เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายอเนกประสงค์

Multipurpose wireless sensor network

นายเกรียงไกร มาศรังสรรค์ รหัสประจำตัว 50364959

นายชาญวิทย์ ศุขเจริญ รหัสประจำตัว 50365017

นายไพบูลย์ เพ็ชรเทียน รหัสประจำตัว 50365208

นายอนุรักษ์ เปรมเจริญ รหัสประจำตัว 50365314

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ 19 ส.ค. 2555
เลขทะเบียน 1574358
เลขเรียกหนังสือ ....
มหาวิทยาลัยนเรศวร 0752
2553

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2553

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อโครงงาน เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายอเนกประสงค์

ผู้ดำเนินโครงงาน

นายเกรียงไกร มาศรังสรรค์	รหัสประจำตัว 50364959
นายชาญวิทย์ ศุขเจริญ	รหัสประจำตัว 50365017
นายไพบูลย์ เพ็ชรเทียน	รหัสประจำตัว 50365208
นายอนุรักษ์ เปรมเจริญ	รหัสประจำตัว 50365314

ที่ปรึกษาโครงงาน อ.เศรษฐา ตั้งค้าวานิช

สาขาวิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

ปีการศึกษา 2553

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

เศรษฐา ตั้งค้าวานิช ..... ที่ปรึกษาโครงงาน

(อาจารย์เศรษฐา ตั้งค้าวานิช)

..... กรรมการ

(ผศ.ดร.สุรเชษฐ์ กานต์ประชา)

..... กรรมการ

(ดร.ชัยรัตน์ พินทอง)

ชื่อหัวข้อโครงงาน	เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายอเนกประสงค์	
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายเกรียงไกร มาศรังสรรค์	รหัสประจำตัว 50364959
	นายชาญวิทย์ ศุขเจริญ	รหัสประจำตัว 50365017
	นายไพบูลย์ เพ็ชรเทียน	รหัสประจำตัว 50365208
	นายอนุรักษ์ เปรมเจริญ	รหัสประจำตัว 50365314
ที่ปรึกษาโครงงาน	อ.เศรษฐา ตั้งค้าวานิช	
สาขาวิชา	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์	
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์	
ปีการศึกษา	2553	

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอโครงงานเกี่ยวกับเครือข่ายเซ็นเซอร์แบบไร้สาย ซึ่งมีแนวคิดในการดำเนินโครงการมาจากการเล็งเห็นถึงปัญหาในการติดตั้งเซ็นเซอร์ ในพื้นที่ที่ยากต่อการเดินสายไฟ หรือต้นทุนในการเดินสายไฟนั้นสูงเกินไป ทำให้เกิดความพยายามในการที่จะกำจัดปัญหานี้ โดยการแทนที่สายไฟด้วยเครือข่ายแบบไร้สาย เกิดเป็นเครือข่ายเซ็นเซอร์แบบไร้สายขึ้นมา หลักการก็คือตัวเซ็นเซอร์ที่สร้างขึ้นในโครงการนี้แต่ละตัว จะส่งข้อมูลที่เซ็นเซอร์วัดได้ไปหาเซ็นเซอร์ตัวใกล้เคียงด้วยสัญญาณไวร์เลส และจะส่งไปหาเซ็นเซอร์ตัวถัดไปเรื่อยๆ จนกระทั่งข้อมูลมาถึงเกตเวย์ซึ่งเป็นจุดเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ ข้อมูลที่ได้มานั้นก็จะถูกเก็บและแสดงด้วยเว็บแอพพลิเคชัน เพื่อให้สามารถดูข้อมูลได้จากทุกที่ผ่านทางเว็บไซต์ และนอกจากนี้ตัวเซ็นเซอร์ที่สร้างขึ้นในโครงการนี้ยังถูกออกแบบมาให้ประหยัดพลังงานไฟฟ้าที่ต้องจ่ายให้ตัวเซ็นเซอร์ด้วยการนำฟังก์ชัน Sleep mode มาใช้ ซึ่งเป็นการช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายได้อีกช่องทางหนึ่ง

Project title	Multipurpose wireless sensor network	
Name	Mr. Kriengkai Masrungsun	ID 50364959
	Mr. Chanwit Sukcharoen	ID 50365017
	Mr. Phaiboon Phettian	ID 50365208
	Mr. Anuruk Premcharoen	ID 50365314
Project advisor	Mr. Settha Thangkawanit	
Major	Computer Engineering	
Department	Electrical and Computer Engineering	
Academic year	2010	

.....

Abstract

This project presents about wireless sensor networks, by the concept of this project which came from the sensor installation's problem in areas that are difficult to wire and the wiring cost are expensive. A solution of this problem is replaced a wiring with the wireless network, emerged up as the wireless sensor network. The principle of wireless sensors in this project are every sensor will send data to next sensor with the wireless signal and data will be sent to the every next sensor until the data has arrived Gate way, connections of the computer. All information will be stored and shown by the web application that we are able to view them from anywhere via the website. In addition, a sensor built in this project has been designed to be energy saving, by applying a function to use the Sleep mode to save costs.

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความกรุณาเป็นอย่างยิ่งจาก อ.เศรษฐา ตั้งค้าวานิช ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน และให้ความกรุณาในการตรวจทานปริญญานิพนธ์ คณะผู้ดำเนินโครงงานขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงและขอระลึกถึงความกรุณาของท่านไว้ตลอดไป

ขอขอบคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ให้กับคณะผู้ดำเนินงาน

นอกจากนี้ยังต้องขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ที่ให้ยืมอุปกรณ์และเครื่องมือวัดมาใช้งาน จนทำให้โครงงานนี้สำเร็จลุล่วงไปได้

เหนือสิ่งอื่นใด คณะผู้ดำเนินโครงงานขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ ผู้มอบความรักความเมตตา สติปัญญา รวมทั้งเป็นผู้ให้ทุกสิ่งทุกอย่างตั้งแต่วัยเยาว์จวบจนถึงปัจจุบัน คอยเป็นกำลังใจทำให้ได้รับความสำเร็จอย่างทุกวันนี้ และขอขอบคุณทุก ๆ คนในครอบครัวของคณะผู้ดำเนินโครงงานที่ไม่ได้กล่าวไว้ ณ ที่นี้ด้วย

นายเกรียงไกร มาศรังสรรค์
นายชาญวิทย์ ศุขเจริญ
นายไพบูลย์ เพ็ชรเทียน
นายอนุรักษ์ เปรมเจริญ

สารบัญ

หน้า

ใบรับรองปริญญานิพนธ์ ..... ก

บทคัดย่อ ..... ข

ABSTRACT ..... ค

กิตติกรรมประกาศ ..... ง

สารบัญ ..... จ

สารบัญตาราง ..... ฉ

สารบัญรูป ..... ญ

บทที่ 1 1

บทนำ 1

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 2

1.3 ขอบเขตของโครงงาน 2

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน 3

1.5 แผนการดำเนินงาน 3

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงงาน 4

1.7 งบประมาณ 5

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง 6

2.1 AD HOC NETWORKS [1] 6

2.1.1 เบื้องต้น 6

2.1.2 ลักษณะทั่วไปและประโยชน์ 6

2.1.3 ระบบเซ็นเซอร์ไร้สาย 7

2.1.4 Personal Area Network 8

2.2 ROUTING PROTOCOL [2] 8

2.2.1 AODV Protocol 8

2.2.2 Sequence Number 10
2.2.3 Error Message 11
2.2.4 สรุปคุณสมบัติของ AODV Protocol 12
2.3 ระบบเครือข่ายของคอมพิวเตอร์ 13
2.3.1 ประเภทของเครือข่ายคอมพิวเตอร์ [3] 13
2.3.2 โครงสร้างของเครือข่าย 14
2.3.3 การเชื่อมต่อ 16
2.4 IEEE 802.11 [1] 17
2.4.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับมาตรฐาน IEEE 802.11 17
2.4.2 วิวัฒนาการของมาตรฐาน IEEE 802.11 18
2.5 .NET Framework [5] 20
2.6 ASP [5] 20
2.7 ASP.NET [5] 21
2.7.1 ภาษา c#[4] 21
2.7.2 ASPX 22
2.7.3 ข้อได้เปรียบของ ASP.NET เมื่อเทียบกับ ASP 22
2.8 การทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ 22
2.8.1 การกำหนดค่าการทำงานให้กับตัว Wireless TRW2.4G [6] 22
2.8.2 การเชื่อมต่ออุปกรณ์แบบ I^2C BUS [9] 24
2.9 หลักการทำงานของวงจร [7] 27
2.9.1 เร็กกูเลเตอร์แบบขนาน (Shunt Regulator) 27
2.9.2 เร็กกูเลเตอร์แบบอนุกรม (Series Regulator) 27
2.9.3 แผนผังวงจรพื้นฐานของเร็กกูเลเตอร์แบบอนุกรม 28
2.9.4 ไอซีเร็กกูเลเตอร์สามขาชนิดจ่ายแรงดันคงที่ 29
2.9.5 ไอซีปรับระดับแรงดัน MAX 232 [9] 30
2.9.6 ไมโครคอนโทรลเลอร์ ATmega88 [10] 31
บทที่ 3 วิเคราะห์ออกแบบและพัฒนาส่วนควบคุมระบบ 34
3.1 การออกแบบรูปแบบของการเชื่อมต่อเซ็นเซอร์แบบไร้สาย 34
3.2 ออกแบบโครงสร้างและการทำงานของตัวระบบเซ็นเซอร์ ไร้สาย 35
3.2.1 ออกแบบโครงสร้างของตัวระบบเซ็นเซอร์ไร้สาย 35
3.2.2 ออกแบบการทำงานของตัวระบบโหนดแม่ (Gateway) เบื้องต้น 36

3.2.3 ออกแบบการทำงานของตัวระบบโหนดลูก (Sensor node) เบื้องต้น 37
3.2.4 ออกแบบตัวระบบให้มีการทำงานได้ทั้ง โหนดแม่ และ โหนดลูก 38
3.2.5 ออกแบบลักษณะของข้อมูลที่ใช้ส่งระหว่าง Sensor Node เบื้องต้น 38
3.3 การออกแบบการทดสอบการทำงานของระบบเซ็นเซอร์ไร้สาย 39
3.3.1 การออกแบบสำหรับการทดสอบการทำงานรับ-ส่งข้อมูลของ TRW2.4G เบื้องต้น .39
3.3.2 การออกแบบสำหรับการทดสอบการทำงานรับ-ส่งข้อมูลผ่านพอร์ตอนุกรม 40
3.4 การออกแบบลายวงจรของระบบเซ็นเซอร์ไร้สาย 41
3.5 ออกแบบลายละเอียดการทำงานของ ATMEGA88 46
3.5.1 ออกแบบการกำหนดค่าเริ่มต้นให้กับไวเลส TRW2.4G โดย Atmega88 46
3.5.2 ออกแบบฟังก์ชันเพื่อแปลงข้อมูลที่จะส่งให้อยู่ในรูปสัญญาณทางไฟฟ้า (Shift Data) 46
3.5.3 ออกแบบให้ Atmega88 มีการทำงานแบบขัดจังหวะ (Interrupt) 47
3.5.4 การกำหนดรีจิสเตอร์ใน Atmega88 สำหรับการใช้ Uart 47
3.6 การทดสอบการประหยัดพลังงานระหว่างการใช้และไม่ใช้ฟังก์ชัน SLEEP 48
3.7 ชนิดของเซ็นเซอร์ที่ใช้ในระบบเซ็นเซอร์ไร้สาย 49
3.8 การออกแบบระบบเซ็นเซอร์ไร้สายแบบเต็มรูปแบบส่งข้อมูลออก RS232 49
3.9 ปัญหาการสื่อสารข้อมูลของ WIRELESS TRW2.4G 51
3.9.1 ปัญหาการส่งข้อมูลชนกัน 51
3.9.2 ปัญหาการสูญหายของข้อมูล 52
3.9.3 ปัญหาการข้อมูลโหนดต่อโหนด 52
3.9.4 แก้ปัญหาทั้งระบบเพื่อทำให้ประสิทธิภาพดีขึ้น 52
3.10 ออกแบบหน้าต่างโปรแกรมที่ใช้ติดต่อกับระบบเซ็นเซอร์ไร้สาย เบื้องต้น 53
3.10.1 การออกแบบส่วน user interface สำหรับติดต่อระหว่างผู้ใช้กับตัว sensor 54
3.10.2 การทำงานของปุ่มต่างๆของหน้าเว็บ Application 59
3.10.3 การออกแบบส่วนของ Windows Forms Application (Win Form) 62
บทที่ 4 ผลการทดสอบ 66
4.1 เชื่อมต่อการทำงาน รับ-ส่ง ข้อมูลระหว่างไมโครคอนโทรเลอร์ โดยส่งผ่าน TRW2.4G ...67
4.2 การทดสอบการใช้พลังงานในอุปกรณ์เซ็นเซอร์ไร้สาย 67
4.3 เชื่อมต่อการทำงาน รับ-ส่ง ข้อมูลระหว่างไมโครคอนโทรเลอร์และคอมพิวเตอร์ผ่านทาง SERIAL PORT 70
4.4 เชื่อมต่อการทำงานของโปรแกรมอ่านค่าจากพอร์ตอนุกรมเบื้องต้น 73

4.5 การเชื่อมต่อวงจรและอ่านค่า SENSOR ประเภท I2C, ANALOG, DIGITAL 73
4.6 การทำงาน รับ-ส่ง ข้อมูลของ TRW2.4G ซึ่งข้อมูลมาจากการอ่านค่า SENSOR 75
4.7 การทำงานให้มีการส่งข้อมูลเป็น NETWORK 76
4.8 ทดสอบการทำงานของโปรแกรมสำเร็จรูป 78
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ 81
5.1 สรุปผลการดำเนินโครงงาน 81
5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข 82
5.3 แนวทางในการพัฒนาต่อไป 83
เอกสารอ้างอิง 84
เอกสารอ้างอิง (ต่อ) 85
ภาคผนวก ก รายละเอียดของไอซีหมายเลข ATMEGA88 86
ภาคผนวก ข รายละเอียดของไอซีหมายเลข L7805 89
ภาคผนวก ค รายละเอียดของไอซีหมายเลข LM1117T 95
ภาคผนวก ง รายละเอียดของไอซีหมายเลข MAX232 102
ภาคผนวก จ รายละเอียดของไอซีหมายเลข TRW2.4G 104
ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน 109

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 ตารางแสดงความหมายของชุดข้อมูลการกำหนดค่าเริ่มต้นให้กับ TRW2.4G.....24

4.1 บันทึกผลการทดสอบ.....69

4.2 ค่าเฉลี่ยของกระแส.....69

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1 แสดงขอบเขตสัญญาณในการรับ – ส่งข้อมูล 9

รูปที่ 2.2 แสดงวิธีการทำงานของโปรโตคอล AODV 10

รูปที่ 2.3 แสดงวิธีการใช้ Sequence Number 11

รูปที่ 2.4 แสดงสาเหตุของการเกิด ERROR Message 12

รูปที่ 2.5 ภาพจำลองการเชื่อมต่อระหว่างโหนด 14

รูปที่ 2.6 โครงสร้างการเชื่อมต่อแบบดาว 15

รูปที่ 2.7 โครงสร้างการเชื่อมต่อแบบวงแหวน 15

รูปที่ 2.8 โครงสร้างการเชื่อมต่อแบบบัส 16

รูปที่ 2.9 แผนภาพการเดินไฟ 23

รูปที่ 2.10 สัญญาณการเซตค่าเริ่มต้นให้กับ TRW2.4G 23

รูปที่ 2.11 แสดงรูปแบบการติดต่อแบบ I^2C BUS 25

รูปที่ 2.12 รูปสัญญาณ Start และ Stop 25

รูปที่ 2.13 I^2C BUS (Control Byte) 26

รูปที่ 2.14 การรับส่งบิตข้อมูลของ I^2C BUS 26

รูปที่ 2.15 เร็กกูเลเตอร์แบบขนาน (Shunt Regulator) 27

รูปที่ 2.16 เร็กกูเลเตอร์แบบอนุกรม (Series Regulator) 27

รูปที่ 2.17 แสดงแผนผังวงจรพื้นฐานของเร็กกูเลเตอร์แบบอนุกรม 28

รูปที่ 2.18 แสดงการต่อไอซีเร็กกูเลตอร์ใช้งานแบบง่ายๆ 29

รูปที่ 2.19 แสดงตำแหน่งขาของ IC Regulator เบอร์ 78xx 29

รูปที่ 2.20 ตำแหน่งขาสัญญาณและวงจรภายในไอซีปรับระดับแรงดัน MAX 232 30

รูปที่ 2.21 ขาพอร์ต AVR (ATmega88) ตัวถังแบบ PDIP 32

รูปที่ 3.1 แสดงตัวอย่างการทำงานของระบบ การเชื่อมต่อเซ็นเซอร์ไร้สาย....34
รูปที่ 3.2 โครงสร้างของ เซ็นเซอร์โหนด....35
รูปที่ 3.3 ตัวอย่างการทำงานของ Gateway....36
รูปที่ 3.4 ตัวอย่างการทำงานของ Sensor Node....37
รูปที่ 3.5 ตัวอย่างการทำงานของระบบ....38
รูปที่ 3.6 รูปแบบของข้อมูล....38
รูปที่ 3.7 โครงสร้างของ เซ็นเซอร์โหนดแบบคร่าวๆ....39
รูปที่ 3.8 รูปการออกแบบการทำงานสำหรับรับส่งข้อมูลอย่างง่าย....40
รูปที่ 3.9 ตัวอย่างการทำงานของระบบแบบที่สอง....41
รูปที่ 3.10 Multipurpose Wireless Sensor Network Circuit....42
รูปที่ 3.11 ลายวงจรบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์....42
รูปที่ 3.12 รูปการต่อเซ็นเซอร์ ทั้ง 3 แบบ....44
รูปที่ 3.13 วงจรที่เสร็จสมบรูณ์ตามที่ออกแบบ....45
รูปที่ 3.14 Port wireless....45
รูปที่ 3.15 ตัวอย่างการทำงานของระบบรวม....49
รูปที่ 3.16 รูปแบบของข้อมูล....50
รูปที่ 3.17 รูปแบบของข้อมูลคำสั่ง 2 Byte....51
รูปที่ 3.18 รูปเพิ่มการทำงานเพื่อแก้ไขปัญหาข้อมูลสูญหาย....53
รูปที่ 3.19 ออกแบบหน้าต่างโปรแกรมเบื้องต้น....53
รูปที่ 3.20 การสร้างฟอร์มเริ่มต้น ขั้นที่1....54
รูปที่ 3.21 การสร้างฟอร์มเริ่มต้น ขั้นที่2....55
รูปที่ 3.22 การสร้างฟอร์มเริ่มต้น ขั้นที่3....55
รูปที่ 3.23 การสร้างฟอร์มเริ่มต้น ขั้นที่4....56
รูปที่ 3.24 การสร้างฟอร์มเริ่มต้น ขั้นที่5....57

รูปที่ 3.25 แสดงองค์ประกอบหลักของหน้า web application 57
รูปที่ 3.26 ปุ่มต่างๆของเว็บหน้าหลัก 59
รูปที่ 3.27 ปุ่มต่างๆในส่วนของ Node Setting 60
รูปที่ 3.28 ส่วนที่ใช้แสดงค่าที่เซ็นเซอร์วัดได้ 61
รูปที่ 3.29 โครงสร้างหลักของ Win Form 62
รูปที่ 3.30 Component ที่ใช้ในแอพพลิเคชั่น 64
รูปที่ 4.1 แผนภาพแสดงการทำงานของระบบ 66
รูปที่ 4.2 แสดงการเชื่อมต่อวงจรไมโครคอนโทรเลอร์กับไวเลส 67
รูปที่ 4.3 แสดงขั้นตอนการเชื่อมต่อวงจรไมโครคอนโทรเลอร์กับไวเลสและการวัดค่า 68
รูปที่ 4.4 สาย USB to Serial 70
รูปที่ 4.5 ต่อสายเข้ากับอุปกรณ์ (1) 70
รูปที่ 4.6 ต่อสายเข้ากับอุปกรณ์ (2) 71
รูปที่ 4.7 ต่อสายเข้ากับอุปกรณ์ (3) 71
รูปที่ 4.8 แสดงเมนู AVR Prog 71
รูปที่ 4.9 ตั้งค่า AVR Prog 71
รูปที่ 4.10 Open ไฟล์ .hex 72
รูปที่ 4.11 กดปุ่มเพื่อส่งข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ 72
รูปที่ 4.12 แสดงการอ่านค่าจาก Serial Port 73
รูปที่ 4.13 อุปกรณ์เซ็นเซอร์ประเภทต่างๆ 73
รูปที่ 4.14 Compass Sensor (I2C Sensor) 74
รูปที่ 4.15 LDR Sensor (Analog Sensor) 74
รูปที่ 4.16 Switch Sensor (Digital Sensor) 75
รูปที่ 4.17 แสดงการเชื่อมต่อของบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์กับเซ็นเซอร์ 75
รูปที่ 4.18 รับข้อมูลจากเซ็นเซอร์ประเภท I2C 76
รูปที่ 4.19 รับข้อมูลจากเซ็นเซอร์ประเภท Analog 76

รูปที่ 4.20 รับข้อมูลจากเซ็นเซอร์ประเภท Digital 76

รูปที่ 4.21 ทดสอบการทำงานของระบบเครือข่ายแบบไร้สาย ผลลัพธ์ออกทางHyperTerminal... 76

รูปที่ 4.22 ปัญหาการสูญเสียข้อมูล ถึงแม่จะมีการ Request Acknowledge แล้ว 77

รูปที่ 4.23 การตอบรับ Acknowledge 77

รูปที่ 4.24 อุปกรณ์เซ็นเซอร์ไร้สาย 78

รูปที่ 4.25 เว็บแอพพลิเคชั่นและการใช้งานเบื้องต้น 78

รูปที่ 4.26 แสดงข้อมูลออกมาในรูปแบบกราฟ 79

รูปที่ 4.27 กำหนดค่าต่างๆให้กับโหนดตามต้องการ 79

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน

ในปัจจุบันจะพบว่าอุปกรณ์เซ็นเซอร์เข้ามามีบทบาททั้งในชีวิตประจำวันและในโรงงานอุตสาหกรรมมากทั้งในด้านการอำนวยความสะดวกและและความปลอดภัย ในด้านต่างๆ แต่ในปัจจุบันอุปกรณ์เซ็นเซอร์ได้มีจำนวนมากขึ้น บางสถานที่ต้องใช้เซ็นเซอร์หลายๆตัวเพื่อตัวจับข้อมูลที่ต้องการเพื่อความปลอดภัยและอำนวยความสะดวกสบาย

ในบางครั้งอุปกรณ์เซ็นเซอร์ที่มีจำนวนมาก หากเชื่อมต่อด้วยสายไฟต้องใช้สายไฟมาก ทำให้ไม่เกิดความสะดวกในการติดตั้งอุปกรณ์เซ็นเซอร์ แล้วพื้นที่ที่ไม่มีไฟฟ้าหรือมีแต่ต้องใช้ต้นทุนมากในการเดินสายไฟเพื่อไปเชื่อมต่อกับอุปกรณ์เซ็นเซอร์ที่ต้องการ จึงทำให้กลุ่มผู้จัดทำได้สนใจที่จะศึกษาโครงงานเกี่ยวกับเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายขึ้น ซึ่งจะก่อให้เกิดประโยชน์ต่างๆมากมาย เช่น เพื่อความสะดวกในการติดตั้งอุปกรณ์เซ็นเซอร์ในจุดที่ไม่มีไฟฟ้า ,ทำให้ลดค่าใช้จ่ายในการเดินสายไฟ ดังนั้นจึงทำให้เกิดการพัฒนาระบบเชื่อมต่อที่ไร้สายเกิดขึ้น

ในอุปกรณ์เซ็นเซอร์ไร้สายได้นำเทคโนโลยีการเชื่อมต่อที่ไร้สายเข้ามาประยุกต์ใช้ เพื่อรองรับอุปกรณ์เซ็นเซอร์ที่มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นในอนาคต และจะสะดวกในการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์เซ็นเซอร์อีกด้วย แล้วจะนำการเชื่อมต่อที่เป็นเครือข่ายเข้ามาเชื่อมโยงด้วย เพื่อจะให้เซ็นเซอร์แต่ละตัวได้รับทราบข้อมูลซึ่งกันและกัน จึงนำเทคโนโลยีทั้งหมดนี้มาทำการพัฒนาอุปกรณ์ไร้สายให้เป็นระบบเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายต่อไป

การพัฒนานี้ใช้อุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ (AVR ATmega8) ในการควบคุมเซ็นเซอร์ (มีการส่งข้อมูลแบบ I^2C, Analog, Digital) และไวร์เลส (TRW-2.4g) สำหรับการพัฒนาโปรแกรมควบคุมนี้ได้ทำการทดสอบและรันโปรแกรมบนระบบปฏิบัติการไมโครซอฟท์วินโดว์ 7 และโปรแกรม AVR Studio 4 โดยการพัฒนาโปรแกรมควบคุมด้วยภาษาซี และเชื่อมอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์เข้ากับคอมพิวเตอร์โดยผ่านพอร์ตอนุกรม เพื่อใช้ในการอ่านค่าที่ได้จากเซ็นเซอร์และส่งข้อมูลที่อ่านได้แสดงผลผ่านทางเว็บไซต์ เพื่อความสะดวกในการเข้าถึงข้อมูล แล้วนำข้อมูลที่ได้ไปพิจารณาผลลัพธ์และนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

สำหรับผลที่คาดหวังที่จะได้จากการจัดทำโครงงานนี้คือ สามารถนำเซ็นเซอร์ต่อเข้ากับอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อที่จะอ่านค่าต่างๆที่รับมาทางเซ็นเซอร์ โดยให้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ส่งผลลัพธ์ที่ได้ผ่านทางSerial Port

Wireless มาตรฐาน IEEE 802.11 ความเร็วในการรับส่งข้อมูล 1 Mbps ที่ความถี่ 2.4 GHzให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ที่เชื่อมต่อเครื่องคอมพิวเตอร์ และดูข้อมูลผ่านทางเว็บไซต์ได้ และคาดว่าในอนาคตจะสามารถนำไปใช้งานได้จริงในการส่งข้อมูล

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 เพื่อศึกษาทฤษฎีการการสื่อสารโดยใช้ wireless

1.2.2 เพื่อศึกษาการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ (AVR ATmega8)

1.2.3 เพื่อศึกษาระบบเครือข่ายส่งข้อมูลไร้สาย

1.2.4 เพื่อศึกษาระบบเซ็นเซอร์ให้ใช้งานได้หลากหลายยิ่งขึ้น

1.2.5 เพื่อศึกษาโปรแกรมควบคุมบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์

1.2.6 เพื่อศึกษาการเขียนโปรแกรมที่สามารถเข้าถึงข้อมูลภายในวงแลนหรือระบบอินทราเน็ต

1.2.7 เพื่อทดสอบระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้เชื่อมต่อกันเซ็นเซอร์

1.2.8 เพื่อเก็บข้อมูลเพื่อนำมาวิเคราะห์ ของ Wireless

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1.3.2 ศึกษาและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับระบบการส่งข้อมูลผ่าน Wireless มาตรฐาน IEEE 802.11 ความเร็วในการรับส่งข้อมูล 1 Mbps ที่ความถี่ 2.4 GHz

1.3.2 ศึกษาการใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อใช้ในการควบคุมการส่งข้อมูลและรับข้อมูลผ่านอุปกรณ์ Wireless มาตรฐาน IEEE 802.11 ความเร็วในการรับส่งข้อมูล 1 Mbps ที่ความถี่ 2.4 GHz

1.3.3 จัดทำโปรแกรมที่ใช้ควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์โดยทำงานร่วมกับเซ็นเซอร์ที่มีการติดต่อแบบสัญญาณดิจิตอล, I2C และ สัญญาณอนาล็อก

1.3.4 จัดทำโปรแกรมที่เก็บข้อมูลของเซ็นเซอร์ ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวที่เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1.4.1 ศึกษาการทำงานของ Wireless มาตรฐาน IEEE 802.11 ความเร็วใน การรับส่งข้อมูล 1 Mbps ที่ความถี่ 2.4 GHz

1.4.2 ศึกษาlibrary ของ AVR Studio 4 เพื่อเขียนโปรแกรมควบคุมการรับส่งข้อมูลทาง wireless 2.4GHz

1.4.3 ศึกษาการทำงานของเซ็นเซอร์ แบบอนาล็อก และ ดิจิตอล เพื่อการการเขียนโปรแกรมใช้งานเซ็นเซอร์

1.4.4 ศึกษาlibrary ของ AVR Studio 4 เพื่อเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของเซ็นเซอร์

1.4.5 ศึกษาการเขียนโปรแกรมด้วยภาษา C# ที่สามารถสั่งการให้ไมโครคอนโทรเลอร์ทำงานตามชุดคำสั่งดังนี้

1.4.5.1 เรียกดูค่าเซ็นเซอร์จากโหนดที่ต้องการ

1.4.5.1 เรียกดูว่ามีโหนดทั้งหมดกี่โหนดรอบตัวโหนดแม่

1.4.6 ศึกษาการเขียนเว็บไซค์สำหรับการแสดงค่าจากเซ็นเซอร์ที่อ่านได้

1.4.7 ทดสอบการส่งข้อมูลของแต่ละโหนดของ Wireless

1.4.8 ทดสอบการเชื่อมต่อระหว่างไมโครคอนโทรเลอร์กับคอมพิวเตอร์ ด้วย RS232

1.4.9 ทดสอบการเข้าถึงข้อมูลโดยผ่านเว็บไซค์ และการสั่งงาน

1.5 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.
1.5.1 ศึกษาการทำงานของ Wireless มาตรฐาน IEEE 802.11 ความเร็วในการรับส่งข้อมูล 1 Mbps ที่ความถี่ 2.4 GHz	←	—	→							
1.5.2 ศึกษาlibrary ของ AVR Studio 4 เพื่อเขียนโปรแกรมควบคุมการรับส่งข้อมูลทาง wireless 2.4GHz		←	—	→						
1.5.3 ศึกษาการทำงานของเซ็นเซอร์แบบอนาล็อก และ ดิจิตอล เพื่อการการเขียนโปรแกรมใช้งานเซ็นเซอร์			←	—	→					

1.5.4 ศึกษาlibrary ของ AVR Studio 4 เพื่อเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของเซ็นเซอร์			←	—	→					
1.5.5 ศึกษาการเขียนโปรแกรมด้วยภาษา C# ที่สามารถสั่งการให้ไมโครคอนโทรเลอร์ทำงานตามชุดคำสั่ง			←	→						
1.5.6 ศึกษาการเขียนเว็บไซต์สำหรับการแสดงค่าจากเซ็นเซอร์ที่อ่านได้				←	—	→				
1.5.7 ทดสอบการส่งข้อมูลของแต่ละโหนดของ Wireless							↔			
1.5.8 ทดสอบการเชื่อมต่อระหว่างไมโครคอนโทรเลอร์กับคอมพิวเตอร์ด้วย RS232							↔			
1.5.9 ทดสอบการเข้าถึงข้อมูลโดยผ่านเว็บไซต์ และการสั่งงาน							↔			
1.5.10 ปรับแต่งเพิ่งเติมโครงงาน								↔		
1.5.11 สรุปงานและจัดทำรายงาน			←	—	—	—	—	—	—	→

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงงาน

1.6.1 เข้าใจหลักการส่งข้อมูลผ่านระบบ/คลื่นความถี่ Wireless มาตรฐาน IEEE 802.11 ความเร็วในการรับส่งข้อมูล 1 Mbps ที่ความถี่ 2.4 GHz

1.6.2 เข้าใจวิธีการรับข้อมูล Sensor โดยใช้ไมโครคอนโทรเลอร์อ่านค่า และส่งข้อมูลผ่านทาง Wireless มาตรฐาน IEEE 802.11 ความเร็วในการรับส่งข้อมูล 1 Mbps ที่ความถี่2.4 GHz

1.6.3 สามารถสร้างโปรแกรมที่ใช้ควบคุมบอร์ดไมโครในการรับ-ส่งค่าผ่านทาง Wireless ด้วย TRW 2.4g ได้

1.6.4 สามารถสร้างโปรแกรมด้วยภาษา C# ในการควบคุมการทำงานของบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์

1.6.5 สามารถสร้างเว็บไซต์ในการดูข้อมูลและควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรเลอร์

1.6.6 โปรแกรมที่สร้างขึ้นสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.7 งบประมาณ

1.7.1 ค่าวัสดุ (อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และอื่นที่เกี่ยวข้อง)	เป็นเงิน	3,000 บาท
1.7.2 ค่าทำเอกสาร	เป็นเงิน	1,000 บาท
	รวมเป็นเงินทั้งสิ้น	4,000 บาท
	(สี่พันบาทถ้วน)	

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะอธิบายถึงหลักการและความรู้เบื้องต้น ที่กลุ่มผู้จัดทำโครงงานได้ทำการศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลเพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในโปรเจคนี้ โดยจะกล่าวถึงระบบการสื่อสารไร้สาย Mobile ad hoc network (MANETs) โดย ad hoc networking ถูกคาดหวังให้เป็นส่วนสำคัญของฟังก์ชันเครื่อข่ายไร้สายรุ่นต่อไป โดยทั่วไป MANETs สามารถเคลื่อนที่ได้ด้วยระบบการเคลื่อนที่อิสระของโหนดโดยผ่านทางเครือข่ายไร้สาย ซึ่งปราศจากการใช้เครือข่ายขององค์กรต่างหรือเครือข่ายอินเตอร์เน็ตที่ใช้งานจริง อีกทั้งโหนดมีความอิสระในการเคลื่อนที่หรือตำแหน่งด้วยเหตุนี้โทโปโลยีของเครือข่ายไร้สาย จึงสามารถเปลี่ยนแปลงได้อย่างกะทันหัน ดังนั้นเครือข่ายจึงสามารถทำงานแบบเครือข่ายเดี่ยวได้หรืออาจจะติดต่อกับอินเตอร์เน็ตที่ใหญ่กว่าได้ MANETs ไม่มีการกำหนดเครือข่ายที่แน่นอนเพราะ MANETs ไม่ต้องการโครงสร้างที่แน่นอน เหมือนกับตำแหน่งที่ตั้งสำหรับการทำงานโดยทั่วไปเส้นทางระหว่างโหนดใน ad hoc networks อาจหมายถึงโฮป หลายๆโฮป ด้วยเหตุนี้จึงถูกเรียกว่า " multichip wireless ad hoc network"

2.1 Ad Hoc Networks

2.1.1 เบื้องต้น

Ad hoc networks [1] คือเทคโนโลยีที่ใช้ในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ เช่น พีซี โน๊ตบุค และอุปกรณ์อื่นๆ โดยผ่าน Wireless Device ซึ่งในแต่ละโหนดสามารถทำการเชื่อมต่อโดยตรงกับโหนดอื่นที่อยู่ใกล้ๆโหนดนั้น แต่ต้องอยู่ภายในระยะห่างที่ Wireless สามารถทำการเชื่อมต่อได้ สำหรับโหนดที่ต้องการเชื่อมต่อกับโหนดที่อยู่ไกลเกินกว่าระยะที่ wireless สามารถเชื่อมต่อได้ โหนดจำเป็นต้องใช้โหนดที่อยู่ระหว่างกลางเพื่อทำการส่งข้อมูลโดยส่งแบบ hop-by-hop

2.1.2 ลักษณะทั่วไปและประโยชน์

MANETs ได้สืบทอดลักษณะทั่วไปที่พบในเครือข่ายไร้สายแบบปกติ และได้ทำการเพิ่มลักษณะตัวขึ้นใน ad hoc networking ดังนี้

- สื่อสารแบบไรสาย มีการเชื่อมต่อและส่งข้อมูลผ่านระหว่างโหนดในรูปแบบไร้สาย

- MANETs คือการเคลื่อนที่ของเครือข่ายชั่วคราวอย่างเป็นอิสระ โดยการรวมกันของโหนดหลายๆโหนด
- ระบบอัตโนมัติใน MANETs ไม่ได้ขึ้นอยู่กับโครงสร้างในการทำงาน แต่เป็นการทำงาน peer-to-peer ของแต่ละโหนด
- มัลติเราเตอร์ คือแต่ละโหนดทำงานเปรียบเสมอตัวเองเป็นเราเตอร์และส่งข้อมูลในรูปแบบแพกเกจไปยังโหนดอื่น
- ความเป็นอิสระในการสื่อสารกับโหนดอื่นๆ โทโปโลยีของ ad hoc network คือสามารถเคลื่อนที่ในธรรมชาติได้ และโหนดมีการเคลื่อนที่เข้าไปรวมกับโหนดอื่นอยู่เสมอ

2.1.3 ระบบเซ็นเซอร์ไร้สาย

เครือข่ายเซ็นเซอร์ เป็นสิ่งสำคัญที่นำมาใช้ในการใช้เก็บข้อมูลเกี่ยวบกับสภาพแวดล้อมและอื่นๆ ที่มนุษย์ไม่สามารถเข้าถึงได้ หรือเป็นพื้นที่ซึ่งก่อให้เกิดอันตรายได้ เพราะเหตุนี้จึงทำให้เกิดความคิดที่จะนำเครือข่ายเซ็นเซอร์มาใช้ เพราะเครือข่ายเซ็นเซอร์ง่ายต่อการติดตั้งและการบำรุงรักษา

สิ่งที่ต้องมีในเครือข่ายเซ็นเซอร์ คือ ต้องมีการตรวจจับข้อมูลอย่างละเอียดถี่ถ้วนและต้องสัมพันธ์กับความเป็นจริงด้วย มีการรวบรวมข้อมูลเพื่อที่จะนำไปวิเคราะห์และสร้างกฎเกณฑ์มาควบคุม จะต้องได้รับข้อมูลข่าวสารจากเซ็นเซอร์ที่กระจายตัวกันอยู่ โดยข้อมูลที่ได้รับจากเซ็นเซอร์ตัวแรกต้องถูกส่งต่อไปยังเซ็นเซอร์รอบข้างเพื่อที่จะนำไปวิเคราะห์และตัดสินในการที่จำทำการอื่นๆต่อไป เช่น การส่งสัญญาณเตือนต่างๆ จะต้องได้รับการวิเคราะห์ที่มีความแม่นยำมากเพื่อไม่ก่อให้เกิดความเสียหายจากการที่เซ็นเซอร์ดังกล่าวได้ส่งสัญญาณเตือนออกไป

การส่งข้อมูลของเครือข่ายเซ็นเซอร์ที่ดีนั้นต้องมีการกระจายเส้นทางในการสื่อสารของเซ็นเซอร์ไว้เพื่อรองรับการเพิ่มจำนวนของโหนดที่มีมากขึ้น ในการจัดการส่งข้อมูลของในระบบเครือข่าย ต้องใช้การเร้าติ้งเทเบิลเข้ามาช่วยในการจัดการการส่งข้อมูลในแต่ละโหนดว่าโหนดไหนส่งข้อมูลไปยังโหนดไหนต่อไป เพราะถ้ามีโหนดที่เพิ่มมากขึ้นเลื่อยๆ ก็จะต้องใช้เครือข่ายที่มีโครงสร้าง เส้นทางที่เป็นระดับชั้น ทำให้สามารถหาเส้นทางได้ง่ายขึ้น และเป็นไปตามกฎของการกระจายของสัญญาณและการติดสินใจ เพราะกระบวนการบางกระบวนการสามารถทำให้เสร็จสิ้นในระดับชั้นนั้นๆเลย ขณะที่มีโหนดและเส้นทางเพิ่มมากขึ้น ต้องแก้ปัญหาความซับซ้อนในการคำนวณเส้นทางได้ และโครงสร้างระดับชั้นนี้ต้องไม่มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น คือ ต้องมีโครงสร้างเหมือนเดิมในระดับชั้นเดียวกัน โครงสร้างในระดับชั้นนี้เป็นโครงสร้างทั่วไปใน WSNs และโหนดต่างๆ จะรวมตัวเป็นกลุ่มๆและมีตัวควบคุมในแต่ละกลุ่มนั้นๆด้วย

2.1.4 Personal Area Network

Personal Area Network (PAN) คือ เครือข่ายที่ช่วยทำให้เราติดต่อสื่อสารระหว่างผู้ใช้กับสิ่งที่อยู่รอบตัวมากขึ้น โดยทำการเชื่อมต่อระหว่างผู้ใช้กับอุปกรณ์ไร้สายเข้าด้วยกัน ผู้ใช้ที่อยู่ไกลจากอาจเชื่อมต่อได้โดยการใช้เสียง สำหรับเครือข่ายที่มีอุปกรณ์อยู่ใกล้ๆกัน PAN จะใช้เครือข่ายไร้สาย ในการเชื่อมต่อ โดยอาจใช้สนามไฟฟ้าของร่างกายมนุษย์เป็นสื่อทางไฟฟ้า หรือใช้สนามไฟฟ้าและอื่นๆ โดยเมื่อ PAN ใช้เครือข่ายไร้สายในการเชื่อมต่อ PAN จะอ้างอิงถึง wireless PAN (WPAN) WPAN ทำให้เกิดโครงสร้างไร้สายแบบ "bubble" ขึ้นรอบๆตัวผู้ใช้ซึ่งอ้างอิงถึง personal operating space (POS) แนวคิดพื้นฐานของระบบ WPAN คือการรักษาการเชื่อมต่อระหว่างสอง WPAN ที่มีอุปกรณ์ครบถ้วนสมบูรณ์ โดยมีระยะห่างกันประมาณ 10 เมตร WPAN สามารถสร้างการเชื่อมต่อกันได้เอง อุปกรณ์ WPAN สามารถเชื่อมต่อกับอินเตอร์เน็ตหรือเชื่อมต่อกับเซ็นเซอร์ได้

WPAN ใช้ระบบไร้สายส่งข้อมูลเป็นระยะทางสั้นๆ เหมือนกับ WLAN อย่างไรก็ตาม WPAN และ WLAN ต้องระบุตำแหน่งที่แน่นอน WPAN มีราคาต่ำ และใช้พลังงานน้อย โดยค่าใช้จ่ายจะสูงขึ้นเมื่อความเร็วในการสื่อสารเพิ่มขึ้นและขนาดข้อมูลที่ใหญ่ขึ้น ในขณะที่ WLAN มีราคาสูง ใช้พลังงานมากกว่า และมีระยะทางในการสื่อสารที่ไกลกว่า WPAN

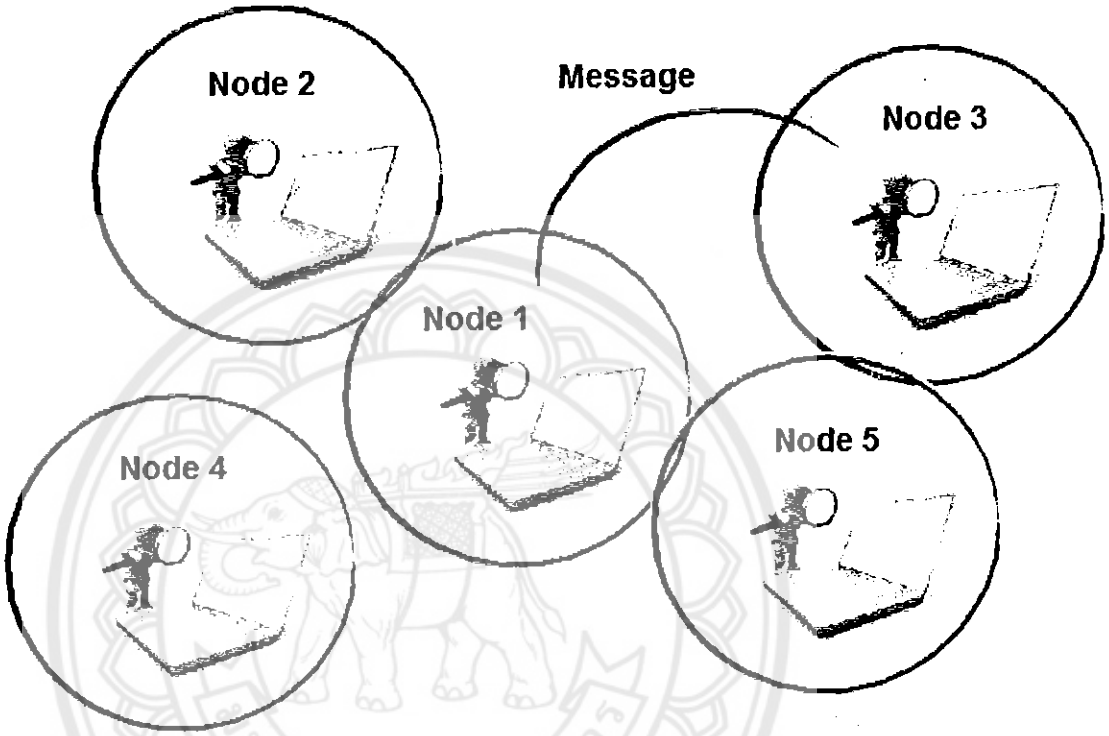
2.2 Routing Protocol

Routing Protocol [2] เป็นส่วนสำคัญในการส่งข้อมูลจากอีกโหนดหนึ่งไปยังอีกโหนดหนึ่ง โดยโปรโทคอลที่ใช้ในการแลกเปลี่ยน (routing table) ระหว่างอุปกรณ์ต่างๆในเครือข่ายจะทำงานในระดับ Network Layer เพื่อให้อุปกรณ์เหล่านี้สามารถส่งข้อมูล (IP packet) ไปยังโหนดปลายทางได้อย่างถูกต้อง โดยที่ผู้ดูแลเครือข่ายไม่ต้องแก้ไขข้อมูลใน routing table ของอุปกรณ์ต่างๆตลอดเวลา เรียกว่าการทำงานของ Routing Protocol ทำให้เกิดการใช้งานที่มีการเปลี่ยนรูปแบบตลอดเวลาต่อระบบเครือข่าย ในที่นี้จะกล่าวถึงโปรโตคอล AODV เพราะเป็นโปรโตคอลที่นำมาใช้ในเครือข่าย Zigbee

2.2.1 AODV Protocol

Aodv เป็นโปรโตคอลที่เป็นแบบแผนในการหาเส้นทางระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เคลื่อนย้ายได้ หรือโหนดในการส่งข้อความผ่านไปยังโหนดข้างเคียงเพื่อไปยังโหนดต้นทางที่ไม่สามารถติดต่อได้โดยตรง ซึ่งสามารถเปรียบเทียบได้เหมือนกับว่าเป็นเส้นทางของการส่งข้อความ (Routing Message) ระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เคลื่อนย้ายได้หรือโหนดในระหว่างทางที่ข้อความถูกส่งผ่านไปโปรโตคอล AODV ก็จะทำการค้นหาเส้นทางไปด้วย โดยจะเชื่อว่าจะไม่เกิด

