การพัฒนาอุปกรณ์ต้นแบบสำหรับ
วัดการจุดระเบิดของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน

DEVELOPMENT OF A PROTOTYPE FOR MEASURING THE IGNITION OF THE GASOLINE ENGINE

นายธวัชชัย บุญทะแสง รหัส 50382229

นายพลวัฒน์ บุญมา รหัส 50382540

นายรัชมงคล ศรีวิภาต รหัส 50382748

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ 19 มี.ค. 2555
เลขทะเบียน 15753478
เลขเรียกหนังสือ ว.
มหาวิทยาลัยนเรศวร มส394ก
2553

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2553

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อโครงงาน	การพัฒนาอุปกรณ์ต้นแบบสำหรับวัดการจุดระเบิดของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน			
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายธวัชชัย	บุญทะแสง	รหัส	50382229
	นายพลวัฒน์	บุญมา	รหัส	50382540
	นายรัชมงคล	ศรีวิภาต	รหัส	50382748
ที่ปรึกษาโครงงาน	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาติ แย้มเม่น			
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า			
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์			
ปีการศึกษา	2553			

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้โครงงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า

..... ที่ปรึกษาโครงงาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาติ แย้มเม่น)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมพร เรืองสินชัยวานิช)

..... กรรมการ
(ดร.พรพิศุทธิ์ วรจิรันตน์)

ชื่อหัวข้อโครงงาน	การพัฒนาอุปกรณ์ต้นแบบสำหรับวัดการจุดระเบิดของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายธวัชชัย บุญทะแสง รหัส 50382229
	นายพลวัฒน์ บุญมา รหัส 50382540
	นายรัชมงคล ศรีวิภาต รหัส 50382748
ที่ปรึกษาโครงงาน	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาติ แย้มเม่น
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา	2553

.....

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์เล่มนี้ ได้พัฒนาอุปกรณ์ต้นแบบที่ใช้สำหรับวัดการจุดระเบิดของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนโดยวัดที่บริเวณสายขั้วหัวเทียนของเครื่องยนต์ และแสดงผลสัญญาณผ่านทางจอมอนิเตอร์ของคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล โดยส่วนฮาร์ดแวร์ของอุปกรณ์วัดสัญญาณนั้นสามารถวัดสัญญาณแรงดันไฟฟ้าและส่งข้อมูลการวัดสัญญาณมาที่คอมพิวเตอร์ด้วยอัตราการสุ่มข้อมูลสูงสุด 500,000 ข้อมูลต่อวินาที และส่วนของซอฟแวร์รองรับการประมวลผลและแสดงผลสัญญาณในรูปแบบหน้าต่างเชื่อมต่อผู้ใช้งาน จากการทดสอบการทำงานของอุปกรณ์วัดสัญญาณที่พัฒนาขึ้นพบว่า สามารถวัดสัญญาณซายน์ตั้งแต่ความถี่ 0 เฮิรตซ์ ถึง 2,000 เฮิรตซ์ และมีค่าความคลาดเคลื่อนของรูปสัญญาณไม่เกิน 7% นอกจากนี้ ยังสามารถวัดสัญญาณระบบจุดระเบิดที่เขี้ยวหัวเทียนด้วยค่าความคลาดเคลื่อนของรูปแบบสัญญาณไม่เกิน 12% เมื่อเปรียบเทียบกับสัญญาณที่วัดจากออสซิลโลสโคป

Project title	Development of a Prototype for Measuring the Ignition of the Gasoline Engine	
Name	Mr.Tawatchai Boontasang	ID. 50382229
	Mr.Ponlawat Boonma	ID. 50382540
	Mr.Ratchamongkol Sriwiphat	ID. 50382748
Project advisor	Assistant Professor Suchart Yammen, Ph.D.	
Major	Electrical Engineering	
Department	Electrical and Computer Engineering	
Academic year	2010	

Abstract

This project is to develop a prototype device used for measuring the signal to the ignition system of the gasoline engine at the engine spark plug wire terminals and displaying the signal through the monitor of a personal computer. The hardware of the prototype device can measure signals , and transmit measured signals to a computer with a maximum sampling rate of 500,000 data per second. The software also supports for signal processing and display in term of a graphic user interface. From the testing of the developed device, it found that the device can measure the Sine signal whose frequency ranges from 0 Hz to 2000 Hz with the error maximum value of 7%. Moreover, it can also monitor the ignition signal of spark plug with the error maximum value of 12% when compared with the signal measured by the oscilloscope.

กิตติกรรมประกาศ

ในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาติ แย้มเม่น เป็นอย่างสูงที่ได้กรุณาสละเวลามาเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานและได้ให้ความช่วยเหลือในการให้คำแนะนำและตรวจแก้ไขในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ให้สำเร็จลงได้ด้วยดี และขอกราบขอบพระคุณ คณะกรรมการการสอบโครงงานวิศวกรรม เป็นอย่างสูงที่ได้ให้ความรู้และแก้ไขรวมทั้งข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ซึ่งทำให้เนื้อหาของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ที่อำนวยความสะดวกในการให้ยืมอุปกรณ์และเครื่องมือวัดมาใช้งาน จนทำให้โครงงานนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เหนือสิ่งอื่นใด คณะผู้ดำเนินโครงงานขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ผู้มอบความรักความเมตตา สติปัญญา คอยให้กำลังใจ และสนับสนุนด้านการศึกษาแก่คณะผู้ดำเนินโครงงาน และขอขอบคุณญาติพี่น้องของคณะผู้ดำเนินโครงงานที่ไม่ได้กล่าวถึงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

นายธวัชชัย บุญทะแสง
นายพลวัฒน์ บุญมา
นายรัชมงคล ศรีวิภาต

สารบัญ

หน้า

ใบรับรองปริญญานิพนธ์ ..... ก
บทคัดย่อภาษาไทย ..... ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ค
กิตติกรรมประกาศ ..... ง
สารบัญ ..... จ
สารบัญตาราง ..... ช
สารบัญรูป ..... ซ

บทที่ 1 บทนำ
1.1 ที่มาและความสำคัญ 1
1.2 วัตถุประสงค์ 1
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 1
1.4 ขอบเขตโครงงาน 1
1.5 ขั้นตอนการดำเนินโครงงาน 1
1.6 แผนการดำเนินงาน 2
1.7 งบประมาณในการดำเนินโครงงาน 2

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี
2.1 ระบบจุดระเบิด (Ignition system) 3
2.2 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ 5
2.3 โปรแกรม Visual Basic 6.0 7

บทที่ 3 วิธีการดำเนินโครงงาน
3.1 ศึกษาข้อมูลและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 11
3.2 ออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์วัดสัญญาณ 11
3.3 วิธีการทดสอบ 17

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลอง

4.1 ผลการทดลองส่วนฮาร์ดแวร์ของอุปกรณ์ 22

4.2 ผลการทดลองส่วนซอฟแวร์ 23

4.3 ผลการทดลองการใช้งานอุปกรณ์วัดสัญญาณชายน์ 24

4.4 ผลการทดลองการวัดสัญญาณระบบจุดระเบิดของเครื่องยนต์แก๊สโซ 37

4.5 วิเคราะห์ผลการทดลอง 38

บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการทดลอง 39

5.2 ปัญหาและอุปสรรคที่พบในการดำเนินงาน 39

5.3 ข้อเสนอแนะแนวทางสำหรับการพัฒนา 39

เอกสารอ้างอิง 40

ภาคผนวก ก 42

ภาคผนวก ข 47

ภาคผนวก ค 52

ภาคผนวก ง 59

ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน 62

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 ฟังก์ชันภายใน Tool Box 8

4.3.1 การเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้าระหว่างออสซิลโลสโคปกับอุปกรณ์วัดสัญญาณที่ความถี่ 2 เฮิรตซ์ 25

4.3.2 การเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้าระหว่างออสซิลโลสโคปกับอุปกรณ์วัดสัญญาณที่ความถี่ 3 เฮิรตซ์ 26

4.3.3 การเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้าระหว่างออสซิลโลสโคปกับอุปกรณ์วัดสัญญาณที่ความถี่ 4 เฮิรตซ์ 27

4.3.4 การเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้าระหว่างออสซิลโลสโคปกับอุปกรณ์วัดสัญญาณที่ความถี่ 20 เฮิรตซ์ 28

4.3.5 การเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้าระหว่างออสซิลโลสโคปกับอุปกรณ์วัดสัญญาณที่ความถี่ 30 เฮิรตซ์ 29

4.3.6 การเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้าระหว่างออสซิลโลสโคปกับอุปกรณ์วัดสัญญาณที่ความถี่ 40 เฮิรตซ์ 30

4.3.7 การเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้าระหว่างออสซิลโลสโคปกับอุปกรณ์วัดสัญญาณที่ความถี่ 200 เฮิรตซ์ 31

4.3.8 การเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้าระหว่างออสซิลโลสโคปกับอุปกรณ์วัดสัญญาณที่ความถี่ 300 เฮิรตซ์ 32

4.3.9 การเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้าระหว่างออสซิลโลสโคปกับอุปกรณ์วัดสัญญาณที่ความถี่ 400 เฮิรตซ์ 33

4.3.10 การเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้าระหว่างออสซิลโลสโคปกับอุปกรณ์วัดสัญญาณที่ความถี่ 1,250 เฮิรตซ์ 34

4.3.11 การเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้าระหว่างออสซิลโลสโคปกับอุปกรณ์วัดสัญญาณที่ความถี่ 1,500 เฮิรตซ์ 35

4.3.12 การเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้าระหว่างออสซิลโลสโคปกับอุปกรณ์วัดสัญญาณที่ความถี่ 2,000 เฮิรตซ์ 36

4.4.1 การเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้าระหว่างออสซิลโลสโคปกับอุปกรณ์วัดสัญญาณที่วัดได้จากการจุดระเบิดของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 37

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 แผนผังระบบจุดระเบิดอย่างง่าย 3
2.2 วงจรจุดระเบิด 4
2.3 แผนผังวงจรการทำงานของโมดูล ADC 5
2.4 หน้าต่างของโปรแกรม Visual Basic 6.0 เมื่อเปิดใช้ครั้งแรก 7
2.5 Menu Bar 7
2.6 Tool Bar 7
2.7 Tool Box 8
2.8 Form Designer 8
2.9 Code Window 9
2.10 Project Window 9
2.11 Properties Window 9
2.12 Form Layout 10
3.1 อุปกรณ์หัววัดสัญญาณ 11
3.2 วงจรแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 12
3.3 วงจรลดระดับแรงดันไฟฟ้าและยกระดับสัญญาณ 12
3.4 วงจรขยายสัญญาณและปรับระดับแรงดันไฟฟ้า 13
3.5 การต่อคาดเคสระหว่างวงจรลดระดับแรงดันไฟฟ้าและยกระดับของสัญญาณ
กับวงจรขยายสัญญาณและปรับระดับแรงดันไฟฟ้า 13
3.6 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์รุ่น ET-dsPIC30F2010-V1 14
3.7 แผนภาพการทำงานของอุปกรณ์วัดที่พัฒนาขึ้น 14
3.8 แผนภาพลำดับขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมที่ใช้ในการแสดงผลสัญญาณ 15
3.9 รูปร่างหน้าต่างแสดงผลสัญญาณที่พัฒนาจากโปรแกรม Visual Basic 6.0 16
3.10 อุปกรณ์วัดสัญญาณที่ใช้ในการทดสอบอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ 18
3.11 ตัวอย่างโปรแกรมไฮเปอร์เทอร์มินอล 19
3.12 ชุดวัสดุอุปกรณ์ต้นแบบที่ใช้ในการวัดสัญญาณ 20
3.13 การต่ออุปกรณ์เข้ากับเครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดเล็ก 21
3.14 การต่อสายสัญญาณจากหัวแคลมป์มิเตอร์เข้ากับอุปกรณ์ 43
4.1 นำอุปกรณ์ทั้งหมดมาต่อเข้าด้วยกันเป็นอุปกรณ์วัดสัญญาณ 22

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.2 ผลการทดสอบการส่งข้อมูลของไมโครคอนโทรลเลอร์ 23
4.3 โปรแกรมที่ใช้ในการแสดงผล 24
4.4 สัญญาณจากออสซิลโลสโคป 25
4.5 สัญญาณจากอุปกรณ์วัดสัญญาณ 25
4.6 สัญญาณจากออสซิลโลสโคป 26
4.7 สัญญาณจากอุปกรณ์วัดสัญญาณ 26
4.8 สัญญาณจากออสซิลโลสโคป 27
4.9 สัญญาณจากอุปกรณ์วัดสัญญาณ 27
4.10 สัญญาณจากออสซิลโลสโคป 28
4.11 สัญญาณจากอุปกรณ์วัดสัญญาณ 28
4.12 สัญญาณจากออสซิลโลสโคป 29
4.13 สัญญาณจากอุปกรณ์วัดสัญญาณ 29
4.14 สัญญาณจากออสซิลโลสโคป 30
4.15 สัญญาณจากอุปกรณ์วัดสัญญาณ 30
4.16 สัญญาณจากออสซิลโลสโคป 31
4.17 สัญญาณจากอุปกรณ์วัดสัญญาณ 31
4.18 สัญญาณจากออสซิลโลสโคป 32
4.19 สัญญาณจากอุปกรณ์วัดสัญญาณ 32
4.20 สัญญาณจากออสซิลโลสโคป 33
4.21 สัญญาณจากอุปกรณ์วัดสัญญาณ 33
4.22 สัญญาณจากออสซิลโลสโคป 34
4.23 สัญญาณจากอุปกรณ์วัดสัญญาณ 34
4.24 สัญญาณจากออสซิลโลสโคป 35
4.25 สัญญาณจากอุปกรณ์วัดสัญญาณ 35
4.26 สัญญาณจากออสซิลโลสโคป 36
4.27 สัญญาณจากอุปกรณ์วัดสัญญาณ 36
4.28 สัญญาณจากออสซิลโลสโคป 37
4.29 สัญญาณจากอุปกรณ์วัดสัญญาณ 37

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ในปัจจุบัน มีความจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์วัดสัญญาณแรงดันหรือกระแสของระบบไฟฟ้าภายในรถยนต์ อาทิเช่น ระบบจุดระเบิด (Ignition System) ระบบสตาร์ท (Starting System) และระบบเชื้อเพลิง (Fuel System) เป็นต้น อุปกรณ์วัดคุมเหล่านี้โดยทั่วไปจะมีราคาแพงและบางอุปกรณ์นั้นต้องนำเข้ามาจากต่างประเทศ อาจทำให้เสียดุลทางการค้าของประเทศไทยได้

เพื่อมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาทางด้านเครื่องมือหรืออุปกรณ์วัดสัญญาณเหล่านี้ คณะผู้ดำเนินโครงงาน จึงได้มีแนวคิดสำหรับการพัฒนาอุปกรณ์ต้นแบบในการวัดสัญญาณแรงดันภายในระบบจุดระเบิดของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน และแสดงผลสัญญาณผ่านจอมอนิเตอร์ของคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนาอุปกรณ์ต้นแบบสำหรับการวัดสัญญาณและแสดงผลบนจอมอนิเตอร์

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 ผู้สนใจสามารถนำอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นมาใช้สำหรับการวัดสัญญาณของระบบจุดระเบิด

1.3.2 นิสิตมีความรู้ที่เกี่ยวกับการพัฒนาอุปกรณ์วัดสัญญาณแรงดันและกระแสเพิ่มขึ้น

1.4 ขอบเขตโครงงาน

อุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นสามารถวัดความถี่สัญญาณไม่เกิน 2 กิโลเฮิรตซ์

1.5 ขั้นตอนการดำเนินโครงงาน

1.5.1 ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการวัดสัญญาณ

1.5.2 ออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์วัดสัญญาณ

1.5.3 ทดสอบและปรับแก้ไขอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้น

1.5.4 ผลการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลอง

1.5.5 สรุปผลการทดลอง

1.5.6 จัดทำรูปเล่มรายงาน

1.6 แผนการดำเนินงาน

กิจกรรม	ปี 2553							ปี 2554				
	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.
1. ศึกษาระบบจุดระเบิดของเครื่องยนต์	←	→										
2. ศึกษาการใช้งานบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์		←	→									
3. ศึกษาการใช้โปรแกรม Visual Basic 6.0			←	→								
4. ออกแบบวัสดุและอุปกรณ์วัดสัญญาณ			←	—	—	→						
5. ทดสอบและปรับปรุงแก้ไข					←	—	—	—	—	→	→	
6. วิเคราะห์ผลการทดลอง										←	—	→
7. สรุปผลการทดลอง											←	→
8. จัดทำรูปเล่มรายงาน												↔

1.7 งบประมาณในการดำเนินโครงงาน

ค่าวัสดุอุปกรณ์	2,100	บาท
ค่าดำเนินงาน	400	บาท
ค่าจัดทำรูปเล่มรายงาน	500	บาท
รวม	3,000	บาท

หมายเหตุ ถัวเฉลี่ยทุกรายการ

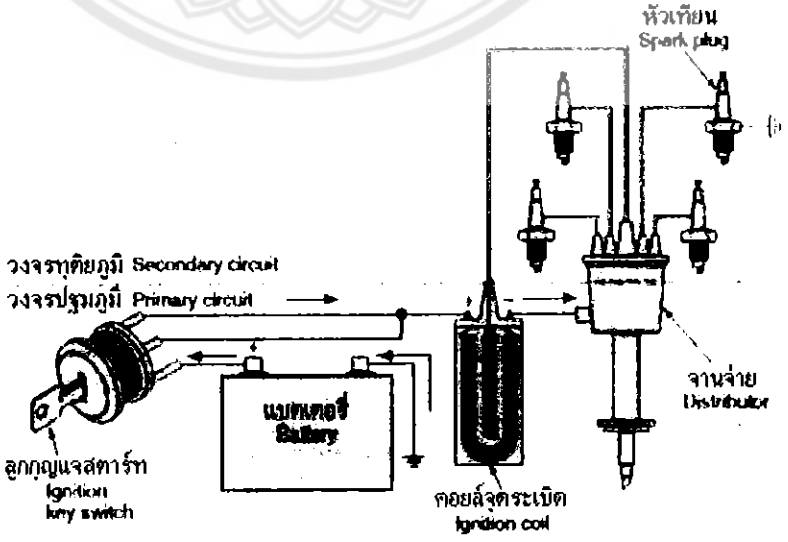
บทที่ 2
หลักการและทฤษฎี

2.1 ระบบจุดระเบิด (Ignition system)

โดยทั่วไป ระบบจุดระเบิดภายในรถยนต์แก๊สโซลีนมีหน้าที่จ่ายไฟฟ้าแรงสูงให้กับเขี้ยวหัวเทียนเพื่อจุดประกายไฟให้กับห้องเผาไหม้ในจังหวะจุดระเบิด จึงเกิดกำลังงานดันลูกสูบเคลื่อนที่ลงผลักดันเพลาข้อเหวี่ยงให้หมุนและส่งกำลังไปยังระบบส่งกำลังทางกลต่อไป

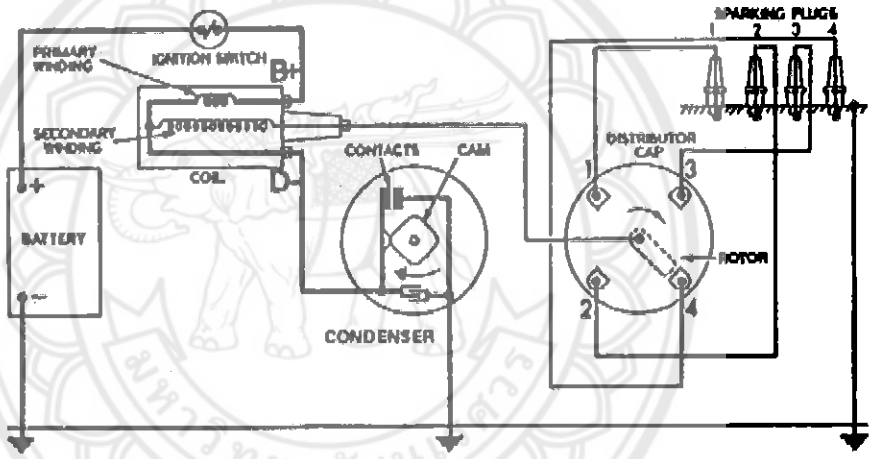
ระบบจุดระเบิด [1] ซึ่งแสดงแผนผังไว้ในรูปที่ 2.1 ประกอบด้วย 5 ส่วนหลัก คือ

- สวิตช์ หรือลูกกุญแจสตาร์ท ทำหน้าที่ ตัดต่อไฟฟ้าเข้าระบบจุดระเบิด
- แบตเตอรี่ ทำหน้าที่ จ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับระบบจุดระเบิด
- คอยล์จุดระเบิด ทำการแปลงแรงดันไฟฟ้าระดับต่ำให้เป็นแรงดันไฟฟ้าระดับสูงเพื่อให้แรงเคลื่อนไฟฟ้ากระโดดข้ามเขี้ยวหัวเทียน เริ่มต้นแบตเตอรี่จ่ายพลังงานไฟฟ้าแรงดันต่ำผ่านสวิตช์จุดระเบิด (หน้าทองขาว) ไปยังขดลวดปฐมภูมิ ทำให้เกิดเหนี่ยวนำแรงดันสูงที่ขดลวดทุติยภูมิผ่านทางหัวโรเตอร์ไปยังเขี้ยวหัวเทียน
- จานจ่าย คือสวิตช์ปิด/เปิดวงจรปฐมภูมิของคอยล์จุดระเบิด ทำให้เกิดการเหนี่ยวนำเกิดแรงดันไฟฟ้าระดับสูงด้านทุติยภูมิของคอยล์จุดระเบิดผ่านจานจ่ายไปยังเขี้ยวหัวเทียนตามจังหวะการจุดระเบิดของเครื่องยนต์
- หัวเทียน ทำหน้าที่จุดประกายไฟเพื่อจุดชนวนความร้อนภายในห้องเผาไหม้ของกระบอกสูบ



รูปที่ 2.1 แผนผังระบบจุดระเบิดอย่างง่าย

เมื่อพิจารณาวงจรจุดระเบิดดังในรูปที่ 2.2 การทำงานของระบบจุดระเบิด [2] เริ่มต้นจากหน้าทองขาวปิดกระแสไฟฟ้าจากแบตเตอรี่จะไหลเข้าที่ขั้วบวกของคอยล์จุดระเบิดผ่านไปยังขั้วลบและหน้าทองขาวลงกราวด์ครบวงจร ทำให้เกิดเส้นแรงแม่เหล็กรอบขดลวดปฐมภูมิของคอยล์จุดระเบิด เมื่อเพลาลูกเบี้ยวในจานจ่ายเปิดหน้าทองขาว ทำให้กระแสไฟฟ้าที่ไหลในขดลวดปฐมภูมิของคอยล์จุดระเบิดถูกตัดการไหลอย่างทันทีทันใด เป็นผลให้เส้นแรงแม่เหล็กในขดลวดปฐมภูมิถูกยุบตัวตัดกับขดลวดเหนี่ยวนำตัวเองในขดลวดปฐมภูมิตามหลักการของไมเคิล ฟาราเดย์ และเกิดการเหนี่ยวนำร่วมในขดลวดทุติยภูมิ จึงเกิดแรงดันไฟฟ้าขึ้นประมาณ 500 โวลต์ ที่ขดลวดปฐมภูมิ และแรงดันไฟฟ้าประมาณ 30,000 โวลต์ ที่ขดลวดทุติยภูมิ เพื่อจ่ายไปยังเขี้ยวหัวเทียนแต่ละกระบอกสูบตามจังหวะการจุดระเบิด



