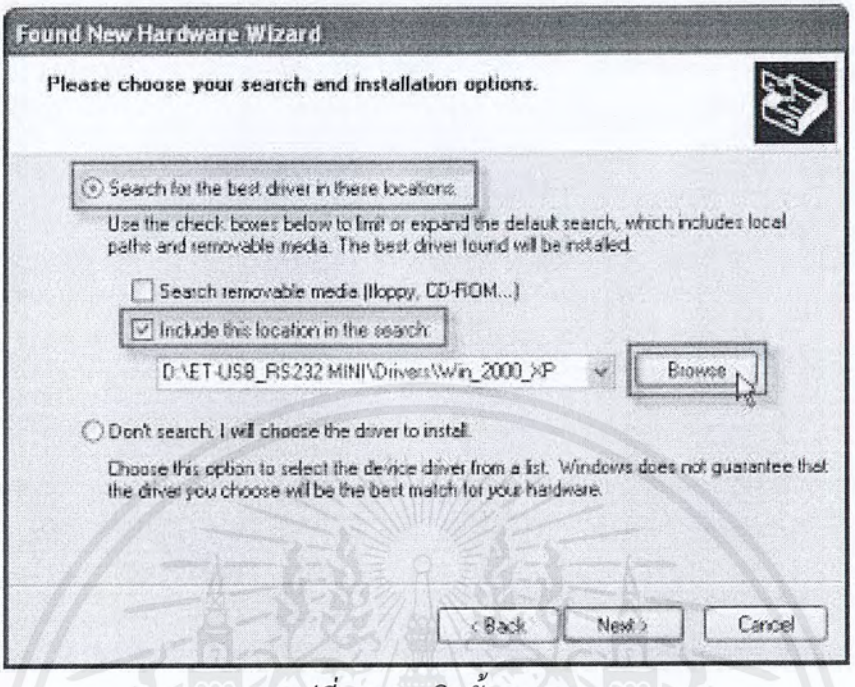
2. จากนั้นจะปรากฏหน้าต่าง Found New Hardware Wizard ให้เลือกที่ Install from a list or specific location (Advanced) และคลิก Next



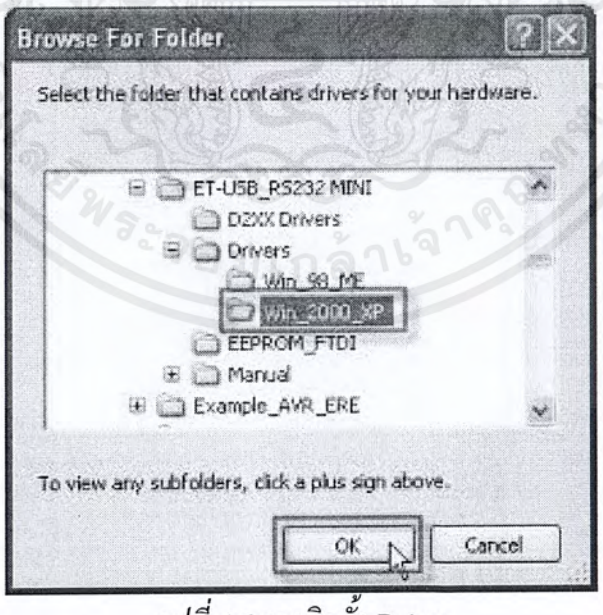
รูปที่ 4.4 การติดตั้ง Driver

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ทำการเลือกดังรูป และคลิกปุ่ม Browse เพื่อระบุตำแหน่งที่เก็บ Driver จากนั้นคลิก OK



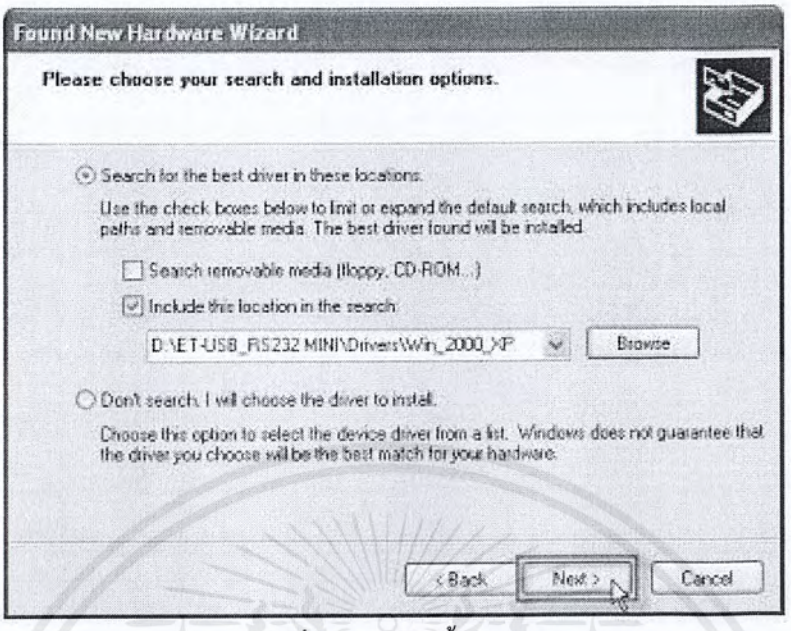
รูปที่ 4.5 การติดตั้ง Driver



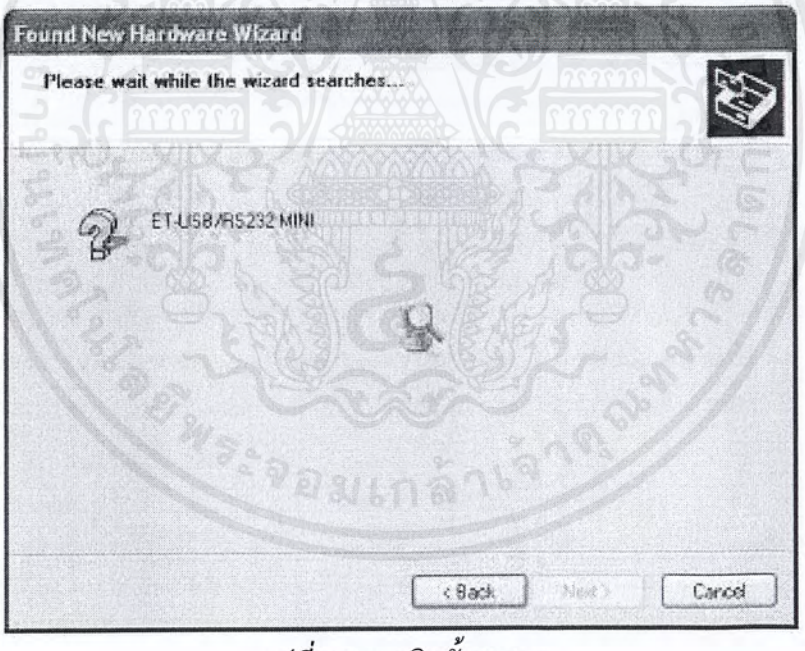
รูปที่ 4.6 การติดตั้ง Driver

4. เมื่อทำการเลือกเรียบร้อยแล้วให้คลิกปุ่ม Next จากนั้นวินโดวส์จะทำการหาฮาร์ดแวร์เพื่อที่จะทำการติดตั้ง Driver

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



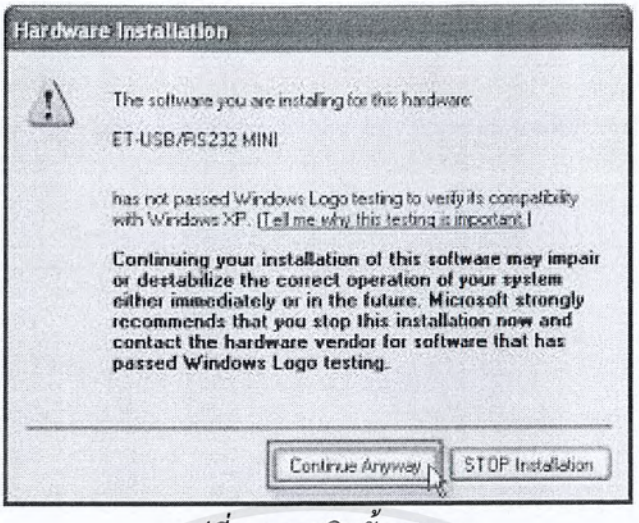
รูปที่ 4.7 การติดตั้ง Driver



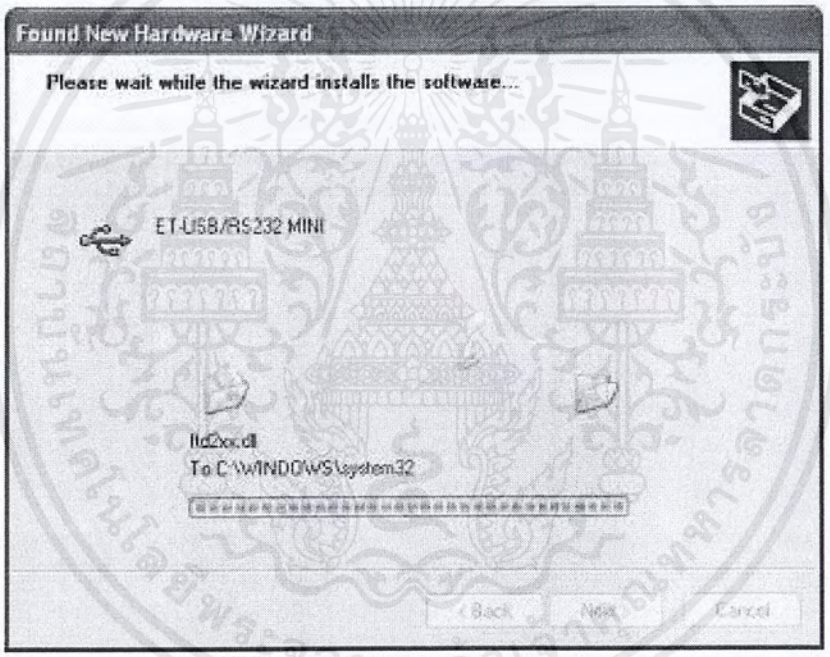
รูปที่ 4.8 การติดตั้ง Driver

5. จากนั้นจะปรากฏหน้าต่าง Hardware Installation บอกว่าฮาร์ดแวร์ไม่ได้ผ่านการทดสอบของวินโดวส์ ให้ทำการคลิกที่ Continue Anyway ซึ่งวินโดวส์จะทำการติดตั้ง Driver ของ ET- USB/RS232MINI

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



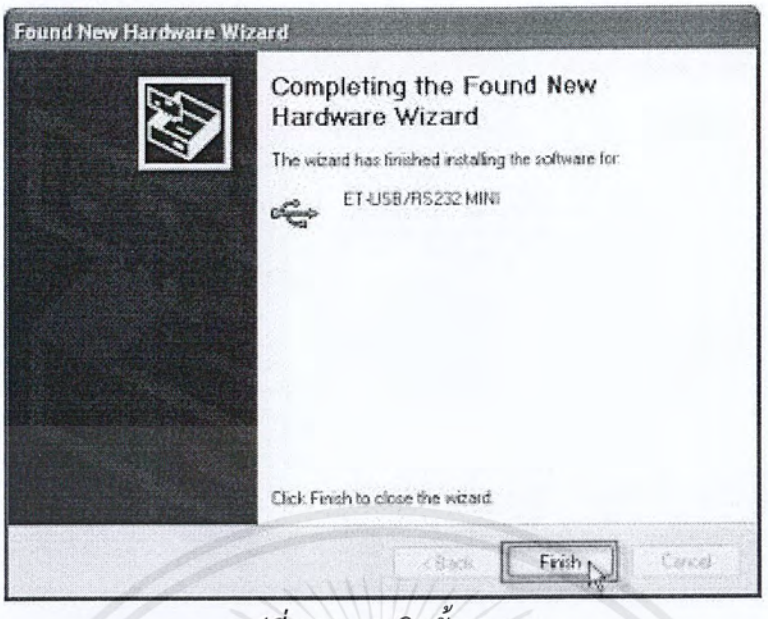
รูปที่ 4.9 การติดตั้ง Driver



รูปที่ 4.10 การติดตั้ง Driver

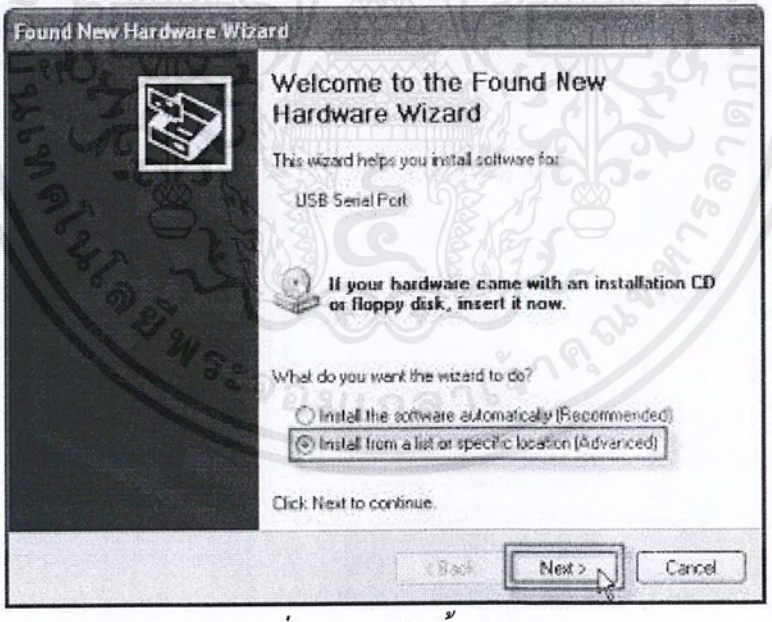
6. เมื่อปรากฏหน้าต่างว่าได้ทำการติดตั้งเรียบร้อยแล้วให้คลิก Finish จะสังเกตเห็นว่าไฟแสดงสถานะ PWR ติดสว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.11 การติดตั้ง Driver