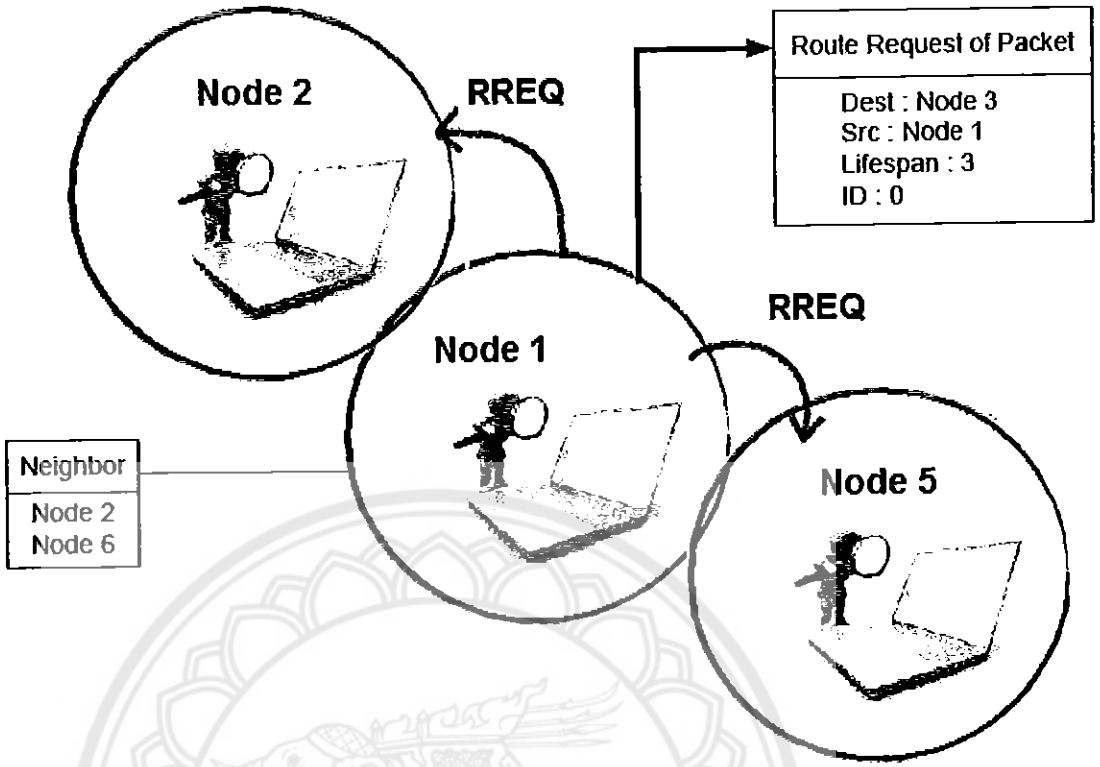
การวนลูปซ้ำ และพยายามหาเส้นทางที่สั้นที่สุด เพื่อประหยัดเวลาในการส่งข้อมูล และโปรโตคอล AODV ยังสามารถที่จะควบคุมการเปลี่ยนแปลงของเส้นทางและสามารถสร้างเส้นทางใหม่ได้หากเกิดข้อผิดพลาด



รูปที่ 2.1 แสดงขอบเขตสัญญาณในการรับ – ส่งข้อมูล

จากรูปเป็นการแสดงการตั้งค่าให้กับโหนดในเครือข่ายไร้สาย เพราะการส่งข้อมูลไปยังโหนดที่ไม่ได้อยู่ในรัศมีวงกลมจะทำได้ไม่สะดวก หากไม่รู้เส้นทางในการส่งที่แน่นอน เพราะมีการกำหนดขอบเขตการเชื่อมต่อ จึงทำให้แต่ละโหนดสามารถติดต่อกับโหนดที่อยู่ถัดจากตัวเองเท่านั้น

สำหรับโหนดที่เราสามารถติดต่อได้โดยตรงนั้น เรียกว่า neighbor โดยโหนดจะเก็บข้อมูลของ neighbor เมื่อได้รับข้อความ แต่ละโหนดจะทำการส่งข้อความนั้นออกมาตามช่วงเวลาที่ได้ตั้งค่าไว้ เมื่อมีโหนดใดๆต้องการส่งข้อความไปยังโหนดอื่นที่ไม่ใช่ neighbor โหนดจะทำการส่งข้อความ Route Request (RREQ) ซึ่งใน RREQ นี้จะประกอบไปด้วยส่วนสำคัญของข้อมูล เช่นต้นทาง ปลายทาง อายุของข้อความและหมายเลขลำดับที่เป็น unique ID

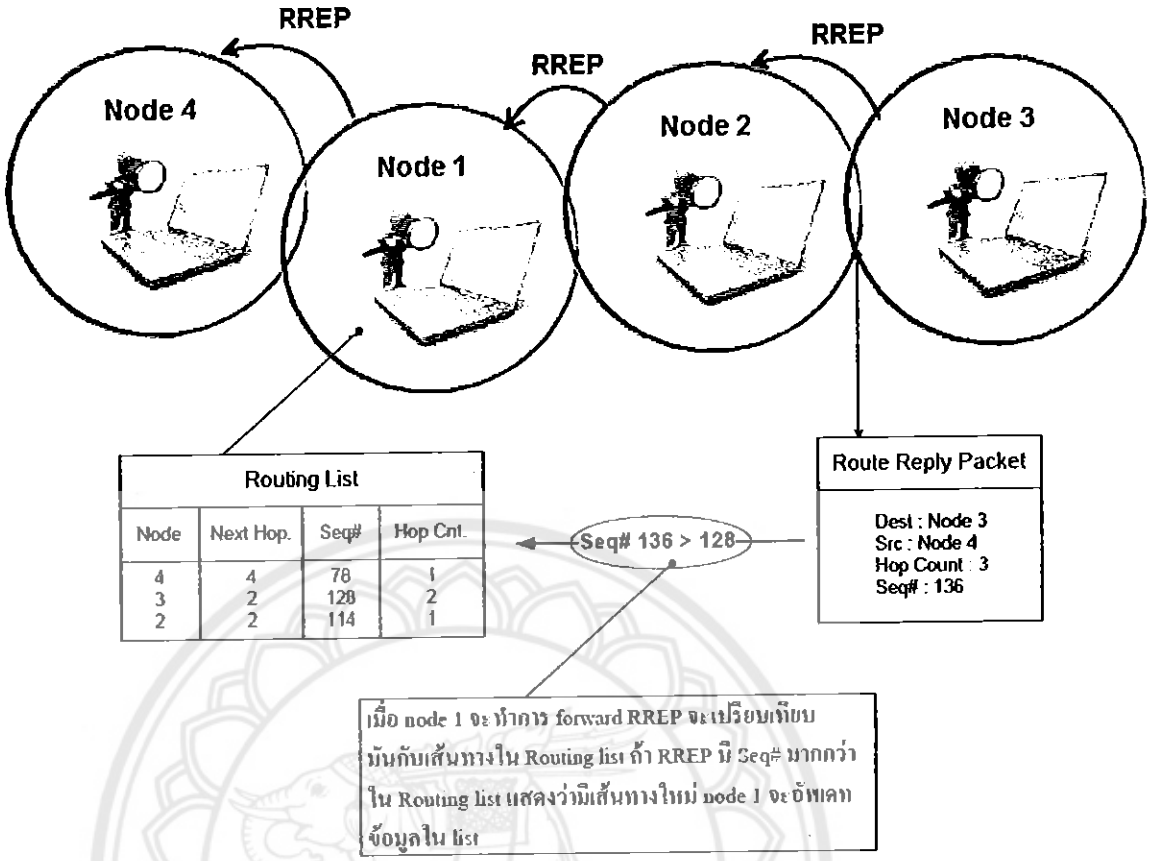


รูปที่ 2.2 แสดงวิธีการทำงานของโปรโตคอล AODV

จากรูปถ้าโหนด 1 ต้องการจะส่งข้อความไปยังโหนด 3 โดยที่มี neighbors คือ โหนด 2 และ โหนด 5 เมื่อ neighbor ของโหดน 1 ได้รับข้อความก็จะมีสองเงื่อนไข คือ ถ้าโหนดเหล่านี้รู้จักเส้นทางที่จะไปหาโหนดปลายทางหรือเป็นปลายทางเอง โหนดนั้นจะ rebroadcast RREQ ไปยัง neighbor ของตน และถ้า อายุข้อความหมดไปแต่โหนด 1 ยังไม่ได้รับข้อความตอบกลับมา จะทำการส่ง RREQ ออกไปใหม่ โดยจะทำการเพิ่มของอายุข้อความ และสร้าง ID ใหม่ขึ้นมาแนบออกไปด้วย โดยโหนดทั้งหมดจะใช้ลำดับหมายเลขใน RREQ เพื่อตรวจสอบว่าเป็นการ rebroadcast หรือไม่

2.2.2 Sequence Number

Sequence Number จะให้บริการคล้าย time stamp โดยยอมให้โหนดนำไปเปรียบเทียบว่าข้อมูลใดใหม่ที่สุด โดยทุกครั้งที่โหนดมีการส่งข้อความชนิดต่างๆออกไป โหนดจะทำการเพิ่มค่า Sequence Numbers ของตัวเลข แต่ละโหนดจะทำการบันทึก Sequence Numbers ของโหนดอื่นที่ติดต่ออยู่ด้วย Sequence Numbers ที่สูงกว่าจะแสดงเส้นทางที่ใหม่กว่า

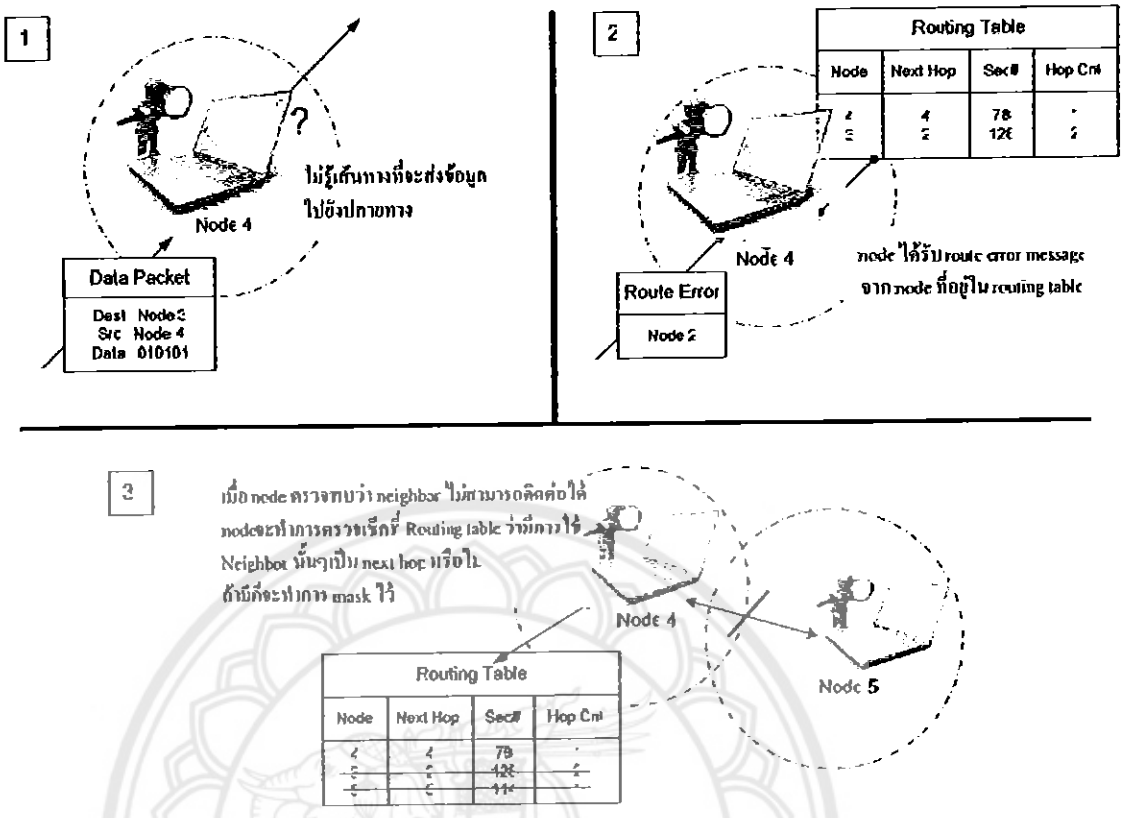


รูปที่ 2.3 แสดงวิธีการใช้ Sequence Number

ในตัวอย่างดังรูปที่ 2.3 โหนดที่ 1 ส่ง REEQ ไปยังโหนดที่ 4 สังเกตุจากสันทางใน RREP จะมี Sequence Numbers มากกว่าใน Routing list ดังนั้นโหนด 1 จะทำการแทนที่ด้วยทางใหม่ที่อยู่ใน RREP

2.2.3 Error Message

Route Error Message (RERR) ยอมให้โปรโตคอล AODV ปรับปรุงเส้นทางเมื่อโหนดมีการเคลื่อนย้าย เมื่อโหนดได้รับ REER จะไปพิจารณาที่ Routing table แล้วทำการลบโหนดที่มีปัญหาออกไป



รูปที่ 2.4 แสดงสาเหตุของการเกิด ERROR Message

จากรูปที่ 2.4 แสดงเหตุการณ์ที่โหนดส่ง RERR ให้กับ neighbors

1. โหนดได้รับ Data packet ที่เชื่อว่าสามารถส่งให้ปลายทางได้เลย แต่ที่จริงไม่สามารถทำได้เพราะไม่รู้เส้นทางที่จะไปยังปลายทาง ปัญหาที่แท้จริงในข้อนี้ไม่ใช่ไม่รู้เส้นทางที่จะส่งไปแต่ปัญหาที่แท้จริง คือ โหนดอื่นเข้าใจว่าโหนดนี้เป็นเส้นทางที่ถูกต้องในการส่งให้ปลายทางต้องส่งผ่านโหนดนี้
2. โหนดได้รับ RERR Message เนื่องจากโหนดอย่างน้อยหนึ่งโหนดในเส้นทางใช้ไม่ได้ โดยโหนดที่ส่งมานั้นจะเป็นโหนดที่มีอยู่ใน Routing table ของตัวมันเอง

โหนดตรวจพบว่า neighbor ไม่สามารถติดต่อได้ เมื่อเกิดเหตุการณ์นี้ขึ้น โหนดจะทำการตรวจเช็คที่ Routing table ว่ามีการใช้ Neighbor นั้นๆเป็น hope ต่อไปหรือไม่ ถ้ามีจะทำการ mask ไว้ว่าเป็นโมฆะจากนั้นจะส่ง RERR ที่มีทั้ง Neighbors และเส้นทางที่เป็นโมฆะ

2.2.4 สรุปคุณสมบัติของ AODV Protocol

- หาเฉพาะเส้นทางที่ต้องการเท่านั้น
- ใช้ Sequence Number ในการเก็บข้อมูลที่ถูกต้องที่สุด

- เก็บเฉพาะข้อมูลของ Hope ต่อไปในเส้นทาง แทนการเก็บข้อมูลทั้งหมด
- ส่งข้อความ เป็นระยะๆ ในการติดตาม Neighbor

2.3 ระบบเครือข่ายของคอมพิวเตอร์

ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ หรือระบบ Network หมายถึงการนำเครื่องคอมพิวเตอร์ มาเชื่อมต่อเข้าด้วยกัน โดยอาศัยช่องทางการสื่อสารข้อมูล เพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ และการใช้ทรัพยากรของระบบร่วมกัน (Shared Resource) ในเครือข่ายนั้น ประโยชน์ที่ได้รับจากการใช้เครือข่ายร่วมกัน เช่น

การใช้ทรัพยากรร่วมกัน หมายถึง การใช้อุปกรณ์ต่างๆ เช่น เครื่องพิมพ์ร่วมกัน กล่าวคือมีเครื่องพิมพ์เพียงเครื่องเดียวทุกคนในเครือข่ายสามารถใช้เครื่องพิมพ์นี้ได้ ทำให้สะดวกและประหยัดค่าใช้จ่ายเพราะไม่ต้องลงทุนซื้อเครื่องพิมพ์หลายเครื่อง (นอกจากจะเป็นเครื่องพิมพ์คนละประเภท)

การแชร์ไฟล์ เมื่อคอมพิวเตอร์ถูกติดตั้งเป็นระบบ Network แล้วการใช้ไฟล์ข้อมูลร่วมกัน หรือการแลกเปลี่ยนไฟล์ทำได้อย่างสะดวกรวดเร็ว ไม่ต้องอุปกรณ์เก็บข้อมูลใดๆทั้งสิ้นในการโอนย้ายข้อมูล ตัดปัญหาเรื่องความจุของสื่อบันทึกไปได้เลย ยกเว้นอุปกรณ์ในการจัดเก็บข้อมูลหลักอย่างฮาร์ดดิสก์ หากพื้นที่เต็มก็คงต้องหามาเพิ่ม

การติดต่อสื่อสาร โดยคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่อเป็นระบบ Network สามารถติดต่อพูดคุยกับเครื่องคอมพิวเตอร์อื่น โดยอาศัยโปรแกรมสื่อสารที่มีความสามารถใช้เป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ได้เช่นเดียวกัน หรือการใช้อีเมล์ภายในก่อให้เครือข่าย Home Network หรือ Home Office จะเกิดประโยชน์นี้อีกมากมาย

การใช้อินเทอร์เน็ตร่วมกัน คอมพิวเตอร์ทุกเครื่องที่เชื่อมต่อในระบบ เน็ตเวิร์กสามารถใช้งานอินเทอร์เน็ตได้ทุกเครื่อง โดยมีโมเด็มตัวเดียว ไม่ว่าจะเป็นแบบอนาล็อกหรือแบบดิจิตอลอย่าง ADSL ยอดฮิตในปัจจุบัน

2.3.1 ประเภทของเครือข่ายคอมพิวเตอร์

ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์[3] แบ่งตามลักษณะการเชื่อมต่อทางภูมิศาสตร์ หรือระยะทางการเชื่อมต่อ สามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภท คือ

1. ระบบเครือข่ายท้องถิ่น (Local Area Network: LAN) หมายถึง การเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ในระยะใกล้ภายในสำนักงาน หรืออาคารเดียวกัน หรืออาคารที่อยู่ใกล้กันโดยใช้ สายสัญญาณ ได้แก่ สายโทรศัพท์ สายโคแอกเชียล หรือ สายใยแก้วนำแสง

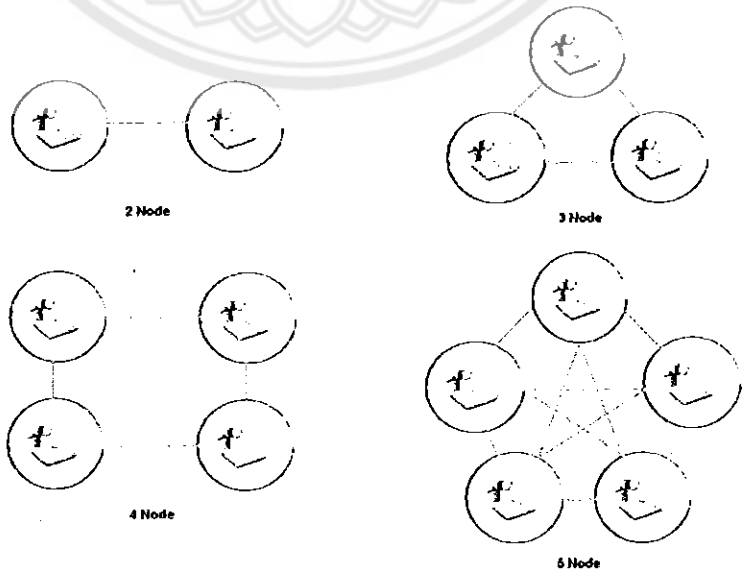
ตัวอย่างเช่น เครือข่ายภายในมหาวิทยาลัย ภายในอาคารหรือบริษัทเดียวกัน ระบบเครือข่ายท้องถิ่นสามารถเพิ่มประสิทธิภาพ การปฏิบัติงาน ในด้านการใช้ทรัพยากร ของระบบร่วมกัน หรือสามารถเชื่อมต่อกับเครือข่ายอื่นได้

2. ระบบเครือข่ายระดับเมือง (Metropolitan Area Network: MAN) หมายถึง การเชื่อมต่อเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ที่มีระยะทางการเชื่อมต่อไกลกว่า ระบบเครือข่ายท้องถิ่น (LAN) แต่ระยะทางยังคงใกล้กว่าระบบ WAN (Wide Area Network) ได้แก่เครือข่ายคอมพิวเตอร์ ที่เชื่อมต่อกันภายในเมืองเดียวกันหรือจังหวัดเดียวกัน ในเขตเดียวกัน เป็นต้น

3. ระบบเครือข่ายระยะไกล (Wide Area Network: WAN) หมาย ถึง การเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ ระยะไกล เช่น ระหว่างประเทศ การเชื่อมต่อเครือข่ายทั่วโลก เนื่องจากเป็นการติดต่อสื่อสารระยะไกล อัตราการรับส่งข้อมูลจึงต่ำ และมีโอกาสผิดพลาดได้สูง การสื่อสารระยะไกล จำเป็นต้องมีอุปกรณ์แปลงสัญญาณ คือ โมเด็ม ช่วยในการติดต่อสื่อสาร และสามารถนำเครือข่าย LAN มาเชื่อมต่อกัน เป็นเครือข่ายระยะไกลได้ ตัวอย่างของเครือข่ายระยะไกล เช่น อินเทอร์เน็ต เครือข่ายระบบงานธนาคารทั่วโลก เครือข่ายของสายการบิน เป็นต้น

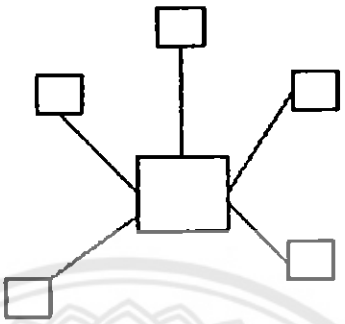
2.3.2 โครงสร้างของเครือข่าย

โทโปโลยี หมายถึง โครงสร้างของเครือข่าย พิจารณาจากการเชื่อมต่อของโหนดต่างในเครือข่าย หรือรูปแบบของเครือข่าย ของคอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์รับ-ส่งข้อมูลที่ประกอบกันเป็นเครือข่าย มีการเชื่อมโยงถึงกันในรูปแบบต่างๆ ตามความเหมาะสม เทคโนโลยีการอออกแบบเชื่อมโยงนี้เรียกว่า รูปร่างเครือข่าย (network topology) เมื่อพิจารณาการต่อเชื่อมโยงถึงกันของอุปกรณ์สำนักงานซึ่งใช้งานที่ต่าง ๆ หากต้องการเชื่อมต่อถึงกัน โดยตรง จะต้องใช้สายเชื่อมโยงมาก ดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 ภาพจำลองการเชื่อมต่อระหว่างโหนด

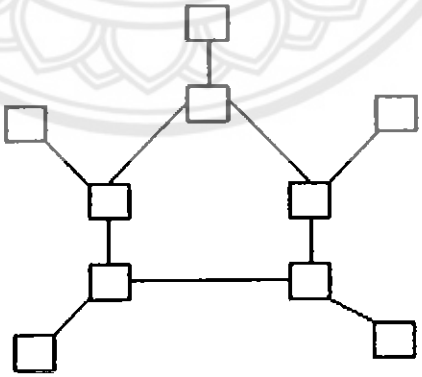
ปัญหาของการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ หรืออุปกรณ์ของโหนดปลายทางหลาย ๆ โหนดคือ จำนวนสายที่ใช้เชื่อมโยงระหว่างโหนดเพิ่มมากขึ้น ง่ายต่อการติดตั้ง และมีประสิทธิภาพที่ดีต่อระบบ รูปร่างเครือข่ายงานที่ใช้ในการสื่อสารมีหลายรูปแบบ



แบบดาว

รูปที่ 2.6 โครงสร้างการเชื่อมต่อแบบดาว

1. แบบดาว เป็นแบบการต่อสายเชื่อมโยง โดยการนำโหนดต่างๆ มาต่อร่วมกันกับหน่วยสลับสายกลาง การติดต่อสื่อสารระหว่างโหนดจะกระทำได้ด้วยการติดต่อผ่านทางวงจรของหน่วย สลับสายกลาง การทำงานของหน่วยสลับสายกลางจึงคล้ายกับศูนย์กลางของการติดต่อวงจรเชื่อมโยง ระหว่างโหนดต่างๆ ที่ต้องการติดต่อกัน



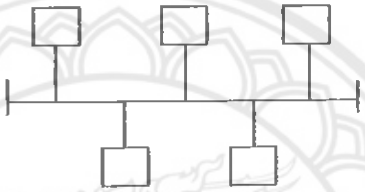
แบบวงแหวน

รูปที่ 2.7 โครงสร้างการเชื่อมต่อแบบวงแหวน

2. แบบวงแหวน เป็นแบบที่โหนดของเครือข่ายทุกโหนดจะต้อง

เชื่อมต่อกับเครื่องขยายสัญญาณ ของตัวเอง โดยจะมีการเชื่อมโยงเครื่องขยายสัญญาณของทุกโหนดเข้าด้วยกันเป็นวงแหวน เครื่องขยายสัญญาณเหล่านี้จะมีหน้าที่ในการรับข้อมูลจากเครื่องคอมพิวเตอร์ ของตัวเองหรือจากเครื่องขยายสัญญาณตัวก่อนหน้าและส่งข้อมูลต่อไปยังเครื่อง ขยายสัญญาณตัวถัดไปเรื่อย ๆ เป็น

วง หากข้อมูลที่ส่งเป็นของโหนดใด เครื่องขยายสัญญาณของโหนดนั้นก็รับและส่งให้กับโหนดนั้น เครื่องขยายสัญญาณจะต้องมีการตรวจสอบข้อมูลที่ได้รับว่าเป็นของตนเองหรือไม่ถ้าใช่ก็รับไว้ ถ้าไม่ใช่ก็ส่งต่อไป



รูปที่ 2.8 โครงสร้างการเชื่อมต่อแบบบัส

3. แบบบัสและต้นไม้ เป็นรูปแบบที่มีผู้นิยมใช้มากแบบหนึ่ง เพราะมีโครงสร้างไม่ยุ่งยากและไม่ต้องใช้เครื่องขยายสัญญาณหรืออุปกรณ์สลับสาย เหมือนแบบวงแหวนหรือแบบดาว สถานีต่างๆ เชื่อมต่อเข้าหาบัสโดยผ่านทางอุปกรณ์เชื่อมต่อที่เป็นฮาร์ดแวร์ การจัดส่งข้อมูลบนบัส สามารถทำให้การส่งข้อมูลไปถึงทุกโหนดได้การส่งวิธีนี้จึงต้องกำหนด วิธีการที่จะไม่ให้ทุกโหนดส่งข้อมูลพร้อมกัน เพราะจะทำให้ข้อมูลชนกันโดยวิธีการที่ใช้อาจเป็นการแบ่งช่วงเวลา หรือให้แต่ละโหนดใช้ความถี่สัญญาณที่แตกต่างกัน

2.3.3 การเชื่อมต่อ

หากผู้ใช้มีความคิดที่จะนำเอาเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลมาต่อเป็นระบบโดย ใช้ขีดความ สามารถเดิมที่มีอยู่ สามารถทำได้ด้วยวิธีการง่าย ๆ ดังนี้

1. การต่อเชื่อมผ่านช่องทาง COM1 COM2 และ LPT เป็นวิธีที่นำคอมพิวเตอร์ที่มีอยู่ต่อผ่านช่องทาง COM1 หรือ COM2 เพื่อการเคลื่อนย้ายข้อมูลระหว่างนั้น ในกรณีนี้ใช้โปรแกรมอรรถประโยชน์ (utility program) บางตัวก็สามารถสำเนาแฟ้มข้อมูลระหว่างกัน หรือส่งออกไปยังเครื่องพิมพ์ร่วมกันได้ รูปแบบการต่อระบบโดยอาศัย COM1 COM2 และ LPT การต่อในลักษณะ

นี้ใช้ช่องทาง RS232 และมีการส่งข้อมูลแบบอนุกรม ปัจจุบันสามารถทำการรับส่งข้อมูลถึงกันได้เร็วถึง 38.4 กิโลบิตต่อวินาที การจัดการระบบง่าย ๆ นี้ไม่จำเป็นต้องลงทุนอะไรมาก แต่ประโยชน์ที่ได้จะอยู่ในวงจำกัด โดยเฉพาะในเรื่องการโอนย้ายแฟ้มข้อมูลระหว่างกัน

2. การต่อเชื่อมเข้ากับบัฟเฟอร์เครื่องพิมพ์ การแบ่งกันใช้เครื่องพิมพ์ เป็นวิธีการใช้ทรัพยากรเครื่องพิมพ์ให้เกิด ประโยชน์มากยิ่งขึ้น การใช้เครื่องพิมพ์ที่มีราคาแพง มีคุณภาพดี เช่น เครื่องพิมพ์ความเร็วสูง เครื่องพิมพ์เลเซอร์ เครื่องพิมพ์ที่พิมพ์สีได้ เป็นต้น การใช้เครื่องพิมพ์ร่วมกันวิธีหนึ่งก็คือ การต่อเข้ากับบัฟเฟอร์ ของเครื่องพิมพ์ ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้เก็บข้อมูลที่ส่งมาจากเครื่องคอมพิวเตอร์หลายเครื่อง แล้วจัดการส่งงานทยอยพิมพ์เรียงกันไป เครื่องพิมพ์ที่ต่อกับบัฟเฟอร์จะต่อผ่านช่องทางขนานเหมือนการต่อทั่วไป อย่างไรก็ดี บัฟเฟอร์ของเครื่องพิมพ์บางรุ่นสามารถต่อกับเครื่องพิมพ์ได้หลายเครื่อง

3. การเชื่อมต่อโดยใช้ระบบสลับสายข้อมูล เป็น วิธีการต่อขยายระบบโดยใช้ระบบง่าย ๆ ที่ใช้มือช่วย ระบบสลับสายข้อมูลทำหน้าที่เหมือนชุมสายโทรศัพท์ระบบเก่า ที่ต้องมีพนักงานรับโทรศัพท์คอยสลับสายให้ ใช้งานตามความต้องการ เช่น ใช้สายยูทีพี โดยให้หัวต่อเป็นแบบ RJ45 การสลับสายจะเชื่อมตัวระหว่างหัวต่อ RJ45 ที่มารวมกันไว้อยู่บนแผงร่วมกัน ส่วนของแผงนี้จะเป็นเสมือนส่วนที่รวมสาย เพื่อการเชื่อมโยงจากต้นทางไปยังปลายทางตามข้อกำหนดที่ต้องการ ปัจจุบันมีแผงสลับสายข้อมูลให้ผู้ใช้เลือกใช้ทั้งอีเธอร์เน็ตแบบเท็นเบสที หรือแบบอนุกรมผ่านช่องทาง RS232 การใช้ระบบสลับสายข้อมูลเป็นการเชื่อม เครือข่ายคอมพิวเตอร์แบบง่าย ๆ แต่สามารถปรับเปลี่ยนระบบได้อย่างรวดเร็วและสะดวกต่อการใช้งาน

4. การเชื่อมต่อผ่านระบบผู้ใช้หลายคนหลายช่องทาง ระบบผู้ใช้หลายคนขนาดเล็ก ที่อยู่บนไมโครคอมพิวเตอร์มีหลายระบบ เช่น ระบบยูนิกซ์ ระบบเอสซีโอ ระบบดังกล่าวสามารถต่อเชื่อมขยายเข้ากับสถานีย่อยได้มาก เป็นระบบที่ใช้งานร่วมกันได้ในราคาประหยัด มีซอฟต์แวร์สนับสนุนอยู่มากเช่น ระบบจัดการฐานข้อมูลที่มีระบบรักษาความปลอดภัย

2.4 IEEE 802.11

2.4.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับมาตรฐาน IEEE 802.11

มาตรฐาน IEEE 802.11[1] ซึ่งได้รับการตีพิมพ์ครั้งแรกเมื่อปีพ.ศ. 2540 โดย IEEE (The Institute of Electronics and Electrical Engineers) และเป็นเทคโนโลยีสำหรับ WLAN ที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายมากที่สุด คือข้อกำหนด (Specification) สำหรับอุปกรณ์ WLAN ในส่วนของ Physical (PHY) Layer และ Media Access Control (MAC) Layer โดยในส่วนของ PHY Layer มาตรฐาน IEEE 802.11 ได้กำหนดให้อุปกรณ์มีความสามารถในการรับส่งข้อมูลด้วยความเร็ว 1,

2, 5.5, 11 และ 54 Mbps โดยมีสื่อ 3 ประเภทให้เลือกใช้ได้แก่ คลื่นวิทยุที่ความถี่สาธารณะ 2.4 และ 5 GHz, และ อินฟราเรด (Infrared) (1 และ 2 Mbps เท่านั้น) สำหรับในส่วนของ MAC Layer มาตรฐาน IEEE 802.11 ได้กำหนดให้มีกลไกการทำงานที่เรียกว่า

CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance) ซึ่งมีความคล้ายคลึงกับหลักการ CSMA/CD (Collision Detection) ของมาตรฐาน IEEE 802.3 Ethernet ซึ่งเป็นที่นิยมใช้กันทั่วไปในเครือข่าย LAN แบบใช้สายนำสัญญาณ นอกจากนี้ในมาตรฐาน IEEE802.11 ยังกำหนดให้มีทางเลือกสำหรับสร้างความปลอดภัยให้กับเครือข่าย IEEE 802.11 WLAN โดยกลไกการเข้ารหัสข้อมูล (Encryption) และการตรวจสอบผู้ใช้ (Authentication) ที่มีชื่อเรียกว่า WEP (Wired Equivalent Privacy) ด้วย

2.4.2 วิวัฒนาการของมาตรฐาน IEEE 802.11

มาตรฐาน IEEE 802.11 ได้รับการตีพิมพ์ครั้งแรกในปี พ.ศ. 2540 ซึ่งอุปกรณ์ตามมาตรฐานดังกล่าวจะมีความสามารถในการรับส่งข้อมูลด้วยความเร็ว 1 และ 2 Mbps ด้วยสื่ออินฟราเรด (Inferred) หรือคลื่นวิทยุที่ความถี่ 2.4 GHz และมีกลไก WEP ซึ่งเป็นทางเลือกสำหรับสร้างความปลอดภัยให้กับเครือข่าย WLAN ได้ในระดับหนึ่ง เนื่องจากมาตรฐาน IEEE 802.11 เวอร์ชันแรกเริ่มมีประสิทธิภาพค่อนข้างต่ำและไม่มีการรองรับหลักการ Quality of Service (QoS) ซึ่งเป็นที่ต้องการของตลาด อีกทั้งกลไกรักษาความปลอดภัยที่ใช้ยังมีช่องโหว่อยู่มาก IEEE จึงได้จัดตั้งคณะทำงาน (Task Group) ขึ้นมาหลายชุดด้วยกันเพื่อทำการปรับปรุงเพิ่มเติมมาตรฐานให้มีศักยภาพสูง ขึ้น โดยคณะทำงานกลุ่มที่มีผลงานที่น่าสนใจและเป็นที่รู้จักกันดีได้แก่ IEEE 802.11a, IEEE 802.11b, IEEE 802.11e, IEEE 802.11g, และ IEEE 802.11i

IEEE 802.11b มาตรฐานนี้เป็นที่รู้จักกันดีและใช้งานกันอย่างแพร่หลายมากที่สุด มาตรฐาน IEEE 802.11b ใช้เทคโนโลยีที่เรียกว่า CCK (Complimentary Code Keying) ผนวกกับ DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum) เพื่อปรับปรุงความสามารถของอุปกรณ์ให้รับส่งข้อมูลได้ด้วยความเร็วสูงสุดที่ 11 Mbps ผ่านคลื่นวิทยุความถี่ 2.4 GHz (เป็นย่านความถี่ที่เรียกว่า ISM (Industrial Scientific and Medical) ซึ่งถูกจัดสรรไว้อย่างสากลสำหรับการใช้งานอย่างสาธารณะด้านวิทยาศาสตร์ อุตสาหกรรม และการแพทย์ โดยอุปกรณ์ที่ใช้ความถี่ย่านนี้ก็เช่น IEEE 802.11, Bluetooth, โทรศัพท์ไร้สาย, และเตาไมโครเวฟ) ส่วนใหญ่แล้วอุปกรณ์ IEEE 802.11 WLAN ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันจะเป็นอุปกรณ์ตามมาตรฐาน IEEE 802.11b นี้และใช้เครื่องหมายการค้าที่รู้จักกันดีในนาม Wi-Fi ซึ่งเครื่องหมายการค้าดังกล่าวถูกกำหนดขึ้นโดยสมาคม WECA (Wireless Ethernet Compatibility Alliance) โดยอุปกรณ์ที่ได้รับเครื่องหมายการค้าดังกล่าวได้ผ่านการตรวจสอบแล้วว่าเป็นไปตามมาตรฐาน IEEE 802.11b และสามารถนำไปใช้งานร่วมกับอุปกรณ์ยี่ห้ออื่นๆที่ได้รับเครื่องหมาย Wi-Fi ได้

IEEE 802.11a มาตรฐาน IEEE 802.11a ใช้เทคโนโลยีที่เรียกว่า OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) เพื่อปรับปรุงความสามารถของอุปกรณ์ให้รับส่งข้อมูลได้ด้วยความเร็วสูงสุดที่ 54 Mbps แต่จะใช้คลื่นวิทยุที่ความถี่ 5 GHz ซึ่งเป็นย่านความถี่สาธารณะสำหรับใช้งานในประเทศสหรัฐอเมริกาที่มีสัญญาณ รบกวนจากอุปกรณ์อื่นน้อยกว่าในย่านความถี่ 2.4 GHz อย่างไรก็ตามข้อเสียหนึ่งของมาตรฐาน IEEE 802.11a ที่ใช้คลื่นวิทยุที่ความถี่ 5 GHz ก็คือในบางประเทศย่านความถี่ดังกล่าวไม่สามารถนำมาใช้งานได้อย่างสาธารณะ ตัวอย่างเช่น ประเทศไทยไม่อนุญาตให้มีการใช้งานอุปกรณ์ IEEE 802.11a เนื่องจากความถี่ย่าน 5 GHz ได้ถูกจัดสรรสำหรับกิจการอื่นอยู่ก่อนแล้ว นอกจากนี้ข้อเสียอีกอย่างหนึ่งของอุปกรณ์ IEEE 802.11a WLAN ก็คือรัศมีของสัญญาณมีขนาดค่อนข้างสั้น (ประมาณ 30 เมตร ซึ่งสั้นกว่ารัศมีสัญญาณของอุปกรณ์ IEEE 802.11b WLAN ที่มีขนาดประมาณ 100 เมตร สำหรับการใช้งานภายในอาคาร) อีกทั้งอุปกรณ์ IEEE 802.11a WLAN ยังมีราคาสูงกว่า IEEE 802.11b WLAN ด้วย ดังนั้นอุปกรณ์ IEEE 802.11a WLAN จึงได้รับความนิยมน้อยกว่า IEEE 802.11b WLAN มาก

IEEE 802.11g มาตรฐานนี้ได้ใช้นำเทคโนโลยี OFDM มาประยุกต์ใช้ในช่องสัญญาณวิทยุความถี่ 2.4 GHz ซึ่งอุปกรณ์ IEEE 802.11g WLAN มีความสามารถในการรับส่งข้อมูลด้วยความเร็วสูงสุดที่ 54 Mbps ส่วนรัศมีสัญญาณของอุปกรณ์ IEEE 802.11g WLAN จะอยู่ระหว่างรัศมีสัญญาณของอุปกรณ์ IEEE 802.11a และ IEEE 802.11b เนื่องจากความถี่ 2.4 GHz เป็นย่านความถี่สาธารณะสากล อีกทั้งอุปกรณ์ IEEE 802.11g WLAN สามารถทำงานร่วมกับอุปกรณ์ IEEE 802.11b WLAN ได้ (backward-compatible) ดังนั้นจึงมีแนวโน้มสูงว่าอุปกรณ์ IEEE 802.11g WLAN จะได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายหากมีราคาไม่แพงจนเกินไปและน่าจะมาแทนที่ IEEE 802.11b ในที่สุด ตามแผนการแล้วมาตรฐาน IEEE 802.11g จะได้รับการตีพิมพ์ประมาณช่วงกลางปี พ.ศ. 2546

IEEE 802.11e มาตรฐานนี้ได้ปรับปรุง MAC Layer ของ IEEE 802.11 เพื่อให้สามารถรองรับการใช้งานหลักการ Quality of Service สำหรับ application เกี่ยวกับมัลติมีเดีย (Multimedia) เนื่องจาก IEEE 802.11e เป็นการปรับปรุง MAC Layer ดังนั้นมาตรฐานเพิ่มเติมนี้จึงสามารถนำไปใช้กับอุปกรณ์ IEEE 802.11 WLAN ทุกเวอร์ชันได้ แต่อย่างไรก็ตามการทำงานของคณะทำงานชุดนี้ยังไม่แล้วเสร็จในขณะนี้ (พฤษภาคม พ.ศ. 2546)

IEEE 802.11i มาตรฐานนี้ได้ปรับปรุง MAC Layer ของ IEEE 802.11 ในด้านความปลอดภัย เนื่องจากเครือข่าย IEEE 802.11 WLAN มีช่องโหว่อยู่มากโดยเฉพาะอย่างยิ่งการเข้ารหัสข้อมูล (Encryption) ด้วย key ที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลง คณะทำงานชุด IEEE 802.11i จะนำเอาเทคนิคขั้นสูงมาใช้ในการเข้ารหัสข้อมูลด้วย key ที่มีการเปลี่ยนค่าอยู่เสมอและการตรวจสอบผู้ใช้

ASP (Active Server Page) เป็นเทคโนโลยีที่ทำงานทางฝั่งด้านเซิร์ฟเวอร์ ที่ถูกออกแบบมาให้ง่ายต่อการพัฒนาแอปพลิเคชันผ่านเว็บเซิร์ฟเวอร์สำหรับนักพัฒนาเว็บไซต์ การใช้งาน ASP สามารถกระทำได้โดยเขียนคำสั่งหรือสคริปต์ต่างๆ ในรูปของเท็กซ์ไฟล์ธรรมดาทั่วๆไป แล้วนำมาเก็บไว้ที่เซิร์ฟเวอร์ เมื่อมีการเรียกใช้งานจากเบราว์เซอร์ ไฟล์เอกสาร ASP ก็จะถูกแปลโดย Server Interpreter แล้วส่งผลที่ได้ส่งกลับไปเป็นภาษา HTML ให้เบราว์เซอร์ที่เรียกดังกล่าว เนื่องจาก ASP สามารถรองรับได้หลายภาษา เช่น VBScript ,Jscript ,Perl และภาษาสคริปต์อื่นๆ ดังนั้นนักพัฒนาเว็บไซต์จึงไม่มีความจำเป็นต้องมีความรู้หรือต้องศึกษาในทุกภาษาเนื่องจาก ASP ได้ถูกออกแบบมาให้ขึ้นกับความรู้ของนักพัฒนาเว็บไซต์นั่นเอง การทำงานของโปรแกรม ASP นั้นจะทำงานอยู่ที่ฝั่งของ Server เท่านั้น เราจึงเรียกว่าเป็นการทำงานแบบ Server Side ซึ่งจากการทำงานทางฝั่ง Server ของ ASP นั้น ทำให้ Web Browser ของฝั่ง Client จะทำหน้าที่เพียงรับผลลัพธ์ที่ได้จากการทำงานทางฝั่ง Server เท่านั้น

ปัจจุบันนี้ไมโครซอฟท์ได้ยกเลิกการพัฒนาเทคโนโลยี ASP แล้วและได้เปลี่ยนเป็น ASP.NET แทน ซึ่งคำว่า Classic ASP นั้นอาจใช้เรียกแทนเอเอสพีเดิม

2.7 ASP.NET

เอเอสพีดอตเน็ต (ASP.NET) [5] คือเทคโนโลยีสำหรับพัฒนาเว็บไซต์ เว็บแอปพลิเคชัน และเว็บเซอร์วิสซึ่ง เป็นส่วนหนึ่งของดอตเน็ตเฟรมเวิร์กที่พัฒนาโดยไมโครซอฟท์

ASP.NET เป็นรุ่นถัดจาก Active Server Pages (ASP) แม้ว่า ASP.NET นั้นจะใช้ชื่อเดิมจาก ASP แต่ทั้งสองเทคโนโลยีนั้นแตกต่างกันอย่างสิ้นเชิง โดยไมโครซอฟท์นั้นได้สร้าง ASP.NET ขึ้นมาใหม่หมดบนฐานจากCommon Language Runtime (CLR) ซึ่งทำให้ผู้พัฒนาสามารถเลือกใช้ภาษาใดก็ได้ที่รองรับโดยดอตเน็ตเฟรมเวิร์กเช่น C# และ VB.NET เป็นต้น ปัจจุบันรุ่นล่าสุดคือ ASP.NET 2.0 ซึ่งรวมอยู่ใน .NET Framework 2.0 และ .NET Framework 3.0

ASP.NET 1.0 ได้ออกมาในเดือนกุมภาพันธ์ ปี พ.ศ. 2545 (ค.ศ. 2002) พร้อมกับ Visual Studio .NET 2002 ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2546 ASP.NET 1.1 นั้นได้ออกมาพร้อมกับ Visual Studio .NET 2003 และในวันที่ 7 พฤศจิกายน พ.ศ. 2548 ASP.NET 2.0 ได้ออกมาพร้อมกับ Visual Studio 2005 และ SQL Server 2005

2.7.1 ภาษา c#

ภาษาซีชาร์ป (C# Programming Language) เป็นภาษาโปรแกรมเชิงวัตถุทำงานบนดอตเน็ตเฟรมเวิร์ก พัฒนาโดยบริษัทไมโครซอฟท์และมี Anders Hejlsberg เป็นหัวหน้าโครงการ