รูปที่ 2.2 วงจรจุดระเบิด

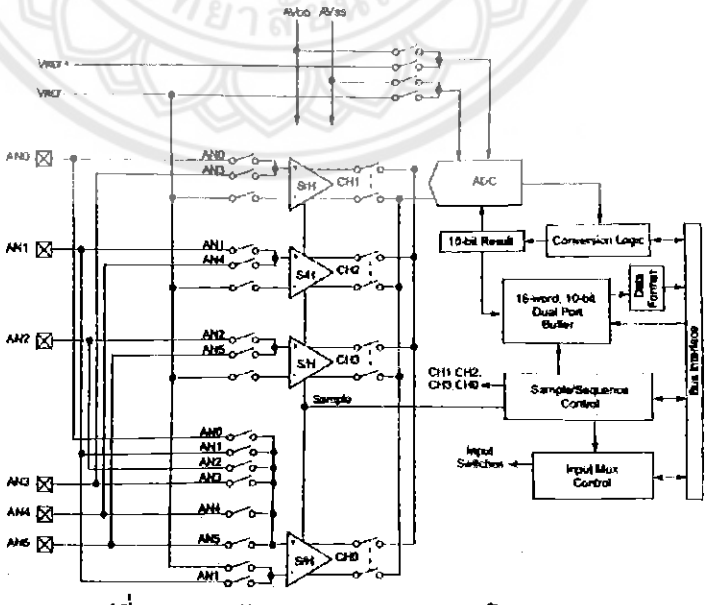
โดยปกติ ขณะที่หน้าทองขาวเปิดจะเกิดประกายไฟที่หน้าทองขาวซึ่งมีผลมาจากการเหนี่ยวนำตัวเองของขดลวดปฐมภูมิที่ทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าถึงประมาณ 500 โวลต์ กระแสไฟฟ้าจะพยายามเคลื่อนที่ผ่านหน้าทองขาว จึงต้องมีคอนเดนเซอร์ต่อขนานกับหน้าทองขาวเพื่อทำหน้าที่เก็บประจุไฟฟ้าไม่ให้กระโดดข้ามหน้าทองขาวได้ จะทำให้การยุบตัวของเส้นแรงแม่เหล็กตัดกับขดลวดสามารถยุบตัวได้อย่างทันทีทันใด เมื่อหน้าทองขาวปิดอีกครั้งหนึ่ง คอนเดนเซอร์ซึ่งเก็บประจุไฟฟ้าอยู่เต็ม จะคายประจุไฟฟ้าผ่านขดลวดปฐมภูมิเข้าแบตเตอรี่ ทำให้เกิดเส้นแรงแม่เหล็กในทิศทางตรงข้ามกับตอนแรก เมื่อประจุไฟฟ้าของคอนเดนเซอร์หมด เส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดขึ้นในทิศทางตรงข้ามกับตอนแรก จะยุบตัว กระแสไฟฟ้าจากแบตเตอรี่จะเริ่มต้นไหลเข้าขดลวดปฐมภูมิเป็นการเริ่มต้นการทำงานของระบบจุดระเบิดอีกครั้งหนึ่ง [3]

2.2 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์

โครงงานนี้ใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์รุ่น ET-dsPIC30F2010-V1 โดยมีไมโครคอนโทรลเลอร์dsPIC30F2010 เป็นตัวประมวลผลข้อมูลหลัก ซึ่งมีจุดเด่นในด้านการประมวลผลข้อมูลสัญญาณแบบดิจิตอล เหมาะสำหรับนำไปประยุกต์ใช้ในงานควบคุมและงานวัดสัญญาณ โดยโครงสร้างภายในจะเป็นการผสมผสานระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์ และวงจรประมวลผลสัญญาณดิจิตอลไว้ด้วยกัน ซึ่งคุณสมบัติของ dsPIC30F2010 ที่เห็นได้ชัดคือ มีความเร็วในการทำงานสูงถึง 30 ล้านคำสั่งต่อวินาที สามารถรองรับรูปแบบการอ้างแอดเดรสได้อย่างอิสระ มีหน่วยความจำโปรแกรมเป็นแบบแฟลชความจุ 12 กิโลไบต์ ซึ่งสามารถลบและเขียนใหม่ได้ไม่น้อยกว่า 100,000 ครั้ง มีหน่วยความจำข้อมูลแบบอีอีพรอมขนาด 1 กิโลไบต์ที่สามารถลบและเขียนใหม่ได้ไม่น้อยกว่า 1,000,000 ครั้ง สามารถตอบสนองอินเตอร์รัปต์ได้ดี และสามารถเลือกโหมดการใช้พลังงานได้ ซึ่งในการประมวลผลสัญญาณจากอะนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล แล้วส่งข้อมูลไปยังคอมพิวเตอร์นั้น จะใช้โมดูลในการประมวลผลสัญญาณอยู่ 2 โมดูลหลักด้วยกันดังนี้

2.2.1 โมดูลแปลงสัญญาณอะนาลอกเป็นดิจิตอล

โมดูลการแปลงสัญญาณอะนาลอกเป็นดิจิตอลขนาด 10 บิต หรือโมดูล ADC เป็นโมดูลรับแรงดันอะนาลอกแปลงสัญญาณเป็นตัวเลขความละเอียดขนาด 10 บิต โดยที่โมดูล ADC ของไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ dsPIC30F2010 มีจำนวน 6 ช่องสัญญาณ ซึ่งประกอบไปด้วยขา AN0/RB0, AN1/RB1, AN2/RB2, AN3/RB3, AN4/RB4 และ AN5/RB5 โดยมีแผนผังวงจรการทำงานของโมดูล ADC ดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 แผนผังวงจรการทำงานของโมดูล ADC

เมื่อพิจารณาแผนผังการทำงานดังในรูปที่ 2.3 แผนผังการทำงานของโมดูล ADC [8] เริ่มต้นที่ช่องอินพุตสัญญาณอะนาลอกจำนวน 6 ช่อง และมีขาที่สามารถรับแรงดันอ้างอิงจากภายในผ่านทางขา AV_{DD} กับ AV_{SS} และภายนอกผ่านทางขา V_{REF+} และ V_{REF-} โดยภายในโมดูลมีวงจรสุ่มสัญญาณ จำนวน 4 ชุดคือ CH0 – CH3 ซึ่งสามารถสุ่มสัญญาณได้ที่ความเร็วสูงสุด 500 กิโลแซมเปิลต่อวินาที โดยจะทำงานร่วมกับส่วนควบคุมการมัลติเพล็กสัญญาณอินพุตทำให้สามารถจัดสรรวงจร S/H ให้สามารถรองรับกับสัญญาณอินพุตอะนาลอกทั้ง 6 ช่องสัญญาณด้วยความเร็วสูงสุด สัญญาณที่ผ่านจากวงจร S/H จะถูกป้อนเข้าสู่วงจรแปลงสัญญาณอะนาลอกเป็นดิจิตอลแบบซักเซสซีฟ แอ็ปพร็อกซิเมชั่น ขนาด 10 บิต ข้อมูลที่ได้จากการแปลงสัญญาณจะถูกพักไว้ในหน่วยความจำแรม จากนั้นข้อมูลจะถูกถ่ายทอดลงบนบัสข้อมูลเพื่อส่งไปยังซีพียูต่อไป

อีกองค์ประกอบหนึ่งที่ทำให้โมดูล ADC สามารถแปลงสัญญาณได้รวดเร็วคือ ภายในโมดูล ADC มีบัฟเฟอร์ความจุ 16 เวิร์ด นั่นคือ สามารถรองรับข้อมูลที่ได้จากการแปลงสูงสุด 16 ชุดข้อมูล ดังนั้นเมื่อแปลงสัญญาณครั้งหนึ่งก็นำมาเก็บไว้ที่บัฟเฟอร์ หากบัฟเฟอร์ยังไม่เต็มก็สามารถกลับไปแปลงสัญญาณต่อได้ทันที โดยไม่ต้องรอให้การถ่ายทอดข้อมูลไปยังรีจีสเตอร์ที่ใช้เก็บค่าการแปลงเสร็จสิ้น

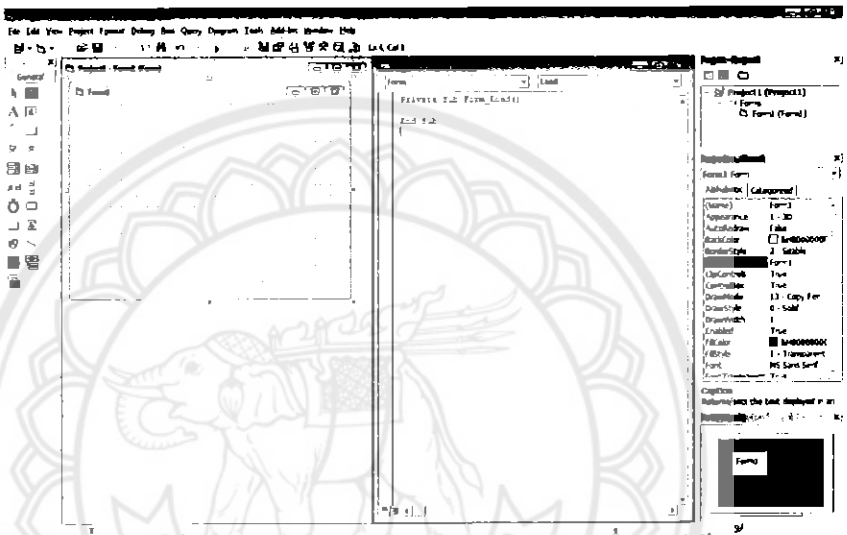
2.2.2 การสื่อสารข้อมูลอนุกรมโดยใช้โมดูล UART

โมดูล Universal Asynchronous Receiver Transmitter (UART) หรือการติดต่อสื่อสารข้อมูลในรูปแบบอะซิงโครนัส เป็นหนึ่งในโมดูลที่เกี่ยวข้องกับการอินพุต เอาต์พุตแบบอนุกรมที่มีอยู่ภายใน dsPIC30F2010 โดยโมดูล UART จะเป็นอะซิงโครนัสแบบฟลูดูเพล็กซ์ นั่นหมายความว่าสามารถรับรับและส่งข้อมูลได้พร้อมกัน ซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ใช้งานกับการเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอก เช่น คอมพิวเตอร์, RS-232 และ RS-485 เป็นต้น

ไมโครคอนโทรลเลอร์ dsPIC30F2010 มีโมดูล UART ให้ใช้งานได้ 1 UART โดยกำหนดขาพอร์ตสำหรับโมดูล UART ไว้ที่ขาพอร์ต U1RX/RF2 สำหรับรับข้อมูลอนุกรม และ U1TX/RF3 สำหรับส่งข้อมูลอนุกรม โดยคุณสมบัติของโมดูล UART ใน dsPIC30F2010 ที่สำคัญคือ สามารถสื่อสารข้อมูลแบบสองทิศทาง สามารถเลือกการสื่อสารข้อมูลแบบตรวจสอบบิตพาริตี้คู่หรือคี่ และไม่ตรวจสอบบิตพาริตี้ สำหรับรูปแบบการสื่อสารข้อมูลในแบบ 8 บิต จะมีบิตหยุด 1 หรือ 2 บิต มีส่วนกำเนิดอัตราบอด ขนาด 16 บิต สำหรับกำหนดจังหวะและอัตราเร็วในการสื่อสารข้อมูล สามารถกำหนดอัตราบอดได้ตั้งแต่ 38 บิตต่อวินาที ถึง 1.875 เมกะบิตต่อวินาที มีบัฟเฟอร์ข้อมูลขาส่ง (TX) และขารับ (RX) ขนาด 4 เวิร์ด มีบิตแฟลกแจ้งข้อผิดพลาดในกรณีต่างๆ ของการสื่อสาร สามารถตรวจจับความผิดพลาดในการสื่อสารข้อมูลอนุกรม ได้แก่ ความผิดพลาดทางพาริตี้ รับข้อมูลไม่ทัน และเฟรมข้อมูลผิดพลาด นอกจากนี้ยังสามารถทำงานในโหมดลูปแบคได้

2.3 โปรแกรม Visual Basic 6.0

โครงงานนี้ใช้โปรแกรม Visual Basic 6.0 ก่อน ในการดึงข้อมูลสัญญาณจากหน่วยความจำของไมโครคอนโทรลเลอร์และแสดงผลข้อมูลในรูปกราฟบนจอมอนิเตอร์ ซึ่งขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรมนั้น สามารถดูได้จากภาคผนวก ง หลังจากติดตั้งโปรแกรม Visual Basic 6.0 และเปิดใช้งานครั้งแรกจะพบหน้าต่างของโปรแกรมดังแสดงไว้ในรูป 2.4 โดยแบ่งออกเป็น 8 กลุ่มฟังก์ชันดังนี้



รูปที่ 2.4 หน้าต่างของโปรแกรม Visual Basic 6.0 เมื่อเปิดใช้ครั้งแรก

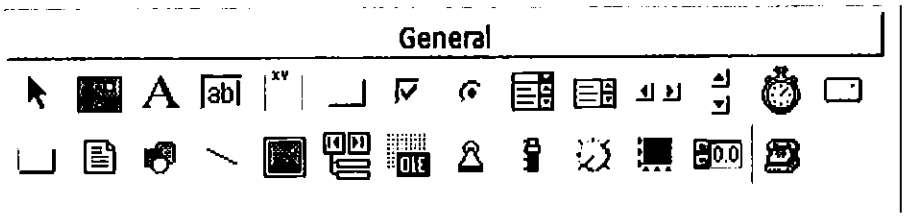
กลุ่มที่ 1 เป็นส่วนของ Menu Bar ที่รวบรวมคำสั่งเพื่อควบคุมการทำงานของโปรแกรมทั้งหมด ดังแสดงในรูปที่ 2.5

รูปที่ 2.5 Menu Bar

กลุ่มที่ 2 เป็นส่วนของ Tool Bar ที่รวบรวมคำสั่งเพื่อควบคุมการทำงานของโปรแกรมในรูปแบบชอร์ตคัตโดยรวบรวมคำสั่งที่ใช้งานบ่อยจาก Menu Bar ดังแสดงในรูปที่ 2.6

รูปที่ 2.6 Tool Bar

กลุ่มที่ 3เป็นส่วนของ Tool Box ที่รวบรวมเครื่องมือมาตรฐานต่างๆ ในการสร้าง Application ดังแสดงในรูปที่ 2.7 ในโครงงานนี้ ได้ใช้ฟังก์ชันต่างๆ ภายใน Tool Box ดังแสดงไว้ในตารางที่ 2.1

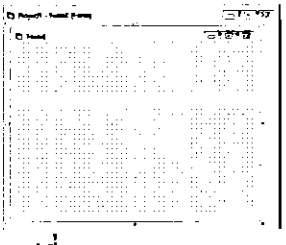


รูปที่ 2.7 Tool Box

ตารางที่ 2.1 ฟังก์ชันภายใน Tool Box

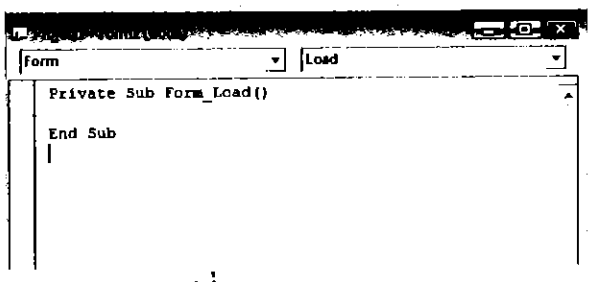
ActiveX Control	ไอคอน	คำอธิบาย
Label	A	แถบข้อความ ซึ่งจะใช้ในการเขียนข้อความให้อ่านอย่างเดียว
Text Box	abl	เป็นช่องที่สามารถกรอกข้อความลงไปได้
Command Button		เป็นปุ่มกดเพื่อใช้ในการสั่งงานตามโปรแกรมที่เขียน
Check Box		เป็นปุ่มเลือกใช้งาน ซึ่งจะเลือกกี่ตัวก็ได้
Timer		เป็นตัวจับเวลาในการแสดงผลรูปกราฟ
Combo Box		เป็นรายการข้อมูลที่สามารถเลือกใช้งานได้
MSComm		เป็นตัวเชื่อมต่อการสื่อสารแบบอนุกรม
CWKnoB		เป็นปุ่มหมุน ใช้สำหรับหมุนปรับค่าต่างๆ
CWNumEdit	0.0	เป็นตัวกดเพื่อเพิ่มหรือลด จำนวนตัวเลข
CWButton		เป็นปุ่มโยก เหมือนกับสวิตซ์โยกสั่งให้ทำงานหรือหยุดทำงาน
CWgraph		เป็นหน้าจอการแสดงรูปกราฟสัญญาณ

กลุ่มที่ 4 เป็นส่วนของ Form Designer ที่ใช้แสดงผลของโปรแกรม ดังแสดงดังรูปที่ 2.8



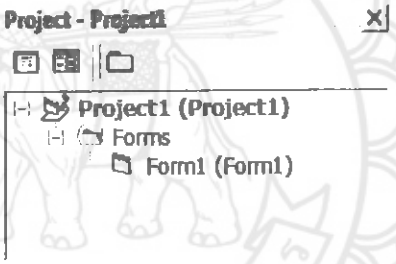
รูปที่ 2.8 Form Designer

กลุ่มที่ 5 เป็นส่วนของ Code Window ที่ใช้เขียนคำสั่งควบคุมการทำงานของ Application ดังแสดงในรูปที่ 2.9



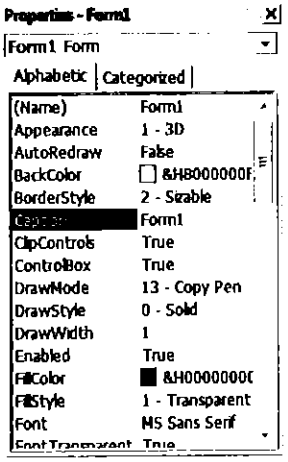
รูปที่ 2.9 Code Window

กลุ่มที่ 6 เป็นส่วนของ Project Window ที่ใช้ควบคุมการทำงานของงานที่แสดงอยู่ทั้งหมด ซึ่งแสดงไว้ในรูปที่ 2.10



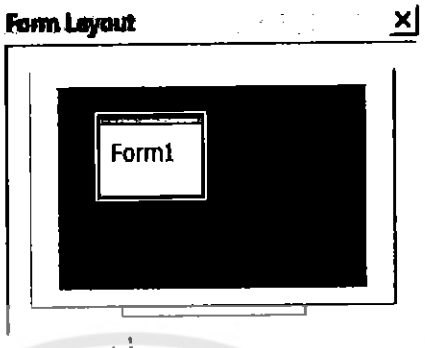
รูปที่ 2.10 Project Window

ส่วนที่ 7 เป็นส่วนของ Properties Window ที่กำหนด Properties ให้กับ Object ต่างๆใน Application ดังแสดงในรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11 Properties Window

กลุ่มที่ 8 เป็นส่วนของ From Layout ที่ใช้บอกตำแหน่ง ของฟอร์มเมื่อทำการรันโปรแกรม ซึ่งแสดงในรูปที่ 2.12



รูปที่ 2.12 Form Layout

การใช้ตัวแปรใน Visual Basic นั้นสามารถใช้ได้โดยการกำหนดตัวแปรก่อนหรือไม่ก็ได้ ถ้าไม่มีการกำหนดชนิดตัวแปรก่อนการใช้งาน Visual Basic จะกำหนดชนิดตัวแปรให้เป็น Variant เองอัตโนมัติ โดยจะต้องทำการประกาศตัวแปรเสียก่อน ตามรูปแบบ ดังนี้

Dim VarName As DataType

โดยที่ Dim คือ ตัวที่แจ้งให้ Visual Basic ทราบว่าคำสั่งถัดมาเป็นคำสั่งการกำหนดชนิดของตัวแปร

VarName คือ ชื่อของตัวแปรที่ต้องการประกาศใช้งาน

As คือ ตัวบอกให้ Visual Basic ทราบชนิดของตัวแปร

Datatype คือ ชนิดของตัวแปรที่ทำการประกาศขึ้น

ในการประกาศตัวแปร มีกฎในการประกาศตัวแปรเพื่อให้โปรแกรมสามารถทำงานได้ถูกต้อง โดยในการประกาศตัวแปรนั้น อักษรตัวแรกต้องขึ้นต้นด้วยตัวอักษรที่ไม่ใช่อักขระพิเศษ ควรจะเป็น A-Z หรือ a-z แล้วอักษรตัวต่อมาเป็นอะไรก็ได้ ยกเว้นอักขระพิเศษและช่องว่างห้ามมีช่องว่างระหว่างชื่อ หรือตัวแปร ถ้าหากจำเป็นต้องมีช่องว่างให้ใช้เครื่องหมายขีดล่าง (Under Score) แทนช่องว่าง ชื่อหรือตัวแปรห้ามยาวเกิน 255 ตัวอักษร ห้ามตรงกับ Reserved Word เช่น Dim, As, New, ReDim, If, Then, Else, Loop, While และ End เป็นต้น

บทที่ 3
วิธีการดำเนินโครงงาน

โครงงานนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาอุปกรณ์ต้นแบบสำหรับวัดสัญญาณและแสดงผลสัญญาณบนจอมอนิเตอร์ของคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินโครงงาน 3 ส่วนหลัก คือ ศึกษาข้อมูลและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์วัดสัญญาณ และวิธีทดสอบ

3.1 ศึกษาข้อมูลและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ศึกษาข้อมูลที่นำมาใช้ในการสร้างอุปกรณ์วัดสัญญาณเพื่อให้เข้าใจหลักการทำงานของระบบจุดระเบิดด้วยหลักการเหนี่ยวนำกระแส การทำงานของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ และการใช้โปรแกรม Visual Basic 6.0 ดังได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 2

3.2 ออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์วัดสัญญาณ

หลังจากการศึกษาข้อมูลและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ผู้ดำเนินโครงงานได้ออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ต้นแบบสำหรับการวัดสัญญาณระบบจุดระเบิดของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนออกเป็น 2 ส่วน คือ ฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์

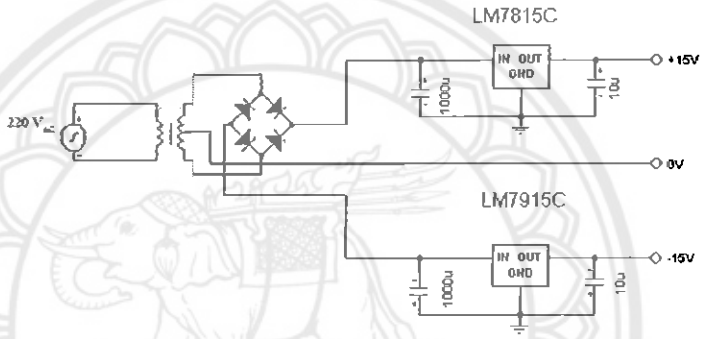
3.2.1 ออกแบบและพัฒนาฮาร์ดแวร์ของอุปกรณ์วัดสัญญาณ

ในการออกแบบและพัฒนาฮาร์ดแวร์ของอุปกรณ์วัดสัญญาณ เริ่มจากออกแบบส่วนหัววัดสัญญาณ ต่อมาออกแบบวงจรแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง วงจรลดระดับแรงดันไฟฟ้าและยกระดับสัญญาณ และวงจรขยายสัญญาณและปรับระดับแรงดันไฟฟ้า โดยมีรายละเอียดการออกแบบฮาร์ดแวร์ ดังนี้

ในการออกแบบหัววัดสัญญาณ ผู้ดำเนินโครงงานได้สร้างวงจรขดลวดเหนี่ยวนำที่นำไปคล้องสายไฟแรงสูงเพื่อวัดกระแสที่ไหลเข้าเขี้ยวหัวเทียน โดยวงจรนี้ประกอบมาจากคลิพแคลมป์มิเตอร์ดังแสดงในรูปที่ 3.1

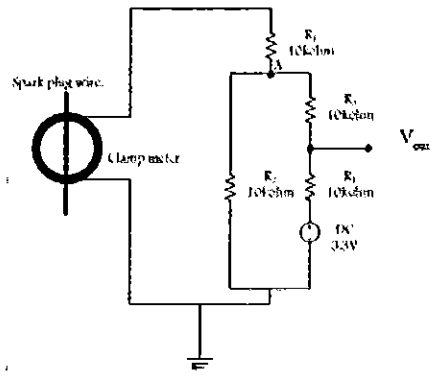
รูปที่ 3.1 อุปกรณ์หัววัดสัญญาณ

ในการออกแบบวงจรแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง ผู้ดำเนินโครงงานได้สร้างวงจรแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงขนาด -15, 0 และ +15 โวลต์ โดยวงจรประกอบด้วย 10 ชุด อุปกรณ์ทางไฟฟ้า คือ หม้อแปลงแรงดันไฟฟ้าขนาด 220 โวลต์/ ±15 โวลต์ จำนวน 1 ลูก ไดโอดบริดจ์ จำนวน 1 ตัว ตัวเก็บประจุขนาด 1,000 ไมโครฟารัด และขนาด 10 ไมโครฟารัด อย่างละ 2 ตัว ไอซี LM7815 สำหรับรับแรงดันไฟฟ้าบวก จำนวน 1 ตัว ไอซี LM7915 สำหรับรับแรงดันไฟฟ้าลบ จำนวน 1 ตัว ปลั๊กตัวผู้ จำนวน 1 ตัว สายไฟสายอ่อน จำนวน 1 เส้น สายไฟเส้นเล็ก จำนวน 5 เส้น คอนเนคเตอร์ 3 ช่อง จำนวน 1 ตัว และบอร์ดทองแดงอเนกประสงค์ จำนวน 1 บอร์ด เมื่อนำอุปกรณ์ทางไฟฟ้าเหล่านี้มาต่อเข้าด้วยกันตามวงจรแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.2 จะได้รับแหล่งกำเนิดแรงดันไฟฟ้าตรงที่มีขนาด +15, 0 และ -15 โวลต์



