สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบตรวจสอบระดับน้ำเกลืออัตโนมัติ

AUTOMATIC SALINE LEVEL DETECTING SYSTEM

นายธนกฤต หันหาบุญ
นางสาววลัยพร สาลีพัชราภรณ์
นายวีรภัทร บุญวิภัทรเสวี
นางสาววีรยา กัลณา

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 119406
วัน,เดือน,ปี - 7 ธ.ค. 2554

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

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2553

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AUTOMATIC SALINE LEVEL DETECTING SYSTEM

THANAKIT HUNHABUN

WALAIPORN SALEEPHATCHARAPORN

WIRAPHAT BUNWIPHATSAWI

WEERAYA KANLANA

THIS THESIS IS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF ENGINEERING IN MECHATRONICS ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2010

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2553

สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบตรวจสอบระดับน้ำเกลืออัตโนมัติ

Automatic saline level detecting system

ผู้จัดทำ นายธนกฤต หันหาบุญ 50010598

นางสาววลัยพร สาลีพัชราภรณ์ 50011408

นายวีรภัทร บุญวิภัทรเสวี 50011500

นางสาววีรยา กัลณา 50011502

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(รองศาสตราจารย์ ดร.วรพงศ์ ตั้งศรีรัตน์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบตรวจสอบระดับน้ำเกลืออัตโนมัติ

โดย

นายธนกฤต	หันหาบุญ	50010598
นางสาววลัยพร	สาลีพัชราภรณ์	50011408
นายวีรภัทร	บุญวิภัทรเสวี	50011500
นางสาววีรยา	กัลณา	50011502

อาจารย์ที่ปรึกษา

รองศาสตราจารย์ ดร.วรพงศ์ ตั้งศรีรัตน์

ปีการศึกษา 2553

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ นำเสนอระบบตรวจสอบระดับน้ำเกลือ ที่จ่ายให้กับผู้ป่วยโดยใช้สเตรนเกจ และการประมวลผลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ แล้วส่งผลไปที่หน้าจอแสดงผล โดยส่งข้อมูลผ่าน ระบบ เครือข่ายไร้สายโดยใช้ ZigBee โดยกระบวนการแสดงผลนี้ก็ได้ถูกสร้างขึ้นด้วยโปรแกรม Visual Basic 2010

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AUTOMATIC SALINE LEVEL DETECTING SYSTEM

By

Mr.Thanakit	Hanhabun	50010598
Miss Walaiporn	Saleephatcharaporn	50011408
Mr. Wiraphat	Bunwiraphatsawi	50011500
Miss Weeraya	Kanlana	50011502

Advisor

Assoc.Dr.Worapong Tangsrirat

Academic Year 2010

ABSTRACT

This project is to present the automatic saline level detecting system using strain gauge as the sensing unit and the microcontroller as the processing unit. The measured results will be transferred to monitoring via wireless system using ZigBee module. The processing program is made by Visual Basic 2010.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เพราะได้รับความช่วยเหลือเป็นอย่างดี จาก รองศาสตราจารย์ ดร.วรพงศ์ ตั้งศรีรัตน์ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำที่ดีมาโดยตลอดตั้งแต่ต้นรวมทั้งเอื้อเฟื้ออุปกรณ์ที่จำเป็น และความช่วยเหลืออื่นๆที่เป็นประโยชน์ต่อโครงงาน ผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณอย่างสูง

ขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคนที่ให้กำลังใจ สนับสนุนอุปกรณ์ที่ขาดเหลือ กระตุ้นเตือน รวมทั้งคอยถามไถ่ความคืบหน้าของโครงงานอยู่เสมอ

สุดท้ายนี้ผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัว ที่คอยเป็นกำลังใจที่ดีตลอดมา รวมถึงการสนับสนุนในเรื่องของงบประมาณที่ขาดเหลือ ตลอดจนเป็นแรงบันดาลใจที่ดีที่สุดที่ทำให้โครงงานนี้สำเร็จสมบูรณ์ลงได้

ผู้จัดทำ

นายธนกฤต	หันหาบุญ	50010598
นางสาววลัยพร	สาลีพัชราภรณ์	50011408
นายวีรภัทร	บุญวิภัทรเสวี	50011500
นางสาววีรยา	กัลณา	50011502

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... II

กิตติกรรมประกาศ.....III

สารบัญ.....IV

สารบัญภาพ.....VII

สารบัญตาราง.....IX

บทที่ 1 บทนำ..... 1

1.1 กล่าวนำ..... 2

1.2 วัตถุประสงค์ในการทำปริญญานิพนธ์..... 2

1.3 ขั้นตอนการศึกษาและการจัดทำโครงงาน..... 2

1.4 รายละเอียดของปริญญานิพนธ์..... 3

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....4

บทที่ 2 ทฤษฎีและความรู้ที่เกี่ยวข้อง.....5

2.1 ZigBee.....5

2.1.1 ประวัติความเป็นมาของ ZigBee.....5

2.1.2 ความรู้เกี่ยวกับZigbee.....5

2.2 สเตรนเกจ.....8

2.3 วงจรบริดจ์แบบวีตสโตน.....10

2.4 การปรับแต่งสัญญาณและการเชื่อมต่อสัญญาณโดยใช้วงจรแอกทีฟ.....12

2.5 วงจรขยายสัญญาณผลต่าง.....13

2.6 ไมโครคอนโทรลเลอร์ 18F877.....14

2.6.1 โครงสร้างขาสัญญาณของไมโครคอนโทรลเลอร์.....14

2.6.2 การจัดการหน่วยความจำของ PIC 16F877.....16

2.6.3 กระบวนการรีเซต.....16

2.7 โปรแกรม Visual Basic (VB).....17

2.8 ไอซีเบอร์ 555.....18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.8.1 ส่วนประกอบของไอซีเบอร์ 555.....19

2.8.2 หน้าที่ส่วนต่างๆ ของไอซีเบอร์ 555.....19

2.9 น้ำเกลือ.....20

2.9.1 ข้อบ่งใช้.....20

2.9.2 รายละเอียด/ตัวอย่าง.....21

2.9.3 ผลข้างเคียง.....21

2.9.4 ข้อควรระวัง.....22

2.9.5 เสริมความเข้าใจในการให้น้ำเกลือ.....22

2.9.6 ชนิดของน้ำเกลือ.....23

2.9.6.1 5% เด็กซ์โทรส – 5% Dextrose in Water.....23

2.9.6.2 5% เด็กซ์โทรสใน 1/3 น้ำเกลือ – 5% Dextrose in 1/3 NSS.....23

2.9.6.3 5% เด็กซ์โทรสใน น้ำเกลือ – 5% Dextrose in 1/3 NSS.....23

2.9.7 ข้อควรระวังในการให้น้ำเกลือ.....23

บทที่ 3 หลักการออกแบบ.....24

3.1 การออกแบบโครงงาน.....24

3.1.1 Flow chart การแสดงผลของระดับน้ำเกลือ.....24

3.1.2 หลักการทำงาน.....25

3.2 การออกแบบวงจรภาคส่งและภาครับ.....25

3.2.1 วงจแหล่งจ่ายไฟ.....25

3.2.2 วงจรบริดจ์และวงจรขยายสัญญาณผลต่าง.....26

3.2.3 วงจรเชื่อมต่อโมดูล ZigBee กับ PIC16F877และตัวรับสัญญาณ Remote.....26

3.2.4 วงจรเชื่อมต่อโมดูล ZigBee กับคอมพิวเตอร์.....27

3.2.5 วงจรตัวส่งสัญญาณรีโมท.....29

3.3 การออกแบบโปรแกรมแสดงผล.....29

3.3.1 หน้าสถานะแรกของโปรแกรมเมื่อมีการรับค่าต่างๆ.....29

3.3.2 หน้าต่างการตั้งค่าเสียง.....30

3.3.3 หน้าต่างแสดงภาพจำลองปริมาณน้ำเกลือและการแจ้งเตือน.....31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

3.3.4 หน้าต่างแสดงการคำนวณค่าปริมาณน้ำเกลือ.....31
3.3.5 หน้าต่าง Warning และ Timming.....32
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง.....33
4.1 การสร้างเครือข่ายแบบไร้สาย.....33
4.1.1 อุปกรณ์ส่งสัญญาณแบบไร้สาย.....33
4.1.2 การเชื่อมต่อโมดูล ZigBee กับคอมพิวเตอร์.....34
4.1.3 การกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ สำหรับ Coordinator.....34
4.1.4 การกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่างๆสำหรับ End Device.....35
4.1.5 แสดงการรับส่งข้อมูลแบบไร้สายในโปรแกรม X-CTU.....36
4.2 การใช้สเตรนเกจ.....37
4.3 วงจรรีโมต.....38
4.4 การแสดงผลทางโปรแกรม Visual Basic 2010.....40
4.4.1 การแสดงผลเมื่อไม่มีการแจ้งเตือน.....40
4.4.2 การแสดงผลเมื่อมีการแจ้งเตือน.....41
บทที่ 5 บทวิจารณ์และสรุป.....43
5.1 สรุปผลการทดลอง.....43
5.2 ปัญหาที่พบและแนวทางแก้ไข.....43
5.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางในการค้นคว้าพัฒนา.....44

ภาคผนวก ก โปรแกรมการประมวลผลภาพและโปรแกรมควบคุม..... 46
ภาคผนวก ข เอกสารคู่มืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์.....79
ข.1 เอกสารคู่มือการใช้งาน Strain gaug.....80
ข.2 เอกสารคู่มือการใช้งาน TSOP 4838.....85
ข.3 เอกสารคู่มือการใช้งาน Xbee Pro.....92

เอกสารอ้างอิง.....99

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

รูปที่ **หน้า**

2.1 สายอากาศแบบ Wire (Whip),Chip ตามลำดับ.....6
2.2 สายอากาศแบบ RPSMA Connector , UFL Connector 6
2.3 Xbee Series1 Pro Whip ant.....6
2.4 รูปจาก Datasheet ของ Xbee.....7
2.5 แสดงลักษณะของสเตรนเกจ.....8
2.6 แสดงลักษณะภายในและการติดตั้งสเตรนเกจ.....9
2.7วงจรบริดจ์แบบวีตสโตนพื้นฐาน.....10
2.8 วงจรบริดจ์แบบวีตสโตนที่มีสเตรนเกจพื้นฐาน.....11
2.9 วงจรขยายสัญญาณผลต่าง.....14
2.10 ขาสัญญาณของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F877.....14
2.11 วงจรการเชื่อมต่อ PIC กับวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาและการรีเซต.....15
2.12 การจัดการพื้นที่หน่วยความจำของ PIC16F877.....16
2.13 แสดงหน้าต่างของโปรแกรม Visual Basic (VB).....17
2.14 แสดงส่วนประกอบของไอซีเบอร์ 555.....19
3.1 Flow chart การแสดงผลของระดับน้ำเกลือ.....24
3.2 การทำงานโดยรวมของโครงงาน.....25
3.3 วงจรลดระดับแรงดัน.....25
3.4 วงจรบริดจ์เชื่อมต่อวงจรขายสัญญาณผลต่าง.....26
3.5 วงจรเชื่อมต่อโมดูล ZigBee กับ PIC16F877และตัวรับสัญญาณ Remote.....26
3.6 วงจรเชื่อมต่อโมดูล ZigBee กับคอมพิวเตอร์.....28
3.7 วงจรตัวส่งสัญญาณรีโมท.....29
3.8 หน้าสถานะแรกของโปรแกรมเมื่อมีการรับค่าต่างๆ.....29
3.9 หน้าต่างการตั้งค่าเสียงใ.....30
3.10 หน้าต่างแสดงภาพจำลองปริมาณน้ำเกลือและการแจ้งเตือน.....31
3.11 หน้าต่างแสดงการคำนวณค่าปริมาณน้ำเกลือ.....31
3.12 หน้าต่าง Warning และ Timming.....32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ(ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

4.1 อุปกรณ์ End Device.....33
4.2 อุปกรณ์ Coordinator.....33
4.3 ทดสอบการเชื่อมต่อโมดูล ZigBee กับคอมพิวเตอร์.....34
4.4 การกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่างๆให้เป็น Coordinator.....35
4.5 การกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่างๆให้เป็น End Device.....36
4.6 แสดงการรับส่งข้อมูลของZigBee.....36
4.7 การแขวนถุงน้ำเกลือกับสเตรนเกจ.....37
4.8 เอาต์พุตของวงจรขยายสัญญาณผลต่างปลี่ยนไปเมื่อปริมาณน้ำเกลือเปลี่ยนไป.....37
4.9 โปรแกรมคำนวณหาค่า R , C ของวงจรจ่ายความถี่โดย IC 555.....38
4.10 ค่าR , C ที่คำนวณได้จากโปรแกรม.....38
4.11 ความถี่ที่วัดได้จากออสซิลโลสโคป.....39
4.12 อุปกรณ์ใช้รับความถี่ 38 kHz.....39
4.13 หน้าต่างแสดงการรับปริมาณน้ำเกลือเมื่อไม่มีการแจ้งเตือน.....40
4.14 หน้าต่างแสดงการจำลองภาพปริมาณน้ำเกลือเมื่อ ไม่มีการแจ้งเตือน.....40
4.15 หน้าต่างแสดงการรับปริมาณน้ำเกลือเมื่อมีการแจ้งเตือน(ปริมาณน้ำเกลือใกล้หมด).....41
4.16 หน้าต่างแสดงการจำลองภาพปริมาณน้ำเกลือเมื่อมีการแจ้งเตือน(น้ำเกลือใกล้หมด).....41
4.17 หน้าต่างแสดงการรับปริมาณน้ำเกลือเมื่อมีการแจ้งเตือน(ปริมาณน้ำเกลือหมด).....42
4.18 หน้าต่างแสดงการจำลองภาพปริมาณน้ำเกลือเมื่อมีการแจ้งเตือน(น้ำเกลือหมด).....42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....4

2.1 เปรียบเทียบคุณสมบัติของออปแอมป์ในทางอุดมคติกับออปแอมป์ที่ใช้งานทั่วไป.....13

2.2 แสดงค่าของวงจร Nand gate.....20

2.3 แสดงค่าของวงจร Flip-Flop.....20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 กล่าวนำ

การให้สารน้ำทางหลอดเลือดดำ เป็นการให้น้ำเกลือที่ปลอดเชื้อจำนวนมากๆ เข้าทางหลอดเลือดดำตามแผนการรักษาของแพทย์ โดยพยาบาลจะเป็นผู้ดูแลผู้ป่วยให้ได้รับน้ำเกลืออย่างถูกต้องและครบถ้วนตามแผนการรักษา ซึ่งจากการสังเกตการทำงานของพยาบาลในห้องผู้ป่วยรวมและห้องพิเศษ พยาบาลจะคอยตรวจสอบน้ำเกลือที่ให้แก่ผู้ป่วยว่าใกล้หมดหรือยัง เพื่อจะได้เปลี่ยนน้ำเกลือขวดใหม่ การที่โรงพยาบาลในปัจจุบัน มีคนไข้เข้ารับการรักษาเป็นจำนวนมาก ห้องผู้ป่วยรวม ห้องพิเศษห้อง ICU แทบจะไม่มีเตียงว่าง และในบางครั้งผู้ป่วยไม่มีญาติมาเฝ้าอีก ทำให้การดูแลคนไข้ ซึ่งเป็นหน้าที่ของพยาบาล อาจดูแลได้ไม่ทั่วถึง โดยถ้าน้ำเกลือหมดและยังไม่ได้รับการต่อขวดต่อไป อาจทำให้เกิดก้อนเลือดแข็งตัวบริเวณเข็มที่ให้น้ำเกลือหรือเกิดเลือดไหลย้อนกลับไปยังบริเวณสายน้ำเกลือ หรือเกิดลิ่มเลือดอุดตันบริเวณที่แทงเข็ม และเมื่อต้องให้น้ำเกลือขวดต่อไปอาจทำให้เกิดอันตรายจากการที่ลิ่มเลือดหรือก้อนเลือดที่แข็งตัวแล้วหลุดเข้าไปในกระแสเลือด ซึ่งอาจหลุดไปอุดตัน อวัยวะที่สำคัญของร่างกาย เช่น หัวใจและสมอง ทำให้อวัยวะนั้นๆขาดเลือดไปเลี้ยง และอาจทำให้เกิดอันตรายที่รุนแรงตามมาจนเสียชีวิตได้ รวมทั้งทำให้ผู้ป่วยต้องเจ็บตัวบ่อยจากการที่ต้องถูกแทงเข็มเพื่อให้น้ำ เกลือใหม่ และสิ้นเปลืองทรัพยากรของโรงพยาบาลมากขึ้นปัจจุบันโรงพยาบาลต่างๆ มีการใช้เครื่องเตือนน้ำเกลือหมดน้อยมาก เพราะราคาของเครื่องที่สั่งซื้อจากต่างประเทศมีราคาแพง ซึ่งจากการสำรวจข้อมูลเครื่องเตือนน้ำเกลือหมดที่เคยมีผู้ประดิษฐ์คิดค้นไว้ พบว่า มี 3 ลักษณะคือ

- ใช้วงจรตั้งเวลา โดยผู้ประดิษฐ์ได้ออกแบบวงจรตั้งเวลาให้สัมพันธ์กับปริมาณน้ำเกลือและอัตราการไหลของน้ำเกลือที่ให้กับผู้ป่วย ถ้าถึงเวลาที่ตั้งไว้ วงจรจะสั่งให้สัญญาณเตือนทำ งานทันที โดยจะแสดงเป็นสัญญาณเสียงหรือสัญญาณไฟที่เตียงผู้ป่วย เพื่อเป็นการแจ้งให้พยาบาลทราบว่าผู้ป่วยเตียงนี้น้ำเกลือใกล้หมดขวดแล้ว

- เครื่องวัดอัตราการหยดของน้ำเกลือ มีหลักการทำงานคือวัดอัตราการหยดของน้ำเกลือ ทำหน้าที่เตือนเมื่ออัตราการหยดไม่ได้ตามค่าที่ปรับไว้หรือน้ำเกลือหมดเครื่องนี้จะทำงาน โดยเริ่มจากการตรวจจับอัตราการหยดด้วยแสงอินฟราเรด และส่งสัญญาณออกมาให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ประมวลผล เพื่อแสดงค่า และส่งสัญญาณเตือนเมื่อเกิดข้อผิดพลาด

- เครื่องเตือนน้ำเกลือหมดอัตโนมัติ มีหลักการทำงานโดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึงกับระยะการยืดของสปริง เพื่อไปควบคุมการทำงานของสวิตช์และตัดต่อวงจรไฟฟ้าเพื่อเตือนว่าปริมาณน้ำเกลือเหลือน้อยและใกล้จะหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบเตือนน้ำเกลืออัตโนมัตินี้ถูกสร้างมาขึ้นเพื่อพัฒนาความสามารถในด้านต่างๆดังนี้

1.พัฒนาให้สามารถส่งสัญญาณแบบไร้สายได้

2.พัฒนาให้สามารถปรับแต่งพารามิเตอร์ให้เข้ากับสภาพแวดล้อมและความต้องการได้

3.พัฒนาให้สามารถระบุตำแหน่งการตรวจวัดและเตือนได้

4.พัฒนาให้สามารถอำนวยความสะดวกในการใช้งาน

5.พัฒนาให้สามารถทำงานได้หลากหลายในเวลาเดียวกัน

1.2 วัตถุประสงค์ในการทำปริญญานิพนธ์

1.เพื่อศึกษาเกี่ยวกับการส่งข้อมูลแบบไร้สาย

2.เพื่อศึกษาการเขียนโปรแกรม

3.ศึกษาการใช้งานและหลักการทำงานของเซนเซอร์ตรวจวัดปริมาณ

4.สามารถนำโครงงานนี้ไปใช้ได้จริงในงานที่เกี่ยวข้องและประยุกต์กับการตรวจจับอื่นๆได้

1.3 ขั้นตอนการศึกษาและการจัดทำโครงงาน

โครงงานนี้เป็นการวิจัย เพื่อนำไปออกแบบระบบตรวจสอบน้ำเกลืออัตโนมัติแบบไร้สาย สำหรับโรงพยาบาลที่ต้องการการดูแลผู้ป่วยอย่างทั่วถึงเพื่อให้การดูแลผู้ป่วยเป็นไปได้อย่างสะดวกและราบรื่นอีกทั้งเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการดูแลผู้ป่วยให้กับโรงพยาบาลอีกด้วย

ในการศึกษาระบบตรวจสอบน้ำเกลืออัตโนมัติ จำเป็นต้องเรียนรู้และเข้าใจในตัวระบบก่อน หลังจากที่ได้ทำการศึกษาแล้วพบว่าระบบตรวจสอบน้ำเกลืออัตโนมัติที่เคยพบมานั้นจะมีการใช้วงจรตั้งเวลาซึ่งการใช้วงจรตั้งเวลานั้นจะใช้การตั้งเวลาเฉพาะในช่วงที่ปริมาณน้ำเกลือใกล้หมดเท่านั้นจึงจะทำการเตือน, ใช้การวัดอัตราการหยดของน้ำเกลือ ซึ่งจะทำการเตือนเมื่ออัตราการหยดไม่ได้ตามค่าที่ปรับไว้หรือเตือนเมื่อน้ำเกลือหมดและใช้ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึงกับระยะการยืดของสปริง จะเตือนเมื่อปริมาณน้ำเกลือน้อยหรือใกล้จะหมด จากที่กล่าวมาพบว่าระบบส่วนใหญ่จะทำการเตือนต่อเมื่อปริมาณน้ำเกลือใกล้หมดเท่านั้นแต่ยังไม่มีการแสดงผลปริมาณน้ำเกลือให้ทราบเป็นระยะว่ามีปริมาณเท่าใด

จากการศึกษาหาข้อมูล จึงได้ทำการทดลองคิดค้นระบบตรวจสอบน้ำเกลืออัตโนมัติโดยมีการแจ้งเตือนปริมาณให้ทราบเป็นระยะ โดยการใช้เซนเซอร์ชนิดสเตรนเกจเข้ามาวัดค่าปริมาณน้ำเกลือที่มีปริมาณลดลง จากนั้นจึงทำการส่งค่าให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ในการประมวลผล และส่งผลให้กับระบบส่งสัญญาณแบบไร้สาย จากนั้นจึงทำการแสดงค่าปริมาณน้ำเกลือในโปรแกรม Visual Basic 2010

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้ยังได้มีการศึกษาและทดลองการทำระบบแจ้งเตือนให้กับคนไข้เพื่อใช้ในการเรียกพยาบาล ด้วยระบบแจ้งเตือนแบบรีโมท โดยทำการประมวลผลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์และส่งสัญญาณด้วยระบบแบบไร้สายเช่นเดียวกับปริมาณน้ำเกลือ

1.4 รายละเอียดของปริญญานิพนธ์

เนื้อหาที่จะกล่าวในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ประกอบด้วย

บทที่ 1 บทนำ กล่าวนำถึงวัตถุประสงค์ หลักการใหม่ ขั้นตอนการศึกษา และการจัดทำโครงงาน พร้อมทั้งรายละเอียดของปริญญานิพนธ์ของแต่ละบท

บทที่ 2 ทฤษฎีและความรู้ที่เกี่ยวข้อง กล่าวถึงหลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการประมวลผลภาพ การใช้งานพอร์ตขนาน วงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่เกี่ยวข้องและนำเอาความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการจัดทำโครงงาน

บทที่ 3 หลักการออกแบบ นำเสนอการประกอบโครงสร้างของระบบ รวมถึงแนวคิดในการออกแบบระบบควบคุม

บทที่ 4 การทดลอง เป็นส่วนการทดสอบองค์ประกอบต่างๆ ในระบบ ตลอดจนการทดลองระบบตรวจสอบปริมาณน้ำเกลืออัตโนมัติ

บทที่ 5 บทวิจารณ์และสรุป จะสรุปผลการดำเนินงาน ปัญหาที่เกิดขึ้น และแนวทางการปรับปรุงพัฒนาโครงงานนี้ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

No.	การดำเนินการ	เดือน								
		มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.
1.	วิเคราะปัญหาและออกแบบโครงงาน	←	→							
2.	หาข้อมูล จัดซื้อเสตรนเกจและอุปกรณ์ต่างๆ	←	—	→						
3.	หาข้อมูลของเทคโนโลยีไร้สาย ZigBee	←	—	→						
4.	วิเคราะห์และออกแบบ Hardware	←	—	→						
5.	วิเคราะห์และออกแบบ Solfware	←	—	→						
6.	จัดทำ Hardware		←	—	—	—	→			
7.	จัดทำ Solfware		←	—	—	—	—	—	—	→
8.	จัดทำรายงาน		←	—	—	—	—	—	—	→
9.	ทดสอบอุปกรณ์		←	—	—	—	—	—	—	→
10.	สรุปผลการทดลอง			←	—	—	—	—	→	
11.	จัดทำการนำเสนอ				←	—	—	—	→	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในการที่จะทำระบบตรวจสอบระดับน้ำเกลืออัตโนมัติ จะต้องมีการศึกษาหลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องต่างๆ มาประยุกต์ร่วมกัน ซึ่งมีหลักการและทฤษฎีดังต่อไปนี้

2.1 ZigBee

2.1.1 ประวัติความเป็นมาของ ZigBee

ZigBee เป็นเทคโนโลยีไร้สายที่ร่วมกันสื่อสารข้อมูลผ่านข้อมูลผ่านเซ็นเซอร์ขนาดเล็กจิ๋ว ชื่อ ZigBee ได้มาจากพฤติกรรมการสื่อสารของผึ้ง โดยผึ้งจะบินแบบซิกแซ็ก และจะให้ข้อมูลข่าวสารระหว่างผึ้งด้วยกัน ที่เกี่ยวกับตำแหน่ง และระยะทาง และทิศทางของอาหารที่พวกมันกำลังหาอยู่ การประยุกต์ใช้งาน ZigBee นั้นจะแบ่งแยกตามประเภทของข้อมูลข่าวสาร ที่มีอยู่ 3 แบบ คือ ข้อมูลแบบ Periodic ข้อมูลเป็นช่วงเวลา โปรแกรมสามารถควบคุมอัตราการส่ง และตัวตรวจจับสัญญาณกระตุ้น เช็คข้อมูลและทำให้ข้อมูลไม่เคลื่อนไหว ใช้สำหรับเซ็นเซอร์ และ มิเตอร์ ข้อมูลแบบ Intermittent เป็นลักษณะที่มีการส่งผ่านข้อมูลเมื่อมีการใช้งาน

2.1.2 ความรู้เกี่ยวกับZigbee

ZigBee มาตรฐานสากล กำหนดโดย ZigBee Alliance เป็น การสื่อสารแบบไร้สาย ที่มีอัตราการรับส่งข้อมูลต่ำ ใช้พลังงานต่ำ ราคาถูก จุดประสงค์ก็เพื่อให้สามารถสร้างระบบที่เรียกว่า Wireless Sensor Network ได้ ซึ่งระบบนี้ จะสามารถทำงาน ในร่ม กลางแจ้ง ทนแดด ทนฝน และอยู่ได้ด้วยแบตเตอรี่ก้อนเล็ก (เช่นถ่าน AA 2 ก้อน) นานเป็นเดือน เป็นปี เหมาะสมใช้งานกับพวก Monitoring ต่าง ๆ Zigbee กำหนด ย่านความถี่ใช้งานตามมาตรฐานไว้ 3 ย่านความถี่คือ ย่าน 2.4 Ghz , ย่าน 915 Mhz และย่าน 868 Mhz โดยแต่ละย่านจะมีช่องสัญญาณ 16 ช่อง , 10 ช่อง และ 1 ช่อง ตามลำดับ ส่วน อัตรารับส่งข้อมูล (ทางอากาศ) จะอยู่ที่ 250 Kbps , 40 Kbps , 20 Kbps ตามลำดับเช่นกัน

สรุป

1. ย่านความถี่ 2.4 Ghz มี 16 ช่องสัญญาณ อัตรารับส่งข้อมูล 250 Kbps
2. ย่านความถี่ 915 Ghz มี 10 ช่องสัญญาณ อัตรารับส่งข้อมูล 40 Kbps
3. ย่านความถี่ 868 Ghz มี 1 ช่องสัญญาณ อัตรารับส่งข้อมูล 20 Kbps

ZigBee นำ Physical Layer และ MAC Layer ของ IEEE 802.15.4 ซึ่งเป็นมาตรฐานการกำหนดการสื่อสารไร้สายแบบ WPAN (Wireless Personal Area Network) มาทำงานใน Layer ที่ต่ำกว่า เช่น เรื่องของ ระดับกำลังสัญญาณ , Link Quality , Access control , Security ฯลฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

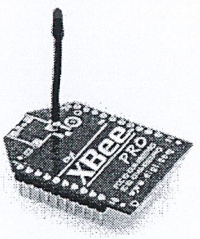
ZigBee ได้แบ่งตามลักษณะการทำงาน 3 แบบ คือ