โดยมีรากฐานมาจากภาษาซีพลัสพลัสและภาษาอื่นๆ (โดยเฉพาะภาษาเดลไฟและจาวา) โดยปัจจุบันภาษาซีชาร์ปเป็นภาษามาตรฐานรองรับโดย ECMA และ ISO

2.7.2 ASPX

ASPX เป็นชื่อรูปแบบไฟล์ของหน้าแบบฟอร์ม ASP.NET โดยทั่วไปแล้วในไฟล์จะมีรหัสแบบ HTML หรือ XHTML ซึ่งใช้กำกับรูปแบบฟอร์ม หรือ เนื้อหาในหน้าเว็บ และในส่วนของโค้ดนั้น อาจจะอยู่ในหน้าเดียวกันในแท็ก หรือ บล็อก <% -- รหัสที่ใช้ -- %> (โดยในกรณีนี้จะคล้ายกับเทคโนโลยีที่ใช้พัฒนาเว็บ อย่าง PHP และ JSP) หรือแยกอยู่ในหน้าโค้ดออกมาต่างหาก (Code behind) ASP.NET รองรับการเขียนโค้ดในบรรทัดเดียวกันทั้งหมดในไฟล์ ASPX (แต่วิธีนี้นั้นเป็นวิธีที่ไม่แนะนำ) นอกจากนี้ยังมีไฟล์รูปแบบอื่นๆ ที่เกี่ยวกับ ASP.NET เช่น ASCX, ASMX และ ASHX

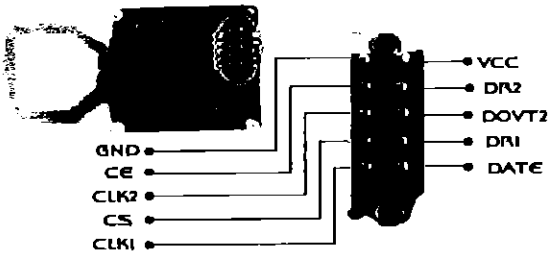
2.7.3 ข้อได้เปรียบของ ASP.NET เมื่อเทียบกับ ASP

- โค้ดจะได้รับการ compiled ทำให้การทำงานรวดเร็วขึ้น และช่วยจับข้อผิดพลาดในช่วงการออกแบบได้
- ระบบการจัดการข้อผิดพลาด (Exception handling) ที่ดีขึ้นกว่าเดิม
- ใช้วิธีการพัฒนาวินโดวส์แอปพลิเคชันอย่างการใช้ controls หรือ events ซึ่งทำให้การพัฒนาง่าย และดูดีขึ้น
- มีหลากหลาย controls และไลบรารีพร้อมในการใช้งานให้เลือกเพื่อการพัฒนาที่สะดวก และรวดเร็วขึ้น
- สามารถพัฒนาได้หลากหลายภาษาที่รองรับดอตเน็ต เช่น C# VB.NET J# เป็นต้น
- สามารถทำการแคชได้ทั้งหน้า หรือส่วนหนึ่งของหน้าที่ต้องการ
- สามารถแยกส่วนโค้ดออกมาต่างหากจากหน้ารูปแบบ
- Session สามารถเลือกที่จะบันทึกในฐานข้อมูลได้ ทำให้ session ไม่สูญหายหากมีการรีเซ็ตเว็บเซิร์ฟเวอร์ เป็นต้น
- รองรับมาตรฐานเว็บดีขึ้นกว่าเดิม รวมถึงการทำงานร่วมกับ CS

2.8 การทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ

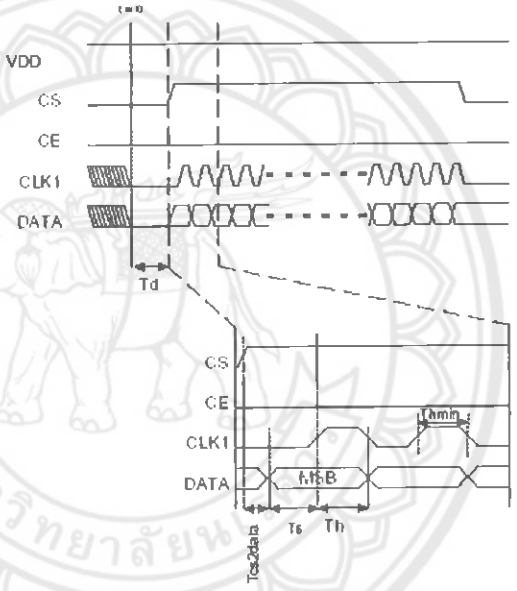
2.8.1 การกำหนดค่าการทำงานให้กับตัว Wireless TRW2.4G [6]

การที่จะควบคุมการทำงานของ TRW2.4G ได้นั้นต้องเซตค่าเริ่มต้นให้กับตัว TRW2.4G ก่อน ซึ่งการจะเซตค่าเริ่มต้นนั้นได้ จำเป็นต้องรู้การทำงานของตัว TRW2.4G ก่อน



รูปที่ 2.9 แผนภาพการเดินไฟ [6]

ในการเซตค่าเริ่มต้นให้กับ TRW2.4G นั้นจะต้องมีการส่งสัญญาณ "1" ที่ขา CS ของ TRW2.4G และต่อจากนั้นก็ส่งข้อมูลทีละ 1 bit ที่ขา DATA โดยให้จังหวะสัญญาณในการเลื่อนข้อมูลผ่านขา CLK ดังรูปที่ 3.10



รูปที่ 2.10 สัญญาณการเซตค่าเริ่มต้นให้กับ TRW2.4G [6]

ต่อไปในการส่งข้อมูลสำหรับการกำหนดค่าเริ่มต้นให้กับ TRW2.4G นั้นจะต้องส่งข้อมูลทั้งหมด 144 bit (18 byte) ซึ่งแต่ละ Bit มีความหมายดังตารางต่อไปนี้

	ตำแหน่ง Bit	จำนวน Bit	ชื่อ	ฟังก์ชัน
ShockBurst™ configuration	143:120	24	TEST	ใช้สำหรับการ TEST
	119:112	8	DATA2_W	ขนาดข้อมูลสำหรับในการรับ Rx channel 2
	111:104	8	DATA1_W	ขนาดข้อมูลสำหรับในการรับ Rx channel 1
	103:64	40	ADDR2	ไม่เกิน 5 Byte สำหรับค่า Address สำหรับ Rx channel 2
	63:24	40	ADDR1	ไม่เกิน 5 Byte สำหรับค่า Address สำหรับ Rx channel 1
	23:18	6	ADDR_W	ขนาดของ Address ทั้ง 2 channel

	17	1	CRC_L	8 หรือ 16 bit สำหรับ CRC
	16	1	CRC_EN	เซต Bit "1" สำหรับเปิดให้มีการใช้ CRC
General device configuration				
	15	1	RX2_EN	เซต Bit "1" สำหรับยอมให้มีการรับ 2 channel
	14	1	CM	มีการติดต่อแบบ (Direct mode หรือ ShockBurst™ mod)
	13	1	RFDR_SB	RF data rate (1Mbps ต้องใช้ 16MHz crystal)
	12:10	3	XO_F	Crystal frequency
	9:8	2	RF_PWR	RF output Power
	7:1	7	RF_CH#	Frequency channel
	0	1	RXEN	RX or TX operation

ตารางที่ 2.1 ตารางแสดงความหมายของชุดข้อมูลการกำหนดค่าเริ่มต้นให้กับ TRW2.4G [6]

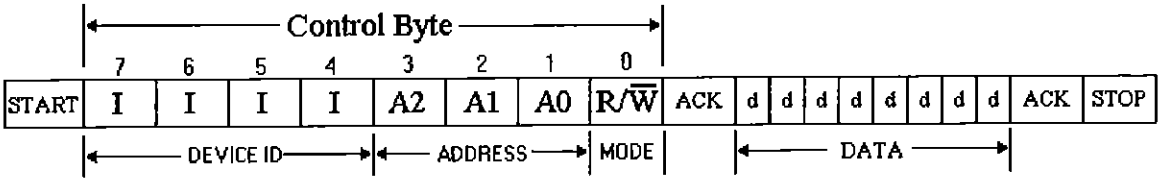
ดังนั้นจากรูปสัญญาณ (รูปที่ 2.7) และตารางที่ 2.1 ทำให้ในการกำหนดค่าเริ่มต้นให้กับ TRW2.4G นั้นจะต้องทำตามขั้นตอนดังนี้

1. ส่งสัญญาณ "1" ให้กับขา CS ของ TRW2.4G
2. ส่งสัญญาณ "0" ให้กับขา CE ของ TRW2.4G
3. ระหว่างที่สัญญาณ CS, CE มีค่าเป็น 1, 0 ตามลำดับ แล้วให้ส่งข้อมูลที่ขา DATA ของ TRW2.4G โดยข้อมูลจะถูกส่ง 1 Bit นั้นจะใช้สัญญาณ 1 CLK
4. ซึ่ง DATA ที่จะส่งมีขนาด 144 bit ซึ่งกำหนดความหมาย bit ต่างๆตามตารางที่ 2.1
5. หลังจากส่งข้อมูลสำหรับกำหนดค่าเริ่มต้นเสร็จเรียบร้อย ก็ส่งสัญญาณขา CS เป็น "0" แล้ว CE มีค่าเป็น "1"

2.8.2 การเชื่อมต่ออุปกรณ์แบบ I^2C BUS [8]

BUS ใช้สายสัญญาณ 2 เส้น คือ SCL, SDA สำหรับติดกับอุปกร์แบบ 2 ทิศทาง โดยที่ขาสัญญาณทั้ง 2 จะต้องต่อกับตัวต้านทานแบบ pull up 2-10K เนื่องจากเอาต์พุตมีลักษณะเป็นแบบ Open Darin หรือเป็นแบบ Open Collector เพื่อให้เอาต์พุตเชื่อมต่อกันได้หลายตัว

การเขียน-อ่านข้อมูลกับอุปกรณ์แบบ I^2C BUS



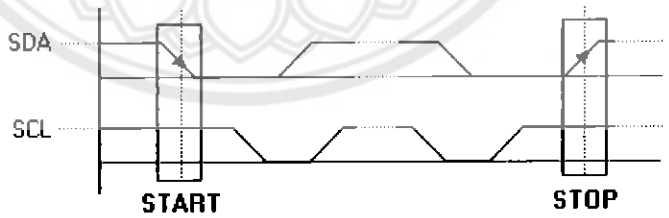
รูปที่ 2.11 แสดงรูปแบบการติดต่อแบบ I^2C BUS [8]

รูปแบบการเขียน/อ่านข้อมูลแบบ I^2C BUS จะเริ่มต้นการส่งข้อมูลดังต่อไปนี้

- ส่งสถานะเริ่มต้น (START Conditions) เพื่อแสดงการขอใช้บัส
- แล้วตามด้วย รหัสควบคุม (Control Byte) ซึ่งประกอบ ด้วยรหัส ประจำตัวอุปกรณ์ Device ID ,Device Address ,และ Mode ในการเขียนหรืออ่านข้อมูล
- เมื่ออุปกรณ์ รับทราบว่า MCU ต้องการ จะติดต่อด้วยก็ต้องส่งสถานะรับรู้ (Acknowledge) หรือแจ้งให้ MCU รับรู้ว่าข้อมูลที่ได้ส่งมามีความถูกต้อง
- และเมื่อสิ้นสุดการส่งข้อมูล MCU จะต้องส่ง สถานะสิ้นสุด (STOP Conditions) เพื่อบอกกับอุปกรณ์ว่า สิ้นสุดการใช้บัส

สถานะบัสว่าง คือเมื่อบัสไม่ได้ถูกใช้งาน ทั้ง SCL และ SDA จะเป็น 1 ทั้งคู่

การกำหนดสถานะเริ่มต้นและสถานะสิ้นสุดของ I^2C BUS (START and STOP Conditions)



1574 3758
ม.
0752
2553

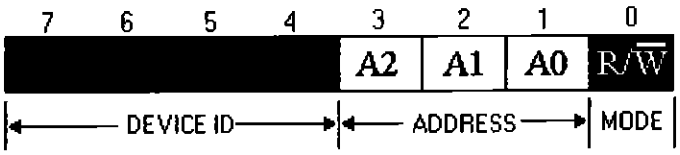
รูปที่ 2.12 รูปสัญญาณ Start และ Stop [8]

ลักษณะการกำหนดสถานะเริ่มต้นและสถานะสิ้นสุดของ BUS

- เมื่อต้องการส่งข้อมูล MCU จะต้องส่งสถานะเริ่มต้น (START Conditions) คือให้ SDA เปลี่ยนจาก 1 มาเป็น 0 ในขณะที่ SCL มีค่าเป็น 1

- เมื่อสิ้นสุดการการใช้บัส MCU จะต้องส่งสถานะสิ้นสุด (STOP Conditions) คือให้ SDA เปลี่ยนจาก 0 มาเป็น 1 ในขณะที่ SCL มีค่าเป็น 1

รหัสควบคุมของ I^2C BUS (Control Byte)

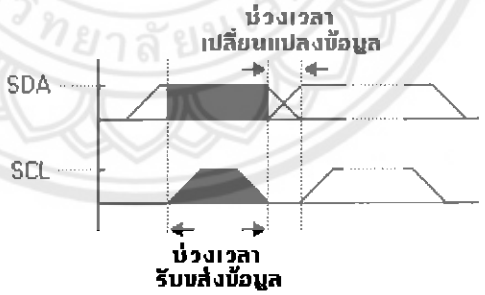


รูปที่ 2.13 I^2C BUS (Control Byte) [8]

รหัสควบคุมของ I^2C BUS ประกอบด้วยรหัสประจำตัวของอุปกรณ์ (Device ID) ประกอบด้วยบิต 1-7 และบิต 0 เป็นบิตควบคุมการเขียนอ่าน

- รหัสประจำตัวของอุปกรณ์ ประกอบด้วยรหัสประจำตัวจากผู้ผลิต Product ID 4 บิต (บิต 4-7) ที่เปลี่ยนแปลงแก้ไขไม่ได้ และ Device Address 3 บิต (บิต 1-3) ซึ่งผู้ใช้สามารถ กำหนด เองได้ รวมแล้วเป็นรหัส 7 บิท ใช้ระบุตัวอุปกรณ์ ที่ต่ออยู่บนบัส จะมีค่าซ้ำกันไม่ได้
- บิตควบคุมการเขียนอ่าน (Mode) บิต 0 เมื่อ MCU ต้องการเขียนข้อมูลไปยังอุปกรณ์ก็กำหนดให้บิตนี้เป็น 0 และเมื่อต้องการ อ่านข้อมูลจากอุปกรณ์ก็กำหนดให้บิตนี้เป็น 1

ช่วงเวลารับส่งบิตข้อมูลของ I^2C BUS



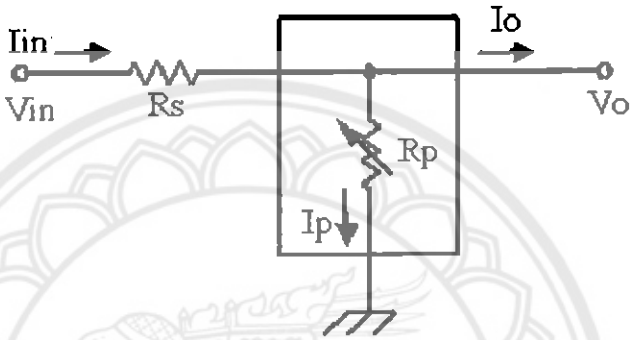
รูปที่ 2.14 การรับส่งบิตข้อมูลของ I^2C BUS [8]

- สะภาวะการรับ-ส่งข้อมูล จะกระทำในขณะที่ขา SCL เป็น 1
- สะภาวะการเปลี่ยนแปลงข้อมูล จะกระทำในขณะที่ขา SCL เป็น 0

2.9 หลักการทำงานของวงจร [7]

2.9.1 เร็กกูเลเตอร์แบบขนาน (Shunt Regulator)

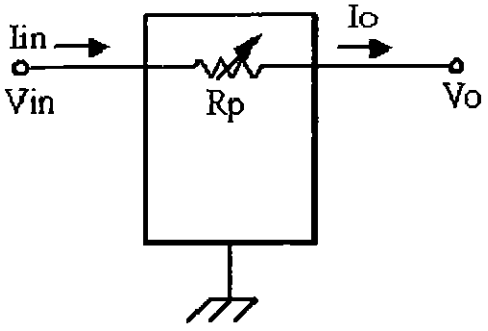
การทำงานของวงจรเร็กกูเลเตอร์แบบขนานดังรูปที่ 2.12 โดยมีแรงดันอินพุต VIN จ่ายให้กับวงจร ตัวต้านทาน RS ทำหน้าที่ในการจำกัดกระแสที่จะไหลผ่านวงจรทั้งหมด ตัวต้านทานที่ปรับค่าได้ RP จะทำการปรับค่าเองโดยอัตโนมัติเพื่อให้แรงดันที่เอาต์พุตคงที่ตลอด สมการของแรงดันเอาต์พุต VO = VIN – RS (IO + IP)



รูปที่ 2.15 เร็กกูเลเตอร์แบบขนาน (Shunt Regulator) [7]

2.9.2 เร็กกูเลเตอร์แบบอนุกรม (Series Regulator)

หลักการทำงานของเร็กกูเลเตอร์แบบอนุกรมนี้ แสดงในรูปที่ 2.13 โดยมีการจ่ายแรงดันที่ยังไม่ได้มีการเร็กกูเลทไปยัง RP โดย RP จะปรับค่าความต้านทานโดยอัตโนมัติ ทำให้เกิดแรงดันตกคร่อมที่ RP ค่าหนึ่ง จะได้แรงดันเอาต์พุตเท่ากับ แรงดันอินพุตลบด้วยแรงดันตกคร่อมในตัวเร็กกูเลเตอร์ ซึ่งผลของการปรับค่า RP ที่ถูกต้อง ก็จะทำให้ได้แรงดันเอาต์พุตตามที่ต้องการ และจากหลักการทำงานของเร็กกูเลเตอร์ชนิดนี้เองที่ได้นำมาประยุกต์ทำเป็นไอซีเร็กกูเลเตอร์เบอร์ต่างๆ ทั้งเบอร์ 78XX และอื่นๆ อีก



รูปที่ 2.16 เร็กกูเลเตอร์แบบอนุกรม (Series Regulator) [7]

2.9.3 แผนผังวงจรพื้นฐานของเร็กกูเลเตอร์แบบอนุกรม

แผนผังวงจรพื้นฐานของเร็กกูเลเตอร์ชนิดนี้ สามารถแบ่งออกได้ 3 ภาค ดังแสดงในรูปที่ 2.14 ประกอบไปด้วย

1. วงจรแรงดันอ้างอิง (Voltage Referent) ซึ่งเป็นส่วนที่เป็นอิสระต่อทั้งอุณหภูมิและแรงดันที่จ่ายให้กับเร็กกูเลเตอร์

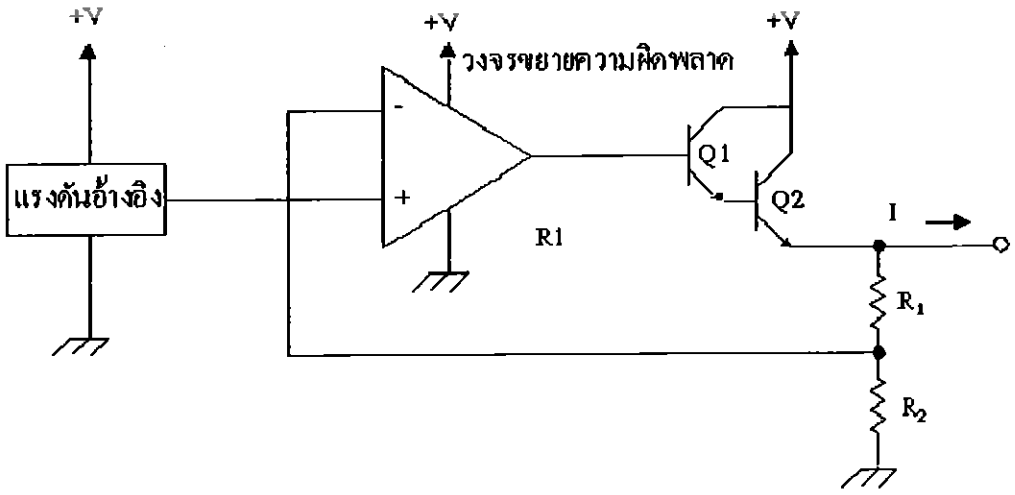
2. วงจรขยายความผิดพลาด (Error Amplifier) ทำหน้าที่คอยเปรียบเทียบแรงดัน ระหว่างแรงดันอ้างอิงและสัดส่วนของแรงดันเอาต์พุต ที่ป้อนกลับมาที่ขาอินเวอร์ติ้งของออปแอมป์

3. ซีรีส์พาสทรานซิสเตอร์ (Series Transistor) ทำหน้าที่จ่ายกระแสเอาต์พุตให้เพียงพอกับความต้องการของโหลด

เมื่อป้อนแรงดันอินพุตให้กับไอซีเร็กกูเลเตอร์ แรงดันเอาต์พุตจะถูกป้อนมายังอินพุต โดย R1 และ R2 ทำหน้าที่เป็นวงจรแบ่งแรงดัน ซึ่งแรงดันที่ตกคร่อม R2 จะเป็นสัดส่วนกับแรงดันที่เอาต์พุต วงจรขยายความผิดพลาดจะทำหน้าที่รักษาสัดส่วนของแรงดันอ้างอิงกับแรงดันที่ตกคร่อม R2 ให้เท่ากัน

ถ้าแรงดัน VR2 มากกว่า VREF วงจรขยายความผิดพลาดจะลดระดับการขยายสัญญาณเอาต์พุต ทำให้ทรานซิสเตอร์จ่ายกระแสลดลงเป็นผลให้แรงดันเอาต์พุตที่จ่ายให้โหลดลดลงด้วย

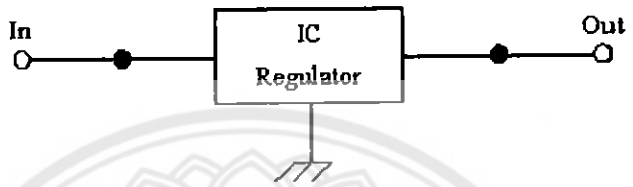
ถ้าแรงดัน VR2 น้อยกว่า VREF วงจรขยายความผิดพลาดจะเพิ่มระดับการขยายสัญญาณเอาต์พุต ทำให้ทรานซิสเตอร์จ่ายกระแสเพิ่มขึ้น เป็นผลให้แรงดันเอาต์พุตที่จ่ายให้โหลดเพิ่มขึ้นด้วย



รูปที่ 2.17 แสดงแผนผังวงจรพื้นฐานของเร็กกูเลเตอร์แบบอนุกรม [7]

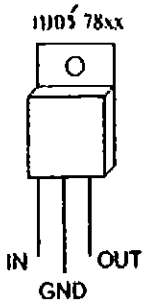
2.9.4 ไอซีเร็กกูเลเตอร์สามขาชนิดจ่ายแรงดันคงที่

ภายในประกอบด้วยวงจรเร็กกูเลเตอร์แบบอนุกรมมีขาต่อใช้งาน 3 ขา ประกอบด้วยขาอินพุต เอาต์พุต และกราวด์ ซึ่งจะจ่ายแรงดันค่าใดค่าหนึ่งโดยเฉพาะ โดยรวมเอาส่วนของวงจรป้อนกลับที่ประกอบด้วย R1 และ R2 ดังรูปที่ 2.15 เข้าไว้เป็นส่วนหนึ่งของไอซี ซึ่งจุดนี้นี่เองที่แตกต่างไปจากไอซีเร็กกูเลเตอร์ที่ปรับค่าได้



รูปที่ 2.18 แสดงการต่อไอซีเร็กกูเลเตอร์ใช้งานแบบง่ายๆ [7]

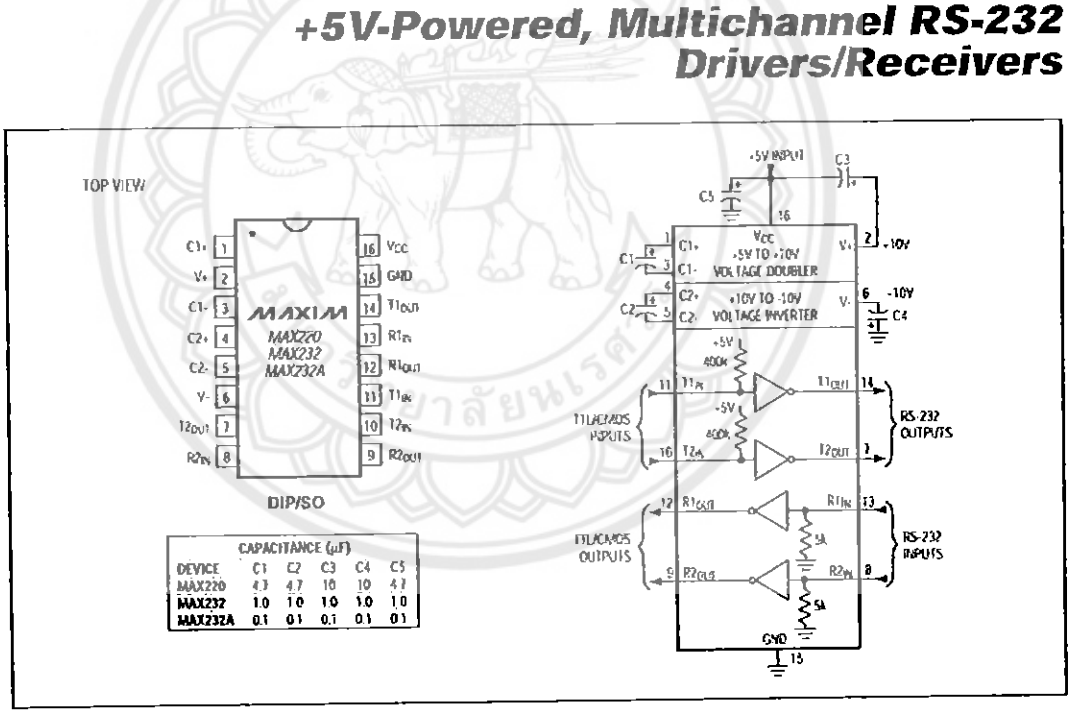
จุดเด่นของไอซีเร็กกูเลเตอร์ค่าคงที่นี้คือ สามารถต่อวงจรได้ง่ายไม่ต้องต่ออุปกรณ์ภายนอกเพิ่มเติมมากเท่าไร ตัวอย่างวงจรการใช้งาน ดังแสดงในรูปที่ 2.11 ควรใส่ตัวเก็บประจุอิเล็กทรอไลต์ ขนาดประมาณ 10 ไมโครฟารัด 1 ตัวไว้ด้านอินพุต เพื่อป้องกันการเกิดออสซิลเลตที่ความถี่สูง ซึ่งจะทำให้วงจรขาดเสถียรภาพ เอาต์พุตที่ออกจากไอซีเร็กกูเลเตอร์ จะได้แรงดันเอาต์พุตที่เรียบพอสมควรอยู่แล้ว แต่อาจจะใส่ตัวเก็บประจุที่มีค่าประมาณ 100 ไมโครฟารัด เพื่อช่วยปรับปรุงแรงดันให้เรียบขึ้น ถึงแม้ว่าแรงดันไอซีเร็กกูเลเตอร์ชนิดนี้จะให้แรงดันเอาต์พุตคงที่มีเบอร์ให้เลือกแรงดันเอาต์พุตได้คงที่หลายเบอร์เช่น 5 V, 5.2 V, 6V, 8V, 10V, 12V, 15V, 18V และ 24V กระแสเอาต์พุตตั้งแต่ 10 มิลลิแอมป์ถึง 3 แอมป์ และมีให้เลือกทั้งชนิดเร็กกูเลเตอร์ไฟบวกและเร็กกูเลเตอร์ไฟลบ



รูปที่ 2.18 แสดงตำแหน่งขาของ IC Regulator เบอร์ 78xx [7]

2.9.5 ไอซีปรับระดับแรงดัน MAX 232

ไอซีปรับระดับแรงดัน MAX 232 [9] เป็นไอซี 16 ขาที่ใช้ทำหน้าที่ในการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม (serial) ระหว่างอุปกรณ์ TTL/CMOS กับพอร์ท RS-232 โดยไอซีปรับระดับแรงดัน MAX 232 มีช่องทางในการรับข้อมูลแบบอนุกรม (serial) 2 ช่องทางและมีช่องทางในการส่งข้อมูลแบบอนุกรม (serial) 2 ช่องทาง โครงสร้างภายในของไอซีปรับระดับแรงดัน MAX 232 ยังมีวงจรทวีแรงดัน (voltage double) และวงจรอินเวอร์สแรงดัน (voltage inverter) วงจรทวีแรงดันเป็นวงจรที่ทำหน้าที่ยกระดับแรงดันจาก 5 โวลท์เป็น 10 โวลท์ และวงจรอินเวอร์สแรงดันเป็นวงจรที่ทำหน้าที่กลับสัญญาณจาก +10 โวลท์เป็น –10 โวลท์ วงจรทั้งสองทำหน้าที่หลักก็คือขยายสัญญาณก่อนที่จะส่งออกไปยังพอร์ท RS-232 รูปตำแหน่งขาสัญญาณและวงจรเทียบการทำงานของ MAX 232 ดังแสดงในรูปที่ 2.17



รูปที่ 2.19 ตำแหน่งขาสัญญาณและวงจรภายในไอซีปรับระดับแรงดัน MAX 232 [9]

การทำงานของไอซีปรับระดับแรงดัน MAX 232

1. เมื่อส่งข้อมูลออก โดยไอซีปรับระดับแรงดัน MAX 232 จะรับข้อมูลจากอุปกรณ์ TTL/CMOS เข้ามาที่ขา TX IN จากนั้นไอซีปรับระดับแรงดัน MAX 232 จะทำการยกระดับ

แรงดันของข้อมูลให้เป็น +10 โวลท์หรือ –10 โวลท์ และส่งออกมาที่ขา TX OUT ผ่านพอร์ท RS-232 เพื่อส่งข้อมูลต่อไปยังอุปกรณ์ภายนอก

2. เมื่อรับข้อมูลเข้า โดยไอซีปรับระดับแรงดัน MAX 232 จะรับข้อมูลที่ส่งมาจากอุปกรณ์ภายนอกผ่านพอร์ท RS-232 มายังขา RX IN ของไอซีปรับระดับแรงดัน MAX 232 จากนั้นไอซีปรับระดับแรงดัน MAX 232 จะทำการแปลงระดับแรงดันของข้อมูลให้เป็น 0 โวลท์หรือ 5 โวลท์ และส่งออกที่ขา RX OUT เพื่อทำการส่งข้อมูลต่อไปที่อุปกรณ์ TTL/CMOS

2.9.6 ไมโครคอนโทรลเลอร์ ATmega88 [10]

เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล AVR ใช้สถาปัตยกรรมแบบ RISC (Advanced RISC architecture) คือในหนึ่งคำสั่งทำงานใช้สัญญาณนาฬิกา 1 ลูก (instruction in a single clock cycle) เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีประสิทธิภาพและความสามารถสูง แบ่งออกเป็นหลายอนุกรม ในแต่ละอนุกรมยังแบ่งออกเป็นหลายเบอร์ เพื่อรองรับความต้องการที่แตกต่างของผู้ใช้งาน ในขณะที่คงยังประสิทธิภาพที่เท่ากัน สำหรับการทำงานของโปรเจก Wireless Sensor Network เลือกที่จะใช้งาน ไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ ATmega 88

คุณสมบัติที่สำคัญของ ATmega 88

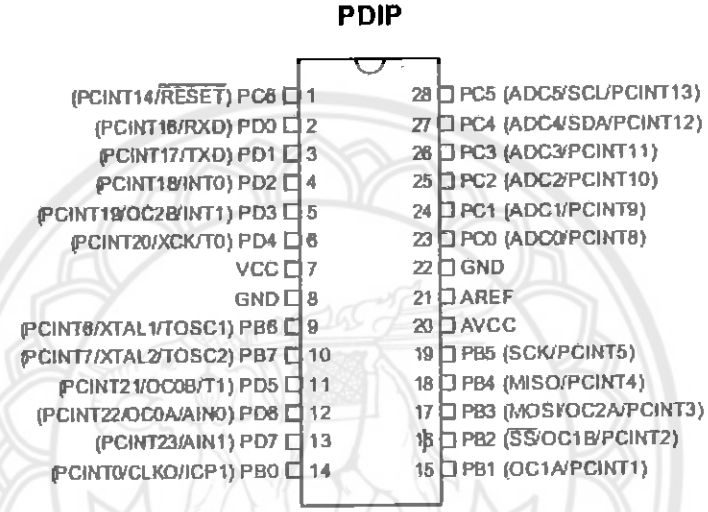
- ประสิทธิภาพสูง ,ใช้พลังงานต่ำ เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ 8 Bit
- สถาปัตยกรรมแบบ RISC (Advanced RISC architecture)
- มีคำสั่งควบคุมการทำงานมากกว่า 100 คำสั่ง โดยมีความเร็วในการประมวลผล 1 คำสั่งต่อ 1 สัญญาณนาฬิกา(1 MIP/1 MHz)
- มีรีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไปขนาด 8 บิต จำนวน 32 ตัว
- ความเร็วในการทำงาน 1 MIP ต่อ 1 MHz และสามารถมากถึง 24 MIPS เมื่อใช้ความถี่ที่ 24 MHz
- หน่วยความจำ ROM แบบ Flash (มีโหมดป้องกันหน่วยความจำ) ขนาด 16 กิโลไบต์ (เขียน/ลบได้ 10,000 ครั้ง)
- หน่วยความจำข้อมูลแบบ EEPROM (มีโหมดป้องกันหน่วยความจำ)ขนาด 512 กิโลไบต์ (เขียน/ลบได้ 100,000 ครั้ง)
- หน่วยความจำข้อมูลแบบ SRAM 1 กิโลไบต์
- ไทเมอร์/เคาเตอร์ทั้งแบบ 8 บิต และ 16 บิต พร้อมปรีสเกลเลอร์
- มีระบบตรวจสอบความผิดพลาดในการทำงานของซอฟต์แวร์ (Watchdog Timer With On-Chip Oscillator)
- มีโมดูลแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอล (ADC) ขนาด 10 บิต มากถึง 6 ช่อง

- การสื่อสารข้อมูลอนุกรมมีทั้งแบบ UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitters) หรือ แบบ RS232 , SPI (Serial Peripheral) และแบบ I^2C เป็นต้น
- การใช้พลังงานในขณะที่ทำงาน

  1 MHz, 1.8 V: 240 µA

  32 KHz, 1.8 V: 15 µA (including Oscillator)
- การใช้พลังงานในขณะที่อยู่ใน sleep mode

  0.1µA at 1.8V



รูปที่ 2.20 ขาพอร์ต AVR (ATmega88) ตัวถังแบบ PDIP [10]

หลักการเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรเลอร์

การเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์จะแตกต่างจากการเขียนโปรแกรมที่ใช้งานบนคอมพิวเตอร์ เนื่องจากการเขียนโปรแกรมบนไมโครคอนโทรลเลอร์นั้น ต้องคำนึงถึงไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวที่ใช้งานเป็นหลัก ซึ่งคุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์แต่ละเบอร์และรุ่นจะมีความแตกต่างกัน การเขียนโปแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์จึงมีหลักดังนี้

1. ทำความเข้าใจกับส่วนที่ต้องการใช้งานในไมโครคอนโทรลเลอร์หรือที่เรียกว่าโมดูลภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ เช่น โมดูลพอร์ต ทำหน้าที่เกี่ยวกับอินพุตเอาต์พุตพอร์ต โมดูลไทเมอร์เกี่ยวกับการนับเวลาหรือการจับเวลา เป็นต้น

2. เมื่อเข้าใจการทำงานของโมดูลที่ต้องการใช้งานแล้ว ให้ศึกษาและทำความเข้าใจกับรีจิสเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับโมดูลนั้นๆ เนื่องจากรีจิสเตอร์เปรียบเสมือนสวิตช์เปิด/ปิดการใช้งานโมดูลนั้นๆ เมื่อกำหนดสวิตช์เปิด/ปิดเรียบร้อยแล้ว ไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะเริ่มต้นทำงานตามที่ได้กำหนดไว้ในรีจิสเตอร์ที่เกี่ยวข้องทันที (ตามสวิตช์ที่ได้กำหนดไว้)

3. รีจิสเตอร์ในบางโมดูลจะมีบิตเฉพาะสำหรับใช้ในการเปิด/ปิดการใช้งานหรืออาจเรียกได้ว่าเป็นสวิตช์หลัก แต่บางโมดูลจะไม่มี เพียงกำหนดรีจิสเตอร์ที่จะใช้งานก็เริ่มต้นทำงานได้ทันที

4. บางโมดูลนอกจากกำหนดเปิด/ปิดแล้วยังต้องมีการกำหนดส่วนทำงานของโมดูลนั้นๆ ด้วยเช่นโมดูลที่เกี่ยวข้องกับงานอินเตอร์รัปต์ (งานที่ขัดจังหวะงานหลักที่ทำอยู่) ต้องมีการกำหนดฟังก์ชันที่เกี่ยวกับอินเตอร์รัปต์ของโมดูลที่ใช้งานด้วย

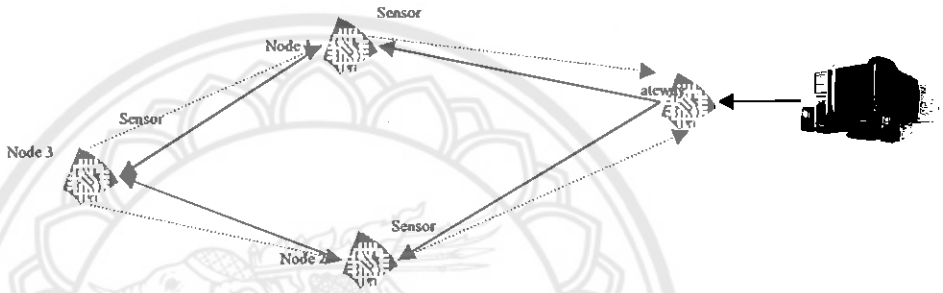
5. หลังจากที่กำหนดค่าบิตในรีจิสเตอร์ที่ใช้งานโมดูลแล้ว จากนั้นการเขียนโปรแกรมจะขึ้นอยู่กับพื้นฐานการเขียนโปรแกรมของแต่ละบุคคล รวมถึงพื้นฐานทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ หากมีความสามารถในการเขียนโปรแกรมให้ทำงานได้เพียงอย่างเดียวโดยไม่มีพื้นฐานทางด้านอิเล็กทรอนิกส์เลย ผลลัพธ์การทำงานของโปรแกรมที่ได้อาจไม่ถูกต้อง เนื่องจากการต่อวงจรใช้งานที่ผิดพลาด ดังนั้นการเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์จึงต้องมีพื้นฐานทางด้านอิเล็กทรอนิกส์บ้าง ซึ่งจะช่วยให้การเขียนโปรแกรมและใช้งานไมโครคอนโทรเลอร์เป็นไปตามความต้องการมากขึ้น

ทั้งหมดที่กล่าวมาคือทฤษฎีที่นำมาใช้ในการทำโครงงานนี้รวมไปถึงการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆและโปรโตคอลที่นำมาใช้ รวมไปถึงคุณสมบัติของไมโครคอนโทรเลอร์ที่นำมาใช้อีกด้วย และในบทต่อไปจะกล่าวถึงการวิเคราะห์ออกแบบและพัฒนาส่วนต่างๆเพื่อให้ได้ตามจุดประสงค์ของโครงงานนี้

บทที่ 3

วิเคราะห์ออกแบบและพัฒนาส่วนควบคุมระบบ

ในบทนี้จะเป็นการกล่าวถึงการออกแบบการทำงานของระบบการเชื่อมต่อเซ็นเซอร์แบบไร้สาย และการแสดงผลของข้อมูลเซ็นเซอร์บนคอมพิวเตอร์ โดยรูปแบบของเครื่อข่ายเซ็นเซอร์จะมีลักษณะรับสัญญาณจากโหนดแม่(Gateway) แล้วแสดงรายละเอียดของค่าเซ็นเซอร์โหนด (Sensor Node) ในแต่ละโหนดไปที่โหนดแม่ที่สามารถติดต่อได้ ผ่านทางคอมพิวเตอร์ ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แสดงรูปแบบการเชื่อมต่อเซ็นเซอร์ไร้สาย

3.1 การออกแบบรูปแบบของการเชื่อมต่อเซ็นเซอร์แบบไร้สาย

ในการออกแบบระบบ การเชื่อมต่อเซ็นเซอร์ไร้สาย นี้เป็นระบบเครือข่ายเล็กๆที่จะประกอบไปด้วยสามส่วนหลักๆคือ Gateway Node, Sensor Node และ Computer ซึ่งจะมีการติดต่อสื่อสารกันระหว่างโหนด ดังรูปที่ 3.1

Gateway ความหมายคือ "ทางออก" เราได้ตั้งชื่อตัวโหนดแม่ว่า "ทางออก" เพราะว่าตัวโหนดแม่เป็นเซ็นเซอร์โหนดที่ติดต่อโดยตรงกับคอมพิวเตอร์ผ่านทาง RS232 ซึ่งเซ็นเซอร์โหนดทั้งหมดจะสามารถแสดงข้อมูลเซ็นเซอร์ออกได้นั้นจะต้องผ่านโหนดแม่ตัวเดียว

Sensor Node คือตัวเซ็นเซอร์โหนดที่ไม่ได้ติดต่อโดยตรงกับคอมพิวเตอร์ จะทำหน้าที่แค่เพียงรับคำสั่งให้อ่านเซ็นเซอร์ที่ติดอยู่ในตัวของโหนด และส่งค่าที่ได้จากการอ่านออกไปยังโหนดที่ส่งคำสั่งมา

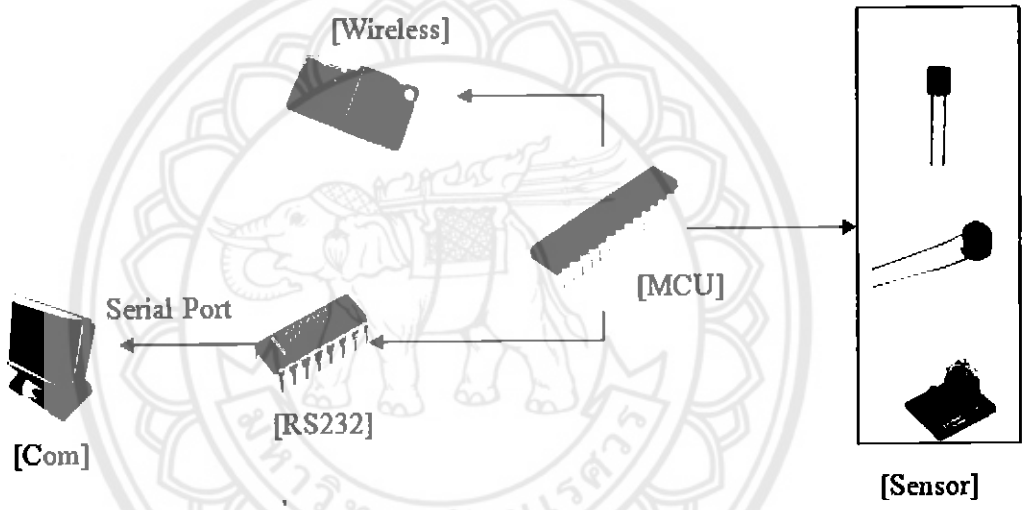
Computer คือคอมพิวเตอร์ที่ทำการติดต่อกับ Gateway และรันโปรแกรมที่ใช้สำหรับการรับ/สั่งข้อมูลไปยัง Gateway

สำหรับการออกแบบตัวระบบนี้ สิ่งที่จำเป็นอีกอย่างหนึ่งคือ การประหยัดพลังงาน ในการทดสอบว่าระบบนี้จะประหยัดพลังงานได้เท่าไหร่คงวัดได้ยาก แต่ทางการออกแบบจะสามารถทำให้ระบบนี้ประหยัดพลังงานได้ โดยให้ระบบมีสถานะว่างให้มากที่สุด โดยให้ระบบหลับรอ

3.2 ออกแบบโครงสร้างและการทำงานของตัวระบบเซ็นเซอร์ไร้สาย

3.2.1 ออกแบบโครงสร้างของตัวระบบเซ็นเซอร์ไร้สาย

เซ็นเซอร์โหนดในระบบนี้จะมีโครงสร้างที่ต้องใช้หลักๆดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 โครงสร้างของ เซ็นเซอร์โหนด

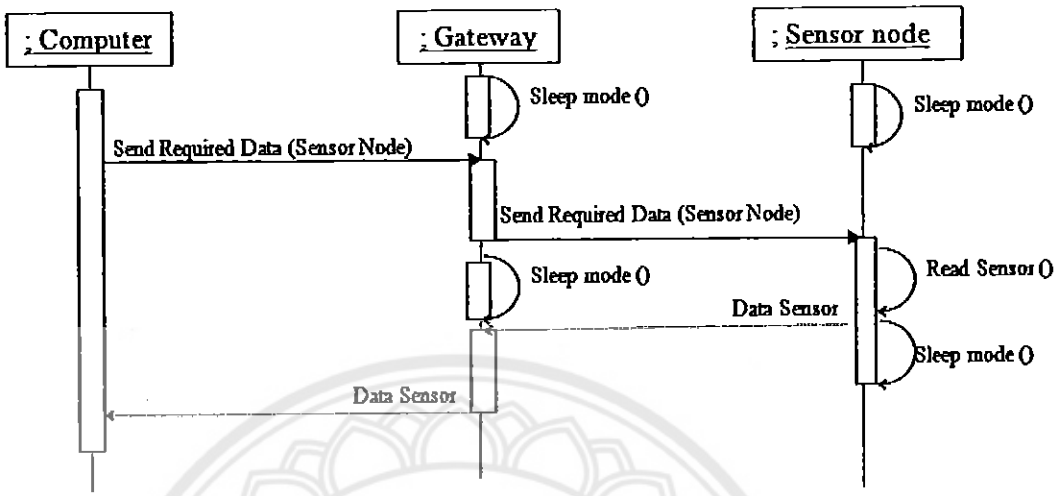
Micro Controller Unit (MCU) เป็นตัวกลางที่ใช้สำหรับควบคุมการทำงานของไวเลส RS232 และ เซ็นเซอร์ (ประเภท i^2C, analog, digital)