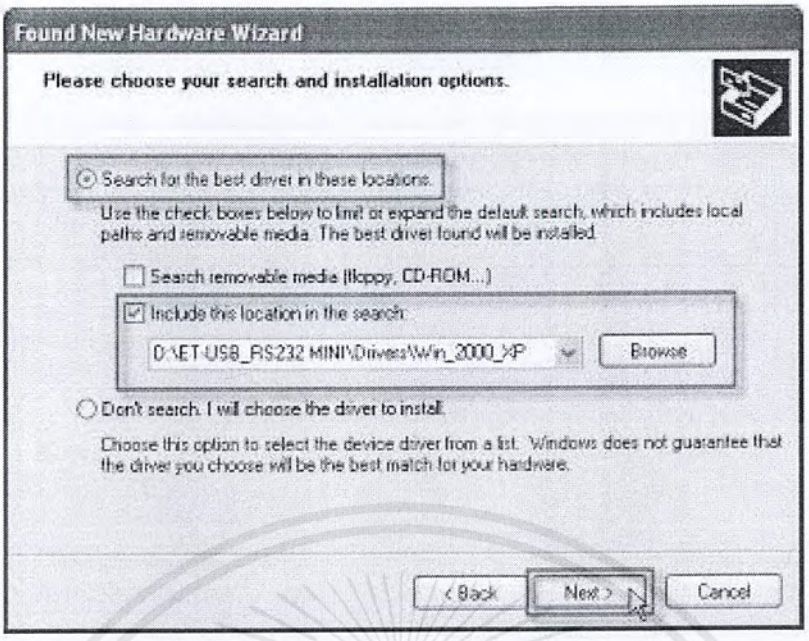
7. จากนั้นไม่นานตัว Driver จะมีการสร้างพอร์ตอนุกรมเสมือนขึ้นมาและมีหน้าต่างให้ติดตั้ง Driver ของ USB Serial Port ดังรูป ให้ทำการเลือกเหมือนข้อที่ผ่านมาจากนั้นคลิก Next



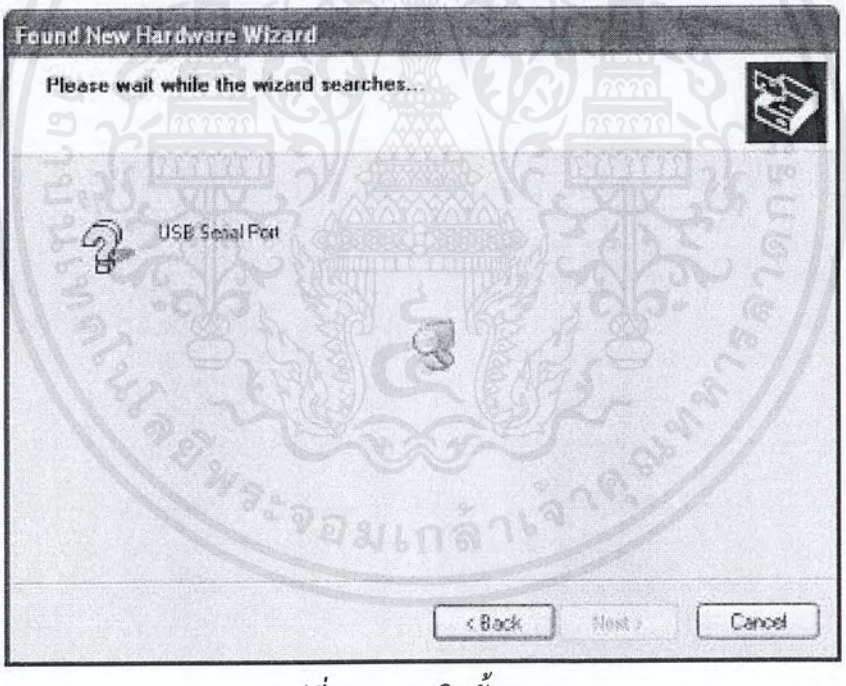
รูปที่ 4.12 การติดตั้ง Driver

8. เลือกตำแหน่งที่ตั้งของ Driver ซึ่งปกติจะจำค่าเดิมไว้อยู่แล้วให้คลิก Next ได้เลย จากนั้นวินโดวส์จะทำการหาฮาร์ดแวร์เพื่อที่จะทำการติดตั้ง Driver

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



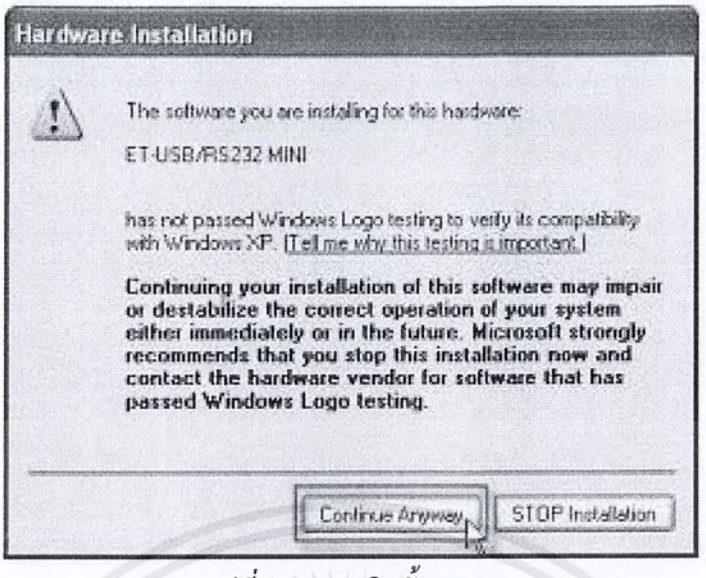
รูปที่ 4.13 การติดตั้ง Driver



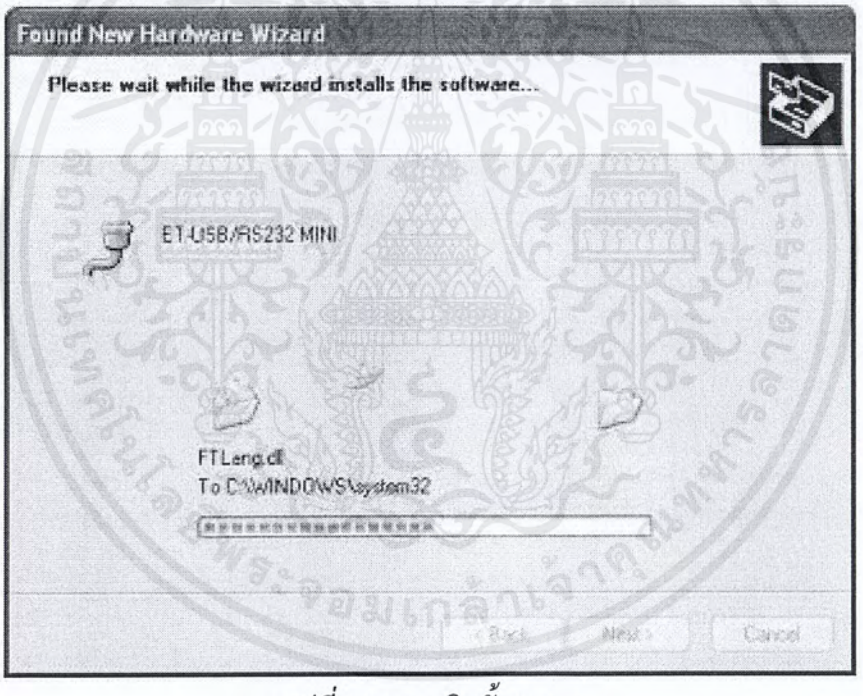
รูปที่ 4.14 การติดตั้ง Driver

9. จากนั้นจะปรากฏหน้าต่าง Hardware Installation บอกว่าฮาร์ดแวร์ไม่ได้ผ่านการทดสอบของวินโดวส์ให้ทำการคลิกที่ Continue Anyway ซึ่งวินโดวส์จะทำการติดตั้ง Driver ของ ET-USB/RS232MINI

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



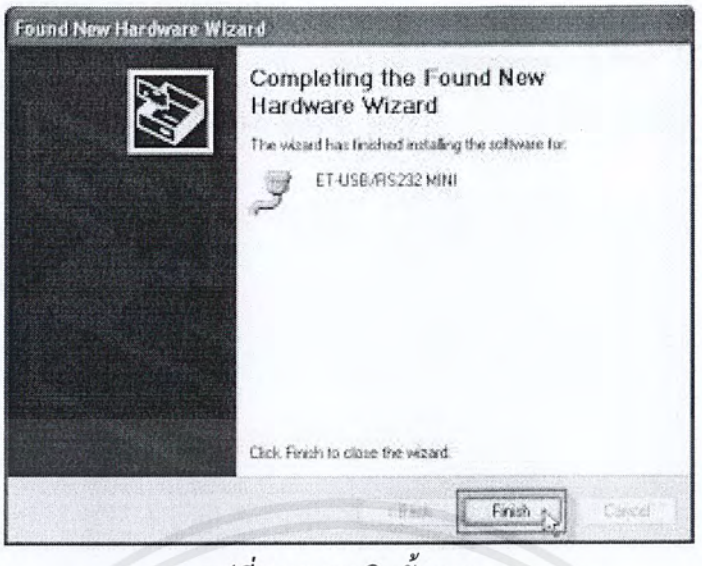
รูปที่ 4.15 การติดตั้ง Driver



รูปที่ 4.16 การติดตั้ง Driver

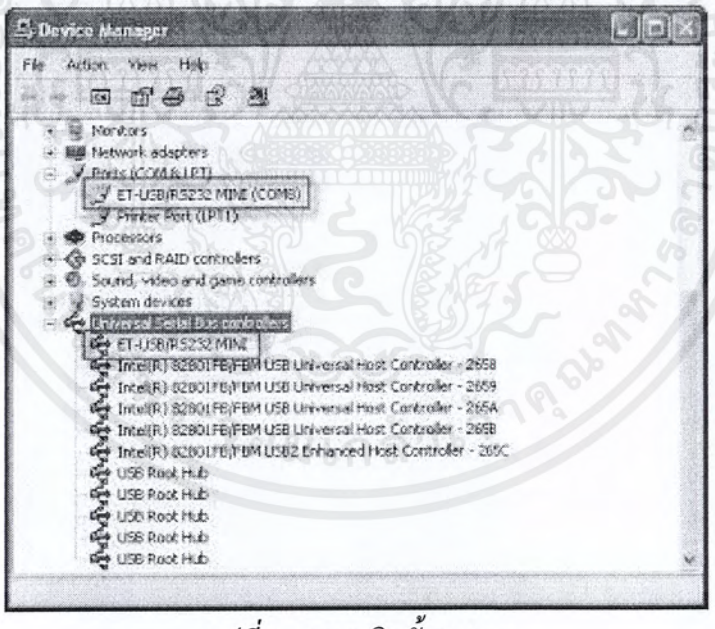
10. เมื่อปรากฏหน้าต่างว่าได้ทำการติดตั้งเรียบร้อยแล้วให้คลิก Finish

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.17 การติดตั้ง Driver

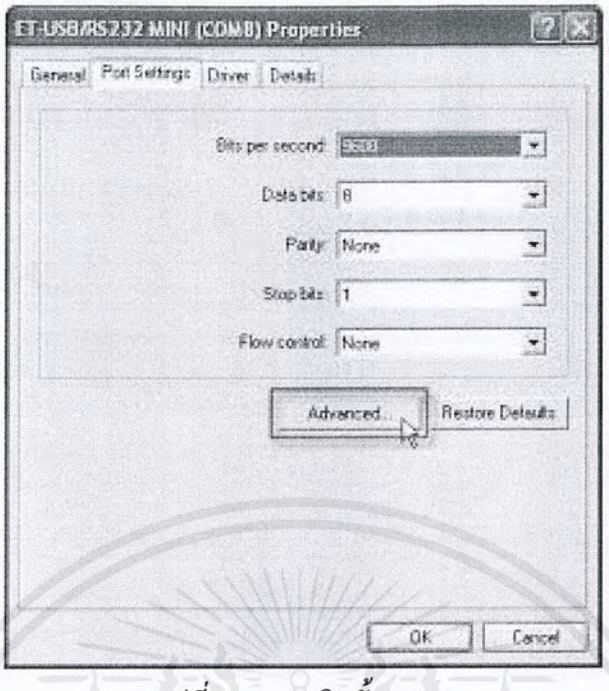
11. เราสามารถที่จะตรวจสอบว่าได้ติดตั้ง Driver ของ ET-USB/RS232 MINI เสร็จสมบูรณ์หรือไม่โดยดูที่ Control Panel □□System เลือกแท็ป Hardware และเลือกที่ Device Manager ซึ่งจะเห็นรายการฮาร์ดแวร์ ET-USB/RS232 MINI ดังรูป