1. Coordinator มีหน้าที่สร้างการสื่อสาร เชื่อมโยงเครือข่าย ระหว่าง End Device กับ Router หรือ Coordinator กับ Coordinator ด้วยกัน หรือ Coordinator กับ Router กำหนด address ให้กับ device ที่อยู่ในวงเครือข่าย ไม่ให้ซ้ำกัน ดูแลจัดการเรื่องการ Routing เส้นทาง ซึ่งเทียบได้กับ FFD
2. End Device เป็นอุปกรณ์ปลายทางสุด ซึ่งจะใช้รับสัญญาณจาก Sensor ที่ปลายทาง โดยที่ใช้พลังงานต่ำในการทำงาน เทียบได้กับ RFD หรือ FFD บางกรณี ขึ้นอยู่กับ sensor ที่ใช้
3. Router มีหน้าที่ รับส่งข้อมูล ในเส้นทางต่าง ๆ ของเครือข่าย ซึ่งเทียบได้กับ FFD

Xbee คืออะไร

รูปที่ 2.1 สายอากาศแบบ Wire (Whip),Chip ตามลำดับ

รูปที่ 2.2 สายอากาศแบบ RPSMA Connector , UFL Connector ตามลำดับ

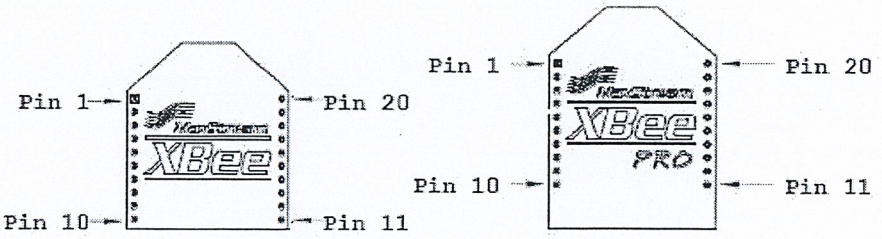


รูปที่ 2.3 Xbee Series1 Pro Whip ant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Xbee เป็นอุปกรณ์ที่มี Microcontroller และ RF IC อยู่ภายใน ทำหน้าที่เป็น อุปกรณ์ transceiver (อุปกรณ์รับ-ส่งสัญญาณ) แบบ แบบ Half Duplex ย่านความถี่ 2.4 Ghz มีการจัดการโดยใช้พลังงานต่ำ ใช้งานง่าย มี interface ที่ใช้รับและส่งข้อมูลกับ Xbee เป็น UART (TTL) ซึ่งสำหรับทางด้านไมโครคอนโทรลเลอร์ เรานำขาที่ใช้ติดต่อสื่อสาร UART ของ Xbee ต่อเข้ากับ UART ของไมโครคอนโทรลเลอร์ ได้เลยXbee สามารถใช้งานตามมาตรฐาน Zigbee ได้ โดยที่ไม่ต้องเขียนโปรแกรมสร้าง เครือข่าย Zigbee เลย เพราะว่าทางผู้ผลิตได้จัดทำ firmware ที่จะโหลดเข้าไปในตัว Xbee ให้เราสามารถ set parameter ผ่าน software interface (X-CTU หรือโปรแกรมที่เขียนขึ้นเอง) , ผ่านทาง At command โดยใช้ Hyper terminal หรือ ผ่านทางการรับส่งข้อมูลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ได้อย่างง่ายดาย โดยเมื่อ set Xbee ให้ทำงานเป็นอุปกรณ์ในเครือข่าย Zigbee แล้วเราจะเรียก Xbee แต่ละตัวว่าเป็น Node Feature Summary ของ Xbee โดยรวมที่เหมือนกัน

1. Operating Frequency ISM Band 2.4 Ghz (ISM Band หมายถึง ย่านความถี่ใช้งานเพื่อการวิจัย ซึ่งจะอนุญาตให้ใช้กับ อุตสาหกรรม (Industrial) วิทยาศาสตร์ (Scientific) และ ทางการแพทย์ (Medical) รวมเป็น ISM)
2. มีสายอากาศให้เลือกใช้หลายแบบ คือ แบบ Chip Ant , Whip Ant , UFL con , RPSMA con
3. Supply Voltage อยู่ที่ 2.8-3.4 V
4. Power Down Current < 10uA
5. มี RF data rate อยู่ที่ 250 Kbps (เป็นส่วนของ สัญญาณที่ส่งผ่านอากาศ)
6. มี Serial interface data rate อยู่ระหว่าง 1200 – 115200 Bps (เป็นส่วนที่ติดต่อสื่อสารกับไมโครคอนโทรเลอร์)
7. เป็น Spread Spectrum ชนิด DSSS (Direct Sequence)
8. การกำหนด addressing มีลำดับลักษณะคือ กำหนด PAN ID สำหรับเครือข่ายหนึ่ง ๆ , กำหนด Channel และ กำหนด address ของแต่ละตัว



รูปที่ 2.4 รูปจาก Datasheet ของ Xbee

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Xbee Operation Mode

Xbee จะสามารถแบ่งช่วงการทำงานได้เป็น 5 แบบ คือ

1. Idle Mode โหมดนี้ จะเป็นโหมดที่ไม่ได้รับส่งข้อมูล ตัว Xbee เตรียมที่จะทำงานในโหมดอื่น ๆ ต่อไปทันที หากมีเงื่อนไขบางอย่าง

2.-3. Transmit / Receive Mode (รวม 2 Mode) คือช่วงที่ Xbee มีการรับ หรือ ส่งข้อมูล โดยจะแบ่งลักษณะการทำงานย่อยออกเป็น Direct กับแบบ Indirect , การกำหนด Address ต้นทางและปลายทาง , Clear Channel Assessment และ การตอบรับ Acknowledgement

4. Sleep Mode คือ ช่วงที่ Xbee อยู่ในสถานการณ์ทำงานพลังงานต่ำที่สุด เมื่อไม่มีการใช้งาน

5. Command Mode คือ เ ป็นส่วนการปรับ parameter ของ Xbee ซึ่งจะมีการกำหนด 2 แบบคือ แบบ AT command กับแบบ API Command

2.2 สเตรนเกจ

สเตรนเกจเป็นอุปกรณ์ ทรานสดิวเซอร์ แบบพาสซีฟ ซึ่งทำหน้าที่แปลงแรงดึงที่ภาษาทางกลศาสตร์เรียกว่าความเครียดกระทำบนตัวอุปกรณ์ให้เป็น การเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทางไฟฟ้า สเตรนเกจนับเป็นอุปกรณ์ที่ได้รับความนิยมอย่างกว้างขวางทั้งในเรื่องของ การชั่งน้ำหนัก การวัดความดัน หรือการวัดความเปลี่ยนแปลงขนาดของวัตถุที่เกิดจากแรงกระทำต่างๆ โดยที่อุปกรณ์ชนิดนี้มีลักษณะดังต่อไปนี้

รูปที่ 2.5 แสดงลักษณะของสเตรนเกจ

สเตรนเกจเป็นอุปกรณ์ตรวจวัดชนิดหนึ่งที่อาศัยคุณสมบัติเพียโซรีซิสทิวิตี ใช้ทำหน้าที่เป็นเซนเซอร์สำหรับตรวจวัดแรงกระทำทางกล โครงสร้างพื้นฐานสเตรนเกจประกอบด้วยฟิลาเมนต์ (filament) ทั่วไปนิยมทำมาจากวัสดุจำพวก ลวดตัวนำ แผ่นโลหะตัวนำบาง (metal foil) สารกึ่งตัวนำหรือโลหะผสม เช่น ทองแดง-นิกเกิล หรือนิกเกิล-โครเมียม เป็นต้น ซึ่งจะมีค่าความต้านทานสูงและทนทานต่อแรงกระทำทางกลสูง เมื่อนำสเตรนเกจไปใช้ตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงขนาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปทรงของวัตถุ นั่นือ เรากำลังจะทำการวัดความเครียด(strain) ที่เกิดขึ้นบนวัตถุนั้น (คำว่า strain จึงเป็นที่มาของชื่อที่ใช้เรียกอุปกรณ์ตัวนี้นั่นเอง) ในที่นี้ความเครียดคือ อัตราส่วนการเปลี่ยนแปลงขนาดของวัตถุต่อขนาดเดิมของวัตถุในสภาวะปกติ ซึ่งมี 2 ลักษณะ คือความเครียดในทางกล (mechanical strain, ε) และความเครียดในทางไฟฟ้า (electrical, $G\varepsilon$)หรือเขียนแสดงความสัมพันธ์ได้เป็น

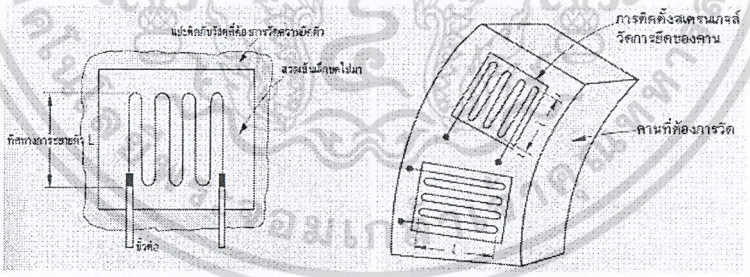
$$\varepsilon = \frac{\text{การเปลี่ยนแปลงความยาว}}{\text{ความยาวเดิมในสภาวะปกติ}} = \frac{\Delta L}{L}$$

$$G\varepsilon = \frac{\text{การเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทาน}}{\text{ค่าความต้านทานเดิมในสภาวะปกติ}} = \frac{\Delta R}{R}$$

โดยที่ G แทนถึงค่าเกจแฟกเตอร์ (gauge factor) ประจำตัวสเตรนเกจ มีค่าเท่ากับอัตราส่วนระหว่างการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานต่อความยาวที่เปลี่ยนไป ดังนี้คือ

$$G = \left[\frac{\Delta R/R}{\Delta L/L}\right] = \left[\frac{\Delta R/R}{\varepsilon}\right]$$

นอกจากนี้ค่าเกจแฟกเตอร์ G ยังเป็นค่าที่แสดงถึงความไว (sensitivity) ในการใช้งานของสเตรนเกจ ปกติมีค่าอยู่ช่วงหนึ่ง 1.8 ถึง 2.2 ขณะที่ค่าความต้านทานภายในของสเตรนเกจโดยทั่วไปมีค่าประมาณ 50 จนถึง 2k

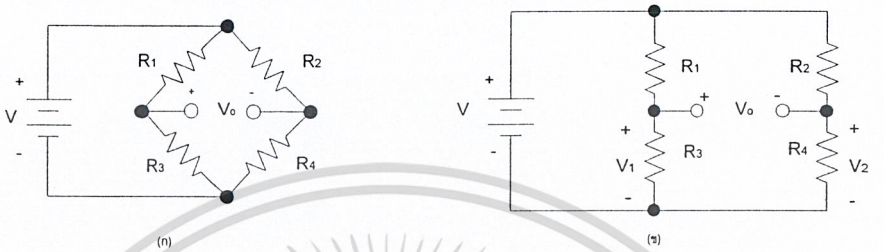


รูปที่ 2.6 แสดงลักษณะภายในและการติดตั้งสเตรนเกจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 วงจรบริดจ์แบบวีตสโตน (Wheatstone bridge circuit)

วงจรบริดจ์แบบวีตสโตน เป็นลักษณะของวงจรบริดจ์แบบหนึ่งที่นิยมนำไปประยุกต์ใช้ในการวัดความต้านทานไฟฟ้า ถูกคิดค้นขึ้นและนำเสนอโดย ชาร์ล วีตสโตน (Charl Wheatstone) นักฟิสิกส์ชาวอังกฤษ ซึ่งในเวลาต่อมาภายหลังได้รับบรรดาศักดิ์เป็น “ท่านเซอร์”



รูปที่ 2.7วงจรบริดจ์แบบวีตสโตนพื้นฐาน

(ก) วงจรบริดจ์แบบวีตสโตนพื้นฐาน (ข) วงจรบริดจ์แบบวีตสโตนพื้นฐานเมื่อนำมาเขียนให้ดูง่ายขึ้น

วงจรบริดจ์แบบวีตสโตน มีรูปแบบวงจรไม่ซับซ้อน ง่ายต่อการสร้าง และมีประสิทธิภาพในการใช้งาน ด้วยเหตุนี้จึงทำให้วงจรบริดจ์ดังกล่าวถูกนำมาประยุกต์ใช้งานอย่างกว้างขวางในเครื่องมือวัดทางอิเล็กทรอนิกส์ประเภทต่างๆ โครงสร้างพื้นฐานของวงจรบริดจ์แบบวีตสโตนแสดงได้ดังรูปที่ 2.7 การพิจารณาหาค่าแรงดันเอาท์พุต v_0 ของวงจรบริดจ์ในเทอมความสัมพันธ์ของตัวต้านทานทั้งสี่ในวงจร สามารถหาได้โดยอาศัยกฎการแบ่งแรงดันดังนี้

$$V_0 = V_1 - V_2$$

เมื่อ V_1และ V_2คือแรงดันที่ตกคร่อม R_3และ R_4ตามลำดับ เมื่อพิจารณาตัวต้านทานแบ่งแรงดัน R_1กับR_3 โดยใช้กฎแบ่งแรงดันเพื่อหาค่าแรงดันตกคร่อม R_3(หรือV_0)จะได้

$$V_1 = \left(\frac{R_3}{R_1 + R_3}\right)V$$

และในทำนองเดียวกันเมื่อพิจารณาตัวต้านทานแบ่งแรงดันR_2 กับ R_4โดยใช้กฎแบ่งแรงดันหาค่าแรงดันV_2 จะได้

$$V_2 = \left(\frac{R_4}{R_2 + R_4}\right)V$$

แทนค่า และ ลงในสมการ จะได้

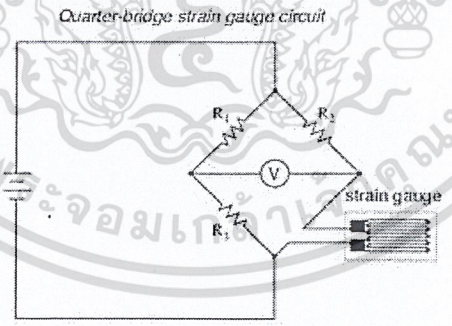
เอกสารนี้ถูกสงวนลิขสิทธิ์ สามารถนำไปใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$V_0 = \left(\frac{R_3}{R_1 + R_3}\right)V - \left(\frac{R_4}{R_2 + R_4}\right)V = \left(\frac{R_3}{R_1 + R_3} - \frac{R_4}{R_2 + R_4}\right)V$$

จากสมการ และ สมการ จะเห็นว่าหาก $V_1 = V_2$แล้ว แรงดันเอาท์พุต V_0ของวงจรจะมีค่าเท่ากับศูนย์ กล่าวได้ว่าในขณะนี้วงจรบริดจ์อยู่ในสภาวะสมดุล และสภาวะเช่นนี้จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่ออัตราส่วนของ R_1/R_3 กับ R_2/R_4 มีค่าเท่ากัน นอกจากนี้ยังสังเกตได้อีกว่าหากตัวต้านทานตัวใดตัวหนึ่งแปรค่าไป ก็จะทำให้ V_0มีค่าเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย จากหลักการดังกล่าวนี้จึงพบว่า

- หากทราบค่าตัวต้านทานสามตัว ก็จะสามารถคำนวณหาค่าตัวต้านทานที่เหลืออีกหนึ่งตัวที่ไม่ทราบค่าได้
- หากค่าความต้านทานตัวใดตัวหนึ่งมีการแปรค่าไป เราก็สามารถคำนวณหาค่าที่เปลี่ยนไปได้เช่นกันจากสัดส่วนความสัมพันธ์ของค่าแรงดันเอาท์พุต V_0ของวงจรบริดจ์ที่วัดได้

ดังนั้นวงจรบริดจ์แบบวีตสโตนนี้ จึงสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานในการวัดเพื่อหาค่าความต้านทานที่ไม่ทราบค่า และที่นิยมประยุกต์ใช้งานมากที่สุด คือนำไปต่อใช้งานร่วมกับอุปกรณ์จำพวกรีซิสทีฟเซนเซอร์(resistive sensor) เช่น สเตรนเกจ เพื่อทำการตรวจวัดปริมาณทางฟิสิกส์ในระบบเซนเซอร์ วงจรวเตรนเกจพื้นฐานทำได้โดยการต่อสเตรนเกจแทนตัวต้านทานตัวใดตัวหนึ่งในวงจร ส่วนตัวต้านทานทั้งสามตัวที่เหลือให้มีค่าเท่ากัน ดังแสดงได้ดังรูปที่ 2.8 โดยที่ตัวต้านทาน R_1, R_2 และ R_3ที่แสดงรูปนั้นมีค่าเท่ากับ R และสเตรนเกจในรูปมีค่าเท่ากับ $R + \Delta R$



รูปที่ 2.8 วงจรบริดจ์แบบวีตสโตนที่มีสเตรนเกจพื้นฐาน

จากวงจรบริดจ์แบบวีตสโตนพื้นฐานที่ใช้สเตรนเกจในรูปที่ 2.8 เมื่อไม่มีแรงทางกลมากระทำกับสเตรนเกจนั้นคือ$\Delta R = 0$ ทำให้ตัวต้านทานทั้งสี่ตัวมีค่าเท่ากันคือเท่ากับ R และจะได้ $V_0 = 0\ V$ แต่เมื่อมีแรงมากระทำทำให้มีค่าความต้านทานภายในตัวสเตรนเกจมีค่าเปลี่ยนไปเป็น ΔR แล้ว กรณีนี้แรงดันเอาท์พุตV_0 ของวงจรมีค่าเท่ากับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$V_0 = \left(\frac{R}{R + R}\right)V - \left(\frac{R}{R + R + \Delta R}\right)V = \left(\frac{\Delta R}{4R + 2\Delta R}\right)V$$

ทั้งไป $4R \gg 2R$ ทำให้สมการ ประมาณได้เป็น

$$V_0 \cong \left(\frac{\Delta R}{4R}\right) V$$

จะเห็นว่า V_0 มีค่าแปรผันตรงกับ ΔR ซึ่งเป็นค่าที่ขึ้นกับขนาดของแรงกระทำทางกลที่มากระทำ ดังนั้นนับได้ว่าวงจรสเตรนเกจดังรูปที่ 2.8 เป็นลักษณะของวงจรเซนเซอร์ชนิดหนึ่งซึ่งนำมาใช้ตรวจวัดแรงกระทำทางกล

2.4 การปรับแต่งสัญญาณและการเชื่อมต่อสัญญาณโดยใช้วงจรแอกทีฟ

บางครั้งการใช้วงจรพาสซีฟเพื่อปรับแต่งสภาพสัญญาณและเชื่อมต่อสัญญาณเพียงอย่างเดียวไม่อาจตอบสนองเงื่อนไขและความต้องการในการออกแบบวงจรปรับแต่งสัญญาณเอาต์พุตที่ได้จากเซนเซอร์ได้อย่างสมบูรณ์แบบ ซึ่งในทางปฏิบัติเราจึงมักออกแบบโดยใช้วงจรแอกทีฟต่อใช้งานร่วมด้วยเสมอ และวงจรขยายสัญญาณ(amplify)ก็เป็นอุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์อีกชนิดหนึ่งที่ถูกนำมาใช้เป็นวงจรหลักในวงจรปรับแต่งสภาพสัญญาณและเชื่อมต่อสัญญาณในระบบเซนเซอร์ โดยมีหน้าที่สำคัญ คือ ขยายสัญญาณแรงดันหรือกระแสที่ได้จากเซนเซอร์ให้มีขนาดของสัญญาณใหญ่ขึ้นโดยไม่ทำให้คุณสมบัติของสัญญาณที่ได้เปลี่ยนไป วงจรขยายนี้ทั่วไปสามารถออกแบบได้โดยใช้อุปกรณ์พาสซีฟและแอกทีฟต่อทำงานร่วมกัน

ในปัจจุบันนี้วงจรขยายสัญญาณที่นิยมนำมาใช้งานกันแพร่หลายมากที่สุดวงจรหนึ่ง คือ วงจรขยายสัญญาณออปแอมป์ (operational amplifier) หรือที่เรานิยมเรียกกันสั้นๆว่า ออปแอมป์ (op-amp) ออปแอมป์เป็นอุปกรณ์แอกทีฟที่ถูกออกแบบขึ้นด้วยเทคโนโลยีวงจีรวม (integrate circuit IC) หรือ ไอซี แล้วนำไปบรรจุลงในชิปไอซีเดียวกัน ทำให้มีขนาดเล็ก ราคาถูก ใช้งานได้ง่าย และประหยัดพื้นที่ของวงจร ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงทำให้ออปแอมป์เป็นที่นิยมนำไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบวงจรประมวลผลสัญญาณต่างๆ มากมาย รวมทั้งวงจรปรับแต่งสภาพสัญญาณและวงจรเชื่อมต่อสัญญาณอีกด้วย

คุณสมบัติของออปแอมป์มีดังนี้

- อัตราขยายแรงดันลูปเปิด (open-loop voltage gain, A_{OL}) มีค่าเป็นอนันต์(infinite)
- ค่าอิมพีแดนซ์อินพุต (input impedance) ที่ขาอินพุตทั้งสองข้างต่างมีค่าเป็นอนันต์ ที่ทำให้กระแสที่ไหลเข้าขาอินพุตของออปแอมป์ถือว่ามีค่าน้อยมาก มีค่าประมาณศูนย์
- แรงดันอินพุตออฟเซต (input offset voltage, V_{OS}) มีค่าเท่ากับศูนย์
- ค่าอิมพีแดนซ์เอาต์พุต (output impedance) ที่ขาเอาต์พุตมีค่าเท่ากับศูนย์

ในทางปฏิบัติจึงพยายามออกแบบสร้างออปแอมป์ ให้มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับอุดมคติให้มากที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 2.1 ซึ่งเปรียบเทียบคุณสมบัติของออปแอมป์ในทางอุดมคติกับออปแอมป์ที่ใช้งานทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบคุณสมบัติของออปแอมป์ในทางอุดมคติกับออปแอมป์ที่ใช้งานทั่วไป

parameters	ideal	General purpose 741	High speed 715	Low noise 5534
Open-loop voltage gain A_{OL}	∞	1×10^5	3×10^4	1×10^5
Input offset voltage V_{OS}	0	2 mV	10 mV	5 mV
Input offset current I_{OS}	0	20 nA	250 nA	300 nA
Out impedance Z_{out}	0	75 Ω	75 Ω	0.3 Ω
Input impedance Z_{in}	∞	2 MΩ	1 MΩ	100 kΩ
Bandwidth BW	∞	1 MHz	65 MHz	10 MHz
Slew rate SR	∞	0.7 V/ms	100 V/ms	13 V/ms

ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันเอาต์พุตกับแรงดันอินพุตของออปแอมป์ สามารถเขียนอธิบายได้ดังสมการต่อไปนี้

$$V_0 = A_{OL}(V_2 - V_1)$$

โดยที่ V_0 คือ แรงดันเอาต์พุต

A_{OL} คือ อัตราขยายแรงดันลูปเปิด

V_1 คือ แรงดันอินพุตกลับเฟส (inverting input voltage)

V_2 คือ แรงดันอินพุตไม่กลับเฟส (non-inverting input voltage)

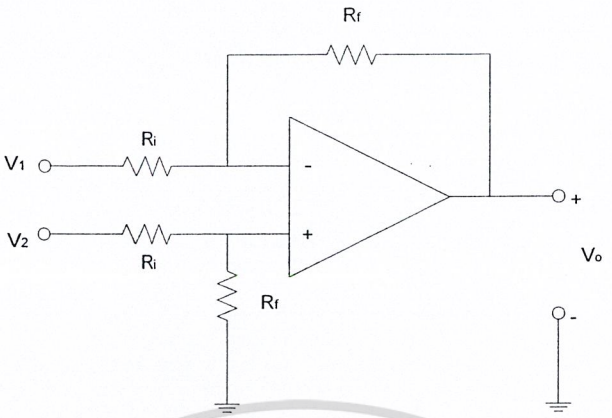
2.5 วงจรขยายสัญญาณผลต่าง(differential amplifier)

วงจรขยายสัญญาณผลต่างแสดงได้ดังรูปที่ 2.10 เป็นวงจรขยายสัญญาณอีกชนิดหนึ่งที่ให้แรงดันเอาต์พุตเป็นสัดส่วนโดยตรงกับค่าผลต่างของแรงดันอินพุตสองชุดที่ป้อนให้กับวงจร ซึ่งสามารถเขียนอธิบายความสัมพันธ์ได้ดังสมการต่อไปนี้

$$V_o = \frac{R_f}{R_i}(V_2 - V_1)$$

จากสมการพบว่าอัตราขยายแรงดันผลต่างของวงจรเท่ากับอัตราส่วนของ $\frac{R_f}{R_i}$ อย่างไรก็ตามหากทำการปรับแต่งอัตราขยายแรงดันของวงจรโดยการปรับค่า $\frac{R_f}{R_i}$ แล้วจะส่งผลให้ค่าความต้านทานอินพุตของวงจรเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย และเมื่อค่าความต้านทานอินพุตของวงจรเปลี่ยนไปในกรณีที่มีค่าต่ำๆ แล้วปัญหาเรื่องการโหลดสัญญาณที่ได้กล่าวไปในตอนต้นจะเกิดปัญหาตามมาอีกด้วย ซึ่งถือว่าเป็นข้อด้อยของวงจรประการหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

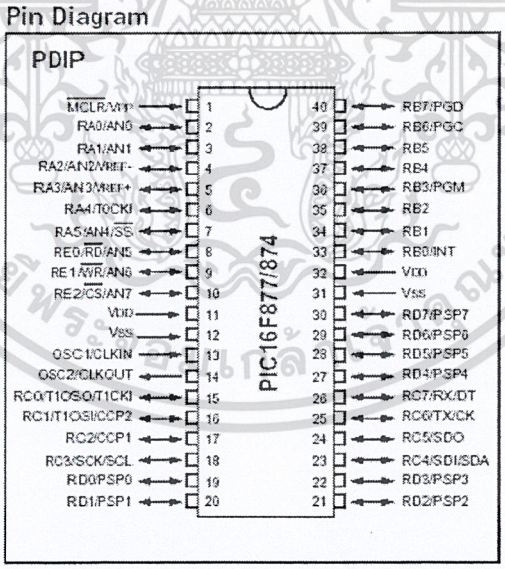


รูปที่ 2.9 วงจรขยายสัญญาณผลต่าง

2.6 ไมโครคอนโทรลเลอร์ 18F877

2.6.1 โครงสร้างขาสัญญาณของไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC เบอร์ PIC16F877 ไมโครคอนโทรลเลอร์ ขนาด 40 ขา มีขาสัญญาณต่างๆ ดังนี้

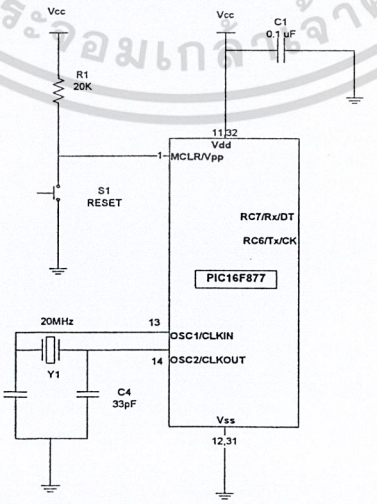


รูปที่ 2.10 ขาสัญญาณของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F877

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. MCLR/Vpp : Master Clear (Reset) Input/Programming Voltage Input ทำหน้าที่เป็นขารีเซต (Reset) เมื่อขานี้ได้รับลอจิก 0 ไมโครคอนโทรลเลอร์จะรีเซต และทำหน้าที่เป็นขารับสัญญาณรับแรงดัน ขณะทำการบันทึกโปรแกรมลงหน่วยความจำของไมโครคอนโทรลเลอร์

2. VDD : Positive Supply (+2.00 V ถึง +5.5 V) ทำหน้าที่เป็นขาไฟเลี้ยงของไมโครคอนโทรลเลอร์
3. VSS : Ground ทำหน้าที่เป็นขากราวน์
4. OSC1/CLKIN : Oscillator Crystal Input / External Clock Source Input
5. OSC2/CLKOUT : Oscillator Crystal Output / External Clock Source Output
6. RA0 – RA5 : พอร์ต A มีจำนวน 6 ขา เป็นพอร์ตแบบสองทิศทาง (Bidirectional I/O Port) เป็นได้ทั้ง พอร์ตอินพุต และเอาท์พุตใช้ในการส่งและรับข้อมูล
7. RB0-RB7 : พอร์ต B มีจำนวน 8 ขา ขนาด 8 บิต เป็นพอร์ตแบบ สองทิศทาง ใช้ในการส่งและรับข้อมูล นอกจากนี้บางขายังทำหน้าที่รับสัญญาณอินพุตจากการอินเทอร์รัปต์ (Interrupt) จากภายนอกด้วย
8. RC0-RC7 : พอร์ตC มีจำนวน 8 ขา เป็นพอร์ตแบบสองทิศทาง ใช้ในการส่งและรับข้อมูล
9. RD0-RD7 : พอร์ต A มีจำนวน 8 ขา ขนาด 8 บิต เป็นพอร์ตแบบสองทิศทางใช้ในการส่งและรับข้อมูล
10. RE0-RE7 : พอร์ต E มีจำนวน 3 ขา เป็นพอร์ตแบบสองทิศทาง ใช้ในการส่งและรับข้อมูล