Wireless ใช้สำหรับการรับส่งข้อมูลระหว่างโหนดซึ่งในโปรเจคนี้ได้ใช้ TRW2.4G ซึ่งทำงานบนย่านไฟ 3.3 Volt

RS232 ใช้สำหรับรับส่งข้อมูลระหว่างไมโครคอนโทรเลอร์กับคอมพิวเตอร์ผ่านพอร์ตอนุกรมในโปรเจคนี้ได้ใช้ IC MAX232

Sensor (Type i^2C, analog, digital) ใช้สำหรับตรวจสอบค่าต่างๆที่มีรูปแบบการติดต่อแบบ i^2C, analog, digital กับไมโครคอนโทรเลอร์

3.2.2 ออกแบบการทำงานของตัวระบบโหนดแม่ (Gateway) เบื้องต้น

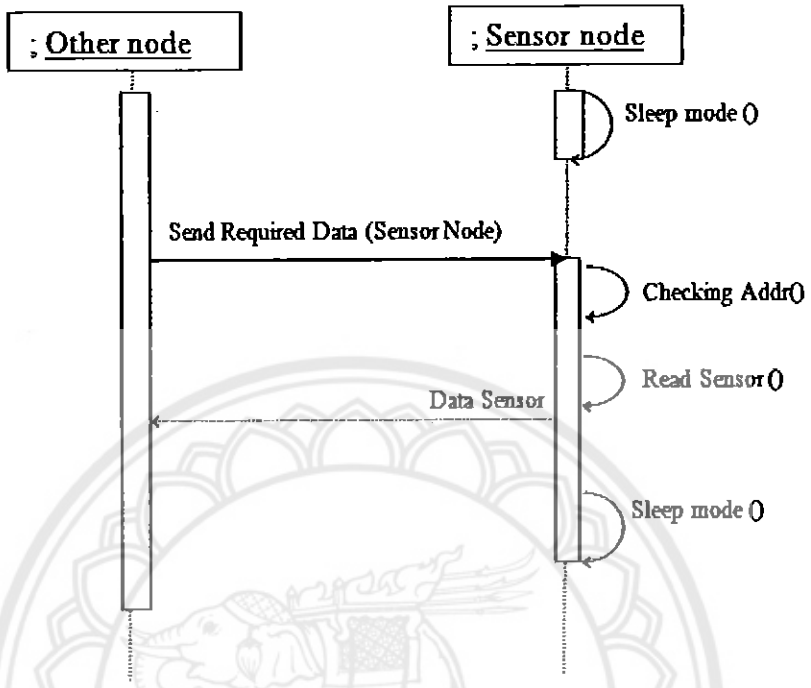


รูปที่ 3.3 ตัวอย่างการทำงานของ Gateway

จากรูปการทำงานที่ 3.3 จะเห็นว่าตัวโหนดแม่เป็นตัวกลางในการรับส่งข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์กับเซ็นเซอร์โหนด ซึ่งขั้นตอนการทำงานของโหมดแม่มีดังต่อไปนี้

1. กำหนดให้สถานะการทำงานของไมโครคอนโทรเลอร์บนโหมดแม่มีการหลับรอคำสั่งจากคอมพิวเตอร์
2. เมื่อมีการรับคำสั่งจากคอมพิวเตอร์จะทำการวิเคราะห์ว่าคอมพิวเตอร์ต้องการทราบข้อมูลจากเซ็นเซอร์โหนดไหน
3. เมื่อทำการวิเคราะห์เสร็จแล้วก็ทำการส่งข้อมูลผ่านไวเลสไปยังเซ็นเซอร์โหนดต่างๆ เพื่อที่จะต้องทราบข้อมูล
4. หลังจากส่งข้อมูลเสร็จก็จะทำการหลับรอผลลัพท์จากโหนดต่างๆ
5. เมื่อได้ข้อมูลจากเซ็นเซอร์โหนดแล้ว ก็จะทำการส่งข้อมูลที่ได้มานั้นกลับคืนไปยังคอมพิวเตอร์

3.2.3 ออกแบบการทำงานของตัวระบบโหนดลูก (Sensor node) เบื้องต้น



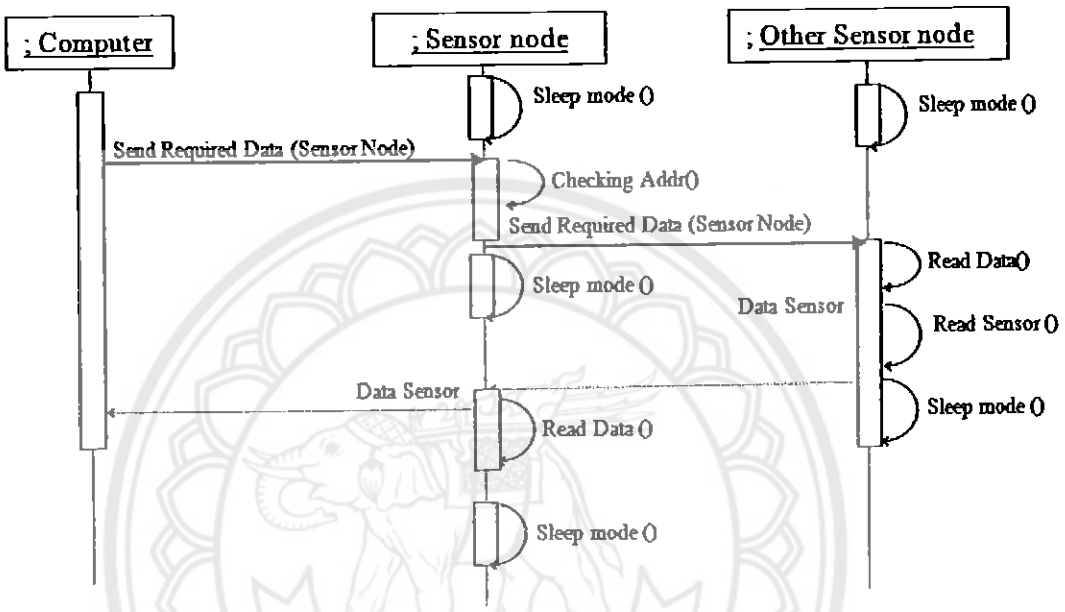
รูปที่ 3.4 ตัวอย่างการทำงานของโหนดลูก

จากรูปการทำงานที่ 3.4 จะเห็นว่าตัวโหนดลูกเป็นตัวที่ทำงานก็ต่อเมื่อมีการร้องขอ (Request) จากโหนดต่างๆ ซึ่งขั้นตอนการทำงานของโหนดลูกมีดังต่อไปนี้

1. กำหนดให้สถานะการทำงานของไมโครคอนโทรเลอร์บนโหนดลูกมีการหลับรอคำสั่งจากคอมพิวเตอร์
2. เมื่อมีข้อมูลเข้ามาทางไวเลสก็จะทำการวิเคราะห์ว่าข้อมูลที่ได้มา มีแอดเดรสปลายทางเป็นโหนดไหน
   a. ถ้าแอดเดรสปลายทางเป็นของโหนดนี้ก็จะทำการอ่านค่าที่ได้จากเซ็นเซอร์ภายในโหนดและส่งข้อมูลกลับ
   b. ถ้าแอรดเดสปลายทางเป็นของโหนดอื่นก็จะไม่รับข้อมูลนี้
3. หลังจากการส่งข้อมูลแล้ว ระบบจะกลับไปอยู่สถานะหลับรอคำสั่งเหมือนเดิม

3.2.4 ออกแบบตัวระบบให้มีการทำงานได้ทั้ง โหนดแม่ และ โหนดลูก

เนื่องจากการทำงานของระบบมีสองส่วนหลักๆคือ โหนดแม่ และ โหนดลูก มีการทำงานที่คล้ายกัน เราก็สามารถประยุกต์ให้การทำงานทั้งสองรวมอยู่ในตัวเดียวกัน โดยให้ไมโครคอนโทรเลอร์วิเคราะห์เองว่าต้องทำงานอะไรบางจากข้อมูลที่ได้รับมาดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 ตัวอย่างการทำงานของระบบ

3.2.5 ออกแบบลักษณะของข้อมูลที่ใช้ส่งระหว่าง Sensor Node เบื้องต้น

ในการส่งข้อมูลทางไวเลสจำเป็นต้องมีการส่งข้อมูลเป็น Packet ซึ่งเราสามารถกำหนดรูปแบบ Packet เบื้องต้นได้ดังรูปที่ 3.6

SOUR_ADDR	VALUE

รูปที่ 3.6 รูปแบบของข้อมูล

SOUR_ADDR คือ แอดเดรสของผู้ส่ง

VALUE คือ ค่าของข้อมูลที่ต้องการจะส่ง

3.3 การออกแบบการทดสอบการทำงานของระบบเซ็นเซอร์ไร้สาย

3.3.1 การออกแบบสำหรับการทดสอบการทำงานรับ-ส่งข้อมูลของ TRW2.4G เบื้องต้น

สิ่งที่สำคัญที่สุดของระบบนี้คือ การทำงานของไวเลสดังนั้นเราต้องออกแบบสำหรับการทดสอบการทำงานเบื้องต้นให้กับตัวไวเวสซึ่งเราต้องออกแบบตัวอุปกรณ์ที่จะใช้ในระบบ

MCU: ใช้ AVR ATmega88 เพราะ

- AVR มีโครงสร้างแบบ RISC คือ มีการทำงาน 1 คำสั่ง เสร็จภายใน 1 สัญญาณนาฬิกา (clock) เกือบทุกคำสั่ง
- AVR มีราคาถูก และ AVR ATmega88 มีโครงสร้างครบที่สามารถจะทำงานระบบนี้ได้
- มีเครื่องมือในการพัฒนาฟรี และมีผู้พัฒนามากมาย
- มีการทำงานที่ 3.3 Volt ซึ่งประหยัดพลังงานกว่า MCU ที่ทำงานบน 5 Volt

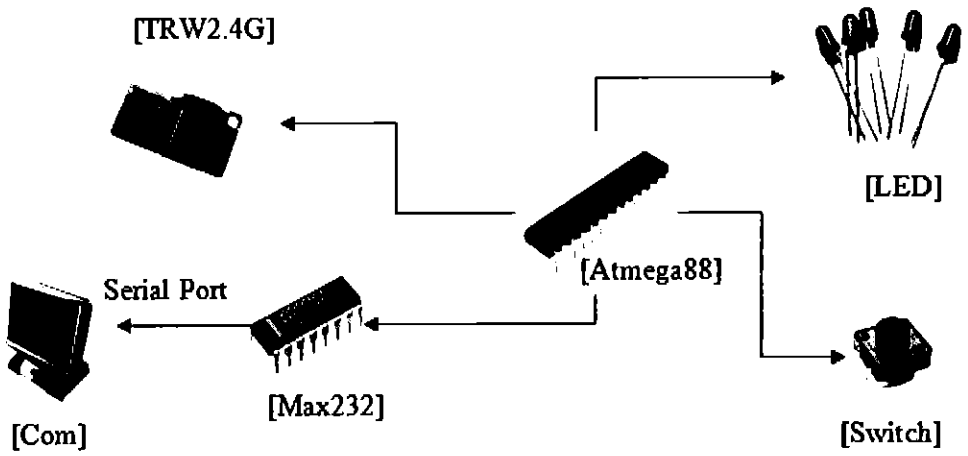
Wireless: ใช้ไวเลส TRW2.4G เพราะ

- หาซื้อได้ง่ายมีราคาถูก (300กว่า บาท)
- มีการเซตค่าการทำงานให้กับ TRW2.4G ง่าย
- มีระยะการส่งที่เพียงพอสำหรับการทำงานของระบบนี้ (150-280 เมตร)
- มีการทำงานที่ 3.3 Volt

Max232: ใช้ เพราะ

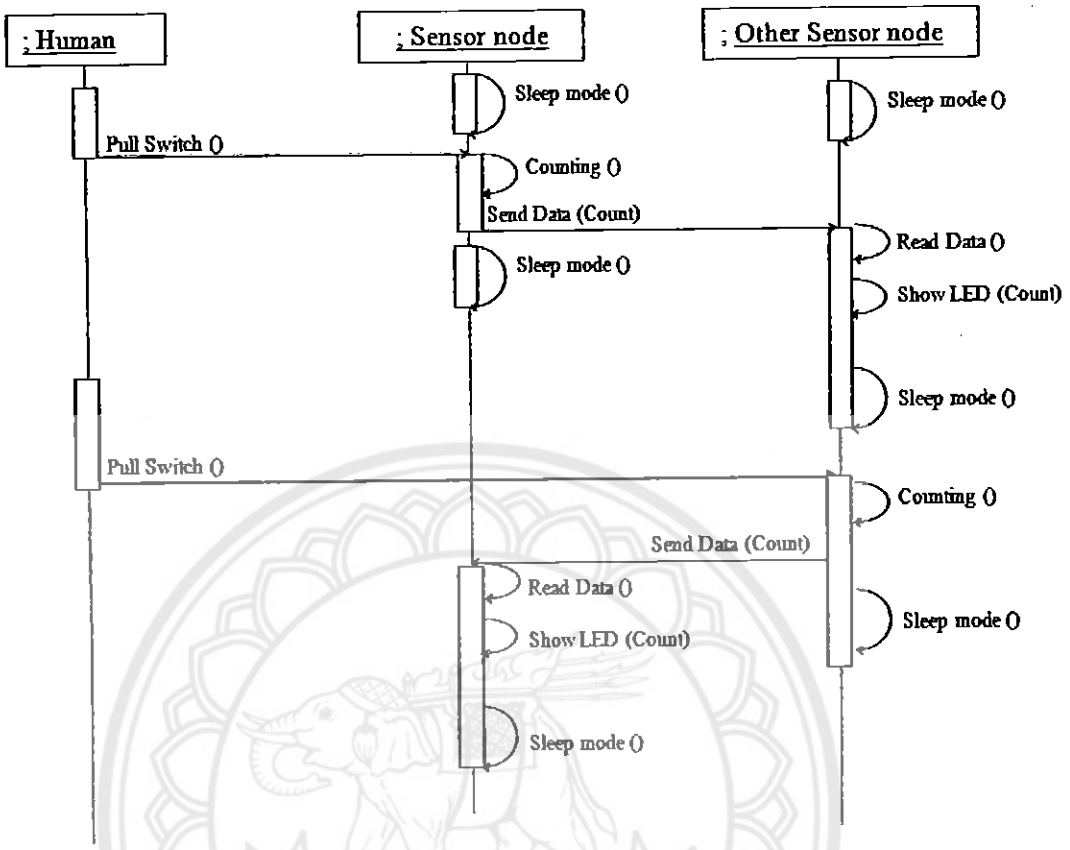
- มีการทำงานที่ 3.3 Volt ซึ่งประหยัดพลังงานกว่า ตัวที่ทำงานบน 5 Volt

ออกแบบอุปกรณ์คร่าวๆที่ใช้สำหรับทดสอบการทำงาน รับ/ส่ง ข้อมูลของ TRW2.4G ดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 โครงสร้างของ เซ็นเซอร์โหนดแบบคร่าวๆ

ออกแบบการทำงานสำหรับการทดสอบการรับส่งข้อมูลง่ายๆสำหรับได้ดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 รูปการออกแบบการทำงานสำหรับรับส่งข้อมูลอย่างง่าย

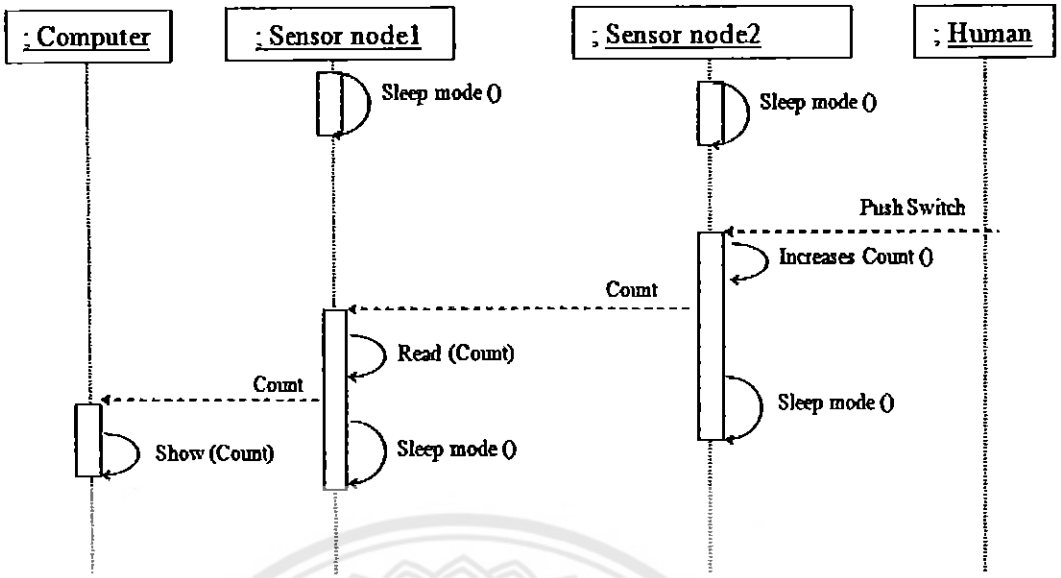
วิธีการทดสอบการทำงานของไวเลสสามารถทำได้ดังนี้

1. เมื่อกดปุ่มสวิทช์บนตัวโหนดลูกก็จะทำการนับค่าใส่ไว้ในตัวแปร Count
2. ส่งค่าตัวแปร Count ออกไปยังโหนดลูกตัวอื่นตัวอื่น
3. กรณีได้รับค่า Count ก็จะแสดงออกทาง LED

หมายเหตุ: ค่า Count เริ่มจาก 0 และ มีการระบุ Address ของ Sensor node ที่จะส่งไป มีการระบุไว้ล้วงหน้า

3.3.2 การออกแบบสำหรับการทดสอบการทำงานรับ-ส่งข้อมูลผ่านพอร์ตอนุกรม

หลังจากที่ออกแบบการทดสอบการทำงานรับ-ส่งเบื้องต้นแล้วเราก็ออกแบบการทำงานเพิ่มการรับส่งระหว่างคอมพิวเตอร์กับไมโครคอนโทรเลอร์ ซึ่งเราจะเปลี่ยนการทำงานจากรูป 3.9 โดยเปลี่ยนจาก Human เป็น Computer แทน และเพิ่มการทำงานตามรูปดังนี้

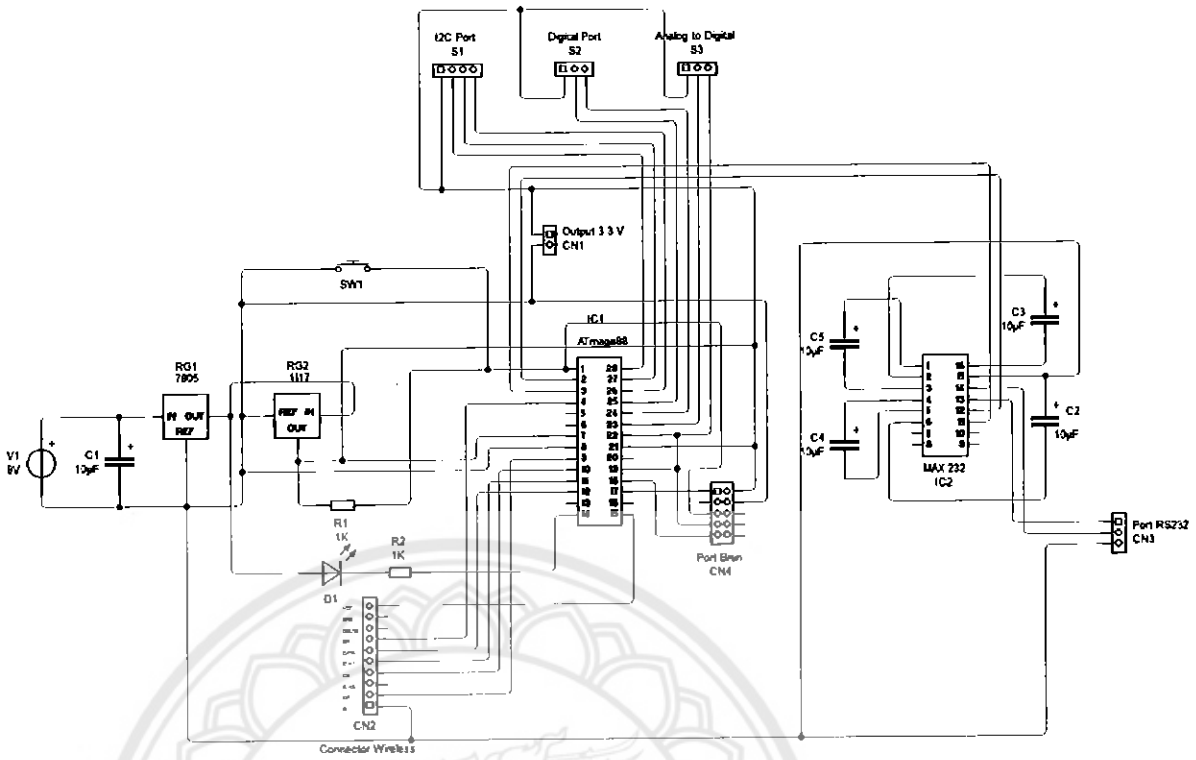


รูปที่ 3.9 ตัวอย่างการทำงานของระบบแบบที่สอง

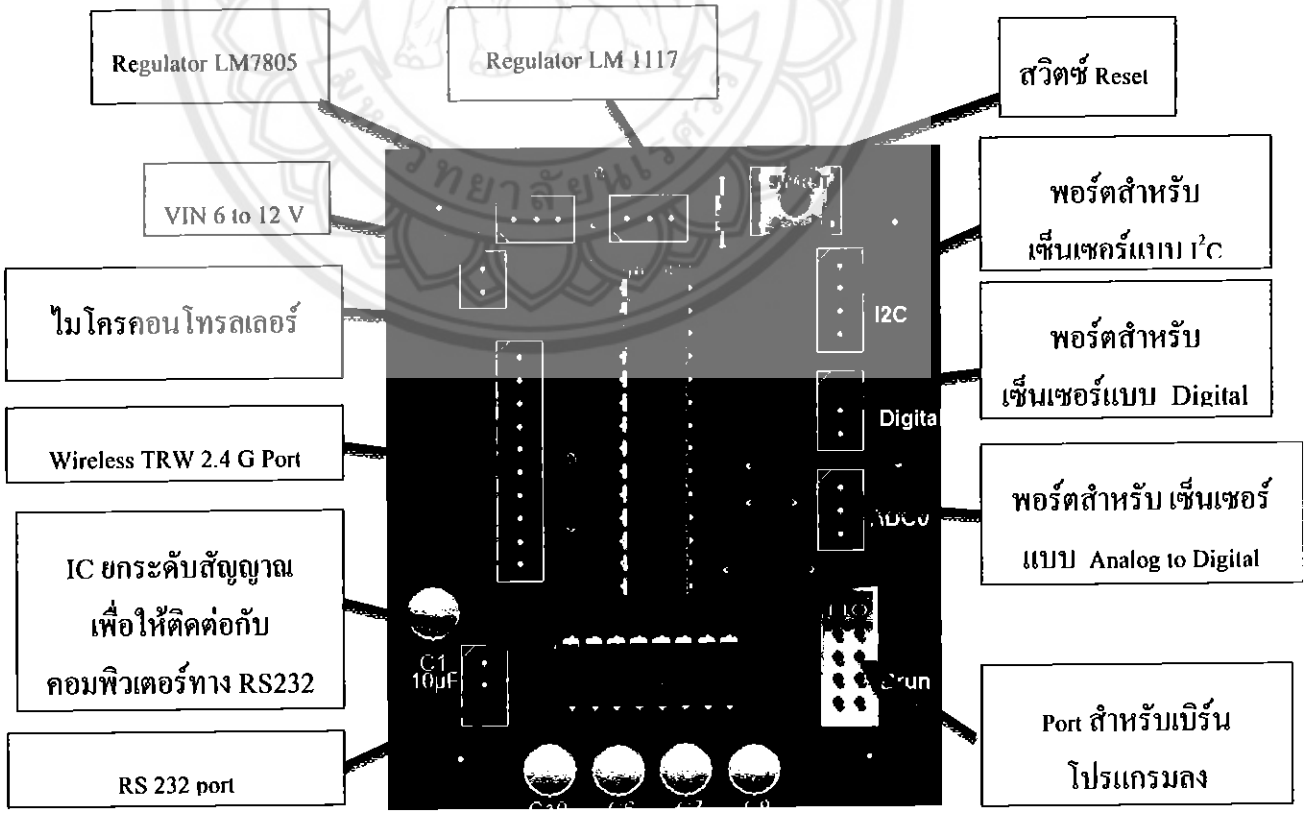
ดังนั้นเราต้องเพิ่มการทำงานในส่วน Uart ซึ่งเป็นส่วนสำหรับการตั้งค่าการติดต่อระหว่างไมโครคอนโทรเลอร์และคอมพิวเตอร์ หลังจากนั้นแก้ไขโค้ดในส่วนควบคุมจากการแสดงไฟ LED เปลี่ยนเป็นส่งค่าออกทาง Terminal

3.4 การออกแบบลายวงจรของระบบเซ็นเซอร์ไร้สาย

โปรแกรมที่ใช้ในการออกแบบ คือ PCB Wizard – Professional Edition 3.50 เราได้พยายามออกแบบให้มีขนาดเล็กเพราะว่าจะได้ติดตั้งได้สะดวกสบาย และง่ายต่อการใช้งาน ลายวงจร Multipurpose Wireless Sensor Network ซึ่งตัวระบบทั้งหมดจะสามารถออกแบบได้ดังรูปที่ 3.9 และจะออกมาเป็นบอร์ดสำเร็จดังรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 Multipurpose Wireless Sensor Network Circuit



รูปที่ 3.11 ลายวงจรบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์

บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ได้จากการ Simulate จะโปรแกรม PCB wizard จะเป็นโครงสร้างเสมือนจริง โดยบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ทุกบอร์ดจะเหมือนกันทุกบอร์ดเพราะว่าต้องการให้สามารถใช้งานได้ง่าย ๆ ไม่ว่าจะนำบอร์ดไหนก็ตามก็สามารถนำมาติดต่อกับคอมพิวเตอร์ หรืออาจจะนำบอร์ที่ติดต่อกับคอมพิวเตอร์ไปเป็นบอร์ดที่อ่านค่าจากเซ็นเซอร์ก็ได้เช่นกัน ในบอร์ดนั้นจะแบ่งเป็นส่วนได้ 4 ส่วน

1. ไมโครคอนโทรลเลอร์ ATMega88

จะเป็นส่วนที่ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ผ่านในบอร์ด ได้แก่ ควบคุมการทำงานของไวเลส TRW 2.4 G โดยการกำหนดสัญญาณ จังหวะการส่งข้อมูล การรับข้อมูล การเปลี่ยนสถานะจากการส่งข้อมูลเป็นการรับข้อมูล ควบคุมการทำงานของ MAX 232 ในการติดต่อกับคอมพิวเตอร์ และการอ่านค่าจากเซ็นเซอร์ในรูปแบบ Analog I^2C และ Digital

2. MAX RS232

เป็นไอซีแปลงระดับสัญญาณให้สามารถติดต่อกับ พอร์ตอนุกรม RS 232 จะเป็นส่วนที่เราใช้ติดต่อกับคอมพิวเตอร์ ในโปรเจกนี้เราได้ให้การติดต่อโดยผ่าน RS 232 เป็นการอ่านค่าจากเซ็นเซอร์ต่าง ๆ ที่ได้อยู่ในข่ายเครือข่าย โดยจะมีไมโครคอนโทรลเลอร์ 1 ตัว ที่ทำหน้าที่ติดต่อระหว่างคอมพิวเตอร์ และ ไมโครคอนโทรลเลอร์ตัว โดยกาติดต่อกับคอมพิวเตอร์จะผ่านทาง RS 232 และการติดต่อระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์จะผ่านไวเลส TRW 2.4 G เป็น โมดูลที่ใช้ติดต่อแบบไร้สาย

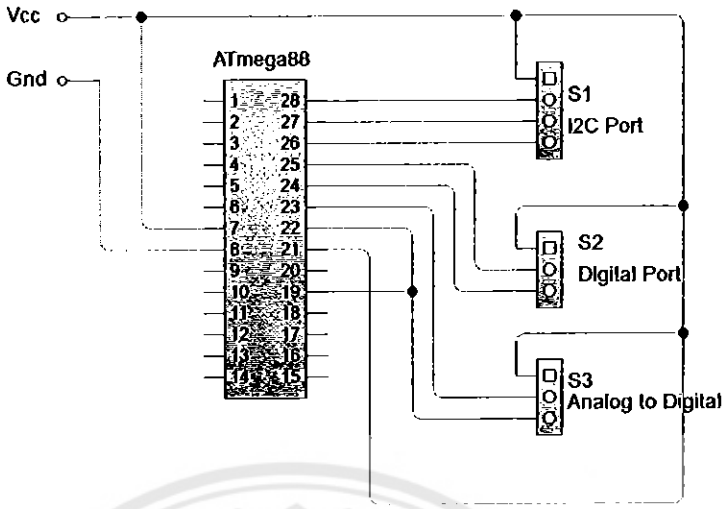
3. โมดูลไวเลส TRW 2.4 G

เป็นโมดูลสำเร็จในการใช้งาน ต้องเขียนโปรแกรมควบคุมให้ ไวเลสทำงานได้โดยตามรูปแบบในการรับส่งขอสัญญาณแต่ละขาของไวเลส

4. เซ็นเซอร์

ส่วนของเซ็นเซอร์นั้นจะเป็นการกำหนดรูปแบบทั่วไปของการติดต่อกับเซ็นเซอร์ ซึ่งวัตถุประสงค์ของโปรเจก เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายอเนกประสงค์ เราได้คิดรูปแบบโดยทั่วไปของการติดต่อเซ็นเซอร์ไว้ 3 รูปแบบ คือ Analog , I^2C , Digital บอร์เซ็นเซอร์ไร้สายอเนกประสงค์ นั้นจะสามารถอ่านค่าจากเซ็นเซอร์ที่มีรูปแบบการเชื่อมต่อทั้ง 3 ได้ โดยการออกแบบการเชื่อมต่อเซ็นเซอร์นั้น จะจ่ายไฟ 3.3 V ไว้ที่ เซ็นเซอร์ที่ทุกตัว แต่ไม่มีกราวด์ ดังนั้นอุปกรณ์เซ็นเซอร์ต่าง ๆ ก็จะยังไม่ทำงาน แต่เมื่อ บอร์ดเซ็นเซอร์ไร้สายอเนกประสงค์ ถูกเรียกให้อ่านค่าและส่งกับไปบอร์ดเซ็นเซอร์ไร้สายอเนกประสงค์ จะจ่ายกราวด์ให้กับเซ็นเซอร์ทุกตัวแล้วอ่านค่าแล้วส่งกลับและทำการตัดกราวด์ออกจากเซ็นเซอร์ การทำเช่นนี้นั้นจะเป็นการ ประหยัดพลังงานโดยไม่ให้เซ็นเซอร์ทำงานตลอดเวลาจะทำงานก็ต่อเมื่อมีการเรียกให้อ่านค่าจากเซ็นเซอร์

รูปแบบการต่อการทำงานจากเซ็นเซอร์ต่างๆดังรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.12 รูปการต่อเซ็นเซอร์ ทั้ง 3 แบบ

จากรูป 3.12 นั้น จะต่อ VCC ให้กับเซ็นเซอร์ทุกตัว แต่ยังไม่มีกราวด์ต่อที่เซ็นเซอร์

I^2C Port

ขาที่ 2 ของพอร์ต I^2C จะต่อกับขาที่ 28 ของ ATmega88 ซึ่งเป็นขา SCL และขาที่สาม จะต่อกับขาที่ 27 ซึ่งเป็นขา SDA และ ขาสุดท้ายของพอร์ต I^2C ต่อกับขา 26 ของ ATmega88 ขานี้มีไว้สำหรับจ่าย 0 หรือกราวด์ เพื่อให้เซ็นเซอร์ทำงานและสามารถอ่านค่าได้

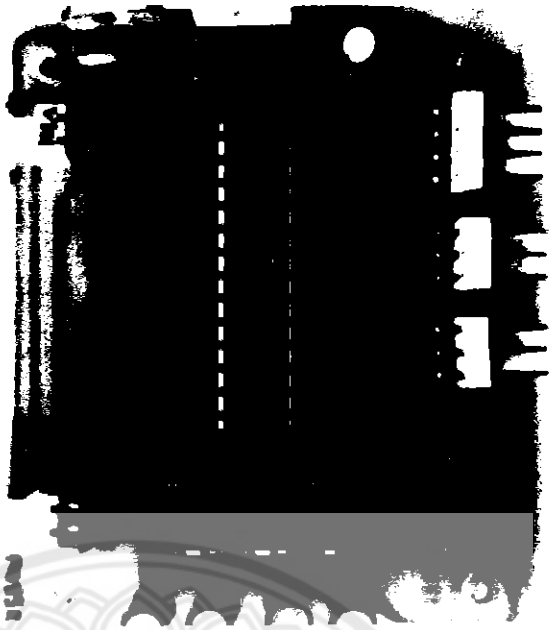
Digital Port

ขาที่ 2 ของพอร์ตดิจิตอลจะต่อกับขาที่ 25 ของ ATmega88 เพื่อจะตรวจสอบค่าที่ได้รับจากเซ็นเซอร์ และขาสุดท้ายของ พอร์ตดิจิตอล นั้นจะต่อกับขาที่ 24 ของ ATmega88 ขานี้มีไว้สำหรับจ่าย 0 หรือกราวด์ เพื่อให้เซ็นเซอร์ทำงานและสามารถอ่านค่าได้ เซ็นเซอร์ digital นั้นเรารับแค่เพียง 1 บิต

Analog to Digital convertor

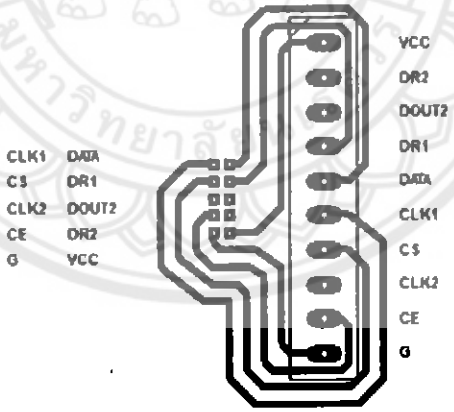
ขาที่ 2 ของพอร์ต Analog to Digital จะต่อกับขาที่ 23 ของ ATmega88 ซึ่งเป็นขา ADC0 ที่ใช้สำหรับแปลงสัญญาณ อนาล็อก เป็น ดิจิตอล ขาสุดท้ายของ พอร์ต Analog to Digital จะต่อที่ขา 22 กับ 19 เนื่องจากขา 22 จะเป็น กราวด์ของ ADC เพื่อให้การแปลงสัญญาณมีความแน่นอนมากขึ้น และขาที่ 19 นั้นจะเป็นที่มีไว้สำหรับจ่าย 0 หรือกราวด์ เพื่อให้เซ็นเซอร์ทำงานและสามารถอ่านค่าได้

การทำงานของเซ็นเซอร์ต่างๆนั้นจะถูกควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ที่จะให้เซ็นเซอร์ทำงานหรือไม่ทำงาน



รูปที่ 3.13 วงจรที่เสร็จสมบรูณ์ตามที่ออกแบบ

จากรูปที่ 3.13 คือรูปวงจรที่เราได้ออกแบบให้ไมโครคอนโทรเลอร์เป็นตัวจ่ายไฟให้กับไวเลส TRW2.4G ที่ขา PB1 สาเหตุเพราะเมื่อมีการกำหนดการทำงานให้ TRW2.4G มีการทำงานเป็นตัวรับแล้วจะเปลี่ยนเป็นเป็นตัวส่งนั้นจะต้องมีการรีเซต TRW2.4G ก่อนถึงจะกำหนดการทำงานใหม่ได้



รูปที่ 3.14 Port wireless

จากรูปที่ 3.14 เป็น Port เชื่อมต่อ wireless โดยออกแบบให้สามารถใส่กับ connector 10 pin ได้

3.5 ออกแบบลายละเอียดการทำงานของ Atmega88

3.5.1 ออกแบบการกำหนดค่าเริ่มต้นให้กับไวเลส TRW2.4G โดย Atmega88

ในการที่จะให้ไวเลส TRW2.4G ทำงานได้ต้องมีการกำหนดค่าเริ่มต้นให้กับตัวไวเลสก่อนว่าจะเป็นตัวรับหรือตัวส่ง ทำงานที่ความถี่เท่าไหร่ ซึ่งสามารถกำหนดค่าต่างๆเหล่านั้นลงในข้อมูล 144 bit ซึ่งเราได้กำหนดค่าทั้ง 144 bit เป็นดังต่อไปนี้

BIT 143:120 กำหนดเป็นโหมดทดสอบจะมีค่าเป็น 0x8E081C

BIT 119:112 และ 111:104 กำหนดให้มี Pay Load 5 byte ดังนั้นจะมีค่าเป็น 0x28, 0x28

BIT 103:64 และ 63:24 กำหนดให้มีแอดเดรสทั้ง 2 Channel เหมือนกันคือ 0xFFFFFF

*หมายเหตุ: แอดเดรสจะเหมือนกันเนื่องจากใช้ในการส่ง Board Cast

BIT 23:18 ซึ่งแอดเดรสมีความยาว 40 Bit ดังนั้นมีค่าเป็น 101000

BIT 17 ให้เป็น 1 เพื่อแสดงว่าใช้ CRC เช็ค 16 Bit

BIT 16 ให้เป็น 1 เพื่อแสดงว่าใช้ CRC

BIT 15 ให้เป็น 0 เพราะโปรเจคนี้ทดสอบบน 1 Channel

BIT 14 ให้เป็น 1 เพราะใช้โหมด Shock Burst

BIT 13 ให้เป็น 0 เพราะต้องการใช้ อัตราการส่งข้อมูล 256Mbps (สามารถส่งได้ไกล)

BIT 12:10 ให้เป็น 011 ตาม Datasheet ได้กำหนด

BIT 9:8 ให้เป็น 11 เพราะต้องการใช้กำลังสูงสุดเพื่อส่งไกลสุด

BIT 7-1 ให้เป็น 0000010 ใช้ความถี่ 2499

BIT 0 ให้เป็น 0/1 0 ใช้สำหรับเป็นตัวส่ง 1 ใช้สำหรับเป็นตัวรับ

จากวิธีการกำหนดค่าการทำงาน TRW2.4G ข้างต้นเรานำไปเขียนโค้ดให้กับ ATmega88 เพื่อให้กำหนดเริ่มต้นให้กับการทำงานของ TRW2.4G ได้

3.5.2 ออกแบบฟังก์ชันเพื่อแปลงข้อมูลที่จะส่งให้อยู่ในรูปสัญญาณทางไฟฟ้า (Shift Data)

ฟังก์ชัน Shift Data นี้ใช้เพื่อให้มีการแปลงข้อมูลจาก char ไปเป็นสัญญาณทางไฟฟ้าเพื่อส่งสัญญาณไปยังไวเลส TRW2.4G ซึ่งในการส่งสัญญานี้จะเป็นการส่งแบบซิงโครไนซ์ไปตามสัญญาณ CLK ที่สร้างขึ้นโดยไมโครคอนโทรเลอร์(ขา PD5) ในทางไวเลสจะทำการรับข้อมูลที่เป็นสัญญาณทีละ 1 บิตเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณ CLK

หลักการในการแปลงข้อมูล Char เป็นสัญญาณทางไฟฟ้านั้นง่ายๆก็คือการดึงมาทีละ 1 บิตแล้วดูว่ามีค่าเป็น 0 หรือ 1 ถ้าเป็น 0 ก็ส่งสัญญาณ 0 Volt ไปที่ไวเลสแต่ถ้าเป็น 1 ก็ส่งสัญญาณที่มีค่ามากกว่า 3 Volt ไป

3.5.3 ออกแบบให้ Atmega88 มีการทำงานแบบขัดจังหวะ (Interrupt)

ฟังก์ชัน Interrupt นี้ใช้สำหรับการปลุกไมโครคอนโทรเลอร์ที่กำลังทำงานอยู่ในโหมด Sleep ซึ่ง Interrupt นี้จะทำงานเมื่อมีสัญญาณภายนอกเข้ามา

ซึ่งตัวทดสอบระบบการรับ-ส่งข้อมูลของ TRW2.4G ที่ 3.3.1 ได้ทำการรับสัญญาณภายนอกอยู่ 2 สัญญาณหลักๆซึ่ง สัญญาณแรกคือสัญญาณบอกว่ามีข้อมูลเข้ามาทาง TRW2.4G ซึ่งสัญญาณนี้ได้ต่อกับขา Interrupt 0 (DR1 ขาไวเลส) และสัญญาณสองคือสัญญาณบอกว่ามีการกดสวิตซ์โดยจะทำการต่อสัญญาณสวิตซ์เข้ากับขา Interrupt 1 ดังนั้นต้องเซตค่า Register เพื่อทำการเปิดการใช้งาน Interrupt 0 และ Interrupt 1 ซึ่งเราจะกำหนดว่าให้รับสัญญาณเมื่อสัญญาณมีค่าเพิ่มขึ้น หรือเรียกอีกอย่างว่า ขอบขาขึ้น

แต่ในการระบบจริงเราจะใช้ Interrupt 0 (DR1 ขาไวเลส) เพียงอย่างเดียวเพราะว่าในระบบเราไม่มีการใช้สวิตซ์ ดังนั้นระบบจะมีการขัดจังหวะเมื่อมีสัญญาณจากขา DR1 ของ Wireless (หมายถึงข้อมูลพร้อมอ่าน) และมีการขัดจังหวะกับสัญญาณ RS232 เมื่อมีการส่งคำสั่งมา

ในการเซตรีจิสเตอร์ที่ใช้สำหรับการ Interrupt มีความหมายดังต่อไปนี้

- EIMSK คือ รีจิสเตอร์สำหรับเปิดการใช้ Interrupt 0,1
- EICRA คือ รีจิสเตอร์เซตว่า Interrupt 0,1 ทำงานเมื่อสัญญาณเปลี่ยนแปลงแบบใด
- SEI() คือฟังก์ชันสำหรับเปิดการใช้งาน Interrupt

*สำหรับการ Interrupt โดยสัญญาณ RS232 จะอธิบายไว้ในส่วนของการรับ-ส่งข้อมูลผ่าน Serial Port

ส่วนการใช้งาน Interrupt 0 และ 1 เราจำต้องกำหนดว่าเมื่อมีการ Interrupt ขึ้นมาให้ทำการปิด Interrupt ก่อนไม่งั้นจะมีการ Interrupt ไม่รู้จบ และเมื่อปิดการ Interrupt แล้วเราก็ทำการเซต bit flag สำหรับการแจ้งว่ามีการ Interrupt อะไรมา ในการปิดการทำงาน Interrupt สมารถใช้คำสั่งฟังก์ชัน cli() ที่อยู่ใน Library interrupt.h

3.5.4 การกำหนดรีจิสเตอร์ใน Atmega88 สำหรับการใช้ Uart

สำหรับการกำหนดรีจิสเตอร์ Uart ในไมโครคอนโทรเลอร์ Atmega88 นี้เราจะมีที่ต้องรู้จักดังนี้ UBBR คือรีจิสเตอร์สำหรับการกำหนดอัตราการส่งข้อมูลของ Atmega88 ซึ่งจะประกอบด้วยรีจิสเตอร์ย่อยๆอีก 2 ตัวคือ UBBR0H และ UBBR0L ซึ่งเราจำเป็นต้องคำนวณ UBBR สำหรับไมโครคอนโทรเลอร์โดยสูตรต่อไปนี้

UBBR = [(ความถี่ของไมโครคอนโทรเลอร์/อัตราการส่งข้อมูล) - 1] ฐาน16

UBBR0H จะเป็นค่า 8 บิตแรกของ UBBR

UBBR0L จะเป็นค่า 8 บิตล่างของ UBBR

แต่เนื่องจากความถี่ของ Atmega88 ไม่สามารถกำหนดได้เพราะความถี่ของไมโครขึ้นอยู่กับแรงดันที่จ่ายให้ดังนั้นเราก็สามารถเรียกใช้ F_CPU ที่อยู่ใน Library

UCSR0C คือ Control Status Register C ไว้สำหรับการกำหนดรูปแบบของข้อมูลที่จะส่งไปเช่น ขนาดของข้อมูลที่ส่งไป หรือ ให้มีบิตเช็ค Parity เป็นต้น ในรีจิสเตอร์นี้มีรีจิสเตอร์ย่อยอีกคือ USBS0 ใช้สำหรับกำหนดว่ามี Stop bit หรือไม่

UCSZ0 ใช้สำหรับกำหนดว่ามีขนาดข้อมูลใช้สำหรับส่งเท่าไหร่

UCSR0B คือ Control Status Register B ไว้สำหรับการยอมให้มีการรับและส่งซึ่งต้องเซตในรีจิสเตอร์ย่อยๆคือ RXEX0 ยอมให้มีการรับข้อมูล TXEN0 ยอมให้มีการส่งข้อมูล (เมื่อเป็น 1)

ในการที่เราจะรับและส่งข้อมูลนั้นเราต้องมีการกำหนดค่าเริ่มต้นตามข้างต้นก่อน และหลังจากนั้นเราจะใช้ฟังก์ชันต่อไปนี้ได้ ซึ่งการจะเขียนฟังก์ชันรับส่งนี้ได้จำเป็นต้องรู้จักรีจิสเตอร์ดังต่อไปนี้ UDR0 คือรีจิสเตอร์ที่เก็บข้อมูลที่ใช้สำหรับรับหรือส่งข้อมูล

UCSR0A คือ Control Status Register A ไว้สำหรับควบคุมว่าสถานะพร้อมที่จะส่งข้อมูลออกไปแล้วหรือยัง ซึ่งจะมีรีจิสเตอร์ย่อยๆอีกคือ UDRE0 รีจิสเตอร์นี้จะบอกว่าถ้ามีค่าเป็น 1 จะแสดงว่ารีจิสเตอร์ UDR0 ว่างพร้อมให้ส่งข้อมูลออกไป และ RXC0 รีจิสเตอร์นี้จะบอกว่าถ้ามีค่าเป็น 1 จะแสดงว่าข้อมูลได้เข้ามาที่รีจิสเตอร์ UDR0 แล้ว