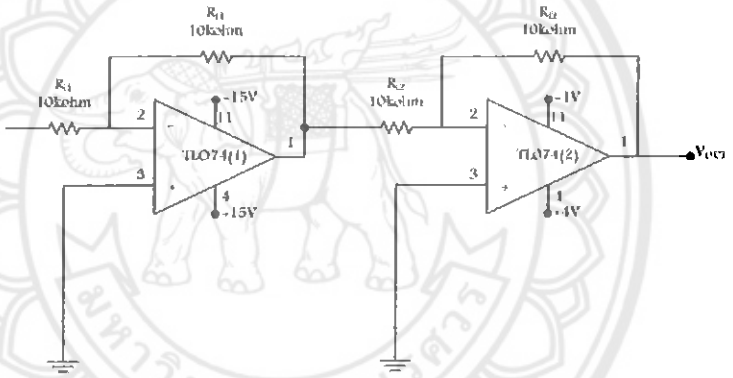
รูปที่ 3.2 วงจรแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง

ในการออกแบบวงจรลดแรงดันไฟฟ้าและวงจรยกระดับของสัญญาณ ได้ออกแบบและสร้างวงจรดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.3 เพื่อลดระดับแรงดันไฟกระแสสลับที่ได้จากหัววัดและยกระดับสัญญาณให้เป็นไฟตรงด้วยการอนุกรมแหล่งกำเนิดแรงดันไฟตรง 3.3 โวลต์

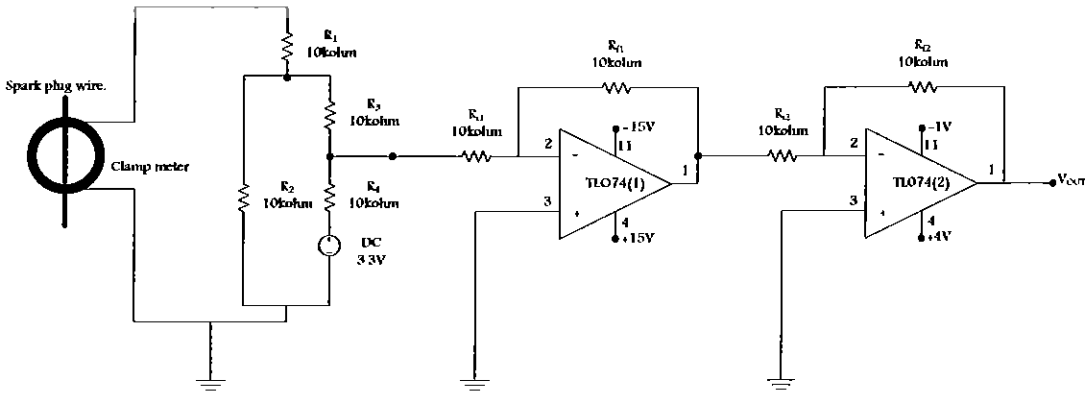


รูปที่ 3.3 วงจรลดระดับแรงดันไฟฟ้าและยกระดับสัญญาณ

ในการออกแบบวงจรขยายสัญญาณและปรับระดับแรงดันไฟฟ้า ออกแบบและพัฒนาวงจรออปแอมป์ขยายและปรับระดับสัญญาณแรงดันไฟฟ้าที่ประกอบไปด้วยอุปกรณ์ทางไฟฟ้า 6 ชุด คือ ตัวต้านทานขนาด 10 กิโลโอห์ม จำนวน 4 ตัว ไอซีเบอร์ TL074 จำนวน 2 ตัว แหล่งกำเนิดแรงดันขนาด +15 และ -15 โวลต์ จำนวน 1 ชุด แหล่งกำเนิดแรงดันขนาด +4 และ -1 โวลต์ จำนวน 1 ชุด สายไฟเส้นเล็กจำนวน 4 เส้น คอนเนคเตอร์แบบ 2 ช่อง จำนวน 1 ตัว และบอร์ดทองแดงอเนกประสงค์ จำนวน 1 บอร์ด เมื่อนำอุปกรณ์ทางไฟฟ้าเหล่านี้มาต่อตามวงจรขยายสัญญาณและปรับระดับแรงดันไฟฟ้าดังแสดงในรูปที่ 3.4 ทำให้ได้รับบอร์ดวงจรขยายสัญญาณและปรับระดับแรงดันไฟฟ้าอยู่ในช่วงตั้งแต่ 0 โวลต์ ถึง 5 โวลต์ เมื่อนำวงจรลดระดับแรงดันไฟฟ้าและยกระดับของสัญญาณจากหัววัดมาต่อคาดเคสเข้าด้วยกันกับวงจรขยายสัญญาณและปรับระดับแรงดันไฟฟ้าตามรูปที่ 3.5 จะสามารถแปลงสัญญาณระดับแรงดันสูงจากหัววัดให้อยู่ในระดับแรงดัน 5 โวลต์ เพื่อนำเข้าอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อประมวลผลสัญญาณต่อไป

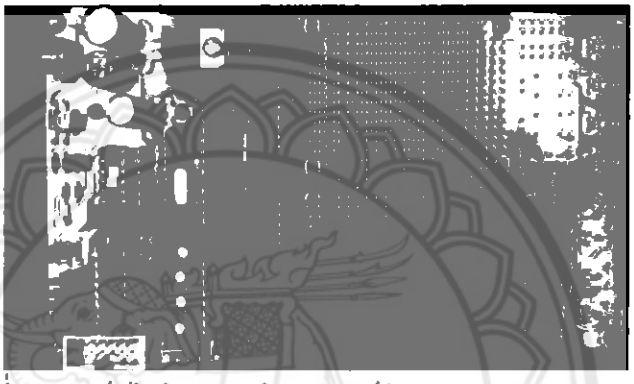


รูปที่ 3.4 วงจรขยายสัญญาณและปรับระดับแรงดันไฟฟ้า



รูปที่ 3.5 การต่อคาดเคสระหว่างวงจรลดระดับแรงดันไฟฟ้าและยกระดับของสัญญาณกับวงจรขยายสัญญาณและปรับระดับแรงดันไฟฟ้า

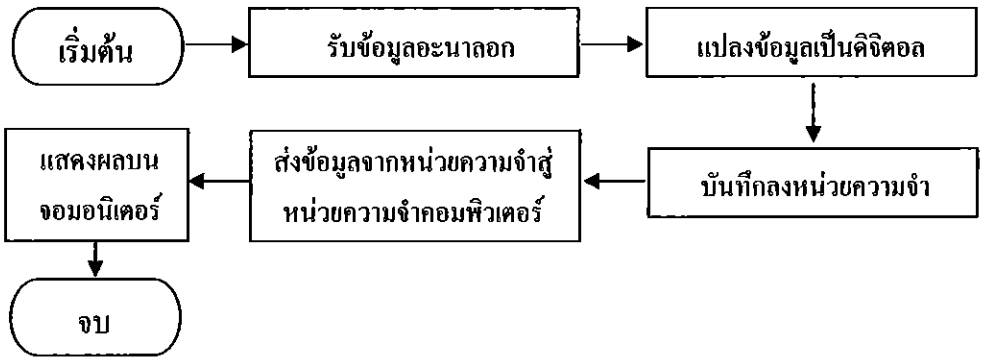
ในการออกแบบระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ ผู้ดำเนินโครงงานได้เลือกใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์รุ่น ET-dsPIC30F2010-V1 ดังแสดงในรูปที่ 3.6 ซึ่งทำหน้าที่แปลงสัญญาณอะนาลอก 5 โวลต์ที่ได้รับจากหัววัดผ่านวงจรลดแรงดันและปรับสัญญาณให้เป็นสัญญาณดิจิทัล คุณลักษณะสมบัติพื้นฐานมีดังนี้ สามารถสุ่มแปลงสัญญาณที่ความเร็วสูงสุด 500,000 ข้อมูลต่อวินาที และสามารถประมวลผลคำสั่งได้มากถึง 30 ล้านคำสั่งต่อวินาที นอกจากนี้ยังสามารถส่งข้อมูลผ่านทางการสื่อสารแบบอนุกรมที่ความเร็วตั้งแต่ 38 บิตต่อวินาทีถึง 1.875 เมกะบิตต่อวินาทีโดยคุณลักษณะของไมโครคอนโทรลเลอร์รุ่นนี้ได้กล่าวอย่างละเอียดไว้แล้วในบทที่ 2



รูปที่ 3.6 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์รุ่น ET-dsPIC30F2010-V1

3.2.2 การออกแบบและพัฒนาซอฟแวร์ของอุปกรณ์วัดสัญญาณ

ในการออกแบบและพัฒนาซอฟแวร์ของอุปกรณ์วัดสัญญาณ สามารถเขียนแผนภาพลำดับขั้นตอนการทำงานของอุปกรณ์วัดสัญญาณได้ดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.7 เริ่มจากการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมภาษาซีในการรับข้อมูลสัญญาณอะนาลอก 5 โวลต์ ที่รับจากหัววัดสัญญาณต่อมาเขียนโปรแกรมภาษาซีสนับสนุนการแปลงสัญญาณอะนาลอกเป็นสัญญาณดิจิทัลและบันทึกลงหน่วยความจำในไมโครคอนโทรลเลอร์ จากนั้นเขียนโปรแกรมภาษาซีส่งข้อมูลเหล่านี้ไปยังจากหน่วยความจำของคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลเพื่อแสดงผลบนจอมอนิเตอร์ด้วยโปรแกรม Visual Basic



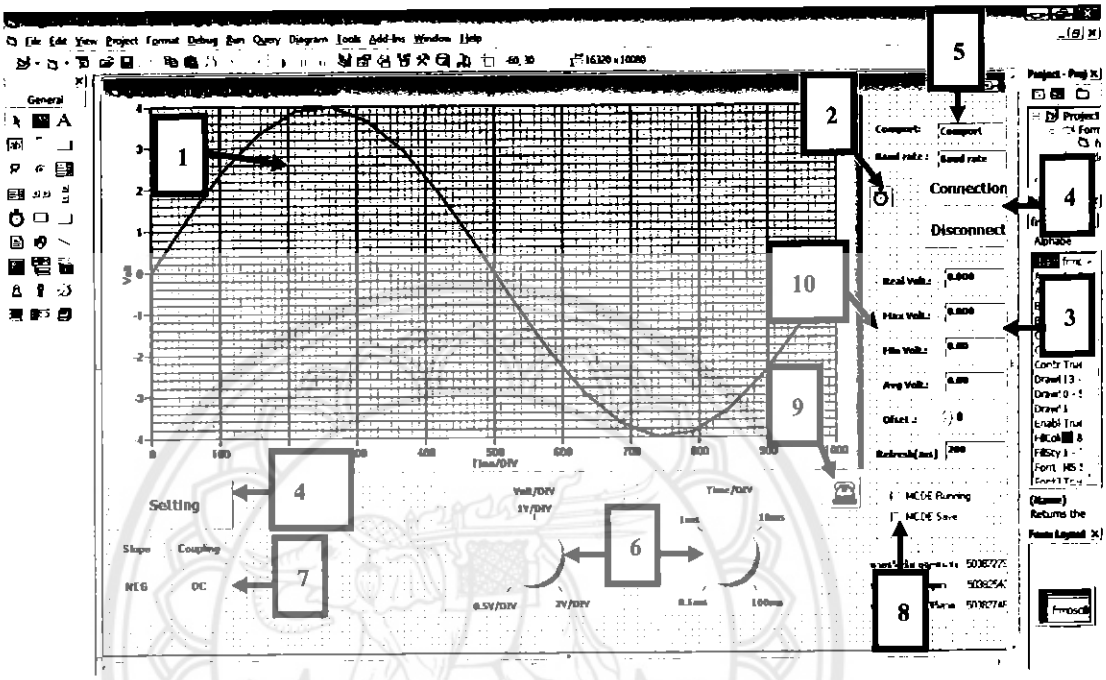
รูปที่ 3.7 แผนภาพการทำงานของอุปกรณ์วัดที่พัฒนาขึ้น

นอกจากนี้ ได้ออกแบบและพัฒนาโปรแกรม Visual Basic 6.0 ที่ใช้สำหรับการแสดงผลสัญญาณที่ได้รับจากข้อมูลสัญญาณที่จัดเก็บไว้ในหน่วยความจำของไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยมีลำดับขั้นตอนตามแผนภาพในรูปที่ 3.8

รูปที่ 3.8 แผนภาพลำดับขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมที่ใช้ในการแสดงผลสัญญาณ

ในการออกแบบและพัฒนาโปรแกรม Visual Basic 6.0 ตามแผนภาพลำดับขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมที่ใช้ในการแสดงผลสัญญาณดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.8 เริ่มต้นด้วยการพัฒนาโปรแกรมการตรวจสอบการเชื่อมต่อระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับคอมพิวเตอร์ผ่านทางเข้าออกแบบอนุกรม ต่อมาพัฒนาโปรแกรม ที่ใช้สำหรับการรับข้อมูลจากหน่วยความจำของไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยอัตรา 9600 บิทต่อวินาที (โดยมีอัตราการสุ่มข้อมูลของตัวแปลงสัญญาณอะนาลอกเป็นสัญญาณดิจิทัลค่าตั้งแต่ 0 ถึง 500,000 ข้อมูลต่อวินาที) จากนั้นพัฒนาโปรแกรม Visual Basic 6.0 ที่ใช้สำหรับการนำข้อมูลสัญญาณที่ได้รับมาปรับสเกลทั้งสองแนวแกนพร้อมแสดงผลอยู่ในรูปเส้นโค้งบนจอมอนิเตอร์ โดยผู้ดำเนินโครงงานได้ออกแบบรูปร่างหน้าต่าง

ของจอมอนิเตอร์แสดงผลสัญญาณที่วัดได้อุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นร่วมกับไอคอนของชุดคำสั่งและแสดงผลที่สำคัญจำนวน 10 ตำแหน่ง ดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.9 โดยรายละเอียดของโปรแกรมแต่ละชุดคำสั่งได้แสดงไว้ในภาคผนวก ข



รูปที่ 3.9 รูปร่างหน้าต่างแสดงผลสัญญาณที่พัฒนาจากโปรแกรม Visual Basic 6.0

ตำแหน่งที่ 1 กล่องแสดงกราฟ ทำหน้าที่เป็นหน้าจอหลักในการแสดงผลข้อมูลสัญญาณ

ตำแหน่งที่ 2 ตัวนับเวลา ทำหน้าที่นับจำนวนข้อมูลและนับเวลาในการแสดงผลสัญญาณ

ตำแหน่งที่ 3 กรอบข้อความ ทำหน้าที่แสดงค่าขนาดสูงสุด ค่าขนาดต่ำสุด ค่าขนาดเฉลี่ย ค่าออฟเซท และจำนวนข้อมูลของสัญญาณ

ตำแหน่งที่ 4 ปุ่มโหมดคำสั่ง ทำหน้าที่สั่งการทำงานของโปรแกรม ถ้าเลือกปุ่ม Connection โปรแกรมจะทำหน้าที่เชื่อมต่อการรับข้อมูลจากหัววัดสัญญาณ ถ้าเลือกปุ่ม Disconnect โปรแกรมจะทำหน้าที่หยุดการทำงานทั้งหมด และหากเลือกปุ่ม Setting โปรแกรมจะทำหน้าที่ปรับตั้งค่าการแสดงผลของรูปสัญญาณ

ตำแหน่งที่ 5 กล่องตัวเลือก ทำหน้าที่กำหนดช่องทางการติดต่อสื่อสารและกำหนดความเร็วของอัตราการส่งข้อมูล ระหว่างคอมพิวเตอร์กับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์

ตำแหน่งที่ 6 ปุ่มปรับเปลี่ยนค่า ทำหน้าที่ปรับหน้าจาการแสดงผล โดยปุ่มปรับเปลี่ยนค่าแกนเวลา (Time/DIV) มีการปรับค่าได้ 4 ระดับคือ 0.1ms/DIV, 1ms/DIV, 10 ms/DIV และ

100ms/DIV และปุ่มปรับเปลี่ยนค่าแกนแรงดันไฟฟ้า (Volt/DIV) มีการปรับค่าได้ 3 ระดับคือ 0.5Volt/DIV, 1Volt/DIV และ 2 Volt/DIV

ตำแหน่งที่ 7 ปุ่มเลื่อน ทำหน้าที่กำหนดรูปสัญญาณ ถ้าเลื่อนปุ่มเลื่อน Slope ไปที่ตำแหน่ง POS การแสดงผลสัญญาณจะเริ่มต้นที่บวก ถ้าเลื่อนปุ่มเลื่อน Slope ไปที่ตำแหน่ง NEG การแสดงผลสัญญาณจะเริ่มต้นที่ลบ ถ้าเลื่อนปุ่ม Coupling ไปที่ตำแหน่ง DC เป็นการกำหนดทริกเกอร์แบบกระแสตรง และเลื่อนปุ่ม Coupling ไปที่ตำแหน่ง DC เป็นการกำหนดทริกเกอร์แบบกระแสสลับ

ตำแหน่งที่ 8 ปุ่มตัวเลือก ทำหน้าที่การสั่งให้โปรแกรมทำการแสดงผลรูปกราฟ โดยการเลือก MODE Running และทำการบันทึกค่าตัวเลขของสัญญาณจากรูปกราฟ โดยการเลือก MODE Save

ตำแหน่งที่ 9 ตัวเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกผ่านทางเข้าออกอนุกรม (RS232) ทำหน้าที่รับส่งข้อมูลระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับคอมพิวเตอร์

ตำแหน่งที่ 10 ตัวแสดงตัวอักษร ทำหน้าที่แสดงตัวอักษรที่ต้องการแสดงในหน้าต่างแสดงผลสัญญาณ สามารถแสดงเป็นตัวเลขและข้อความได้

3.3 วิธีการทดสอบ

เพื่อตรวจสอบฟังก์ชันการทำงานของอุปกรณ์วัดสัญญาณที่พัฒนาขึ้นทั้งด้านฮาร์ดแวร์และซอฟแวร์ จึงมีความจำเป็นต้องทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของอุปกรณ์วัดสัญญาณที่พัฒนาขึ้น หัวข้อย่อยนี้ จะกล่าวถึงการออกแบบการทดสอบอุปกรณ์ดังกล่าว 4 ส่วนหลัก คือ การทดสอบส่วนฮาร์ดแวร์ของอุปกรณ์ การทดสอบส่วนซอฟแวร์ การทดสอบการใช้งานอุปกรณ์วัดสัญญาณซายน์ และการทดสอบการใช้งานอุปกรณ์วัดสัญญาณระบบจุดระเบิดของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน

3.3.1 การทดสอบส่วนฮาร์ดแวร์ของอุปกรณ์

เพื่อให้เกิดความเชื่อมั่นและเสถียรภาพของการทำงานของอุปกรณ์วัดสัญญาณที่พัฒนาขึ้น ผู้ดำเนินโครงงานจึงได้มีแนวทางในการทดสอบอุปกรณ์ทางไฟฟ้าทั้งหมดที่นำมาใช้สร้างอุปกรณ์วัดสัญญาณที่ประกอบไปด้วย หัววัดสัญญาณที่พัฒนามาจากคลิพแคลมป์มิเตอร์ บอร์ดวงจรแหล่งกำเนิดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง บอร์ดวงจรลดแรงดันไฟฟ้า บอร์ดวงจรยกระดับของสัญญาณ บอร์ดวงจรขยายสัญญาณ บอร์ดวงจรปรับระดับแรงดันไฟฟ้า และบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์

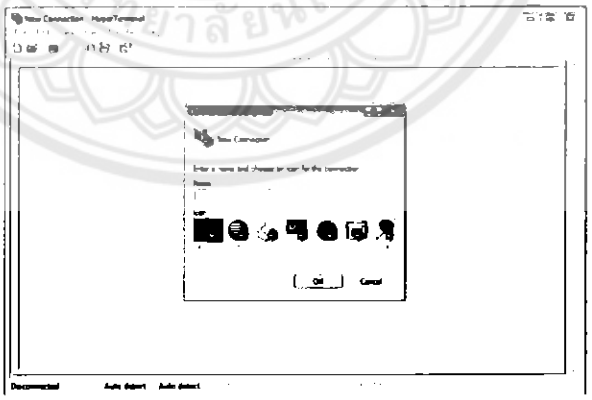
ในการทดสอบอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้น สามารถนำอุปกรณ์ทั้งหมดตามที่กล่าวมาข้างต้นต่อกันตามวงจรที่ได้กล่าวไว้แล้วในหัวข้อย่อย 3.2.1 และนำชุดอุปกรณ์ต้นแบบวัดสัญญาณไปทดสอบกับสัญญาณซายน์และสัญญาณระบบจุดระเบิดของรถมอเตอร์ไซค์ โดยเปรียบเทียบสัญญาณที่วัดได้จากอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นกับสัญญาณที่ได้รับจากเครื่องออสซิลโลสโคป ณ ตำแหน่งที่วัดสัญญาณ

เดียวกัน จากนั้นทำการวัดค่าขนาดสูงสุดของสัญญาณ ค่าขนาดต่ำสุดของสัญญาณ ค่าขนาดเฉลี่ยของสัญญาณ ค่าพิสัยขนาดของสัญญาณ และค่าร้อยละความคลาดเคลื่อน โดยชุดอุปกรณ์ต้นแบบวัดสัญญาณที่ใช้ในการทดสอบฮาร์ดแวร์แสดงไว้ในรูปที่ 3.10

รูปที่ 3.10 อุปกรณ์วัดสัญญาณที่ใช้ในการทดสอบอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์

3.3.2 การทดสอบส่วนซอฟแวร์

เริ่มต้นด้วยการเขียนรหัสโปรแกรมภาษาซี (ดูภาคผนวก ก) ที่ใช้สำหรับการแปลงสัญญาณอะนาลอกเป็นสัญญาณดิจิทัลเพื่อเชื่อมต่อข้อมูลระหว่างบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ET-dsPIC30F2010 V1 กับคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรมไฮเปอร์เทอร์มินอลแสดงผลดังรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.11 ตัวอย่างโปรแกรมไฮเปอร์เทอร์มินอล

เมื่อเชื่อมต่อการทำงานระหว่างบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์กับคอมพิวเตอร์ได้แล้ว จึงทำการออกแบบและเขียนโปรแกรม Visual Basic 6.0 เพื่อทำการแสดงผลสัญญาณ ซึ่งมีรหัสโปรแกรมแสดงผลสัญญาณอยู่ในภาคผนวก ข จากนั้นทำการทดสอบโปรแกรมขั้นสุดท้ายด้วยการ

ต่อบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์เข้ากับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล เพื่อแสดงผลสัญญาณผ่านทางหน้าต่างจอมอนิเตอร์ของคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล

3.3.3 การทดสอบการใช้งานอุปกรณ์วัดสัญญาณซายน์

เมื่อทำการทดสอบในส่วนของฮาร์ดแวร์และส่วนของซอฟแวร์เสร็จเรียบร้อยแล้ว จึงนำอุปกรณ์วัดสัญญาณและโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นทั้งหมด มาทำการทดสอบวัดสัญญาณซายน์ เพื่อหาประสิทธิภาพการทำงานของอุปกรณ์วัดสัญญาณ โดยมีขั้นตอนการทดสอบวัดสัญญาณซายน์ 5 ขั้นตอน ดังแสดงในรูปที่ 3.12

รูปที่ 3.12 ชุดวัสดุอุปกรณ์ต้นแบบที่ใช้ในการวัดสัญญาณ

ขั้นตอนที่ 1 ต่อแหล่งกำเนิดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับเข้ากับอุปกรณ์วัดสัญญาณและปรับค่าแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายออกมาให้เหมาะสม เพื่อทำการทดสอบวัดสัญญาณซายน์ของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีรหัสโปรแกรมในการแปลงสัญญาณอะนาลอกให้เป็นสัญญาณดิจิตอลเรียบร้อยแล้ว