รูปที่ 4.18 การติดตั้ง Driver

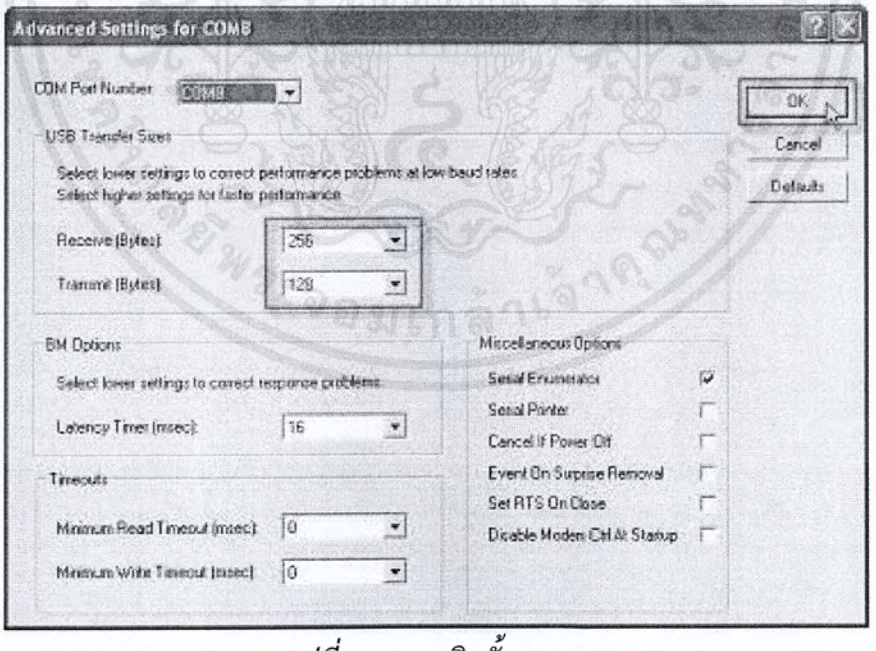
12. ดับเบิลคลิกที่ ET- USB/RS232 MINI ตรงส่วนของ Ports(COM&LPT) จากนั้นจะปรากฏหน้าต่างProperties ดังรูป ให้เลือกมาที่ Port Setting และทำการคลิกที่ปุ่ม Advanced…

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.19 การติดตั้ง Driver

13. กำหนดค่า Receive(Bytes) และ Transmit(Bytes) ดังรูป และคลิกที่ OK เพื่อยืนยันการเปลี่ยนแปลง จากนั้นให้ทำการรีสตาร์ทเครื่องคอมพิวเตอร์หรือสแกนหาฮาร์ดแวร์ใหม่

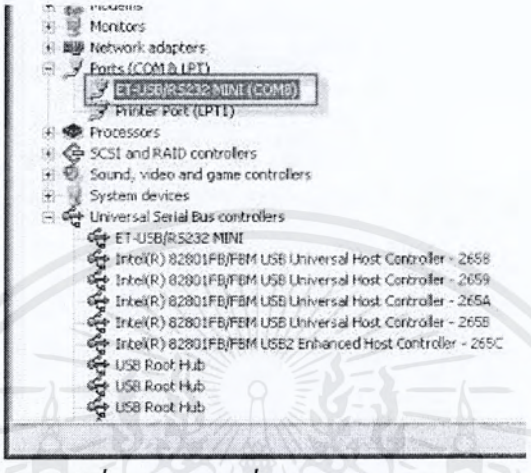


รูปที่ 4.20 การติดตั้ง Driver

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

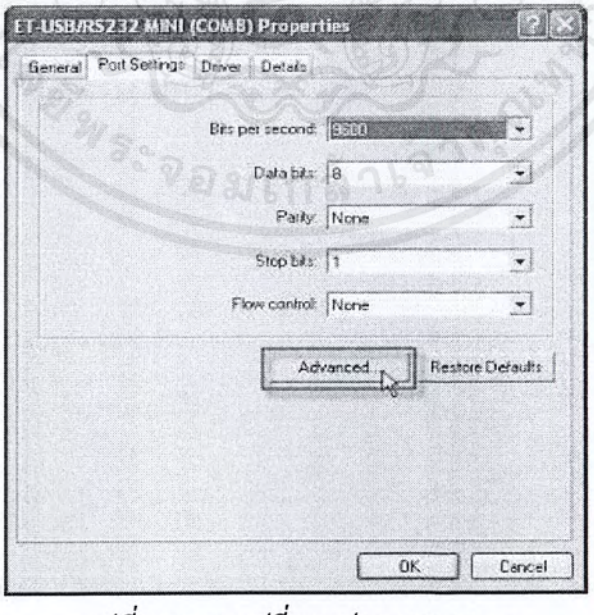
ขั้นตอนเปลี่ยนแปลงตำแหน่งหมายเลขของ COM Port

1. ไปที่ Control Panel System เลือกแท็ป Hardware และเลือกที่ Device Manager ซึ่งจะเห็นรายการฮาร์ดแวร์ ET-USB/RS232 MINI ซึ่งจากรูปจะเห็นว่าอยู่ที่ตำแหน่ง COM8 (หมายเลข COMPort อาจมีการเปลี่ยนแปลงขึ้นอยู่กับคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่อง)



รูปที่ 4.21 การเปลี่ยนแปลง COM Port

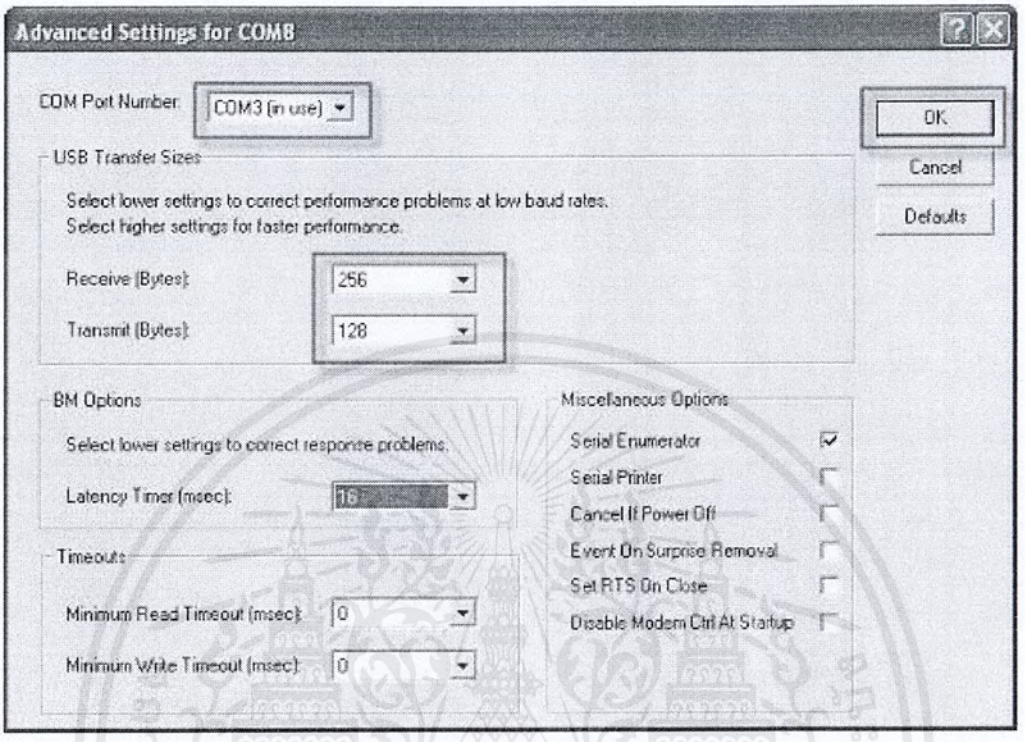
2. ซึ่งจากรูปสมมุติว่า ET- USB/RS232 MINI อยู่ที่ตำแหน่ง COM8 ซึ่งถ้าต้องการเปลี่ยนให้เป็นCOM3 ก็สามารถทำได้โดยการดับเบิลคลิกที่ ET- USB/RS232 MINI จากนั้นจะปรากฏหน้าต่างProperties ดังรูป ให้เลือกมาที่ Port Setting และทำการคลิกที่ปุ่ม Advanced…



รูปที่ 4.22 การเปลี่ยนแปลง COM Port

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ทำการเปลี่ยน COM Port Number เป็น COM3 กำหนดค่า Receive(Bytes) และ Transmit(Bytes)ดังรูป และคลิกที่ OK เพื่อยืนยันการเปลี่ยนแปลง จากนั้นให้ทำการรีสตาร์ทเครื่องคอมพิวเตอร์หรือสแกนหาฮาร์ดแวร์ใหม่

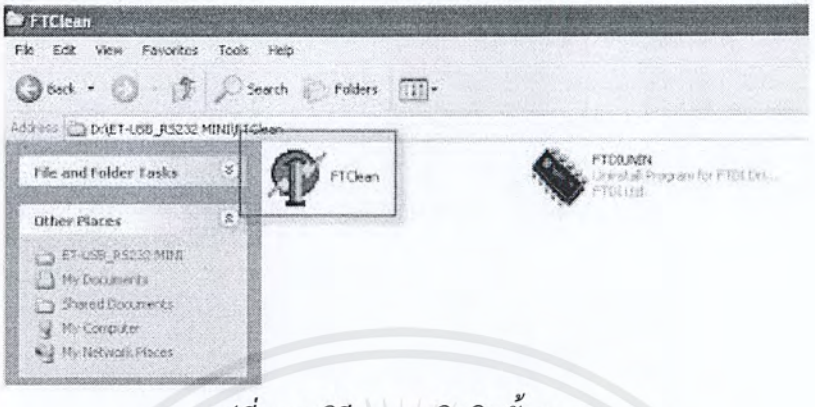


รูปที่ 4.23 การเปลี่ยนแปลง COM Port

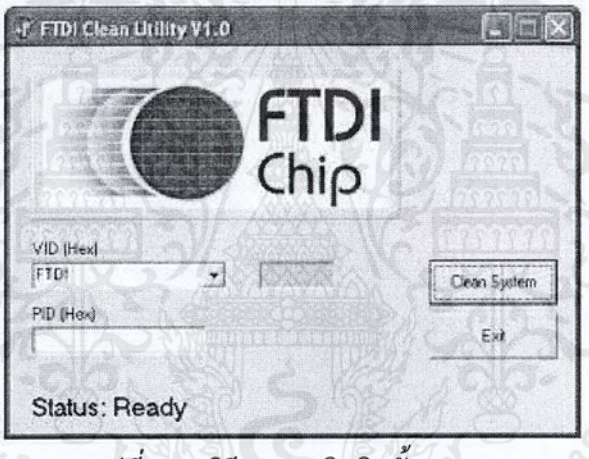
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการยกเลิกการติดตั้ง Driver

1. แนะนำให้ใช้โปรแกรม FTDI Clean Utility ของทาง FTDI โดยการเปิดโปรแกรม FTDI CleanUtility ดังรูป

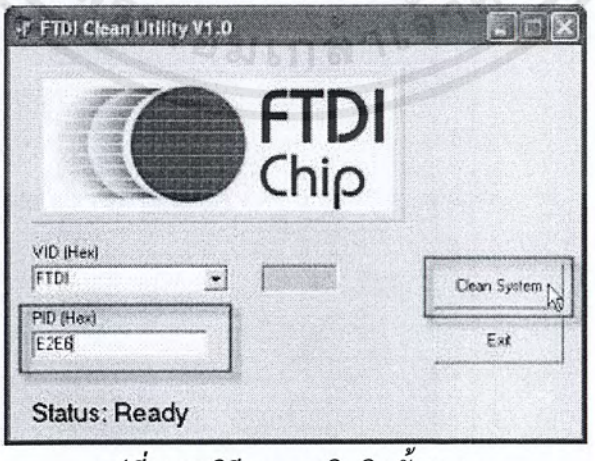


รูปที่ 4.24 วิธีการยกเลิกติดตั้ง Driver



รูปที่ 4.25 วิธีการยกเลิกติดตั้ง Driver

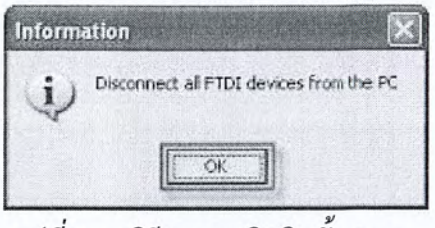
2. ใส่ค่า PID ซึ่ง ET-USB/RS232 MINI จะใช้ค่า **E2E6** จากนั้นคลิกที่ CleanSystem



รูปที่ 4.26 วิธีการยกเลิกติดตั้ง Driver

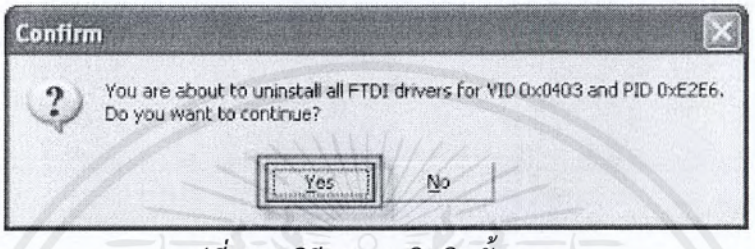
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. จากนั้นจะมีหน้าต่างแนะนำให้ถอดอุปกรณ์ (ET-USB/RS232 MINI) ออกจากคอมพิวเตอร์