3.6 การทดสอบการประหยัดพลังงานระหว่างการใช้และไม่ใช้ฟังก์ชัน Sleep

ซึ่งในการทดสอบที่ผ่านมาได้มีการใช้ฟังก์ชัน Sleep มาช่วยเพื่อให้ประหยัดพลังงาน แต่ว่าถ้าไมโครคอนโทรเลอร์มีการหลับตื่นถี่ๆอาจทำให้มีการกินพลังงานมากขึ้น ดังนั้นเราจึงมีการทดสอบว่าการใช้ฟังก์ชัน Sleep ประหยัดพลังงานกว่าไม่ใช่ฟังก์ชัน โดยการกำหนดรูปแบบในการรับส่งข้อมูลตลอดเวลา ดังนั้นจำเป็นต้องออกแบบตัว ระบบ 3 ระบบคือ

1. ตัวส่งข้อมูลตลอดเวลา
2. ตัวรับข้อมูลแบบใช้ฟังก์ชัน Sleep
3. ตัวรับข้อมูลแบบไม่ใช้ฟังก์ชัน Sleep

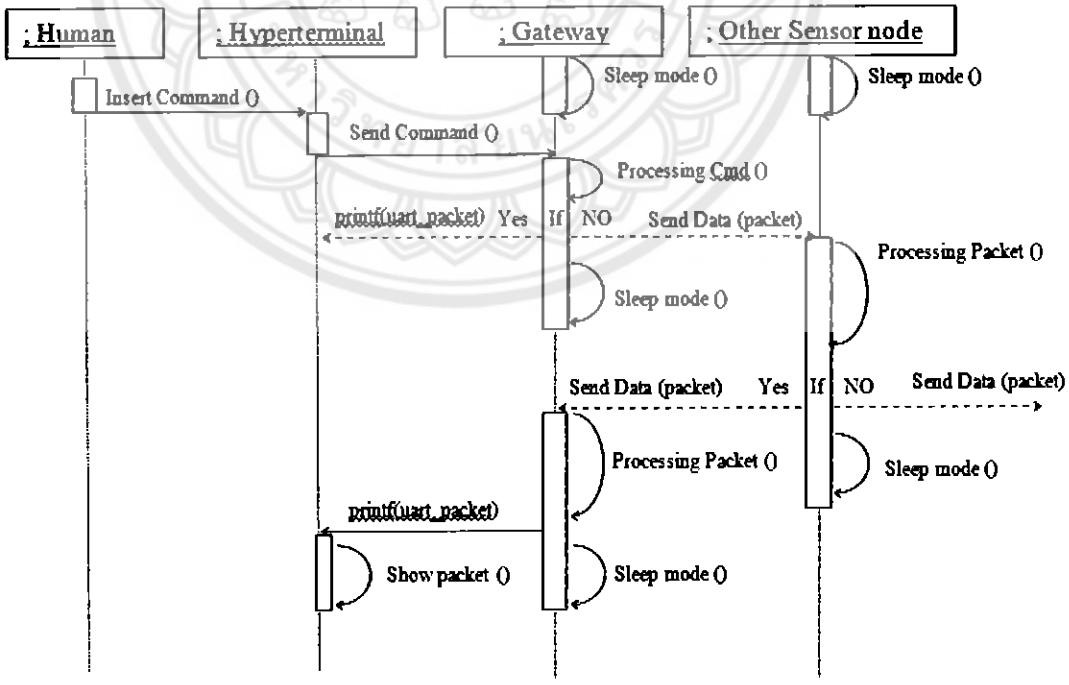
3.7 ชนิดของเซ็นเซอร์ที่ใช้ในระบบเซ็นเซอร์ไร้สาย

เนื่องจากโปรเจคนี้จะต้องอ่านค่าเซ็นเซอร์ประเภท I2C, Analog และ Digital เราจำเป็นต้องวางแผนว่า PORT ไหนใช้สำหรับอ่านค่า Sensor ซึ่งจากการออกแบบได้ออกแบบไว้ว่า PORTC อ่านค่า Sensor ตามนี้ PC5,PC4,PC3 ใช้สำหรับอ่าน I2C PC2,PC1 ใช้สำหรับอ่าน Digital และ PC0,PB5 ใช้สำหรับอ่าน Analog ดังนั้นจะออกแบบการอ่านค่าเซ็นเซอร์ตาม Port ต่างๆได้ดังนี้

I2C (1 bus)	Digital	Analog
- PORTC PC4,5 ขาบัสข้อมูล	- PORTC PC1,2 ขาบัสข้อมูล	- PORTC PC0 ขาบัสข้อมูล
- PORTC PC3 ขา GND	- PORTC PC3 ขา GND	- PORTC PC3 ขา GND

3.8 การออกแบบระบบเซ็นเซอร์ไร้สายแบบเต็มรูปแบบส่งข้อมูลออก RS232

เริ่มต้นการทำงานของระบบหลักเราจำเป็นต้องออกแบบระบบการรับส่งข้อมูลให้แน่ชัดก่อน โดยพัฒณาจากการออกแบบทดสอบการรับส่งไวเลสเบื้องต้นจากการทำงานรูปที่ 3.8 นั้นเราสามารถเพิ่มเติมระบบได้ดังนี้



รูปที่ 3.9 ตัวอย่างการทำงานของระบบรวม

จากรูปที่ 3.14 จะสามารถอธิบายการทำงานย่อยแต่ละฟังก์ชันได้ดังต่อไปนี้

Insert Command () เป็นการส่งคำสั่งให้กับ HyperTerminal ซึ่งจะมีรูปแบบการส่งข้อมูล 2 ไบต์

Byte 1 : ('a' or 'd' or 'i')	Byte 2 : PHY_NODE_ADDRESS

ไบต์ที่ 1 จะประกอบด้วย 'a' คือต้องการอ่านค่า Analog Sensor

'd' คือต้องการอ่านค่า Digital Sensor

'i' คือต้องการอ่านค่า i2c Sensor

ไบต์ที่ 2 คือค่า Physical Address ของโหนดที่ต้องการอ่านค่าเซ็นเซอร์

เมื่อผู้ใช้ส่งค่าคำสั่งเสร็จแล้ว HyperTerminal เปรียบเสมือนตัวการกลางการสื่อสารระหว่างผู้ใช้กับตัวโหนดแม่เช่น Web application

ต่อไปตัวโหนดแม่คือ โหนดที่ทำการเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ผ่านพอร์ตอนุกรมเมื่อได้รับคำสั่ง เข้ามาแล้วก็จะทำการวิเคราะห์คำสั่ง (Processing Cmd()) ตามที่ระบุไว้ข้างต้น เมื่อทำการวิเคราะห์คำสั่งเสร็จก็จะแยกการทำงานเป็นสองส่วนคือ

1. ถ้าค่า Byte 2 ไม่ตรงกับ PHYADDRESS ของตัวเอง (Gateway) ทำการส่ง Packet ออกไปยังโหนดอื่นๆ ซึ่งรูปแบบของ Packet ได้เปลี่ยนแปลงจากรูปที่ 3.6 เป็น 3.16

SOUR_ADDR	DEST_ADDR	COMMAND	VALUE	PACKET_ID

รูปที่ 3.10 รูปแบบของข้อมูล

SOUR_ADDR คือ Address ของผู้ส่ง

DEST_ADDR คือ Address ของผู้รับ

COMMAND คือ ชนิดของข้อมูล (I2C, A2D, Digital)

VALUE คือ ข้อมูลที่ได้จากการเซ็นเซอร์มี 2 ไบต์

PACKET_ID คือ เลขที่ของ Packet ใช้เพื่อป้องกันการส่งข้อมูลทับซ้อน

2. ถ้าค่า Byte 2 ตรงกับ PHYADDRESS ของตัวเองก็จะทำการอ่านค่าเซ็นเซอร์ตาม Command ใน Byte 1 และส่งค่าออกทาง RS232 (HyperTerminal)

และเมื่อ Gateway ทำการส่งข้อมูลไปแล้วเราก็ทำการพูดถึงโหนดลูกที่ทำการรับข้อมูลก็จะทำการวิเคราะห์ Packet (Processing Packet()) ซึ่งสามารถแบ่งเป็นกรณีหลักๆได้ดังต่อไปนี้

1. กรณีที่ DEST_ADDR ตรงกับ PHY_ADDR ของโหนดนั้น แต่ VALUE ไม่มีค่า
   ซึ่งในกรณีนี้จะทำการอ่านเซ็นเซอร์ตามคำสั่งที่ได้รับมาใน Packet และส่งกลับ
2. กรณีที่ PHY_ADDR ตรงกับ GATEWAY ของโหนดนั้น
   ซึ่งในกรณีนี้จะทำการส่งค่าเซ็นเซอร์ที่ได้ไปยัง HyperTerminal
3. กรณีที่ DEST_ADDR ไม่ตรงกับ PHY_ADDR ของโหนดนั้น ซึ่งในกรณีนี้จะทำการส่ง Packet นั้นต่อไปยังโหนดอื่น ซึ่งเพื่อเป็นการป้องกันส่งทับซ้อนเราจำเป็นต้องตรวจสอบว่า PACKET_ID ที่จะส่งนั้นตรงกับ PACKET_ID ที่ส่งก่อนหน้านี้หรือเปล่า ถ้า PACKET_ID นี้ถูกส่งไปแล้วเราก็ไม่จำเป็นต้องส่งข้อมูลไปอีก

สำหรับการส่งข้อมูลออก HyperTerminal นั้นเราจะต้องกำหนดรูปแบบของข้อมูลให้มีแบบฟอร์ม เพื่อง่ายสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลต่อๆไป มีรูปแบบดังต่อไปนี้

คือจำนวนคำสั่ง 2 ไบต์ จะมีค่า Packet ออกมาเป็นดังนี้

#	SOUR_ADDR	VALUE1	VALUE2	TYPE	$

รูปที่ 3.11 รูปแบบของข้อมูลคำสั่ง 2 Byte

SOUR_ADDR คือ Address ของผู้ส่ง

VALUE1, VALUE2 คือ ข้อมูลที่ได้จากการ Sensor ซึ่งกรณีเป็น I2C ใช้ 2 Bytes

TYPE คือ ชนิดของข้อมูล (I2C, A2D, Digital)

3.9 ปัญหาการสื่อสารข้อมูลของ Wireless TRW2.4G

3.9.1ปัญหาการส่งข้อมูลชนกัน

ปัญหาการส่งข้อมูลชนกันระหว่างโหนดนั้นเกิดขึ้นเพราะโหนดแต่ละโหนดส่งข้อมูลเข้าหา Gateway พร้อมกันทำให้ Gateway สามารถรับข้อมูลได้เพียงโหนดใดโหนดหนึ่งเท่านั้น ซึ่งการที่จะป้องกันการส่งข้อมูลชนกันนั้น มีการแก้หลายวิธี ดังนั้นที่เราใช้แก้ปัญหาในครั้งนี้นั้นคือการหน่วงเวลาแต่ละโหนดโดยให้มีการส่งข้อมูลต่างช่วงเวลากันซึ่งจะสามารถลดปัญหาของข้อมูลชนกันได้ ซึ่งการหน่วงเวลานี้ใส่หลังจากการ Wakeup นั้นเอง

3.9.2ปัญหาการสูญหายของข้อมูล

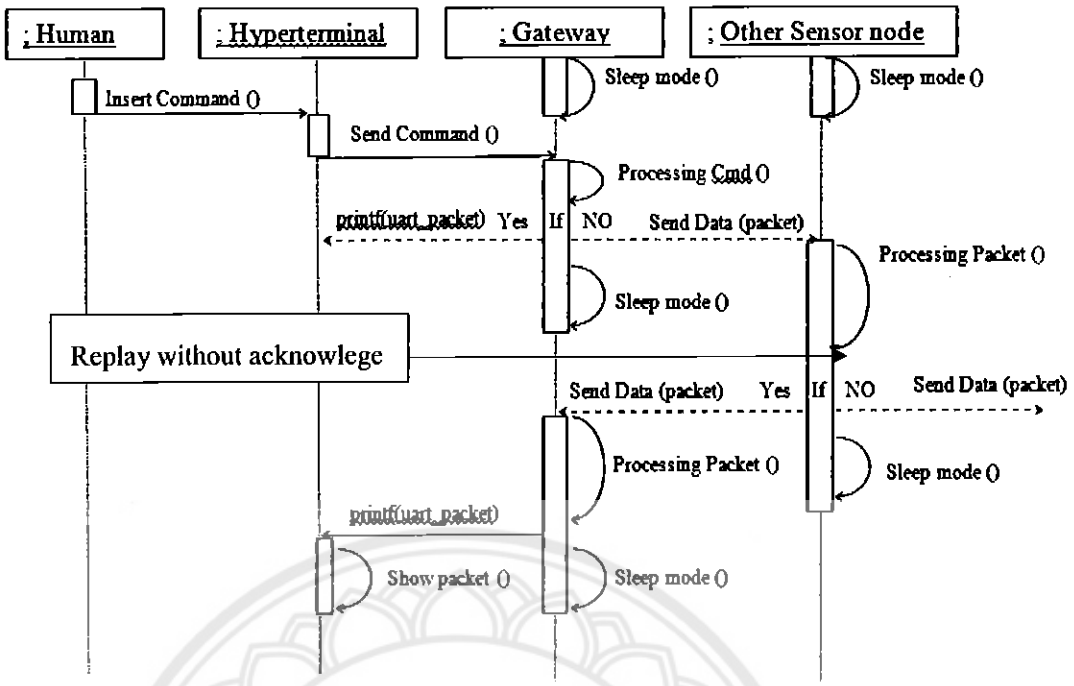
ปัญหาเกิดจากการที่ Wireless TRW2.4G ส่งข้อมูลแล้วมีการผิดพลาดของข้อมูลเกิดขึ้นทำให้ข้อมูลที่ส่งไปเกิดสูญหาย ถึงแม้จะส่งไปถึงแล้วแต่ก็มีการสูญหายการส่งกลับมา ดังนั้นวิธีการแก้ปัญหาข้อมูลสูญหายเบื้องต้นนั้น ได้ทำการกำหนดว่าต้องมีการตอบรับเมื่อได้รับข้อมูลมาแล้ว ซึ่งในกรณีที่ต้องตอบรับว่าได้ข้อมูลมาแล้วนั้น จะเป็นกรณีที่ตัวโหนดได้รับ Packet ที่บอกว่าต้องการข้อมูลของโหนดนั้น ซึ่งโหนดจะทำการอ่านข้อมูลและส่ง Packet นั้นตลอดจนกว่าจะมีการตอบรับของโหนดที่ส่งมา

3.9.3 ปัญหาการข้อมูลโหนดต่อโหนด

เนื่องจากตัว Gateway จะไม่สามารถเชื่อมต่อโหนดที่อยู่ไกลๆได้ ดังนั้นจำเป็นต้องมีการส่งข้อมูลไปยังโหนดต่อโหนด เพื่อจำลองโหนดที่อยู่ระหว่าง Gateway กับโหนดเป้าหมาย ให้เป็น Gateway สำหรับโหนดเป้าหมาย เพื่อให้ Gateway รับค่าได้ทุกๆโหนดที่อยู่เคลือค่ายดังนั้นวิธีนี้จะมีปัญหาการส่งข้อมูลทับซ้อนกันระหว่างโหนด ทำให้โหนดส่งข้อมูลระหว่างโหนดโดยไม่มีการหยุดส่งข้อมูล วิธีแก้สำหรับปัญหานี้คือการกำหนด Packet id สำหรับแต่ละ Packet ซึ่งจะถูกระบุมาจากตัว Gateway หากมีการเปลี่ยนแปลง Packet ถึงจะมีการเปลี่ยนแปลง Packet id และเมื่อมีการกำหนด Packet id ขึ้นมานั้นเราก็สามารถตรวจสอบว่า Packet ที่จะส่งต่อนั้นเคยส่งไปก่อนหน้านี้หรือไม่ ซึ่งวิธีนี้จะสามารถป้องกันการส่งข้อมูลทับซ้อนกันได้ระดับหนึ่ง

3.9.4 แก้ปัญหาทั้งระบบเพื่อทำให้ประสิทธิภาพดีขึ้น

เนื่องจากวิธีการแก้ปัญหาส่งข้อมูลชนกันทำให้เวลาในการ Process packet นานขึ้นซึ่งอาจส่งผลให้ Packet ที่ส่งไปนั้นสูญหายมากขึ้นได้ดังนั้นเราใช้วิธีการแก้ปัญหาการสูญเสียข้อมูลอย่างเดียวแทน ซึ่งถึงแม้ข้อมูลจะชนกันแต่เมื่อไม่มีการตอบรับก็จะมีการส่งข้อมูลซ้ำเพื่อรอรับการยืนยันว่าได้ข้อมูลแล้วดังนั้นเราสามารถเพิ่มการทำงานได้ดังรูปที่ 3.18



รูปที่ 3.12 รูปเพิ่มการทำงานเพื่อแก้ไขปัญหาข้อมูลสูญหาย

3.10 ออกแบบหน้าต่างโปรแกรมที่ใช้ติดต่อกับระบบเซ็นเซอร์ไร้สาย เบื้องต้น

รูปที่ 3.13 ออกแบบหน้าต่างโปรแกรมเบื้องต้น

จากรูป 3.19 จะมีปุ่มอยู่ 2 ส่วนด้วยกันคือ 1. ส่วนเลือกโหนด 2. เลือกรูปแบบการแสดงผล ซึ่งผลลัพธ์จากค่าของโหนด

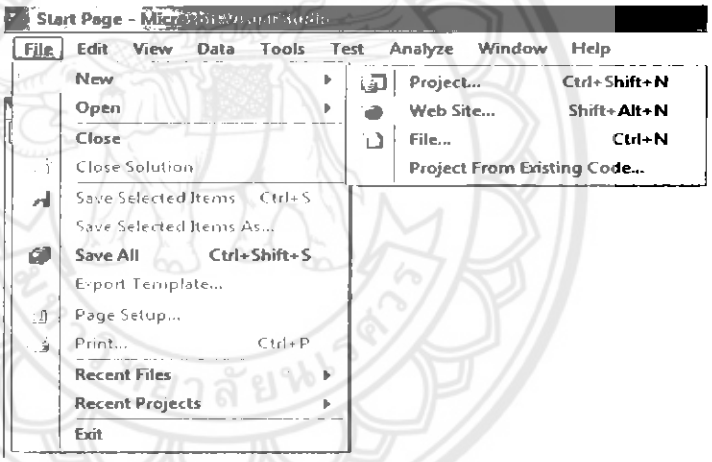
3.10.1 การออกแบบส่วน user interface สำหรับติดต่อระหว่างผู้ใช้กับตัว sensor

ส่วนที่ติดต่อระหว่างผู้ใช้กับตัว sensor เราจะใช้เป็น web user interface (web application) เพื่อความสะดวกในการเรียกใช้ เนื่องจากไม่จำเป็นต้องมีตัว software อยู่ในเครื่องก็ยังสามารถเรียกใช้งาน application ได้ผ่านทางเว็บไซต์

การพัฒนาตัว web application นั้นเราเลือกพัฒนาด้วยภาษา C# ผ่านโปรแกรม Visual Studio 2008 เพราะสามารถสนับสนุนการเขียนโปรแกรมกลุ่มภาษา .NET และยังสนับสนุนการเขียนโปรแกรมติดต่อกับพอร์ตอนุกรมอีกด้วย

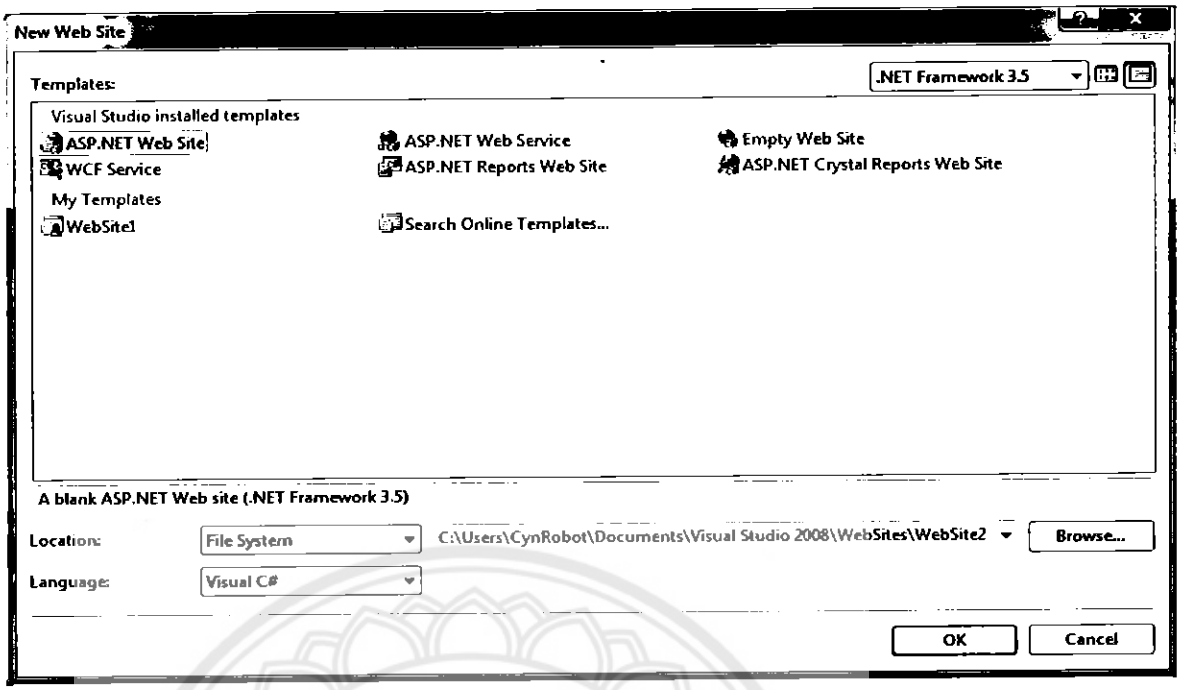
การสร้างฟอร์มเริ่มต้น

เปิดโปรแกรม Visual Studio 2008 เลือกที่เมนู File -> New -> Web Site



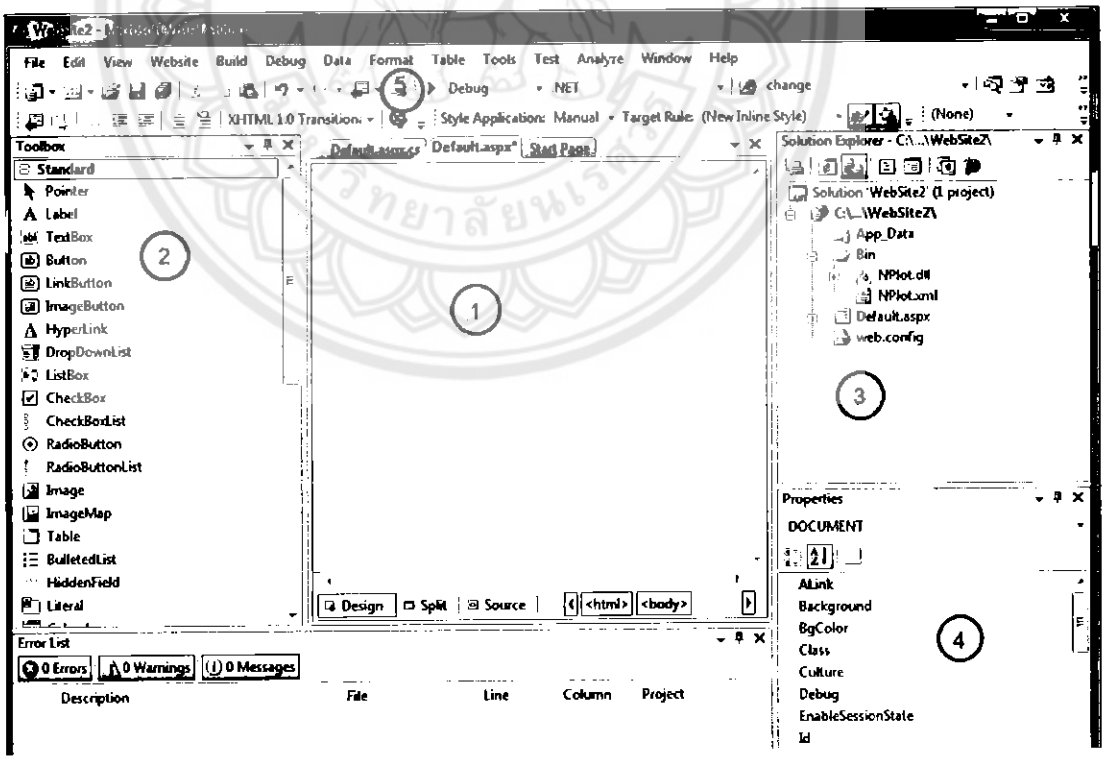
รูปที่ 3.14 การสร้างฟอร์มเริ่มต้น ขั้นที่1

เลือก ASP.NET Web Site -> เลือก Location และตั้งชื่อโปรเจค -> เลือกภาษาที่ใช้ในการพัฒนาเป็น C#



รูปที่ 3.15 การสร้างฟอร์มเริ่มต้น ขั้นที่2

จากนั้นจะได้หน้าต่างโปรแกรมที่ใช้พัฒนาหน้าเว็บดังภาพด้านล่าง

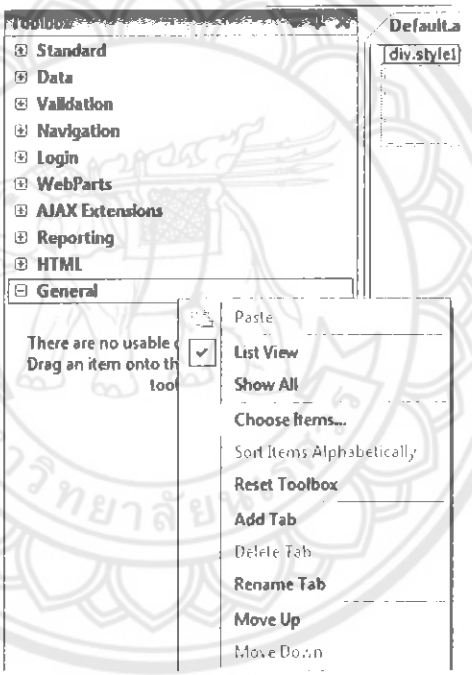


รูปที่ 3.16 การสร้างฟอร์มเริ่มต้น ขั้นที่3

อธิบายส่วนหลักๆของโปรแกรมที่ต้องใช้พัฒนาหน้าเว็บ

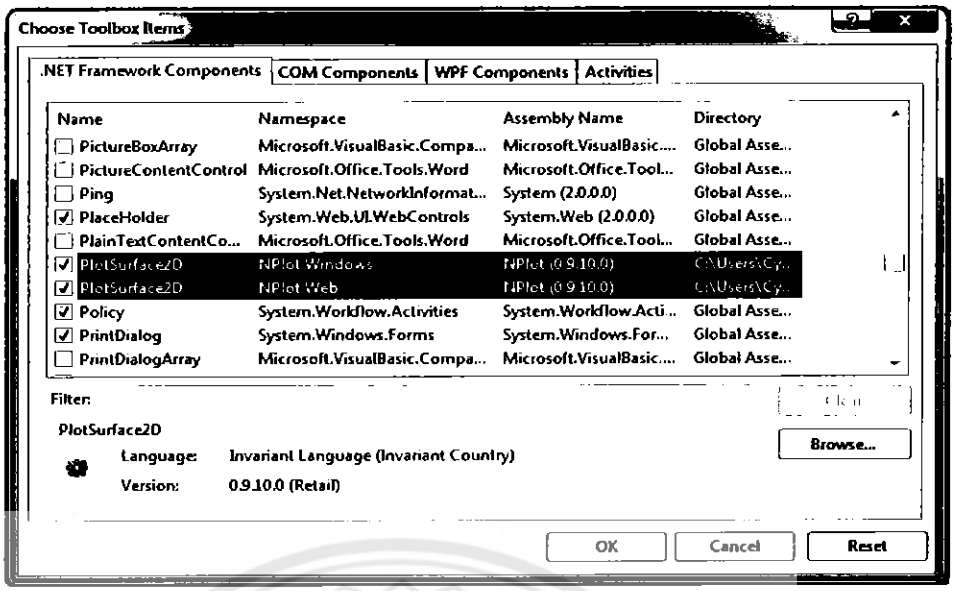
1. Web Form สำหรับใส่ Control ต่างๆ
2. Toolbox ที่จะต้องใช้ในการสร้าง web application (คลิกลากมาใส่ในส่วน web form)
3. โครงสร้างของไฟล์ที่ใช้ในโปรเจคนี้ โปรแกรมจะแยกโฟลเดอร์ให้อัตโนมัต
4. ใช้แสดงและปรับคุณสมบัติ(properties) ของ Control ที่เรานำมาใช้
5. ปุ่มสำหรับ Run โปรแกรมเพื่อทดสอบ web application ที่เราสร้าง

เนื่องจากว่าในโปรเจคเราต้องการแสดงผลด้วยการ plot graph ดังนั้นเราจึงต้องทำการ add tool เพื่อใช้สำหรับการ plot graph โดยสามารถดาวโหลดได้จาก http://netcontrols.org/nplot/ wiki/ index.php?n=Main.DownloadArea ซึ่งในนี้จะมีไฟล์ที่เราต้องใช้คือ NPlot.dll จากนั้นเข้าไปที่โปรแกรม Visual Studio ในส่วนของ Toolbox ให้คลิกขวา -> Choose Item



รูปที่ 3.17 การสร้างฟอร์มเริ่มต้น ขั้นที่4

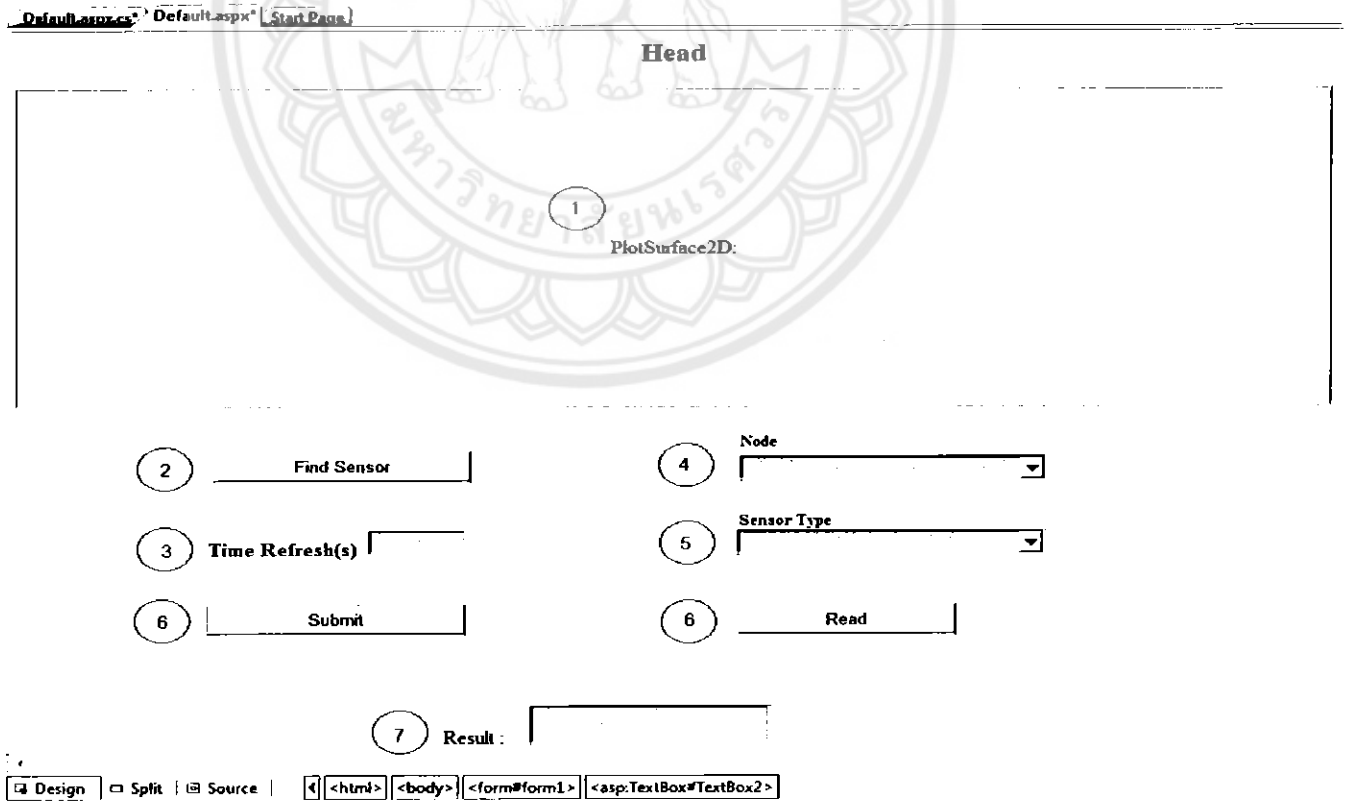
จะปรากฏหน้าต่าง Choose Toolbox Item ให้คลิก Browse แล้วเลือกไปที่ไฟล์ NPlot.dll จาหนั้นที่หน้าต่าง Choose Toolbox Item จะมี Tool ชื่อ PlotSurface2D ปรากฏขึ้น ให้เลือกToolนี้ แล้วกด OK จากนั้นในส่วนของ Toolbox menu จะมี Tool ชื่อว่า PlotSurface2D เพิ่มเข้ามา



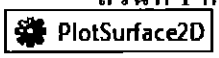
รูปที่ 3.18 การสร้างฟอร์มเริ่มต้น ขั้นที่5

องค์ประกอบหลักของหน้า web application เบื้องต้น

ซึ่งองค์ประกอบหลักของหน้า web application จะเป็นดังนี้



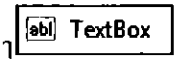
รูปที่ 3.19 แสดงองค์ประกอบหลักของหน้า web application

ส่วนที่ 1 คือส่วนที่ใช้แสดงผลในรูปแบบการ plot graph ส่วนนี้จะใช้ Control ที่ชื่อว่า 

เป็น Control ที่ใช้ plot graph

ส่วนที่ 2 เป็นปุ่มกด Find Sensor เพื่อ send request ไปยัง sensor node ที่มีอยู่ทุกตัว ส่วนนี้จะใช้ Control ที่มีชื่อว่า

เป็น Control ที่เอาไว้สร้าง Event เมื่อมีการคลิกปุ่ม โดยเราจะให้มันส่ง request ไปยัง sensor node ทุกตัวเมื่อมีการกดปุ่ม Find Sensor

ส่วนที่ 3 เป็นช่องสำหรับใส่ค่าเวลาที่จะให้หน้าเว็บ refresh ตัวเองเพื่ออัพเดทการแสดงผล ในส่วนนี้เราจะใช้ Control ที่มีชื่อว่า 

เป็น Control ที่ใช้สำหรับรับ Input ทาง Keyboard ค่าที่รับมาจากช่องนี้ จะเป็นตัวกำหนดเวลาที่ใช้ refresh หน้าเว็บว่าจะให้ refresh ทุกๆกี่วินาที

ส่วนที่ 4 Node เป็นช่องสำหรับเลือก sensor node ที่มีอยู่ในเครือข่าย ว่าจะให้แสดงผลที่ sensor node ตัวไหน ในส่วนนี้เราจะใช้ Control ที่มีชื่อว่า

เป็น Control ที่จะเก็บ Collection เอาไว้ในนี้ เราจะกำหนดให้ Collection ในนี้คือรายชื่อของ sensor node ที่ได้จากการกดปุ่ม Find Sensor เมื่อเลือก sensor node ตัวใด หน้าเว็บก็จะแสดงรายละเอียดของค่าที่วัดได้จาก sensor node ตัวนั้น

ส่วนที่ 5 Sensor Type เป็นช่องสำหรับเลือกชนิดของ sensor เพื่อกำหนดว่าจะให้เป็น sensor วัดค่าอะไร ในส่วนนี้เราจะใช้ Control ที่มีชื่อว่า

เป็น Control ที่จะเก็บ Collection เอาไว้ในนี้ เราจะกำหนดให้ Collection ในนี้คือรายการของ Sensor Type

ส่วนที่ 6 ปุ่ม Read เป็นปุ่มกดเพื่อให้หน้าเว็บเริ่มทำการอ่านค่าที่วัดได้จาก sensor ส่วนนี้จะใช้ Control ที่มีชื่อว่า

เป็น Control ที่เอาไว้สร้าง Event เมื่อมีการกด โดย Event เราจะให้เกิดเมื่อมีการคลิกปุ่ม จากนั้น application ที่เราสร้างจะทำการอ่านค่าที่วัดได้จาก sensor แล้วนำมาแสดงผล

ส่วนที่ 7 Result เป็นส่วนที่ใช้แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการ Read ในส่วนนี้เราจะใช้ Control ที่มีชื่อว่า

เอาไว้แสดง output ที่ได้

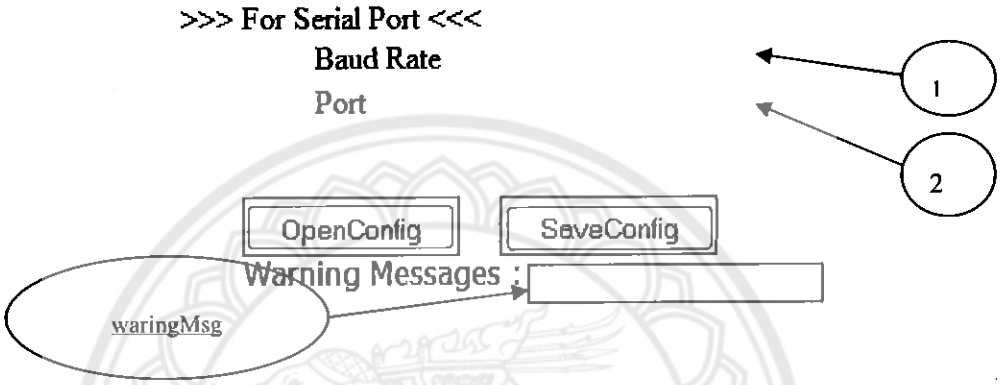
3.10.2 การทำงานของปุ่มต่างๆของหน้าเว็บ Application

Config Serial Port ปุ่มนี้ทำหน้าที่แสดงหน้าเว็บ Default.aspx

Show Value Sensor ปุ่มนี้ทำหน้าที่แสดงหน้าเว็บ ShowSensor.aspx

Config Nodes ปุ่มนี้ทำหน้าที่แสดงหน้าเว็บ ConfigNodes.aspx

ปุ่มต่างๆในหน้าต่างการทำงาน Default.aspx



รูปที่ 3.26 ปุ่มต่างๆของเว็บหน้าหลัก

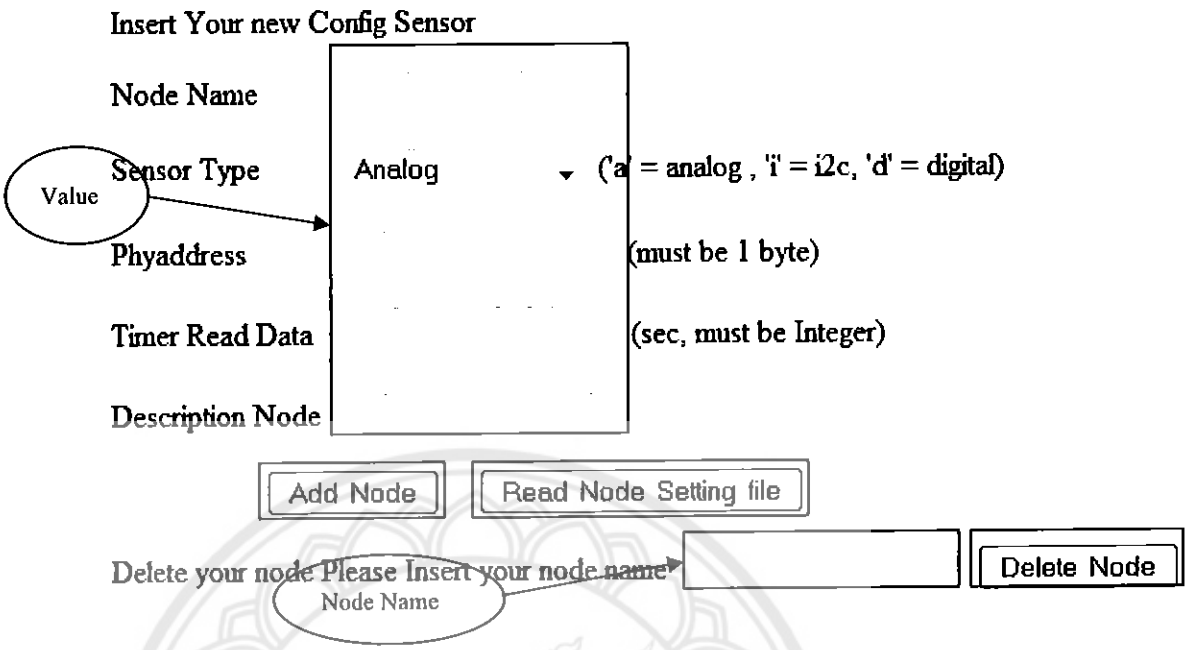
การทำงานของปุ่ม OpenConfig จะมีการทำงานดังนี้

1. เปิดไฟล์ Config.cfg ขึ้นมา
2. อ่านค่าบรรทัด Baud Rate และ Port และทำการตัด String เพื่อนำเฉพาะค่า baud Rate และ Port มาแสดงออกทาง TextBox1, TextBox2
3. ปิดไฟล์ Config.cfg

การทำงานของปุ่ม SaveConfig จะมีการทำงานดังนี้

1. เปิดไฟล์ Config.cfg ขึ้นมา
2. เขียนค่า Baud Rate และ Port ที่อยู่ใน TextBox1, TextBox2
3. ปิดไฟล์ Config.cfg

ปุ่มต่างๆในหน้าต่างการทำงาน ShowSensor.aspx



รูปที่ 3.27 ปุ่มต่างๆในส่วนของ Node Setting

การทำงานของปุ่ม Read Node Setting file จะมีการทำงานดังนี้

1. เปิดไฟล์ Node_setting.cfg ขึ้นมา
2. อ่านบรรทัดที่เป็นข้อมูลของโหนด (บรรทัดที่ 2 ขึ้นไป)
3. แปลงบรรทัดข้อมูลของโหนดให้ไปอยู่ใน Table ของหน้าเว็บ
4. ปิดไฟล์ Node_setting.cfg

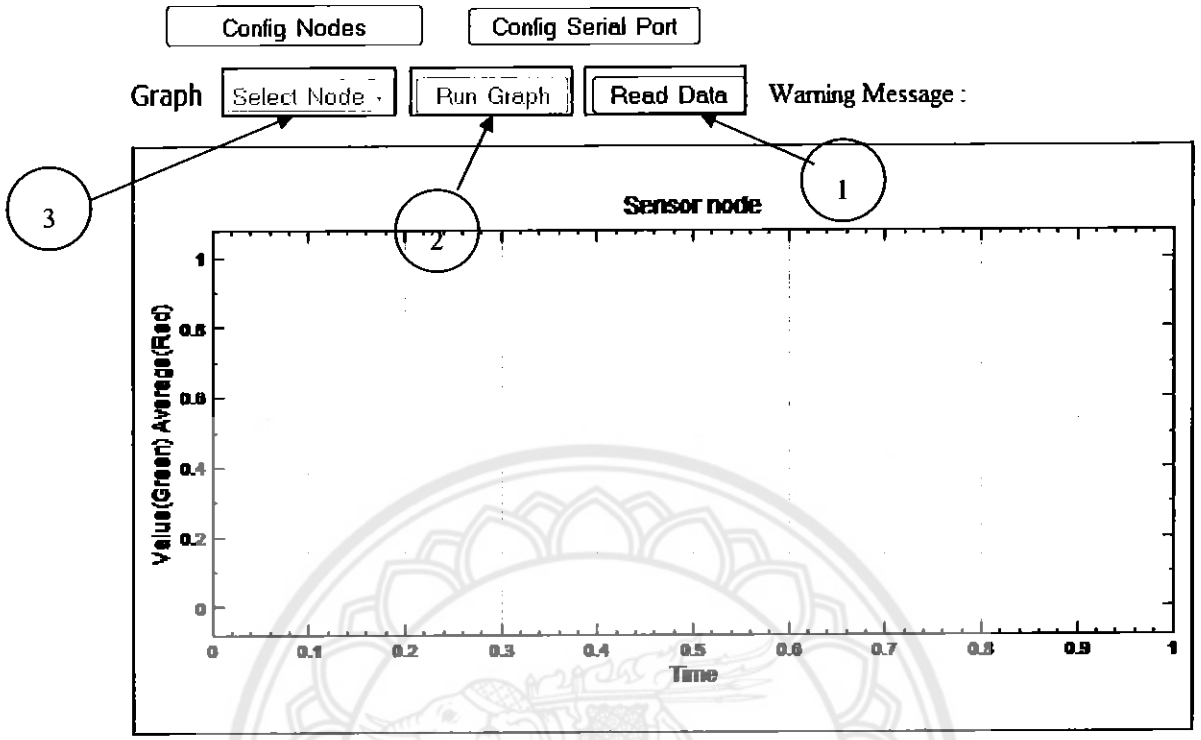
การทำงานของปุ่ม Add Node จะมีการทำงานดังนี้

1. เปิดไฟล์ Node_Setting.cfg ขึ้นมา
2. อ่าน Value มาอยู่ในตัวแปร newrow
3. เพิ่ม newrow ไปใส่ใน Table
4. ทำงาน Event คล้ายๆคลิกปุ่ม Read Node Setting file

การทำงานของปุ่ม Delete Node จะมีการทำงานดังนี้

1. เปิดไฟล์ Node Setting.cfg ขึ้นมา
2. อ่านโหนดยกเว้นโหนดที่ใส่ไว้ใน Node name
3. เขียนโหนดลงไฟล์ Node Setting
4. ทำงาน Event คล้ายปุ่ม Read Node Setting file