ขั้นตอนที่ 2 ต่อขาสัญญาณขั้วบวกที่ผ่านวงจรลดแรงดันไฟฟ้า วงจรยกระดับสัญญาณ และวงจรปรับระดับแรงดันไฟฟ้าที่ขา RB0 และขากราวด์เข้ากับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ และนำสายโพรบวัดสัญญาณของออสซิลโลสโคปต่อขั้วบวกที่ RB0 และต่อกราวด์ที่ขากราวด์ของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อทำการเปรียบเทียบรูปสัญญาณระหว่างอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้น กับออสซิลโลสโคป

ขั้นตอนที่ 3 ทำการเชื่อมต่อระหว่างบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ เข้ากับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล โดยนำส่วนหัวของสายพอร์ทอนุกรม (RS232) ต่อเข้ากับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์

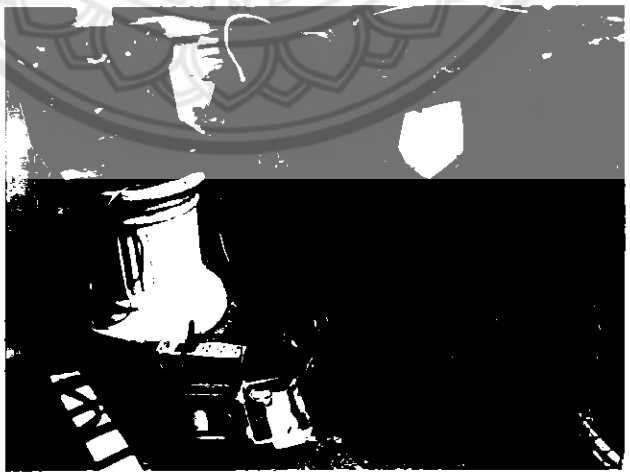
และนำส่วนปลายต่อเข้ากับอุปกรณ์แปลงจากพอร์ทอนุกรมให้เป็นพอร์ทยูเอสบี เพื่อนำไปต่อเข้ากับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล

ขั้นตอนที่ 4 ทำการเปิดแหล่งกำเนิดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ โดยเริ่มปรับความถี่ และค่าแอมพลิจูดไปที่ตำแหน่งต่ำที่สุดของแหล่งกำเนิดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ แล้วจึงค่อยๆ ทำการปรับค่าแอมพลิจูดขึ้นที่ละ 0.5 โวลต์ จนกว่าแรงดันไฟฟ้าต่ำสุดของสัญญาณมีค่าเข้าใกล้ 0 โวลต์ เมื่อได้ตำแหน่งค่าแอมพลิจูดที่เหมาะสมแล้ว จึงทำการปรับความถี่ของแหล่งกำเนิดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับขึ้นตามความถี่ที่ทำการทดลองโดยเริ่มปรับไปที่ความถี่ 2 เฮิรตซ์, 3 เฮิรตซ์, 4 เฮิรตซ์, 20 เฮิรตซ์, 30 เฮิรตซ์, 40 เฮิรตซ์, 200 เฮิรตซ์, 300 เฮิรตซ์, 400 เฮิรตซ์, 1,250 เฮิรตซ์, 1,500 เฮิรตซ์ และ 2,000 เฮิรตซ์ ตามลำดับ

ขั้นตอนที่ 5 นำผลสัญญาณที่ได้จากอุปกรณ์วัดสัญญาณมาแสดงผลผ่านทางจอมอร์นิเตอร์ของคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล โดยมีการเปรียบเทียบรูปสัญญาณที่ได้จากอุปกรณ์วัดสัญญาณ กับออสซิลโลสโคป เพื่อทำการทดสอบวัดสัญญาณซายน์ของอุปกรณ์ต้นแบบที่พัฒนาขึ้น

3.3.4 การทดสอบการใช้งานอุปกรณ์วัดสัญญาณระบบจุดระเบิดของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน

หลังจากทำการทดสอบวัดสัญญาณซายน์แล้ว จึงได้นำอุปกรณ์ต้นแบบวัดสัญญาณมาวัดแรงดันไฟสูงที่จุดประกายไฟ ณ เขี้ยวหัวเทียนของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน โดยมีขั้นตอนการต่ออุปกรณ์วัดสัญญาณเข้ากับเครื่องยนต์แก๊สโซลีนรถมอเตอร์ไซค์ 5 ขั้นตอน ดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 การต่ออุปกรณ์เข้ากับเครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดเล็ก

ขั้นตอนที่ 1 ต่อขาสัญญาณที่ผ่านวงจรลดแรงดันไฟฟ้า วงจรยกระดับสัญญาณ วงจรปรับระดับแรงดันไฟฟ้าที่ขา RB0 และขากราวด์เข้ากับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อแปลงสัญญาณอะนาลอกที่เข้ามาให้กลายเป็นสัญญาณดิจิทัล

ขั้นตอนที่ 2 นำส่วนหัวของแคลมป์มิเตอร์มาคล้องที่บริเวณสายขั้วหัวเทียนของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาดเล็ก แล้วทำการต่อสายสัญญาณทั้ง 2 เส้น เข้ากับอุปกรณ์ต้นแบบดังรูปที่ 3.14 ที่ตำแหน่งวงกลมสีเหลือง เพื่อใช้ส่งสัญญาณที่ได้จากการเหนี่ยวนำแรงดันไฟฟ้าจากหัวแคลมป์มิเตอร์

ขั้นตอนที่ 3 ต่อสายส่งข้อมูลจากไมโครคอนโทรลเลอร์เข้ากับคอมพิวเตอร์ โดยใช้สายแปลงข้อมูลจากการส่งข้อมูลแบบอนุกรม (RS233) ให้เป็นการส่งข้อมูลแบบยูเอสบี แล้วจึงนำไปต่อเข้ากับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล

ขั้นตอนที่ 4 เปิดโปรแกรมแสดงผลสัญญาณที่พัฒนาขึ้น แล้วปรับตั้งช่องทางการสื่อสารโดยเลือกช่องทางการสื่อสารที่สายแปลงข้อมูลจากอนุกรมเป็นยูเอสบีเชื่อต่ออยู่แลพปรับค่าความเร็วในการรับส่งข้อมูลไปที่ 9,600 บิตต่อวินาที เพื่อพร้อมรับข้อมูลที่ได้จากการวัดสัญญาณระบบจุดระเบิด

ขั้นตอนที่ 5 จุดระเบิดเครื่องยนต์ แล้วปล่อยให้เครื่องยนต์เดินเครื่องตามปรกติ โดยไม่ต้องเร่งเครื่องยนต์ แล้วสังเกตผล พร้อมทั้งบันทึกผลรูปสัญญาณที่ได้จากการวัดระบบจุดระเบิดของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน

รูปที่ 3.14 การต่อสายสัญญาณจากหัวแคลมป์มิเตอร์เข้ากับอุปกรณ์

<u>ข้อควรระวังในการวัดสัญญาณกับเครื่องยนต์แก๊สโซลีน</u>

1. ไม่ควรให้สายสัญญาณหรือสายไฟอื่นๆ อยู่ใกล้กับชิ้นส่วนของเครื่องยนต์ที่เคลื่อนที่และชิ้นส่วนที่มีความร้อนสูง เพราะจะทำให้เกิดความเสียหาย
2. ไม่ควรวางหัววัดพาดกับสายอื่น เพราะอาจจะทำให้เกิดสัญญาณรบกวน

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลอง

บทนี้ จะกล่าวถึงผลการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลองที่ได้รับจากการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของอุปกรณ์วัดสัญญาณวัดสัญญาณที่พัฒนาขึ้นตามที่กล่าวมาแล้วในบทที่ 3 ซึ่งแบ่งผลการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลองออกเป็น 4 กรณี คือ ผลการทดลองส่วนฮาร์ดแวร์ของอุปกรณ์ ผลการทดลองส่วนซอฟแวร์ ผลการทดลองการใช้งานอุปกรณ์วัดสัญญาณซายน์ และผลการทดลองการใช้งานอุปกรณ์วัดสัญญาณระบบจุดระเบิดของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน

4.1 ผลการทดลองส่วนฮาร์ดแวร์ของอุปกรณ์

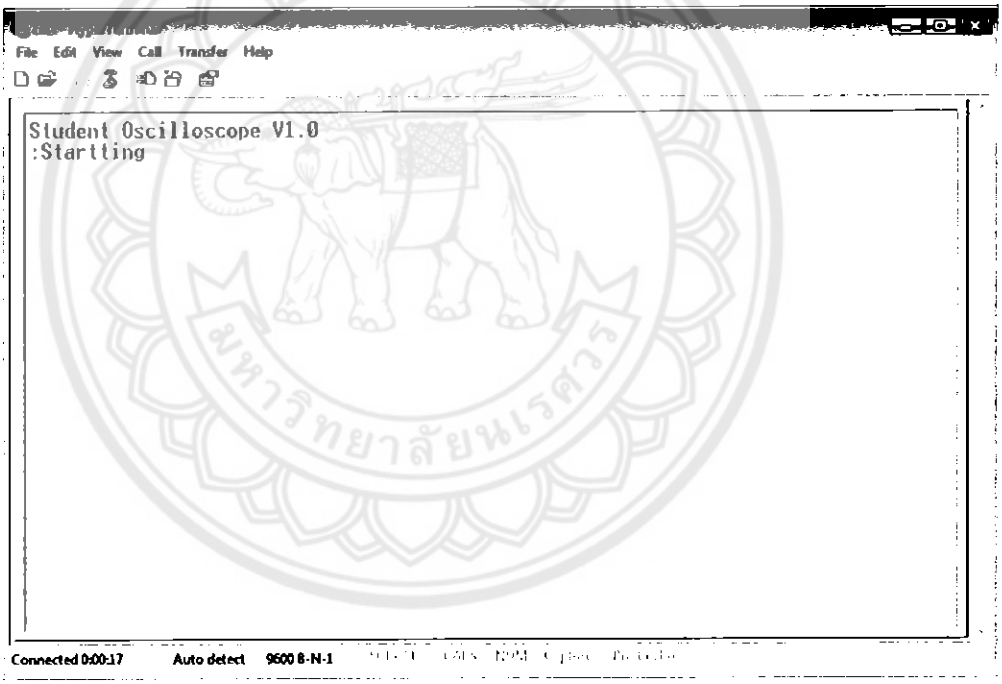
จากการทดลองส่วนของฮาร์ดแวร์ของอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้น โดยนำหัววัดสัญญาณที่พัฒนามาจากคลิพแคลมป์มิเตอร์ต่อเข้ากับบอร์ดวงจรลดระดับแรงดันไฟฟ้าและยกระดับสัญญาณ บอร์ดวงจรขยายสัญญาณและปรับระดับแรงดันไฟฟ้า บอร์ดวงจรแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงและบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ดังแสดงในรูปที่ 4.1 มาทดลองโดยการนำไปทดสอบกับเครื่องจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับแล้วพบว่า สามารถลดระดับแรงดันไฟฟ้า ยกระดับสัญญาณ และปรับระดับแรงดันไฟฟ้าให้อยู่ในช่วง 0 โวลต์ถึง 5 โวลต์ โดยที่ค่าแรงดันที่ต่ำกว่า 0 โวลต์และสูงกว่า 5 โวลต์จะถูกตัดออกไปโดยไอซีเบอร์ TL074 ที่มีการจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงขั้วบวกขนาด 4 โวลต์และขั้วลบขนาด -1 โวลต์

รูปที่ 4.1 นำอุปกรณ์ทั้งหมดมาต่อเข้าด้วยกันเป็นอุปกรณ์วัดสัญญาณ

4.2 ผลการทดลองส่วนซอฟแวร์

4.2.1 โปรแกรมที่ใช้ในบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์รุ่น ET-dsPIC30F2010-V1

เมื่อทำการเขียนโปรแกรมภาษาซีซึ่งแสดงไว้ในภาคผนวก ก ลงบันทึกลงไปยังบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ dsPIC30F2010 พบว่า บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์นั้นสามารถแปลงข้อมูลจากข้อมูลอนาลอกเป็นข้อมูลดิจิตอลและมีการบันทึกข้อมูลลงในหน่วยความจำ ถ้าไม่มีการเรียกข้อมูลในหน่วยความจำไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการลบข้อมูลในหน่วยความจำนั้นทิ้งเพื่อรอรับข้อมูลใหม่ แต่ถ้ามีการเรียกข้อมูลในหน่วยความจำ จะทำให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ส่งข้อมูลชุดนั้นออกไปยังช่องทางการติดต่อสื่อสารแบบอนุกรม และผ่านตัวแปลงจากการสื่อสารแบบอนุกรมให้เป็นการสื่อสารแบบยูเอสบี เพื่อนำไปแสดงผลการทดสอบการส่งข้อมูลจากไมโครคอนโทรลเลอร์ที่โปรแกรมไฮเปอร์เทอร์มินอล ดังแสดงในรูปที่ 4.2

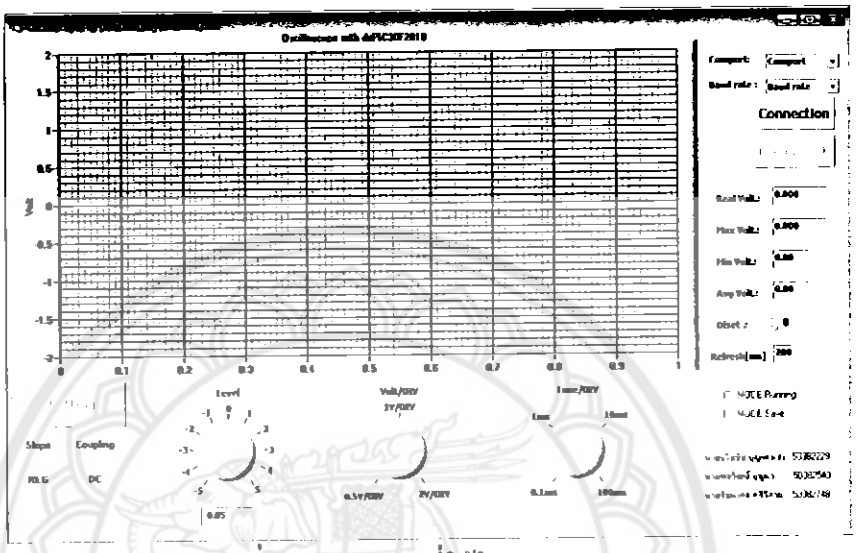


รูปที่ 4.2 ผลการทดสอบการส่งข้อมูลของไมโครคอนโทรลเลอร์

พิจารณารูปที่ 4.2 ผลการทดสอบการส่งข้อมูลของไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยใช้โปรแกรมไฮเปอร์เทอร์มินอลในการแสดงผลทดสอบการส่งข้อมูล พบว่าไมโครคอนโทรลเลอร์ส่งข้อความ Student Oscilloscope V1.0: Starting มายังโปรแกรมไฮเปอร์เทอร์มินอล ซึ่งแสดงให้เห็นว่าโปรแกรมภาษาซีที่บันทึกลงในไมโครคอนโทรลเลอร์ สามารถติดต่อสื่อสารมายังยังคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลได้

4.2.2 โปรแกรมที่ใช้ในการแสดงผลสัญญาณ

เมื่อทำการวางเครื่องมือที่ใช้สำหรับสร้างหน้าต่างแสดงผลสัญญาณตามหัวข้อย่อยที่ 3.2.2 รูปที่ 3.9 และเขียนโปรแกรมตามภาคผนวก ข เรียบร้อยแล้วจะได้รูปร่างของโปรแกรมที่ใช้ในการแสดงผล ดังแสดงในรูปที่ 4.3



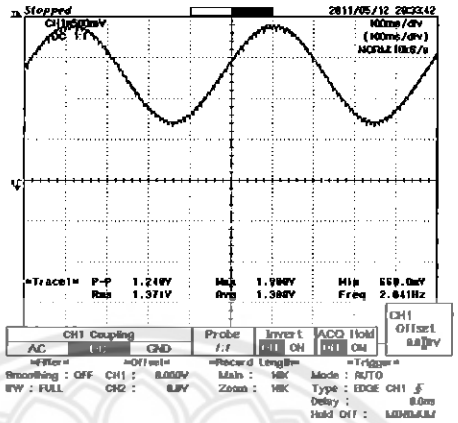
รูปที่ 4.3 โปรแกรมที่ใช้ในการแสดงผล

เมื่อทดลองใช้งานโปรแกรมแสดงผลสัญญาณแล้ว พบว่าโปรแกรมแสดงผลสัญญาณนั้นสามารถเลือกช่องการติดต่อระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับคอมพิวเตอร์ได้ 5 ช่องทางคือ Comport 1 ถึง Comport 5 เลือกความเร็วในการรับส่งข้อมูลได้ มีปุ่มปรับค่าแกนเวลา (Time/DIV) ได้ทั้งหมด 4 ระดับคือ 100, 10, 1 และ0.1 ms/DIV มีปุ่มปรับแกนแรงดันไฟฟ้า (Volt/DIV) ได้ทั้งหมด 3 ระดับคือ 0.5, 1 และ 2 Volt/DIV สามารถกำหนด Coupling ได้ 2 แบบ สามารถกลับรูปสัญญาณที่แสดงผลอยู่ในขณะนั้น มีหน้าต่างแสดงค่าแรงดันไฟฟ้าจริง แรงดันไฟฟ้าสูงสุด แรงดันไฟฟ้าต่ำสุด แรงดันไฟฟ้าเฉลี่ย และสามารถปรับค่าออฟเซท เพื่อเลื่อนรูปสัญญาณให้ง่ายต่อการมองรูปสัญญาณและสามารถบันทึกค่าตัวเลขของรูปสัญญาณ

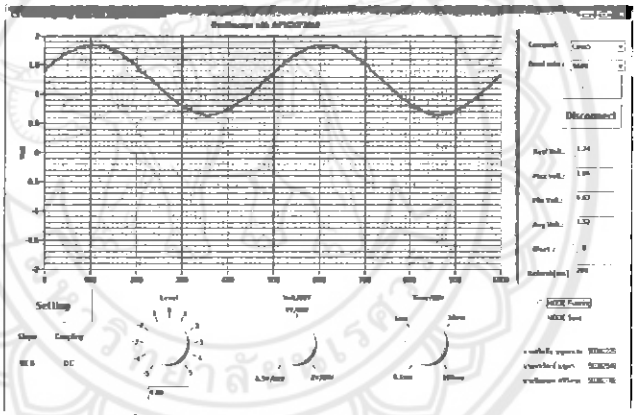
4.3 ผลการทดลองการใช้งานอุปกรณ์วัดสัญญาณซายน์

จากการทดลองใช้งานอุปกรณ์วัดสัญญาณซายน์ โดยทดลองวัดค่าแรงดันไฟฟ้าและรูปสัญญาณที่ได้รับจากเครื่องกำเนิดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับที่ตำแหน่งความถี่ต่างๆ โดยปรับความถี่ของเครื่องจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับจำนวน 12 ย่านความถี่ ที่ค่าแอมพลิจูดเดียวกัน ซึ่งรายละเอียดของผลการทดลองแสดงค่าตัวเลข และรูปสัญญาณที่นำมาเปรียบเทียบกันระหว่างออสซิลโลสโคป กับอุปกรณ์วัดสัญญาณที่พัฒนาขึ้นทั้งหมด 12 ย่านความถี่มีดังนี้

4.3.1 การเปรียบเทียบรูปสัญญาณและค่าแรงดันไฟฟ้า ระหว่างออสซิลโลสโคปกับอุปกรณ์วัดสัญญาณที่ความถี่ 2 เฮิรตซ์



รูปที่ 4.4 สัญญาณจากออสซิลโลสโคป



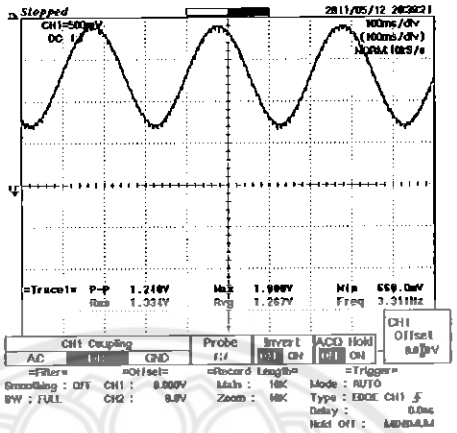
รูปที่ 4.5 สัญญาณจากอุปกรณ์วัดสัญญาณ

ตารางที่ 4.3.1 การเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้าระหว่างออสซิลโลสโคปกับอุปกรณ์วัดสัญญาณที่ความถี่ 2 เฮิรตซ์

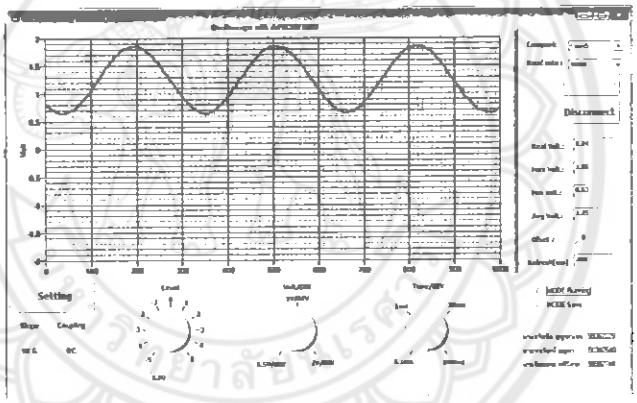
ข้อมูลที่ทำการวัด	ค่าที่วัดได้จากออสซิลโลสโคป	ค่าที่วัดได้จากอุปกรณ์วัดสัญญาณ	ค่าที่ได้จากการปรับค่าแรงดันไฟฟ้า	ร้อยละความคลาดเคลื่อน
ค่าแรงดันไฟฟ้าต่ำสุด(V)	0.660	0.630	0.660	0.000
ค่าแรงดันไฟฟ้าสูงสุด(V)	1.900	1.860	1.890	0.526
ค่าพิสัยของแรงดันไฟฟ้า(V)	1.240	1.230	1.260	-1.612
ค่าแรงดันไฟฟ้าเฉลี่ย(V)	1.308	1.320	1.350	-3.211

157453478
ว/ร.
ช394ก
2553

4.3.2 การเปรียบเทียบรูปสัญญาณและค่าแรงดันไฟฟ้า ระหว่างออสซิลโลสโคปกับอุปกรณ์วัดสัญญาณที่ความถี่ 3 เฮิรตซ์



รูปที่ 4.6 สัญญาณจากออสซิลโลสโคป

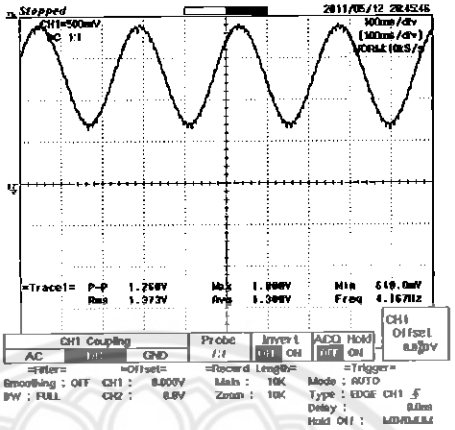


รูปที่ 4.7 สัญญาณจากอุปกรณ์วัดสัญญาณ

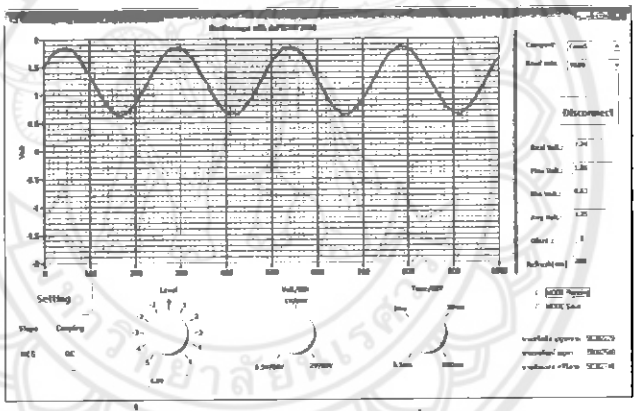
ตารางที่ 4.3.2 การเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้าระหว่างออสซิลโลสโคปกับอุปกรณ์วัดสัญญาณที่ความถี่ 3 เฮิรตซ์

ข้อมูลที่ทำการวัด	ค่าที่วัดได้จากออสซิลโลสโคป	ค่าที่วัดได้จากอุปกรณ์วัดสัญญาณ	ค่าที่ได้จากการปรับค่าแรงดันไฟฟ้า	ร้อยละความคลาดเคลื่อน
ค่าแรงดันไฟฟ้าต่ำสุด(V)	0.660	0.630	0.660	0.000
ค่าแรงดันไฟฟ้าสูงสุด(V)	1.900	1.860	1.890	0.526
ค่าพิสัยของแรงดันไฟฟ้า(V)	1.240	1.230	1.260	-1.612
ค่าแรงดันไฟฟ้าเฉลี่ย(V)	1.267	1.250	1.280	-1.026