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น การใช้งานเพื่อการศึกษาต้องอ้างอิงถึงเจ้าของลิขสิทธิ์ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.11 วงจรการเชื่อมต่อ PIC กับวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาและการรีเซต

จากรูปที่ 2.11 วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย จะเป็นการใช้ตัวคริสตอลต่อกับตัวเก็บประจุลงกราวน์ทั้งสองขา และทั้ง 2 ขาของคริสตอลต่อเข้ากับขา OSC1/CLKIN และขา OSC 2/CLKOUT ของ PIC สำหรับการเลือกใช้ความถี่ของคริสตอลจะมีผลต่อโหมดของสัญญาณนาฬิกาในการเขียนโปรแกรมโดยมีโหมดต่างๆดังนี้

โหมด LP (Low Power Crystal) ที่ทำงานตั้งแต่ความถี่ตั้งแต่ 32 KHz ถึง 20 MHz

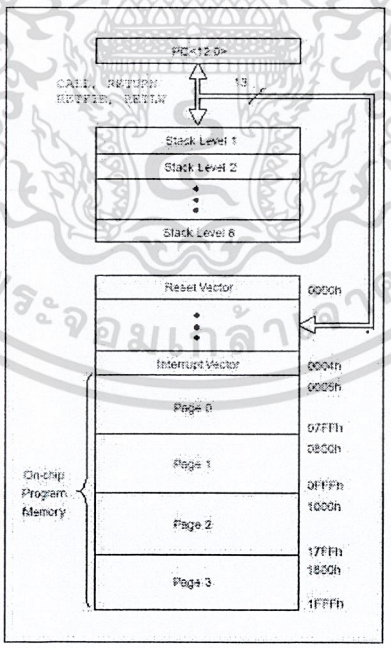
โหมด XT (Crystal/Resonator) ทำงานที่ความถี่ตั้งแต่ 100 KHz ถึง 4 MHz

โหมด HS (High Speed Crystal/Resonator) ทำงานที่ความถี่ 4 MHz ถึง 20 MHz

โหมด RC (External Resister/Capacitor) มี 2 โหมด สามารถกำหนดความถี่ได้จากตัวต้านทานและตัวเก็บเก็บประจุ

2.6.2 การจัดการหน่วยความจำของ PIC 16F877

ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F877 มีหน่วยความจำโปรแกรมแบบแฟลช ซึ่งใช้สำหรับเก็บโปรแกรมควบคุมการทำงานของ PIC มีหน่วยความจำข้อมูล(Data Memory RAM) ขนาด 368 ไบต์ หน่วยความจำข้อมูลแบบ อีอีพรอม (Data Memory EEPROM) ขนาด 256 ไบต์ และได้มีการจัดการหน่วยความจำของ PIC ออกเป็นแบงค์ต่างๆ ได้ทั้งหมด 4 แบงค์ คือ Bank0 – Bank3 และแต่ละแบงค์มีขนาด 128 ไบต์ ดังรูป



รูปที่ 2.12 การจัดการพื้นที่หน่วยความจำของ PIC16F877

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

แบงค์ 0 และแบงค์ 1 จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนเหมือนกันคือ ส่วนที่1 ขนาด32 ไบต์ เป็นพื้นที่ของรีจีสเตอร์ไฟล์ที่เรียกว่า SFR (Special Function Register) ซึ่งใช้สำหรับกำหนดเงื่อนไขการทำงานและใช้สำหรับบันทึกสถานการณ์ทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ ส่วนขาที่2ขนาด 96ไบต์ เป็นพื้นที่หน่วยความจำสำหรับใช้งานทั่วไปซึ่งใช้สำหรับเก็บผลลัพธ์และเงื่อนไขต่างๆของโปรแกรม

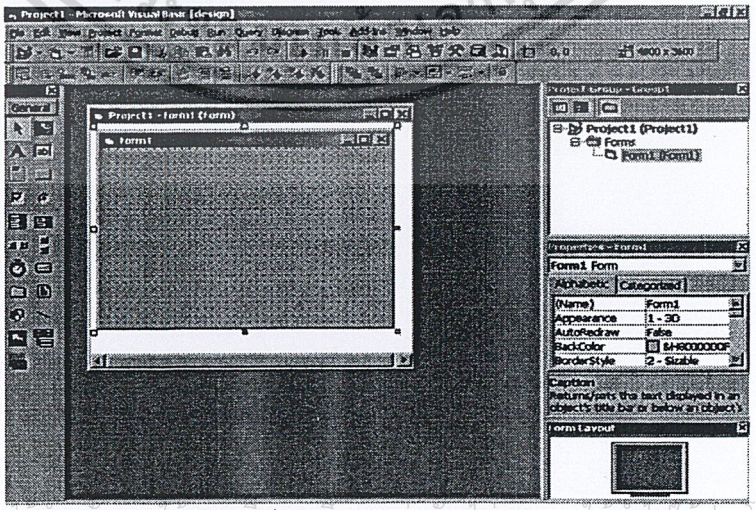
แบงค์2 และแบงค์สามจะแบ่งออกเป็น2ส่วนแต่มีขนาดแตกต่างกับแบงค์0และแบงค์1คือส่วนที่1ขนาด16ไบต์เป็นพื้นที่ของรีจีสเตอร์ไฟล์ส่วนที่2ขนาด112ไบต์เป็นพื้นที่หน่วยความจำสำหรับการใช้งานทั่วไป

2.6.3 กระบวนการรีเซต

การรีเซต (Reset) ของไมโครคอนโทรลเลอร์ คือการทำให้ไมโครคอนโทรลเลอร์เริ่มต้นทำงานใหม่ ซึ่งเมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ถูกรีเซตจะกระโดดไปทำโปรแกรมที่ตำแหน่ง 000H ดังนั้นตำแหน่งของโปรแกรมจะต้องเก็บไว้ที่ตำแหน่งเริ่มต้นคือ 000H การรีเซตจะช่วยแก้ปัญหาและข้อผิดพลาดของโปรแกรม ซึ่งการรีเซตของ PIC 16F877 สามารถเกิดขึ้นได้ 6 กรณี ได้แก่

1. เพาเวอร์ออนรีเซต (Power On Reset)
2. การรีเซตที่ขา MCLR ในโหมดปกติ
3. การรีเซตที่ขา MCLR ในโหมดประหยัดพลังงาน
4. การรีเซตจากวอตช์ดอกไทเมอร์ ในโหมดปกติ
5. การรีเซตจากวอตช์ดอกไทเมอร์ในโหมดประหยัดพลังงาน
6. การรีเซตเนื่องจากไม่มีไฟเลี้ยงหรือไฟเลี้ยงลดต่ำลง

2.7 โปรแกรม Visual Basic (VB)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.13 แสดงหน้าต่างของโปรแกรม Visual Basic (VB)

119406

เป็นโปรแกรมสำหรับพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ที่กำลังเป็นที่ นิยมใช้อยู่ในปัจจุบัน โปรแกรม Visual Basic เป็นโปรแกรมที่ได้เปลี่ยนรูปแบบการเขียนโปรแกรมใหม่ โดยมีชุดคำสั่งมาสนับสนุนการทำงาน มีเครื่องมือต่าง ๆ ที่เรียกกันว่า คอนโทรล(Controls) ไว้สำหรับช่วยในการออกแบบโปรแกรม โดยเน้นการออกแบบหน้าจอแบบกราฟฟิก หรือที่เรียกว่า Graphic User Interface (GUI) ทำให้การจัดรูปแบบหน้าจอเป็นไปได้ง่าย และในการเขียนโปรแกรมนั้นจะเขียนแบบ Event - Driven Programming คือ โปรแกรมจะทำงานก็ต่อเมื่อเหตุการณ์ (Event) เกิดขึ้น ตัวอย่างของเหตุการณ์ได้แก่ ผู้ใช้เลื่อนเมาส์ ผู้ใช้กดปุ่มบนคีย์บอร์ด ผู้ใช้กดปุ่มเมาส์ เป็นต้น

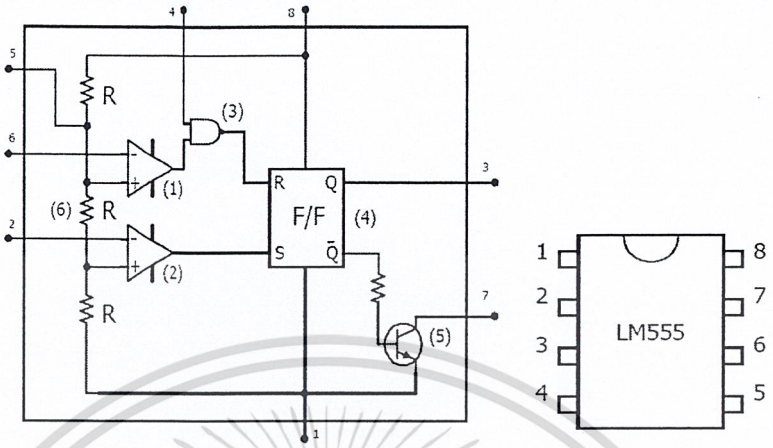
เครื่องมือ หรือ คอนโทรล ต่าง ๆ ที่ Visual Basic ได้เตรียมไว้ให้ ไม่ว่าจะเป็น Form TextBox Label ฯลฯ ถือว่าเป็นวัตถุ (Object ในที่นี้ขอใช้คำว่า ออบเจ็กต์) นั่นหมายความว่า ไม่ว่าจะเป็นเครื่องมือใด ๆ ใน Visual Basic จะเป็นออบเจ็กต์ทั้งสิ้น สามารถที่จะควบคุมการทำงาน แก้ไขคุณสมบัติของออบเจ็กต์นั้นได้โดยตรง ในทุกๆ ออบเจ็กต์จะมีคุณสมบัติ (properties) และเมธอด (Methods) ประจำตัว ซึ่งในแต่ละออบเจ็กต์ อาจจะมีคุณสมบัติและเมธอดที่เหมือน หรือต่างกันก็ได้ ขึ้นอยู่กับชนิดของออบเจ็กตในการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ด้วย Visual Basic การเขียนโค้ดจะถูกแบ่งออกเป็นส่วนๆ เรียกว่า โพรซีเดอร์ (procedure) แต่ละโพรซีเดอร์จะประกอบไปด้วยชุดคำสั่งที่พิมพ์เข้าไปแล้ว ทำให้คอนโทรลหรือออบเจ็กต์นั้น ๆ ตอบสนองการกระทำของผู้ใช้ ซึ่งเรียกว่าการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ (Object Oriented Programming-OOP) แต่ตัวภาษา Visual Basic ยังไม่ถือว่าเป็นการเขียนโปรแกรมแบบ OOP อย่างแท้จริง เนื่องจากข้อจำกัดหลายๆ อย่างที่ Visual Basic ไม่สามารถทำได้

2.8 ไอซีเบอร์ 555

IC เบอร์ 555 เป็นไอซี ที่นิยมใช้กันมากในการนำ ไปสร้างสัญญาณรูปคลื่นแบบต่างๆ เช่น สัญญาณ Square Wave , สัญญาณพัลส์ สัญญาณ ramp และวงจรตั้งเวลา ไอซีเบอร์ 555 เป็นอุปกรณ์วงจรรวมที่มีอุปกรณ์อิเล็คทรอนิคส์อื่นๆ อยู่ภายใน และมีส่วนที่ต้องต่อภายนอกเพื่อควบคุมการทำงาน และใช้งานเป็นลักษณะต่างๆ ซึ่งง่ายต่อการออกแบบ และง่ายในการสร้างสัญญาณพัลซ์ความถี่ต่างๆ อีกทั้งสามารถเข้าใจการทำ งานได้ง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.1 ส่วนประกอบของไอซีเบอร์ 555



รูปที่ 2.14 แสดงส่วนประกอบของไอซีเบอร์ 555

1.GND

2.Trigger

3.Output

4.Reset

5.Control Voltage

6.Threshold

7.Discharge

8.Vcc

2.8.2 หน้าที่ส่วนต่างๆ ของไอซีเบอร์ 555

(1), (2) คือวงจร Comparator เป็นตัวที่ทำ หน้าที่เปรียบเทียบสัญญาณ input ทั้ง 2 ขา ถ้าศักดาไฟฟ้าที่ขั้วบวกมากกว่าศักดาที่ขั้วลบ Output จะมีค่า Logic “1” เท่ากับ VCC ถ้าศักดาที่ขั้วบวกน้อยกว่าขั้วลบ Output จะมีค่า Logic “0” เท่ากับศูนย์โวลท์ (0. Volt.)

(3) คือวงจร Nand gate มีคุณสมบัติว่า ถ้า input ทั้งสองขา เป็น Logic “1” Output จะมีค่าเป็น Logic “0” แต่ถ้า input ขาใดขาหนึ่งเป็น Logic “0” ก็จะทำ ให้ Output จะมีค่าเป็น Logic “1” ทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 แสดงค่าของวงจร Nand gate

Input 1	Input 2	Output
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

(4) เป็นวงจร Flip-Flop แบบ RS – F/F มีคุณสมบัติดังนี้

ตารางที่ 2.3 แสดงค่าของวงจร Flip-Flop

R	S	Q	$\overline{Q}$
0	0	Q เดิม	$\overline{Q}$เดิม
0	1	1	0
1	0	0	1
1	1	ไม่ใช้	ไม่ใช้

Q และ Q จะตรงข้ามกันเสมอ คือ ถ้า Q = "1", $\overline{Q}$= "0" Q = "0" , $\overline{Q}$= "1"

(5) เป็นวงจร Transistor ที่ทำ หน้าที่ Switching ถ้า$\overline{Q}$ เป็น logic "1" Transistor จะทำงาน "ON" นั่นคือจะ Short วงจร ระหว่างขา 7 และ 1 ถ้า $\overline{Q}$เป็น logic "0" จะ Open ขา 7 และ 1 ของไอซีเบอร์ 555

(6) เป็นตัวต้านทาน 3 ตัว ที่มีขนาดความต้านทานเท่ากันทั้ง 3 ตัว มีหน้าที่แบ่งแรงดัน VCC ออกเป็น 3 ส่วนเท่าๆกัน ตกคร่อม R แต่ละตัว มีค่าเท่ากับ VCC/3 ค่า R นี้จะมีขนาดความต้านทานเป็น K โอห์ม

2.9 น้ำเกลือ

2.9.1 ข้อบ่งใช้

น้ำเกลือจะให้ในผู้ป่วยที่มีอาการ ดังนี้

1. ขาดน้ำ (Dehydration) เนื่องจากท้องเดิน, อาเจียนรุนแรง (เช่น กระเพาะลำไส้อุดตัน ก้อนในสมอง), หอบ (เช่น หืด ปอดอักเสบ หลอดลมฝอยอักเสบ) ควรให้น้ำเกลือที่มี NSS ผสม เช่น NSS, 5%D/NSS, 5% D in 1/3 NSS

เอกสารนี้ ... ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ช็อก (Shock) เนื่องจากเสียเลือด เสียน้ำ หรือจากสาเหตุอื่น ๆ ควรให้น้ำเกลือที่มี NSS ผสม เช่นเดียวกับข้อ 1

3. หมดสติ หรือกินข้าวและน้ำไม่ได้นาน ๆ ควรให้น้ำเกลือที่มีเดกซ์โทรสผสมกับน้ำเกลือ เช่น 5%D/NSS, 5% D in 1/3 NSS

4. น้ำตาลในเลือดต่ำ (Hypoglycemia) เนื่องจากอดอาหารนาน ๆ , ดื่มเหล้าจัด, ใช้ยารักษาเบาหวานเกินขนาด ควรให้น้ำเกลือที่มีเดกซ์โทรสผสม เช่น 5%D/W, 5% D/NSS, 5% D in 1/3 NSS

5. ผู้ป่วยที่อดอาหาร และน้ำก่อนและหลังผ่าตัด ควรให้น้ำเกลือที่มีเดกซ์โทรสผสมกับน้ำเกลือ เช่นเดียวกับข้อ 3

6. ผู้ป่วยที่ต้องฉีดยาเข้าทางหลอดเลือดดำ วันละหลาย ๆ ครั้ง เลือกให้น้ำเกลือชนิดใดชนิดหนึ่งก็ได้ โดยให้ช้า ๆเพียงเพื่อให้มีสายน้ำเกลือคากับหลอดเลือดดำ เพื่อให้เกิดความสะดวกในการฉีดยา

2.9.2 รายละเอียด/ตัวอย่าง

ชนิดของน้ำเกลือ ที่ใช้บ่อยได้แก่

1. นอร์มัลซาไลน์ (Normal saline solution/NSS) หมายถึง น้ำเกลือเกลือธรรมดาที่มีความเข็มข้น 0.9% ซึ่งเท่ากับกับความเข้มข้นของเกลือในกระแสเลือดของคนปกติ มีอย่างขนาด 500 มล. และ 1,000 มล.

2. 5% เดกซ์โทรส (5% Dextrose in water หรือ 5%D/W) หมายถึงน้ำตาลเดกซ์โทรสที่มีความเข้นข้น 5% ไม่มีเกลือแร่ผสม มีอย่างขนาด 500 มล. และ 1,000 มล.

3. 5% เดกซ์โทรสในนอร์มัลซาไลน์ (5% Dextrose in NSS หรือ 5% D/NSS) หมายถึง น้ำตาลเดกซ์โทรสเข้มข้น 5% ผสมกับน้ำเกลือธรรมดา

4. 5% เดกซ์โทรสใน 1/3 นอร์มัลซาไลน์ (5% Dextrose in 1/3 NSS) หมายถึง น้ำตาลเดกซ์โทรสเข้มข้น 5 % ผสมกับน้ำเกลือที่มีความเข้มข้น 0.3% (เข้มข้นเพียง 1/3 ของน้ำเกลือธรรมดา) มีอย่างขนาด 500 มล. และ 1,000 มล.

2.9.3 ผลข้างเคียง

1. ถ้าเครื่องใช้และน้ำยาไม่สะอาด หรือเทคนิคการให้ไม่ถูกต้อง อาจทำให้เกิดการอักเสบ หรือติดเชื้อได้

2. ถ้ามีฟองอากาศ เพราะไล่อากาศจากสายน้ำเกลือไม่หมด ฟองอากาศจะเข้าไปในหลอดเลือดดำ และเข้าสู่หัวใจ อาจเป็นอันตรายได้

3. มีอาการไข้และหนาวสั่น จากการแพ้น้ำเกลือ

4. ถ้าใช้น้ำเกลือที่มีความเข้มข้นของเกลือ มากกว่าความเข้มข้นของเกลือในเลือด อาจเป็นอันตรายถึงตายได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเด็กเล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ถ้าให้น้ำเกลือมากหรือเร็วเกินไป อาจทำให้บวม มีน้ำคั่งในปอด หรือหัวใจวายถึงตายได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเด็กเล็ก คนสูงอายุ คนที่เป็นโรคหัวใจ หรือโรคไตอยู่ก่อน

2.9.4 ข้อควรระวัง

1. ผู้ป่วยที่เป็นโรคหัวใจ โรคไตวาย หรือมีอาการบวมทั่วตัว ควรระมัดระวังเป็นพิเศษ และควรหลีกเลี่ยงการใช้น้ำเกลือที่มีความเข้มข้นของเกลือมาก เพราะอาจทำให้หัวใจวาย หรือเกิดภาวะน้ำคั่งในปอด หรือปอดบวมน้ำ (pulmonary edema) ได้

2. ผู้ป่วยที่เป็นโรคความดันโลหิตสูง ควรหลีกเลี่ยงการ ใช้น้ำเกลือที่มีความเข้มข้นของเกลือมาก (เช่น NSS, 5%D/NSS) ยกเว้นในรายที่มีภาวะขาดเกลือร่วมด้วย

3. ผู้ป่วยที่เป็นเด็กเล็ก ไม่ควรใช้น้ำเกลือที่มี NSS ผสม ควรใช้น้ำเกลือที่มีความเข้มข้นน้อย ได้แก่ น้ำเกลือที่มีความเข้มข้น 0.3% เช่น 5% D in 1/3 NSS

4. ควรให้น้ำเกลือเฉพาะในรายที่มีความจำเป็น (มีข้อบ่งใช้) จริง ๆ เท่านั้น น้ำเกลือไม่ใช่ยาบำรุง ยาเพิ่มเลือด หรือยาเพิ่มแรง และก็ไม่ใช่ยาที่ใช้แทนอาหาร จึงไม่ควรใช้อย่างพร่ำเพรื่อ

5. ควรเตรียมเครื่องใช้ให้สะอาด ปราศจากเชื้อโรค และทำตามเทคนิคที่ถูกต้อง

6. ควรให้น้ำเกลือช้า ๆ หรือ น้อย ๆ ไว้ก่อน เมื่อเห็นว่าน้อยไปก็เพิ่มเติมในภายหลังได้ อย่าให้เร็วเกินไป (ยกเว้นในกรณีที่มีภาวะขาดน้ำรุนแรง หรือช็อก ควรให้เร็ว ๆ ใน 1-2 ชม.แรก) มิฉะนั้นอาจทำให้บวม น้ำคั่งในปอดหรือหัวใจวายได้

7. หมั่นตรวจดูผู้ป่วยอย่างใกล้ชิด (โดยเฉพาะในเด็กเล็ก คนสูงอายุ คนที่เป็นโรคหัวใจหรือโรคไตวาย) ถ้าหากมีอาการบวม หายใจหอบ และฟังปอดมีเสียงกรอบแกรบ (crepitation) แสดงว่ามีน้ำคั่งในปอด เนื่องจากให้น้ำเกลือมากเกินไป ต้องหยุดน้ำเกลือ และฉีดยาขับปัสสาวะ เช่น ลาซิกซ์ 1-2 หลอดเข้าหลอดเลือดดำทันที หากยังหอบอยู่ให้รีบพาไปโรงพยาบาล

8. ถ้ามีอาการหนาวสั่น ระหว่างให้น้ำเกลือ . แสดงว่าผู้ป่วยแพ้น้ำเกลือ ให้ถอดเข็มน้ำเกลือออก และฉีดยาแก้แพ้ เช่น คลอร์เฟนิรามีน 1/2-1 หลอด เข้ากล้ามเนื้อทันที ถ้าจำเป็นต้องให้น้ำเกลือต่อควรเปลี่ยนขวดใหม่

2.9.5 เสริมความเข้าใจในการให้น้ำเกลือ

อาการแสดงว่าให้น้ำเกลือแล้วดีขึ้นผู้ป่วยที่มีภาวะขาดน้ำหรือช็อก เมื่อให้น้ำเกลือแล้วมีอาการดังต่อไปนี้ แสดงว่าอาการดีขึ้น

1. มีความรู้สึกตัวดีขึ้น พูดคุยได้ดีขึ้น หน้าตาดูอิ่มขึ้น ผิวหนังเต่งตึงขึ้น หอบน้อยลง และกระสับกระส่ายน้อยลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ความดันเลือดที่เคยตก เริ่มกลับคืนสู่ระดับปกติ

3. ชีพจรที่เคยเต้นเบาและเร็ว กลับเต้นแรงขึ้น และช้าลง

4. มีปัสสาวะออกมากขึ้น โดยให้ผู้ป่วยปัสสาวะลงกระโถน หรือขวด แล้วตวงดู จะพบว่าปัสสาวะออกอย่างน้อย 1 มล.ต่อน้ำหนักตัว 1 กก. ต่อชั่วโมง เช่น ผู้ป่วยหนัก 30 กก. ใน 1 ชั่วโมง ควรมีปัสสาวะออกอย่างน้อย 30 มล. น้ำเกลือไม่ใช่ยาบำรุง ยาเพิ่มเลือด หรือยาเพิ่มแรง ควรใช้เมื่อยามจำเป็นจริง ๆ เท่านั้น

2.9.6 ชนิดของน้ำเกลือ

2.9.6.1 5% เด็กซ์โทรส – 5% Dextrose in Water

ข้อบ่งใช้ สำหรับเด็กและผู้ใหญ่ที่มีภาวะน้ำตาลในเลือดต่ำ หรืออดอาหาร

ขนาดและวิธีใช้ ผู้ใหญ่ 1,000-2,000 มล. ใน 12-24 ชม.

เด็ก 100 มล. ต่อน้ำหนักตัว 1 กก. ใน 24 ชม.

2.9.6.2 5% เด็กซ์โทรสใน 1/3 น้ำเกลือ – 5% Dextrose in 1/3 NSS

ข้อบ่งใช้ สำหรับเด็กที่มีภาวะขาดน้ำ, ช็อก, ไข้เลือดออก , อดอาหารหรือมีภาวะน้ำตาลในเลือดต่ำ

ขนาดและวิธีใช้ 100 มล. ต่อน้ำหนักตัว 1 กก. ใน 24 ชม. ถ้ามีภาวะขาดน้ำรุนแรง หรือช็อกใน 2 ชม. แรก ควรให้ขนาด 20-40 มล. ต่อน้ำหนักตัว 1 กก.