ปุ่มต่างๆในหน้าต่างการทำงาน ShowSensor.aspx



รูปที่ 3.28 ส่วนที่ใช้แสดงค่าที่เซ็นเซอร์วัดได้

การทำงานของปุ่ม Read Data จะมีการทำงานดังนี้

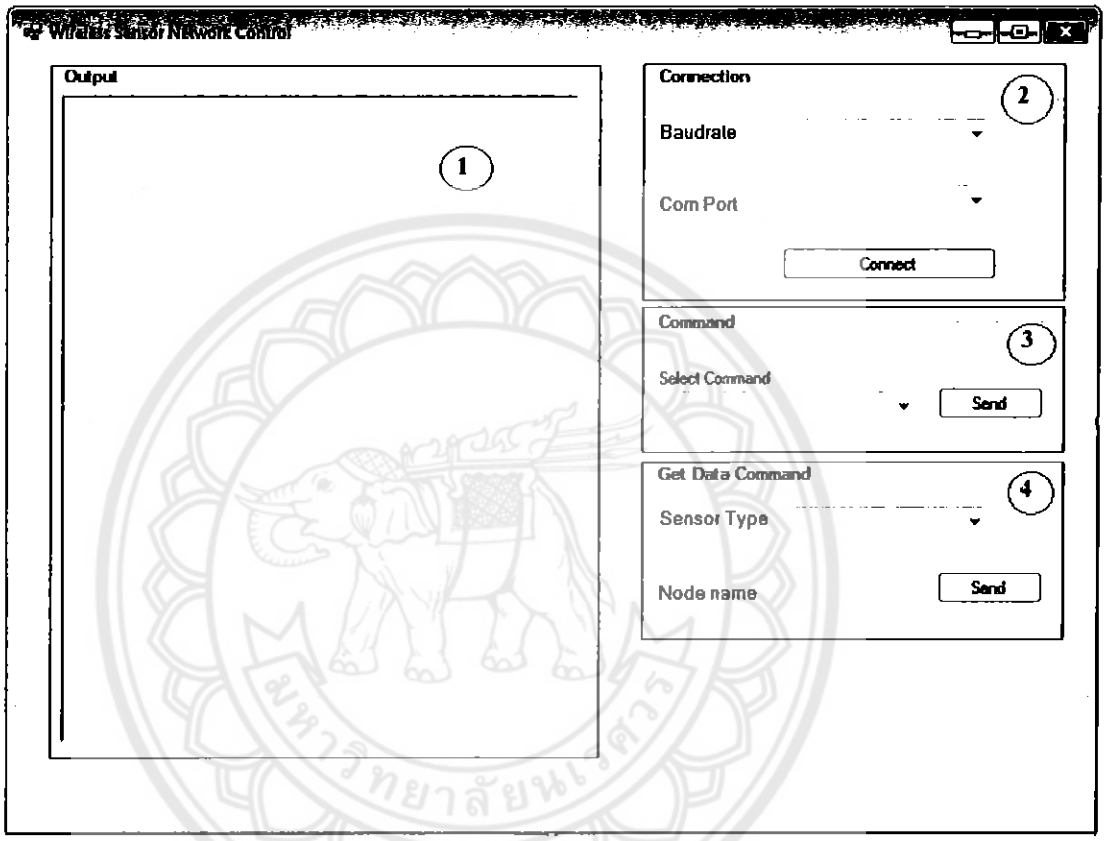
1. แสดงปุ่ม Run Graph และ Dropdownlist
2. เปิดไฟล์ Data.log ขึ้นมา
3. อ่านว่ามีโหนดอะไรบางแล้วไปใส่ใน DropdownList

การทำงานของปุ่ม RunGraph จะมีการทำงานดังนี้

1. เปิดไฟล์ Data.log ขึ้นมา
2. อ่านข้อมูลในไฟล์ Data.log ทีละบรรทัดโดยแยกข้อมูลเป็นวัน และ ข้อมูลของโหนด
3. ตรวจสอบว่าค่าที่ใส่ไปถ้าเป็น x ให้ไม่ต้องใส่
4. เลือกข้อมูลของโหนดที่เลือกไว้ใน Dropdownlist และนำค่าลงในตัวแปร valueAmount เพื่อนำไปแสดงลงกราฟ
5. Refresh page เพื่อแสดงกราฟ
6. เปิดไฟล์ Node_Setting.cfg ขึ้นมา
7. อ่านว่าโหนดที่เลือกใน Dropsdownlist มีคำอธิบายเป็นอะไร
8. แสดงคำอธิบายออกทาง Label

3.10.3 การออกแบบส่วนของ Windows Forms Application (Win Form)

ในส่วนของ Win Form จะเป็นส่วนที่เราเอาไว้ติดต่อกับ Sensor ที่เป็น Gateway โดยตรง เพื่อรับค่าจาก Sensor แต่ละตัวเข้ามาแล้วจัดเก็บค่าเหล่านั้นไว้ในไฟล์ Data.log ซึ่งเป็นไฟล์ที่ใช้ร่วมกันกับ Web Form ในตัวของ Win Form นั้นได้มีการแบ่งส่วน Controls ออกเป็น 4 ส่วน หลักๆคือ Output, Connection, Command และ Get Data Command ดังภาพ



รูปที่ 3.29 โครงสร้างหลักของ Win Form

ส่วนที่ 1 ส่วนของ Output เป็นส่วนที่ใช้แสดงเอาต์พุตของโปรแกรม โดยจะแสดงค่าที่รับ(TextOutRx)และส่งออก(TextOutTx)ทางพอร์ตอนุกรม ตัว Control ที่ใช้คือ Rich TextBox (Name : richTextBoxOut) โดยโค้ดที่ใช้ในการแสดงข้อความเป็นดังนี้

```
richTextBoxOut.AppendText("message");
```

ส่วนที่ 2 ส่วนของ Connection เป็นส่วนที่สร้างการเชื่อมกับพอร์ตอนุกรม ทำงานเมื่อมีการกดปุ่ม "Connect" ตัว Control ที่ใช้หลักๆคือ Button (Name : BConnect, Text : Connect, Event : onClick) การทำงานของปุ่ม Connect จะมีการทำงานดังนี้

1. ถ้าเป็นปุ่ม Connect
   1.1 อ่านไฟล์ Config.cfg และ Node_Setting.cfg เพื่ออ่านการตั้งค่าที่ได้ตั้งไว้
   1.2 กำหนดค่าให้กับ attribute ต่างๆของ Serial Port
   1.3 เปิดการทำงานของ Serial Port และ GroupBox Control
   1.4 เปลี่ยน Text ของปุ่มเป็น Disconnect
2. ถ้าเป็นปุ่ม Disconnect
   2.1 ปิดการทำงานของ Serial Port และ GroupBox Control
   2.2 เปลี่ยน Text ของปุ่มเป็น Connect

ส่วนที่ 3 ส่วนของ Command เป็นส่วนที่ใช้ในการส่งคำสั่งต่างๆออกไปทางพอร์ตอนุกรม เช่นการค้นหา Sensor node ที่มี การเรียกดูข้อมูล Sensor node ในขณะนั้น หรือการแสดง Sensor node ที่สามารถเชื่อมถึงกันได้ ตัว Control ที่ใช้หลักๆคือปุ่ม "Send" เป็น Button (Name : BSend1, Text : Send, Event : onClick) และช่อง "Select Command" เป็น CombeBox (Name : cmdList, Item : {Search node, Show node, Get data}) การทำงานจะทำเมื่อมีการกดปุ่ม "Send"

1. ถ้าเลือกช่อง Select Command เป็น "Get data" ให้เปิด GroupBox ของ Get Data Command ขึ้น (การทำงานดูได้ในส่วนที่ 4)
2. ถ้าเลือกช่อง Select Command เป็น "Show node" ให้ส่งค่า m ออกทางพอร์ตอนุกรม และให้ปิด GroupBox ของ Get Data Command เอาไว้
3. ถ้าเลือกช่อง Select Command เป็น "Search node" ให้ส่งค่า s ออกทางพอร์ตอนุกรม และให้ปิด GroupBox ของ Get Data Command เอาไว้

ส่วนที่ 4 ส่วนของ Get Data Command ส่วนนี้จะปรากฏเมื่อมีการเรียกใช้ Command "Get data" ในส่วนที่ 3 ซึ่งจะเป็นส่วนที่ใช้ส่งคำสั่งออกทางพอร์ตอนุกรมเพื่อให้ Sensor node ส่งค่าที่วัดได้ในขณะนั้นกลับมาให้เรา ตาม node ที่เราได้ระบุไว้ ตัว Control ที่ใช้หลักๆคือปุ่ม "Send" เป็น Button (Name : BSend2, Text : Send, Event : onClick) กับช่อง "Sensor Type" เป็น CombeBox (Name : STypeList, Item : {A2D, Digital, I2C}) และช่อง "Node name" เป็น TextBox (Name : NoseBox) การทำงานจะทำเมื่อมีการกดปุ่ม "Send"

1. ถ้าเลือกช่อง Sensor Type เป็น "Digital" ให้ส่งค่า d ออกทางพอร์ตอนุกรมก่อน จากนั้นให้ส่งชื่อ node ที่เราต้องการตามออกไป
2. ถ้าเลือกช่อง Sensor Type เป็น "I2C" ให้ส่งค่า i ออกทางพอร์ตอนุกรมก่อน จากนั้นให้ส่งชื่อ node ที่เราต้องการตามออกไป

3. ถ้าเลือกช่อง Sensor Type เป็น "A2D" ให้ส่งค่า a ออกทางพอร์ตอนุกรมก่อน จากนั้นให้ส่งชื่อ node ที่เราต้องการตามออกไป

นอกจาก GroupBox Controls ทั้ง 4 ส่วนหลักๆ(Output, Connection, Command และ Get Data Command) แล้ว ยังได้มีการดึง Components มาใช้อีก 4 ตัว เพื่อคอยดักจับ Event ที่จะเกิดระหว่างโปรแกรมกำลังรันอยู่ เช่น Event เมื่อมีการรับข้อมูลทางพอร์ตอนุกรมหรือ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลของไฟล์ Config เป็นต้น

รูปที่ 3.30 Component ที่ใช้ในแอพพลิเคชั่น

ส่วนที่ 5 ส่วน Component ของ Serial Port (Name : SP) เป็นส่วนที่จัดการเกี่ยวกับพอร์ตอนุกรม ทั้งค่า attribute การเปิด-ปิดพอร์ตอนุกรม นอกจากนี้ยังได้ผูก Event onDataReceived เอาไว้ เพื่อคอยดักจับข้อมูลที่เข้ามาทางพอร์ตอนุกรม เมื่อมีข้อมูลเข้ามาทางพอร์ตอนุกรมก็จะให้โปรแกรมเข้ามาทำงานในฟังก์ชัน `SP_DataReceived()` ทันที โดยจะทำงานดังนี้

1. ถ้ามีข้อมูลที่จะเขียนอยู่ รอให้เขียนข้อมูลออกไปก่อน
2. อ่านข้อมูลที่เข้ามา แล้วเก็บไว้ในตัวแปร `RxString` เพื่อนำไปใช้ต่อไป
3. เรียกใช้งาน method WriteTextRx() เพื่อเก็บข้อมูลลงไฟล์ Data.log

ในการทำงานของ method WriteTextRx() จะมีการทำงานดังนี้

1. หา Header ของแพคเกจ ถ้าเจอ "#" ให้ยินยอมให้ concatenate string ที่ต่อจาก "#" เพื่อเก็บข้อมูลในแพคเกจ และเคลียร์ตัวแปร "strCat" (ตัวแปรที่ใช้เก็บข้อมูลในแพคเกจ)
2. ถ้าเจอ Header แล้ว ให้ concatenate string ที่อยู่หลัง Header จนกว่าจะเจอ Tailer
3. ถ้าเจอ Tailer "$" แสดงว่าสิ้นสุดแพคเกจแล้ว โปรแกรมจะทำการดังนี้
   3.1 ตรวจสอบว่าค่าที่รับมาเป็นของ Sensor ตัวไหน เพื่อแยกเก็บให้ตรงตำแหน่ง
   3.2 เก็บค่าของ Sensor ที่ได้รับลงไฟล์ Data.log
   3.3 ไม่ยอมให้ concatenate string อีก จนกว่าจะเจอ Header
4. เซต already_Write = true เพื่อยอมให้อ่านแพคเกจตัวต่อไปได้

ส่วนที่ 6 ส่วน Component ของ FileSystemWatcher (Name : FileWatch, Filter : Config.cfg, NotifyFilter : LasWrite, Event : onChanged) เป็นส่วนที่เอาไว้เฝ้ามองการเปลี่ยนแปลงค่าของไฟล์ Config.cfg ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงค่าในไฟล์ Config.cfg โปรแกรมจะทำการ Disconnect กับพอร์ตอนุกรม แล้วทำการ Reconnect ด้วยค่า Config ใหม่

ส่วนที่ 7 ส่วน Component ของ Timer (Name : timeTick, Interval : 5000, Event : Tick) เป็นตัวให้จังหวะเวลาในการ Tick เพื่อส่งข้อมูล โดย Default จะถูกกำหนดไว้ที่ทุกๆ 5 วินาที และจะเริ่ม Tick ตั้งแต่เริ่มโปรแกรม ทุกๆครั้งที่มีการ Tick โปรแกรมจะทำงานดังนี้

1. ทำการเก็บค่า index ของ Sensor node เพื่อดึงเฉพาะ Sensor node ที่ต้องการจะวัดค่าจาก Sensor ในขณะนั้น โดยเอาเฉพาะ Node ที่มีTime Data ในการอ่านข้อมูลตรงกับ TickCount(Time Data หาร TickCount ลงตัว) Node Time Data จะได้มาจากไฟล์ Node_Setting.cfg ที่ได้อ่านตั้งแต่เริ่มโปรแกรม
2. เก็บค่าของเวลาที่จะทำการวัดในขณะนั้น
3. ส่ง Type ของ Sensor ที่จะออกทาง Serial Port
4. ส่งชื่อของ node ที่ต้องการจะวัด ออกทาง Serial Port

ส่วนที่ 8 ส่วน Component ของ FileSystemWatcher (Name : FileWatch2, Filter : Node_Setting.cfg, NotifyFilter : LasWrite, Event : onChanged) เป็นส่วนที่เอาไว้เฝ้ามองการเปลี่ยนแปลงค่าของไฟล์ Node_Setting.cfg ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงค่าในไฟล์ โปรแกรมจะทำดังนี้

1. ปิดการทำงานของ Timer
2. อ่านค่าจากไฟล์ Node_Setting.cfg ใหม่
3. เริ่มการทำงานของ Timer อีกครั้ง

จากการออกแบบทั้งระบบทั้งหมดจะเห็นได้ว่ามีการทำงานอยู่สองส่วนหลักๆคือส่วนของตัว Hardware (ตัวเซ็นเซอร์ไร้สาย) และ Software (ตัวหน้าต่าง GUI) แต่ส่วน Software สามารถแบ่งย่อยของแต่ละระบบได้อีกได้ดังนี้

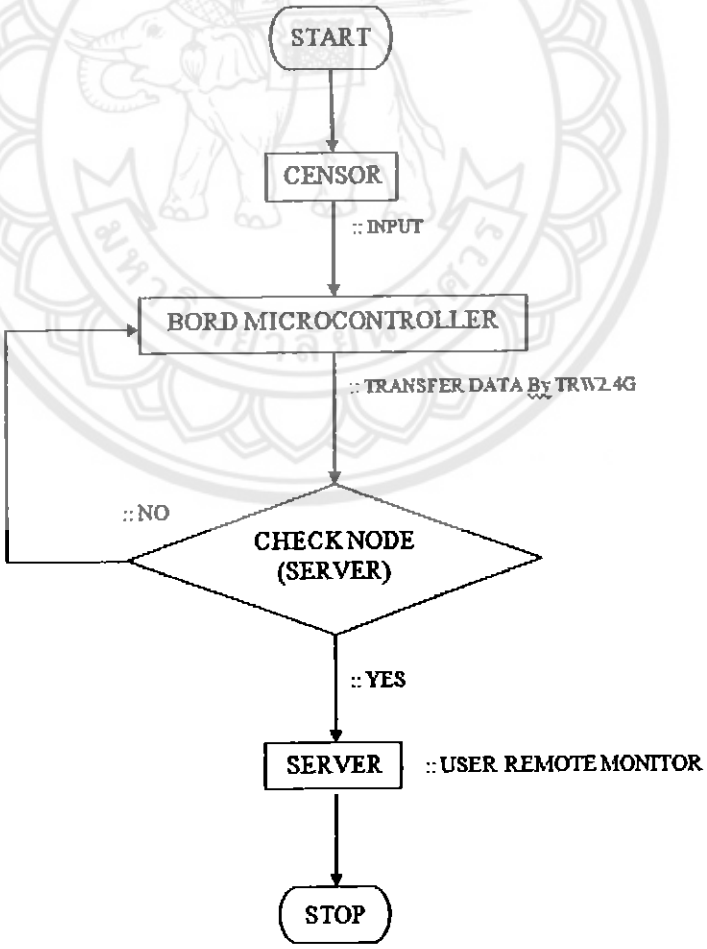
ส่วน Web application และส่วน Program application ซึ่ง Webapplication เป็นส่วนที่ติดต่อระหว่างผู้ใช้กับ Program application แต่ถ้าเป็น Program application จะทำหน้าที่ติดต่อระหว่าง Web application กับ Microcontroller

ในบทที่ 3 กล่าวถึงระบบโดยรวมของโครงงานการออกแบบและขั้นตอนการทำงาน และการใช้งานของโปรแกรม รวมไปถึงการออกแบบลวดลายของวงจร และกล่าวถึงชนิดของข้อมูลที่ใช้ในการสื่อสารกันเน็ตเวิร์กอีกด้วย ในบทที่ 4 จะเป็นการทดสอบการทำงานของโปรแกรมทั้งหมด

บทที่ 4
ผลการทดสอบ

การทำงานของอุปกรณ์

ในการทำงานของอุปกรณ์เซ็นเซอร์ไร้สายจะทำงานภายใต้การควบคุมของไมโครคอนโทรเลอร์ ซึ่งไมโครคอนโทรเลอร์จะได้รับการโปรแกรมลงไปเพื่อควบคุม อุปกรณ์ในส่วนต่างๆทำงานร่วมกันได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ โดยจะแบ่งอุปกรณ์เป็นสองส่วนหลักๆคือ ส่วนบอร์ดควบคุม และส่วนอุปกรณ์ต่อพ่วงจำพวกเซ็นเซอร์ต่างๆ โดยข้อมูลจะรับมาจากเซ็นเซอร์ที่ถูกต่อพ่วงและจะถูกบันทึกลงบนไมโครคอนโทรเลอร์จากนั้นไมโครคอนโทรเลอร์จะส่งข้อมูลที่ได้รับจากเซ็นเซอร์ต่อกันไปเป็นโหนดๆจนถึงโหนดที่ต่อกับเซิร์ฟเวอร์โดย กระบวนการทั้งหมดจะเป็นดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 แผนภาพแสดงการทำงานของระบบ

4.1 เชื่อมต่อการทำงาน รับ-ส่ง ข้อมูลระหว่างไมโครคอนโทรเลอร์ โดยส่งผ่าน TRW2.4G

เมื่อทำการเชื่อมต่อวงจรเรียบร้อย ดังรูปที่ 4.1 จะทดสอบการรับ-ส่งข้อมูลโดยข้อมูลที่จะนำไปใช้ในการทดสอบนี้จะถูกโปรแกรมลงในไมโครคอนโทรเลอร์แล้วนำไปต่อกับไวเลส TRW2.4G เพื่อเป็นวงจรตัวส่ง โดยโปรแกรมที่ได้บันทึกลงไปในไมโครคอนโทรเลอร์นั้นจะถูกโปรแกรมให้ส่งข้อมูลอัตโนมัติและจะทำการส่งข้อมูลไปยังไมโครคอนโทรเลอร์ตัวรับ ผ่านทางไวเลส TRW2.4G และแสดงผลออกทางหลอด LED ที่อยู่ในบอร์ดอุปกรณ์แสดงผล

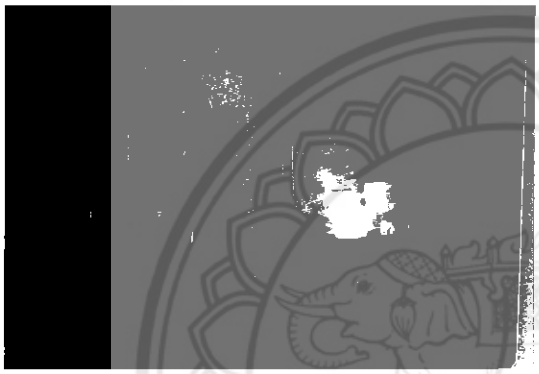
รูปที่ 4.2 แสดงการเชื่อมต่อวงจรไมโครคอนโทรเลอร์กับไวเลส

4.2 การทดสอบการใช้พลังงานในอุปกรณ์เซ็นเซอร์ไร้สาย

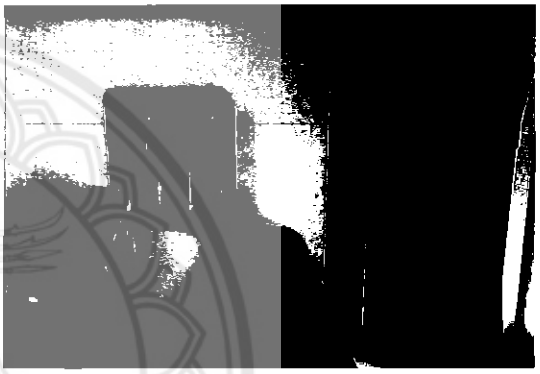
เนื่องจากในไมโครคอนโทรเลอร์มีโหมดประหยัดพลังงานอยู่ จึงได้ทำเกิดการทดสอบพลังงานนี้ขึ้นเพื่อเปรียบเทียบการทำงานระหว่างโหมดเซฟพลังงานกับโหมดการใช้งานปกติ จากรูปที่ 4.2 เป็นการต่อวงจรเข้ากับแหล่งจ่ายไฟโดยจะทำการวัดค่าต่างๆก่อนและหลังที่จะทำการทดสอบผลลัพธ์ที่ได้เป็นดังตารางที่ 4.1

รูป ก

รูป ข



รูป ค



รูป ง

รูป จ

รูปที่ 4.3 แสดงขั้นตอนการเชื่อมต่อวงจรไมโครคอนโทรเลอร์กับไวเลสและการวัดค่า

จากรูปที่ 4.3 ในรูป ก และ ข แสดงการวัดค่าความต้านทานด้วยมิเตอร์ชนิดเข็มและดิจิตอล เพื่อนำค่าที่อ่านได้จากมิเตอร์ทั้งสองมาทำการหาค่าเฉลี่ยและทำการคำนวณ ในรูป ค และ ง ก็เช่นกันเป็นการวัดค่าแหล่งจ่ายพลังงานแล้วนำมาเฉลี่ย และในรูป จ แสดงการเชื่อมต่อบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์กับไวเลสและแหล่งจ่ายไฟฟ้า เพื่อวัดค่าและคำนวณผลลัพธ์ต่อไป

โหมดประหยัดพลังงาน							โหมดปกติ						
	ครั้งที่	V_{Me} (v)	R_{Me}	I_{Me} (mA)	I_{Cal} (mA)	I_{Mean} (mA)		ครั้งที่	V_{Me} (v)	R_{Me}	I_{Me} (mA)	I_{Cal} (mA)	I_{Mean} (mA)
วัดก่อนทดสอบ	1	5.68	218	24	26	25	วัดก่อนทดสอบ	1	5.72	218	25	26.2	25.6
	2	5.46	218	24.5	25	24.75		2	5.43	218	24.12	24.9	24.51
	3	5.28	218	24	24.22	24.11		3	5.21	218	23.03	23.89	23.46
วัดหลังทดสอบ	1	5.52	218	23.4	25.3	24.35	วัดหลังทดสอบ	1	5.45	218	23.9	25	24.45
	2	5.3	218	24.26	24.31	24.285		2	5.26	218	23.02	24.12	23.57
	3	5.15	218	22.89	23.62	23.255		3	5.03	218	22.67	23.07	22.87

ตารางที่ 4.1 บันทึกผลการทดสอบ

ผลลัพธ์ คือ กระแสที่วัดได้หลังจากการทดสอบระหว่างโหมดปกติกับโหมดประหยัดพลังงาน

สูตรในการคำนวณ

กระแส = ค่าเฉลี่ยของกระแสก่อนทดสอบ – ค่าเฉลี่ยของกระแส**หลังทดสอบ**

โหมดประหยัดพลังงาน					โหมดปกติ				
ครั้งที่	I_1	I_2	I_3	I_{Mean}	ครั้งที่	I_1	I_2	I_3	I_{Mean}
ก่อนทดสอบ	25	24.75	24.11	24.62	ก่อนทดสอบ	25.6	24.51	23.46	24.52
หลังทดสอบ	24.35	24.285	23.255	23.96	หลังทดสอบ	24.45	23.57	22.87	23.62
กระแสที่ได้คำนวณจากสูตร			0.66 mA		กระแสที่ได้คำนวณจากสูตร			0.9 mA	

ตารางที่ 4.2 ค่าเฉลี่ยของกระแส

หมายเหตุ V_{Me} คือ แรงดันที่วัดได้จากแหล่งจ่าย

R_{Me} คือ ความต้านทานที่วัดได้

I_{Me} คือ กระแสที่วัดได้จากแหล่งจ่าย

I_{Cal} คือ กระแสที่คำนวณจากสูตร (V=IR)

I_{Mean} คือ ค่าเฉลี่ยของกระแส $((I_{Me}+ I_{Me})/2)$

สรุปผลการทดสอบ

พบว่าโหมดประหยัดพลังงานมีการใช้กระแสไฟฟ้าที่น้อยกว่าโหมดปกติอย่างเห็นได้ชัด โดยคิดคำนวณจากสูตร

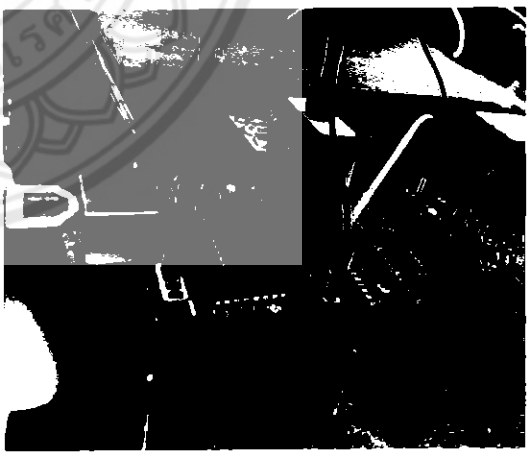
กระแส = ค่าเฉลี่ยของกระแสก่อนทดสอบ – ค่าเฉลี่ยของกระแสหลังทดสอบ

จึงสรุปได้ว่าโหมดประหยัดพลังงานมีการใช้กระแสไฟที่น้อยกว่าโหมดการทำงานปกติอาจเป็นเพราะขณะที่ไม่มีการส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ไมโครคอนโทรเลอร์ตัวส่งและอุปกรณ์ไมโครคอนโทรเลอร์ตัวรับโปรแกรมที่อยู่ในไมโครคอนโทรลเลอร์จะเริ่มทำงานโดยการลดประสิทธิภาพในการทำงานของอุปกรณ์ไมโครคอนโทรเลอร์ลงโดยจะจ่ายกระแสไฟให้กับวงจรน้อยลง จึงเป็นผลให้โหมดประหยัดพลังงานมีการสูญเสียพลังงานน้อยกว่าโหมดปกติดังผลการทดสอบข้างต้นนี้

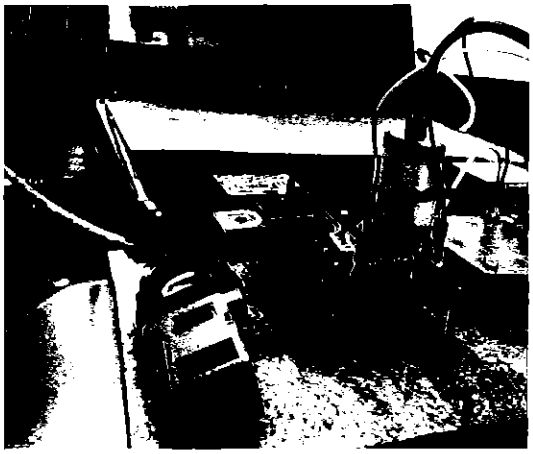
4.3 เชื่อมต่อการทำงาน รับ-ส่ง ข้อมูลระหว่างไมโครคอนโทรเลอร์และคอมพิวเตอร์ผ่านทาง Serial Port

ทำการเชื่อมต่อวงจรและสายพอร์ตเรียบร้อย ดังรูปที่ 4.4 ถึง 4.5 จะทำการเซตค่าในการส่งข้อมูลผ่านพอร์ตอนุกรม ดังรูปที่ 4.6 ถึง 4.7 โดยข้อมูลจะถูกส่งจากคอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ตอนุกรมไปยังไมโครคอนโทรเลอร์

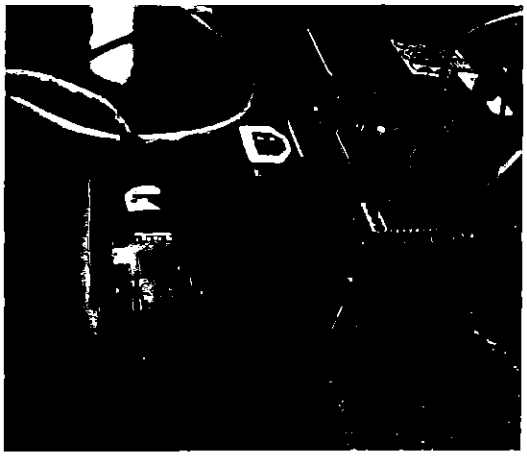
รูปที่ 4.4 สาย USB to Serial



รูปที่ 4.5 ต่อสายเข้ากับอุปกรณ์ (1)

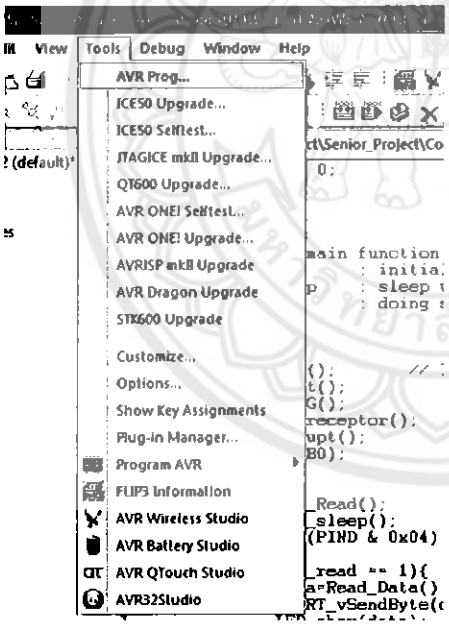


รูปที่ 4.6 ต่อสายเข้ากับอุปกรณ์ (2)

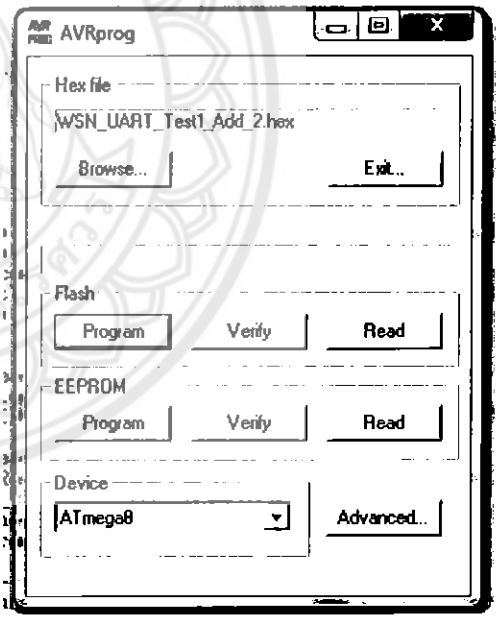


รูปที่ 4.7 ต่อสายเข้ากับอุปกรณ์ (3)

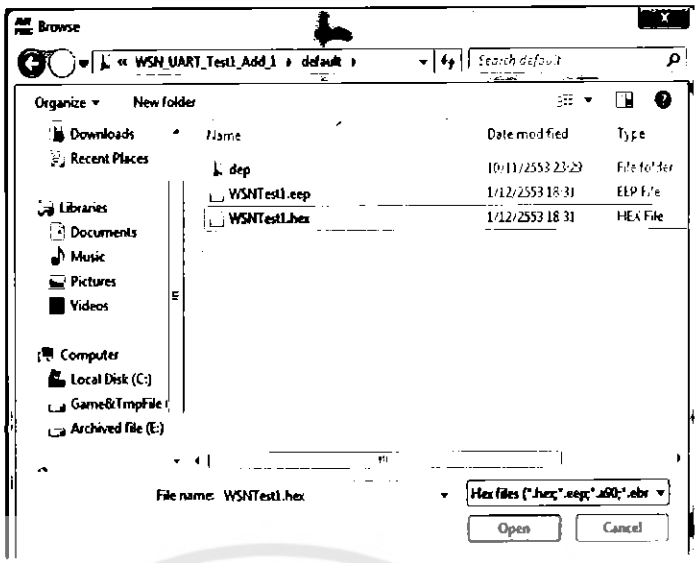
ภาพแสดงการเชื่อมต่อวงจรไมโครคอนโทรเลอร์กับคอมพิวเตอร์โดยใช้สาย USB to Serial ต่อผ่านทาง Serial Port



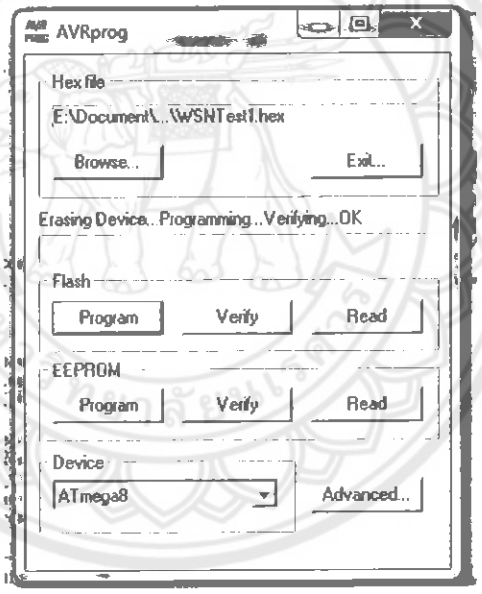
รูปที่ 4.8 แสดงเมนู AVR Prog



รูปที่ 4.9 ตั้งค่า AVR Prog



รูปที่ 4.10 Open ไฟล์ .hex

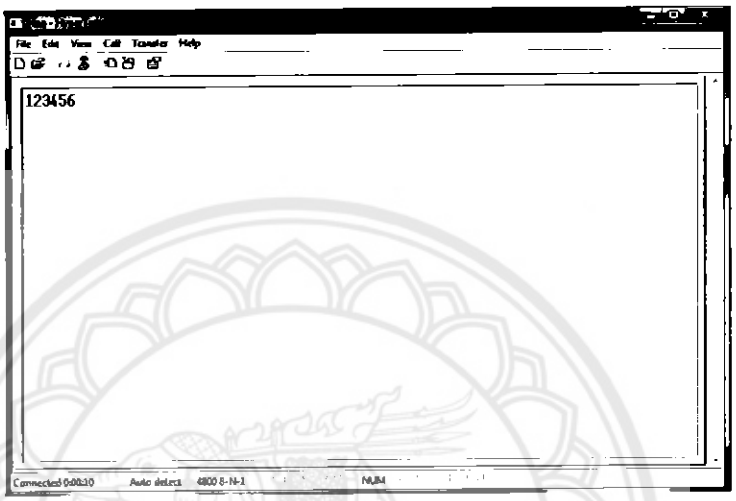


รูปที่ 4.11 กดปุ่มเพื่อส่งข้อมูลจากคอมพิวเตอร์

จากรูปที่ 4.8 – 4.11 แสดงการกำหนดค่าก่อนทำการส่งข้อมูลผ่านทางพอร์ตอนุกรม โดยการกำหนดค่าต่างๆก่อนการส่งจะทำในโปรแกรม AVR Studio

4.4 เชื่อมต่อการทำงานของโปรแกรมอ่านค่าจากพอร์ตอนุกรมเบื้องต้น

ทำการต่อวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์เข้ากับคอมพิวเตอร์โดยต่อผ่านทางพอร์ตอนุกรม แล้วใช้พอร์ตอนุกรมเป็นช่องทางรับข้อมูล เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปแสดงผลออกทาง Hyper terminal เป็นการทดสอบการรับ-ส่งข้อมูล และอ่านค่าจากพอร์ตอนุกรม ดังรูปที่ 4.12



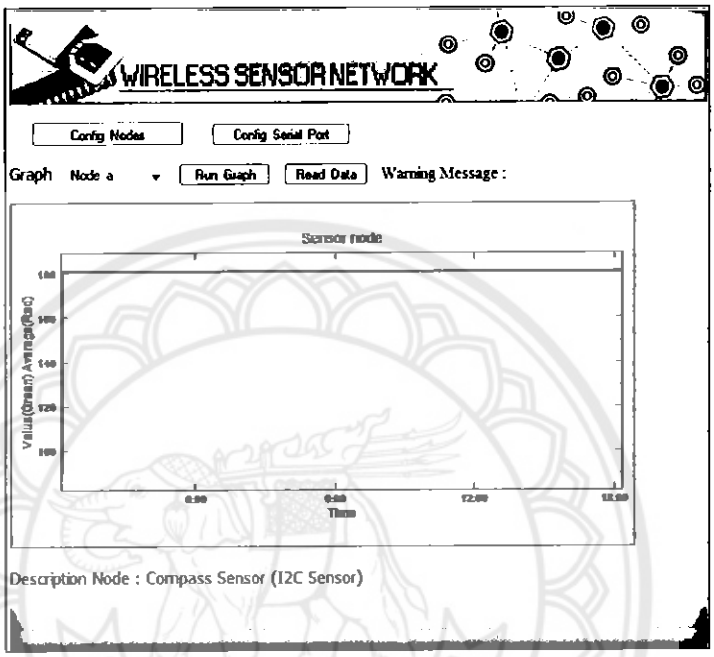
รูปที่ 4.12 แสดงการอ่านค่าจาก Serial Port

4.5 การเชื่อมต่อวงจรและอ่านค่า Sensor ประเภท I2C, Analog, Digital

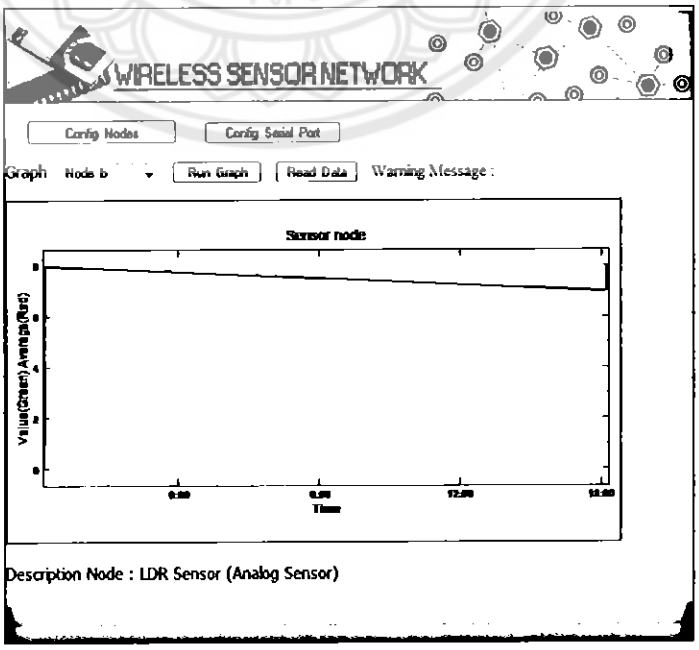
ทำการเชื่อมต่อวงจรกับเซ็นเซอร์ประเภท I2C, Analog, Digital ดังรูปที่ 4.13

รูปที่ 4.13 อุปกรณ์เซ็นเซอร์ประเภทต่างๆ

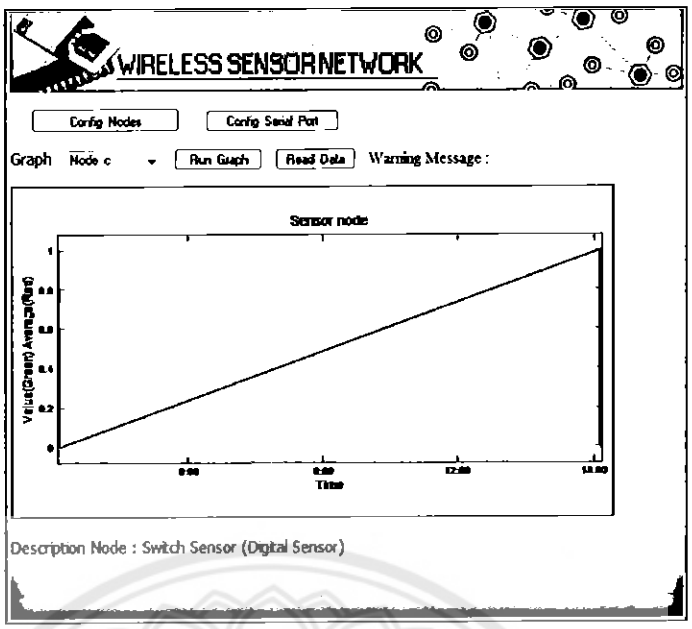
การทำงานของวงจร คือ เซ็นเซอร์ที่เชื่อมต่ออยู่กับไมโครคอนโทรลเลอร์จะรับข้อมูลผ่านทางเซ็นเซอร์ และจะนำข้อมูลมาเก็บไว้ในเมมเมอร์รี่เพื่อจะส่งดาต้าต่อไปยังดาต้าเบส โดยจะนำดาต้าเบสเชื่อมต่อกับเว็บแอพพลิเคชั่นนอกจากนี้ยังสามารถกำหนดค่าต่างๆผ่านเว็บแอพพลิเคชั่น ได้อีกด้วย รูปแสดงข้อมูลที่รับมาทางเซ็นเซอร์แสดงผ่านเว็บแอพพลิเคชัน จะ เป็นดังรูปที่ 4.14 ถึง 4.16



รูปที่ 4.14 Compass Sensor (I2C Sensor)



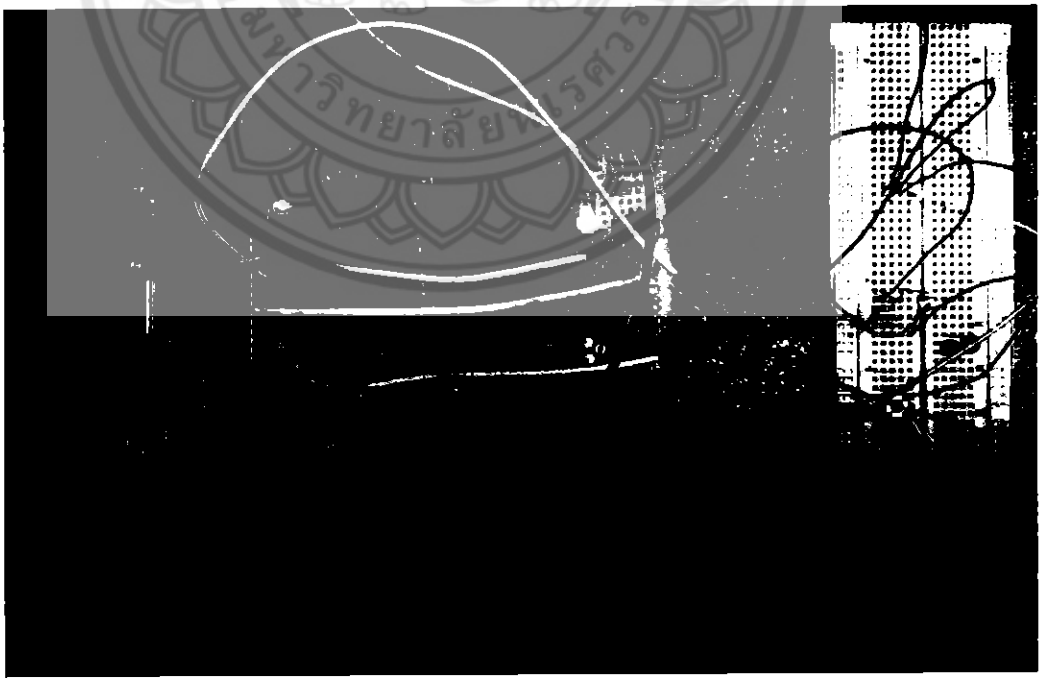
รูปที่ 4.15 LDR Sensor (Analog Sensor)



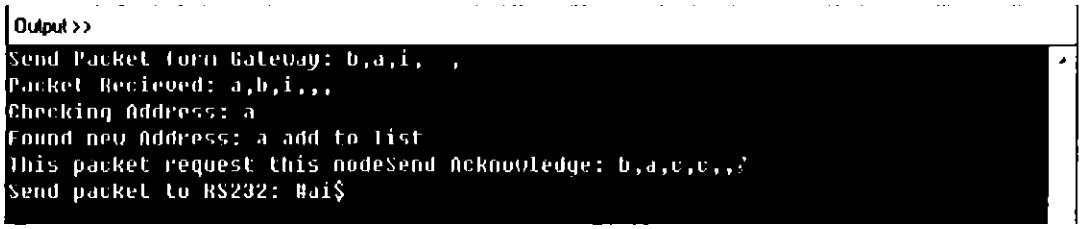
รูปที่ 4.16 Switch Sensor (Digital Sensor)

4.6 การทำงาน รับ-ส่ง ข้อมูลของ TRW2.4G ซึ่งข้อมูลมาจากการอ่านค่า Sensor

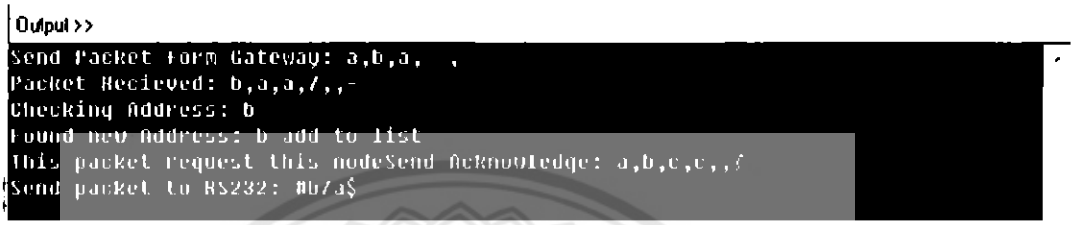
เมื่อทำการเชื่อมต่อวงจรเสร็จเรียบร้อยแล้ว ดังรูปที่ 4.18 จะสามารถเช็คข้อมูลที่รับเข้ามาทางเซ็นเซอร์และมีการรับส่งกันระหว่างโหนดได้ทาง HyperTerminal ดังรูปที่ 4.19 ถึง 4.21