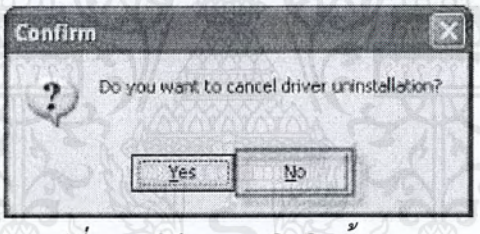
รูปที่ 4.27 วิธีการยกเลิกติดตั้ง Driver

4. จากนั้นจะมีหน้าต่างยืนยันยกเลิกการติดตั้งให้เลือก Yes เพื่อยืนยัน



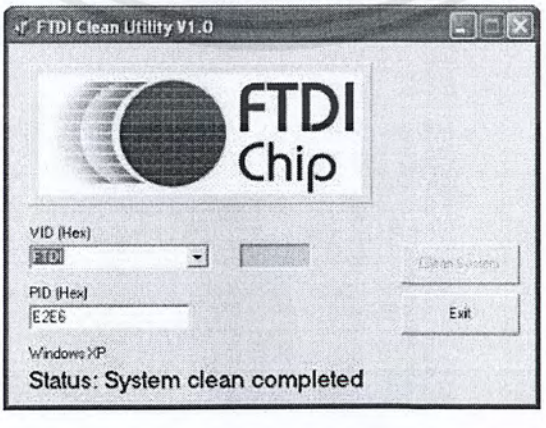
รูปที่ 4.28 วิธีการยกเลิกติดตั้ง Driver

5. จากนั้น โปรแกรมจะถามว่าต้องการจะยกเลิกการถอน Driver หรือเปล่าให้ตอบ No



รูปที่ 4.29 วิธีการยกเลิกติดตั้ง Driver

6. เมื่อทุกอย่างเสร็จสมบูรณ์จะปรากฏข้อความ System clean completed ดังรูป



รูปที่ 4.30 วิธีการยกเลิกติดตั้ง Driver

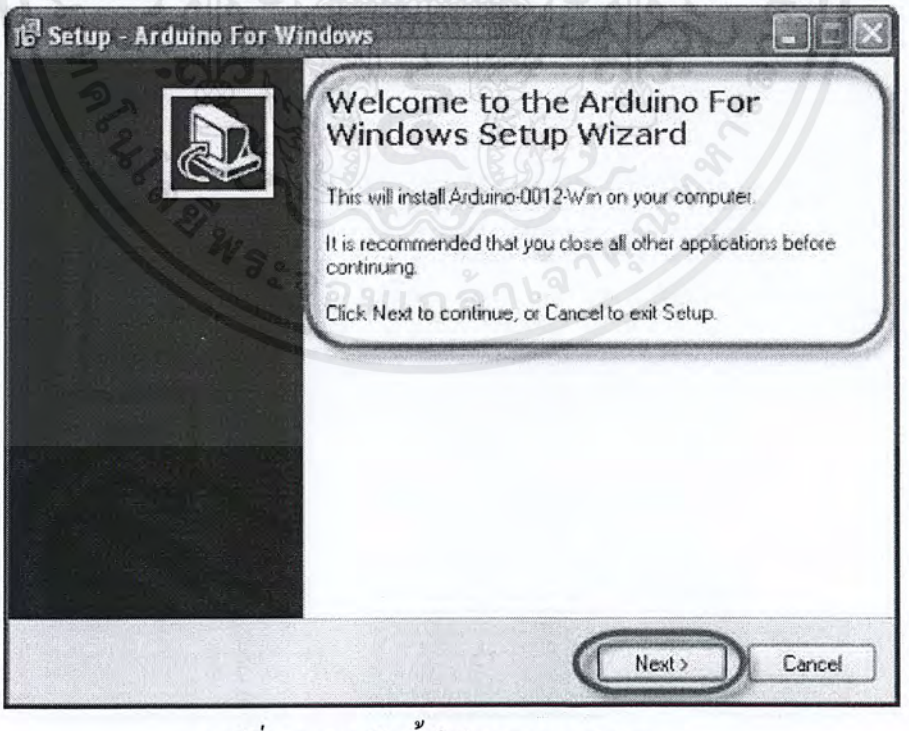
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การติดตั้งโปรแกรม Arduino

สำหรับโปรแกรม Arduino นั้น ได้รับการพัฒนาขึ้นมาให้สามารถใช้งานกับระบบปฏิบัติการแบบต่างๆ ได้หลาย Platform ซึ่งปัจจุบัน (เดือน ธันวาคม พศ.2551) โปรแกรมของ Arduino ได้รับการปรับปรุงเป็นรุ่นเวอร์ชั่น "Arduino-0012" แล้ว โดยมีโปรแกรมให้เลือกใช้งาน 4 Platform ทั้ง Windows,Mac OSx และ Linux โดยผู้อ่านสามารถเข้าไป ตรวจสอบ หรือDownload โปรแกรมรุ่นใหม่ๆของ Arduino มาใช้งานได้ฟรีโดยไม่เสียค่าใช้จ่ายใดๆจาก "http://arduino.cc/" หรือ "http://arduino.cc/en/Main/Software" ซึ่งเป็นเวปไซต์ที่ได้รวบรวมรายละเอียดและข่าวคราวความเคลื่อนไหวต่างๆ เกี่ยวกับ Arduino มากมาย ซึ่งข้อมูลต่างๆจะได้รับการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องเป็นประจำสำหรับกรณี ที่ผู้อ่านใช้งานกับบอร์ด Arduino ของ บริษัท อีทีที นั้น โปรแกรมต่างๆจะถูกรวบรวมไว้ในแผ่น CD ROM เป็นที่เรียบร้อยแล้ว โดยโปรแกรมดังกล่าวจะเป็น รุ่นที่ได้รับการปรับแต่งรายละเอียดให้สามารถใช้งานร่วมกันกับบอร์ดรุ่นต่างๆที่ทางบริษัท อีทีที ผลิตขึ้นมาใหม่ได้ด้วย นอกจากนี้แล้วทางบริษัทอีทีที ยังได้ทำการเพิ่มเติม Library ส่วนที่ทาง อีทีที พัฒนาปรับปรุงขึ้นมาใหม่รวมไว้ในชุดโปรแกรมดังกล่าวด้วยแล้ว พร้อมกับทำการเพิ่ม Install Shield เข้าไปด้วยเพื่อให้ผู้ใช้สามารถทำการติดตั้งใช้งานโปรแกรมได้โดยง่ายเช่นเดียวกันกับการ Install โปรแกรมทั่วๆไป

สำหรับขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรมนั้น สามารถทำได้ตามขั้นตอนของ Wizard ในการติดตั้งของโปรแกรมได้ทันที โดยมีลำดับขั้นตอนดังนี้

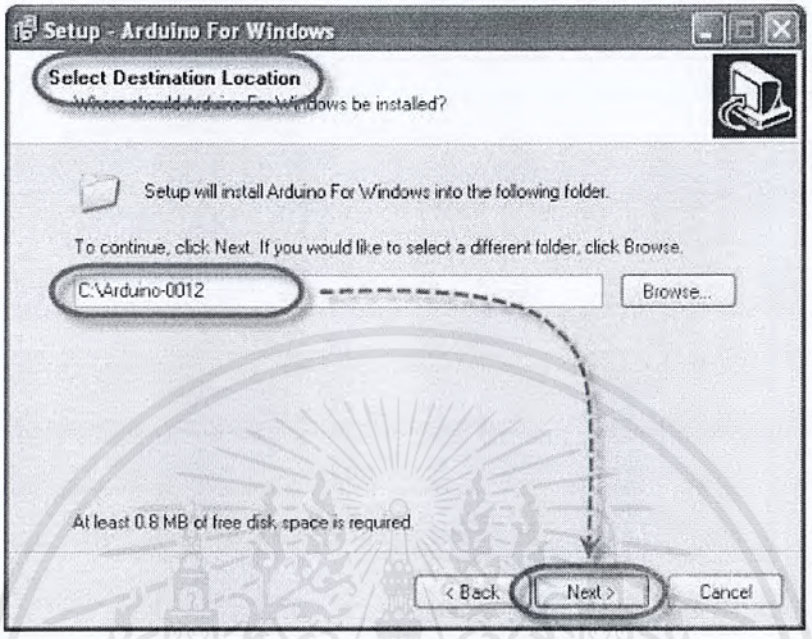
1. สั่ง Run ไฟล์ "ET-ARDUINO-0012-WIN.EXE" ซึ่งจะได้ผลดังรูป



รูปที่ 4.31 การติดตั้งโปรแกรม Arduino

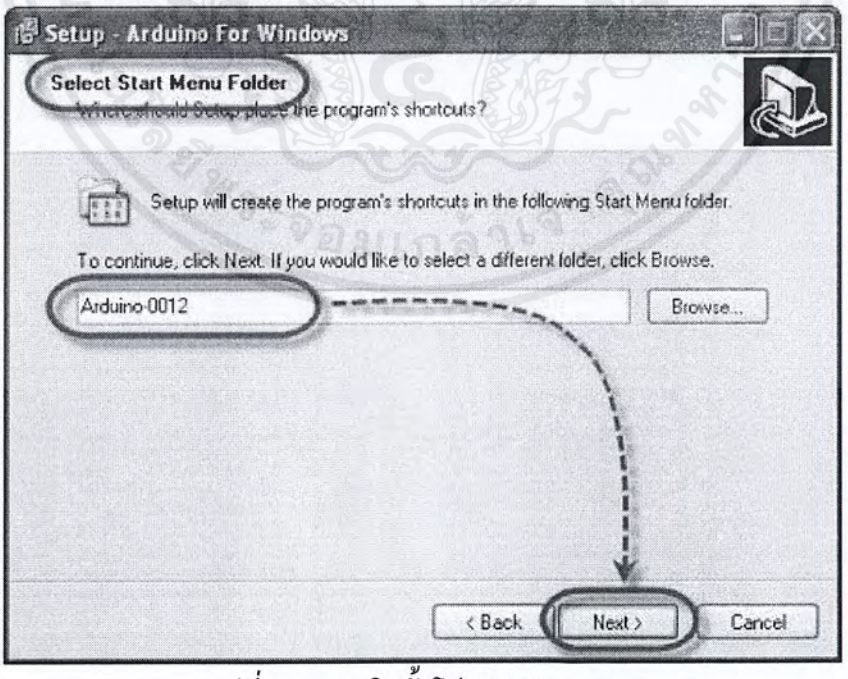
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ในขั้นตอนนี้โปรแกรมจะให้กำหนด ตำแหน่งโฟลเดอร์ที่จะใช้สำหรับติดตั้งโปรแกรม ซึ่งให้เลือกกำหนดตามค่า Default ของโปรแกรมการติดตั้ง คือ C:\Arduino-0012 แล้วเลือก Next ดังรูป



รูปที่ 4.32 การติดตั้งโปรแกรม Arduino

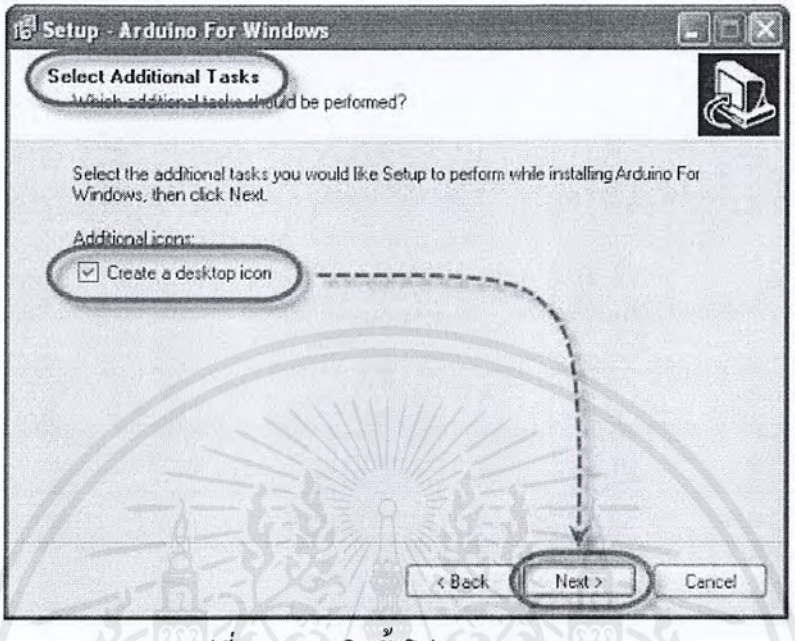
3. ในขั้นตอนนี้โปรแกรมจะให้กำหนด ชื่อโฟลเดอร์ที่จะใช้สำหรับเรียกใช้โปรแกรมผ่านทางเมนูคำสั่งของ Windows ซึ่งในขั้นตอนนี้แนะนำให้เลือกกำหนดตามค่า Default ของโปรแกรมการติดตั้ง คือ C:\Arduino-0012 แล้วเลือก Next ดังรูป



รูปที่ 4.33 การติดตั้งโปรแกรม Arduino

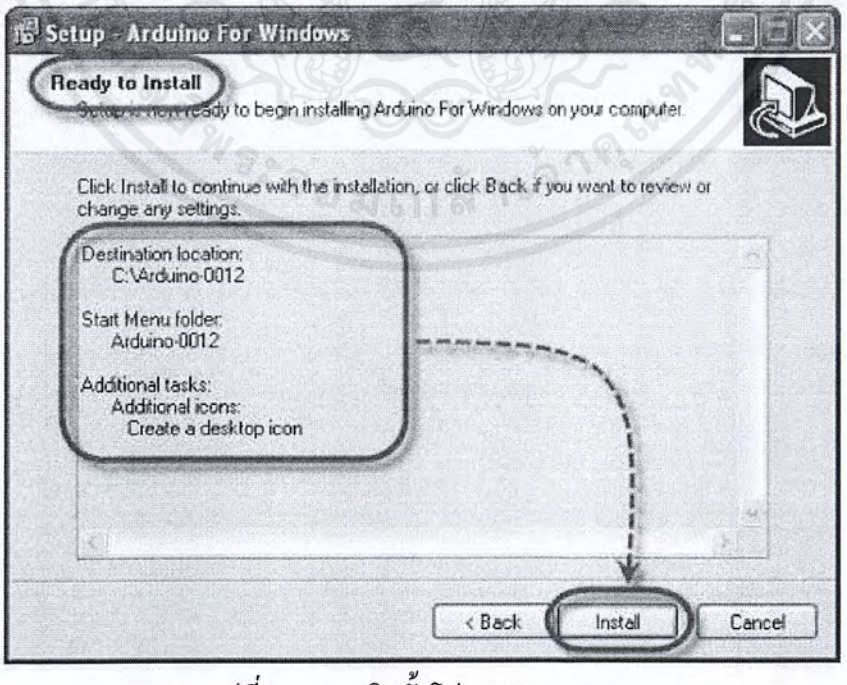
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ในขั้นตอนนี้ให้เลือก Create a desktop icon ด้วย เพื่อให้โปรแกรมสร้าง Icon สำหรับเรียกใช้งานโปรแกรมที่หน้า Desktop ให้ด้วย แล้วเลือก Next ดังรูป