2.9.6.3 5% เด็กซ์โทรสใน น้ำเกลือ – 5% Dextrose in 1/3 NSS

ข้อบ่งใช้ สำหรับผู้ป่วยที่มีภาวะขาดน้ำ, ช็อก อดอาหาร, หรือมีภาวะน้ำตาลในเลือดต่ำ

ขนาดและวิธีใช้ ผู้ใหญ่ 1,000-2,000 มล. ใน 12-24 ชม. ในรายที่มีภาวะขาดน้ำรุนแรงหรือช็อกในระยะแรกควรให้เร็ว ๆ จนอาการดีขึ้น จึงหรี่ให้ช้า ๆ

2.9.7 ข้อควรระวังในการให้น้ำเกลือ

1. ห้ามให้ทางหลอดเลือดดำในเด็กเล็ก เพราะมีปริมาณของเกลือเข้มข้นกว่าเกลือ ที่มีอยู่ในกระแสเลือดของเด็ก อาจเป็นอันตรายได้

2. ผู้ป่วยที่มีภาวะหัวใจวาย ไตวาย ความดันโลหิตสูง หรือบวมทั่วตัว ควรหลีกเลี่ยงการให้ (ยกเว้นในรายที่มีภาวะขาดเกลือ)

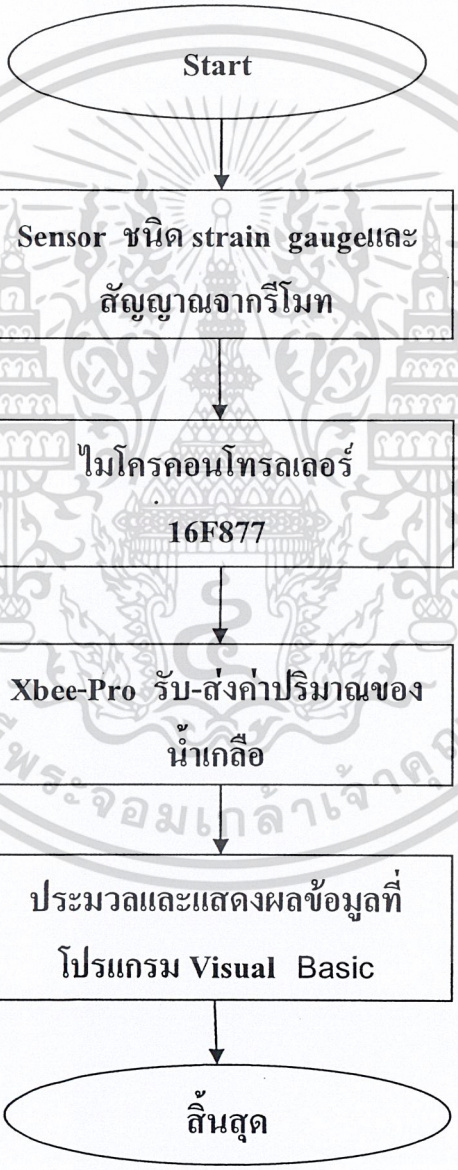
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่3

หลักการออกแบบ

3.1 การออกแบบโครงงาน

3.1.1 Flow chart การแสดงผลของระดับน้ำเกลือ

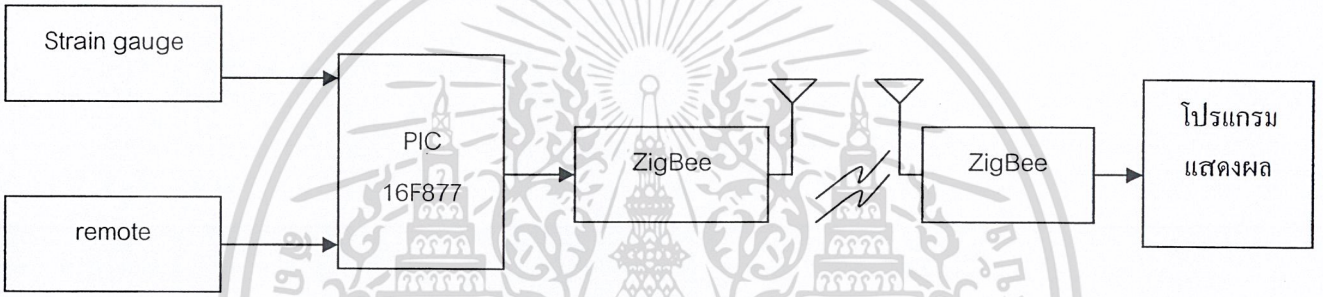


รูปที่ 3.1 Flow chart การแสดงผลของระดับน้ำเกลือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 หลักการทำงาน

เมื่อสเตรนเกจ มีการเปลี่ยนแปลงค่า พร้อมกับมีการรับค่า จากสัญญาณรีโมท ไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการรับค่า และทำการแปลงสัญญาณอนาลอกจากสเตรนเกจเป็นสัญญาณดิจิตอล จากนั้นทำการรวมสัญญาณทั้งสองค่าและส่งต่อให้กับ Zigbee ภาคส่ง เมื่อ Zigbee ภาครับทำการรับค่าแล้วจะนำไปแสดงผลที่โปรแกรมแสดงผลต่อไป

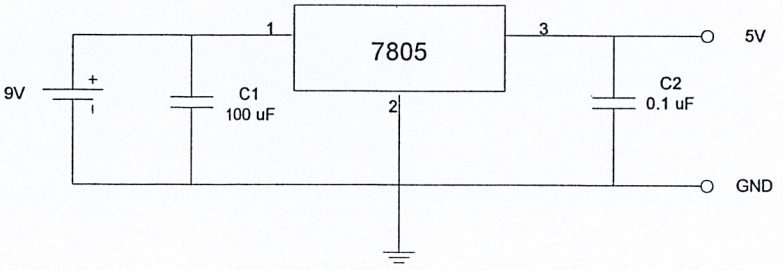


รูปที่ 3.2 การทำงานโดยรวมของโครงงาน

3.2 การออกแบบวงจรภาคส่งและภาครับ

3.2.1 วงจรแหล่งจ่ายไฟ

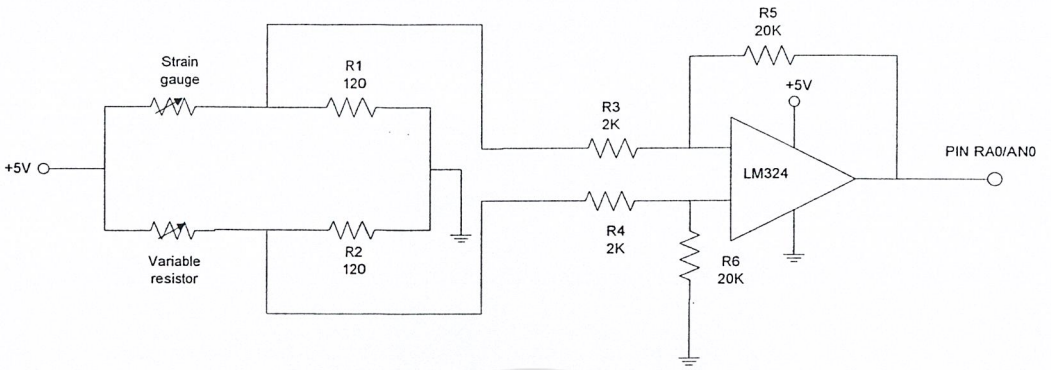
การทำงานของวงจรเริ่มจากการจ่ายไฟ 9V DC เข้าสู่วงจร จากนั้นวงจรจะลดระดับแรงดันโดย IC regulator LM7805 เพื่อลดระดับแรงดันให้เหลือ 5V เพื่อจ่ายให้กับไมโครคอนโทรเลอร์ วงจรวีตสโตนบริดจ์,วงจรขยายสัญญาณและZigBee



รูปที่ 3.3 วงจรลดระดับแรงดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

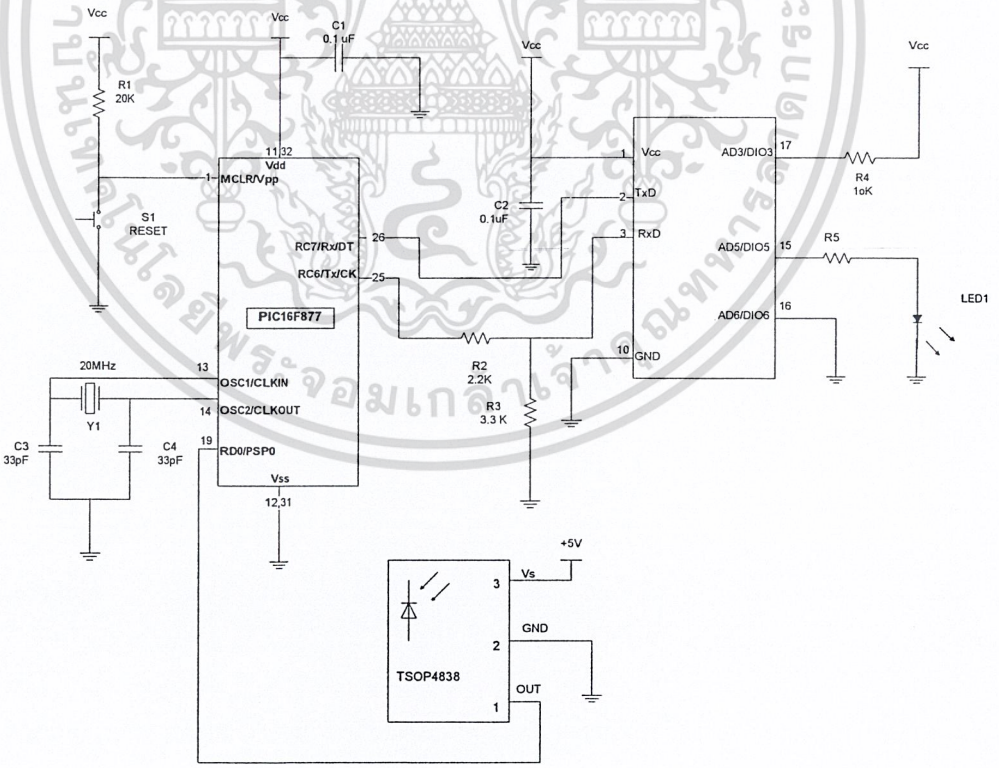
3.2.2 วงจรบริดจ์และวงจรขยายสัญญาณผลต่าง



รูปที่ 3.4 วงจรบริดจ์เชื่อมต่อวงจรขยายสัญญาณผลต่าง

จากวงจรในรูปเมื่อสเตรนเกจมีการเปลี่ยนแปลงค่า ค่าที่ได้จะถูกนำไปขยายสัญญาณให้มีปริมาณขนาดสัญญาณที่ใหญ่ขึ้น โดยวงจรขยายสัญญาณผลต่าง เมื่อมีการขยายสัญญาณแล้วค่าที่ได้จะถูกส่งให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ 16F877

3.2.3 วงจรเชื่อมต่อโมดูล ZigBee กับ PIC16F877และตัวรับสัญญาณ Remote



รูปที่ 3.5 วงจรเชื่อมต่อโมดูล ZigBee กับ PIC16F877และตัวรับสัญญาณ Remote

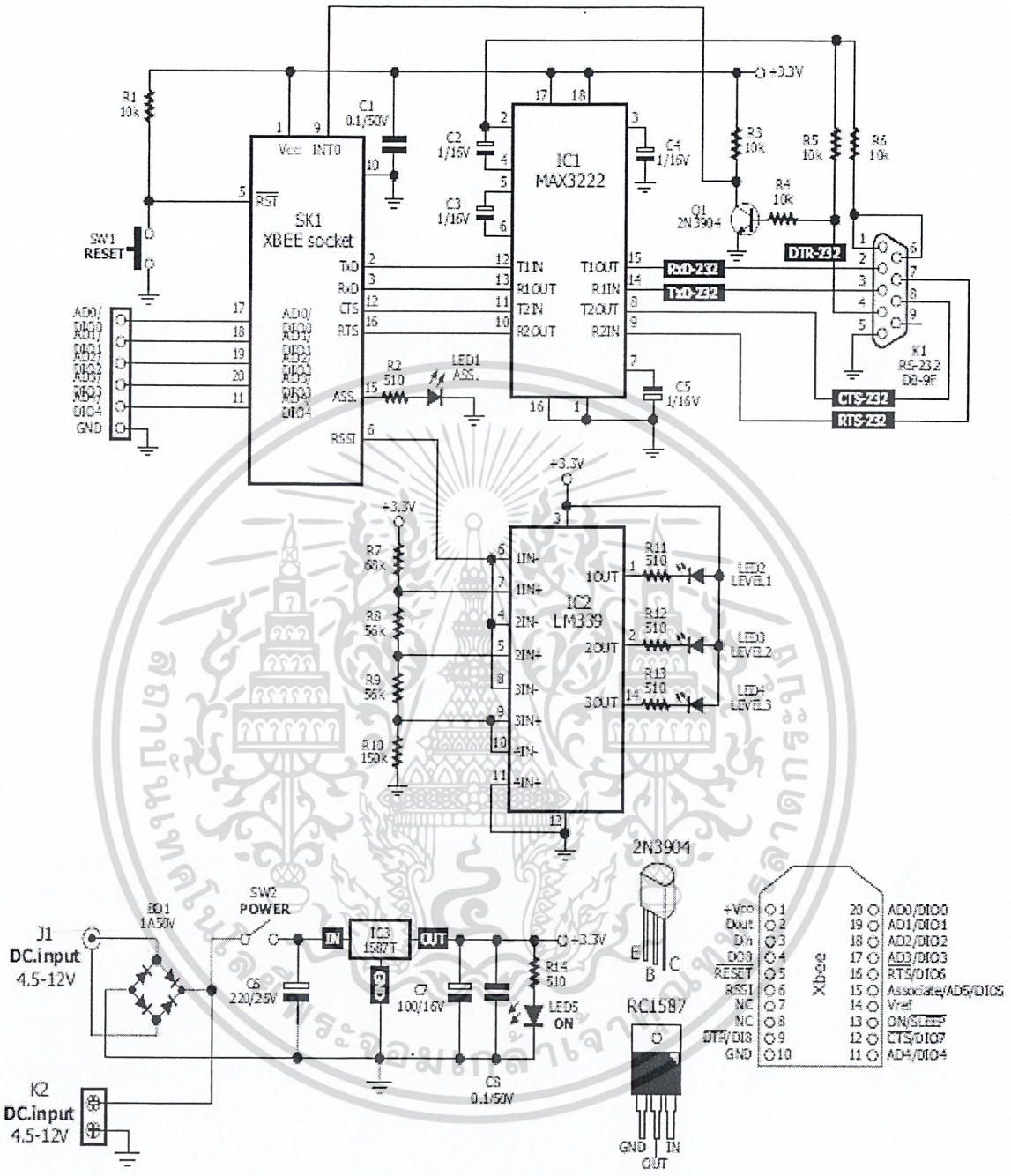
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเริ่มทำงานไมโครคอนโทรเลอร์ PIC16F877 จะทำการรับค่าจาก strain gauge มาเป็นสัญญาณอนาลอก และทำการแปลงให้เป็นสัญญาณดิจิตอล เมื่อมีการรับสัญญาณจาก remote เข้ามาไมโครคอลโทรเลอร์จะนำสัญญาณ remote มารวมกับสัญญาณ strain gauge ที่เป็นสัญญาณดิจิตอล และทำการส่งข้อมูลสัญญาณที่ได้ออกทางพอร์ตอนุกรม เพื่อส่งข้อมูลให้กับ ZigBee ภาคส่ง จากนั้น ZigBee ภาครับนำข้อมูลที่ได้ไปแสดงผลที่โปรแกรมแสดงผลต่อไป ซึ่งในรูปนี้ได้ทำการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรเลอร์ PIC16F877 กับโมดูล Zigbee เพื่อให้ไมโครคอนโทรเลอร์ PIC16F877 ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานโมดูล ZigBee โดยต่อขา TxD ของไมโครคอนโทรเลอร์ PIC16F877 เข้ากับขา RxD ของโมดุล ZigBee และต่อขา RxD ของไมโครคอนโทรเลอร์ PIC16F877 เข้ากับขา TxD ของโมดูล ZigBee

3.2.4 วงจรเชื่อมต่อโมดูล ZigBee กับคอมพิวเตอร์

สำหรับการเชื่อมต่อ ZigBee กับคอมพิวเตอร์ เพื่อนำข้อมูลที่รับได้ ไปแสดงผลที่โปรแกรม X-CTU จะใช้ไอซี MAX3232 ในการเปลี่ยนระดับแรงดันให้เป็นแบบ TTL ซึ่งวงจรมีลักษณะดังรูป

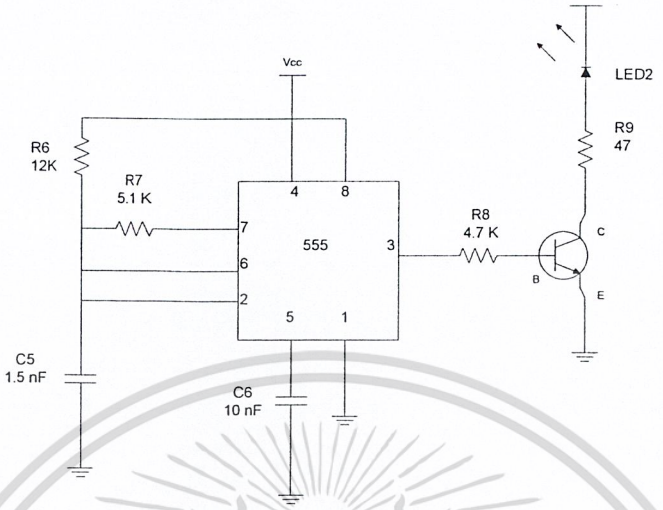
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 วงจรเชื่อมต่อโมดูล ZigBee กับคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.5 วงจรตัวส่งสัญญาณรีโมท

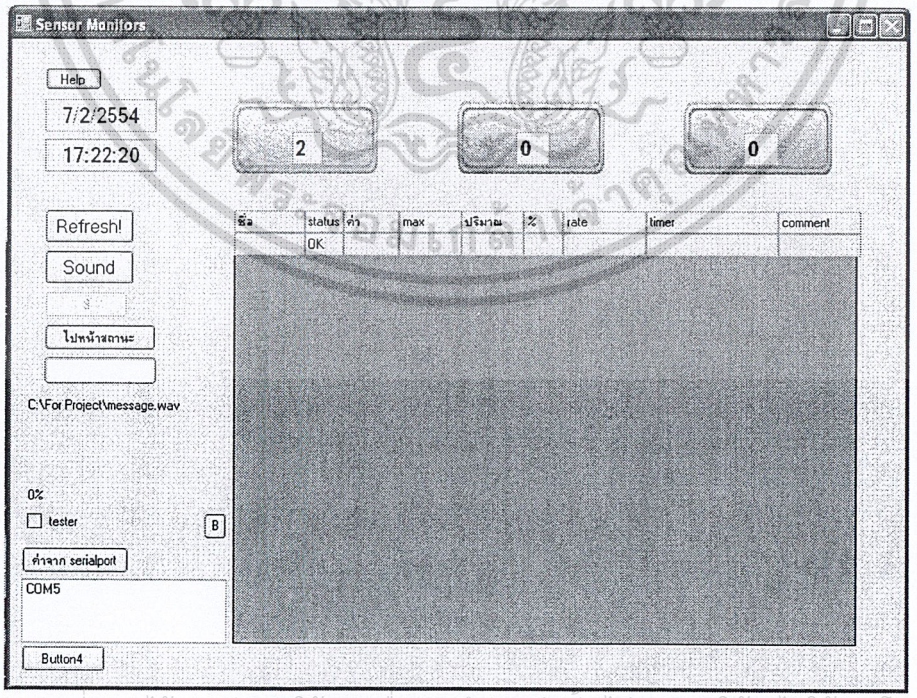


รูปที่ 3.7 วงจรตัวส่งสัญญาณรีโมท

3.3 การออกแบบโปรแกรมแสดงผล

ในการออกแบบการทำงานของโปรแกรม Visual Basic ได้มีการออกแบบการทำงานดังนี้คือ

3.3.1 หน้าสถานะแรกของโปรแกรมเมื่อมีการรับค่าต่างๆ



รูปที่ 3.8 หน้าสถานะแรกของโปรแกรมเมื่อมีการรับค่าต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเริ่มโปรแกรมสามารถใช้ข้อมูลจากตัวทดสอบที่สามารถจำลองค่าจากเซ็นเซอร์ได้ โดยเลือก tester แล้วใส่ค่าจำลองจากเซ็นเซอร์ลงไปในช่องที่อยู่ถัดไป และจำลองการกดสัญญาณของตัวทดสอบโดยใช้ปุ่ม B หรือใช้ค่าจริงจากเซ็นเซอร์โดยเลือกพอร์ตอนุกรมที่ต้องการใช้งาน จากนั้นคลิกเลือก ค่าจาก serial port ค่าที่รับจากพอร์ตอนุกรมจะปรากฏขึ้นที่กล่องข้อความที่อยู่ถัดไป

จากนั้นถ้าหากทำการตั้งค่าต่างๆเรียบร้อยแล้ว โปรแกรมจะนำข้อมูลที่ได้มาไปใช้ในการคำนวณ แสดงผล และเปรียบเทียบเพื่อแจ้งเตือน

ปุ่ม Refresh! ใช้เพื่อทำการปรับปรุงค่าให้โปรแกรมเรียกค่าขึ้นมาในขณะนั้น เนื่องจากโปรแกรมจะทำการคำนวณค่าและเก็บค่าต่างๆ ทุกๆ วินาที

ปุ่ม Sound ใช้เพื่อไปยังหน้าการตั้งค่าเกี่ยวกับเสียงเตือน

ปุ่ม “ไปหน้าสถานะ” ใช้เพื่อไปยังหน้าแสดงข้อมูลของเซนเซอร์โดยละเอียด และไปยังการตั้งค่าต่างๆของเซ็นเซอร์

ไฟกระพริบใช้แสดงจังหวะในการทำงานของโปรแกรม

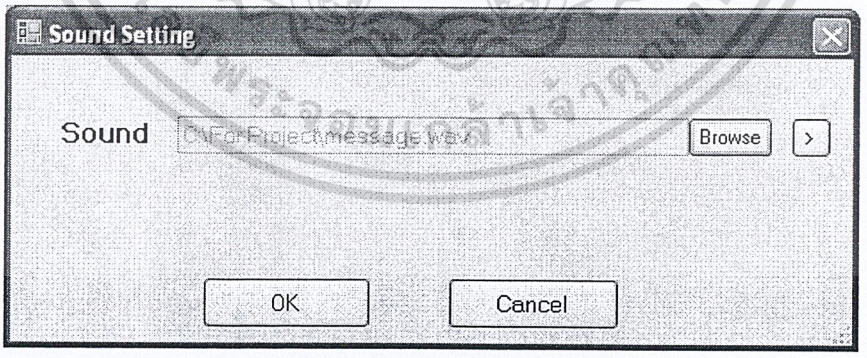
กล่องข้อความตัวเลขแสดงการเก็บข้อมูลของโปรแกรม

มีการแสดงวันที่และเวลาซึ่งเป็นเวลาของเครื่องที่เปิดใช้โปรแกรม

เมื่อไม่มีการแจ้งเตือนสัญญาณไฟสีเขียวและจำนวนของเซ็นเซอร์จะปรากฏขึ้น

เมื่อมีการแจ้งเตือนเกิดขึ้น สัญญาณไฟสีส้ม,แดง และจำนวนของการแจ้งเตือนจะปรากฏขึ้น

3.3.2 หน้าต่างการตั้งค่าเสียง

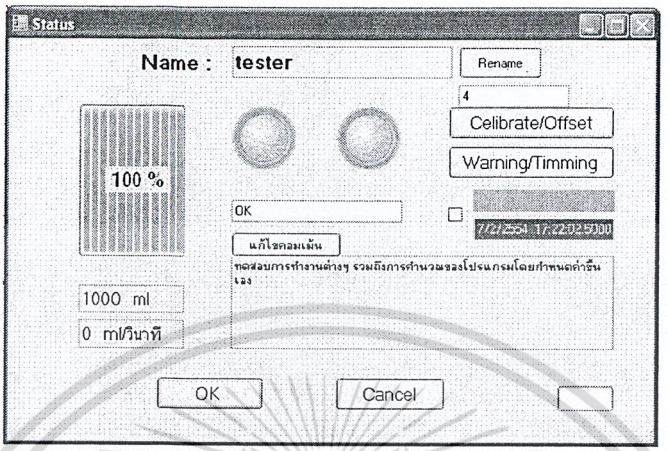


รูปที่ 3.9 หน้าต่างการตั้งค่าเสียง

เลือก Browse เพื่อเลือกไฟล์เสียงที่ใช้ในการแจ้งเตือน และ ปุ่ม > ใช้ในการเล่นเสียงที่ได้เลือกไว้ ไฟล์ที่เลือกจะต้องเป็นไฟล์ที่มีนามสกุลเป็น .wav

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 หน้าต่างแสดงภาพจำลองปริมาณน้ำเกลือและการแจ้งเตือน



รูปที่ 3.10 หน้าต่างแสดงภาพจำลองปริมาณน้ำเกลือและการแจ้งเตือน

ชื่อของเซนเซอร์ที่กำหนดไว้จะแสดงที่กล่องข้อความทางด้านบน

ค่าจากเซนเซอร์จะแสดงที่กล่องข้อความทางด้านขวา

มีการแสดงปริมาณของน้ำเกลือเป็นภาพจำลอง

มีการแสดงปริมาณและอัตราการเปลี่ยนแปลงของปริมาณทางด้านซ้าย

มีการแสดงสัญญาณเตือน สถานะ และข้อคิดเห็นตรงกลาง

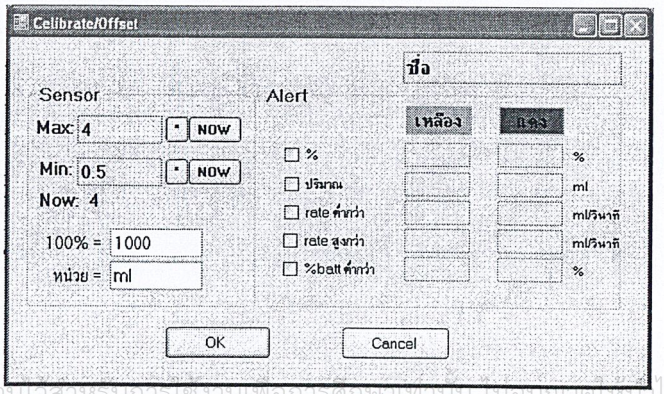
ปุ่ม Rename ใช้เพื่อเปลี่ยนชื่อเซนเซอร์เพื่อให้ง่ายในการจำแนกของผู้ใช้

ปุ่ม Calibrate/Offset ใช้เพื่อตั้งค่าต่างๆของเซนเซอร์ที่จะใช้ในการคำนวณและการแจ้งเตือน

ปุ่ม Warning/Timing เพื่อใช้ในการตั้งเวลาที่จะแจ้งเตือน

Checked box ใช้เพื่อระบุว่าจะใช้งานการตั้งเวลาหรือไม่

3.3.4 หน้าต่างแสดงการคำนวณค่าปริมาณน้ำเกลือ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.11 หน้าต่างแสดงการคำนวณค่าปริมาณน้ำเกลือ

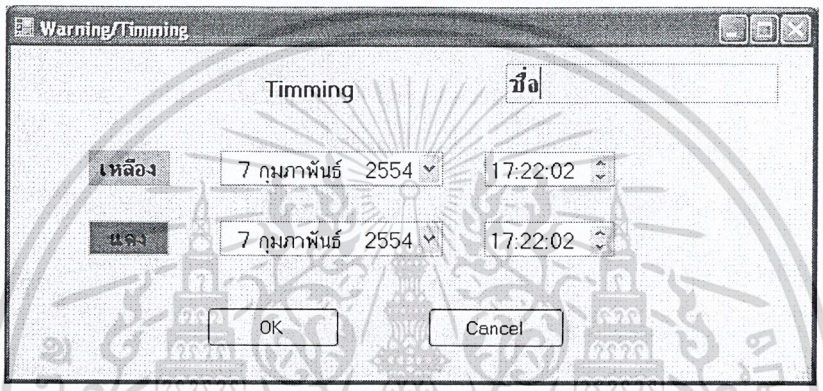
ใช้ในการตั้งค่าที่ใช้ในการคำนวณและการแจ้งเตือน

ปุ่ม * ใช้เพื่อระบุค่าเอง

ปุ่ม NOW ใช้เพื่อให้ค่านั้นเป็นค่าปัจจุบัน

Checked box ใช้เพื่อระบุการแจ้งเตือนที่ต้องการ

3.3.5 หน้าต่าง Warning และ Timming



รูปที่ 3.12 หน้าต่าง Warning และ Timming

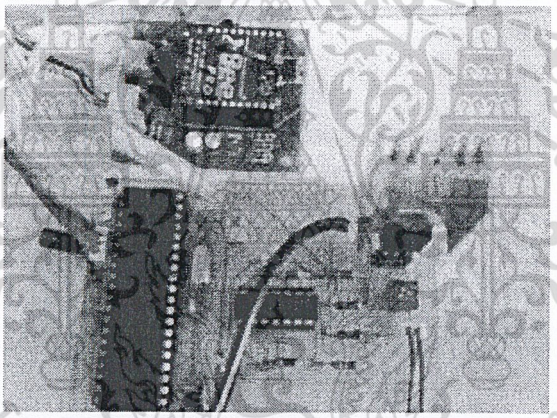
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การทดลองและผลการทดลอง

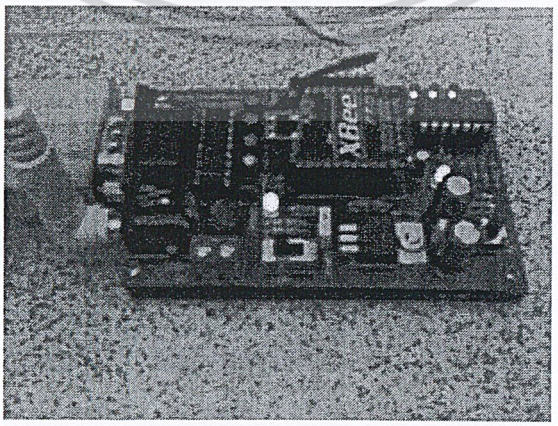
4.1 การสร้างเครือข่ายแบบไร้สาย

4.1.1 อุปกรณ์ส่งสัญญาณแบบไร้สาย

การสร้างเครือข่ายประกอบด้วย End Device 1ตัว เป็นอุปกรณ์ภาคส่งสัญญาณ ที่มีข้อมูลปริมาณน้ำเกลือจาก Strain gauge และจากสัญญาณ Remote เป็นอินพุท และ Coordinator 1 ตัว คือ อุปกรณ์ภาครับสัญญาณ ที่เชื่อมต่ออยู่กับคอมพิวเตอร์เพื่อนำข้อมูลที่รับได้ไปแสดงผลบน X-CTU และ Visual Basic



รูปที่ 4.1 อุปกรณ์ End Device

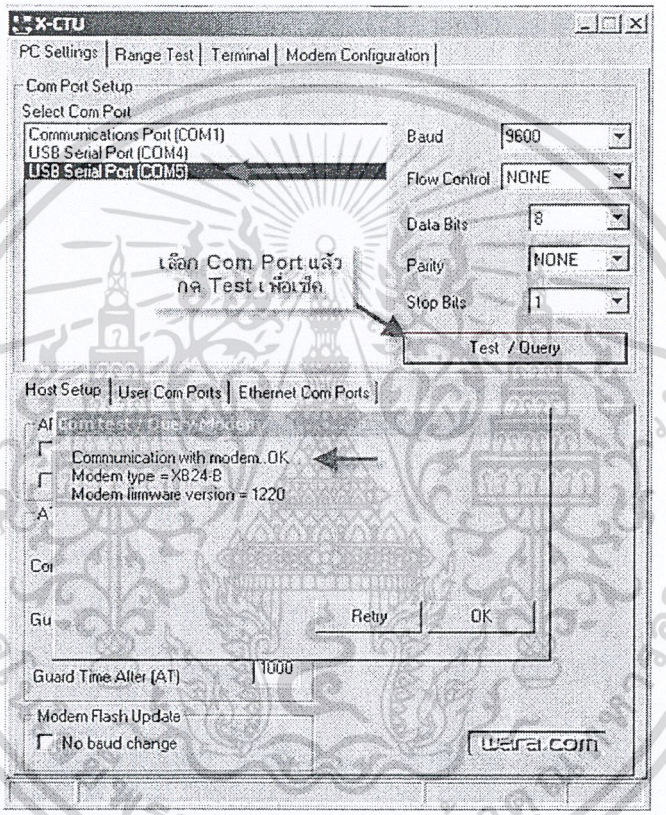


รูปที่ 4.2 อุปกรณ์ Coordinator

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1 การเชื่อมต่อโมดูล ZigBee กับคอมพิวเตอร์