4.3.3 การเปรียบเทียบรูปสัญญาณ และค่าแรงดันไฟฟ้า ระหว่างออสซิลโลสโคปกับอุปกรณ์วัดสัญญาณที่ความถี่ 4 เฮิรตซ์



รูปที่ 4.8 สัญญาณจากออสซิลโลสโคป

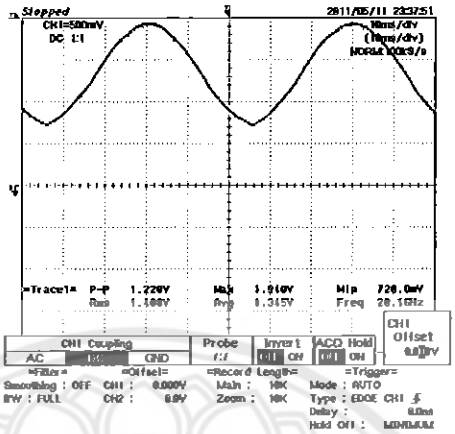


รูปที่ 4.9 สัญญาณจากอุปกรณ์วัดสัญญาณ

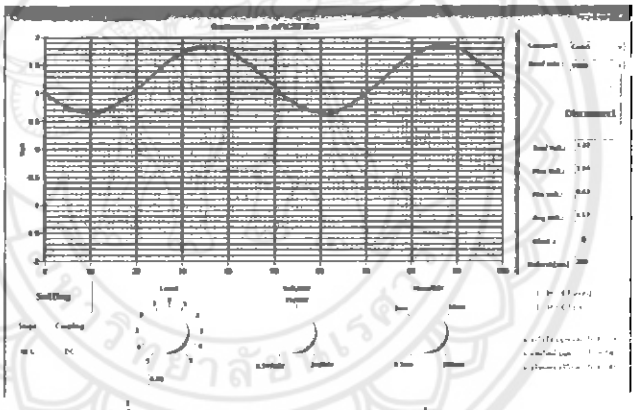
ตารางที่ 4.3.3 การเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้าระหว่างออสซิลโลสโคปกับอุปกรณ์วัดสัญญาณที่ความถี่ 4 เฮิรตซ์

ข้อมูลที่ทำการวัด	ค่าที่วัดได้จากออสซิลโลสโคป	ค่าที่วัดได้จากอุปกรณ์วัดสัญญาณ	ค่าที่ได้จากการปรับค่าแรงดันไฟฟ้า	ร้อยละความคลาดเคลื่อน
ค่าแรงดันไฟฟ้าต่ำสุด(V)	0.640	0.630	0.640	0.000
ค่าแรงดันไฟฟ้าสูงสุด(V)	1.900	1.860	1.870	1.578
ค่าพิสัยของแรงดันไฟฟ้า(V)	1.260	1.230	1.240	1.587
ค่าแรงดันไฟฟ้าเฉลี่ย(V)	1.309	1.250	1.260	3.743

4.3.4 การเปรียบเทียบรูปสัญญาณ และค่าแรงดันไฟฟ้า ระหว่างออสซิลโลสโคปกับอุปกรณ์วัดสัญญาณที่ความถี่ 20 เฮิรตซ์



รูปที่ 4.10 สัญญาณจากออสซิลโลสโคป

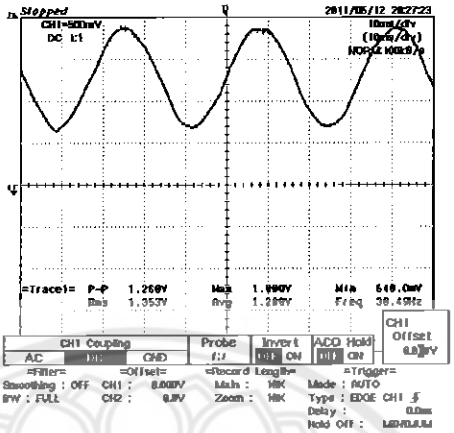


รูปที่ 4.11 สัญญาณจากอุปกรณ์วัดสัญญาณ

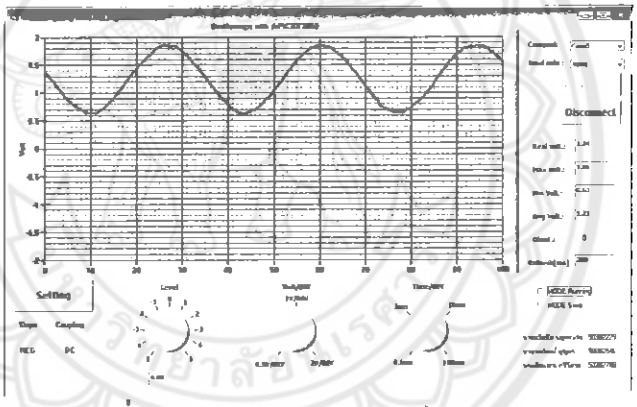
ตารางที่ 4.3.4 การเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้าระหว่างออสซิลโลสโคปกับอุปกรณ์วัดสัญญาณที่ความถี่ 20 เฮิรตซ์

ข้อมูลที่ทำการวัด	ค่าที่วัดได้จากออสซิลโลสโคป	ค่าที่วัดได้จากอุปกรณ์วัดสัญญาณ	ค่าที่ได้จากการปรับค่าแรงดันไฟฟ้า	ร้อยละความคลาดเคลื่อน
ค่าแรงดันไฟฟ้าต่ำสุด(V)	0.720	0.630	0.720	0.000
ค่าแรงดันไฟฟ้าสูงสุด(V)	1.940	1.840	1.920	1.031
ค่าพิสัยของแรงดันไฟฟ้า(V)	1.220	1.210	1.300	-6.557
ค่าแรงดันไฟฟ้าเฉลี่ย(V)	1.345	1.170	1.260	6.319

4.3.5 การเปรียบเทียบรูปสัญญาณ และค่าแรงดันไฟฟ้า ระหว่างออสซิลโลสโคปกับอุปกรณ์วัดสัญญาณที่ความถี่ 30 เฮิรตซ์



รูปที่ 4.12 สัญญาณจากออสซิลโลสโคป

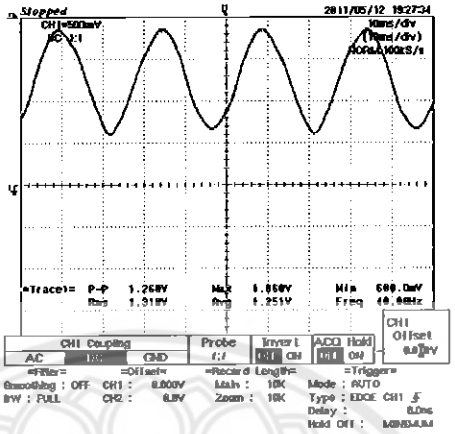


รูปที่ 4.13 สัญญาณจากอุปกรณ์วัดสัญญาณ

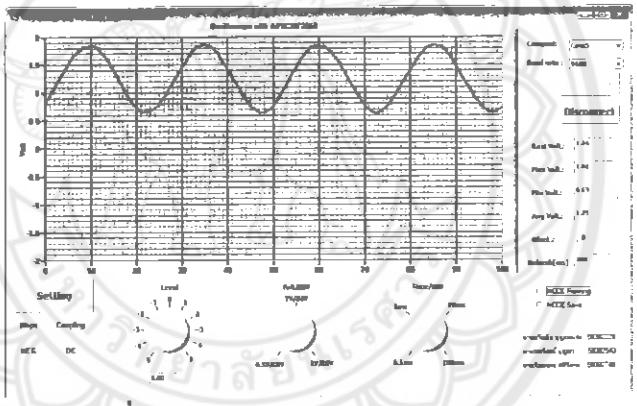
ตารางที่ 4.3.5 การเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้าระหว่างออสซิลโลสโคปกับอุปกรณ์วัดสัญญาณที่ความถี่ 30 เฮิรตซ์

ข้อมูลที่ทำการวัด	ค่าที่วัดได้จากออสซิลโลสโคป	ค่าที่วัดได้จากอุปกรณ์วัดสัญญาณ	ค่าที่ได้จากการปรับค่าแรงดันไฟฟ้า	ร้อยละความคลาดเคลื่อน
ค่าแรงดันไฟฟ้าต่ำสุด(V)	0.640	0.630	0.630	0.000
ค่าแรงดันไฟฟ้าสูงสุด(V)	1.900	1.860	1.870	1.578
ค่าพิสัยของแรงดันไฟฟ้า(V)	1.260	1.230	1.240	1.578
ค่าแรงดันไฟฟ้าเฉลี่ย(V)	1.289	1.210	1.220	5.352

4.3.6 การเปรียบเทียบรูปสัญญาณ และค่าแรงดันไฟฟ้า ระหว่างออสซิลโลสโคปกับอุปกรณ์วัดสัญญาณที่ความถี่ 40 เฮิรตซ์



รูปที่ 4.14 สัญญาณจากออสซิลโลสโคป

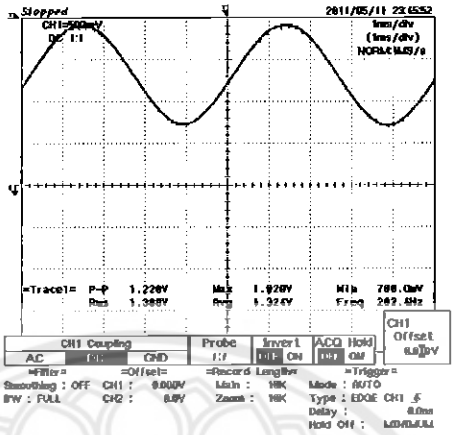


รูปที่ 4.15 สัญญาณจากอุปกรณ์วัดสัญญาณ

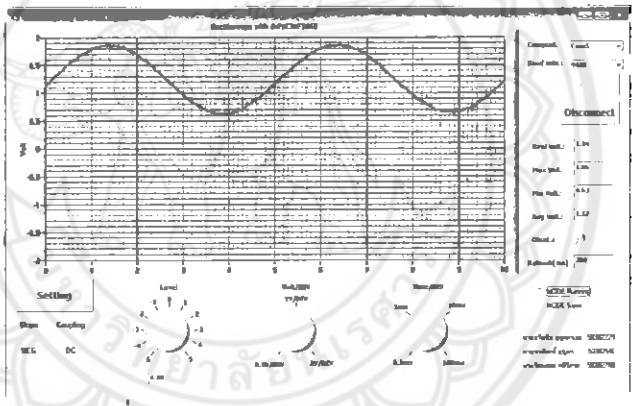
ตารางที่ 4.3.6 การเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้าระหว่างออสซิลโลสโคปกับอุปกรณ์วัดสัญญาณที่ความถี่ 40 เฮิรตซ์

ข้อมูลที่ทำการวัด	ค่าที่วัดได้จากออสซิลโลสโคป	ค่าที่วัดได้จากอุปกรณ์วัดสัญญาณ	ค่าที่ได้จากการปรับค่าแรงดันไฟฟ้า	ร้อยละความคลาดเคลื่อน
ค่าแรงดันไฟฟ้าต่ำสุด(V)	0.600	0.630	0.600	0.000
ค่าแรงดันไฟฟ้าสูงสุด(V)	1.860	1.860	1.830	1.612
ค่าพิสัยของแรงดันไฟฟ้า(V)	1.260	1.230	1.200	4.761
ค่าแรงดันไฟฟ้าเฉลี่ย(V)	1.251	1.250	1.220	2.478

4.3.7 การเปรียบเทียบรูปสัญญาณ และค่าแรงดันไฟฟ้า ระหว่างออสซิลโลสโคปกับอุปกรณ์วัดสัญญาณที่ความถี่ 200 เฮิรตซ์



รูปที่ 4.16 สัญญาณจากออสซิลโลสโคป

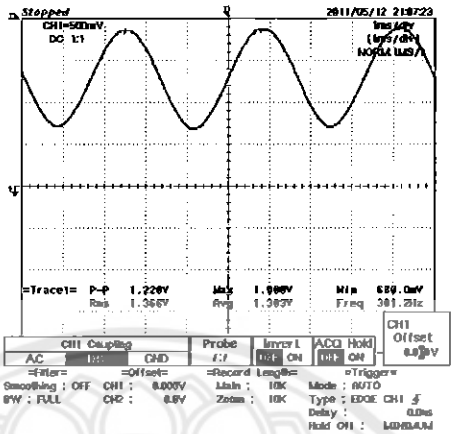


รูปที่ 4.17 สัญญาณจากอุปกรณ์วัดสัญญาณ

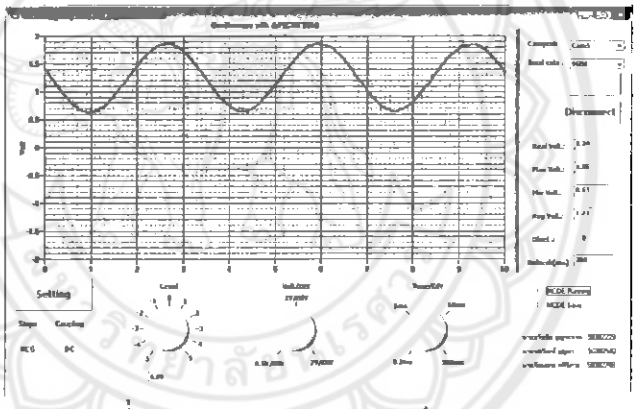
ตารางที่ 4.3.7 การเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้าระหว่างออสซิลโลสโคป กับอุปกรณ์วัดสัญญาณที่ความถี่ 200 เฮิรตซ์

ข้อมูลที่ทำการวัด	ค่าที่วัดได้จากออสซิลโลสโคป	ค่าที่วัดได้จากอุปกรณ์วัดสัญญาณ	ค่าที่ได้จากการปรับค่าแรงดันไฟฟ้า	ร้อยละความคลาดเคลื่อน
ค่าแรงดันไฟฟ้าต่ำสุด(V)	0.700	0.630	0.700	0.000
ค่าแรงดันไฟฟ้าสูงสุด(V)	1.920	1.860	1.930	-0.520
ค่าพิสัยของแรงดันไฟฟ้า(V)	1.220	1.230	1.300	-6.557
ค่าแรงดันไฟฟ้าเฉลี่ย(V)	1.324	1.320	1.390	-4.984

4.3.8 การเปรียบเทียบรูปสัญญาณ และค่าแรงดันไฟฟ้า ระหว่างออสซิลโลสโคปกับอุปกรณ์วัดสัญญาณที่ความถี่ 300 เฮิรตซ์



รูปที่ 4.18 สัญญาณจากออสซิลโลสโคป

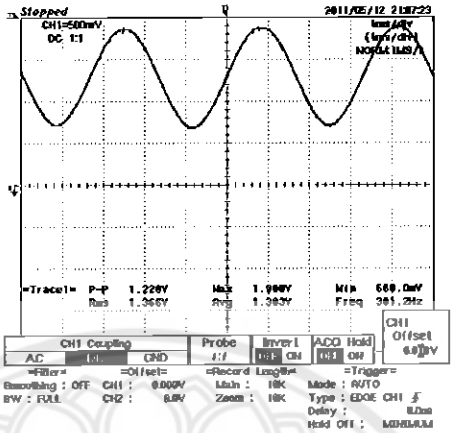


รูปที่ 4.19 สัญญาณจากอุปกรณ์วัดสัญญาณ

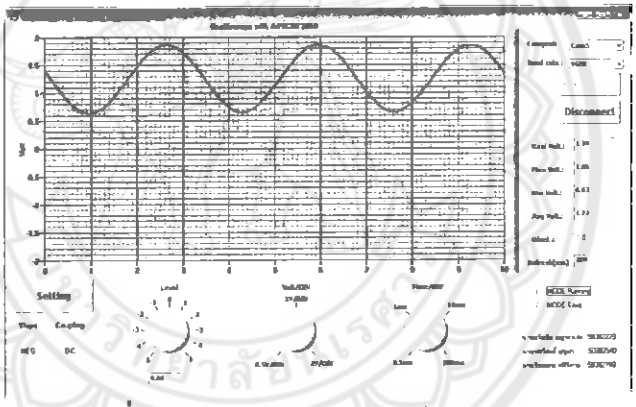
ตารางที่ 4.3.8 ผลการเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้าระหว่างออสซิลโลสโคป กับอุปกรณ์วัดสัญญาณที่ความถี่ 300 เฮิรตซ์

ข้อมูลที่ทำการวัด	ค่าที่วัดได้จากออสซิลโลสโคป	ค่าที่วัดได้จากอุปกรณ์วัดสัญญาณ	ค่าที่ได้จากการปรับค่าแรงดันไฟฟ้า	ร้อยละความคลาดเคลื่อน
ค่าแรงดันไฟฟ้าต่ำสุด(V)	0.680	0.630	0.680	0.000
ค่าแรงดันไฟฟ้าสูงสุด(V)	1.900	1.860	1.910	-0.526
ค่าพิสัยของแรงดันไฟฟ้า(V)	1.220	1.230	1.280	-4.918
ค่าแรงดันไฟฟ้าเฉลี่ย(V)	1.303	1.220	1.270	2.532

4.3.9 การเปรียบเทียบรูปสัญญาณ และค่าแรงดันไฟฟ้า ระหว่างออสซิลโลสโคปกับอุปกรณ์วัดสัญญาณที่ความถี่ 400 เฮิรตซ์



รูปที่ 4.20 สัญญาณจากออสซิลโลสโคป

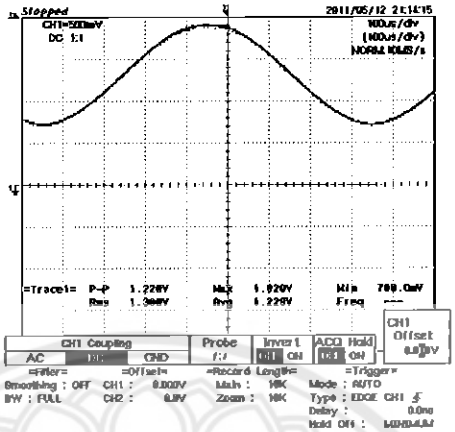


รูปที่ 4.21 สัญญาณจากอุปกรณ์วัดสัญญาณ

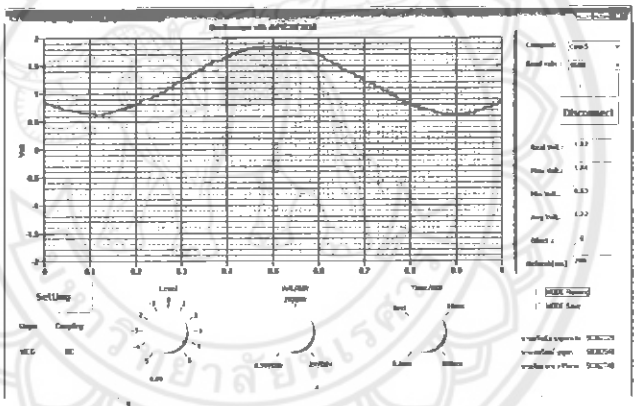
ตารางที่ 4.3.9 การเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้าระหว่างออสซิลโลสโคป กับอุปกรณ์วัดสัญญาณที่ความถี่ 400 เฮิรตซ์

ข้อมูลที่ทำการวัด	ค่าที่วัดได้จากออสซิลโลสโคป	ค่าที่วัดได้จากอุปกรณ์วัดสัญญาณ	ค่าที่ได้จากการปรับค่าแรงดันไฟฟ้า	ร้อยละความคลาดเคลื่อน
ค่าแรงดันไฟฟ้าต่ำสุด(V)	0.600	0.630	0.600	0.000
ค่าแรงดันไฟฟ้าสูงสุด(V)	1.860	1.860	1.830	1.612
ค่าพิสัยของแรงดันไฟฟ้า(V)	1.260	1.230	1.200	4.761
ค่าแรงดันไฟฟ้าเฉลี่ย(V)	1.259	1.260	1.230	2.303

4.3.10 การเปรียบเทียบรูปสัญญาณ และค่าแรงดันไฟฟ้า ระหว่างออสซิลโลสโคปกับอุปกรณ์วัดสัญญาณที่ความถี่ 1,250 เฮิรตซ์



รูปที่ 4.22 สัญญาณจากออสซิลโลสโคป

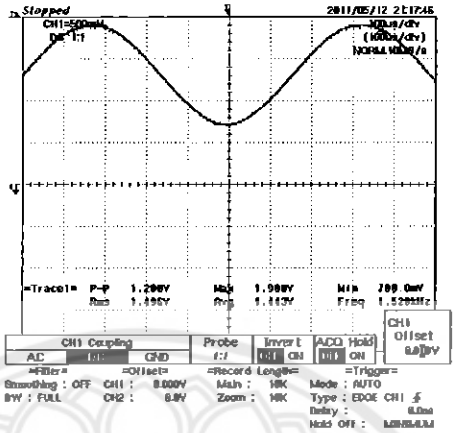


รูปที่ 4.23 สัญญาณจากอุปกรณ์วัดสัญญาณ

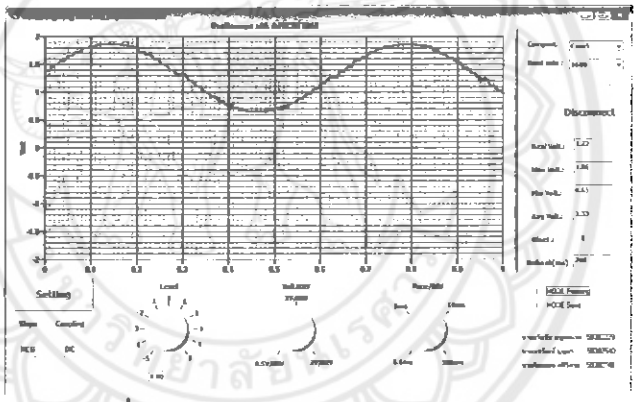
ตารางที่ 4.3.10 การเปรียบเทียบค่าแรงดันไฟฟ้าระหว่างออสซิลโลสโคป กับอุปกรณ์วัดสัญญาณที่ความถี่ 1,250 เฮิรตซ์

ข้อมูลที่ทำการวัด	ค่าที่วัดได้จากออสซิลโลสโคป	ค่าที่วัดได้จากอุปกรณ์วัดสัญญาณ	ค่าที่ได้จากการปรับค่าแรงดันไฟฟ้า	ร้อยละความคลาดเคลื่อน
ค่าแรงดันไฟฟ้าต่ำสุด(V)	0.700	0.630	0.700	0.000
ค่าแรงดันไฟฟ้าสูงสุด(V)	1.920	1.840	1.910	0.520
ค่าพิสัยของแรงดันไฟฟ้า(V)	1.220	1.210	1.280	-4.918
ค่าแรงดันไฟฟ้าเฉลี่ย(V)	1.229	1.220	1.290	-4.963

4.3.11 การเปรียบเทียบรูปสัญญาณ และค่าแรงดันไฟฟ้า ระหว่างออสซิลโลสโคปกับอุปกรณ์วัดสัญญาณที่ความถี่ 1,500 เฮิรตซ์



รูปที่ 4.24 สัญญาณจากออสซิลโลสโคป

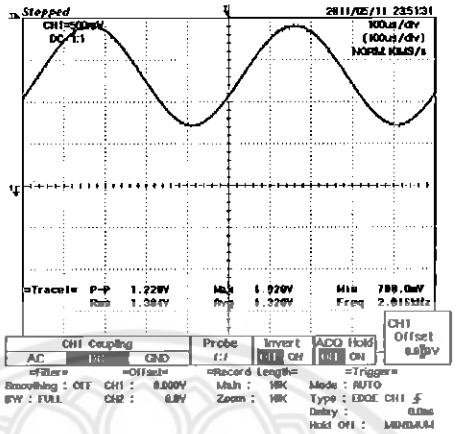


รูปที่ 4.25 สัญญาณจากอุปกรณ์วัดสัญญาณ

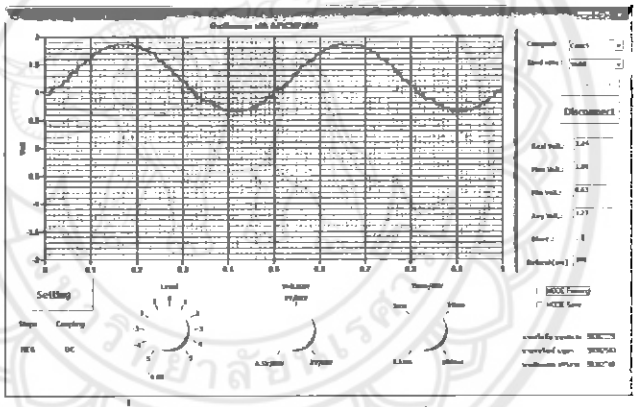
ตารางที่ 4.3.11 การเปรียบเทียบค่าแรงดันไฟฟ้าระหว่างออสซิลโลสโคป กับอุปกรณ์วัดสัญญาณที่ความถี่ 1,500 เฮิรตซ์