รูปที่ 4.34 การติดตั้งโปรแกรม Arduino

5. เมื่อถึงขั้นตอนนี้ โปรแกรมก็พร้อมทำการติดตั้งแล้ว โดยโปรแกรมจะแสดงค่าตัวเลือกต่างๆ ที่ถูกกำหนดไว้ในขั้นตอนก่อนหน้านี้ให้ทราบ เมื่อทุกอย่างถูกต้องให้เลือก Install ซึ่งโปรแกรมก็จะเริ่มทำการติดตั้งทันที\



รูปที่ 4.35 การติดตั้งโปรแกรม Arduino

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ให้รอจนกระทั้งขั้นตอนการติดตั้งเรียบร้อยแล้วเลือก Finish ดังรูปคู่มือการใช้งานบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ รุ่น ET-BASE AVR EASY88

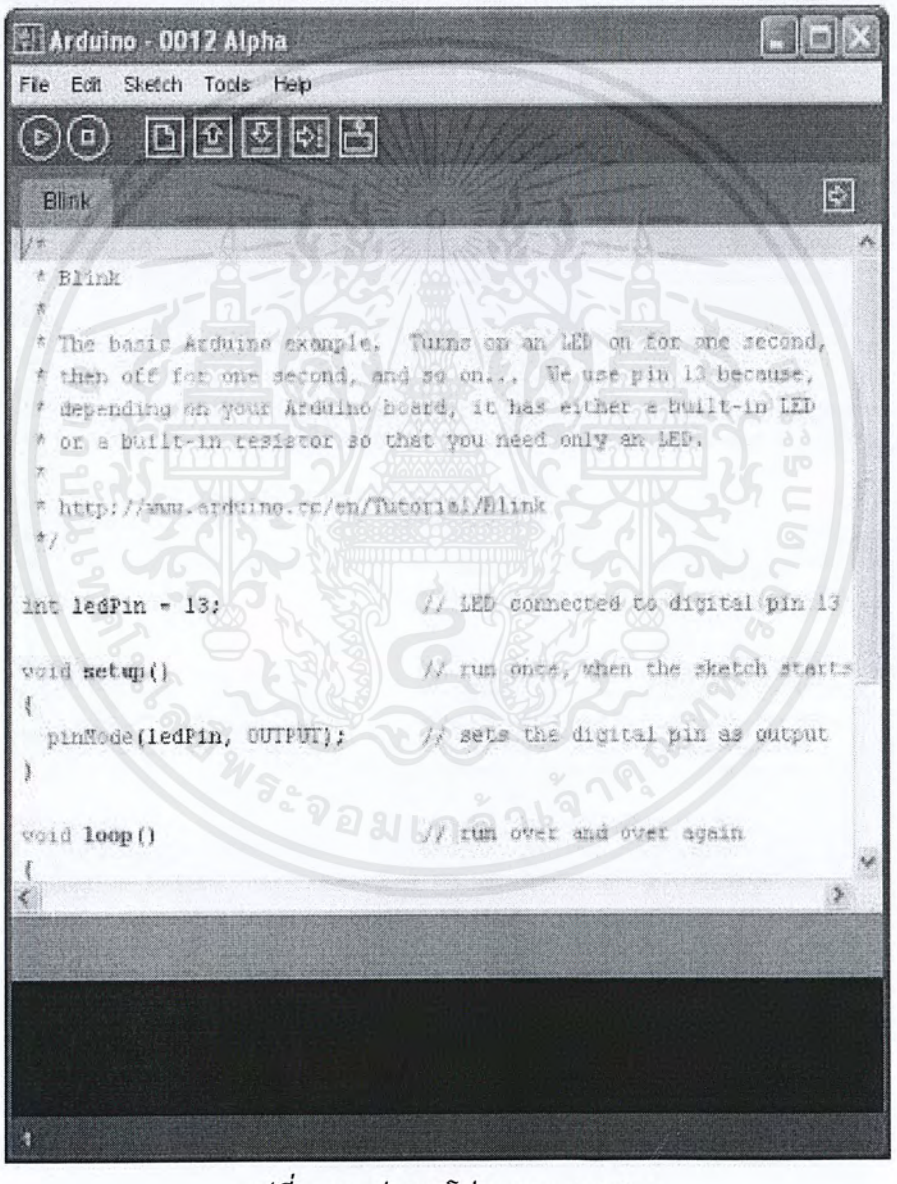
รูปที่ 4.36 การติดตั้งโปรแกรม Arduino

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดสอบเขียนโปรแกรมใช้งานด้วย Arduino

หลังจากที่เราได้ทำการติดตั้งโปรแกรม Arduino เป็นที่เรียบร้อยแล้ว ก็เป็นอันเสร็จสิ้นขั้นตอนของการเตรียมการแล้ว ลำดับขั้นตอนต่อจากนี้เป็นต้นไป ก็เป็นเรื่องของการใช้งาน การเขียนโปรแกรม และการศึกษาเรียนรู้ต่างๆตามความต้องการแล้ว แต่ก่อนอื่นเราจะต้องทำการติดตั้งโปรแกรมของ Arduino เพื่อใช้เป็นโปรแกรมสำหรับศึกษาเรียนรู้ ซึ่งมีลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้

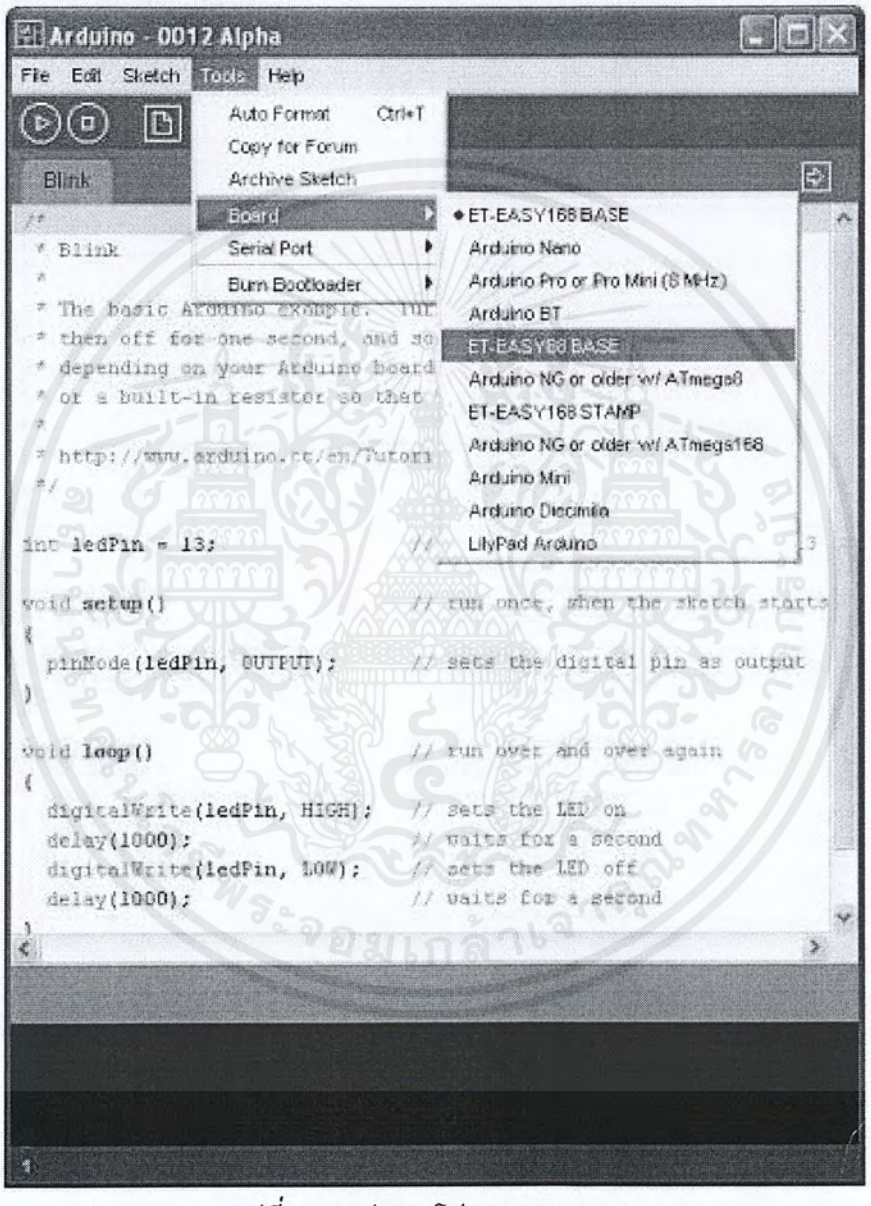
1. ทำการสั่ง Run โปแกรม “arduino.exe” จะได้ผลดังรูป



รูปที่ 4.37 รูปแบบโปรแกรม Arduino

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

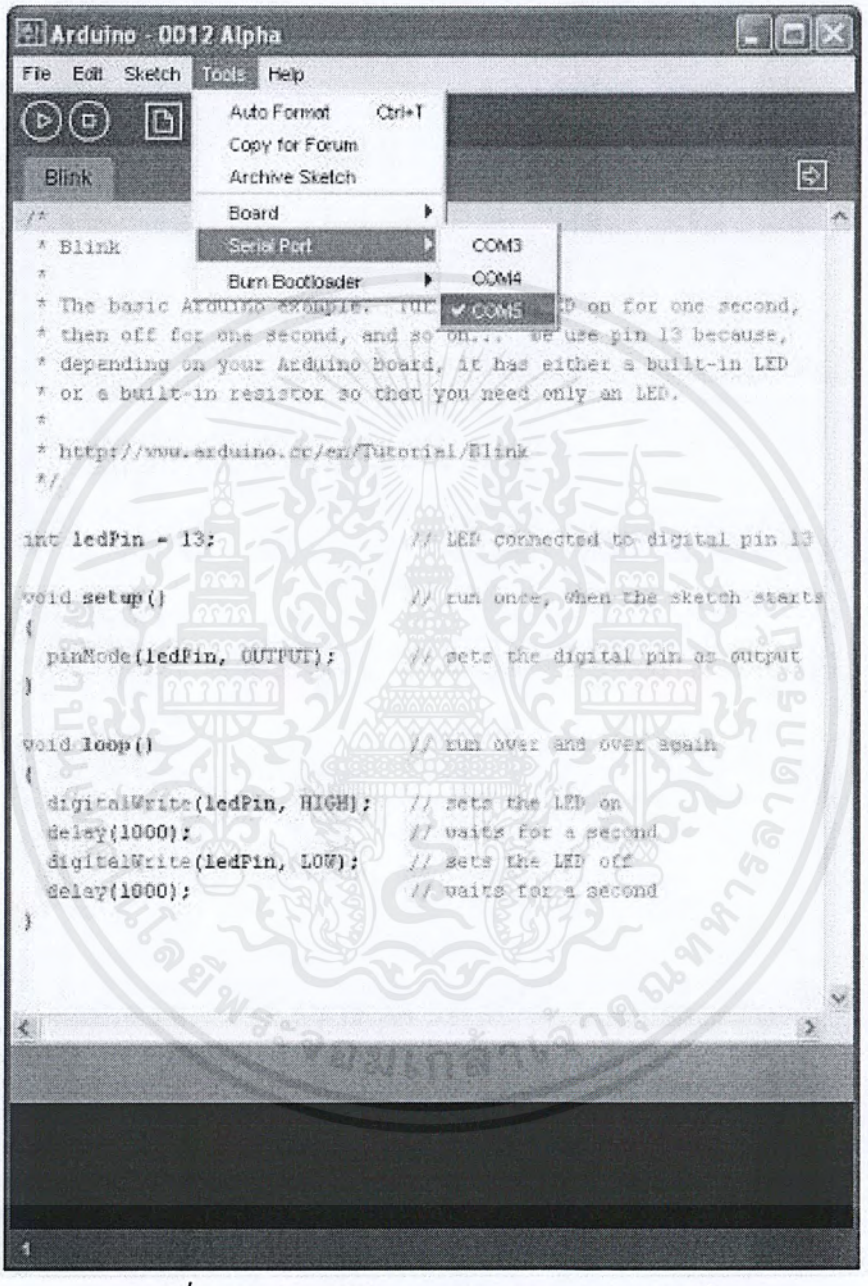
2. ในครั้งแรกของการเรียกใช้งานโปรแกรม ให้ทำการกำหนดระบบฮาร์ดแวร์ที่จะใช้งานกับโปรแกรมของ Arduino ให้เรียบร้อยเสียก่อน เนื่องจากในปัจจุบันนี้ มีการออกแบบวงจรและสร้างฮาร์ดแวร์บอร์ดแบบต่างๆสำหรับนำมาใช้งานร่วมกับโปรแกรมพัฒนาของ Arduino ไว้มากมายหลายรุ่น โดยในกรณีของบอร์ด ET-BASE AVR EASY88 ให้ทำการเลือกกำหนดชื่อบอร์ดเป็น “EASY88 BASE” โดยคลิกเมาส์ที่ “Tools □ Board □ “ET-EASY88 BASE” ดังรูป



รูปที่ 4.38 รูปแบบโปรแกรม Arduino

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เลือกกำหนดหมายเลขพอร์ต สำหรับติดต่อสื่อสารกับบอร์ด ให้ตรงกับหมายเลข Comport ที่ต่อใช้งานไว้จริงในเครื่องคอมพิวเตอร์ PC เช่น ถ้าหมายเลข Comport ของเครื่องคอมพิวเตอร์ PC เป็น COM5 ให้คลิกเมาส์ที่ Tools ☐ Serial Port ☐ COM5 ดังรูป