ทำการติดตั้งโมดูล ZigBee ลงในวงจรภาครับสัญญาณ แล้วเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ผ่าน port RS-232 แล้วทำการเปิดโปรแกรม X-CTU ขึ้นมาที่แถบ PC Setting ให้ทำการเลือกพอร์ตที่เราทำการเชื่อมต่อ เลือกอัตราบอร์ด (Baud rate) เป็น 9600 .Data 8 บิต Parity ไม่มีการตรวจสอบและ Stop เป็น 1 บิต แล้วกด Test/Query เพื่อทดสอบการติดต่อระหว่าง ZigBee กับโปรแกรม X-CTU หากติดต่อกันได้ จะปรากฏหน้าต่างแจ้งผลการติดต่อและข้อมูลทางฮาร์ดแวร์เบื้องต้นของโมดูล ดังรูป



รูปที่ 4.3 ทดสอบการเชื่อมต่อโมดูล ZigBee กับคอมพิวเตอร์

4.1.3 การกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ สำหรับ Coordinator

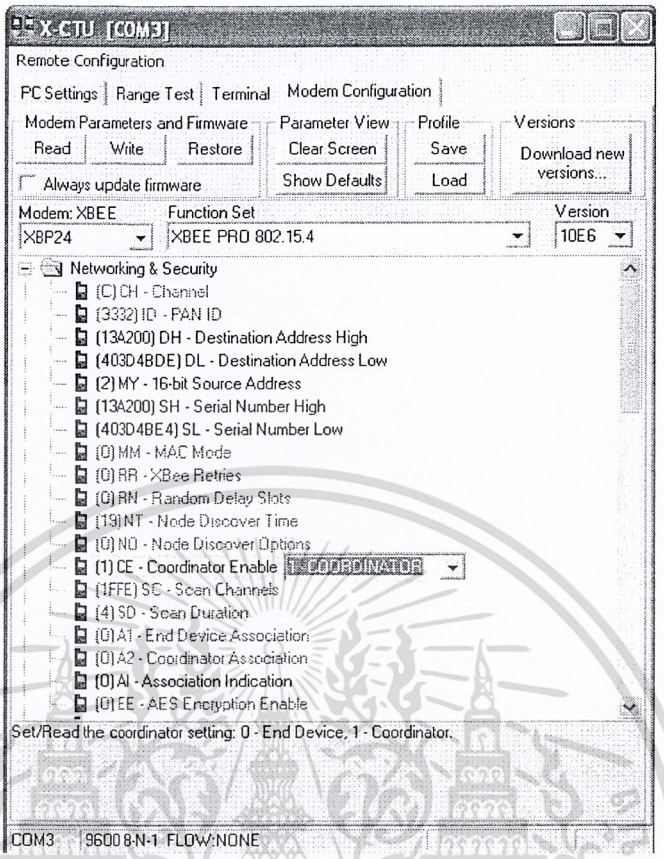
1. ทำการ set parameter ให้เป็น Coordinator (CE)

2. การ set parameter จะทำการ set ผ่านทาง X-CTU โดย set ฝั่งรับ เป็น Coordinator (CE=1) และค่า MY = 2 (16 bit address)

3. ทำการ set ให้ parameter DH และ DL ของ Coordinator ให้มีค่าเท่ากับ SH และ SL ของฝั่ง End Device โดย SH SL เป็นค่า address ที่เราเปลี่ยนไม่ได้ (Read Only) เป็นค่าที่ใส่มาจากโรงงาน

4. กด write firmware แล้วทดสอบใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 การกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่างๆให้เป็น Coordinator

4.1.4 การกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่างๆสำหรับ End Device

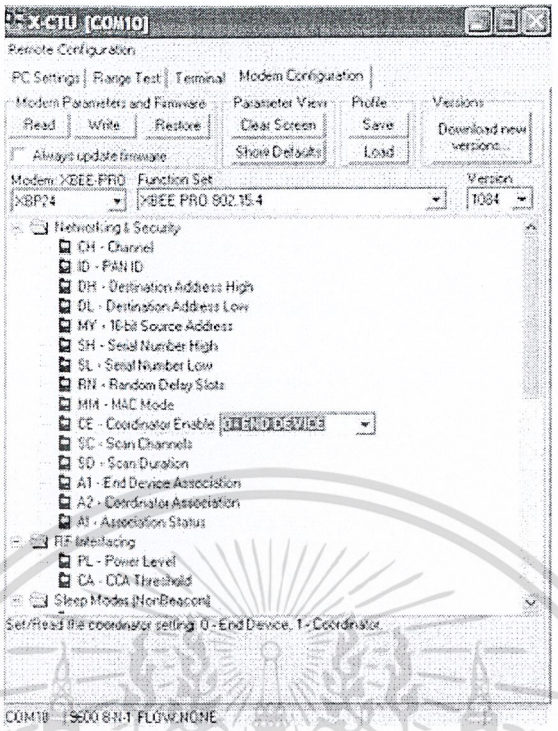
1. ทำการ set parameter ให้เป็น End device

2. การ set parameter จะทำการ set ผ่นทาง X-CTU โดยฝั่งส่งเป็น End Device (CE=0) และ ค่า MY = 1 (16 bit address) ทั้งนี้ ได้ set baud rate ที่ตัว Xbee ทั้ง 2 ตัวที่ 9600 bps (BD=3)

3. ทำการ set ให้ parameter DH และ DL ของ End device ให้มีค่าเท่ากับ SH และ SL ของ Coordinator

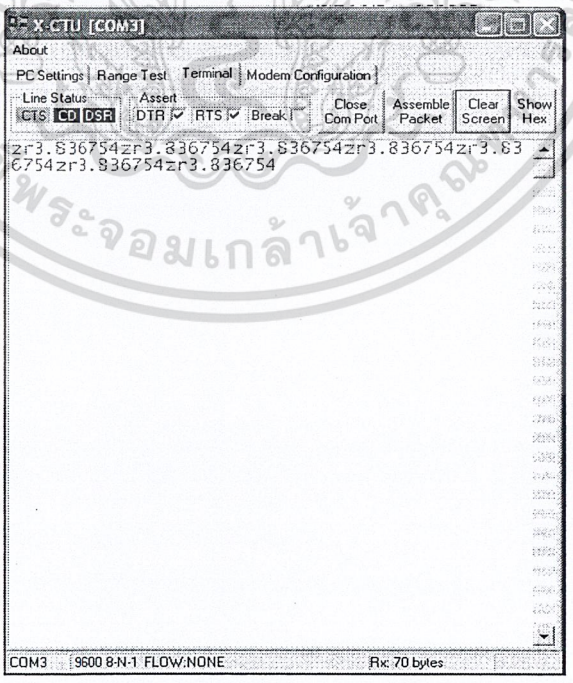
4. กด write firmware แล้วทดสอบใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 การกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่างๆให้เป็น End Device

4.1.5 แสดงการรับส่งข้อมูลแบบไร้สายในโปรแกรม X-CTU



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

รูปที่ 4.6 แสดงการรับส่งข้อมูลของZigBee

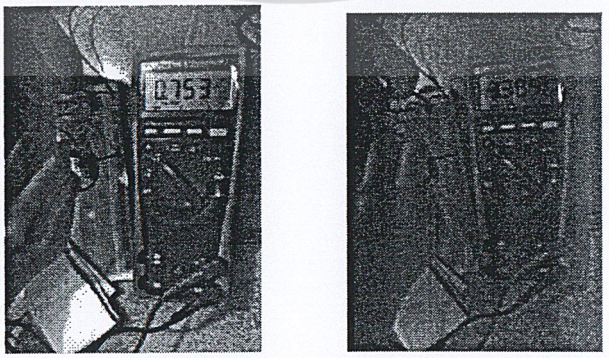
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การใช้สเตรนเกจ

โดยใช้ถุงน้ำกลือแขวนไว้กับสเตรนเกจเพื่อวัดค่าของปริมาณน้ำเกลือ เมื่อปริมาณน้ำเกลือลดลงทำให้น้ำหนักหรือแรงดึงลดลงตามไปด้วยเป็นผลให้ค่าความต้านทานภายในตัวสเตรนเกจเปลี่ยนไปโดยจะทำการแขวนถุงน้ำเกลือกับสเตรนเกจตามรูป

รูปที่ 4.7 การแขวนถุงน้ำเกลือกับสเตรนเกจ

จากการทดลองโดยให้แรงดึงกับสเตรนเกจพบว่า ค่าความต้านทานภายในสเตรนเกจเปลี่ยนไปในระดับ 100 มิลลิโอห์ม จึงต้องนำค่าความต้านทานของสเตรนเกจต่อกับวงจรบริดจ์และวงจรขยายสัญญาณผลต่างเพื่อทำการเปรียบเทียบและขยายค่าความต้านทานของสเตรนเกจ โดยผลการทดลองที่ได้เป็นไปตามรูป 4.8



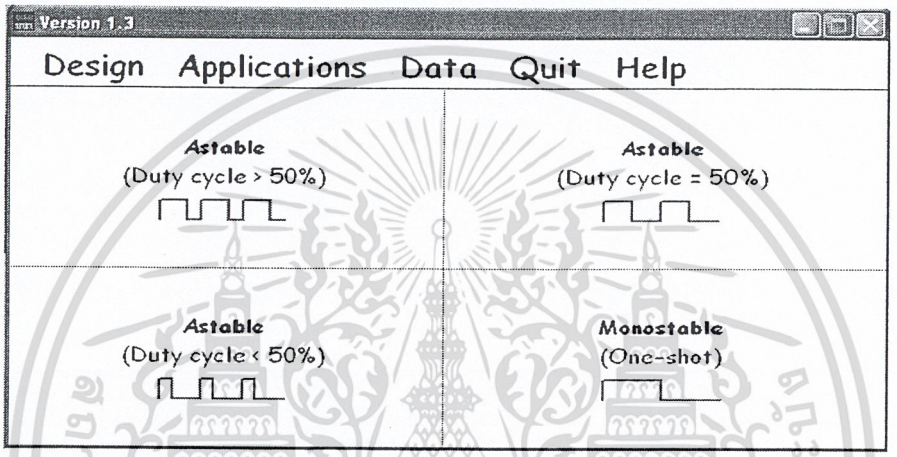
รูปที่ 4.8 เอาต์พุตของวงจรขยายสัญญาณผลต่างเปลี่ยนไปเมื่อปริมาณน้ำเกลือเปลี่ยนไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พบว่าเมื่อปริมาณน้ำเกลือเปลี่ยนไปแล้ว เอาต์พุตที่ออกมาจากวงจรขยายมีค่าเปลี่ยนไปตามค่าความต้านทานที่เปลี่ยนไป ดังนั้นการใช้สเตรนเกจเป็นเซนเซอร์วัดปริมาณน้ำเกลือจึงสามารถทำได้

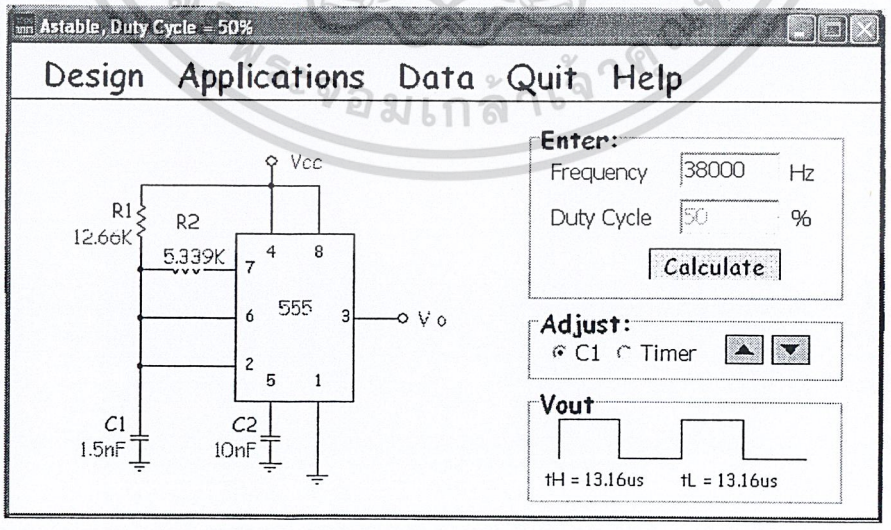
4.3 วงจรรีโมต

เมื่อทำการต่อวงจรรีโมตในส่วนของวงจรจ่ายความถี่ใช้ไอซีเบอร์ 555 โดยความถี่ที่เลือกใช้คือ 38 kHz จะสามารถค่าR และC ได้จากการคำนวณของโปรแกรม555 Timer Designดังรูป



รูปที่ 4.9 โปรแกรมคำนวณหาค่า R , C ของวงจรจ่ายความถี่โดย IC 555

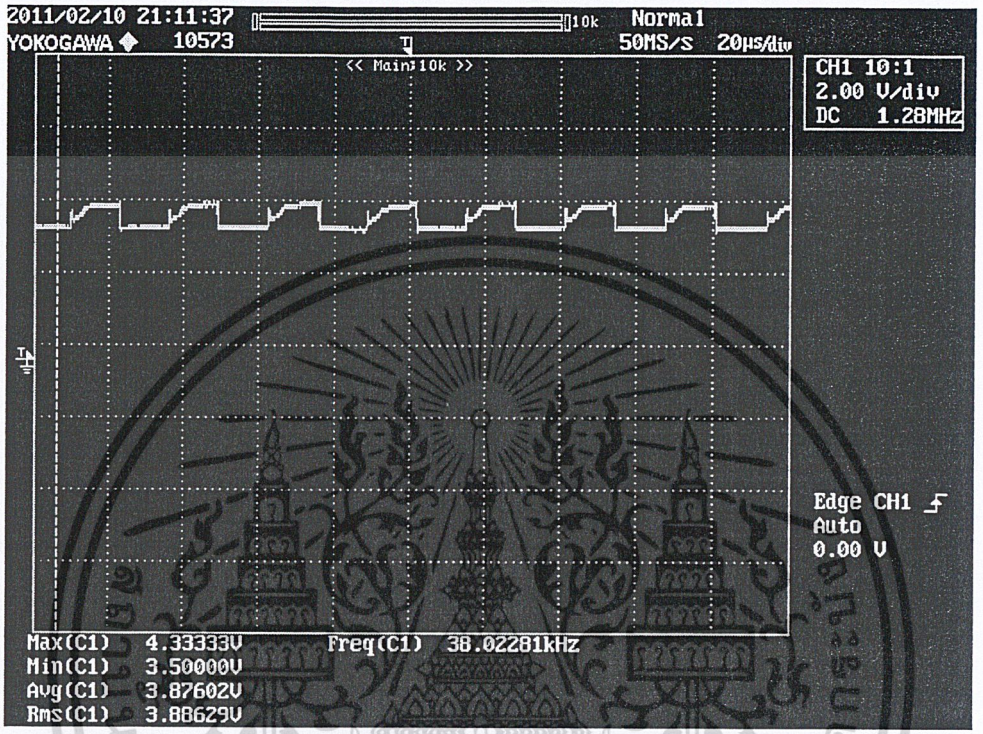
เลือก Astable (Duty cycle = 50%) กรอกความถี่ที่ต้องการใช้คือ 38 kHz โปรแกรมจะทำการคำนวณหาค่า R , C ให้ดังรูป



รูปที่ 4.10 ค่าR , C ที่คำนวณได้จากโปรแกรม

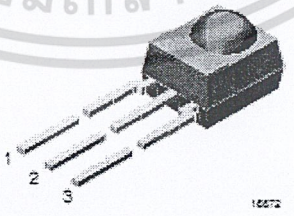
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะได้ค่า R , C จากโปรแกรม เมื่อนำมาต่อวงจรจริงทำการประมาณค่า R , C ได้ดังนี้ $R_1 = 12\,\Omega$, $R_2 = 5.1\,\Omega$, $C_1 = 1.5$ nF , $C_2 = 10$nF ใช้ออสซิลโลสโคปวัดความถี่ของวงจรได้ความถี่ 38 kHz ดังรูป



รูปที่ 4.11 ความถี่ที่วัดได้จากออสซิลโลสโคป

ในส่วนของตัวรับความถี่ใช้อุปกรณ์ TSOP 4838 รับความถี่ 38 kHz ลักษณะดังรูป



MECHANICAL DATA

Pinning

1 = OUT, 2 = GND, 3 = V_S

รูปที่ 4.12 อุปกรณ์ใช้รับความถี่ 38 kHz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

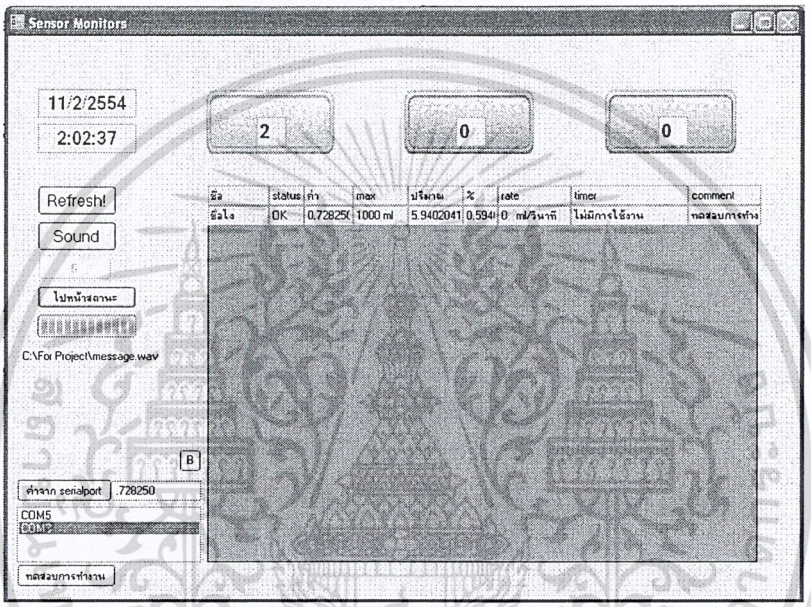
จากการทดลอง

เมื่อไม่มีความถี่ส่งมาที่ตัวรับ จะให้ลอจิก เอาท์พุทเป็น “1”

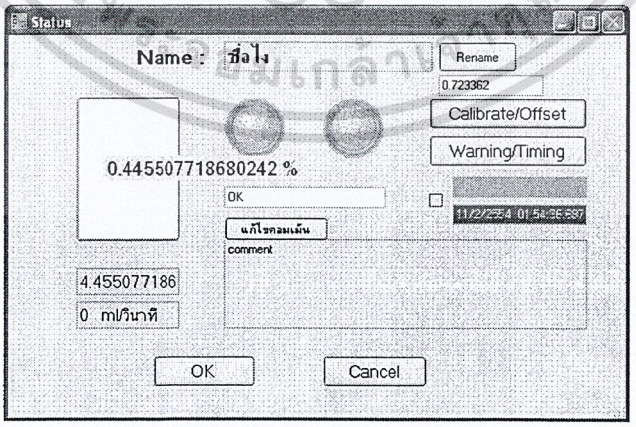
เมื่อมีความถี่ส่งมาที่ตัวรับ จะให้ลอจิก เอาท์พุทเป็น “0”

4.4 การแสดงผลทางโปรแกรม Visual Basic 2010

4.4.1 การแสดงผลเมื่อไม่มีการแจ้งเตือน



รูปที่ 4.13 หน้าต่างแสดงการรับปริมาณน้ำเกลือเมื่อไม่มีการแจ้งเตือน

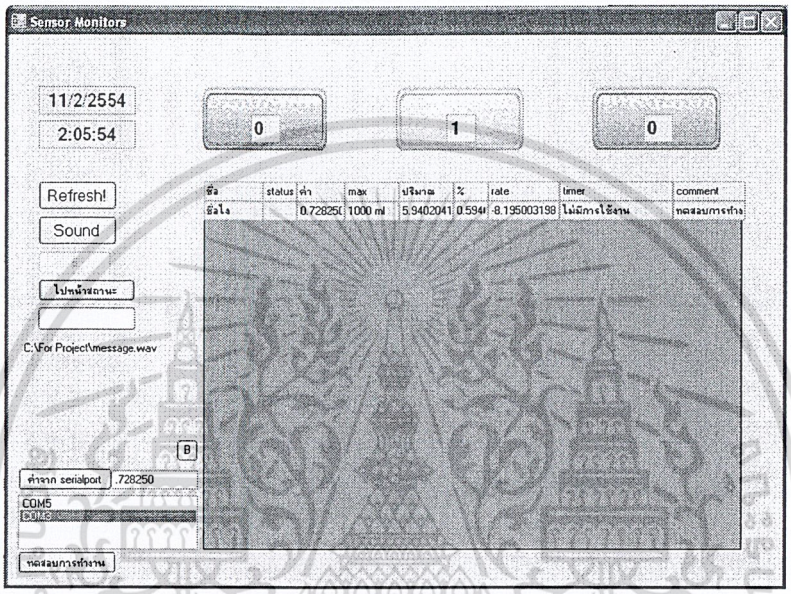


รูปที่ 4.14 หน้าต่างแสดงการจำลองภาพปริมาณน้ำเกลือเมื่อไม่มีการแจ้งเตือน

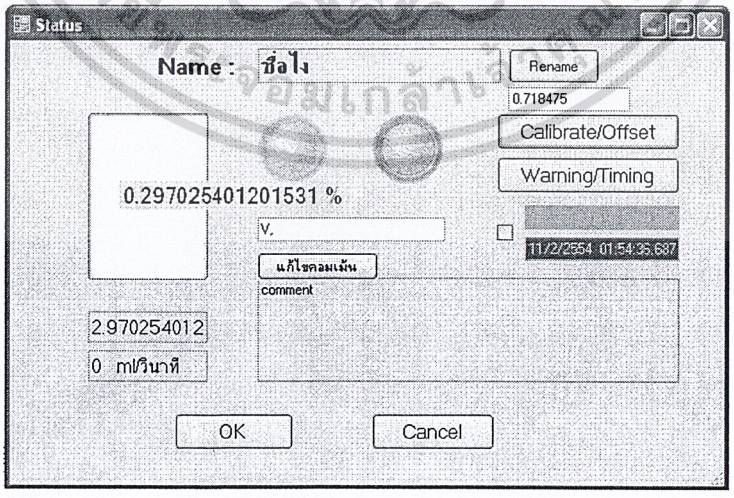
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อค่าที่รับมาหลังจากการคำนวณแล้วไม่ตรงเงื่อนไขของการแจ้งเตือนที่ได้ตั้งไว้ หน้าต่างหลักจะแสดงค่าสถานะเป็น OK, สัญญาณไฟเป็นสีเขียว, ตัวเลขบอกการแจ้งเตือนเป็นเลข 2 เนื่องจากในโปรแกรมนี้มีเซนเซอร์อีกตัวคือตัวทดสอบที่สามารถระบุค่าเองได้เพื่อใช้ในการทดสอบ

4.4.2 การแสดงผลเมื่อมีการแจ้งเตือน

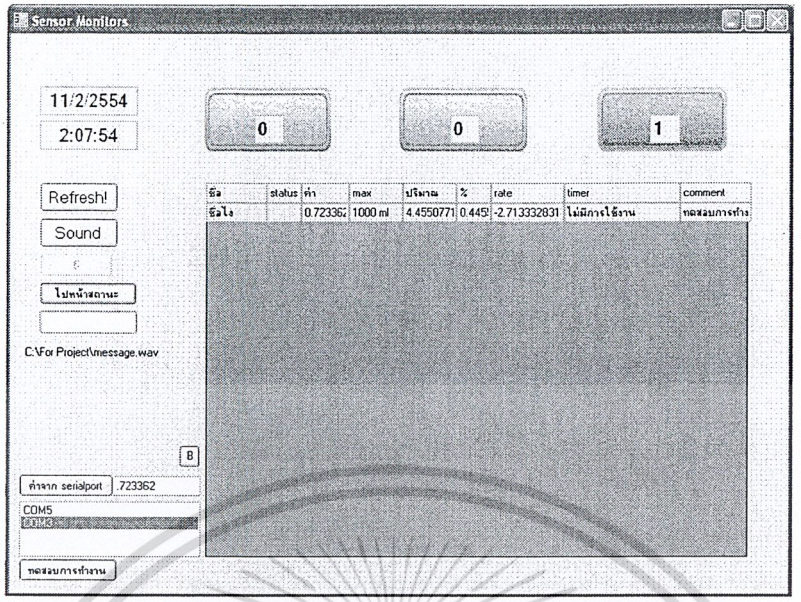


รูปที่ 4.15 หน้าต่างแสดงการรับปริมาณน้ำเกลือเมื่อมีการแจ้งเตือน(ปริมาณน้ำเกลือใกล้หมด)

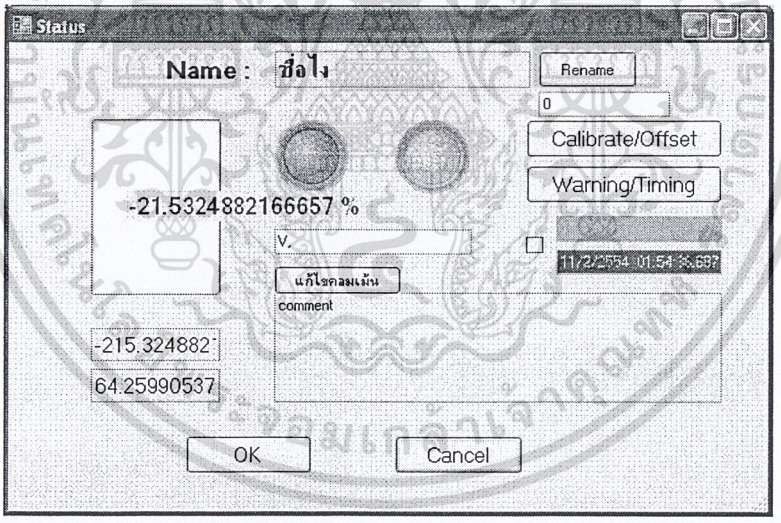


รูปที่ 4.16 หน้าต่างแสดงการจำลองภาพปริมาณน้ำเกลือเมื่อมีการแจ้งเตือน(น้ำเกลือใกล้หมด)

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้ในการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.17 หน้าต่างแสดงการรับปริมาณน้ำเกลือเมื่อมีการแจ้งเตือน(ปริมาณน้ำเกลือหมด)



รูปที่ 4.18 หน้าต่างแสดงการจำลองภาพปริมาณน้ำเกลือเมื่อมีการแจ้งเตือน(น้ำเกลือหมด)

เมื่อค่าที่รับมาหลังจากการคำนวณแล้วตรงกับเงื่อนไขของการแจ้งเตือนที่ได้ตั้งไว้ หน้าต่างหลักจะแสดงค่าสถานะเป็น ค่าที่เกิดการแจ้งเตือน, สัญญาณไฟเป็นสีที่ได้ตั้งค่าการแจ้งเตือนไว้ , ตัวเลขบอกการแจ้งเตือนจะเป็นจำนวนที่เกิดการแจ้งเตือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทวิจารณ์และสรุป

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองระบบตรวจสอบระดับน้ำเกลืออัตโนมัติ โดยมีการแจ้งเตือนปริมาณให้ทราบเป็นระยะ ซึ่งใช้เซนเซอร์ชนิดสเตรนเกจเข้ามาวัดค่าปริมาณน้ำเกลือที่มีการลดระดับลง จากนั้นจึงทำการส่งค่าให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ในการประมวลผล และส่งผลให้กับระบบส่งสัญญาณแบบไร้สาย จากนั้นจึงทำการแสดงค่าปริมาณน้ำเกลือในโปรแกรม Visual Basic 2010

นอกจากนี้ยังได้มีการศึกษาและทดลองการทำระบบแจ้งเตือนให้กับคนไข้เพื่อใช้ในการเรียกพยาบาล ด้วยระบบแจ้งเตือนแบบรีโมท โดยทำการประมวลผลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์และส่งสัญญาณด้วยระบบแบบไร้สายเช่นเดียวกับปริมาณน้ำเกลือ