ข้อมูลที่ทำการวัด	ค่าที่วัดได้จากออสซิลโลสโคป	ค่าที่วัดได้จากอุปกรณ์วัดสัญญาณ	ค่าที่ได้จากการปรับค่าแรงดันไฟฟ้า	ร้อยละความคลาดเคลื่อน
ค่าแรงดันไฟฟ้าต่ำสุด(V)	0.700	0.650	0.700	0.000
ค่าแรงดันไฟฟ้าสูงสุด(V)	1.900	1.860	1.910	-0.526
ค่าพิสัยของแรงดันไฟฟ้า(V)	1.200	1.210	1.260	-5.000
ค่าแรงดันไฟฟ้าเฉลี่ย(V)	1.443	1.330	1.380	4.365

4.3.12 การเปรียบเทียบรูปสัญญาณ และค่าแรงดันไฟฟ้า ระหว่างออสซิลโลสโคปกับอุปกรณ์วัดสัญญาณที่ความถี่ 2,000 เฮิรตซ์



รูปที่ 4.26 สัญญาณจากออสซิลโลสโคป



รูปที่ 4.27 สัญญาณจากอุปกรณ์วัดสัญญาณ

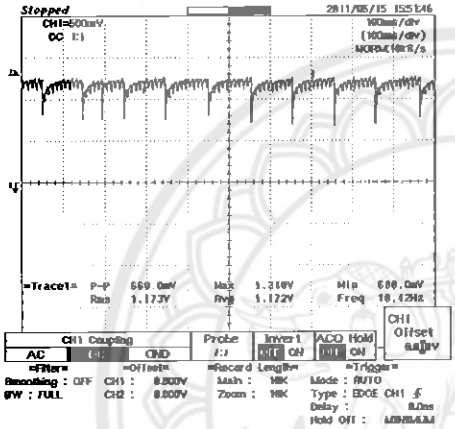
ตารางที่ 4.3.12 การเปรียบเทียบค่าแรงดันไฟฟ้าระหว่างออสซิลโลสโคป กับอุปกรณ์วัดสัญญาณที่ความถี่ 2,000 เฮิรตซ์

ข้อมูลที่ทำการวัด	ค่าที่วัดได้จากออสซิลโลสโคป	ค่าที่วัดได้จากอุปกรณ์วัดสัญญาณ	ค่าที่ได้จากการปรับค่าแรงดันไฟฟ้า	ร้อยละความคลาดเคลื่อน
ค่าแรงดันไฟฟ้าต่ำสุด(V)	0.700	0.630	0.700	0.000
ค่าแรงดันไฟฟ้าสูงสุด(V)	1.920	1.860	1.930	-0.520
ค่าพิสัยของแรงดันไฟฟ้า(V)	1.220	1.230	1.300	-6.557
ค่าแรงดันไฟฟ้าเฉลี่ย(V)	1.320	1.270	1.340	-1.515

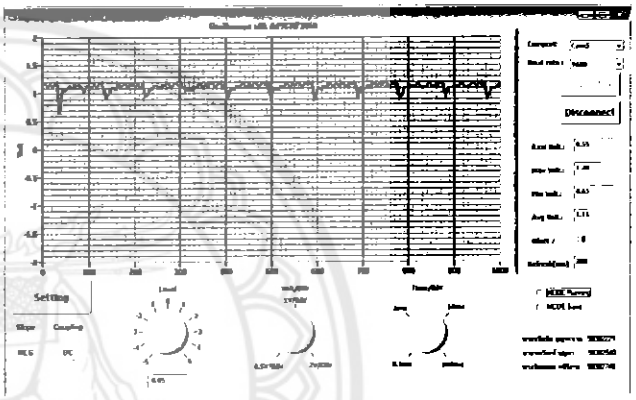
4.4 ผลการทดลองการวัดสัญญาณระบบจุดระเบิดของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน

เนื่องจากการจุดระเบิดของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนนั้นมีความถี่ที่ไม่แน่นอน และมีความถี่สูงเกินกว่าความถี่ของอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้น จึงทำให้การวัดสัญญาณโดยใช้อุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นนั้นทำได้ยาก และรูปสัญญาณที่วัดได้นั้นมีความผิดเพี้ยนสูง โดยมีรูปสัญญาณที่วัดได้ดังนี้

4.4.1 การเปรียบเทียบรูปสัญญาณ และค่าแรงดันไฟฟ้า ระหว่างออสซิลโลสโคปกับอุปกรณ์วัดสัญญาณที่วัดได้จากการจุดระเบิดของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน



รูปที่ 4.28 สัญญาณจากออสซิลโลสโคป



รูปที่ 4.29 สัญญาณจากอุปกรณ์วัดสัญญาณ

ตารางที่ 4.4.1 การเปรียบเทียบค่าแรงดันไฟฟ้าระหว่างออสซิลโลสโคป กับอุปกรณ์วัดสัญญาณที่วัดได้จากการจุดระเบิดของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน

ข้อมูลที่ทำการวัด	ค่าที่วัดได้จากออสซิลโลสโคป	ค่าที่วัดได้จากอุปกรณ์วัดสัญญาณ	ค่าที่ได้จากการปรับค่าแรงดันไฟฟ้า	ร้อยละความคลาดเคลื่อน
ค่าแรงดันไฟฟ้าต่ำสุด(V)	0.680	0.650	0.680	0.000
ค่าแรงดันไฟฟ้าสูงสุด(V)	1.340	1.200	1.230	8.209
ค่าพิสัยของแรงดันไฟฟ้า(V)	0.660	0.550	0.580	12.121
ค่าแรงดันไฟฟ้าเฉลี่ย(V)	1.172	1.110	1.140	2.730

4.5 วิเคราะห์ผลการทดลอง

จากการทดลองในส่วนฮาร์ดแวร์ของอุปกรณ์วัดสัญญาณพบว่า อุปกรณ์วัดสัญญาณที่พัฒนาขึ้นนั้นสามารถ เหนี่ยวนำแรงดันไฟฟ้าจากสายขั้วหัวเทียนของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน มายังวงจรลดระดับแรงดันไฟฟ้าจากแรงดันสูงให้กลายเป็นแรงดันต่ำ แล้วส่งไปยังวงจรยกระดับสัญญาณเพื่อยกรูปสัญญาณที่อยู่ในช่วงลบขึ้นไปอยู่ในช่วงบวกทั้งหมด จากนั้นส่งสัญญาณไปยังวงจรขยายสัญญาณและปรับระดับแรงดันไฟฟ้า เพื่อขยายสัญญาณและปรับระดับสัญญาณให้อยู่ในช่วงไม่เกิน 0 โวลต์ถึง 5 โวลต์ แล้วจึงส่งสัญญาณที่ได้จากการวัดไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อทำการสุ่มแปลงสัญญาณจากสัญญาณอะนาลอกให้เป็นสัญญาณดิจิทัล แล้วจึงส่งข้อมูลที่ผ่านการแปลงสัญญาณแล้ว ไปแสดงผลทางหน้าจอมอนิเตอร์ของคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล

จากการทดลองในส่วนซอฟแวร์ที่ใช้ในไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ dsPIC30F210 โดยใช้โปรแกรมภาษาซีในการแปลงข้อมูลอะนาลอกให้เป็นข้อมูลดิจิทัลนั้น พบว่ามีอัตราการสุ่มสัญญาณตั้งแต่ 0 ถึง 500,000 ข้อมูลต่อวินาที และส่งผลที่ได้จากการแปลงสัญญาณอะนอกให้เป็นสัญญาณดิจิตอลมาที่แสดงผลที่คอมพิวเตอร์ด้วยอัตราเร็ว 9,600 บิตต่อวินาที ในส่วนของการทดลองแสดงผลสัญญาณโดยใช้โปรแกรม Visual Basic 6.0 ในการแสดงผลสัญญาณ พบว่าโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมาจาก Visual Basic 6.0 สามารถแสดงผลรูปสัญญาณผ่านทางหน้าจาอมอนิเตอร์ของคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลได้

จากผลการทดลองวัดสัญญาณซายน์จากเครื่องกำเนิดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับนั้น พบว่าอุปกรณ์วัดสัญญาณที่พัฒนาขึ้น สามารถแสดงผลของรูปสัญญาณซายน์ที่ระดับความถี่ตั้งแต่ 0 เฮิรตซ์ ถึง 2,000 เฮิรตซ์ ได้ใกล้เคียงกับออสซิลโลสโคป มีความคาดเคลื่อนอยู่ระหว่าง 0% ถึง 7% แต่ที่ความถี่มากกว่า 2,000 เฮิรตซ์ รูปสัญญาณที่แสดงผ่านทางโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นจาก Visual Basic 6.0 นั้น เริ่มไม่ราบเรียบเหมือนรูปสัญญาณที่ความถี่ต่ำ และมีความผิดเพี้ยนของรูปสัญญาณสูง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าอุปกรณ์ต้นแบบที่พัฒนาขึ้นนั้นสามารถวัดสัญญาณได้ดีในย่านความถี่ต่ำกว่า 2,000 เฮิรตซ์ นอกจากนี้ยังพบว่าการวัดค่าแรงดันไฟฟ้าของอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นนั้นมีค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนของแรงดันไฟฟ้าไม่เกิน 7.00 เมื่อเทียบกับค่าแรงดันไฟฟ้าเฉลี่ยที่วัดได้จากออสซิลโลสโคป

จากผลการทดลองวัดระบบจุดระเบิดของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน พบว่า รูปสัญญาณที่วัดได้จากอุปกรณ์นั้น มีความผิดเพี้ยนกับออสซิลโลสโคปอยู่ 12% ซึ่งเป็นผลมาจากการจุดระเบิดของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนนั้นมีความถี่ที่ไม่แน่นอน และมีค่าความถี่สูงกว่า 2,000 เฮิรตซ์ จึงทำให้อุปกรณ์วัดสัญญาณที่พัฒนาขึ้นนั้นสามารถวัดสัญญาณที่บริเวณสายขั้วหัวเทียนของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนได้และมีความคลาดเคลื่อนของสัญญาณไม่เกิด 12% แต่อย่างไรก็ตามในการวิเคราะห์สัญญาณระบบจุดระเบิด อาจใช้รูปแบบสัญญาณในมิติของความถี่วิเคราะห์ได้เช่นกัน

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการทดลอง

โครงงานเล่มนี้ ได้พัฒนาอุปกรณ์ต้นแบบที่ใช้สำหรับวัดการจุดระเบิดของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนโดยวัดที่บริเวณสายขั้วหัวเทียนของเครื่องยนต์ และแสดงผลสัญญาณผ่านทางจอมอนิเตอร์ของคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล โดยส่วนฮาร์ดแวร์ของอุปกรณ์วัดสัญญาณนั้นสามารถวัดสัญญาณแรงดันไฟฟ้าและส่งข้อมูลการวัดสัญญาณมาที่คอมพิวเตอร์ด้วยอัตราการสุ่มข้อมูลสูงสุด 500,000 ข้อมูลต่อวินาที และส่วนของซอฟแวร์รองรับการประมวลผลและแสดงผลสัญญาณในรูปแบบหน้าต่างเชื่อมต่อผู้ใช้งาน จากการทดสอบการทำงานของอุปกรณ์วัดสัญญาณที่พัฒนาขึ้น พบว่าสามารถวัดสัญญาณซายน์ตั้งแต่ความถี่ 0 เฮิรตซ์ ถึง 2,000 เฮิรตซ์ และมีค่าความคลาดเคลื่อนของรูปสัญญาณไม่เกิน 7% นอกจากนี้ ยังสามารถวัดสัญญาณระบบจุดระเบิดที่เขี้ยวหัวเทียนด้วยค่าความคลาดเคลื่อนของรูปแบบสัญญาณไม่เกิน 12% เมื่อเปรียบเทียบกับสัญญาณที่วัดจากออสซิลโลสโคป

5.2 ปัญหาและอุปสรรคที่พบในการดำเนินงาน

5.2.1 เนื่องจากห้องปฏิบัติวิศวกรรมไฟฟ้าภายในภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ไม่มีเครื่องมือวัดไฟฟ้าแรงสูง ทำให้การสอบเทียบเครื่องมือวัดสัญญาณแรงดันสูงมีความคลาดเคลื่อน

5.2.2 เนื่องจากอุปกรณ์บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์รุ่น JX-dsPIC28 ที่ได้ศึกษาไว้ก่อนทำโครงงานไม่มีขายตามท้องตลาดและโรงงานไม่ผลิตออกจำหน่าย จึงทำให้ผู้ดำเนินโครงงานต้องใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์รุ่นอื่นทดแทน มีผลทำให้ต้องเสียเวลาเพิ่มเติมในการศึกษาการใช้งาน

5.3 ข้อเสนอแนะแนวทางสำหรับการพัฒนา

5.3.1 เนื่องจากอุปกรณ์ต้นแบบที่พัฒนาขึ้นมีขนาดค่อนข้างใหญ่ ควรพัฒนาให้อุปกรณ์ต้นแบบวัดสัญญาณนี้มีขนาดเล็กลงและพกพาได้สะดวกมากกว่าเดิม

5.3.2 เนื่องจากอุปกรณ์ต้นแบบที่ใช้ในการทดลองต้องใช้จอมอนิเตอร์ของคอมพิวเตอร์แสดงผลรูปสัญญาณ ควรพัฒนาให้สามารถบันทึกค่าข้อมูลและแสดงผลสัญญาณได้ด้วยตัวเอง

5.3.3 ควรปรับปรุงแก้ไขบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ให้มีอัตราการสุ่มข้อมูลที่สูงขึ้น ซึ่งจะมีผลทำให้สามารถวัดสัญญาณที่มีความถี่มากกว่า 2,000 เฮิรตซ์ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารอ้างอิง

[1] ธนภัสน์ อ่อนปรีดา, **การแก้ไขรถยนต์ขัดข้องเบื้องต้น**, สืบค้นเมื่อ 6 พฤษภาคม 2554, แหล่งที่มา : http://www.automobile.taladnuds.com/chapter2.php

[2] **Fiat Uno Ignition System Circuit and Schematic,** สืบค้นเมื่อ 6 พฤษภาคม 2554, แหล่งที่มา : http://www.wiringdiagrams21.com/2009/04/08/fiat-uno-ignition-system-circuit-and-schematic

[3] **ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล, ระบบไฟฟ้าจุดระเบิด การตั้งไฟ องศาการจุดระเบิด มุมดแวล,** สืบค้นเมื่อ 22 กรกฎาคม 2553, แหล่งที่มา : http://www.me.psu.ac.th/~nikol/LAB9.html

[4] วิชัย อนุรักษ์ฤานนท์, **ฟิสิกส์ 2 สำหรับวิศวกร,** สืบค้นเมื่อ 24 กันยายน 2553, แหล่งที่มา : http://www.scribd.com/doc/6763267/-6-

[5] เดชวุฒิ ขาวปริสุทธิ์, **วิเคราะห์วงจรไฟฟ้า Engineering Circuit Analysis, พิมพ์ครั้งที่ 6,** กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ท้อป, 2551.

[6] ฟิสิกส์ราชมงคล, **ออปแอมป์ Operational Amplifiers,** สืบค้นเมื่อ 7 มกราคม2554, แหล่งที่มา : http://www.neutron.rmutphysics.com/physicsboard/

[7] 7ETT CO., LTD, **คู่มือการใช้งานบอร์ด ET-dsPIC30F2010 TRAINING KIT V1.0 / EXP,** สืบค้นเมื่อ 24 กันยายน 2553, แหล่งที่มา: http://www.etteam.com/download/06_PIC/06A06/Manual.pdf

[8] นคร ภักดีชาติ, ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล, **คู่มือการทดลอง dcPIC Microcontroller เบื้องต้นด้วยโปรแกรมภาษา C กับ MPLAB C30,** พิมพ์ครั้งที่ 1, กรุงเทพมหานคร: อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์ จำกัด, 2550.

[9] นคร ภักดีชาติ, ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล, **dsPIC microcontroller: Basic experiment in C programming with MPLAB C30,** พิมพ์ครั้งที่ 1, กรุงเทพมหานคร: อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์ จำกัด, 2551.

[10] อภิชาต ภู่พลับ, **สนุก! กับการประยุกต์ใช้ Visual Basic,** พิมพ์ครั้งที่ 1, นนทบุรี: อินโฟเพรส, พฤษภาคม 2546.

[11] อภิชาต ภู่พลับ, **เริ่มต้นเขียนโปรแกรมติดต่อ และควบคุมฮาร์ดแวร์ด้วย Visual Basic,** พิมพ์ครั้งที่ 1, นนทบุรี: อินโฟเพรส, กันยายน 2546.

[12] สิทธิศักดิ์ คล่องดี, **คัมภีร์ Visual Basic 6.0 สำหรับผู้เริ่มต้น,** พิมพ์ครั้งที่ 1, กรุงเทพมหานคร: เยลโล่การพิมพ์ (1988), สิงหาคม 2542.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รหัสโปรแกรมที่ใช้ในการบันทึกลงไมโครคอนโทรลเลอร์รุ่น dsPIC30F2010

#include <p30f2010.h>	- เปิดใช้งานไลบรารี dspic30F2010
#include <stdlib.h>	- เปิดใช้งานไลบรารีการ stdlib.h
#include "stdio.h"	- เปิดใช้งานไลบรารีการแปลงข้อมูล
#include <UART.h>	- เปิดใช้งานไลบรารี UART เพื่อส่งข้อมูลแบบ RS-232 ผ่านทางพอร์ทอนุกรม
#include<adc10.h>	- เปิดใช้งานไลบรารี การแปลงข้อมูลแบบอนาลอกให้เป็นข้อมูลแบบดิจิตอล ขนาด 10 บิต
_FOSC(CSW_FSCM_OFF & XT_PLL16);	- กำหนดโหมดการทำงานแบบ XT คริสตอล 4 – 10 MHz มี PLLx16 คือทวีคูณความถี่ของ clock 16 เท่า
_FWDT(WDT_OFF);	- ปิดการทำงาน watchdog Timer
unsigned char UART_buf[40]; unsigned int adc_buff[4]; unsigned int adc_count; char UART1_buf[40]; float UART1_data[40]; unsigned char Pointer; char rangeno; unsigned char ADC_temp[200]; int samplingrate; int elapsed; int rangfre;	- เป็นการประกาศตัวแปร เพื่อใช้รองรับข้อมูลที่ได้จากการแปลงข้อมูลที่เป็นอนาลอก ให้กลายเป็นข้อมูลที่เป็นดิจิตอล
void init_UART(void);	- ประกาศใช้งานฟังก์ชันการส่งข้อมูล
void init_adc(void);	- ประกาศใช้งานฟังก์ชันการแปลงอนาลอกเป็นดิจิตอล
void Delay10us(unsigned int us){ unsigned int x,a;	- ประกาศใช้งานฟังก์ชันการหน่วงเวลา โดยมีการหน่วงเวลา 2 แบบคือ หน่วงเวลาในระดับ

for(x=0;x<us;x++)
{ for(a=0;a<33;a++); }
}
void DelayMs(unsigned int ms){
unsigned char i;
while(ms--)
{
i=4;
while(i--)
{ Delay10us(25); }
} }
	ไมโครวินาที และหน่วงเวลาในระดับมิลลิวินาที เพื่อหน่วงเวลาการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์

void putchar1 (char c)
{
if (c == '\n')
{ U1TXREG = 0x0D;
while (!U1STAbits.TRMT);
U1STAbits.TRMT = 0;
}
U1TXREG = c;
while (!U1STAbits.TRMT);
U1STAbits.TRMT = 0;
}
	- เป็นฟังก์ชันในการเขียนข้อมูลไปยังฟังก์ชัน UART เพื่อกระตุ้นการส่งข้อมูลไปยังคอมพิวเตอร์

void print_UART1(void)
{ char *p;
p = UART1_buf;
 	
do
{ putchar1(*p)
p++;
}
while(*p != '\0');
return;
	- ประกาศใช้งานฟังก์ชันการส่งข้อมูลทาง UART เพื่อไปสอบถามการรับข้อมูลที่คอมพิวเตอร์ เมื่อคอมพิวเตอร์มีการตอบสนองกลับมา จะทำให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ส่งข้อมูลกลับไปทันที เพื่อนำผลข้อมูลไปแสดงที่คอมพิวเตอร์ โดยที่คอมพิวเตอร์จะต้องมีโปรแกรมที่ใช้ตอบสนองการรับส่งข้อมูลจาก UART ของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วย

}
char getchar1 ()
{
char c;
while (!U1STAbits.URXDA);
c = U1RXREG;
U1STAbits.URXDA = 0;
return (c);
}	

void senddata()
{ int i;
putchar1(Pointer);
for(i=0;i<200;i++)
{ putchar1(ADC_temp[i]); }
putchar1('#');
}
	- เป็นฟังก์ชันในการส่งข้อมูลที่ได้จากการแปลงอนาลอก เป็นดิจิตอลไปยังคอมพิวเตอร์ โดยมีการเก็บข้อมูลไว้ที่ตัวแปร ADC_temp ครั้งละ 200 ข้อมูลแล้วจึงส่งออกไปยังคอมพิวเตอร์ทีละ 200 ข้อมูลเช่นกัน

void UART1Init(char ISR_ON) {	- เริ่มต้นใช้งานฟังก์ชันการตั้งค่ารับส่งข้อมูล
unsigned int U1MODEvalue, U1STAvalue, BaudRate;	- ประกาศตัวแปรชื่อ U1MODEvalue, U1STAvalue และ BaudRate แบบจำนวนเต็มไม่คิดเครื่องหมาย
CloseUART1();	- ปิดฟังก์ชันการส่งผ่านข้อมูลเพื่อตั้งค่าการส่งผ่านข้อมูลไปยังคอมพิวเตอร์
U1STAvalue = UART_INT_TX_BUF_EMPTY & UART_TX_PIN_NORMAL & UART_INT_RX_CHAR & UART_ADR_DETECT_DIS & UART_RX_OVERRUN_CLEAR;	- ประกาศให้ตัวแปร U1STAvalue มีค่าดังนี้ - ใช้งานอินเตอร์รัพท์เมื่อข้อมูลมีสภาวะว่าง - ใช้งานการส่งข้อมูลแบบปกติ - ใช้งานอินเตอร์รัพท์เมื่อมีการรับข้อมูล - ปิดการใช้งานการอ้างตำแหน่ง - เริ่มการทำงานใหม่เมื่อมีการส่งข้อมูลมากเกินไป
BaudRate = 15.0;	- กำหนดให้ค่า BaudRate มีค่าเท่ากับ 15 หรือส่งข้อที่ความเร็ว 9,600 กิโลไบต์ต่อวินาที