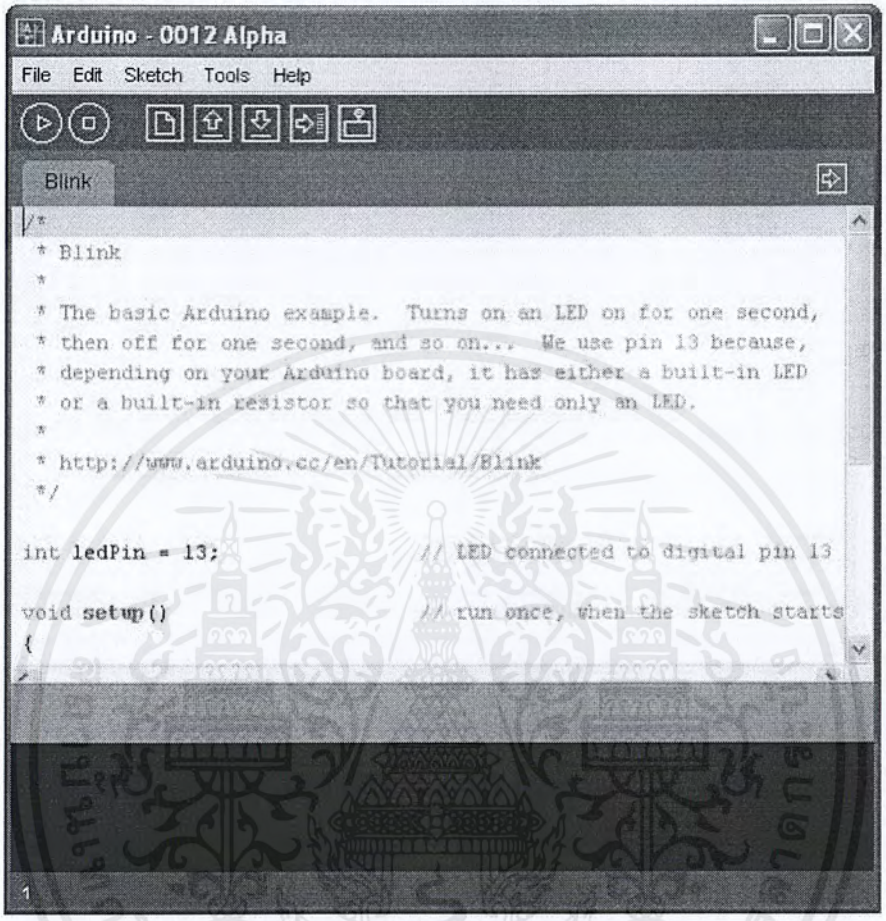


รูปที่ 4.39 รูปแบบโปรแกรม Arduino *(กำหนดพอร์ต)*

4. ทดสอบเขียนโปรแกรม โดยคลิกเมาส์ที่ File ☐ New แล้วพิมพ์โปรแกรมทดสอบ หรืออาจใช้การ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สั่งเปิดไฟล์ตัวอย่างที่สร้างไว้แล้วขึ้นมาแทนก็ได้ โดยในที่นี้ขอแนะนำให้ทดสอบด้วยโปรแกรมไฟกระพริบ โดยให้เลือก “File ☐ sketchbook ☐ Examples ☐ Digital ☐ Blink” ซึ่งจะได้ดังรูป



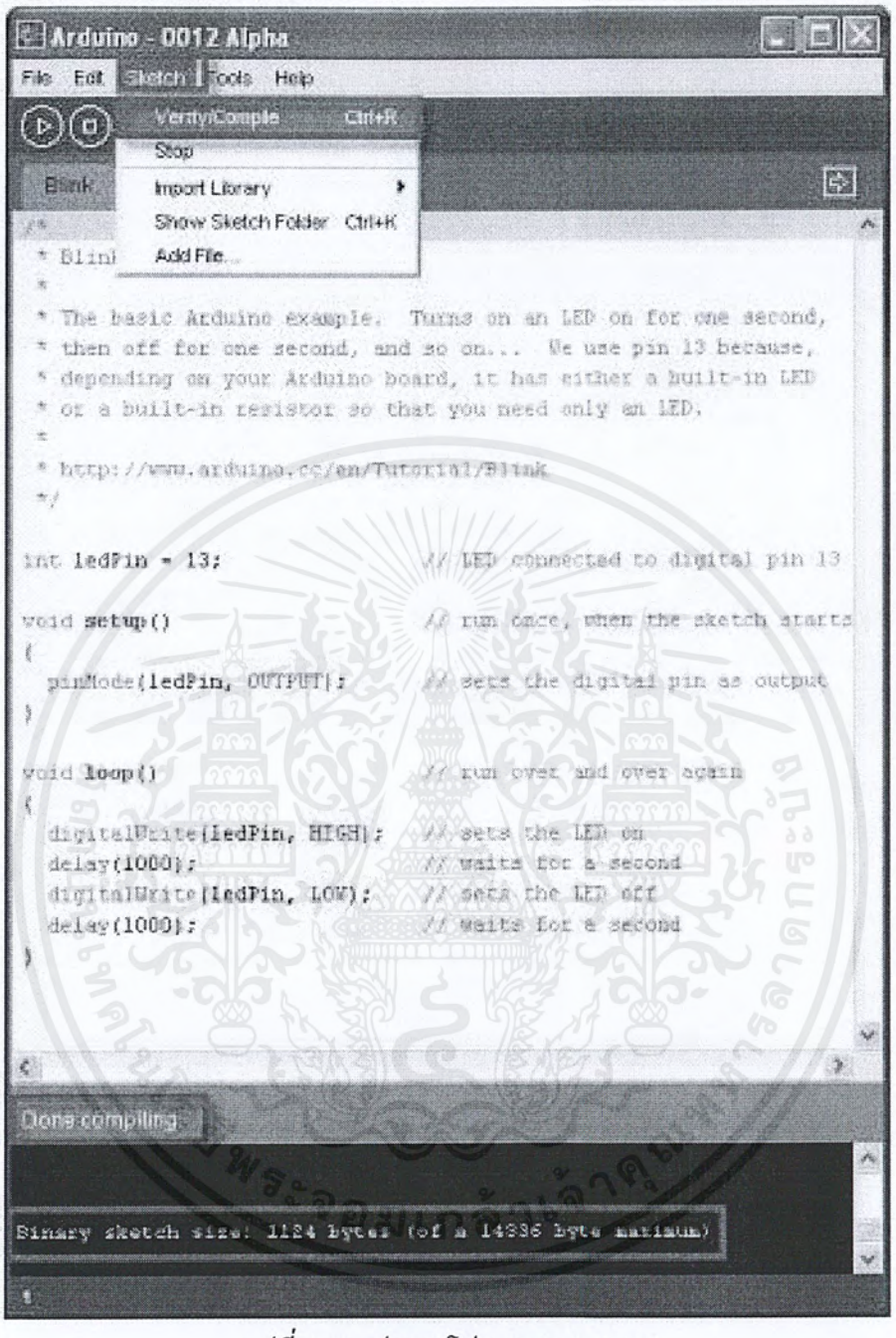
รูปที่ 4.40 รูปแบบโปรแกรม Arduino

```
int ledPin = 13;

void setup()
{
  pinMode(ledPin, OUTPUT);
}

void loop()
{
  digitalWrite(ledPin, HIGH);
  delay(1000);
  digitalWrite(ledPin, LOW);
  delay(1000);
}
```

รูปที่ 4.41 ตัวอย่างที่เขียน

5. สั่งแปลโปรแกรมโดยคลิกเมาส์ที่ “Sketch ☐ Verify/Compile” ดังตัวอย่าง

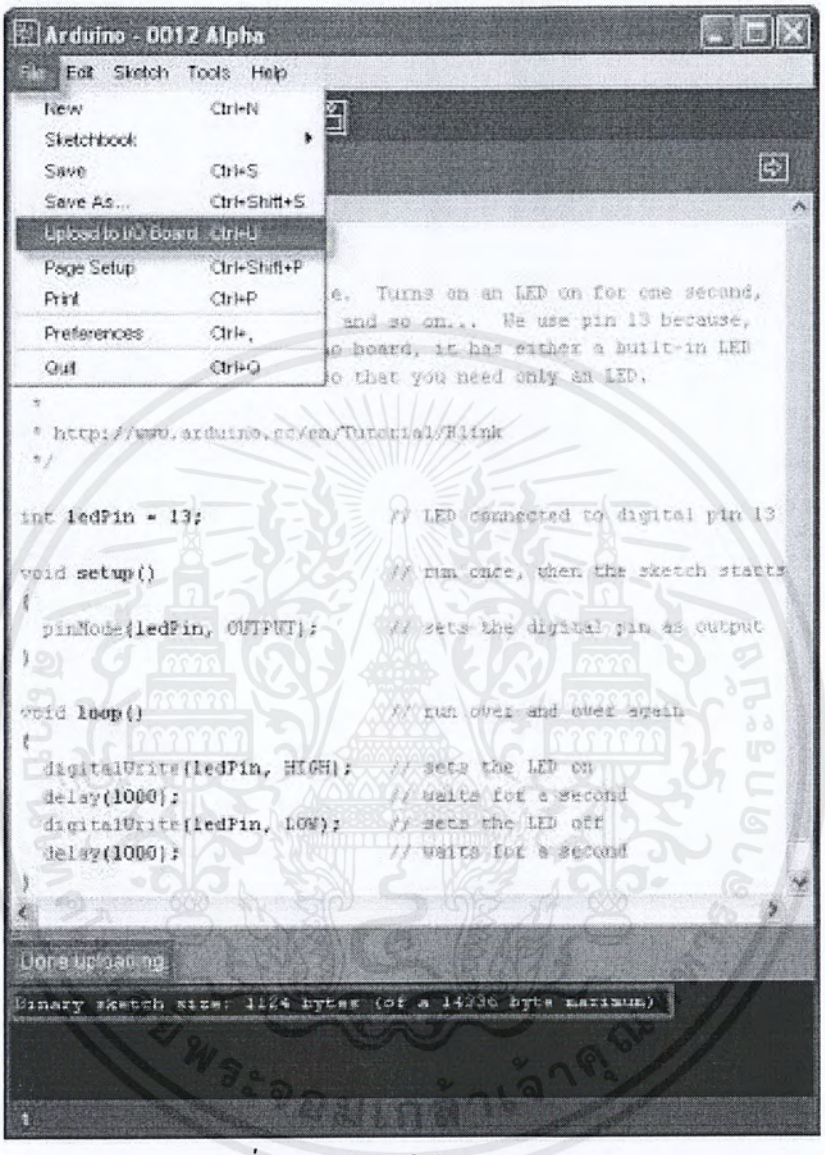
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.42 รูปแบบโปรแกรม Arduino

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. สั่ง Download Code ให้กับบอร์ด โดยคลิกเมาส์เลือกที่ "File □ Upload to I/O Board" แล้วรอสักครู่จนโปรแกรมทำงานเสร็จ ซึ่งควรได้ผลดังรูป



รูปที่ 4.43 รูปแบบโปรแกรม Arduino

7. หลังจากที่ทำการ Upload Code ให้กับบอร์ดเป็นที่เรียบร้อยแล้ว บอร์ดก็จะเริ่มต้นทำงานตามคำสั่งที่เขียนไว้ในโปรแกรมทันที โดยจะสังเกตเห็น LED กระพริบ ติด และ ดับ สลับกันไปมา ด้วยความเร็วประมาณ 1 วินาที ตลอดเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