จากการทดลองระบบตรวจสอบระดับน้ำเกลืออัตโนมัติ เมื่อน้ำหนักของน้ำเกลือเปลี่ยนไประบบสามารถตรวจสอบค่าที่เปลี่ยนไปได้ แล้วสามารถนำข้อมูลที่ได้ไปคำนวณปริมาณที่เหลืออยู่ อัตราการเปลี่ยนแปลง สามารถตั้งเวลา และสามารถเตือนได้เมื่อปริมาณที่เหลืออยู่ อัตราการเปลี่ยนแปลง และเวลา อยู่ในสถานะที่ได้ตั้งไว้ได้

5.2 ปัญหาที่พบและแนวทางแก้ไข

จากการศึกษาและทำโครงงานนี้ในช่วงแรก การเลือกใช้เซนเซอร์พบว่า เซนเซอร์อินฟาเรดนั้นไม่สามารถส่งสัญญาณ ทะลุผ่านขวดของน้ำเกลือที่ขุ่นได้ จึงเปลี่ยนมาใช้เซนเซอร์ชนิดสเตรนเกจแทน แต่จากการนำเซนเซอร์ที่อยู่ในเครื่องชั่งดิจิตอลมาทดสอบ พบว่าเซนเซอร์ที่อยู่ในเครื่องชั่งดิจิตอลนั้นยึดติดกับวัสดุที่มีความแข็งมาก เพื่อใช้ในการรับน้ำหนักมาก แต่การนำมาใช้กับอุปกรณ์ที่มีน้ำหนักน้อยจึงไม่เหมาะสม จึงแก้ไขโดยการหาสเตรนเกจที่ไม่ได้ยึดติดกับวัสดุใดๆ เพื่อให้ สเตรนเกจมีความไวสูงที่สุด เพื่อให้สามารถตรวจจับการเปลี่ยนแปลงของน้ำเกลือได้ดีที่สุด และปัญหาเกี่ยวกับการใช้งานโปรแกรม X-CTU และโปรแกรม Visual basic 2010 เนื่องจากไม่เคยใช้โปรแกรมมาก่อน และเป็นโปรแกรมรุ่นใหม่ที่หาข้อมูลเพื่อศึกษายาก จึงต้องใช้เวลาในการศึกษามาก

ในส่วนปัญหาที่พบและยังไม่ได้ปรับปรุงแก้ไข ได้แก่ ปัญหาที่สเตรนเกจต้องรับแรงโดยตรง จึงทำให้สเตรนเกจและกาวที่ใช้ยึดสเตนเกจนั้นเสียหายได้ง่าย เมื่อใช้เป็นเวลานาน และติดตั้งได้ไม่ดีพอ แต่เพื่อแลกกับการได้ค่าความไวของเซนเซอร์ที่มากที่สุดการจะปรับปรุงแก้ไขปัญหาจุดนี้จึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้องหาสเตรนเกจใหม่ที่มีความแข็งแรงมากขึ้น และความไวสูงขึ้น ซึ่งจะมีราคาสูงขึ้น แต่ในการทำการทดลองนี้ความแข็งแรงของสเตรนเกจตัวนี้ยังเพียงพอ จึงไม่มีการแก้ไข

5.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางในการค้นคว้าพัฒนา

เซนเซอร์ที่สามารถนำมาใช้ได้มีหลายชนิด ควรศึกษาเพิ่มเติมหาเซนเซอร์และวิธีการตรวจจับที่เหมาะสม นอกจากนั้นควรมีการศึกษาโปรแกรมที่ใช้งานให้ดียิ่งขึ้นเพื่อที่จะสามารถนำมาใช้ประยุกต์ใช้ได้ดียิ่งขึ้น และในการทำงานจริงจะต้องทำงานโดยใช้เซนเซอร์หลายตัวและควรใช้งานง่าย จึงควรศึกษาโดยใช้เซนเซอร์หลายตัว และพัฒนาให้ง่ายต่อการใช้งานของบุคคลทั่วไป

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมการประมวลผลภาพ

โปรแกรม Visual Basic 2010 ซึ่งเขียนเพื่อใช้ในการแสดงผลปริมาณระดับน้ำเกลือ เป็นดังนี้

หน้าหลัก

```
Public Class main

    Public Shared inttime As Integer = 0
    'ตัวแปรที่จะต้องใช้ตลอด
    '-------------------------------------------------------------------------------------------
    '-------------------------------------------------------------------------------------------
    Public Shared reciv As String          'ค่าที่รับมาจากxbee

    Public Shared sname(1) As String
    Public Shared cm(1) As String          'comment
    Public Shared min(1) As String
    Public Shared max(1) As String
    Public Shared full(1) As String
    Public Shared unit(1) As String        'หน่วย
    Public Shared st(1) As String          'ใช้ระบุ status

    Public Shared rmt(1) As Boolean        'ตรวจสอบค่าจากรีโมท

    Public Shared alarmenable(1) As Boolean
    Public Shared ydate(1) As Date
    Public Shared ytime(1) As Date
    Public Shared rdate(1) As Date
    Public Shared rtime(1) As Date

    Public Shared alertenable(1, 4) As Boolean
    Public Shared y(1, 4) As String        'เหลือง
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    Public Shared r(1, 4) As String                'แดง
    Public Shared numalert(4) As Integer       'เก็บค่าบอกตัวที่แจ้งเตือน(alert) เช่น แจ้งเตือน% = alertenable(num,0) , แจ้งเตือนปริมาณ = alertenable(num,1)

    Public Shared num As Integer = 0           'เลขเซนเซอร์(sensorarray) เช่น เซนเซอร์ตัวที่ 1= sensorarray(1)
    Public Shared value(1, 10) As String           'ค่าจากเซนเซอร์
    Public Shared valuebatt(1) As Integer     'ค่าแบต

    Public Shared sfname As String             'ไฟล์เสียง
    Public Shared volumn As Integer            'ระดับเสียง

    Public Shared cnt As Integer = 1           'ใช้นับเวลา
    Public Shared sum As String                'ใช้ในการคำนวณหาค่าrate

    Public Shared plays As AudioPlayMode                '
.
    Public Shared connectport As Boolean = False
    Public Shared valueport As String
    Public Shared returnStr As String = ""
    Delegate Sub SetTextCallback(ByVal [text] As String) 'Added to prevent threading errors during receiveing of data

    '-------------------------------------------------------------------------------------------------------
    '-------------------------------------------------------------------------------------------------------

    Dim frmss As New ss()
    Dim frmst As New st()
    Dim frmse As New frmMain()

    'หน้าหลัก
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Private Sub Form1_Load(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles MyBase.Load

    sname(0) = "ชื่อไง"
    cm(0) = "comment"
    ydate(0) = Now()
    ytime(0) = Now()
    rdate(0) = Now()
    rtime(0) = Now()

    sname(1) = "tester"
    cm(1) = "ทดสอบการทำงานต่างๆ รวมถึงการคำนวณของโปรแกรมโดยกำหนดค่าขึ้นเอง"
    full(1) = "10000"
    unit(1) = "หน่วย"
    ydate(1) = Now()
    ytime(1) = Now()
    rdate(1) = Now()
    rtime(1) = Now()

    sfname = "C:\For Project\message.wav"
    'My.Computer.Audio.Play(sfname, AudioPlayMode.WaitToComplete)

    '-----------------------------------------------------------------------------------------
    'ตรวจสอบชื่อพอร์ต

    ' Show all available COM ports.
    For Each sp As String In My.Computer.Ports.SerialPortNames
       PortBox1.Items.Add(sp)
    Next
End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
'อ่านค่าserialport
    Private Sub Button3_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles Button3.Click
        tester.Checked = False
        If connectport = False Then
            connectport = True
            tester.Visible = False
        Else
            connectport = False
            tester.Visible = True
        End If

        If connectport = True Then
            TextBox10.Visible = True
            SerialPort1.PortName = PortBox1.SelectedItem        'Set SerialPort1 to the selected COM
port at startup
            SerialPort1.BaudRate = 9600        'Set Baud rate to the selected value on

            'Other Serial Port Property
            SerialPort1.Parity = IO.Ports.Parity.None
            SerialPort1.StopBits = IO.Ports.StopBits.One
            SerialPort1.DataBits = 8
            SerialPort1.Open()            'Open our serial port

        Else
            TextBox10.Visible = False
            SerialPort1.Close()           'Close our Serial Port
        End If
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    End Sub

    'กดรีเฟรช
    Private Sub refreshbutton_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles refreshbutton.Click

        Timer1.Enabled = False
        Timer1.Enabled = True

    End Sub
    'กดsound
    Private Sub sound_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles sound.Click

        frmss.ShowDialog()

    End Sub
    'timer
    Private Sub Timer1_Tick(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles Timer1.Tick
        '----progressbar----
        Static pgbcount As Integer = 0
        pgbcount += 1
        If pgbcount = 2 Then
            pgbcount = 0
        End If
        pgb.Value = pgbcount * 100

        '----บอกเวลา------
        datenow.Text = Date.Today
        timenow.Text = TimeOfDay
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
'----นับวิ-------
cnt += 1
If cnt < 11 Then
   Button1.Text = cnt.ToString
Else
   Button1.Text = "1"
   cnt = 1
   'Timer1.Enabled = False
   'Timer1.Enabled = True
End If

'----เชื่อมต่อกับ soundsetting -----
Label1.Text = sfname

'----เก็บค่า----
If tester.Checked = True Or main.connectport = True Then
   If tester.Checked = True Then
      value(num, cnt) = testbox.Value
   Else
      If TextBox10.Text.StartsWith("r") Then
         rmt(num) = True
         TextBox11.Text = "ใครกดห๊า"
         reciv = TextBox10.Text.Remove(0, 1)
      Else
         reciv = TextBox10.Text
         TextBox11.Text = "ไม่เห็นมีใครกดเลย"
      End If
      If reciv.Length > 10 Then
         Dim s() As String = reciv.Split("z")
         reciv = s(1)
      End If
      If reciv.StartsWith(" ") Then
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            reciv = reciv.Replace(" ", "0")
        ElseIf reciv = "" Then
            cnt -= 1
            reciv = "0"
        End If
        value(num, cnt) = reciv
    End If
    TextBox12.Text = value(num, cnt)
    TextBox13.Text = sum

    tname.Text = sname(num)
    tvalue.Text = value(num, cnt)
    tm.Text = full(num) & " " & unit(num)
    tv.Text = ((value(num, cnt) - min(num)) / (max(num) - min(num))) * full(num) & "   " &
unit(num)
    tp.Text = ((value(num, cnt) - min(num)) / (max(num) - min(num))) * 100 & "   %"

    Dim i As Integer
    sum = 0
    For i = 1 To 10
        If i < cnt Then
            sum += (value(num, i) - value(num, cnt)) / (cnt - i)
        ElseIf i > cnt Then
            sum += (value(num, i) - value(num, cnt)) / (10 - (i - cnt))
        End If
    Next
    i = 1
    tr.Text = ((sum / 9) / (max(num) - min(num))) * full(num) & "   " & unit(num) & "/วินาที"

    If main.alarmenable(1) = True Then
        tt.Text = main.ydate(main.num).Date.ToShortDateString & "  " &
main.ytime(main.num).TimeOfDay.ToString
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    Else
        tt.Text = "ไม่มีการใช้งาน"
    End If

    tcm.Text = cm(1)
    value(1, cnt) = testbox.Value
End If

'----สัญญาณไฟ----
Dim nred, nyellow, ngreen As Integer
ngreen = sname.GetUpperBound(0) + 1
nyellow = 0
nred = 0

For i = 0 To 1
    tst.Text = ""
    If alertenable(i, 0) = True Then
        If r(i, 0) > ((value(i, cnt) - min(i)) / (max(i) - min(i))) * 100 Then
            nred += 1
            tst.Text += "%,"
        ElseIf y(i, 0) > ((value(i, cnt) - min(i)) / (max(i) - min(i))) * 100 Then
            nyellow += 1
            tst.Text += "%,"
        End If
    End If

    If alertenable(i, 1) = True Then
        If r(i, 1) > ((value(i, cnt) - min(i)) / (max(i) - min(i))) * full(i) Then
            nred += 1
            tst.Text += "V,"
        ElseIf y(i, 1) > ((value(i, cnt) - min(i)) / (max(i) - min(i))) * full(i) Then
            nyellow += 1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        tst.Text += "V,"
    End If
End If

If alertenable(i, 2) = True Then
    If r(i, 2) > ((sum / 9) / (max(i) - min(i))) * full(i) Then
        nred += 1
        tst.Text += "R-,"
    ElseIf y(i, 2) > ((sum / 9) / (max(i) - min(i))) * full(i) Then
        nyellow += 1
        tst.Text += "R-,"
    End If
End If

If alertenable(i, 3) = True Then
    If r(i, 3) < ((sum / 9) / (max(i) - min(i))) * full(i) Then
        nred += 1
        tst.Text += "R+,"
    ElseIf y(i, 3) < ((sum / 9) / (max(i) - min(i))) * full(i) Then
        nyellow += 1
        tst.Text += "R+,"
    End If
End If

If alertenable(i, 4) = True Then                                    'ยังใช้ไม่ได้
    If r(i, 4) > ((valuebatt(i) - min(i)) / (max(i) - min(i))) * 100 Then
        nred += 1
        tst.Text += "B,"
    ElseIf y(i, 4) > ((valuebatt(i) - min(i)) / (max(i) - min(i))) * 100 Then
        nyellow += 1
        tst.Text += "B,"
    End If
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
End If

If alarmenable(i) = True Then                                    'ตั้งเวลา
   If main.rdate(i).Date <= Now().Date Then
      If main.rtime(i).TimeOfDay <= Now().TimeOfDay Then
         nred += 1
         tst.Text += "T,"

      ElseIf main.ydate(i).Date <= Now().Date Then
         If main.ytime(i).TimeOfDay <= Now().TimeOfDay Then
            nyellow += 1
            tst.Text += "T,"
         End If
      End If

   ElseIf main.ydate(i).Date <= Now().Date Then
      If main.ytime(i).TimeOfDay <= Now().TimeOfDay Then
         nyellow += 1
         tst.Text += "T,"
      End If
   End If
End If

If rmt(i) = True Then
   nred += 1
   tst.Text += "!,"
End If

If nred + nyellow > 0 Then
   ngreen -= 1
End If
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        Next
        'nred = numred.Text
        'nyellow = numyellow.Text

        If nred > 0 Then
            redlamp.Visible = True
            My.Computer.Audio.Play(main.sfname,
Microsoft.VisualBasic.AudioPlayMode.Background)
        Else
            redlamp.Visible = False
        End If

        If nyellow > 0 Then
            orangelamp.Visible = True
            My.Computer.Audio.Play(main.sfname,
Microsoft.VisualBasic.AudioPlayMode.Background)
        Else
            orangelamp.Visible = False
        End If

        If nyellow + nred > 0 Then
            greenlamp.Visible = False
        Else
            greenlamp.Visible = True
            tst.Text += "OK"
        End If

        numgreen.Text = ngreen
        numyellow.Text = nyellow
        numred.Text = nred
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
'----------การคำนวณ----------
' หา % จาก          p=    ((value-min)/(max-min))*100   &   " %"
' หาปริมาณจาก       v=    ((value-min)/(max-min))*full   &   " "&unit
' rate จาก          r=    ( vปัจจุบัน - v10วินาทีก่อนหน้า )/10   &   " "&unit&"/วินาที"
' rate จาก          r=    (((valueที่แตกต่างแต่ละวินาที 9 ค่า)/9)/(max-min))*full   &   "
"&unit&"/วินาที"


End Sub
'กดสถานะ
Private Sub Button2_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles Button2.Click

    frmst.ShowDialog()

End Sub

Private Sub tester_CheckedChanged(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles tester.CheckedChanged
    If tester.Checked = True Then
        testbox.Visible = True
        Button3.Visible = False
        num = 1
    Else
        testbox.Visible = False
        Button3.Visible = True
        num = 0
    End If

End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    Private Sub SerialPort1_DataReceived(ByVal sender As Object, ByVal e As
System.IO.Ports.SerialDataReceivedEventArgs) Handles SerialPort1.DataReceived
        ReceivedText(SerialPort1.ReadExisting())    'Automatically called every time a data is
received at the serialPort
    End Sub

    Private Sub ReceivedText(ByVal [text] As String)
        'compares the ID of the creating Thread to the ID of the calling Thread
        If Me.TextBox10.InvokeRequired Then
            Dim x As New SetTextCallback(AddressOf ReceivedText)
            Me.Invoke(x, New Object() {(text)})
        Else
            If [text] = "z" Then
                Me.TextBox10.Text = ""
            Else
                Me.TextBox10.Text &= [text]
            End If
        End If

    End Sub

    Private Sub Button4_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles Button4.Click
        Timer2.Enabled = False
        frmse.ShowDialog()
    End Sub

    Private Sub Button5_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles Button5.Click
        rmt(num) = True
    End Sub
End Class
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตั้งค่าเสียง

```
Public Class ss


    'Public sfname As String
    Dim resp As MsgBoxResult


    'กดเลือกไฟล์
    Private Sub Button1_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles Button1.Click
        With OpenFileDialog1
            If .ShowDialog = DialogResult.OK Then
                MessageBox.Show("เลือกไฟล์" & .FileName, "Open File")
                TextBox1.Text = .FileName
            End If


        End With
    End Sub
    'ตอนกดokแล้ว
    Private Sub OpenFileDialog1_FileOk(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
System.ComponentModel.CancelEventArgs) Handles OpenFileDialog1.FileOk


    End Sub


    Private Sub Btnok_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles btnok.Click
        resp = MessageBox.Show("ระบบจะบันทึกข้อมูลที่แก้ไขเมื่อออก", "Save change",
MessageBoxButtons.YesNo)
        If resp = MsgBoxResult.Yes Then
            main.sfname = OpenFileDialog1.FileName
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        Hide()
      End If

    End Sub

    Private Sub Btncc_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles btncc.Click
      resp = MessageBox.Show("ระบบจะไม่มีการบันทึกข้อมูลที่แก้ไขเมื่อออก", "Not Save
change", MessageBoxButtons.YesNo)
      If resp = MsgBoxResult.Yes Then
        Hide()
      End If

    End Sub

    Private Sub ss_Load(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles
MyBase.Load

      TextBox1.Text = main.sfname

    End Sub
    'กดเล่นเสียง
    Private Sub Button4_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles Button4.Click

      My.Computer.Audio.Play(main.sfname,
Microsoft.VisualBasic.AudioPlayMode.Background)
    End Sub

    Private Sub AudioPlayMode()
      Throw New NotImplementedException
    End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
End Class
```

หน้าสถานะ

```
Public Class st

    Dim frmco As New co()
    Dim frmwt As New wt()
    Dim resp As MsgBoxResult


    Private Sub Button1_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles Button1.Click

    End Sub

    Private Sub st_Load(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles
MyBase.Load
        sname.Text = main.sname(main.num)
        comment.Text = main.cm(main.num)

    End Sub

    Private Sub Button3_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles Button3.Click
        frmco.showdialog()
    End Sub

    Private Sub Button4_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles Button4.Click
        frmwt.ShowDialog()
    End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    Private Sub Button5_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles Button5.Click
        comment.ReadOnly = False
        Button8.Enabled = True
        Button8.Visible = True
        Button5.Visible = False
        Button5.Enabled = False
    End Sub

    Private Sub Button8_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles Button8.Click
        comment.ReadOnly = True
        Button8.Enabled = False
        Button8.Visible = False
        Button5.Visible = True
        Button5.Enabled = True

    End Sub

    Private Sub Btnok_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles btnok.Click
        resp = MessageBox.Show("ระบบจะบันทึกข้อมูลที่แก้ไขเมื่อออก", "Save change",
MessageBoxButtons.YesNo)
        If resp = MsgBoxResult.Yes Then
            main.sname(main.num) = sname.Text
            main.cm(main.num) = comment.Text
            main.alarmenable(main.num) = alarmcheck.Checked
            Hide()
        End If
    End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    Private Sub Btncc_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles btncc.Click
        resp = MessageBox.Show("ระบบจะไม่มีการบันทึกข้อมูลที่แก้ไขเมื่อออก", "Not Save
change", MessageBoxButtons.YesNo)
        If resp = MsgBoxResult.Yes Then
            Hide()
        End If

    End Sub

    Private Sub CheckBox1_CheckedChanged(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles alarmcheck.CheckedChanged
        If alarmcheck.Checked = True Then
            yalarm.Enabled = True
            ralarm.Enabled = True
        Else
            yalarm.Enabled = False
            ralarm.Enabled = False
        End If
    End Sub

    Private Sub Timer1_Tick(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles Timer1.Tick
        Dim p As String
        P = ((main.value(main.num, main.cnt) - main.min(main.num)) / (main.max(main.num) -
main.min(main.num))) * 100
        Label2.Text = p & " %"
        TextBox2.Text = ((main.value(main.num, main.cnt) - main.min(main.num)) /
(main.max(main.num) - main.min(main.num))) * main.full(main.num) & " " &
main.unit(main.num)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        TextBox3.Text = ((main.sum / 9) / (main.max(main.num) - main.min(main.num))) *
main.full(main.num) & "   " & main.unit(main.num) & "/วินาที"
        yalarm.Text = main.ydate(main.num).Date.ToShortDateString & "  " &
main.ytime(main.num).TimeOfDay.ToString
        ralarm.Text = main.rdate(main.num).Date.ToShortDateString & "  " &
main.rtime(main.num).TimeOfDay.ToString

        '-----------------สัญญาณไฟ-------------------------------------
        Dim nred, nyellow As Integer
        nyellow = 0
        nred = 0
        tst.Text = ""
        For i = main.num To main.num

            If main.alertenable(i, 0) = True Then
                If main.r(i, 0) > ((main.value(i, main.cnt) - main.min(i)) / (main.max(i) - main.min(i)))
* 100 Then
                    nred += 1
                    tst.Text += "%,"
                ElseIf main.y(i, 0) > ((main.value(i, main.cnt) - main.min(i)) / (main.max(i) -
main.min(i))) * 100 Then
                    nyellow += 1
                    tst.Text += "%,"
                End If
            End If

            If main.alertenable(i, 1) = True Then
                If main.r(i, 1) > ((main.value(i, main.cnt) - main.min(i)) / (main.max(i) - main.min(i)))
* main.full(i) Then
                    nred += 1
                    tst.Text += "V,"
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        ElseIf main.y(i, 1) > ((main.value(i, main.cnt) - main.min(i)) / (main.max(i) -
main.min(i))) * main.full(i) Then
          nyellow += 1
          tst.Text += "V,"
        End If
      End If

      If main.alertenable(i, 2) = True Then
        If main.r(i, 2) > ((main.sum / 9) / (main.max(i) - main.min(i))) * main.full(i) Then
          nred += 1
          tst.Text += "R-,"
        ElseIf main.y(i, 2) > ((main.sum / 9) / (main.max(i) - main.min(i))) * main.full(i) Then
          nyellow += 1
          tst.Text += "R-,"
        End If
      End If

      If main.alertenable(i, 3) = True Then
        If main.r(i, 3) < ((main.sum / 9) / (main.max(i) - main.min(i))) * main.full(i) Then
          nred += 1
          tst.Text += "R+,"
        ElseIf main.y(i, 3) < ((main.sum / 9) / (main.max(i) - main.min(i))) * main.full(i) Then
          nyellow += 1
          tst.Text += "R+,"
        End If
      End If

      If main.alertenable(i, 4) = True Then                                    'ยังใช้ไม่ได้
        If main.r(i, 4) > ((main.valuebatt(i) - main.min(i)) / (main.max(i) - main.min(i))) * 100
Then
          nred += 1
          tst.Text += "B,"
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        ElseIf main.y(i, 4) > ((main.valuebatt(i) - main.min(i)) / (main.max(i) - main.min(i))) *
100 Then
            nyellow += 1
            tst.Text += "B,"
        End If
    End If

    If main.alarmenable(i) = True Then                                    'ตั้งเวลา
        If main.rdate(i).Date <= Now().Date Then
            If main.rtime(i).TimeOfDay <= Now().TimeOfDay Then
                nred += 1
                tst.Text += "T,"

            ElseIf main.ydate(i).Date <= Now().Date Then
                If main.ytime(i).TimeOfDay <= Now().TimeOfDay Then
                    nyellow += 1
                    tst.Text += "T,"
                End If
            End If

        ElseIf main.ydate(i).Date <= Now().Date Then
            If main.ytime(i).TimeOfDay <= Now().TimeOfDay Then
                nyellow += 1
                tst.Text += "T,"
            End If
        End If
    End If
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Next
```

```
        If nred > 0 Then
            lamp1.ImageLocation = "C:\For Project\red round.gif"
            My.Computer.Audio.Play(main.sfname,
Microsoft.VisualBasic.AudioPlayMode.Background)
        ElseIf nyellow > 0 Then
            lamp1.ImageLocation = "C:\For Project\orange round.gif"
            My.Computer.Audio.Play(main.sfname,
Microsoft.VisualBasic.AudioPlayMode.Background)
        Else
            lamp1.ImageLocation = "C:\For Project\green round.gif"
            tst.Text = "OK"
        End If

        If main.rmt(main.num) = True Then
            lamp2.ImageLocation = "c:\For Project\red round.gif"
            My.Computer.Audio.Play(main.sfname,
Microsoft.VisualBasic.AudioPlayMode.Background)
        Else
            lamp2.ImageLocation = "c:\For Project\green round.gif"
        End If

        '----------------progressbar-----------------'

        If p = "NaN" Then
            ProgressBar3.Height = 138
        ElseIf p < 0 Then
            ProgressBar3.Height = 138
        ElseIf p = "Infinity" Then
            ProgressBar3.Height = 0
        Else
            ProgressBar3.Height = 138 - (p * 1.38)
        End If
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        TextBox1.Text = main.value(main.num, main.cnt)

        If main.rmt(main.num) = True Then
            Button2.Visible = True
        Else
            Button2.Visible = False
        End If

    End Sub

    Private Sub rename1_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles rename1.Click
        rename2.Visible = True
        rename3.visible = True
        rename1.Visible = False
        sname.ReadOnly = False
    End Sub

    Private Sub rename2_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles rename2.Click
        rename1.Visible = True
        rename2.Visible = False
        rename3.Visible = False
        sname.ReadOnly = True
        main.sname(main.num) = sname.Text

    End Sub

    Private Sub rename3_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles rename3.Click
        rename1.Visible = True
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        rename2.Visible = False
        rename3.Visible = False
        sname.ReadOnly = True
        sname.Text = main.sname(main.num)

    End Sub

    Private Sub Button2_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles Button2.Click
        main.rmt(main.num) = False
    End Sub
End Class
```

หน้าตั้งค่า

```
Public Class co
    Dim resp As MsgBoxResult
    Dim maxb As String
    Dim minb As String

    Private Sub co_Load(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles MyBase.Load
        TextBox1.Text = main.sname(main.num)
        TextBox6.Text = main.y(main.num, 0)
        TextBox11.Text = main.r(main.num, 0)
        TextBox7.Text = main.y(main.num, 1)
        TextBox12.Text = main.r(main.num, 1)
        TextBox8.Text = main.y(main.num, 2)
        TextBox13.Text = main.r(main.num, 2)
        TextBox9.Text = main.y(main.num, 3)
        TextBox14.Text = main.r(main.num, 3)
        fullbox.Text = main.full(main.num)
        unitbox.Text = main.unit(main.num)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        Label4.Text = main.unit(main.num)
        Label5.Text = main.unit(main.num) & "/วินาที"
        Label6.Text = main.unit(main.num) & "/วินาที"
        Label11.Text = main.value(main.num, main.cnt)
    End Sub
    Private Sub Btnok_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles btnok.Click
        resp = MessageBox.Show("ระบบจะบันทึกข้อมูลที่แก้ไขเมื่อออก", "Save change",
MessageBoxButtons.YesNo)
        If resp = MsgBoxResult.Yes Then

            main.max(main.num) = maxb
            main.min(main.num) = minb
            main.full(main.num) = fullbox.Text
            main.unit(main.num) = unitbox.Text

            main.alertenable(main.num, 0) = CheckBox1.Checked
            main.y(main.num, 0) = TextBox6.Text
            main.r(main.num, 0) = TextBox11.Text
            main.alertenable(main.num, 1) = CheckBox2.Checked
            main.y(main.num, 1) = TextBox7.Text
            main.r(main.num, 1) = TextBox12.Text
            main.alertenable(main.num, 2) = CheckBox3.Checked
            main.y(main.num, 2) = TextBox8.Text
            main.r(main.num, 2) = TextBox13.Text
            main.alertenable(main.num, 3) = CheckBox4.Checked
            main.y(main.num, 3) = TextBox9.Text
            main.r(main.num, 3) = TextBox14.Text
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            Hide()
        End If
```

```
    End Sub

    Private Sub Btncc_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles btncc.Click
        resp = MessageBox.Show("ระบบจะไม่มีการบันทึกข้อมูลที่แก้ไขเมื่อออก", "Not Save
change", MessageBoxButtons.YesNo)
        If resp = MsgBoxResult.Yes Then
            Hide()
        End If

    End Sub

    Private Sub GroupBox2_Enter(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles GroupBox2.Enter