OpenUART1(U1MODEvalue, U1STAvalue, BaudRate); }	- เปิดการใช้งานฟังก์ชันต่างๆ ตามตัวแปรที่ได้กำหนดคือ ตัวแปร U1MODEvalue , U1STAvalue และBaudRate
void Litte_ADC_Init(void) { ADCON1bits.ADON = 0;	- เริ่มต้นใช้งานฟังก์ชันการแปลงสัญญาณอนาลอกให้เป็นสัญญาณดิจิตอล - ปิดฟังก์ชันการแปลงสัญญาณอนาลอกให้เป็นสัญญาณดิจิตอลเพื่อปรับตั้งค่าภายใน
SetChanADC10(ADC_CHX_POS_SAMPLEA_AN0AN1AN2&ADC_CHX_NEG_SAMPLEA_NVREF);	- ตั้งค่าช่องทางการรับข้อมูลเพื่อแปลงสัญญาณ - ตั้งการการรับสัญญาณบวกที่ขา RB0,1,2 - ตั้งค่าการรับสัญญาณลบที่ขา V_{REF}
ConfigIntADC10(ADC_INT_DISABLE);	- ปิดการใช้งานอินเตอร์รัพท์การแปลสัญญาณ
OpenADC10(ADC_MODULE_ON & ADC_IDLE_CONTINUE & ADC_FORMAT_INTG & ADC_CLK_AUTO & ADC_AUTO_SAMPLING_ON & ADC_SAMPLE_SIMULTANEOUS & ADC_SAMP_ON, ADC_VREF_AVDD_AVSS & ADC_SCAN_ON & ADC_CONVERT_CH_0ABC & ADC_SAMPLES_PER_INT_1 & ADC_ALT_BUF_OFF & ADC_ALT_INPUT_OFF, ADC_SAMPLE_TIME_0 & ADC_CONV_CLK_SYSTEM & ADC_CONV_CLK_5Tcy2, ENABLE_AN0_ANA & ENABLE_AN1_ANA ,}	- เปิดการปรับตั้งค่าการแปลงสัญญาณ - ให้การแปลงสัญญาณสามารถทำงานได้ในสภาวะไอเดิล - ให้ค่าที่ได้จากการแปลงเป็นจำนวนเต็ม - กำหนดให้มีการเริ่มทำงานด้วยตัวเอง - กำหนดให้มีการเริ่มสุ่มข้อมูลด้วยตัวเอง - กำหนดให้มีการแปลงข้อมูลในเวลาเดียวกัน - เปิดการใช้งานการสุ่มข้อมูล - กำหนให้มีการใช้งานขา V_{REF}, V_{DD} และ V_{SS} - กำหนดให้มีการตรวจสอบข้อมูล - กำหนดให้มีการแปลงสัญญาณที่ขา RB0-RB4 - กำหนดให้มีการอินเตอร์รัพท์ 1 ครั้งเมื่อมีการสุ่มข้อมูล - ปิดการใช้งานขาพิเศษที่มีในบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ - กำหนดให้มีการสุ่มสัญญาณทุกครั้ง - กำหนดให้มีการใช้สัญญาณภายใน - กำหนดอัตราการแปลงสัญญาณ - เปิดใช้งานขารับข้อมูล RB1 - เปิดใช้งานขารับข้อมูล RB2
void _ISR _T1Interrupt();	- ประกาศให้มีการใช้งานอินเตอร์รัพท์ Timer1

int main(void)
{
unsigned int inttempadc;
unsigned char temp;
init_adc();
init_UART();
sprintf(UART_buf,"Student Oscilloscope \n\r");
putsUART1((unsigned int *)UART_buf);
while(BusyUART1());
TRISE=0x100;
putchar1(':');
rangeno=1;
ADCON1bits.ADON = 1;
while(1){
if(U1STAbits.URXDA) {
UART1_data[0] = getchar1();
if(UART1_data[0]=='1'){
putchar1('1'); rangeno=1; }
else if (UART1_data[0]=='2') {
putchar1('2'); rangeno=2; }
else if (UART1_data[0]=='3') {
putchar1('3'); rangeno=3; }
else if (UART1_data[0]=='4') {
putchar1('4'); rangeno=4; }
if(UART1_data[0]=='R') {
if (rangeno==1){
for(Pointer=0;Pointer<200;Pointer++){
inttempadc= read_adc(0);
ADC_temp[Pointer]= inttempadc>>2;
Delay10us(1);
}
	- เป็นการประกาศเริ่มต้นที่งานการแปลงข้อมูลที่ได้รับมาจากภายนอก ซึ่งเป็นข้อมูลแบบอนาลอก ให้กลายเป็นข้อมูลดิจิตอล โดยผ่านการตั้งค่าการทำงานการแปลงสัญญาณจากฟังก์ชันการแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอลจากฟังก์ชัน init_adc(); หลักจากที่ผ่านฟังก์ชันการแปลงสัญญาณแล้ว จึงมาทำงานที่ฟังก์ชันการส่งข้อมูล โดยฟังก์ชันการส่งข้อมูลนั้นถูกประกาศไว้ที่ฟังก์ชัน ini_UART(); ซึ่งมีการตั้งค่าการใช้งานฟังก์ชันการส่งข้อมูลแล้วจากฟังก์ชัน void UART1Init(char ISR_ON) ซึ่งข้อมูลแรกที่ส่งไปสอบถามการทำงานของคอมพิวเตอร์คือ Student Oscilloscope เพื่อสอบถามโปรแกรมคอมพิวเตอร์ว่าพร้อมที่จะรับข้อมูลหรือไม่
	- ถ้าโปรแกรมคอมพิวเตอร์ตอบสนองเลข 1 กลับมาไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งข้อมูล 202 ข้อมูลแรกไปให้ในเวลา 1 วินาที
	- ถ้าโปรแกรมคอมพิวเตอร์ตอบสนองเลข 2 กลับมาไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งข้อมูล 202 ข้อมูลแรกไปให้ในเวลา 100 มิลลิวินาที
	- ถ้าโปรแกรมคอมพิวเตอร์ตอบสนองเลข 3 กลับมาไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งข้อมูล 202 ข้อมูลแรกไปให้ในเวลา 10 มิลลิวินาที
	- ถ้าโปรแกรมคอมพิวเตอร์ตอบสนองเลข 4 กลับมาไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งข้อมูล 202 ข้อมูลแรกไปให้ในเวลา 1 มิลลิวินาที
	- เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ได้รับการตอบสนองจากคอมพิวเตอร์แล้ว ก็จะทำการประมวลผลทั้งหมดภายใน 10 ไมโครวินาที แล้วจึงส่งข้อมูลออกไปตามที่ คอมพิวเตอร์ตอบสนองตัวเลขมา

ภาคผนวก ข

รหัสโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในโปรแกรม Visual Basic 6.0

Dim DataCh1() As Double	- ประกาศตัวแปรชื่อDataCh1เพื่อใช้เก็บค่าตัวเลข
Dim tempDataCh1() As Double	- ประกาศตัวแปรชื่อ tempDataCh1 เพื่อใช้เก็บค่าตัวเลข
Dim xtempDataCh1() As Double	- ประกาศตัวแปรชื่อxtempDataCh1เพื่อใช้เก็บค่าตัวเลข
Dim rangesetting As Integer	- ประกาศตัวแปรชื่อ rangesetting เพื่อใช้เก็บค่าตัวอักษร
Private Sub Command1_Click()	- ใช้งานฟังก์ชันเมื่อมีการกดปุ่ม Command1
MSComm1.PortOpen = True	- เปิดการใช้งานช่องติดต่อสื่อสาร
MSComm1.CommPort = tempport	- กำหนดชื่อทางการติดต่อสื่อสาร
MSComm1.Settings = tempBaudrate	- กำหนดค่าความเร็วในการรับ ส่งข้อมูล
Timer1.Enabled = True	- เปิดใช้งานตัวนับเวลา
Timer1.Interval = Val(txtrefreshrate.Text)	- กำหนดค่าการนับเวลาตามกล่อง txtrefreshrate
End Sub	
Private Sub Command2_Click()	- ใช้งานฟังก์ชันเมื่อมีการกดปุ่ม Command2
MSComm1.PortOpen = False	- ปิดช่องทางการติดต่อสื่อสาร
cmdrunning.Enabled = False	- หยุดการทำงานการแสดงกราฟทั้งหมด
Timer1.Enabled = False	- หยุดการทำงานตัวนับเวลา
End Sub	- จบการทำงานของฟังก์ชันนี้
Private Sub CWKnobFre_PointerValueChanged (ByVal Pointer As Long, Value As Variant) If CWKnobFre.Value = 1 Then CWGraph1.Axes(1).Minimum = 0 CWGraph1.Axes(1).Maximum = 1 CWGraph1.Axes(1).Ticks.MajorUnitsInterval=0.1 CWGraph1.Axes(1).Ticks.MinorUnitsInter	- ใช้งานฟังก์ชันเริ่มต้นการสร้างแกนเวลา - ถ้ามีการหมุนปุ่ม Time/DIV ไปยังตำแหน่งที่ 1 มิลลิวินาที ก็จะแสดงรูปกราฟที่แนวแกนเวลา ช่องละ 0.1 มิลลิวินาที จำนวน 10 ช่อง โดยแต่ละช่องจะมีเส้นแสดงภายในช่องอีก 10 เส้น ระยะห่างกัน 0.01 มิลลิวินาที - ถ้ามีการหมุนปุ่ม Time/DIV ไปยังตำแหน่งที่ 10 มิลลิวินาที ก็จะแสดงรูปกราฟที่แนวแกนเวลา ช่องละ 1 มิลลิวินาที จำนวน 10 ช่อง โดยแต่ละช่องจะมีเส้นแสดงภายในช่องอีก 10 เส้น ระยะห่างกัน

val=0.01 ElseIf CWKnobFre.Value = 2 Then CWGraph1.Axes(1).Minimum = 0 CWGraph1.Axes(1).Maximum = 10 CWGraph1.Axes(1).Ticks.MajorUnitsInter val = 1 CWGraph1.Axes(1).Ticks.MinorUnitsInter val = 0.1 ElseIf CWKnobFre.Value = 3 Then CWGraph1.Axes(1).Minimum = 0 CWGraph1.Axes(1).Maximum = 100 CWGraph1.Axes(1).Ticks.MajorUnitsInter val = 10 CWGraph1.Axes(1).Ticks.MinorUnitsInter val = 1 ElseIf CWKnobFre.Value = 4 Then CWGraph1.Axes(1).Minimum = 0 CWGraph1.Axes(1).Maximum = 1000 CWGraph1.Axes(1).Ticks.MajorUnitsInter val=100 CWGraph1.Axes(1).Ticks.MinorUnitsInter val = 10 End If End Sub	0.1 มิลลิวินาที - ถ้ามีการหมุนปุ่ม Time/DIV ไปยังตำแหน่งที่ 100 มิลลิวินาที ก็จะแสดงรูปกราฟที่แนวแกนเวลา ช่องละ 10 มิลลิวินาที จำนวน 10 ช่อง โดยแต่ละช่องจะมีเส้นแสดงภายในช่องอีก 10 เส้น ระยะห่างกัน 1 มิลลิวินาที - ถ้ามีการหมุนปุ่ม Time/DIV ไปยังตำแหน่งที่ 1000 มิลลิวินาที ก็จะแสดงรูปกราฟที่แนวแกนเวลา ช่องละ 100 มิลลิวินาที จำนวน 10 ช่อง โดยแต่ละช่องจะมีเส้นแสดงภายในช่องอีก 10 เส้น ระยะห่างกัน 10 มิลลิวินาที
Private Sub CWVolt_PointerValueChanged(ByVal Pointer As Long, Value As Variant) If CWVolt.Value = 1 Then CWGraph1.Axes(2).Minimum = -2	- ใช้งานฟังก์ชันเริ่มต้นการสร้างกราฟแกนแรงดันไฟฟ้า - ถ้ามีการหมุนปุ่ม Volt/DIV ไปยังตำแหน่งที่ 0.5 V/DIV ก็จะแสดงรูปกราฟที่แนวแกนแรงดัน โดย

CWGraph1.Axes(2).Maximum = 2 CWGraph1.Axes(2).Ticks.MajorUnitsInter val = 0.5 CWGraph1.Axes(2).Ticks.MinorUnitsInter val = 0.1 ElseIf CWVolt.Value = 2 Then CWGraph1.Axes(2).Minimum = -4 CWGraph1.Axes(2).Maximum = 4 CWGraph1.Axes(2).Ticks.MajorUnitsInter val = 1 CWGraph1.Axes(2).Ticks.MinorUnitsInter val = 0.2 ElseIf CWVolt.Value = 3 Then CWGraph1.Axes(2).Minimum = -8 CWGraph1.Axes(2).Maximum = 8 CWGraph1.Axes(2).Ticks.MajorUnitsInter val = 2 CWGraph1.Axes(2).Ticks.MinorUnitsInter val = 0.4 End If End Sub	มีค่าเริ่มตั้งแต่ -2 ถึง 2 โวลต์ โดยมีการแบ่งช่องเป็นขนาดช่องละ 0.5 โวลต์ - ถ้ามีการหมุนปุ่ม Volt/DIV ไปยังตำแหน่งที่ 1 V/DIV ก็จะแสดงรูปกราฟที่แนวแกนแรงดัน โดยมีค่าเริ่มตั้งแต่ -4 ถึง 4 โวลต์ โดยมีการแบ่งช่องเป็นขนาดช่องละ 1 โวลต์ - ถ้ามีการหมุนปุ่ม Volt/DIV ไปยังตำแหน่งที่ 2 V/DIV ก็จะแสดงรูปกราฟที่แนวแกนแรงดัน โดยมีค่าเริ่มตั้งแต่ -8 ถึง 8 โวลต์ โดยมีการแบ่งช่องเป็นขนาดช่องละ 2 โวลต์ - จบการทำงานของฟังก์ชัน
Private Sub cmdrunning_Click() Dim tempmessage As String 'If CWKnobFre.Value = 1 Then tempmessage = SlavePoll(CStr(CWKnobFre.Value), 10, 1) If CWKnobFre.Value = 1 Then rangesetting = 1000 ElseIf CWKnobFre.Value = 2 Then rangesetting = 100	- เริ่มการใช้งานฟังก์ชันแสดงรูปกราฟ - ถ้ากำหนดแกนเวลาไปที่ 1000ms จะส่งเลข 1 ไปยังบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อกระตุ้นให้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ส่งข้อมูลเพื่อมาแสดงผลรูปสัญญาณในช่วงเวลา 1 วินาที - ถ้ากำหนดแกนเวลาไปที่ 100ms จะส่งเลข 2 ไปยังบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อกระตุ้นให้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ส่งข้อมูลเพื่อมาแสดงผลรูปสัญญาณในช่วงเวลา 0.1 วินาที - ถ้ากำหนดแกนเวลาไปที่ 10ms จะส่งเลข 3 ไปยังบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อกระตุ้นให้บอร์ด

ElseIf CWKnobFre.Value = 3 Then rangesetting = 10 ElseIf CWKnobFre.Value = 4 Then rangesetting = 1 End If End Sub	ไมโครคอนโทรลเลอร์ส่งข้อมูลเพื่อมาแสดงผลรูปสัญญาณในช่วงเวลา 0.01 วินาที - ถ้ากำหนดแกนเวลาไปที่ 1ms จะส่งเลข 4 ไปยังบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อกระตุ้นให้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ส่งข้อมูลเพื่อมาแสดงผลรูปสัญญาณในช่วงเวลา 0.001 วินาที

Private Sub Timer1_Timer()
For i = 0 To 197
DataCh1(i) = (Asc(Mid(tempmessage, i + 3, 1)) * 5) / 255
DataCh1(i) = DataCh1(i) + Val(txtofset.Value)
If CWCoupling.Value = True And i > 0 And statustrigger = 0 Then
If CWSlope.Value = True Then
If DataCh1(i) >= CWlevel.Value And DataCh1(i - 1) < CWlevel.Value Then
statustrigger = 100
triggerpoint = i
End If End If
If CWSlope.Value = False Then
If DataCh1(i) <= CWlevel.Value And DataCh1(i - 1) > CWlevel.Value Then
statustrigger = 100
triggerpoint = i
End If End If End If
tempsum = tempsum + DataCh1(i)
strmessage = strmessage & vbTab & Format(DataCh1(i), "0.000")
If tempmax < DataCh1(i) Then tempmax =
	- เริ่มการใช้งานฟังก์ชัน Timer1
	- กำหนดให้มีการรับค่าที่เป็นค่าสัญญาณดิจิตอล มาคำนวณแล้วแปลงเป็นตัวเลข ส่งไปแสดงยังตำแหน่งต่างๆ โดยมีสมการที่ใช้ในการแปลงคือ DataCh1(i) = (Asc(Mid(tempmessage, i + 3, 1)) * 5) / 255
	- จากสมการ Asc คือการแสดงผลในรูปของรหัสแอสกี้
	- Mid คือการแสดงผลค่ากลางที่ได้จากการแปลงระหว่าง tempmessage กับ i+3 โดยแสดงค่าทีละ 1 ตัว
	- จากนั้นนำค่าทั้งหมดมาคูณกับ 5 เพื่อให้ได้ค่าตัวเลขที่ถูกต้อง แล้วจึงนำไปหารกับ 255 ซึ่งคือจำนวนบิตข้อมูลที่ได้รับมา

DataCh1(i)
End If
 	
If tempmin > DataCh1(i) Then
tempmin = DataCh1(i)
End If
Next i
txtvoltreal.Text = Format((tempmax - tempmin), "0.00")
txtvoltmax.Text = Format(tempmax, "0.00")
txtvoltmin.Text = Format(tempmin, "0.00")
txtvoltavg.Text = Format(tempsum / (i + 1), "0.00")
End Sub
	- เป็นการแสดงค่าตัวเลขต่างๆ ที่แสดงในรูปสัญญาณ โดยมีการแสดงค่า แรงดันไฟฟ้าจริง แรงดันไฟฟ้าสูงสุด แรงดันไฟฟ้าต่ำสุด และแรงดันไฟฟ้าเฉลี่ย โดยแสดงผลออกตามกล่องข้อความของแต่ละค่าตามลำดับ

Private Sub chksave_Click()
Dim Path_name As String
If chksave.Value = 1 Then
Path_name = App.Path & "\"
Open Path_name & "OscilloscopeData.txt" For Output As #4
Print #4, "Date:" & vbTab & Date & vbTab & Time
Else
Close #4
End If
End Sub
	- เริ่มการใช้งานฟังก์ชันบันทึกข้อมูล
	- กำหนดตัวแปรเพื่อรองรับข้อมูลที่บันทึก
	- ถ้ามีการกดที่ CheckBox จะเริ่มการบันทึกผลข้อมูลทันทีโดยมีการบันทึกเป็น 200 ข้อมูลต่อเวลาที่มีการส่งไปกระตุ้นให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ส่องข้อมูลมา
	- ซึ่งไฟล์ที่ทำการบันทึกเรียบร้อยแล้วจะมีชื่อไฟล์ว่า OscilloscopeData.txt

ภาคผนวก ค

การเขียนโปรแกรมใช้งานกับบอร์ดโดยใช้ MPLAB C30

MPLAB C30 หรือ C30 Tools เป็นโปรแกรมภาษาซี สำหรับใช้แปลคำสั่งของ MCU ตระกูล dsPIC ซึ่งได้รับการพัฒนาขึ้นโดย Microchips การพัฒนาโปรแกรมให้กับ dsPIC ด้วยภาษาซี ควรหาหนังสือที่อธิบายเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมภาษาซีในส่วนที่เป็นมาตรฐานตามข้อกำหนดของ "ANSI C" และสำหรับส่วนของข้อกำหนดปลีกย่อยอื่นๆที่เป็นของ MPLAB C30 สามารถอ่านเพิ่มเติมได้จากเอกสารและคู่มือการใช้งานของ MPLAB C30 โดยสามารถ Download จาก Website ของ Microchips โดยในการที่จะใช้งานโปรแกรม MPLAB C30 ในการเขียนโปรแกรมนั้น จำเป็นต้องทำการติดตั้งโปรแกรมของ Microchips จำนวน 2 โปรแกรมดังนี้คือ

- MPLAB IDE ซึ่งเป็นโปรแกรม Text Editor ของ Microchips
- MPLAB C30 ซึ่งเป็นตัวแปลภาษาซี (C Complier) ให้เป็นรหัสคำสั่งของ dsPIC

การกำหนดการเชื่อมโยงการทำงานของ MPLAB IDE และ MPLAB C30

หลังจากทำการติดตั้งโปรแกรม MPLAB IDE และ MPLAB C30 เสร็จเรียบร้อยแล้ว ก่อนที่จะเริ่มต้นใช้งานโปรแกรม MPLAB C30 ได้นั้น ในครั้งแรกจะต้องทำการสั่งกำหนดการเชื่อมโยงการทำงานระหว่าง MPLAB IDE และ MPLAB C30 ให้ถูกต้องเรียบร้อยเสียก่อน จึงจะสามารถเรียกใช้งานโปรแกรมMPLAB C30 ผ่านทางโปรแกรม MPLAB IDE ได้อย่างถูกต้อง ทั้งนี้ก็เนื่องมาจากว่า โปรแกรม MPLABC30 นั้นจะเป็นเพียงตัวแปลคำสั่ง Text File ที่เป็นภาษาซี (รวมทั้งภาษา Assembly) ให้เป็นรหัสคำสั่งของ dsPIC ในรูปแบบของ Hex File เพียงอย่างเดียวเท่านั้น ส่วนการเขียนโปรแกรม Source Code นั้นจะอาศัยโปรแกรม MPLAB IDE เป็นหลัก ซึ่งการสั่งแปลคำสั่งก็จะต้องกระทำผ่านเมนูคำสั่งของ MPLAB IDE ด้วยเช่นเดียวกัน ซึ่งตามปรกติแล้ว MPLAB IDE สามารถเชื่อมโยงการทำงานร่วมกับโปรแกรมอื่นๆได้อีกหลายโปรแกรม ไม่ได้ใช้งานเฉพาะกับ MPLAB C30 เพียงอย่างเดียวเท่านั้น หลังจากติดตั้งโปรแกรมไปแล้ว โปรแกรมใช้งานต่างๆจะถูกเก็บไว้ใน Folder ชื่อ "C:\PIC30_TOOSL\BIN\" โดยจะมีโปรแกรมหลักๆที่ต้องกำหนดการเชื่อมโยงการทำงานกับ MPLAB IDE อยู่ด้วยกัน 4 โปรแกรมด้วยกันคือ

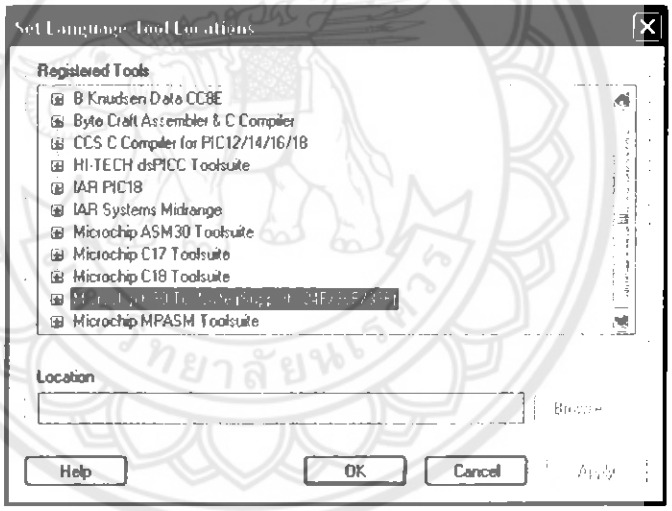
- ไฟล์ " pic30-as.exe " ซึ่งเป็นตัวโปรแกรมหลักสำหรับใช้ในการสั่งงานในการแปลคำสั่งภาษาแอสแซมบลี้ของ dsPIC (Assembler)
- ไฟล์ " pic30-gcc.exe " ซึ่งเป็นโปรแกรมหลักสำหรับใช้ในการสั่งงานในการแปลคำสั่งภาษาซีของ dsPIC (C Complier)

- ไฟล์ " pic30-ld.exe " ซึ่งเป็นโปรแกรมหลักสำหรับใช้ในการรวมไฟล์ต่างๆเข้าด้วยกันเพื่อสร้างเป็น Hex File ของ dsPIC (Linker)
- ไฟล์ " pic30-ar.exe " ซึ่งเป็นโปรแกรมหลักในการจัดการกับ Library

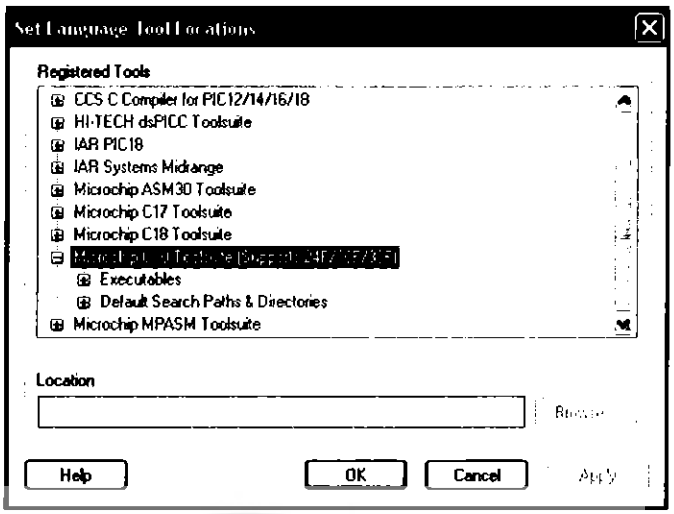
การกำหนดการเชื่อมโยงโปรแกรมทั้ง 4 ให้สามารถใช้งานกับ MPLAB IDE นั้นสามารถทำได้ตามลำดับขั้นตอนต่อไปนี้