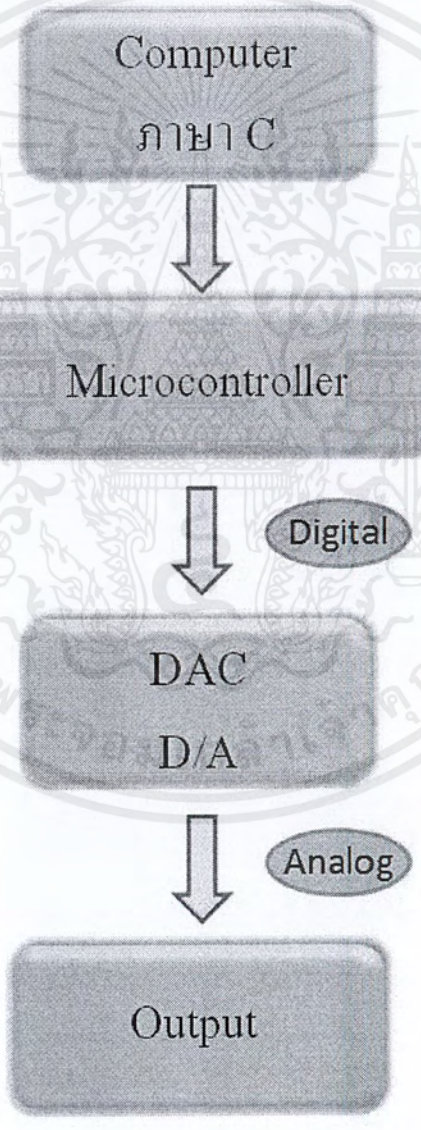
หลักการทำงานและการออกแบบ

โครงงานนี้ประกอบไปด้วยส่วนหลักๆดังต่อไปนี้

3.1 การสร้าง ECM-SIMULATOR โดยการต่อวงจร

3.2 การสร้าง ECM-SIMULATOR ด้วย MICROCONTROLLER

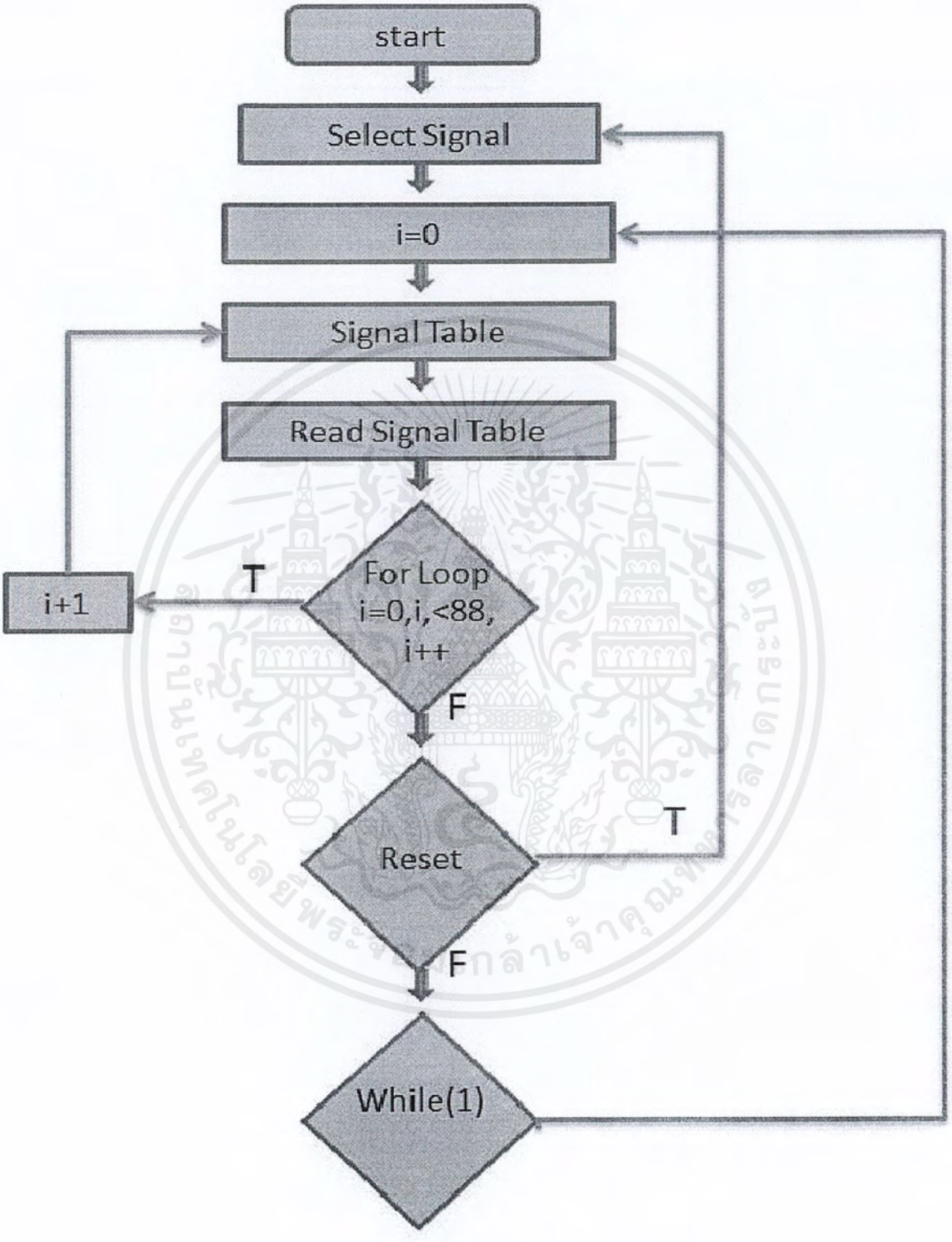
Block Diagram



รูปที่ 5.1 Block Diagram ขั้นตอนการทำงานของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

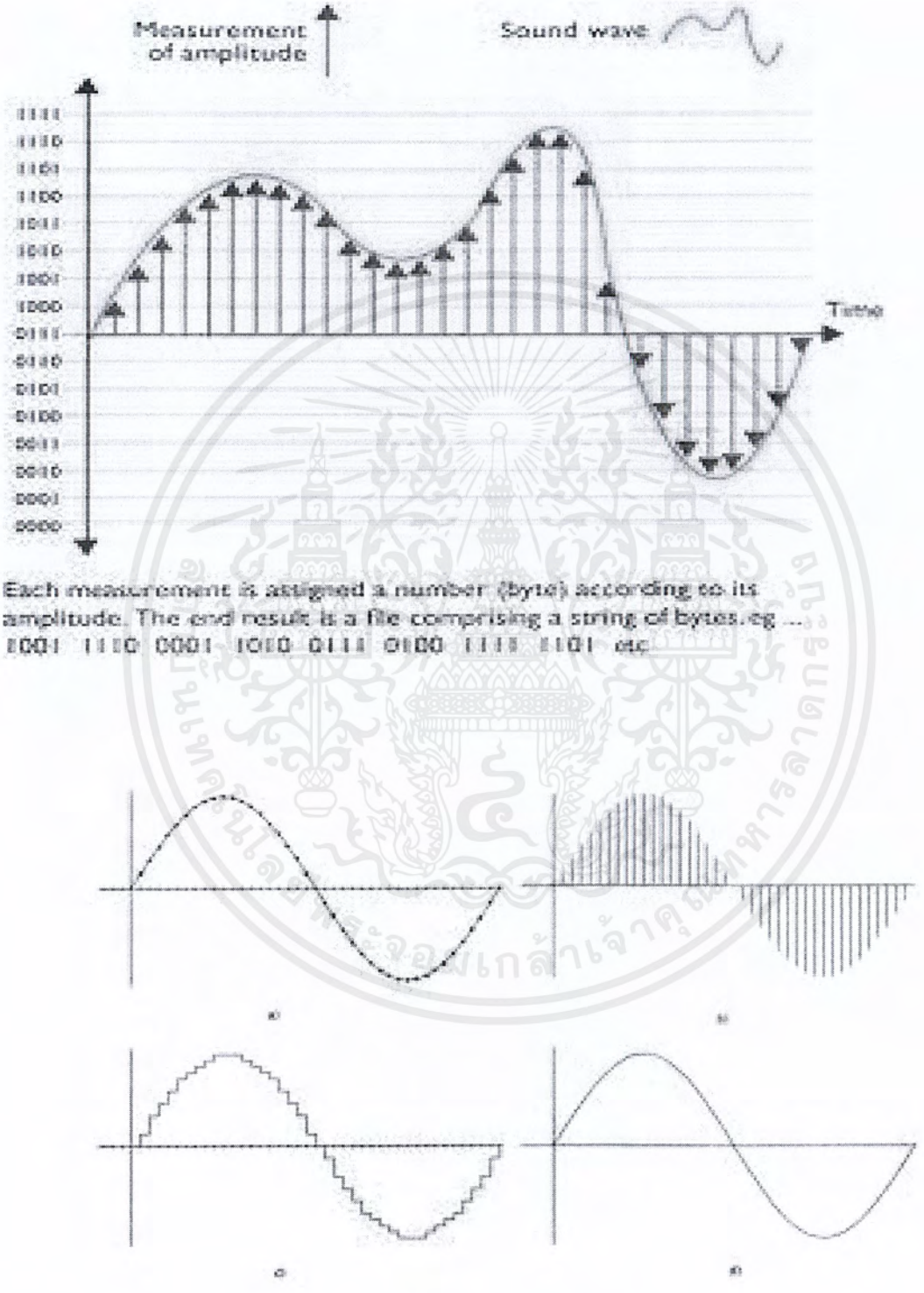
FlowChart



รูปที่ 5.2 Flowchart การทำงานของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

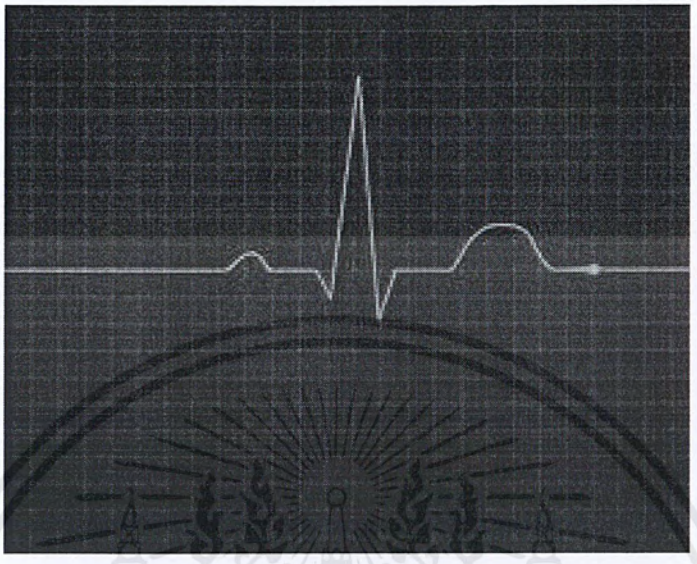
การ Samping สัญญาณ



รูปที่ 5.3 การ Samping

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปสัญญาณที่นำมา Samping

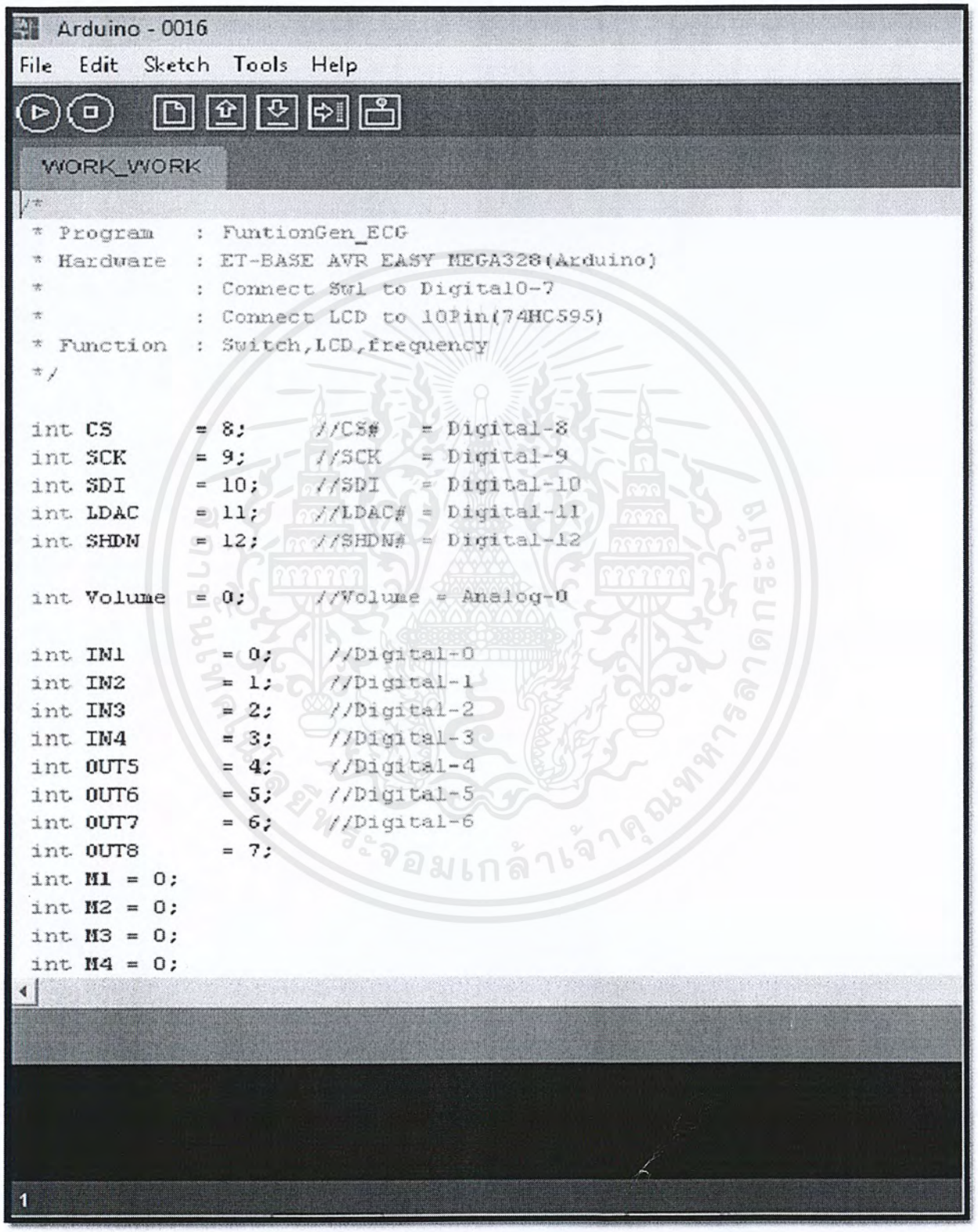


รูปที่ 5.4 รูปสัญญาณ ECG ที่นำมา Samping

0275	0275	0275	0275
0275	0275	0275	0275
0275	02EC	038D	043A
04FF	05AD	0600	0665
0670	0665	0600	05AD
04FF	043A	038D	02EC
0275	0275	0275	0275
0159	0300	0500	0700
0900	0B00	0D00	0FFF
0D00	0B00	0900	0700
0500	0300	0159	0000
0159	0275	0275	0275
0275	0275	0275	0275
0275	02EC	038D	043A
04EF	058D	0600	0665
0700	0765	07BA	0800
0830	0840	0850	0840
0830	0800	07BA	0765
0700	0665	0600	058D
04EF	043A	038D	02EC
0275	0275	0275	0275
0275	0275	0275	0275