    End Sub

    Private Sub CheckBox1_CheckedChanged(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles CheckBox1.CheckedChanged
        If CheckBox1.Checked = True Then
            TextBox6.Enabled = True
            TextBox11.Enabled = True
        Else
            TextBox6.Enabled = False
            TextBox11.Enabled = False
        End If

    End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    Private Sub CheckBox2_CheckedChanged(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles CheckBox2.CheckedChanged
```

```
        If CheckBox2.Checked = True Then
            TextBox7.Enabled = True
            TextBox12.Enabled = True
        Else
            TextBox7.Enabled = False
            TextBox12.Enabled = False
        End If

    End Sub

    Private Sub CheckBox3_CheckedChanged(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles CheckBox3.CheckedChanged
        If CheckBox3.Checked = True Then
            TextBox8.Enabled = True
            TextBox13.Enabled = True
        Else
            TextBox8.Enabled = False
            TextBox13.Enabled = False
        End If

    End Sub

    Private Sub CheckBox4_CheckedChanged(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles CheckBox4.CheckedChanged
        If CheckBox4.Checked = True Then
            TextBox9.Enabled = True
            TextBox14.Enabled = True
        Else
            TextBox9.Enabled = False
            TextBox14.Enabled = False
        End If
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    End Sub

    Private Sub maxbutton_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles maxbutton.Click
        maxb = main.value(main.num, main.cnt)
        Maxbox.Text = maxb
    End Sub

    Private Sub minbutton_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles minbutton.Click
        minb = main.value(main.num, main.cnt)
        Minbox.Text = minb
    End Sub

    Private Sub Button1_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles Button1.Click
        If Maxbox.ReadOnly = True Then
            Maxbox.ReadOnly = False
            maxbutton.Visible = False
        Else
            Maxbox.ReadOnly = True
            maxbutton.Visible = True
            maxb = Maxbox.Text
        End If
    End Sub

    Private Sub Button2_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles Button2.Click
        If Minbox.ReadOnly = True Then
            Minbox.ReadOnly = False
            minbutton.Visible = False
        Else
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        Minbox.ReadOnly = True
        minbutton.Visible = True
        minb = Minbox.Text
      End If
    End Sub

End Class
```

หน้าตั้งเวลา

```
Public Class wt
    Dim resp As MsgBoxResult

    Private Sub wt_Load(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles MyBase.Load
        TextBox1.Text = main.sname(main.num)
        DateTimePicker1.Value = main.ydate(main.num)
        DateTimePicker3.Value = main.ytime(main.num)
        DateTimePicker2.Value = main.rdate(main.num)
        DateTimePicker4.Value = main.rtime(main.num)

    End Sub

    Private Sub Btnok_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles btnok.Click
        resp = MessageBox.Show("ระบบจะบันทึกข้อมูลที่แก้ไขเมื่อออก", "Save change",
MessageBoxButtons.YesNo)
        If resp = MsgBoxResult.Yes Then
            main.ydate(main.num) = DateTimePicker1.Value
            main.ytime(main.num) = DateTimePicker3.Value
            main.rdate(main.num) = DateTimePicker2.Value
            main.rtime(main.num) = DateTimePicker4.Value
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        Hide()
    End If

End Sub

Private Sub Btncc_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
Handles btncc.Click
    resp = MessageBox.Show("ระบบจะไม่มีการบันทึกข้อมูลที่แก้ไขเมื่อออก", "Not Save
change", MessageBoxButtons.YesNo)
    If resp = MsgBoxResult.Yes Then
        Hide()
    End If