1. สั่ง Run โปรแกรม MPLAB IDE โดยอาจเรียกจาก "ICON" ของโปรแกรมหรือเรียกผ่านWindows จาก " Start > Program > PIC development Tools > Microchip MPLAB> MPLAB "

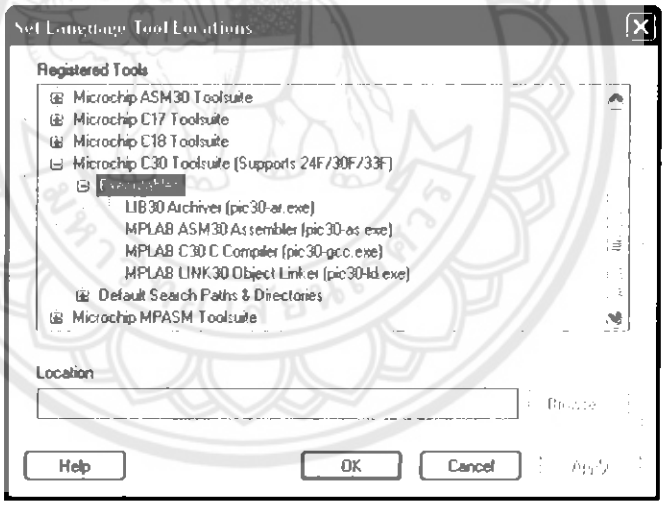
2. คลิกเมาส์ที่คำสั่ง " Project → Set Language Tools Locations.. " แล้วเลือกกำหนดการใช้งานโปรแกรม MPLAB IDE ร่วมกับโปรแกรม MPLAB C30 แล้วเลือก " OK " ดังรูป



เมื่อมาถึงขั้นตอนนี้ให้ทำการคลิกเมาส์ที่บริเวณตำแหน่งเครื่องหมายบวก (+) ที่หน้าคำสั่งของ Microchip C30 Tool suite (Supports 24F/30F/33F) ซึ่งจะได้ผลดังรูป

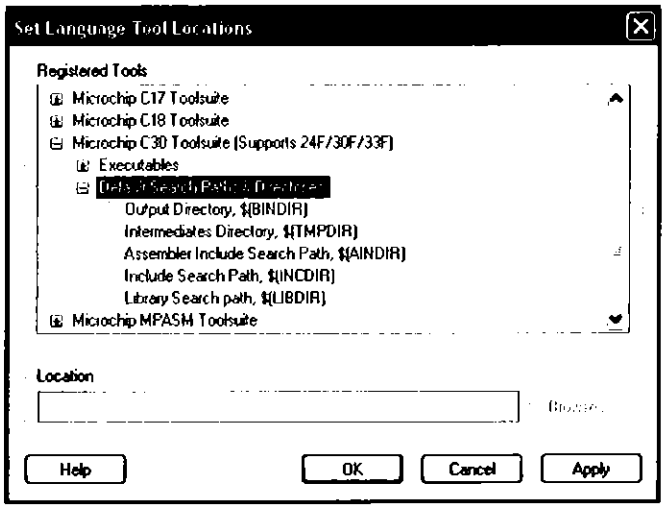


ให้ทำการกำหนดตำแหน่งของไฟล์ของ MPLAB C30 ที่ต้องการให้ MPLAB IDEเรียกใช้ ซึ่งจะมีอยู่ด้วยกันทั้งหมด 4 ไฟล์ โดยให้คลิกเมาส์ ที่บริเวณตำแหน่งเครื่องหมายบวก (+) ที่หน้าหัวข้อ Executables ซึ่งจะได้ผลดังรูป



ในขั้นตอนนี้ให้ทำการกำหนดชื่อ และ ตำแหน่ง Folder ที่อยู่ของไฟล์ทั้ง 4 ซึ่งได้แก่ pic30-ar.exe, pic30-as.exe, pic30-gcc.exe และ pic30-ld.exe โดยให้ทำการคลิกเมาส์ที่รายการย่อยของแต่ละหัวข้อจนปรากฏแถบสีน้ำเงินที่หัวข้อนั้นๆจากนั้นก็ให้กำหนดตำแหน่ง Folder และชื่อของไฟล์ให้กับแต่ละหัวข้อจนครบทั้ง 4 หัวข้อ

เมื่อมาถึงขั้นตอนนี้ให้ทำการคลิกเมาส์ที่บริเวณตำแหน่งเครื่องหมายบวก(+) ที่หน้าคำสั่งของ Default Search Patchs & Directories ซึ่งจะได้ผลดังรูป

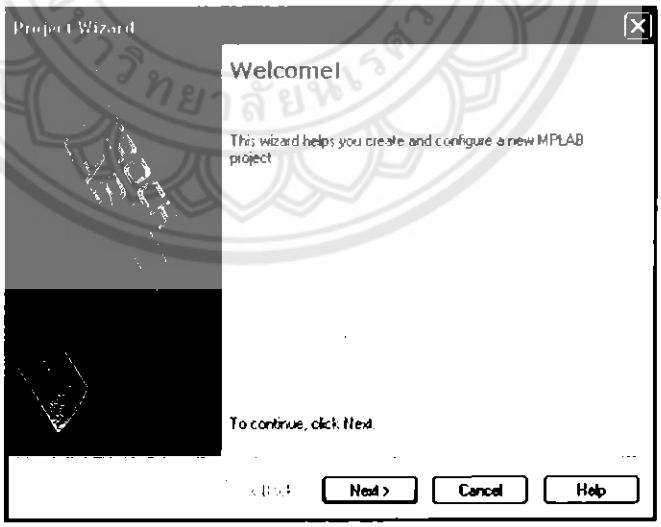


คลิกเมาส์ที่ “Browse… ” เพื่อกำหนดตำแหน่งที่อยู่ของ Folder ซึ่งเก็บSource Code

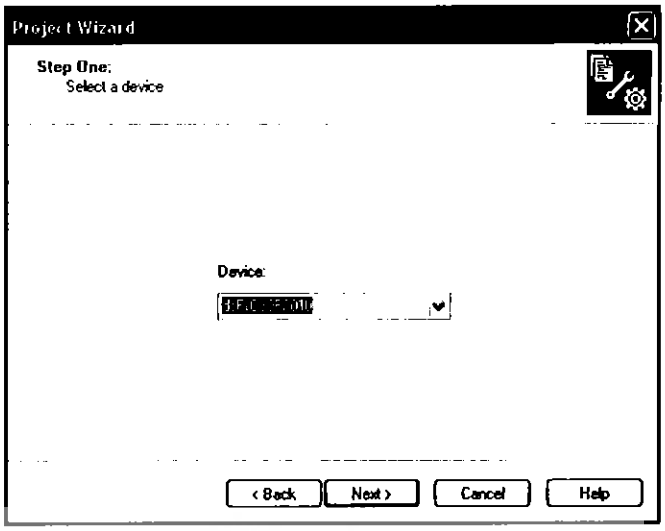
การใช้งานโปรแกรม MPLAB

สร้าง Project File เพื่อใช้สั่งผนวกไฟล์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องเข้าด้วยกันโดยวิธีการกำหนดคุณสมบัติของ Project File มีดังนี้

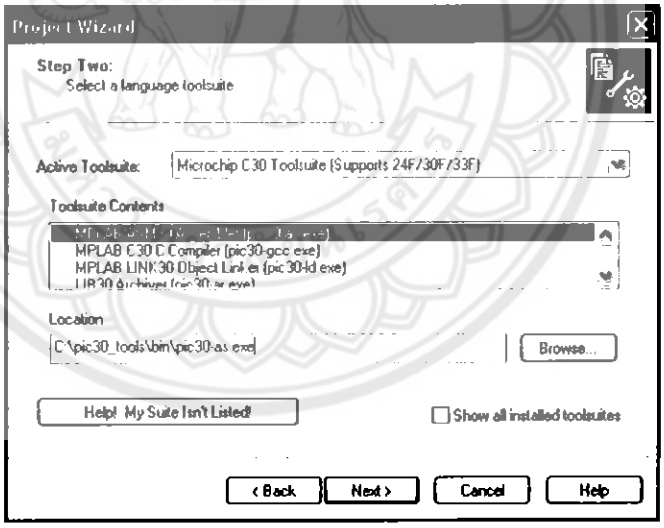
- สั่งกำหนดคุณสมบัติของ Project File โดยใช้คำสั่ง “Project > Project Wizard… ” ซึ่งจะได้ผลดังรูป จากนั้นให้เลือก “ Next > ” เพื่อไปยังขั้นตอนต่อไป



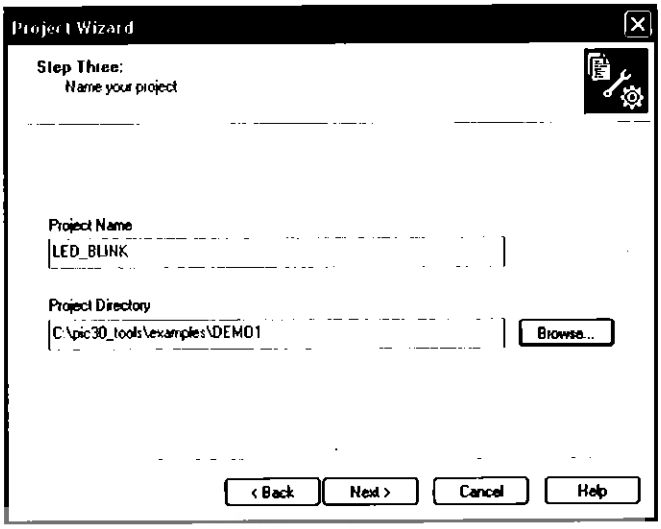
หลังจากเลือก “Next >” แล้ว โปรแกรมจะรอให้กำหนดเบอร์ของ MCU ที่จะใช้งานร่วมกับโปรแกรมที่เขียนขึ้น ซึ่งให้เลือกกำหนดเป็น “dsPIC30F2010” จากนั้นเลือก “Next >” เพื่อข้ามไปทำงานยังขั้นตอนต่อไปดังรูป



ในขั้นตอนนี้จะเป็นการเลือกว่าจะใช้โปรแกรมชุดใดในการแปลคำสั่ง ให้เลือกกำหนดใช้โปรแกรม ของ MPLAB C30 โดยการเลือกกำหนดตัวเลือกของ "Active Toolsuite" ให้เป็น MPLAB C30 โดยกำหนดตัวเลือกเป็น "Microchip C30 Toolsuite (Supports 24F/30F/33F)" ดังรูป แล้วเลือก "Next >"

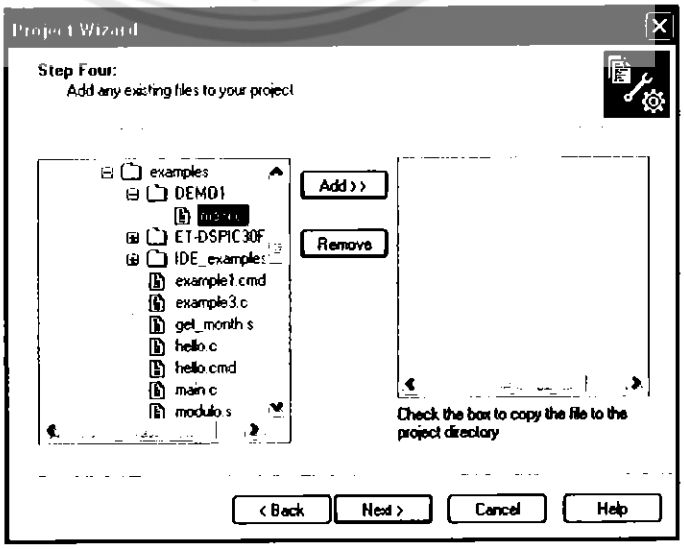


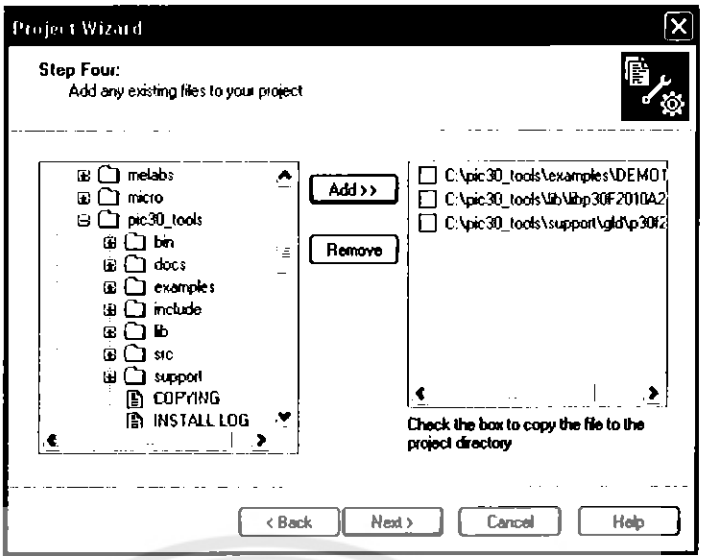
ในขั้นตอนนี้จะเป็นการ กำหนดชื่อ Project และตำแหน่ง Folder ที่จะใช้เก็บไฟล์ต่างๆที่ได้จากการทำงานของ Project



ในขั้นตอนนี้จะเป็นการสั่งผนวกไฟล์ต่างๆเข้าไว้ด้วยกัน โดยให้ทำการสั่งผนวกไฟล์ทั้งหมด 3 ไฟล์เข้าไว้ใน Project ดังนี้

- สั่งผนวกไฟล์ชื่อ " main.c " ซึ่งเป็น Source Code ที่เราได้เขียนและสั่งบันทึกไว้แล้วในขั้นตอนที่ผ่านมาโดยเก็บอยู่ใน " c:\pic0_tools\examples\demo1\main.c "
- สั่งผนวกไฟล์ชื่อ " libp30f2010a2.a " ซึ่งเป็น Library ที่ใช้กับ MCU เบอร์ dsPIC30F2010ซึ่งทาง MPLAB C30 ได้จัดสร้างเตรียมไว้ให้ใช้งาน โดยถ้าติดตั้งโปรแกรมตามตัวอย่างไฟล์ดังกล่าวจะเก็บอยู่ใน " c:\pic30_tools\lib\libp30f2010a2.a "
- สั่งผนวกไฟล์ชื่อ " p30f2010a2.gld " ซึ่งเป็น Script File ของ dsPIC30F2010 ที่ทางMPLAB C30 สร้างเตรียมไว้ให้ โดยถ้าติดตั้งโปรแกรมตามตัวอย่างไฟล์ดังกล่าวจะเก็บอยู่ใน " c:\pic30_tools\support\gld\p30f2010a2.gld "





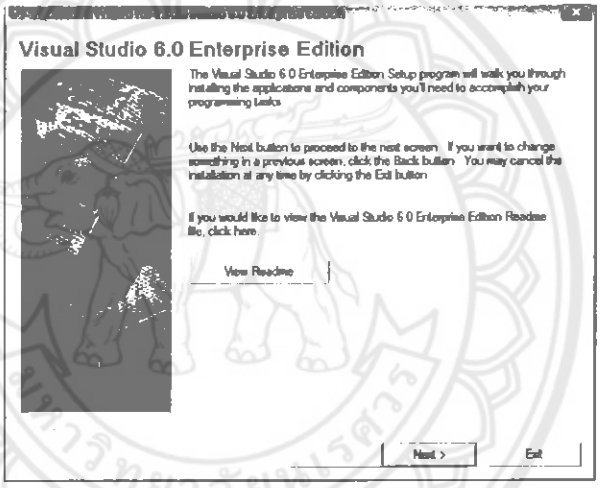
เมื่อสั่งผนวกไฟล์ทั้งหมดเข้ากับ Project ไฟล์ที่สร้างขึ้นเป็นที่เรียบร้อยแล้ว โปรแกรมจะรายงานผลโดยแสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ได้กำหนดไว้ ให้เลือก "Finish" เป็นอันเสร็จขั้นตอนของการสร้าง Project File

ภาคผนวก ง

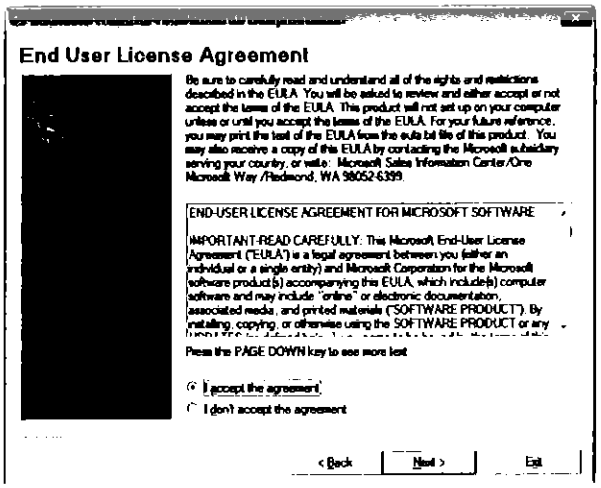
ขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรม Visual Basic 6.0

1. คลิกที่ไอคอน Setup ของโปรแกรมติดตั้ง Visual Basic 6.0

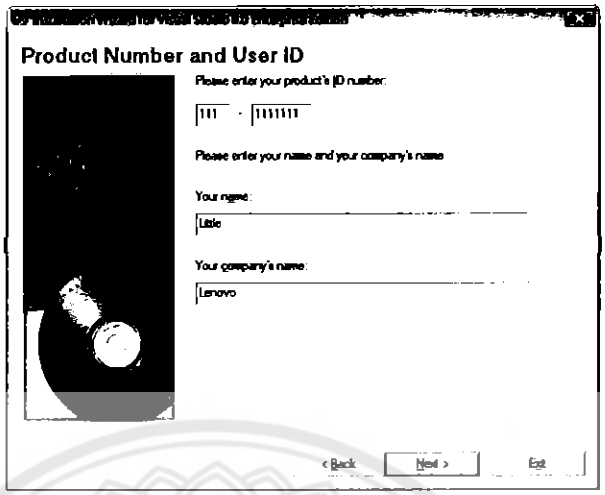
2. เมื่อคลิกที่ไอคอน Setup จะปรากฏหน้าจอการติดตั้งโปรแกรม ให้เลือก Next>



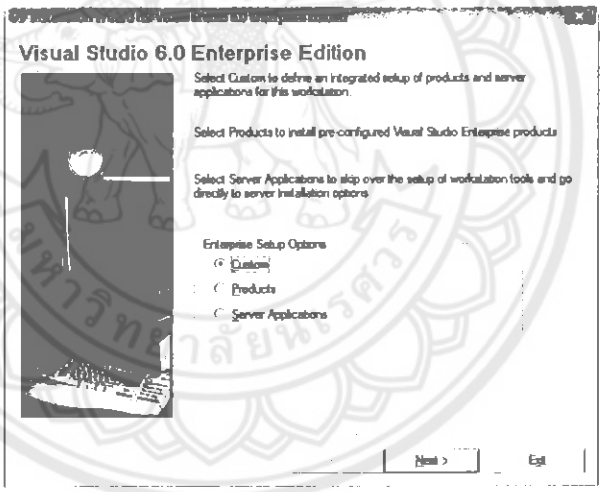
3. เลือก I accept the agreement แล้วกด Next>



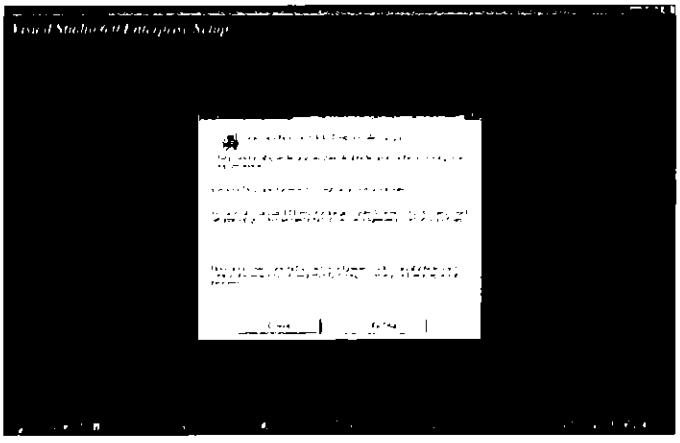
4. กรอก Product's ID number โดยใส่หมายเลข 111-1111111 แล้วกด Next>



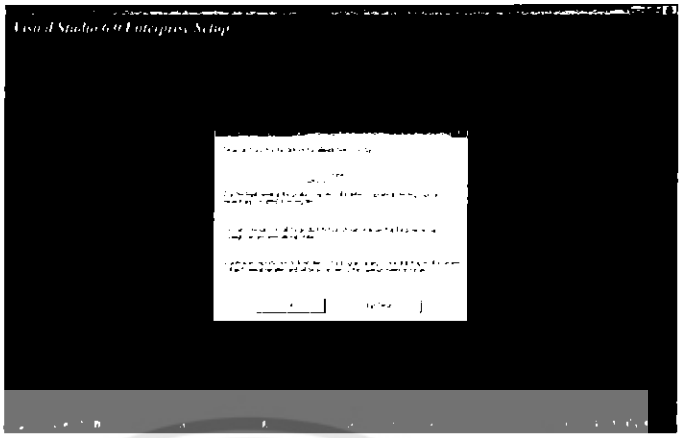
5. เลือก Custom แล้วกด Next>



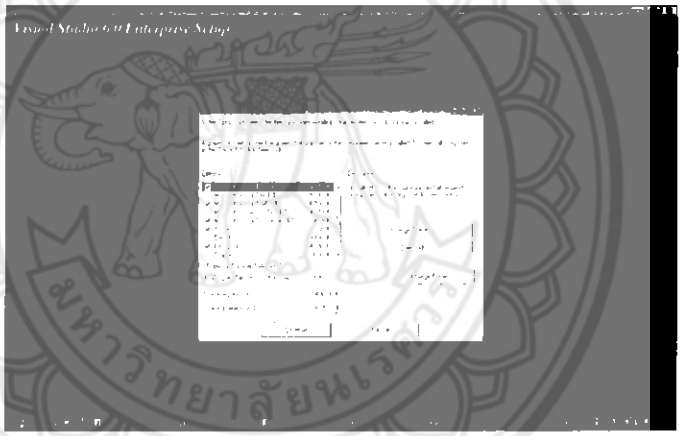
6. เมื่อกด Next จากข้อที่ 5 แล้วจะปรากฏหน้าจอดังรูป ให้เลือก Continue



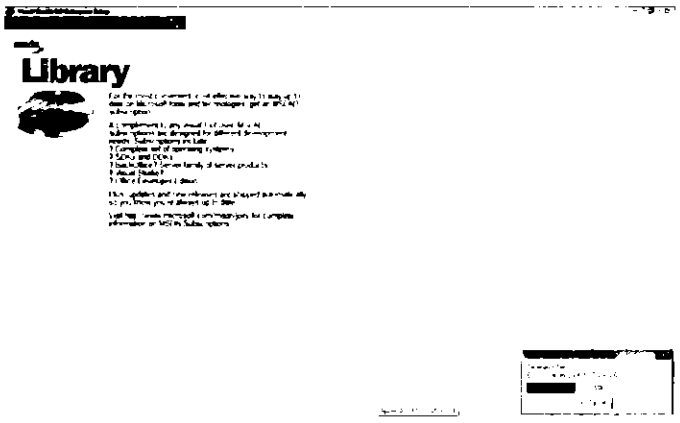
7. เลือก OK เพื่อเริ่มติดตั้งโปรแกรม Visual Basic 6.0



8. เช็คถูกตามรูป แล้วจึงเลือก Continue



9. เมื่อเลือก Continue จากข้อที่ 8 แล้วจะปรากฏหน้าจอการติดตั้งดังรูป



10. เมื่อโปรแกรมทำการติดตั้งเสร็จ ให้เลือก OK จึงจะสามารถใช้งานโปรแกรมได้

ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน

ชื่อ นายธวัชชัย บุญทะแสง

ภูมิลำเนา 134 หมู่ 4 ตำบลบ้านต๋อม อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา 56000

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนฟากกว๊านวิทยาคม
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail : ee50382229@hotmail.com

ชื่อ นายพลวัฒน์ บุญมา

ภูมิลำเนา 61 หมู่ 11 ตำบลบ้านตุ่น อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา 56000

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนฟากกว๊านวิทยาคม
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail : chlorophyll11@hotmail.com

ชื่อ นายรัชมงคล ศรีวิภาต

ภูมิลำเนา 54/7 ถนนท่ากว๊าน ซอย 1 ตำบลเวียง
อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา 56000

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนพะเยาพิทยาคม
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
  คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail : Dark_LittleBoy@hotmail.com