รูปที่ 4.17 แสดงการเชื่อมต่อของบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์กับเซ็นเซอร์



รูปที่ 4.18 รับข้อมูลจากเซ็นเซอร์ประเภท I2C

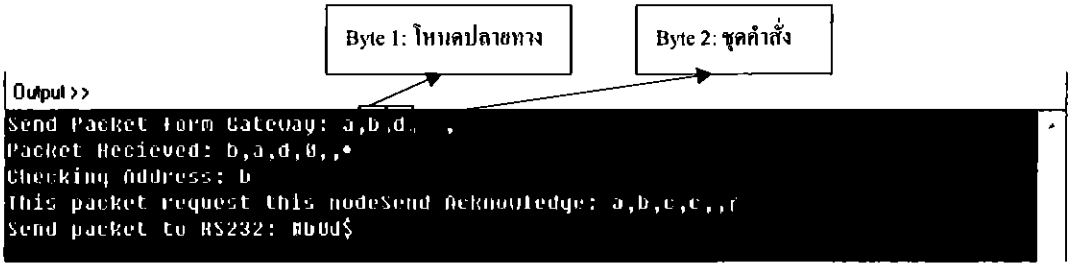


รูปที่ 4.19 รับข้อมูลจากเซ็นเซอร์ประเภท Analog

รูปที่ 4.20 รับข้อมูลจากเซ็นเซอร์ประเภท Digital

4.7 การทำงานให้มีการส่งข้อมูลเป็น Network

เมื่อทำการวางอุปกรณ์เซ็นเซอร์ไร้สายในแต่ละจุดเพื่อทำการทดสอบการทำงานในระบบเน็ตเวิร์ก โดยจะทำการตรวจสอบการรับ-ส่งข้อมูลของแต่ละโหนดผ่านทาง HyperTerminal ดังรูปที่ 4.21



รูปที่ 4.21 ทดสอบการทำงานของระบบเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย ผลลัพธ์ออกทางHyperTerminal

กดปุ่ม 'a' คือการร้องขอข้อมูลชนิด Analog จากโหนดปลายทาง

กดปุ่ม 'i' คือการร้องขอข้อมูลชนิด I2C จากโหนดปลายทาง

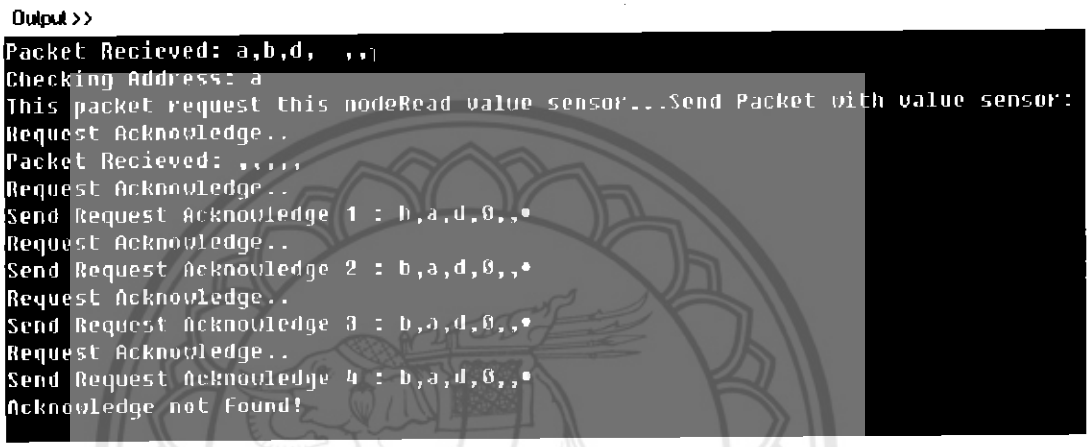
กดปุ่ม 'd' คือการร้องขอข้อมูลชนิด Digital จากโหนดปลายทาง

ตัวอักษร 'g' คือการสั่งให้โหนด แสดงช่องทางที่จะส่งข้อมูลออกมา (Gateway)

ตัวอักษร 'm' คือการสั่งให้โหนด แสดงรายชื่อ LIST Node รอบข้าง

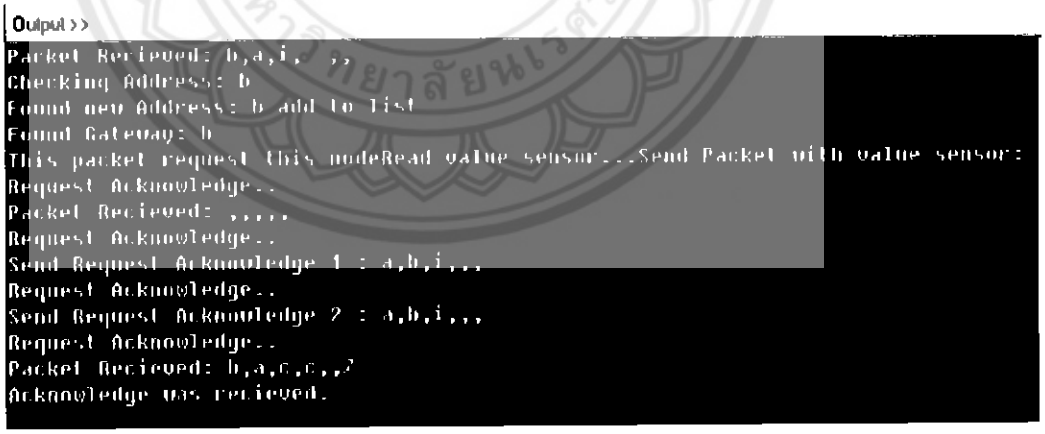
ตัวอักษร 's' คือการสั่งให้โหนด ทุก Node รวม Gateway ทำการค้นหาโหนดรอบข้าง และกำหนดทางออกให้กับข้อมูลและบันทึกโหนดรอบข้างลงใน LIST

จากการทดลองการทำงานส่งข้อมูลพบว่าเกิดปัญหาการสูญเสียข้อมูล ดังรูปที่ 4.22



รูปที่ 4.22 ปัญหาการสูญเสียข้อมูล ถึงแม่จะมีการ Request Acknowledge แล้ว

ซึ่งถ้ามีการตอบรับหลังได้รับ Acknowledge จะเป็นดังรูปที่ 4.23

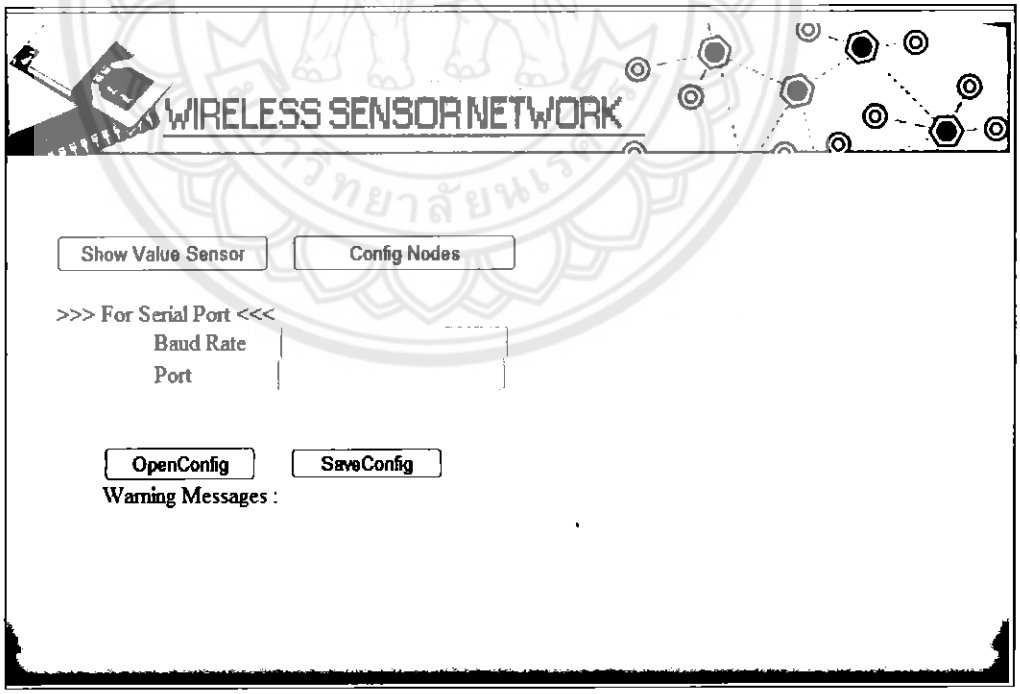


รูปที่ 4.23 การตอบรับ Acknowledge

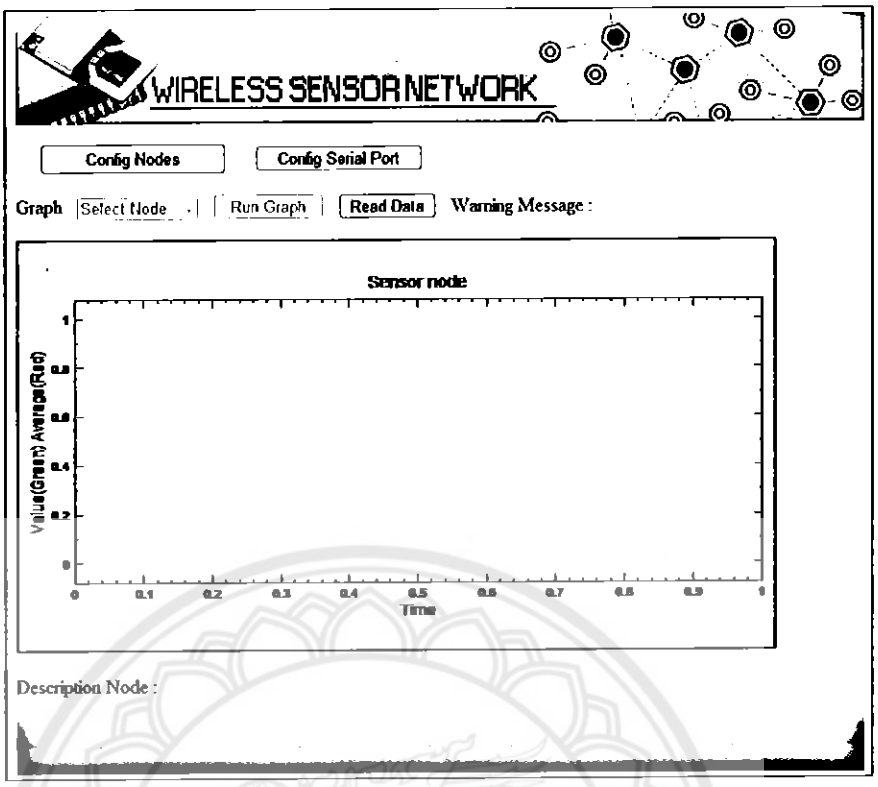
4.8 ทดสอบการทำงานของโปรแกรมสำเร็จรูป

เมื่อทำการโปรแกรมลงบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์แล้วเชื่อมต่อเข้ากับวงจรเรียบร้อยแล้วดังรูปที่ 4.24 ทำการทดสอบการรับ-ส่งข้อมูล และการสั่งงานผ่านทางเว็บแอพพลิเคชั่นเป็นไปดังรูปที่ 4.25 ถึง 4.27

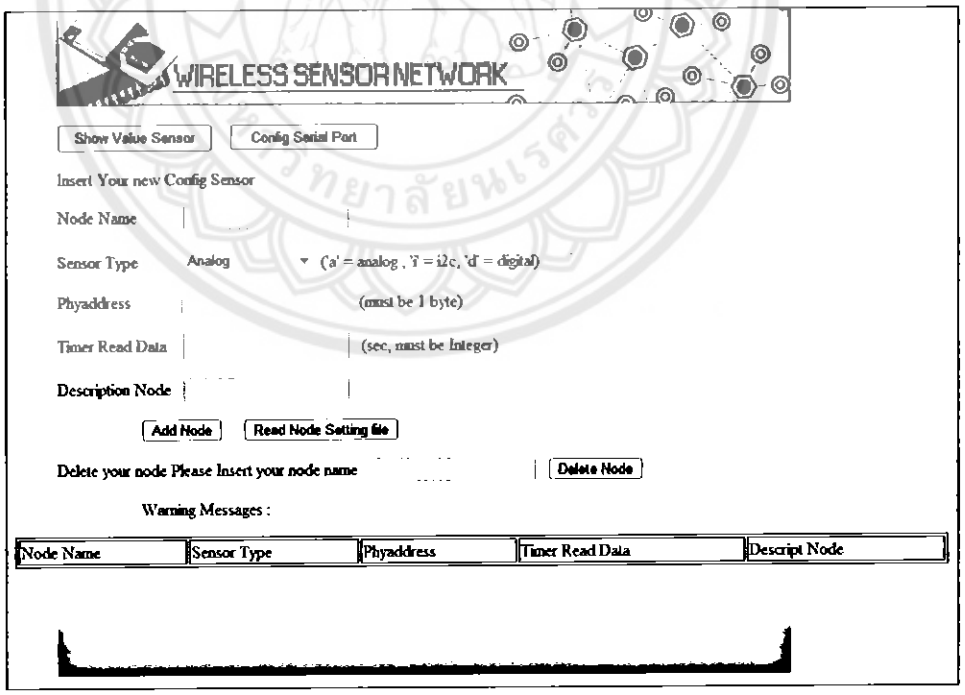
รูปที่ 4.24 อุปกรณ์เซ็นเซอร์ไร้สาย



รูปที่ 4.25 เว็บแอพพลิเคชั่นและการใช้งานเบื้องต้น



รูปที่ 4.26 แสดงข้อมูลออกมาในรูปแบบกราฟ



รูปที่ 4.27 กำหนดค่าต่างๆให้กับโหนดตามต้องการ

ในบทที่ 4 จะกล่าวถึงการทำงานโดยรวมของของระบบ การทดสอบทางด้านพลังงานงานที่ใช้ในระบบ รวมถึงผลการทดสอบทางด้านพลังงาน และขั้นตอนตั้งแต่การโปรแกรมลงบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ การเชื่อมต่อบอร์ดเข้ากับไวเรส และทดสอบการรับ ส่งข้อมูลในรูปแบบต่างๆผ่านทาง hyper terminal และผลการรับส่งข้อมูลผ่านเวปแอพพลิเคชั่น การกำหนดค่าในโหนดต่างๆผ่านเวปแอพพลิเคชั่น ทั้งหมดที่กล่าวมาในบทที่ 4 นี้คือการทดสอบระบบเบื้องต้นเพื่อนำไปศึกษาปรับปรุงและแก้ไขต่อไป ส่วนปัญหาที่พบเจอก็จะกล่าวในบทต่อไป

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

โครงงานนี้จัดทำขึ้นเพื่อพัฒนาระบบเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายให้มีความสามารถในการทำงานตรวจสอบสภาพแวดล้อม ณ จุดต่างๆตามที่ได้วางระบบเซนซอร์ไว้โดยการกระทำที่เกิดขึ้นกับเซ็นเซอร์โหนดต่างๆจะถูกควบคุมด้วยไมโครคอนโทรเลอร์และสามารถติดต่อระหว่างเซิร์ฟเวอร์ได้มีการรับ – ส่งข้อมูลถึงกันแม้แต่ในกรณีที่โหนดต้นทางกับโหนดปลายทางอยู่ไกลกันก็จะสามารถถ่ายโอนข้อมูลได้โดยผ่านระบบเน็ตเวิร์ก เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์และนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

5.1 สรุปผลการดำเนินโครงงาน

จากการทดสอบระบบในบทที่ผ่านมาซึ่งได้ทำการทดสอบอยู่ 3 ส่วนคือ ทดสอบการประหยัดพลังงาน การทดสอบการรับ-ส่งข้อมูลเครือข่ายเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย และการทดสอบโปรแกรมที่ใช้ควบคุมระบบเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย

- ผลจากการทดสอบการประหยัดพลังงาน

ในการทดสอบการประหยัดพลังงานของอุปกรณ์เซ็นเซอร์ไร้สายนี้ได้แบ่งการทดสอบเป็น 2 กรณีคือ กำหนดให้อุปกรณ์เซ็นเซอร์ไร้สายทำงานตลอดเวลาเพื่อรอข้อมูลที่จะส่งมา และกำหนดให้อุปกรณ์เซ็นเซอร์ไร้สายทำการหลับรอข้อมูลซึ่งจากการทดสอบในบทที่ผ่านมาทำให้ได้ทราบว่าการที่กำหนดให้อุปกรณ์เซ็นเซอร์ไร้สายทำงานในรูปแบบหลับรอข้อมูลจะใช้พลังงานน้อยกว่าการที่อุปกรณ์เซ็นเซอร์ไร้สายทำงานรอรับข้อมูลอยู่ตลอดเวลา

- ผลจากการทดสอบการรับ-ส่งข้อมูลเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย

ในการทดสอบการรับ-ส่งข้อมูลเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย ได้ทำการทดสอบการรับ-ส่งข้อมูลเป็น 2 รูปแบบคือ การส่งแบบวงแหวน (Ring) และการส่งแบบทั่วถึง (broadcast) ทำให้ทราบว่าการรับ-ส่งข้อมูลแบบทั่วถึงจะมีการเสียหายของข้อมูลน้อยมาก ต่างกับการส่งข้อมูลแบบวงแหวนเพราะว่าถ้าระหว่างโหนดใดโหนดหนึ่งขาดการติดต่อกันก็จะทำให้ข้อมูลที่ส่งจะไม่ถึง

ปลายทาง ดังนั้นการส่งแบบทั่วถึงเป็นวิธีที่ใช้ในการรับ-ส่งข้อมูลของระบบเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายนี้

- ผลจากการทดสอบโปรแกรมที่ใช้ควบคุมระบบเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย

ในการทดสอบโปรแกรมที่ใช้ติดต่อกับระบบเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายจะทำในรูปแบบเว็บแอพพลิเคชั่นซึ่งสามารถกำหนดค่าต่างๆในแต่ละโหนดผ่านเว็บได้และสามารถดูข้อมูลที่รับมาจากเซ็นเซอร์ของแต่ละโหนดและแสดงผลออกมาในรูปแบบกราฟได้อีกด้วย

- จากการการพัฒนาระบบเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย สามารถสรุปผลการดำเนินการได้ดังนี้

5.1.1 เข้าใจการส่งข้อมูลผ่าน Wireless TRW 2.4 G

5.1.2 เข้าใจการกำหนด Protocol ในการรับ-ส่งข้อมูลระหว่างเน็ตเวิร์ก

5.1.3 เข้าใจเรื่องสัญญาณรบกวนที่มีผลต่อการรับ-ส่งข้อมูลในย่านความถี่ต่างๆ

5.1.4 สามารถออกแบบลายวงจรได้

5.1.5 จากการทดสอบสามารถนำข้อมูลที่รับจากเซ็นเซอร์ไปวิเคราะห์และใช้ประโยชน์ได้

5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข

5.2.1 ปัญหาที่พบในเบื้องต้นคือภาษาที่ใช้พัฒนาโปรแกรมยังไม่ค่อยแพร่หลายในไมโครชนิดนี้ จึงทำให้หาโค้ดตัวอย่างและรูปแบบการเขียนโค้ดได้ยาก

5.2.2 ปัญหาอุปกรณ์ไมโครขาดตลาด เป็นเหตุให้ต้องเปลี่ยนไมโคร

5.2.3 การพัฒนาระบบไม่เป็นไปตามเป้าหมายที่วางไว้ เนื่องจากประเมินงานในการพัฒนาต่ำไป

5.2.4 ปัญหาการวางระบบเน็ตเวิร์กในพื้นที่อับสัญญาณจึงต้องทำให้เพิ่มโหนดระหว่างพื้นที่อับสัญญาณเพิ่ม

5.2.5 ปัญหาทางด้านซอฟต์แวร์ไม่สัมพันธ์กับฮาร์ดแวร์

5.3 แนวทางในการพัฒนาต่อไป

5.3.1 ปรับปรุงอุปกรณ์รับ-ส่งข้อมูลซึ่งให้ส่งได้ในระยะที่ไกลขึ้น

5.3.2 ปรับปรุงแหล่งจ่ายพลังงานควรจะนำเทคโนโลยีโซล่าเซลล์มาใช้เป็นแหล่งจ่ายพลังงาน

5.3.3 ปรับปรุงนำเอาระบบอินเทอร์เน็ตเข้ามาใช้ร่วมกับอุปกรณ์เซ็นเซอร์ไร้สาย

5.3.4 ปรุบปรุงให้อุปกรณ์เซ็นเซอร์ไร้สายมีขนาดเล็กลงอีก

เอกสารอ้างอิง

[1] อนันต์ ผลเพิ่ม "แลนไร้สาย" กรุงเทพ ซีเอ็ดยูเคชั่น 2550

[2] AODV Protocol สืบค้นเมื่อ มีนาคม 2553 จาก
http://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:y9hw3ay623oJ:wiki.nectec.or.th/ngiwiki/bin/viewfile/Main/ThanitaArsthong%3Frev%3D1;filename%3DAODV_again.doc+AODV+Protocol&hl=th&gl=th&pid=bl&srcid=ADGEESibvbCA_UnSZmeqDcHVzRo5xiN6G-SsfleIOzy0YmWhIZCiq2xdSBWePnmg25ZqkLyInFeikWEPkyU0ruZUYQqc xCiQtWTum9spADrMw864DWhdsyq6jqogFe2sf0QH3YW_KukM&sig=AHIEtbQV00zVlyCDKPOPNaYEF5p7p2WJuA

Routing Protocol สืบค้นเมื่อ มีนาคม 2553 จาก
http://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:Erbes_6Z5HQJ:staff.cs.psu.ac.th/noi/cs344-481/group6_routing/Rout.doc+Routing+Protocol&hl=th&gl=th&pid=bl&srcid=ADGEESgqGfKVnjIWgf27uJXefXDC72Ipb4FWeED5On3b3Ng3rwv1DthGWlLVbvIyi8Y-BpZsHUcuBFUSOTVW9L8RhkCNWn9OF-HQDouyjuWnQnofoL3pgaO1gwKDzDCKo_Ka6jdmyiB9&sig=AHIEtbQDUlM1e1ioP4Dcxxjabf56xAty4g

[3] Behrouz A. Forouzan, "Data Communications and Networking Fourth Edition", R. R. Donnelley Crawfordsville, 2007

[4] สัจจะ จรัสรุ่งรวีวร "เริ่มต้น Visual C# 2008 ฉบับสมบูรณ์" นนทบุรี ไอดีซี อินโฟดิสทริบิวเตอร์ เซ็นเตอร์จำกัด 2552

[5] จำลอง ครูอุตสาหะ "ASP.NET ฉบับโปรแกรมเมอร์" กรุงเทพมหานคร เคพีพี คอมพ์ แอนด์ คอนซัลท์ 2545

[6] โมดูล TRW 2.4 G สืบค้นเมื่อเดือน มีนาคม 2553 จาก
http://www.etteam.com/product/1702.html
http://www.es.co.th/Schemetic/PDF/TRW-2.4G.PDF

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

[7] นคร ภักดีชาติ , ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล "ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ด้วยโปรแกรมภาษา C" กรุงเทพมหานคร อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์ 2521

[8] สุคนธ์ พุ่มศรี "วงจรอิเล็กทรอนิกส์" กรุงเทพมหานคร สมาคมส่งเสริมเทคโลยี(ไทย – ญี่ปุ่น) 2544

[9] การใช้งานพอร์ตอนุกรม RS232 สืบค้นเมื่อ มีนาคม 2553 จาก http://www.thaimicrotron.com/CCS-628/Referrence/RS232.htm

[10] ไมโครคอนโทรลเลอร์ สืบค้นเมื่อเดือน มีนาคม 2553 จาก http://www.inex.co.th/micro/whatismicro.html http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc2545.pdf

[11] http://www.electoday.com/bbs/viewthread.php?tid=4973 สืบค้นเมื่อเดือน มีนาคม 2553

[12] ประจิน พลังสันติกุล, "การเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอรโทรเลอร์ AVR ด้วยภาษา C กับ WinAVR(C Compilter), บริษัทแอพซอฟต์เทค จำกัด, กรุงเทพฯ 10160, 2549

[13] Serial Port Communication in C# สืบค้นเมื่อเดือน มีนาคม 2553 จาก http://www.dreamincode.net/forums/topic/35775-serial-port-communication-in-c%23/

[14] Compass Module สืบค้นเมื่อเดือน กันยายน 2553 จาก http://www.robot-electronics.co.uk/htm/cmps3tech.htm

ภาคผนวก ก

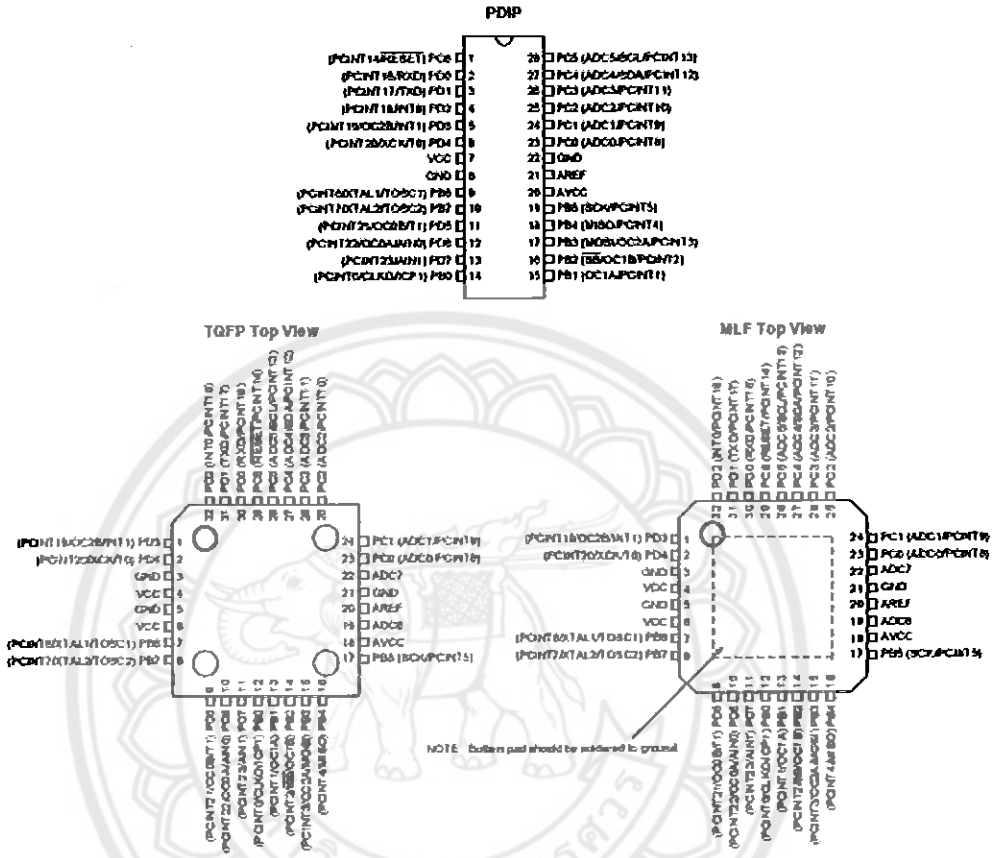
รายละเอียดของไอซีหมายเลข Atmega88

Features

- High Performance, Low Power AVR® 8-Bit Microcontroller
- Advanced RISC Architecture
  - 131 Powerful Instructions – Most Single Clock Cycle Execution
  - 32 x 8 General Purpose Working Registers
  - Fully Static Operation
  - Up to 24 MIPS Throughput at 24 MHz
  - On-chip 2-cycle Multiplier
- Non-volatile Program and Data Memories
  - 4/8/16K Bytes of In-System Self-Programmable Flash (ATmega48/88/168)
    Endurance: 10,000 Write/Erase Cycles
  - Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits
    In-System Programming by On-chip Boot Program
    True Read-While-Write Operation
  - 256/512/512 Bytes EEPROM (ATmega48/88/168)
    Endurance: 100,000 Write/Erase Cycles
  - 512/1K/1K Byte Internal SRAM (ATmega48/88/168)
  - Programming Lock for Software Security
- Peripheral Features
  - Two 8-bit Timer/Counters with Separate Prescaler and Compare Mode
  - One 16-bit Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare Mode, and Capture Mode
  - Real Time Counter with Separate Oscillator
  - Six PWM Channels
  - 8-channel 10-bit ADC in TQFP and MLF package
  - 6-channel 10-bit ADC in PDIP Package
  - Programmable Serial USART
  - Master/Slave SPI Serial Interface
  - Byte-oriented 2-wire Serial Interface
  - Programmable Watchdog Timer with Separate On-chip Oscillator
  - On-chip Analog Comparator
  - Interrupt and Wake-up on Pin Change
- Special Microcontroller Features
  - Power-on Reset and Programmable Brown-out Detection
  - Internal Calibrated Oscillator
  - External and Internal Interrupt Sources
  - Five Sleep Modes: Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Power-down, and Standby
- I/O and Packages
  - 23 Programmable I/O Lines
  - 28-pin PDIP, 32-lead TQFP and 32-pad MLF
- Operating Voltage:
  - 1.8 - 5.5V for ATmega48V/88V/168V
  - 2.7 - 5.5V for ATmega48/88/168
- Temperature Range:
  - -40°C to 85°C
- Speed Grade:
  - ATmega48V/88V/168V: 0 - 6 MHz @ 1.8 - 5.5V, 0 - 12 MHz @ 2.7 - 5.5V
  - ATmega48/88/168: 0 - 12 MHz @ 2.7 - 5.5V, 0 - 24 MHz @ 4.5 - 5.5V
- Low Power Consumption
  - Active Mode:
    1 MHz, 1.8V: 240µA
    32 kHz, 1.8V: 15µA (including Oscillator)
  - Power-down Mode:
    0.1µA at 1.8V

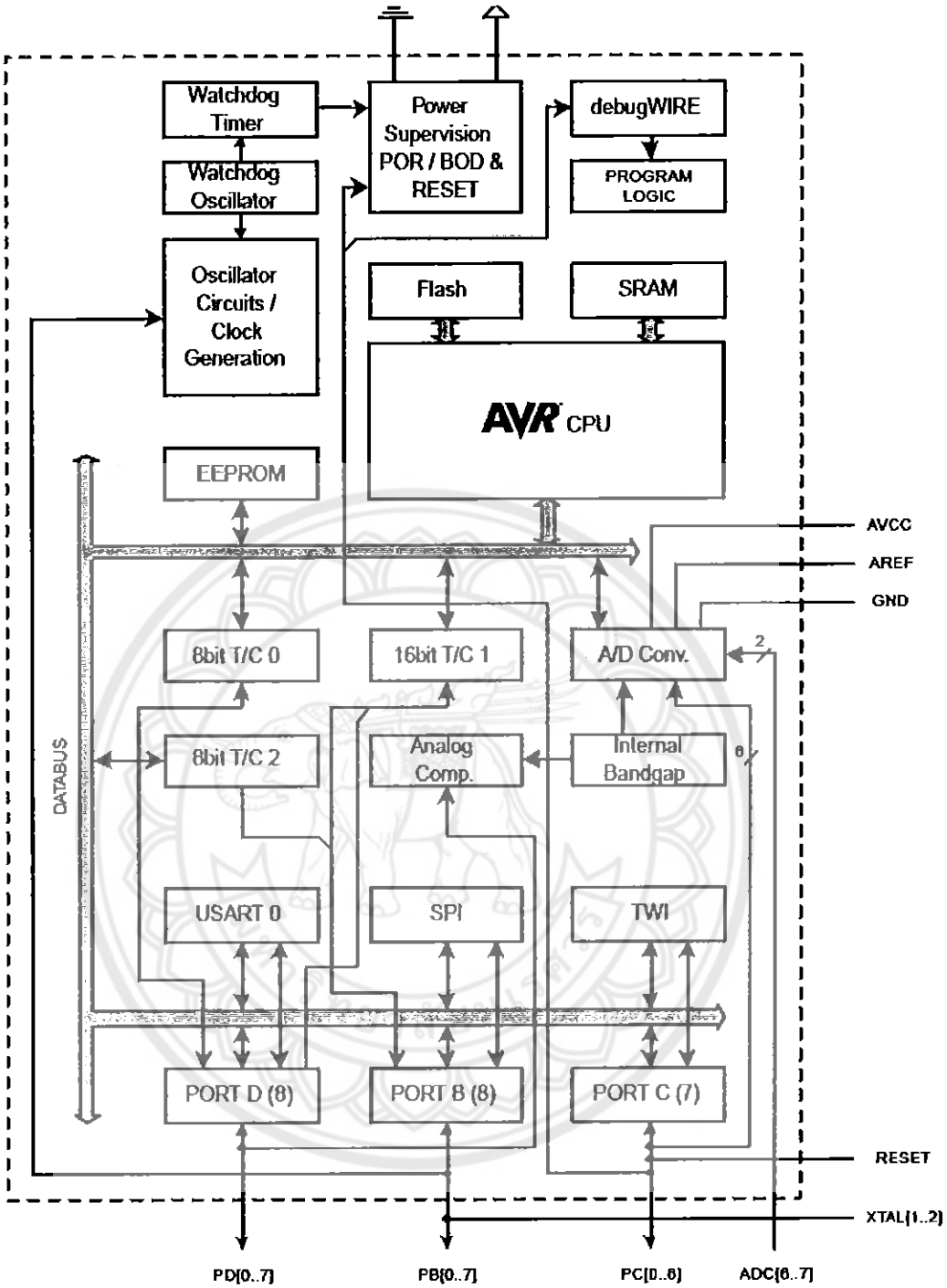
Pin Configurations

Figure 1. Pinout ATmega48/88/168



Disclaimer

Typical values contained in this datasheet are based on simulations and characterization of other AVR microcontrollers manufactured on the same process technology. Min and Max values will be available after the device is characterized.


Watchdog Timer
Watchdog Oscillator
Power Supervision POR / BOD & RESET
debugWIRE
PROGRAM LOGIC
Oscillator Circuits / Clock Generation
Flash
SRAM
AVR CPU
EEPROM
AVCC
AREF
GND
8bit T/C 0
16bit T/C 1
A/D Conv.
8bit T/C 2
Analog Comp.
Internal Bandgap
DATABUS
USART 0
SPI
TWI
PORT D (8)
PORT B (8)
PORT C (7)
RESET
XTAL[1..2]
PD[0..7]
PB[0..7]
PC[0..6]
ADC[6..7]

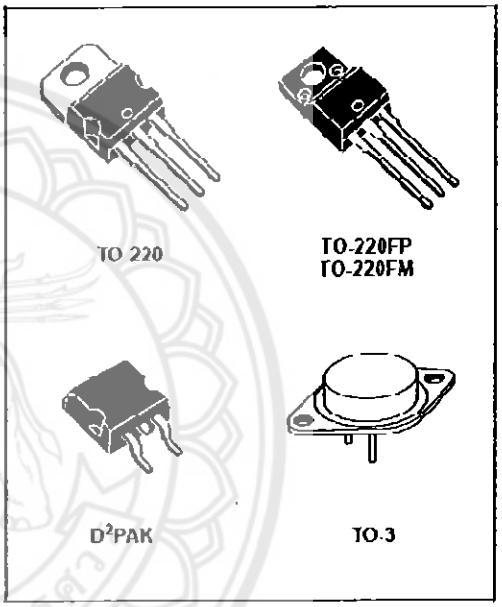
ภาคผนวก ข

รายละเอียดของไอซีหมายเลข L7805

L7800 SERIES

POSITIVE VOLTAGE REGULATORS

- OUTPUT CURRENT TC 1.5A
- OUTPUT VOLTAGES OF 5; 5.2; 6; 8; 9.5; 9; 10; 12; 15; 18; 24V
- THERMAL OVERLOAD PROTECTION
- SHORT CIRCUIT PROTECTION
- OUTPUT TRANSITION SOA PROTECTION



DESCRIPTION

The L780C series of three-terminal positive regulators is available in TO-220, TO-220FP, TO-220FM, TO-3 and D²PAK packages and several fixed output voltages, making it useful in a wide range of applications. These regulators can provide local on-card regulation, eliminating the distribution problems associated with single point regulation. Each type employs internal current limiting, thermal shut-down and safe area protection, making it essentially indestructible. If adequate heat sinking is provided, they can deliver over 1A output current. Although designed primarily as fixed voltage regulators, these devices can be used with external components to obtain adjustable voltage and currents.

Figure 1: Schematic Diagram

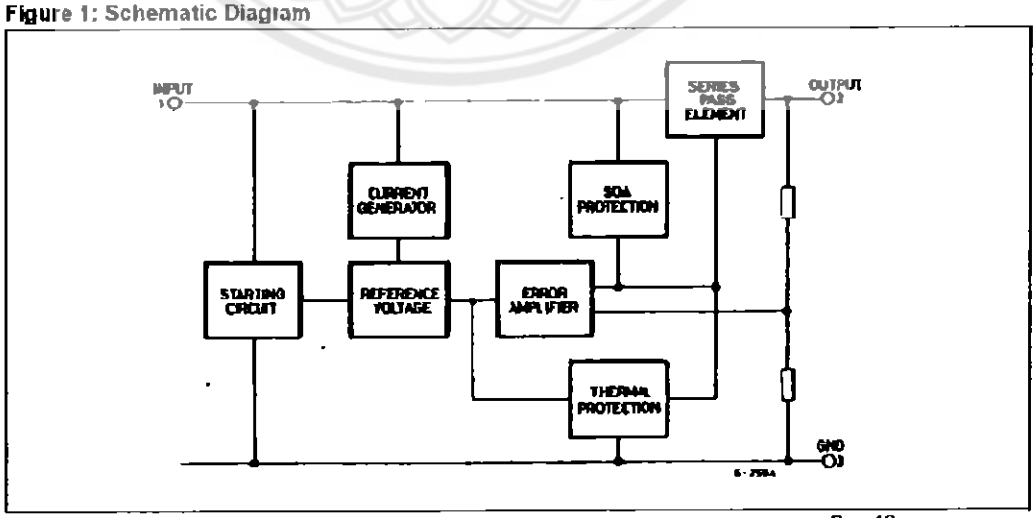


Table 1: Absolute Maximum Ratings

Symbol	Parameter		Value	Unit
V_I	DC Input Voltage	for V_O= 5 to 18V	35	V
		for V_O= 20, 24V	40	
I_O	Output Current		Internally Limited	
P_{tot}	Power Dissipation		Internally Limited	
T_{stg}	Storage Temperature Range		-65 to 150	°C
T_{op}	Operating Junction Temperature Range	for L7800	-55 to 150	°C
		for L7800C	0 to 150	

Absolute Maximum Ratings are those values beyond which damage to the device may occur. Functional operation under these condition is not implied.

Table 2: Thermal Data

Symbol	Parameter	D²PAK	TO-220	TO-220FP	TO-220FM	TO-3	Unit
$R_{thj\text{-}case}$	Thermal Resistance Junction-case Max	3	5	5	5	4	°C/W
$R_{thj\text{-}amb}$	Thermal Resistance Junction-ambient Max	62.5	50	60	60	35	°C/W

Figure 2: Schematic Diagram

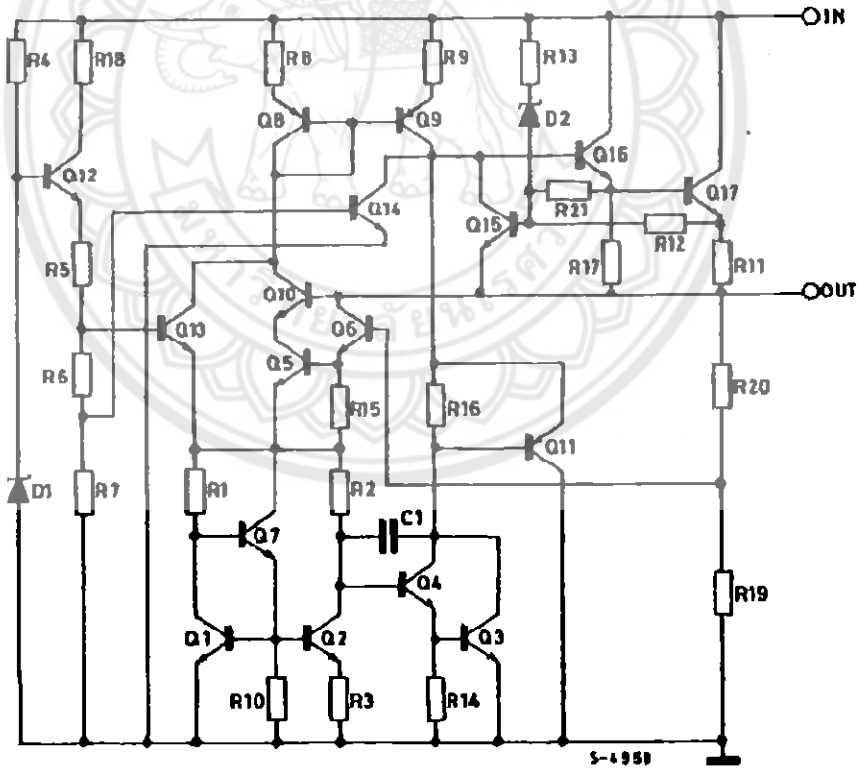


Figure 3: Connection Diagram (top view)

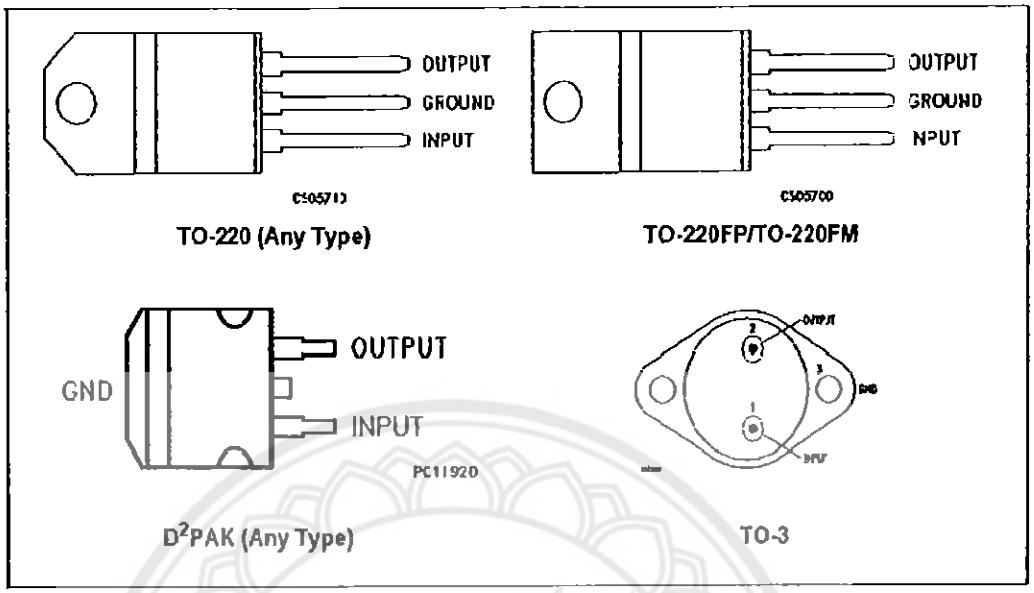
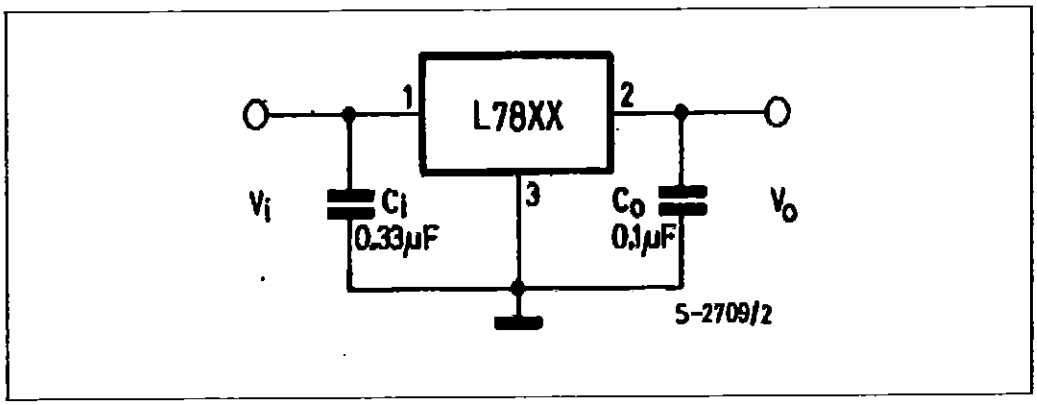


Table 3: Order Codes

TYPE	TO-220 (A Type)	TO-220 (C Type)	TO-220 (E Type)	D²PAK (A Type) (*)	D²PAK (C Type) (T & R)	TO-220FP	TO-220FM	TO-3
L7805								L7805T
L7805C	L7805CV	L7805C-V	L7805CV1	L7E05CD2T	L7805C-D2TR	L7E05CP	L7805CF	L7805CT
L7852C	L7852CV			L7E52CD2T		L7E52CP	L7852CF	L7852CT
L7806								L7806T
L7806C	L7806CV	L7806C-V		L7E06CD2T		L7E06CP	L7806CF	L7806CT
L7808								L7808T
L7808C	L7808CV	L7808C-V		L7E08CD2T		L7E08CP	L7808CF	L7808CT
L7885C	L7885CV			L7E85CD2T		L7E85CP	L7885CF	L7885CT
L7809C	L7809CV	L7809C-V		L7E09CD2T		L7E09CP	L7809CF	L7809CT
L7810C	L7810CV			L7E10CD2T		L7E10CP		
L7812								L7812T
L7812C	L7812CV	L7812C-V		L7E12CD2T		L7E12CP	L7812CF	L7812CT
L7815								L7815T
L7815C	L7815CV	L7815C-V		L7E15CD2T		L7E15CP	L7815CF	L7815CT
L7818								L7818T
L7818C	L7818CV			L7E18CD2T		L7E18CP	L7818CF	L7818CT
L7820								L7820T
L7820C	L7820CV			L7E20CD2T		L7E20CP	L7820CF	L7820CT
L7824								L7824T
L7824C	L7824CV			L7E24CD2T		L7E24CP	L7824CF	L7824CT

(*) Available in Tape & Reel with the suffix "-TR".