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

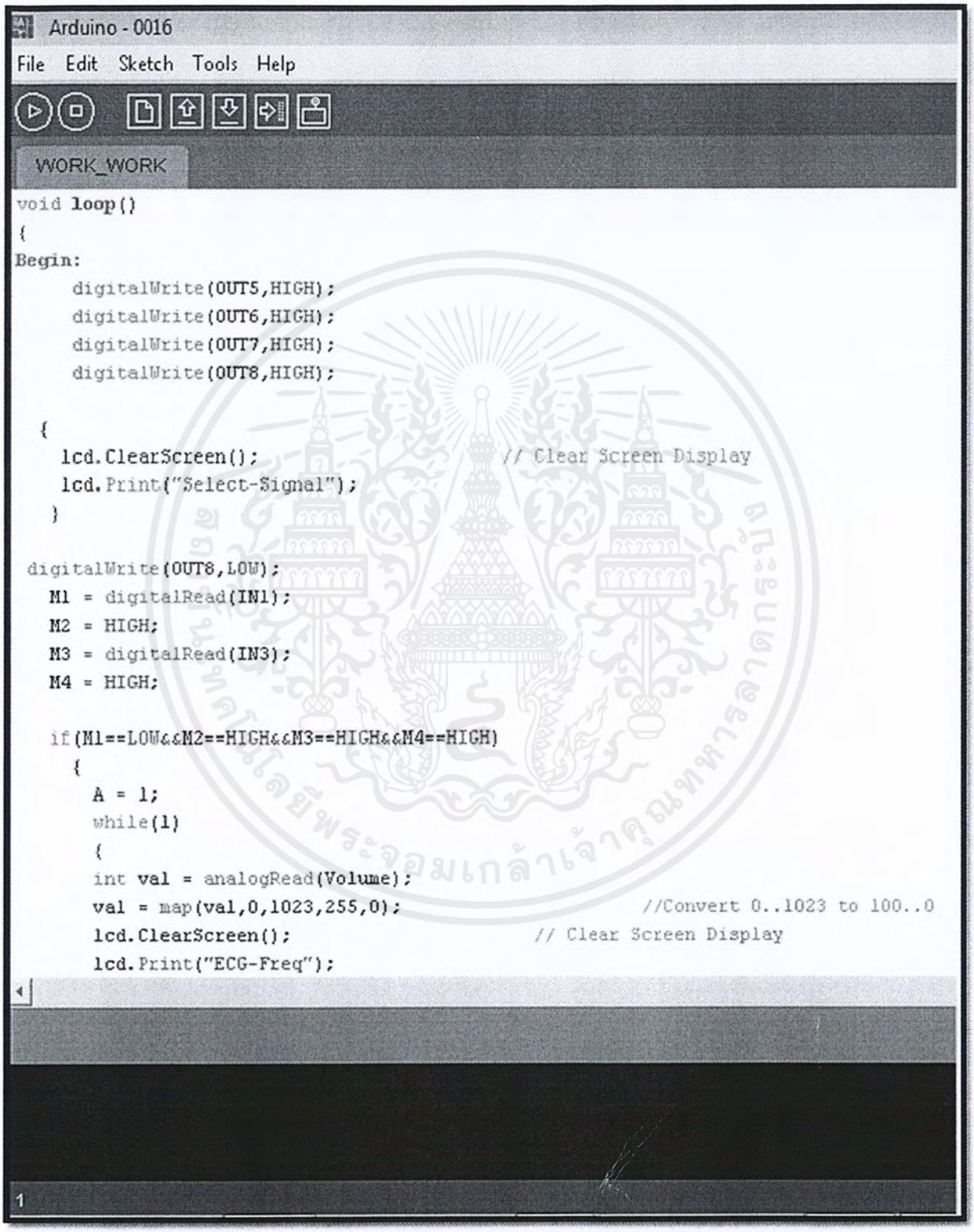
ตัวอย่างโปรแกรม



```
Arduino - 0016
File  Edit  Sketch  Tools  Help
WORK_WORK
/*
 * Program    : FuntionGen_ECG
 * Hardware   : ET-BASE AVR EASY MEGA328(Arduino)
 *            : Connect Sw1 to Digital0-7
 *            : Connect LCD to 10Pin(74HC595)
 * Function   : Switch,LCD,Frequency
 */

int CS       = 8;     //CS#   = Digital-8
int SCK      = 9;     //SCK   = Digital-9
int SDI      = 10;    //SDI   = Digital-10
int LDAC     = 11;    //LDAC# = Digital-11
int SHDN     = 12;    //SHDN# = Digital-12

int Volume   = 0;     //Volume = Analog-0

int IN1        = 0;    //Digital-0
int IN2        = 1;    //Digital-1
int IN3        = 2;    //Digital-2
int IN4        = 3;    //Digital-3
int OUT5       = 4;    //Digital-4
int OUT6       = 5;    //Digital-5
int OUT7       = 6;    //Digital-6
int OUT8       = 7;
int M1 = 0;
int M2 = 0;
int M3 = 0;
int M4 = 0;
1
```

รูปที่ 5.5 ตัวอย่างโปรแกรมที่เขียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



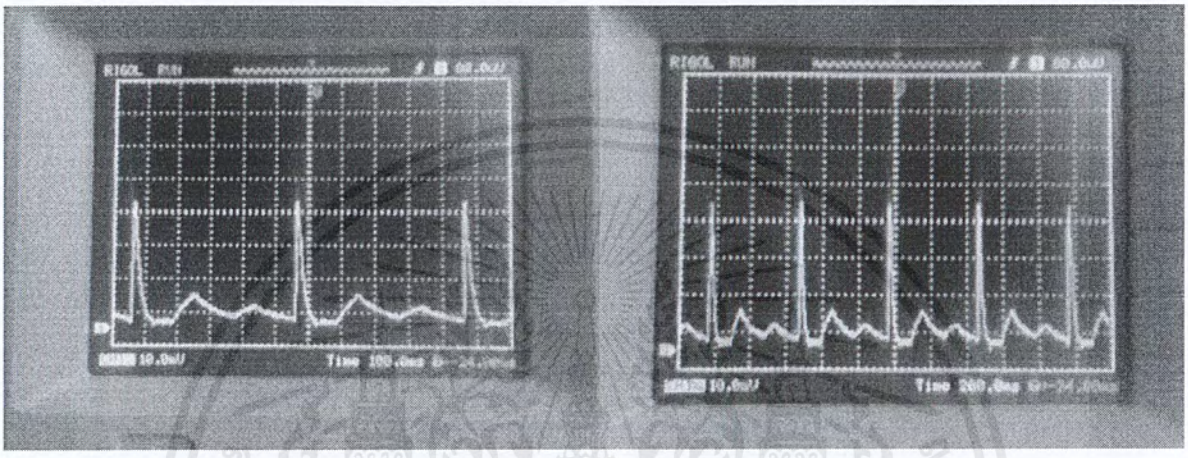
รูปที่ 5.6 ตัวอย่างโปรแกรมที่เขียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

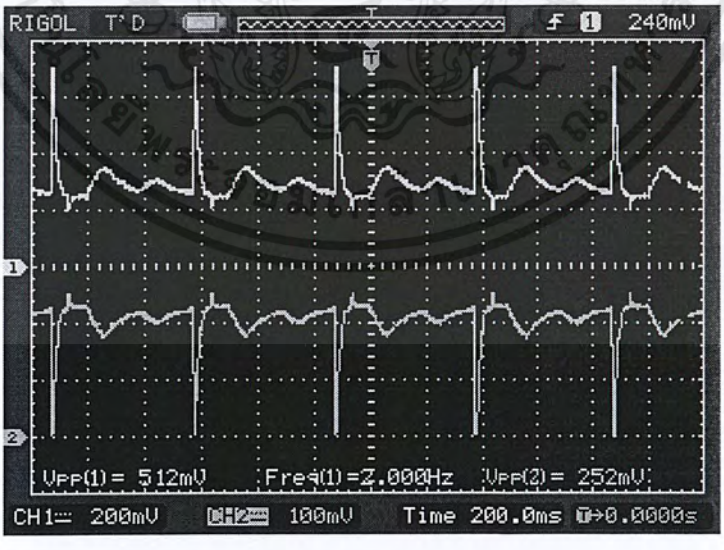
การทดลองและผลการทดลอง

6.1 ผลการทดลองด้วย Circuit



1.เป็นรูปจากวงจรที่ความถี่ประมาณ 1 Hz

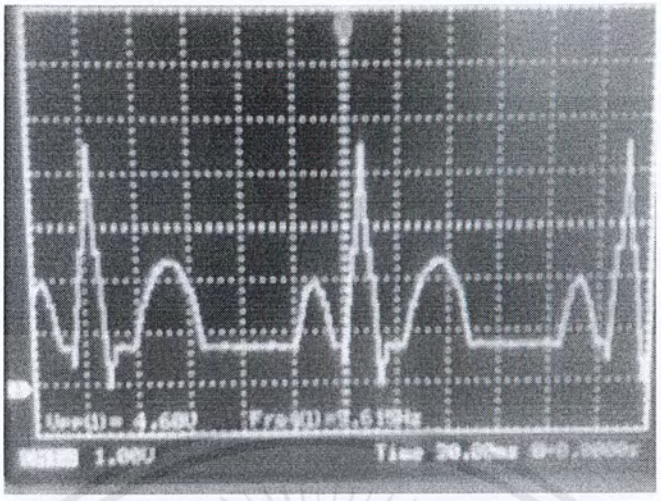
2.เป็นรูปจากวงจรที่ความถี่ประมาณ 2 Hz



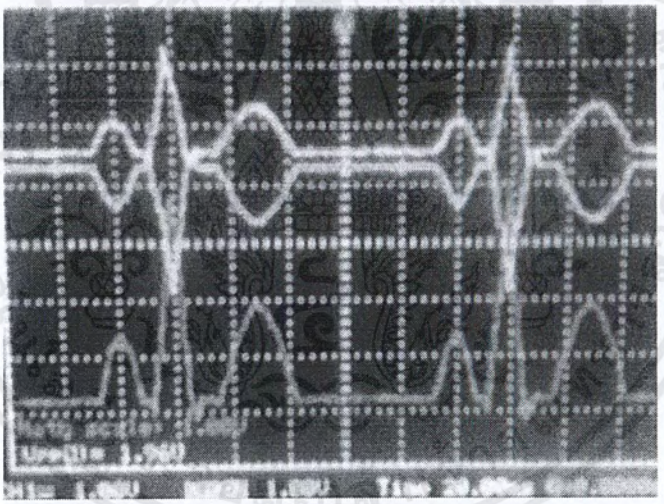
เมื่อผ่านวงจร Phase Inverter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.2 ผลการทดลองด้วย MICROCONTROLLER



รูปสัญญาณ Single End ของหัวใจปกติ

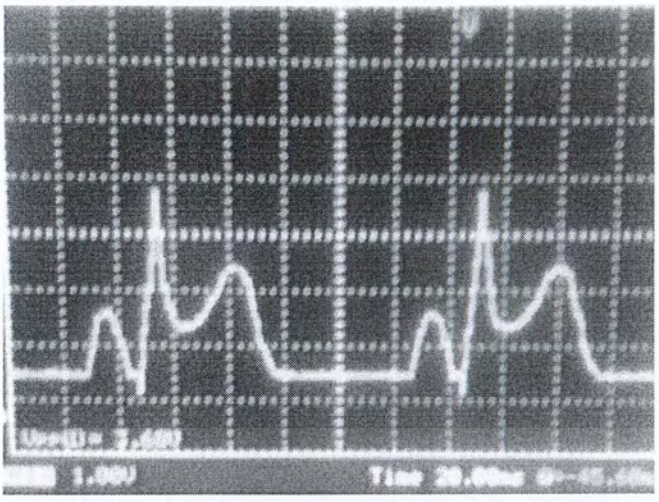


1. สีเหลือง คือ เส้นสัญญาณปกติ

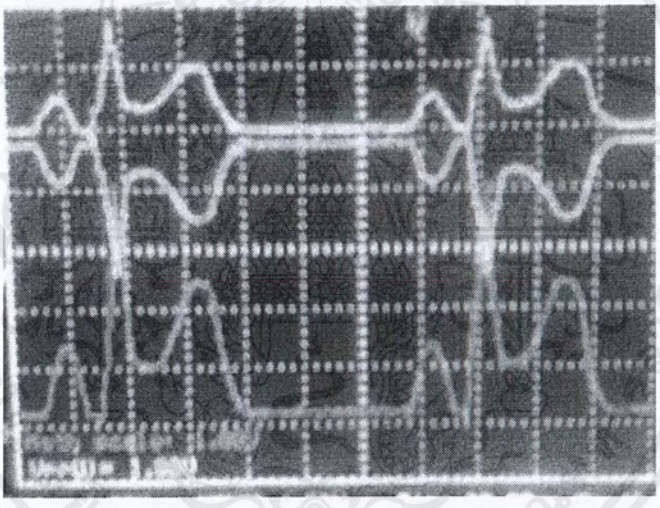
2. สีฟ้า คือ เส้นสัญญานกลับเฟส

3. สีม่วง คือ เส้นสัญญาณที่ทำการ Differential ของ สองสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปสัญญาณ Single End ของหัวใจผิดปกติ



1. สีเหลือง คือ เส้นสัญญาณปกติ

2. สีฟ้า คือ เส้นสัญญานกลับเฟส

3. สีม่วง คือ เส้นสัญญาณที่ทำการ Differential ของ สองสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่7

สรุปผลการทดลอง

สรุปผลการทดลองด้วย Circuit

วงจรสามารถสร้างสัญญาณ ECG ขึ้นมาได้และมีลักษณะเหมือนสัญญาณจริง ปรับความถี่ได้ สองระดับ

ข้อดี คือ 1.ราคาถูก 2.เหมาะสำหรับผู้ที่ไม่ชอบการเขียนโปรแกรม

ข้อเสีย คือ ขาดความหลากหลายของรูปสัญญาณ

สรุปผลการทดลองด้วย MICROCONTROLLER

MICROCONTROLLERวงจรสามารถสร้างสัญญาณ ECG ขึ้นมาได้และมีลักษณะเหมือนสัญญาณจริง

ข้อดี คือ สามารถปรับความถี่ ปรับ Amplitude ได้ตามต้องการ สามารถบันทึกสัญญาณที่ต้องการได้

ข้อเสีย คือ 1.ราคาแพง ไม่เหมาะกับผู้ที่ไม่ถนัดทางโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] www.google.com

[2] http://www.wara.com/modules.php?name=News &file=article&sid=678

[3] http://cid78ea047fd796dd34.spaces.live.com/ blog /cns!78EA047FD796DD34!172.entry

[4] http://electronicssemiconductor.blogspot.com/2007/08/crystal.html

[5] http://www.etteam.com/product/15A01.html

[6] http://www.mind-tek.net/port.php

[7] หนังสือ Arduino

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้