Figure 4: Application Circuits



TEST CIRCUITS

Figure 5: DC Parameter

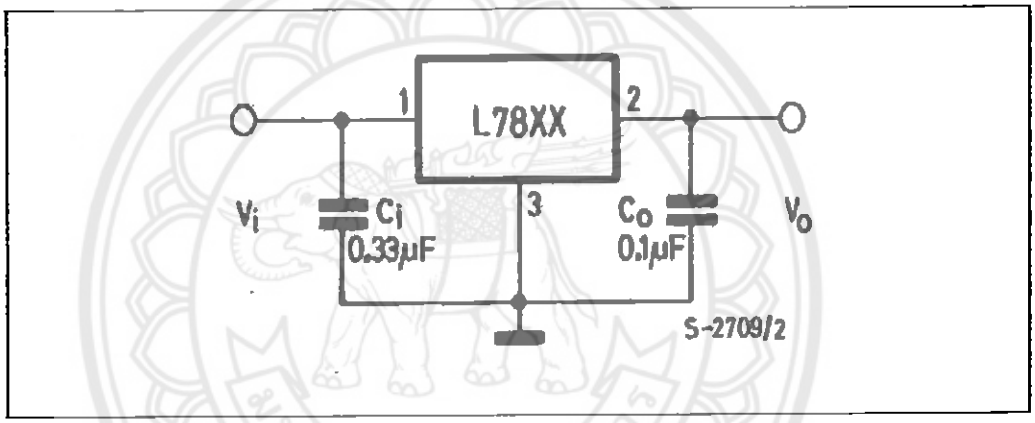


Figure 6: Load Regulation

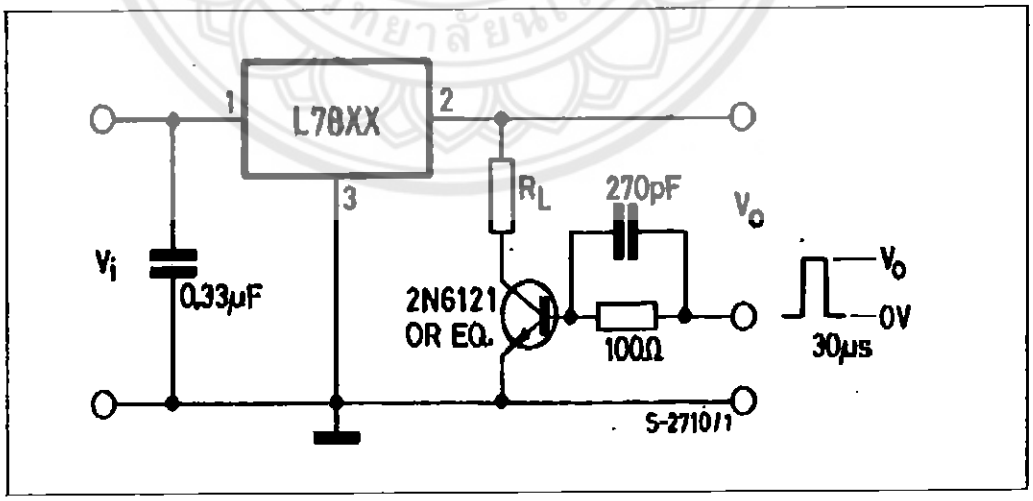


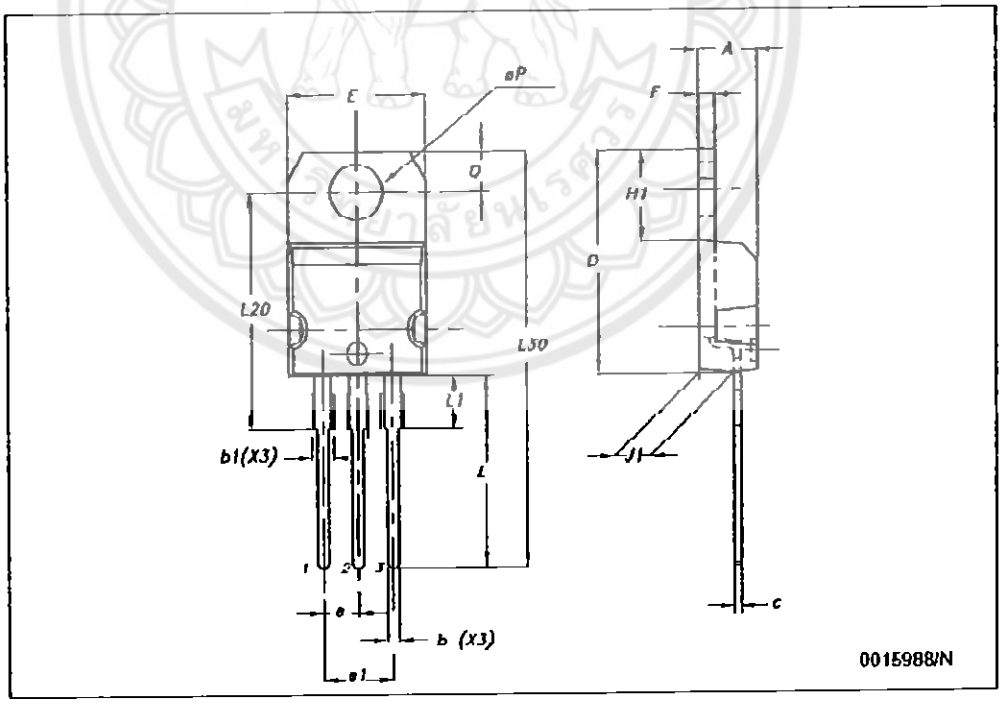
Table 6: Electrical Characteristics Of L7808 (refer to the test circuits, T_J = -55 to 150°C, V_I = 14V, I_O = 500 mA, C_I = 0.33 µF, C_O = 0.1 µF unless otherwise specified).

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_O	Output Voltage	T_J = 25°C	7.7	8	8.3	V
V_O	Output Voltage	I_O = 5 mA to 1 A $P_O \leq$ 15W V_I = 11.5 to 23 V	7.6	8	8.4	V
ΔV_O(*)	Line Regulation	V_I = 10.5 to 25 V T_J = 25°C			80	mV
		V_I = 11 to 17 V T_J = 25°C			40	
ΔV_O(*)	Load Regulation	I_O = 5 mA to 1.5 A T_J = 25°C			100	mV
		I_O = 250 to 750 mA T_J = 25°C			40	
I_d	Quiescent Current	T_J = 25°C			6	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	I_O = 5 mA to 1 A			0.5	mA
		V_I = 11.5 to 25 V			0.8	
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift	I_O = 5 mA		1		mV/°C
eN	Output Noise Voltage	B = 10Hz to 100KHz T_J = 25°C			40	µV/V_O
SVR	Supply Voltage Rejection	V_I = 11.5 to 21.5 V f = 120Hz	62			dB
V_d	Dropout Voltage	I_O = 1 A T_J = 25°C		2	2.5	V
R_O	Output Resistance	f = 1 KHz		16		mΩ
I_{sc}	Short Circuit Current	V_I = 35 V T_J = 25°C		0.75	1.2	A
I_{scp}	Short Circuit Peak Current	T_J = 25°C	1.3	2.2	3.3	A

(*) Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.

TO-220 (A TYPE) MECHANICAL DATA

DIM.	mm.			inch		
	MIN.	TYP	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A	4.40		4.60	0.173		0.181
b	0.61		0.88	0.024		0.034
b1	1.15		1.70	0.045		0.067
c	0.49		0.70	0.019		0.027
D	15.25		15.75	0.600		0.620
E	10.0		10.40	0.393		0.409
e	2.4		2.7	0.094		0.106
e1	4.95		5.15	0.194		0.203
F	1.23		1.32	0.048		0.051
H1	6.2		6.6	0.244		0.260
J1	2.40		2.72	0.094		0.107
L	13.0		14.0	0.511		0.551
L1	3.5		3.93	0.137		0.154
L20		16.4			0.645	
L30		28.9			1.138	
øP	3.75		3.85	0.147		0.151
Q	2.65		2.95	0.104		0.116



ภาคผนวก ค

รายละเอียดของไอซีหมายเลข LM1117T

June 2004

National Semiconductor

LM1117/LM1117I

800mA Low-Dropout Linear Regulator

General Description

The LM1117 is a series of low dropout voltage regulators with a dropout of 1.2V at 800mA of load current. It has the same pin-out as National Semiconductor's industry standard LM317.

The LM1117 is available in an adjustable version, which can set the output voltage from 1.25V to 13.8V with only two external resistors. In addition, it is also available in five fixed voltages, 1.8V, 2.5V, 2.85V, 3.3V, and 5V.

The LM1117 offers current limiting and thermal shutdown. Its circuit includes a zener trimmed bandgap reference to assure output voltage accuracy to within ±1%.

The LM1117 series is available in LLP, TO-263, SOT-223, TO-220, and TO-252 D-PAK packages. A minimum of 10µF tantalum capacitor is required at the output to improve the transient response and stability.

Features

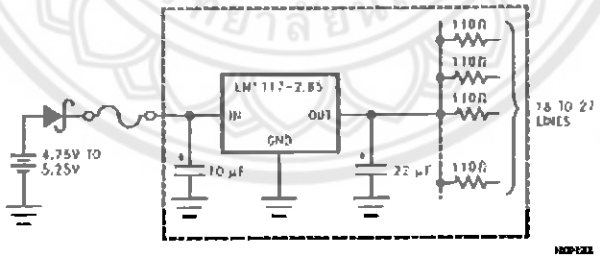
- Available in 1.8V, 2.5V, 2.85V, 3.3V, 5V, and Adjustable Versions
- Space Saving SOT-223 and LLP Packages
- Current Limiting and Thermal Protection
- Output Current 800mA
- Line Regulation 0.2% (Max)
- Load Regulation 0.4% (Max)
- Temperature Range
  - LM1117 0°C to 125°C
  - LM1117I −40°C to 125°C

Applications

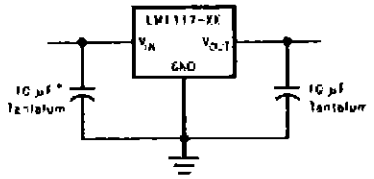
- 2.85V Model for SCSI-2 Active Termination
- Post Regulator for Switching DC/DC Converter
- High Efficiency Linear Regulators
- Battery Charger
- Battery Powered Instrumentation

Typical Application

Active Terminator for SCSI-2 Bus



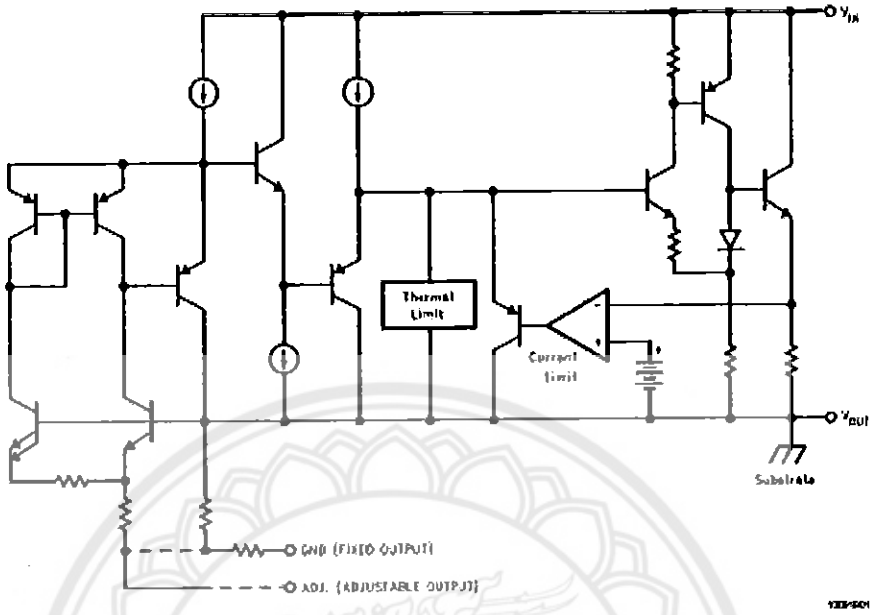
Fixed Output Regulator



* Required if the regulator is located far from the power supply filter.

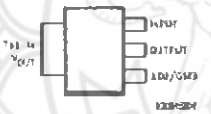
© 2004 National Semiconductor Corporation DS100019

Block Diagram



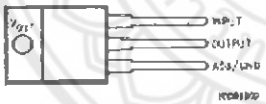
Connection Diagrams

SOT-223



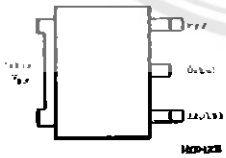
Top View

TO-220



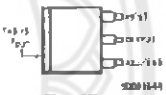
Top View

TO-252



Top View

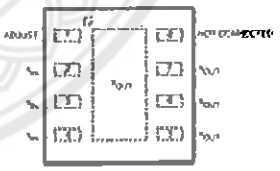
TO-263



Top View

Side View

LLP



When using the LLP package
Pins 2, 3 & 4 must be connected together and
Pins 5, 6 & 7 must be connected together

Top View

Note 2: The maximum power dissipation is a function of $T_{J(max)}$, θ_{JA}, and T_A. The maximum allowable power dissipation at any ambient temperature is $P_D = (T_{J(max)} - T_A)/\theta_{JA}$. All numbers apply for packages soldered directly into a PC board.

Note 3: For testing purposes, ESD was applied using human body model, 1.5kΩ in series with 100pF.

Note 4: Typical Values represent the most likely parametric norm.

Note 5: All limits are guaranteed by testing or statistical analysis.

Note 6: Load and line regulation are measured at constant junction room temperature.

Note 7: The dropout voltage is the input/output differential at which the circuit ceases to regulate against further reduction in input voltage. It is measured when the output voltage has dropped 100mV from the nominal value obtained at $V_{IN} = V_{OUT} + 1.5V$.

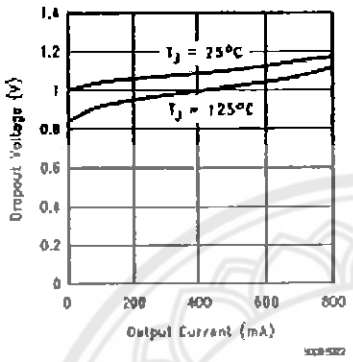
Note 8: The minimum output current required to maintain regulation.

Note 9: Minimum pad size of 0.038in²

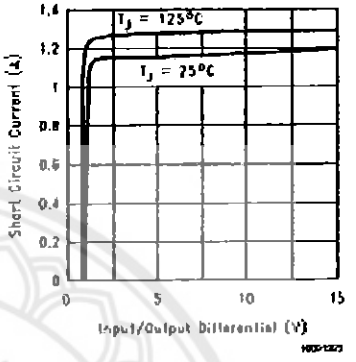
Note 10: Thermal Performance for the LLP was obtained using JESD51-7 board with six vias and an ambient temperature of 22°C. For information about improved thermal performance and power dissipation for the LLP, refer to Application Note AN-1187.

Typical Performance Characteristics

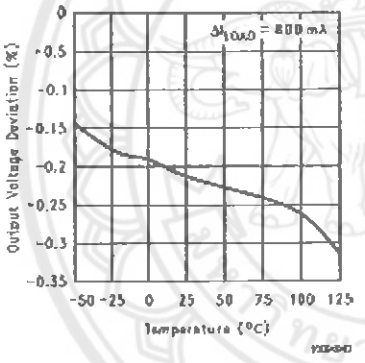
Dropout Voltage (V_{IN}-V_{OUT})



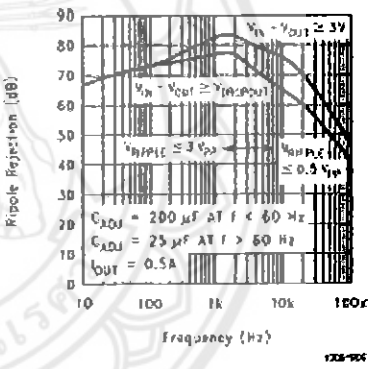
Short-Circuit Current



Load Regulation

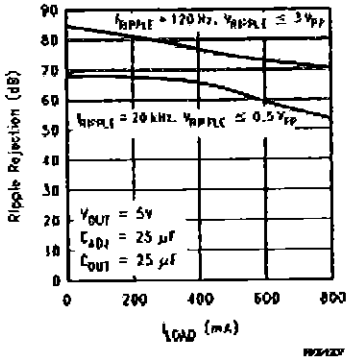


LM1117-ADJ Ripple Rejection

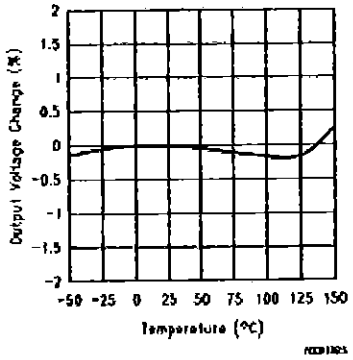


Typical Performance Characteristics (Continued)

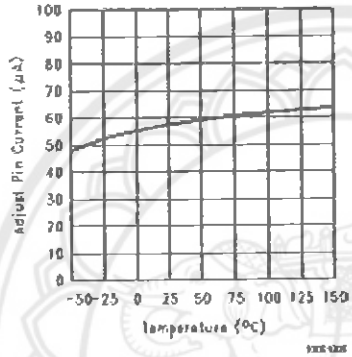
LM1117-ADJ Ripple Rejection vs. Current



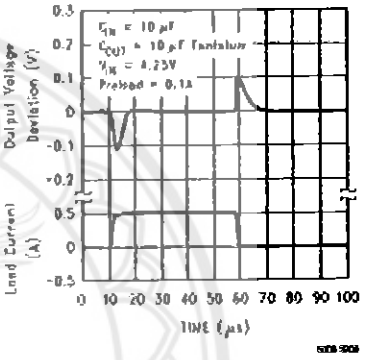
Temperature Stability



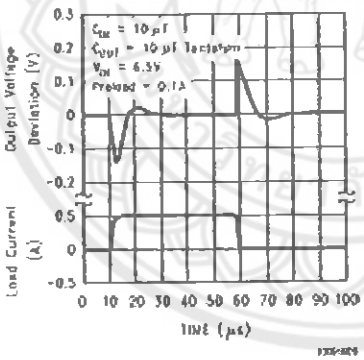
Adjust Pin Current



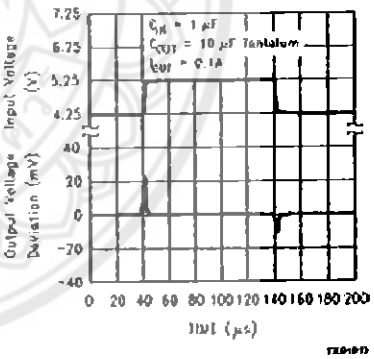
LM1117-2.85 Load Transient Response



LM1117-5.0 Load Transient Response

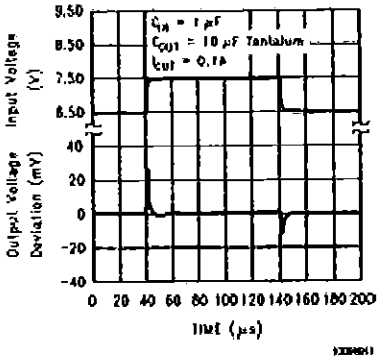


LM1117-2.85 Line Transient Response



Typical Performance Characteristics (Continued)

LM1117-5.0 Line Transient Response



Application Note

1.0 External Capacitors/Stability

1.1 Input Bypass Capacitor

An input capacitor is recommended. A 10µF tantalum on the input is a suitable input bypassing for almost all applications.

1.2 Adjust Terminal Bypass Capacitor

The adjust terminal can be bypassed to ground with a bypass capacitor (C_{ADJ}) to improve ripple rejection. This bypass capacitor prevents ripple from being amplified as the output voltage is increased. At any ripple frequency, the impedance of the C_{ADJ} should be less than R1 to prevent the ripple from being amplified:

$$1/(2\pi * f_{RIPPLE} * C_{ADJ}) < R1$$

The R1 is the resistor between the output and the adjust pin. Its value is normally in the range of 100-200Ω. For example, with R1 = 124Ω and f_{RIPPLE} = 120Hz, the C_{ADJ} should be > 11µF.

1.3 Output Capacitor

The output capacitor is critical in maintaining regulator stability, and must meet the required conditions for both minimum amount of capacitance and ESR (Equivalent Series Resistance). The minimum output capacitance required by the LM1117 is 10µF, if a tantalum capacitor is used. Any increase of the output capacitance will merely improve the loop stability and transient response. The ESR of the output capacitor should range between 0.3Ω - 22Ω. In the case of the adjustable regulator, when the C_{ADJ} is used, a larger output capacitance (22µf tantalum) is required.

2.0 Output Voltage

The LM1117 adjustable version develops a 1.25V reference voltage, V_{REF}, between the output and the adjust terminal. As shown in *Figure 1*, this voltage is applied across resistor R1 to generate a constant current I1. The current I_{ADJ} from the adjust terminal could introduce error to the output. But since it is very small (60µA) compared with the I1 and very constant with line and load changes, the error can be ignored. The constant current I1 then flows through the output set resistor R2 and sets the output voltage to the desired level.

For fixed voltage devices, R1 and R2 are integrated inside the devices.

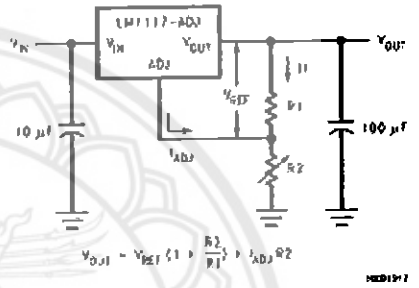


FIGURE 1. Basic Adjustable Regulator

3.0 Load Regulation

The LM1117 regulates the voltage that appears between its output and ground pins, or between its output and adjust pins. In some cases, line resistances can introduce errors to the voltage across the load. To obtain the best load regulation, a few precautions are needed.

Figure 2, shows a typical application using a fixed output regulator. The Rt1 and Rt2 are the line resistances. It is obvious that the V_{LOAD} is less than the V_{OUT} by the sum of the voltage drops along the line resistances. In this case, the load regulation seen at the R_{LOAD} would be degraded from the data sheet specification. To improve this, the load should be tied directly to the output terminal on the positive side and directly tied to the ground terminal on the negative side.

Application Note (Continued)

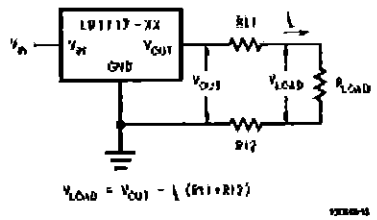


FIGURE 2. Typical Application using Fixed Output Regulator

When the adjustable regulator is used (*Figure 3*), the best performance is obtained with the positive side of the resistor R1 tied directly to the output terminal of the regulator rather than near the load. This eliminates line drops from appearing effectively in series with the reference and degrading regulation. For example, a 5V regulator with 0.05Ω resistance between the regulator and load will have a load regulation due to line resistance of 0.05Ω x I_L. If R1 (=125Ω) is connected near the load, the effective line resistance will be 0.05Ω (1+R2/R1) or in this case, it is 4 times worse. In addition, the ground side of the resistor R2 can be returned near the ground of the load to provide remote ground sensing and improve load regulation.

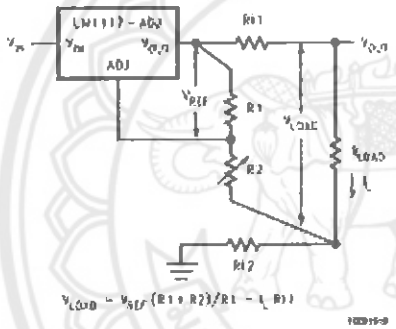


FIGURE 3. Best Load Regulation using Adjustable Output Regulator

4.0 Protection Diodes

Under normal operation, the LM1117 regulators do not need any protection diode. With the adjustable device, the internal resistance between the adjust and output terminals limits the current. No diode is needed to divert the current around the regulator even with capacitor on the adjust terminal. The adjust pin can take a transient signal of ±25V with respect to the output voltage without damaging the device.

When a output capacitor is connected to a regulator and the input is shorted to ground, the output capacitor will discharge into the output of the regulator. The discharge current depends on the value of the capacitor, the output voltage of the regulator, and rate of decrease of V_{IN}. In the LM1117 regulators, the internal diode between the output and input pins can withstand microsecond surge currents of 10A to 20A. With an extremely large output capacitor (≥1000 µF), and with input instantaneously shorted to ground, the regulator could be damaged.

In this case, an external diode is recommended between the output and input pins to protect the regulator, as shown in *Figure 4*.

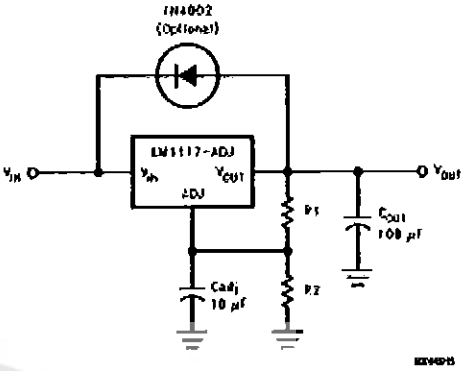


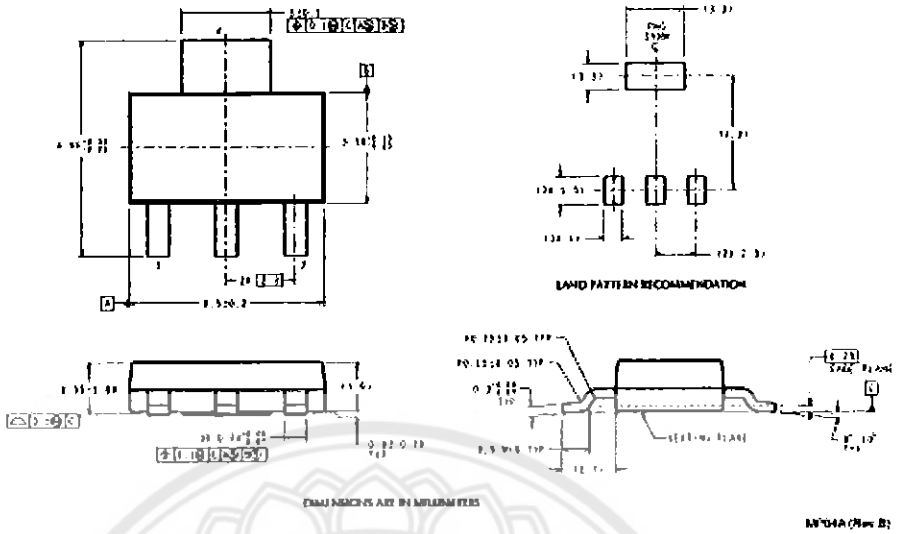
FIGURE 4. Regulator with Protection Diode

5.0 Heatsink Requirements

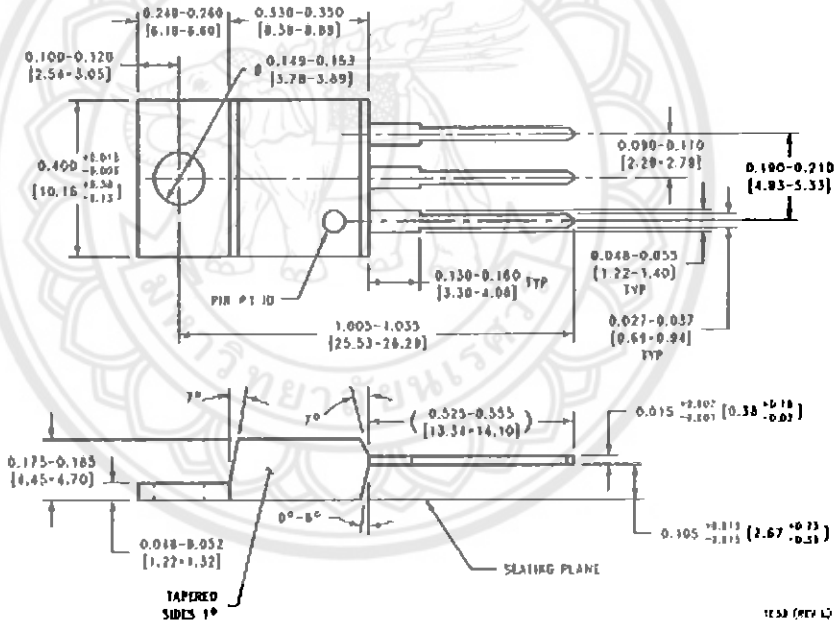
When an integrated circuit operates with an appreciable current, its junction temperature is elevated. It is important to quantify its thermal limits in order to achieve acceptable performance and reliability. This limit is determined by summing the individual parts consisting of a series of temperature rises from the semiconductor junction to the operating environment. A one-dimensional steady-state model of conduction heat transfer is demonstrated in *Figure 5*. The heat generated at the device junction flows through the die to the die attach pad, through the lead frame to the surrounding case material, to the printed circuit board, and eventually to the ambient environment. Below is a list of variables that may affect the thermal resistance and in turn the need for a heatsink.

$R^{\circ}JC$ (Component Variables)	$R^{\circ}CA$ (Application Variables)
Leadframe Size & Material	Mounting Pad Size, Material, & Location
No. of Conduction Pins	Placement of Mounting Pad
Die Size	PCB Size & Material
Die Attach Material	Traces Length & Width
Molding Compound Size and Material	Adjacent Heat Sources
	Volume of Air
	Ambient Temperature
	Shape of Mounting Pad

Physical Dimensions inches (millimeters)
unless otherwise noted



3-Lead SOT-223
NS Package Number MP04A



3-Lead TO-220
NS Package Number T03B

ภาคผนวก ง

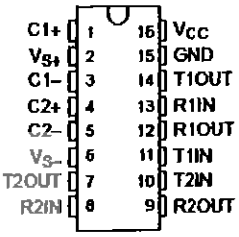
รายละเอียดของไอซีหมายเลข MAX232

MAX232, MAX232I
DUAL EIA-232 DRIVERS/RECEIVERS

SLLS047I – FEBRUARY 1989 – REVISED OCTOBER 2002

- Meet or Exceed TIA/EIA-232-F and ITU Recommendation V.28
- Operate With Single 5-V Power Supply
- Operate Up to 120 kbit/s
- Two Drivers and Two Receivers
- ±30-V Input Levels
- Low Supply Current . . . 8 mA Typical
- Designed to be Interchangeable With Maxim MAX232
- ESD Protection Exceeds JESD 22 – 2000-V Human-Body Model (A114-A)
- Applications
  - TIA/EIA-232-F
  - Battery-Powered Systems
  - Terminals
  - Modems
  - Computers

MAX232 . . . D, DW, N, OR NS PACKAGE
MAX232I . . . D, DW, OR N PACKAGE
(TOP VIEW)



description/ordering information

The MAX232 is a dual driver/receiver that includes a capacitive voltage generator to supply EIA-232 voltage levels from a single 5-V supply. Each receiver converts EIA-232 inputs to 5-V TTL/CMOS levels. These receivers have a typical threshold of 1.3 V and a typical hysteresis of 0.5 V, and can accept ±30-V inputs. Each driver converts TTL/CMOS input levels into EIA-232 levels. The driver, receiver, and voltage-generator functions are available as cells in the Texas Instruments LinASIC™ library.

ORDERING INFORMATION

T_A	PACKAGE[1]		ORDERABLE PART NUMBER	TOP-SIDE MARKING
0°C to 70°C	PDIP (N)	Tube	MAX232N	MAX232N
	SOIC (D)	Tube	MAX232D	MAX232
		Tape and reel	MAX232DR	
	SOIC (DW)	Tube	MAX232DW	MAX232
		Tape and reel	MAX232DWR	
	SOP (NS)	Tape and reel	MAX232NSR	MAX232
–40°C to 85°C	PDIP (N)	Tube	MAX232IN	MAX232IN
	SOIC (D)	Tube	MAX232ID	MAX232I
		Tape and reel	MAX232IDR	
	SOIC (DW)	Tube	MAX232IDW	MAX232I
		Tape and reel	MAX232IDWR	

[1] Package drawings, standard packing quantities, thermal data, symbolization, and PCB design guidelines are available at www.ti.com/sc/package.

Please be aware that an important notice concerning availability, standard warranty, and use in critical applications of Texas Instruments semiconductor products and disclaimers thereto appears at the end of this data sheet.

LinASIC is a trademark of Texas Instruments.

PRODUCTION DATA information is current as of publication date. Products conform to specifications per the terms of Texas Instruments standard warranty. Production processing does not necessarily include testing of all parameters.

Copyright © 2002, Texas Instruments Incorporated

TEXAS INSTRUMENTS
POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

Function Tables

EACH DRIVER

INPUT TIN	OUTPUT TOUT
L	H
H	L

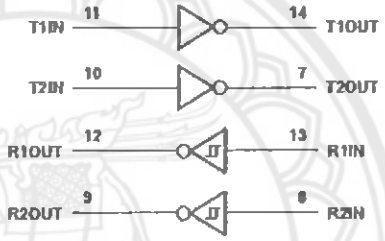
H = high level, L = low level

EACH RECEIVER

INPUT RIN	OUTPUT ROUT
L	H
H	L

H = high level, L = low level

logic diagram (positive logic)



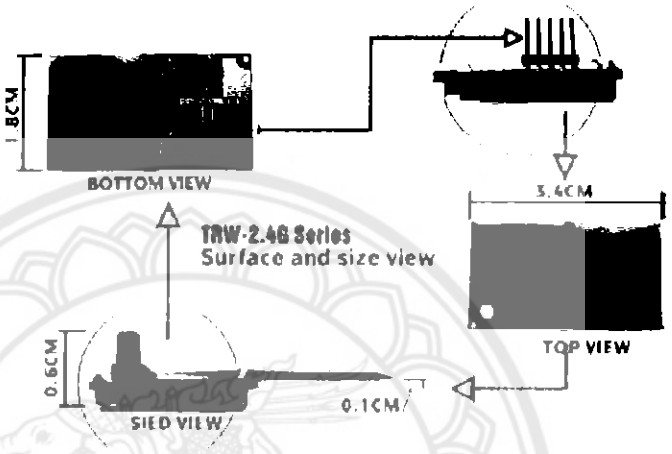
ภาคผนวก จ

รายละเอียดของไอซีหมายเลข TRW2.4G

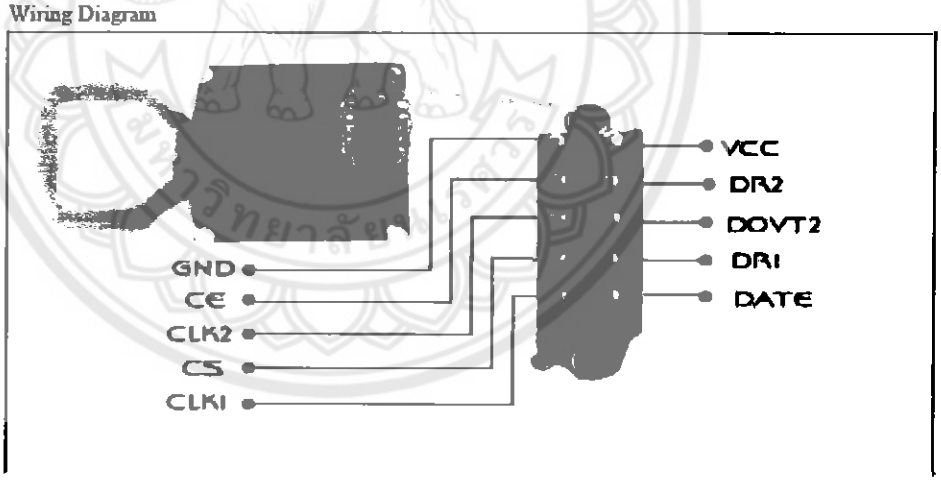
Ensemble list

Transmitter	Receiver	Distance
TRW-2.4G(250kbps)	TRW-2.4G(250kbps)	280m
TRW-2.4G(1Mbps)	TRW-2.4G(1Mbps)	150m

Suface And Size View



Wiring Diagram



IMPORTANT TIMING DATA

The following timing applies for operation of nRF2401 in TRW-2.4G

TRW-2.4G Timing Information

nRF2401 timing	Max.	Min.	Name
VDD OFF → ST_BY mode	3ms		Tpd2sby
VDD OFF → Active mode (RX/TX)	3ms		Tpd2a
ST_BY → TX ShockBurst™	195µs		Tsby2txSB
ST_BY → TX Direct Mode	202µs		Tsby2txDM
ST_BY → RX mode	202µs		Tsby2rx
Minimum delay from CS to data.		5µs	Tcs2data
Minimum delay from CE to data		5µs	Tce2data
Minimum delay from DR1/2 to clk.		50ns	Tdr2clk
Maximum delay from clk to data.	50ns		Tclk2data
Delay between edges		50ns	Td
Setup time		500ns	Ts
Hold time		500ns	Th
Delay to finish internal GFSK data		1/data rate	Tfd
Minimum input clock high		500ns	Thmin
Set-up of data in Direct Mode	50ns		Tsdm
Minimum clock high in Direct Mode		300ns	Thdm
Minimum clock low in Direct Mode		230ns	Tldm

Table 11 Switching times for TRW-2.4G

When the nRF2401 is in power down it must always settle in stand-by (Tpd2sby) before it can enter configuration or one of the active modes.

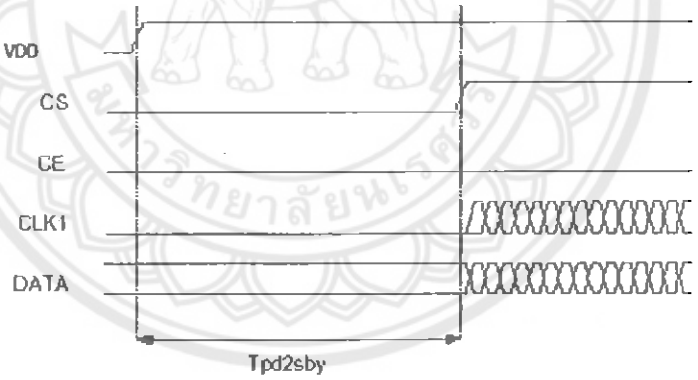


Figure 8 Timing diagram for power up (or VDD off) to stand by mode for TRW-2.4G

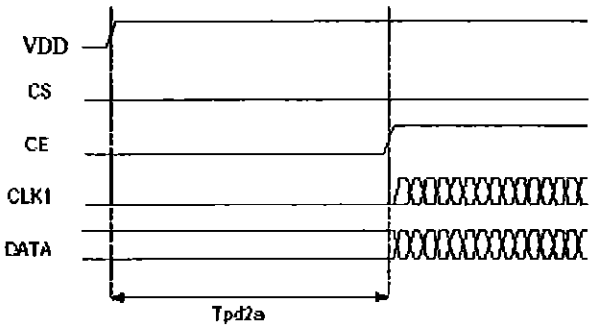


Figure 9 VDD off to active mode

Note that the configuration word will be lost when VDD is turned off and that the device then must be configured before going to one of the active modes. If the device is configured one can go directly from power down to the wanted active mode.

Note:

CE and CS may not be high at the same time. Setting one or the other decides whether configuration or active mode is entered.

Configuration mode timing

When one or more of the bits in the configuration word needs to be changed the following timing apply.

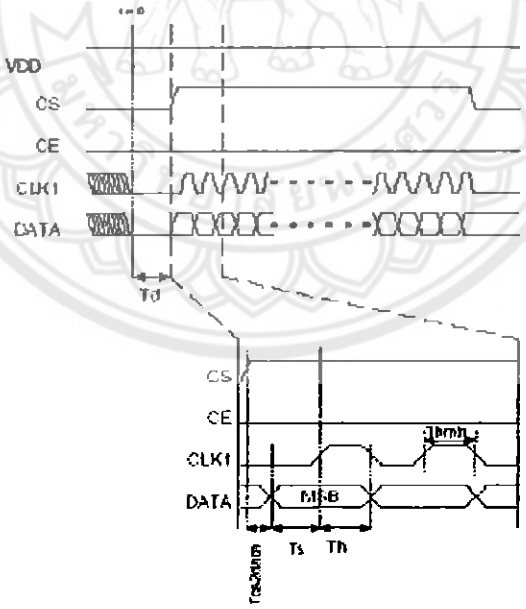


Figure 10 Timing diagram for configuration of TRW-2.4G

ShockBurst™ Mode timing

ShockBurst™ TX:

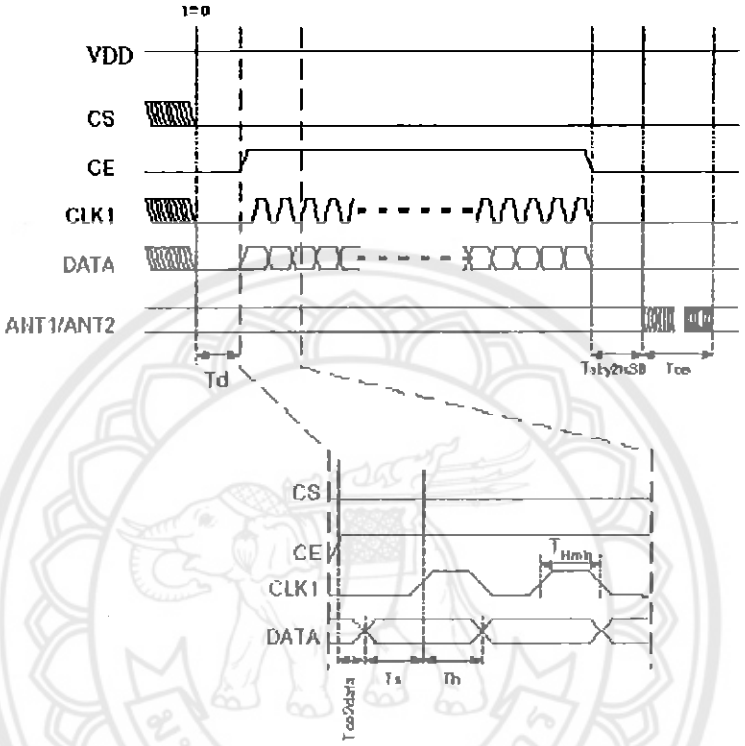


Figure 11 Timing of ShockBurst™ in TX

The package length and the data rate give the delay Toa (time on air), as shown in the equation.

$T_{oa} = 1/datarate \cdot (\#databits + 1)$

ShockBurst™ RX:

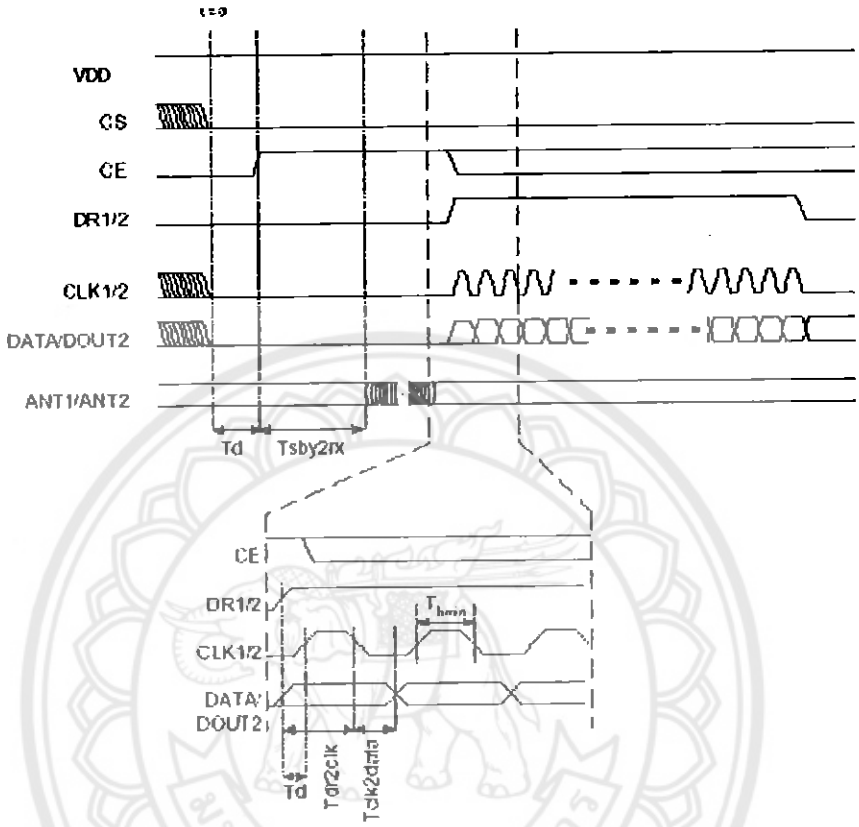


Figure 32 Timing of ShockBurst™ in RX

The CE may be kept high during downloading of data, but the cost is higher current consumption (18mA) and the benefit is no start-up time (200μs) after the DR1 goes low.

Output Power adjustment

Power setting bits of configuring word	RF output power	DC current consumption
11	0 dBm ±3dB	13.0 mA
10	-5 dBm ±3dB	10.5 mA
01	-10 dBm ±3dB	9.4 mA
00	-20 dBm ±3dB	8.8 mA

Conditions: VDD = 3.0V, VSS = 0V, T_A = 27°C, Load impedance = 400 Ω

ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน

ชื่อ นายเกรียงไกร มาศรังสรรค์

ภูมิลำเนา 99/68 หมู่ 5 ต.สุรศักดิ์ อ.ศรีราชา จ.ชลบุรี

ประวัติการศึกษา

– จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนอัสสัมชัญศรีราชา จ.ชลบุรี

– ปัจจุบันกำลังศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Email: neounknowii @hotmail.com

ชื่อ นายชาญวิทย์ ศุขเจริญ

ภูมิลำเนา 309/1 หมู่ 5 ต.หัวรอ อ.เมือง จ.พิษณุโลก

ประวัติการศึกษา

– จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนพิษณุโลกวิทยาคม จ.พิษณุโลก

– ปัจจุบันกำลังศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Email: netnaja23@gmail.com

ชื่อ นายไพบูลย์ เพ็ชรเทียน
ภูมิลำเนา 21/4 หมู่ 11 ต.ไผ่ล้อม อ.บางกระทุ่ม จ.พิษณุโลก
ประวัติการศึกษา
— จบระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพจากวิทยาลัยเทคนิคพิษณุโลก จ.พิษณุโลก
— ปัจจุบันกำลังศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Email: earthpi@hotmail.com

ชื่อ นายอนุรักษ์ เปรมเจริญ
ภูมิลำเนา 149/1 หมู่ 3 ต.ท่าสายลวด อ.แม่สอด จ.ตาก
ประวัติการศึกษา
— จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนสรรพวิทยาคม อ.แม่สอด จ.ตาก
— ปัจจุบันกำลังศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Email: cellion_jr@hotmail.com