End Sub

End Class
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์

```
#include <16f877.h>
#device ADC=10

#use delay(clock=20000000)
#fuses HS,NOPROTECT,NOWDT,NOBROWNOUT
#include <string.h>
#use rs232(baud=9600,xmit=pin_c6,rcv=pin_c7)
#include <stdlib.h>


void main()
{

int16 snsr;
int16 rmt;
int16 tst;
set_tris_d(0xFF);
while (TRUE)
 {
if (!input(PIN_D0)) {
rmt=1;
}
 setup_adc_ports(RA0_ANALOG);
 setup_adc(ADC_CLOCK_INTERNAL);
 set_adc_channel(0);

 snsr=read_adc();
 printf("z");
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำ ดัดแปลง ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
delay_ms(10);
if (rmt==1) {
printf("r");
rmt=0;
}
printf("%f",snsr * (5.0/1023));
delay_ms(999);
}
}
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารคู่มืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

ข.1 เอกสารคู่มือการใช้งาน Strain gauge

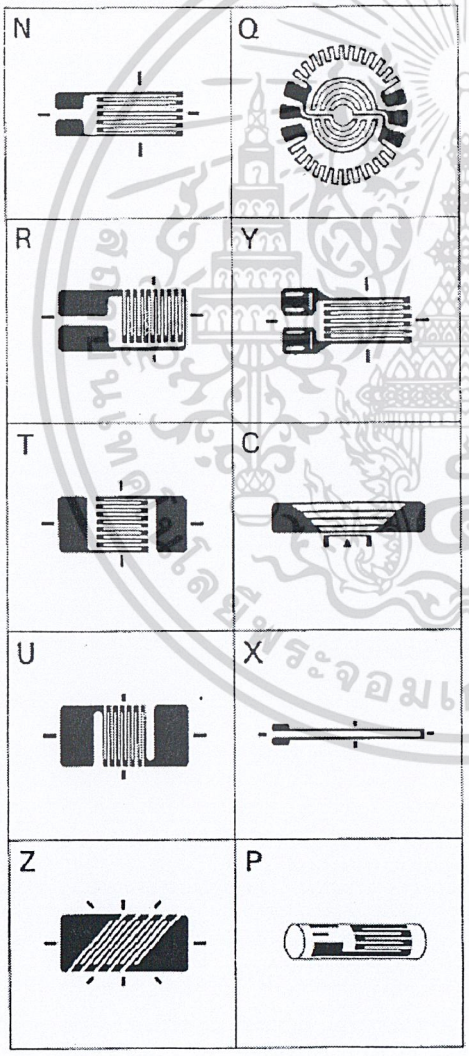
FOIL STRAIN GAUGES
CAT. NO.3008
5. 1981

RS 632-124 N11-MA2-120-11 2mm
RS 632-145 N11-MA2-120-23 2mm
RS 632-168 N11-MA5-120-11 5mm
RS 632-180 N11-MA5-120-23 5mm

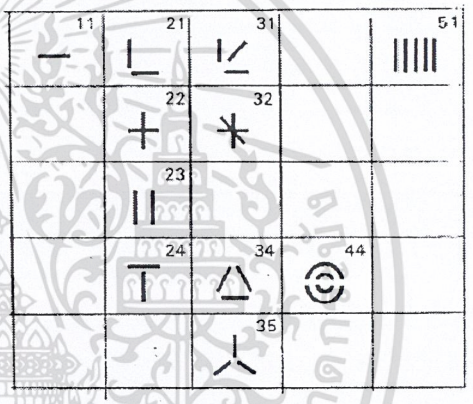
RS 308-102 N11-FA8-120-11 8mm
RS 308-118 N11-FA8-120-23 8mm

FOIL STRAIN GAUGES AND ACCESSORIES
(TERMINALS/CEMENT)

CODES FOR BASIC PATTERNS



CODES
FOR BASIC PATTERN COMBINATIONS



Y: Yielding type.
For measurement of large strains ranging to plastic sphere. Designed not to cause stress concentration at the point where leads are soldered.

C: For crack analysis.
Gauge grids are arranged in parallel. Gauge resistance increases in the form of stairs when a crack takes place somewhere within the grids.

X: For crack propagation detection.
With the lengthy grid of this gauge, cracks propagating extensively can be sensed.

P: For application to internal surface of pipes or threaded holes where gauges are difficult to install.
The test object is perforated for installation of this gauge inside. Note however that application is considerably critical as the gauge is likely to be damaged when installed or its performance is affected by air bubbles introduced during installation.

* **W:** Waterproof Moulded Type Strain Gauge
Vinyl cable (2 parallel wires of 1 mm. in external dia., resp.) is being connected with strain gauge and the gauge is moulded with special Epoxy resins. No special protection for waterproofing is necessary after its having been installed on the test object. This feature can be applied to all versions in Nxx-FA Series, except N34, N3b and Nb1.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FEATURES :

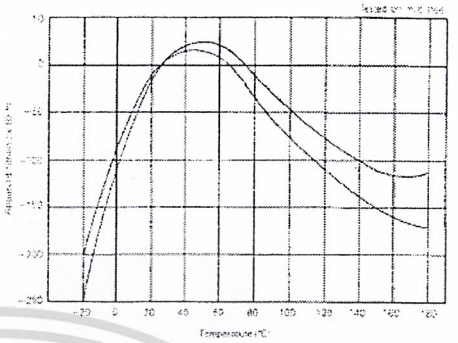
* Almost no effect on test object.
* Distant and multi-points measurements are possible.
* Applicable to both static and dynamic strains.
* Both surfaces being completely laminated, the gauge grids are entirely protected.
* The gauges, being fitted with leads, are easy to handle.

STANDARD SPECIFICATIONS :

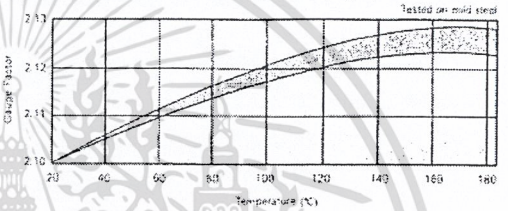
Gauge Length	0.3 mm. min. to 60 mm. max.
Measurable Strain	2 to 4% maximum. Up to 10% with foil yielding strain gauges.
Temperature Range	FA (Polyester Backing) −30°C to +80°C MA (Polyimide Backing) −30°C to +180°C
Thermal Output (See Fig. 1)	FA: Within ± 2με/°C (At room temperature up to +80°C) MA: Within ± 2με/°C (At room temperature up to +160°C) Within ± 5με/°C (At +160°C up to +180°C)
Gauge Factor Change with Temperature (See Fig. 2)	Within ± 0.015%/°C
Gauge Resistance Tolerance	Within ± 0.5% of the nominal resistance.
Gauge Factor	2.00 (Nominal)
Gauge Factor Tolerance	Within ± 1% of the value indicated on individual gauge packet for gauge lengths of 5 mm. to 60 mm. Within ± 2% of the value indicated on individual gauge packet for gauge lengths of 0.3 mm. to 3 mm.
Fatigue Life	More than 10^5 reversals at 1000×10^{-6} strain.

GENERAL PERFORMANCES OF TYPE N11-MA-5-120-11 STRAIN GAUGE

Thermal Output Characteristics (Fig.1)



Gauge Factor variation with temperature (Fig. 2)



CONFIGURATIONS :

N11-FA-5-350-16-L03

- Optional Specifications
  03 Length of Leads
  L Resin Clad Copper Wire (Up to 0.3m)
  W Waterproof Moulded Type* (See page 1)
  P Optional Pattern Type
  (Subject to special quotations)
- Linear Expansion Factor of Material against which Strain Gauge is self-temperature compensated and its base colour classification

Base Colour	Materials against which strain gauge is self-temperature compensated	Linear expansion factor of materials	Codes
Red	Mild steel	10.8×10^{-6}/°C	11
Orange	Stainless steel	16.2×10^{-6}/°C	16
Blue	Aluminium alloy	23.4×10^{-6}/°C	23

Remarks : Base colour classifications are made in FA Series only. Code of "11" for mild steel can be deleted.

- Gauge Resistance
  Expressing strain gauge nominal resistance in the unit of Ω. Can be deleted when nominal resistance is 120Ω.
- Gauge Length
  Expressing grid effective length in figures in the unit of mm.
- Foil Material
  A: Cu-Ni Alloy
- Base Material
  F: Polyester, M: Polyimide
- Basic Pattern and its Combinations

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PATTERNS AND SPECIFICATIONS :

Strain Gauge Pattern	Type	Nominal Resistance (Ω)	Dimensions (mm)				Approx. Gauge Factor	Material against which strain gauge is self-temperature compensated			Compatible Cement				Number of Gauges per Packet
			Grid		Base			Mild Steel (11)	Stainless Steel (16)	Aluminum Alloy (23)	F1	F3	18M	E110	
			Length	Width	Length	Width									
	N11-FA-03-120-(11,16,23)	120	0.3	1.8	3.5	2.5	1.9	●	●	●	●	●	●		10
	N11-FA- 1-120-(11,16,23)	120	1.0	1.5	4.0	2.5	2.0	●	●	●	●	●	●		
	N11-FA- 2- 60-(11)	60	2.0	1.6	6.0	2.5	2.0	●			●	●	●		
	N11-FA- 2-120-(11,16,23)	120	2.0	1.6	6.0	2.5	2.0	●	●	●	●	●	●		
	N11-FA- 2-350-(11,16,23)	350	2.0	2.2	7.0	3.5	2.0	●	●	●	●	●	●		
	N11-FA- 5- 60-(11)	60	5.0	1.8	9.5	3.5	2.1	●			●	●	●		
	N11-FA- 5-120-(11,16,23)	120	5.0	1.8	9.5	3.5	2.1	●	●	●	●	●	●		
	N11-FA- 5-350-(11,16,23)	350	5.0	2.6	11.0	4.0	2.1	●	●	●	●	●	●		
	N11-FA- 8-120-(11,16,23)	120	8.0	2.0	13.0	4.0	2.1	●	●	●	●	●	●		
	N11-FA- 8-350-(11,16,23)	350	8.0	4.0	14.0	6.0	2.1	●	●	●	●	●	●		
	N11-FA-10-120-(11,16,23)	120	10.0	2.2	15.0	5.0	2.1	●	●	●	●	●	●		
	N11-FA-10-350-(11,16,23)	350	10.0	4.5	18.0	6.5	2.1	●	●	●	●	●	●		
	N11-FA-10-600-(11)	600	10.0	3.0	16.0	5.0	2.1	●			●	●	●		
	N11-FA-10-1000-(11)	1000	10.0	4.5	15.0	6.0	2.0	●			●	●	●		
	N11-FA-30-120-(11)	120	30.0	1.2	40.0	4.5	2.1	●			●	●	●		
	N11-FA-60-120-(11)	120	60.0	2.2	65.0	5.5	2.1	●			●	●	●		
	N11-MA-03-120-(11,16,23)	120	0.3	1.8	3.5	2.5	1.9	●	●	●	●	●	●	●	
	N11-MA- 1-120-(11,16,23)	120	1.0	1.5	4.0	2.5	2.0	●	●	●	●	●	●	●	
	N11-MA- 2-120-(11,16,23)	120	2.0	1.6	6.0	2.5	2.0	●	●	●	●	●	●	●	
	N11-MA- 2-350-(11)	350	2.0	2.2	7.0	3.5	2.0	●			●	●	●	●	
	N11-MA- 5-120-(11,16,23)	120	5.0	1.8	9.5	3.5	2.1	●	●	●	●	●	●	●	
	N11-MA- 5-350-(11)	350	5.0	2.6	11.0	4.0	2.1	●			●	●	●	●	
	N11-MA- 8-120-(11,16,23)	120	8.0	2.0	13.0	4.0	2.1	●	●	●	●	●	●	●	
	N11-MA- 8-350-(11)	350	8.0	4.0	14.0	6.0	2.1	●			●	●	●	●	
	N11-MA-10-120-(11,16,23)	120	10.0	2.2	15.0	5.0	2.1	●	●	●	●	●	●	●	
	N11-MA-10-350-(11)	350	10.0	4.5	18.0	6.5	2.1	●			●	●	●	●	
	N11-MA-10-600-(11)	600	10.0	3.0	16.0	5.0	2.1	●			●	●	●	●	
	N11-MA-10-1000-(11)	1000	10.0	4.5	15.0	6.0	2.0	●			●	●	●	●	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

INSTRUCTIONS

In order to obtain the best possible results from a strain gauge installation it is important that care and attention is given to the preparation of the gauge, the surface of the specimen, and bonding techniques.
Whilst circumstances may call for variations in technique for particular installations, the following instructions based on extensive experience, should ensure the complete success of the bonding of Showa foil strain gauges. In applications where it is considered there may be special problems, we will be pleased to give any advice and assistance we can.

1. Specimen Surface Preparation.

An area larger than the installation should be cleared of all paint, rust etc., and finally smoothed with a fine grade emery paper or fine sand blasting to provide a sound bonding surface. The area should now be degreased with a solvent such as trichlorethylene and finally neutralised with a weak detergent solution. One should use tissue for this operation, wetting the surface and wiping off with clean tissues until the final tissue used is stain free. Care must be taken not to wipe grease from a surrounding area onto the prepared area or to touch the surface with the fingers.
This final cleaning should take place immediately prior to installing the strain gauges.

2. Strain Gauge Preparation.

Normally the gauge is ready for applying as soon as it is removed from the packet but, experience shows that some engineers prefer to roughen the back of the gauge before applying it. Extreme care should be taken and the area under the tags should be avoided. One method is to sprinkle pumice powder onto a piece of blotting paper and with one finger tip lightly rub the back of the gauge over the powder. Remove all products of the abrasion and wipe back of gauge with a tissue.

Note: It is advisable not to mix the adhesive until all the gauges to be installed have been prepared to this stage.

3. Strain Gauge Installation.

By sticking a short length of sellotape lengthways along the upper face of the gauge it may be picked up from a flat clean surface. Holding both ends of the tape, orientate the gauge in the desired location and stick the end of the tape furthermost from the tags, to the specimen. Bend the other end of the tape back on itself thereby exposing the back of the gauge.

Adhesives.

Three basic types of adhesives are recommended: (1) Epoxy resin, (2) Phenol-Epoxy resin and (3) pressure sensitive (Cyanoacrylate series) adhesive.

The single component pressure sensitive adhesive is recommended where fast bond and thin glue are optimum requirements as this adhesive reacts immediately upon water contained in the atmospheric air.

For an installation where long term stability under adverse atmospheric conditions is the main requirement one should use Epoxy or Phenol-Epoxy system. F3 cement is simple to use and may be cured at ambient room temperature, whilst F1 cement has excellent heat resistance quality. E110 is most suitable for use with MA Series (Polyimide backing) gauges for high temperature application.

i) Epoxy Adhesives F1 and F3.

Coat the exposed back of the gauge with adhesive and gently push the gauge down into position, at the same time wiping excessive adhesive to the two outside edges of the gauge. Stick the whole length of the sellotape to hold the gauge in position, cover the area with the piece of polyethylene provided and apply a light weight or clamp as required. Care should be taken that there is an even layer of adhesive and no air bubbles are left under the grid. The installation is now ready for curing. After curing remove the tape as per para. 4.

F1	10 parts resin : 2 parts hardener	2 hrs. at 100°C
F3	10 parts resin : 6 parts hardener	24 hrs. at room temp.

Of this two pack adhesive, the base material (A) is inert, and this should be harmless when in contact with human tissue.

The hardener (B) is slightly toxic and can possibly be harmful if allowed in contact with human tissue.

Warning:

1. *Do not allow the mixed or unmixed materials to contact skin. Protective gloves should be worn. Should skin be inadvertently contaminated it must be washed off immediately and thoroughly, with soap or detergent and water.*
2. *If heat is applied to accelerate the cure time of the adhesive then adequate ventilation is necessary to avoid inhalation of resulting fumes.*

ii) Phenol-Epoxy Adhesive E110.

The cement is spread by brush or by spatula on both the specimen surface and strain gauges and these must then be left in this condition and dried in a clean atmosphere for 1 to 3 hours in order to allow evaporation of solvents from the cement. If cement is applied by spraygun, the cement should be diluted before it is applied, by methyl-ethyl-keton until its solidity rate

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

reaches to 20%. After drying, both the strain gauges and the specimen surface are contacted face to face and clamped and heated in an oven for 30 minutes at 140°C to complete bonding.

iii) Pressure Sensitive Adhesive 18M.

Follow strain gauge installation instructions as above sticking one end of the tape down to the specimen completely up to the gauge. Drop a fillit of adhesive in the 'hinge' formed by the gauge and the specimen. Starting at the fixed end with one finger push the gauge down at the same time pushing the adhesive along the gauge in a single wiping motion until the whole gauge is stuck down. Apply pressure with the finger over the whole length of the gauge for one minute. Extra attention may need to be given to the tag and lead wire area.

4. Removing the tape.

Remove the tape by slowly and very carefully pulling it back over itself starting at the end furthermost from the tags. Do not pull upwards.

5. Wiring.

Showa strain gauges are fitted with short leads and it is standard practice to wire these to small stick-on or self adhesive terminals placed adjacent to the gauges. These serve as a bridge-completion point and a change-over point to the heavier wire required for the run to measuring or recording instruments.
The lead out wires from the gauges are fragile, and should be handled with care. Preparatory tinning of the ends of the leadout wires, connecting cables and terminals is recommended. Be sure to remove all traces of flux or soldering paste with trichlorethylene.

6. Installation Protection.

Showa strain gauges are encapsulated and therefore are protected from dust and draughts, etc. This encapsulation serves to make any required form of protection all the more efficient. In choosing a protective coating one should study completely the environment in which the installation is to function and the length of time the installation will be required to function in such environment. One should also pay special attention to the wiring especially if the installation is required to be immersed in water.
There are numerous forms of protection available and we will be pleased to advise you on your particular installation.

High Elongation (Yielding) Strain Gauges.

Generally speaking the foregoing instructions apply also for the bonding of high elongation gauges but there are some specific aspects of the technique which should be followed.

a F3 or 18M cement is recommended, but in each case the layer of cement between the gauge and specimen surface must be as thin and uniform as possible.
b It is desirable not to apply any coating material to the installation. Silicone rubber, however, may be thinly applied if necessary.
c Lead out wires should be raised and looped in order to keep them free from strains taking place in the test object.
d Terminals should be used and an excessive amount of solder on the terminals should be avoided.

"P" Series Gauge ("Pipe" Gauge)

This series is intended, for measurement, to be inserted into the test object. Care should be exercised for the handling and installation of this gauge especially when carrying the gauge into the hole prepared on the test object. Removal of air bubbles from the adhesive mixture is also very important in order to prevent any damages from taking place on the gauge or to attain the better measuring results.

Brief instructions:—

a Prepare a hole of 2.3 mm dia. on the test object.
b F1 or F3 cement is used for "P" Series gauge. Apply a well mixed adhesive eliminating any air bubbles to the internal surface of that hole. Insert the gauge gently into the hole.
c After having applied adhesive to the hole and placed the gauge in position, the adhesive is left cured as per para. 3.i).
d Wire the strain gauge leads to terminals placed adjacent to the hole. Care should be given to the fact that the leads, if covered with splashes of adhesive, are likely to be broken.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข.2 เอกสารคู่มือการใช้งาน TSOP 4838

VISHAY

TSOP48..

Vishay Telefunken

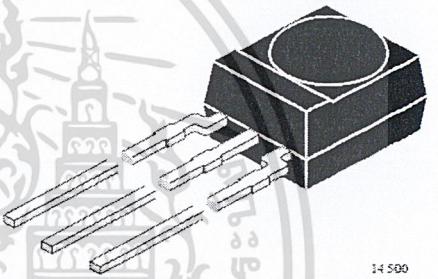
Photo Modules for PCM Remote Control Systems

Available types for different carrier frequencies

Type	fo	Type	fo
TSOP4830	30 kHz	TSOP4833	33 kHz
TSOP4836	36 kHz	TSOP4837	36.7 kHz
TSOP4838	38 kHz	TSOP4840	40 kHz
TSOP4856	56 kHz		

Description

The TSOP48.. – series are miniaturized receivers for infrared remote control systems. PIN diode and preamplifier are assembled on lead frame, the epoxy package is designed as IR filter.
The demodulated output signal can directly be decoded by a microprocessor. TSOP48.. is the standard IR remote control receiver series, supporting all major transmission codes.

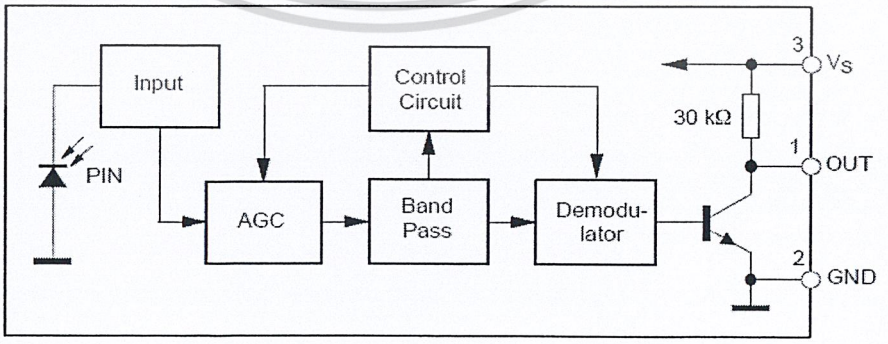


14 599

Features

- Photo detector and preamplifier in one package
- Internal filter for PCM frequency
- Improved shielding against electrical field disturbance
- TTL and CMOS compatibility
- Output active low
- Low power consumption
- High immunity against ambient light
- Continuous data transmission possible (800 bit/s)
- Suitable burst length ≥10 cycles/burst

Block Diagram



9612226

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TSOP48..

Vishay Telefunken

Absolute Maximum Ratings

T_{amb} = 25°C

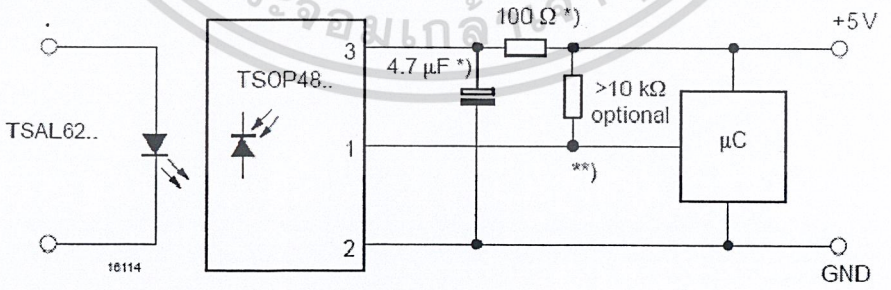
Parameter	Test Conditions	Symbol	Value	Unit
Supply Voltage	(Pin 3)	V_S	–0.3...6.0	V
Supply Current	(Pin 3)	I_S	5	mA
Output Voltage	(Pin 1)	V_O	–0.3...6.0	V
Output Current	(Pin 1)	I_O	5	mA
Junction Temperature		T_j	100	°C
Storage Temperature Range		T_{stg}	–25...+85	°C
Operating Temperature Range		T_{amb}	–25...+85	°C
Power Consumption	(T_{amb} ≦ 85 °C)	P_{tot}	50	mW
Soldering Temperature	t ≦ 10 s, 1 mm from case	T_{sd}	260	°C

Basic Characteristics

T_{amb} = 25°C

Parameter	Test Conditions	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
Supply Current (Pin 3)	V_S = 5 V, E_v = 0	I_{SD}	0.8	1.1	1.5	mA
	V_S = 5 V, E_v = 40 klx, sunlight	I_{SH}		1.4		mA
Supply Voltage (Pin 3)		V_S	4.5		5.5	V
Transmission Distance	E_v = 0, test signal see fig.7, IR diode TSAL6200, I_F = 250 mA	d		35		m
Output Voltage Low (Pin 1)	I_{OSL} = 0.5 mA, E_e = 0.7 mW/m²	V_{OSL}			250	mV
Irradiance (30 – 40 kHz)	Pulse width tolerance: $t_{pi} - 5/f_o < t_{po} < t_{pi} + 6/f_o$, test signal see fig.7	$E_{e\,min}$		0.2	0.4	mW/m²
Irradiance (56 kHz)	Pulse width tolerance: $t_{pi} - 5/f_o < t_{po} < t_{pi} + 6/f_o$, test signal see fig.7	$E_{e\,min}$		0.3	0.6	mW/m²
Irradiance	$t_{pi} - 5/f_o < t_{po} < t_{pi} + 6/f_o$	$E_{e\,max}$	30			W/m²
Directivity	Angle of half transmission distance	$\varphi_{1/2}$		±45		deg

Application Circuit



*) recommended to suppress power supply disturbances

**) The output voltage should not be hold continuously at a voltage below 3.3V by the external circuit.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Suitable Data Format

The circuit of the TSOP48.. is designed in that way that unexpected output pulses due to noise or disturbance signals are avoided. A bandpassfilter, an integrator stage and an automatic gain control are used to suppress such disturbances.
The distinguishing mark between data signal and disturbance signal are carrier frequency, burst length and duty cycle.

The data signal should fullfill the following condition:

- Carrier frequency should be close to center frequency of the bandpass (e.g. 38kHz).
- Burst length should be 10 cycles/burst or longer.
- After each burst which is between 10 cycles and 70 cycles a gap time of at least 14 cycles is necessary.
- For each burst which is longer than 1.8ms a corresponding gap time is necessary at some time in the data stream. This gap time should be at least 4 times longer than the burst.
- Up to 800 short bursts per second can be received continuously.

Some examples for suitable data format are:
NEC Code, Toshiba Micom Format, Sharp Code, RC5 Code, RC6 Code, R–2000 Code.

When a disturbance signal is applied to the TSOP48.. it can still receive the data signal. However the sensitivity is reduced to that level that no unexpected pulses will occure.

Some examples for such disturbance signals which are suppressed by the TSOP48.. are:

- DC light (e.g. from tungsten bulb or sunlight)
- Continuous signal at 38kHz or at any other frequency
- Signals from fluorescent lamps with electronic ballast with high or low modulation (see Figure A or Figure B).

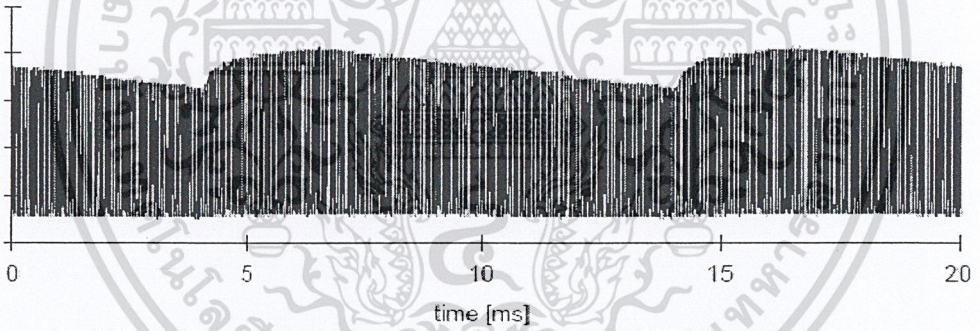


Figure A: IR Signal from Fluorescent Lamp with low Modulation

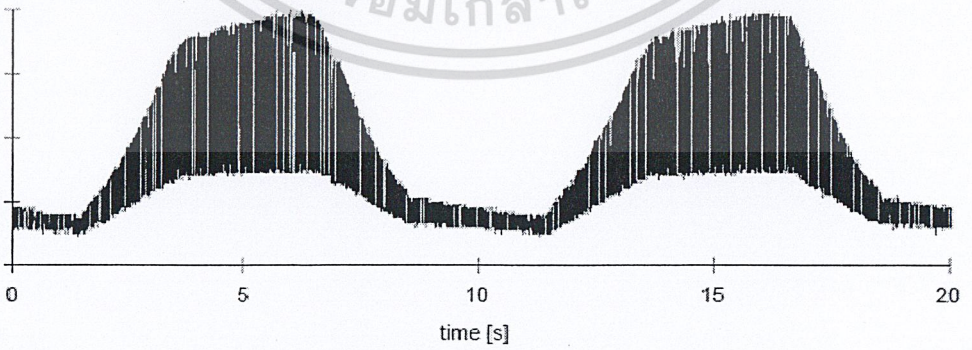


Figure B: IR Signal from Fluorescent Lamp with high Modulation

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TSOP48..

Vishay Telefunken

Typical Characteristics (T_{amb} = 25°C unless otherwise specified)

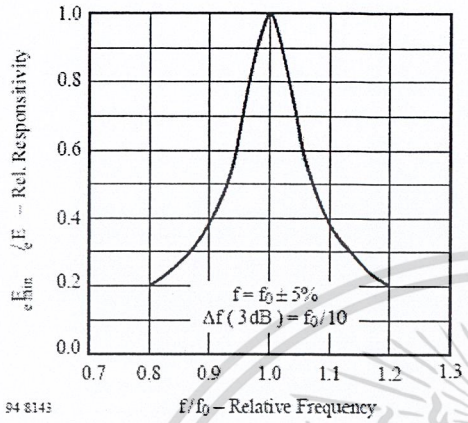


Figure 1. Frequency Dependence of Responsivity

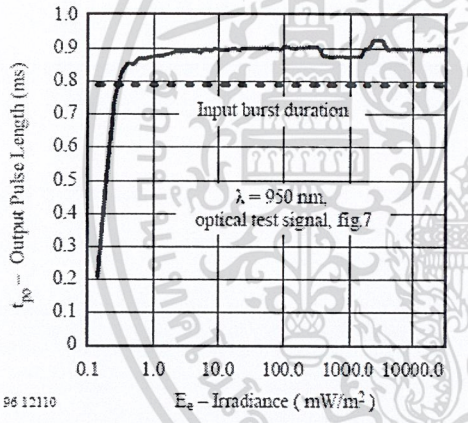


Figure 2. Sensitivity in Dark Ambient

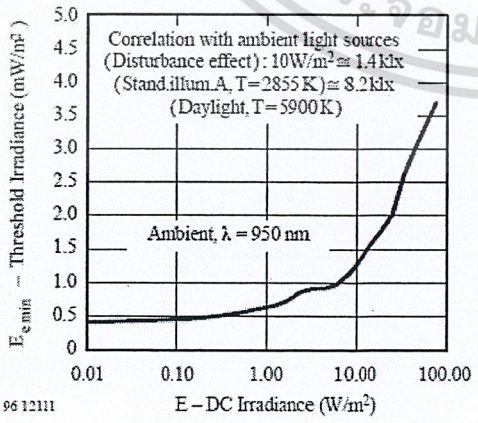


Figure 3. Sensitivity in Bright Ambient

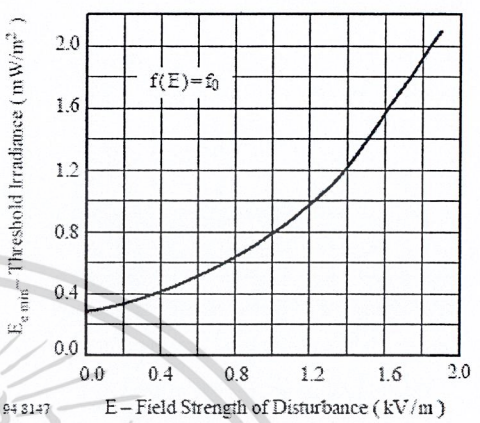


Figure 4. Sensitivity vs. Electric Field Disturbances

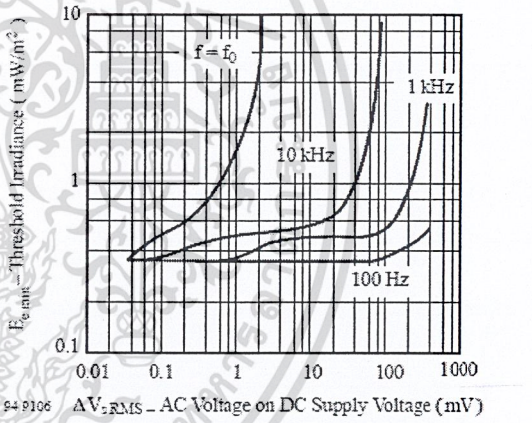


Figure 5. Sensitivity vs. Supply Voltage Disturbances

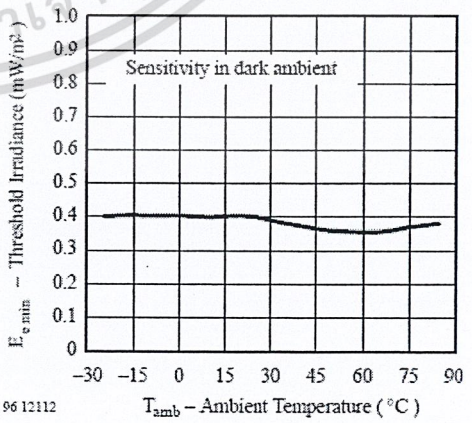
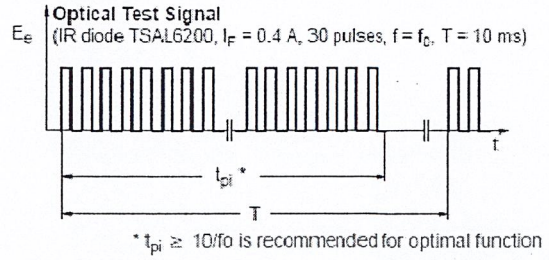


Figure 6. Sensitivity vs. Ambient Temperature

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



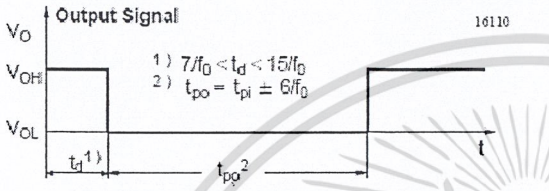


Figure 7.

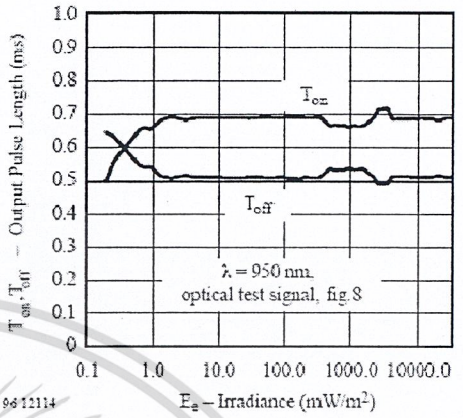


Figure 10. Output Pulse Diagram

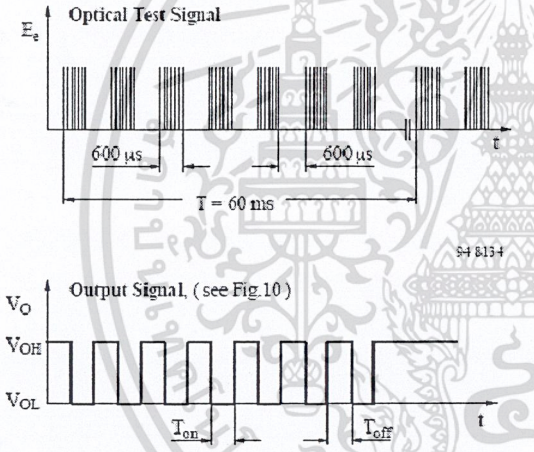


Figure 8. Output Function

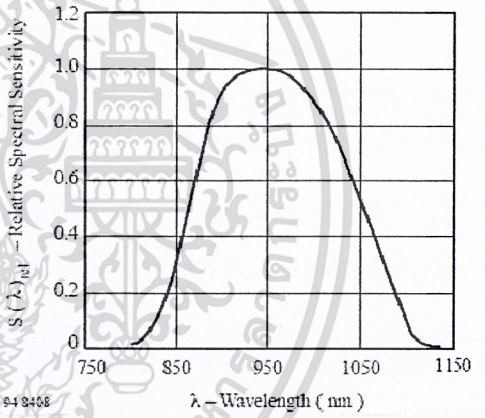


Figure 11. Relative Spectral Sensitivity vs. Wavelength

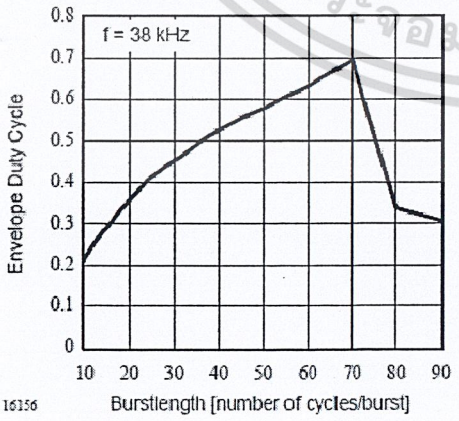


Figure 9. Max. Envelope Duty Cycle vs. Burstlength

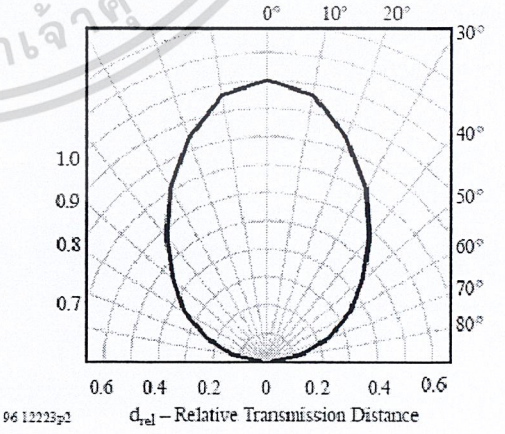


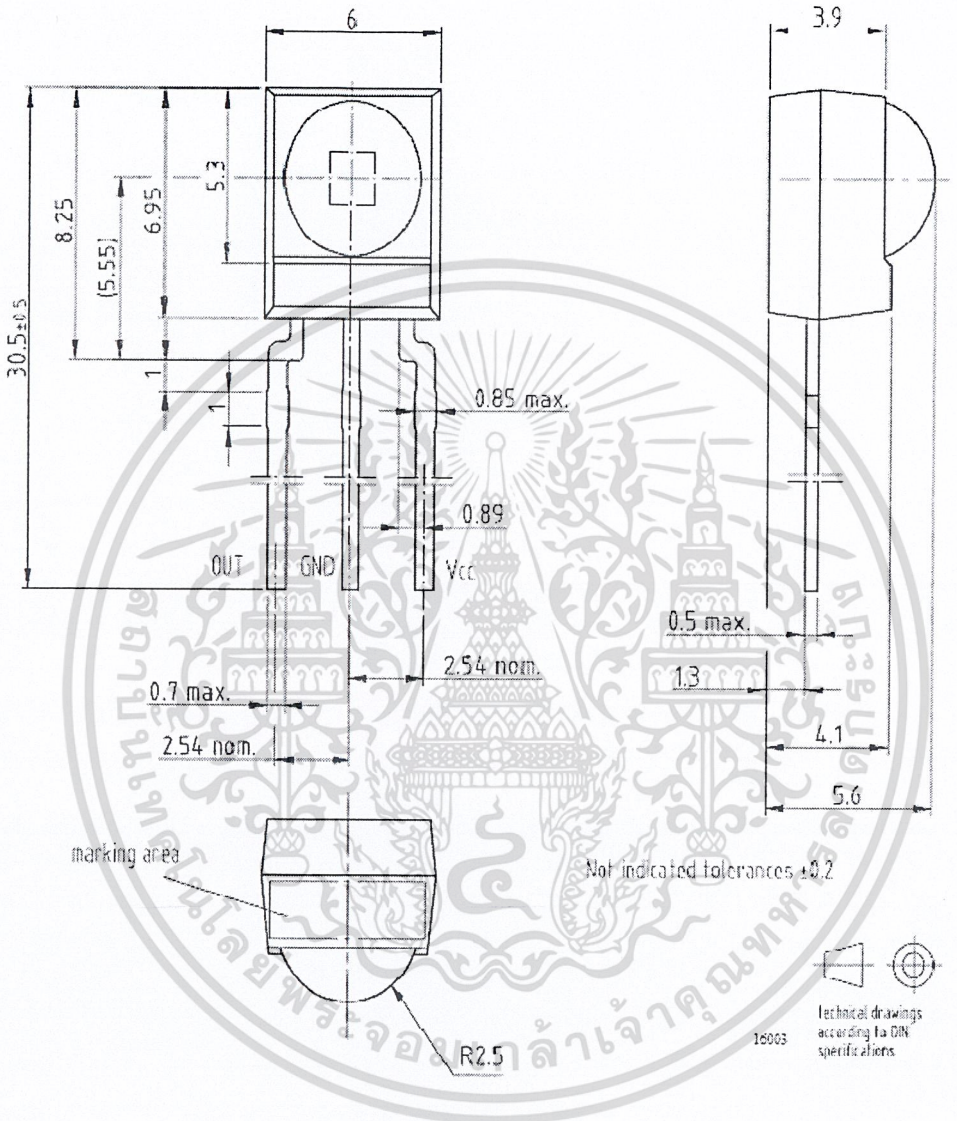
Figure 12. Directivity

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TSOP48..

Vishay Telefunken

Dimensions in mm



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ozone Depleting Substances Policy Statement

It is the policy of **Vishay Semiconductor GmbH** to

1. Meet all present and future national and international statutory requirements.

2. Regularly and continuously improve the performance of our products, processes, distribution and operating systems with respect to their impact on the health and safety of our employees and the public, as well as their impact on the environment.

It is particular concern to control or eliminate releases of those substances into the atmosphere which are known as ozone depleting substances (ODSs).

The Montreal Protocol (1987) and its London Amendments (1990) intend to severely restrict the use of ODSs and forbid their use within the next ten years. Various national and international initiatives are pressing for an earlier ban on these substances.

Vishay Semiconductor GmbH has been able to use its policy of continuous improvements to eliminate the use of ODSs listed in the following documents.

1. Annex A, B and list of transitional substances of the Montreal Protocol and the London Amendments respectively

2. Class I and II ozone depleting substances in the Clean Air Act Amendments of 1990 by the Environmental Protection Agency (EPA) in the USA

3. Council Decision 88/540/EEC and 91/690/EEC Annex A, B and C (transitional substances) respectively.

Vishay Semiconductor GmbH can certify that our semiconductors are not manufactured with ozone depleting substances and do not contain such substances.

We reserve the right to make changes to improve technical design and may do so without further notice.
Parameters can vary in different applications. All operating parameters must be validated for each customer application by the customer. Should the buyer use Vishay-Telefunken products for any unintended or unauthorized application, the buyer shall indemnify Vishay-Telefunken against all claims, costs, damages, and expenses, arising out of, directly or indirectly, any claim of personal damage, injury or death associated with such unintended or unauthorized use.

Vishay Semiconductor GmbH, P.O.B. 3535, D-74025 Heilbronn, Germany
Telephone: 49 (0)7131 67 2831, Fax number: 49 (0)7131 67 2423

เอกสารนี้เผยแพร่ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข.3 เอกสารคู่มือการใช้งาน Xbee Pro

Quick Start Guide

XBee™/XBee-PRO™ OEM Development Kits

Introduction
Range Test Setup
Point-to-point Range Test
Point-to-multipoint Networks
Addressing Considerations

Create long range wireless links in minutes!

Introduction

This Quick Start Guide provides step-by-step instruction on how to setup wireless links and test the modules' ability to transport data over varying ranges and conditions. This guide illustrates how to setup and run a point-to-point range test; then how to expand into a point-to-multipoint topology.

Range Test Setup

Required Components

(2) OEM RF Modules (any combination of XBee & XBee-PRO Modules)

(1) USB Interface Board* (for interfacing between an RF module & host PC)

(1) RS-232 Interface Board (for looping data back to the base from a remote)

(1) PC (Windows 2000 or XP) with an available USB (or RS-232*) port.
Required installations: X-CTU Software & USB drivers (Note: Drivers for LINUX and Mac OS X are provided on the CD, but the X-CTU Software will only run on Windows.)

Accessories (1 USB Cable, 1 Serial Loopback Adapter [RED] & 1 power supply)

** XBee Professional Developer Kits (XB24-PDK) contain four RS-232 boards. An RS-232 board (w/ RS-232 cable & power supply) can be used in lieu of the USB option.*

Software Installations

Install X-CTU Software

Double-click "setup_X-CTU.exe" file and follow prompts of the installation screens. This file is located on the MaxStream CD and under the 'Software' section of the following web page: www.maxstream.net/support/downloads.php

The X-CTU Software interface is divided into the four following tabs:

- PC Settings - Setup PC serial com ports to interface with the RF module
- Range Test - Test the range of wireless links under varying conditions
- Terminal - Read/Set RF module parameters and monitor data communications
- Modem Configuration - Read/Set RF module parameters

© 2006 MaxStream, Inc. All rights reserved.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Software Installations (continued)

Install USB Drivers (Hardware USB Bus & Virtual Com Port drivers)

The following steps were recorded while using the Windows XP operating system.

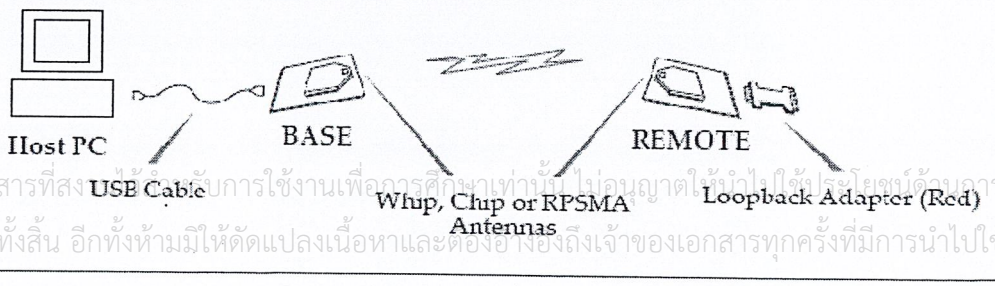
1. Verify the MaxStream CD is inserted into the CD drive.
2. Connect the USB development board to a PC using USB cable.
   ▶After the module assembly is detected by the PC, a "Found New Hardware Wizard" dialog box should appear.
3. Select the 'No, not this time' option; then select the 'Next' button.
4. Select 'Install from a specific list or location (Advanced)' option; then select the 'Next' button.
5. a.Select the 'Search for the best driver in these locations' option.
   b.Check 'Search removable media (CD-ROM...)' box; then select 'Next'.
   ▶The "Windows Logo Testing" alert box appears.
6. Select the 'Continue Anyway' button.
7. Select the 'Finish' button.
8. Repeat steps 2 through 6 to install the next driver.
9. Reboot the PC if prompted to do so.

Hardware Setup

Setup Point-to-point Wireless Data Link

1. Mount XBee/XBee-PRO Modules to the USB & RS-232 development boards.
   ▶The module mounted to the USB board will be referred to as the "BASE".
   The module mounted to the RS-232 board will be referred to as the "REMOTE".
2. [Only if using modules that have the U.FL antenna connector]
   Connect the RF Cable Assembly to the U.FL antenna connector and RPSMA half-wave dipole antenna.
3. After installing the X-CTU Software and USB drivers, connect the BASE module assembly to the PC using a standard USB cable [Figure 1].
4. Attach the Serial Loopback Adapter [red] to the female DB 9 connector of the REMOTE module assembly.
   The Serial Loopback Adapter configures the REMOTE to function as a repeater by looping data back into the module for retransmission [Figure 1].
5. Power the REMOTE through the RS-232 development board's power connector using the power adapter included in the development kit.
   The BASE is powered through its USB connection.

Figure 1. Hardware Setup



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Point-to-point Range Test

Use the "PC Settings" and "Range Test" tabs of the X-CTU Software to:

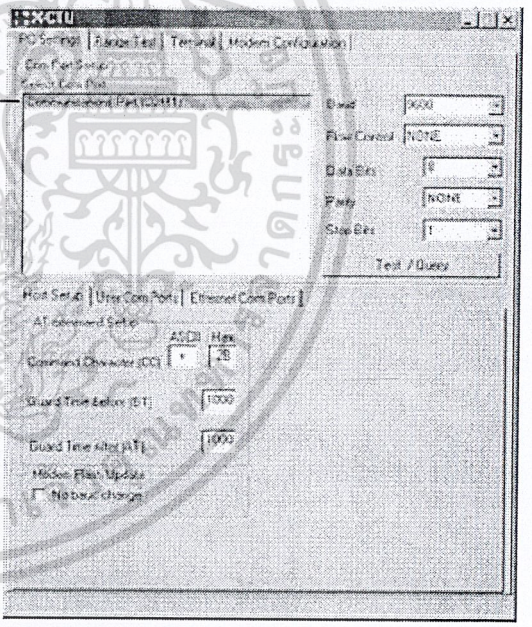
- Setup a PC Serial Com Port for communications with the BASE module assembly
- Determine the range capabilities of the XBee/XBee-PRO Modules

The out-of-box default configuration of the module is optimal for running this range test.

Run Range Test

1. Launch the X-CTU Software: *(Start --> Programs --> MaxStream --> X-CTU)*
2. Under the "PC Settings" tab [Figure 2], select the PC serial com port from the list that will be used to connect to the BASE module assembly. Before proceeding, verify the baud and data settings of the com port match those of the RF module.
3. Select the "Range Test" tab. [Figure 3]
4. (Optional) Check the "RSSI" checkbox to enable its display.
5. Click the 'Start' button to begin the range test.
6. Move the REMOTE (with red Serial Loopback Adapter) away from the BASE to find the maximum range of the wireless link.

Figure 2. PC Settings tab



② PC Com Port

NOTE: Failure to enter AT Command Mode is most commonly due to baud rate mismatch. Ensure the 'Baud' setting on the "PC Settings" tab matches the interface data rate of the module [BD (Interface Data Rate) parameter = 9600 bps by default].

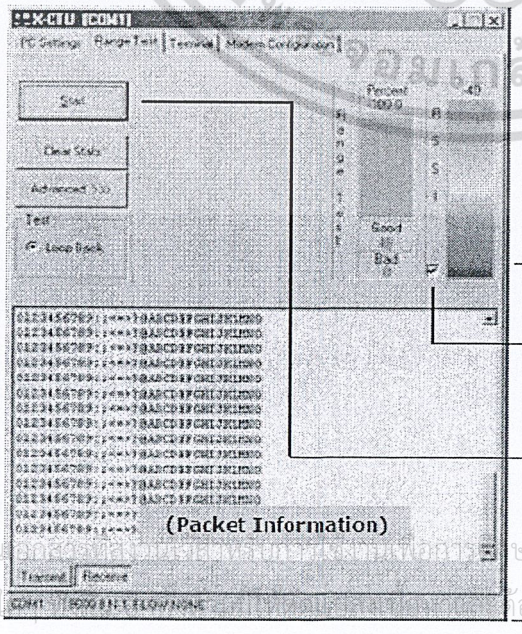


Figure 3. Range Test tab

④ RSSI checkbox
RSSI stands for "Received Signal Strength Indicator"

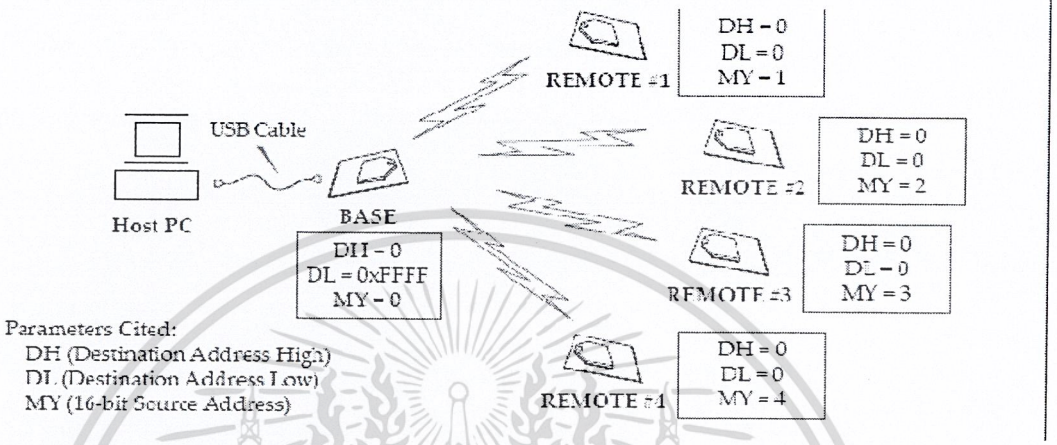
⑤ Start/(Stop) button

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Point-to-multipoint Networks

Point-to-multipoint topologies require that one BASE module be configured to operate in Broadcast Mode [see 'Addressing Considerations' section]. REMOTE modules can operate either in Broadcast or Unicast Mode. The figure below depicts a typical point-to-multipoin network that contains one BASE (Broadcast Mode) and four REMOTES (Unicast Mode).

Figure 4. Sample Point-to-multipoint Network Configuration



RF Module Configuration

To configure RF module parameters:

- Install X-CTU Software (& USB drivers if connecting to the host via a USB port)
- Setup a USB or RS-232 connection between the module and host PC [page 2]
- On the X-CTU "PC Settings" tab [Figure 2]: Verify com port and module settings match; then select the PC com port that will be used to connect to the BASE
- On the X-CTU "Modem Configuration" tab: Select the 'Read' button, modify parameters, then select the 'Write' button.

This is one of several configuration methods. Refer to the manual for more information.

Addressing Considerations

Unicast Mode

By default, XBee/XBee-PRO Modules are configured to operate in Unicast Mode - retries are enabled and receiving modules send an ACK (acknowledgement) of RF packet reception to the transmitter. If the transmitting module does not receive an ACK, it re-sends the RF data packet up to three times or until the ACK is received.

Default addressing parameters:

MY (16-bit Source Address) = 0
DL (Destination Address Low) = 0
DH (Destination Address High) = 0

Broadcast Mode

For one RF module to communicate to many modules, one module (BASE) must be configured to operate in Broadcast Mode. When in Broadcast Mode, retries and acknowledgements are disabled. Broadcast Mode is enabled by setting Destination Addresses as follows:

DL (Destination Address Low) = 0x00000000
DH (Destination Address High) = 0x0000FFFF

Refer to the product manual for more information regarding addressing.

Contact MaxStream (Office hours are 8am – 5pm U.S. Mountain standard time)

Phone: (801) 765-9885, Live Chat: www.maxstream.net, E-mail: rf-xperts@maxstream.net

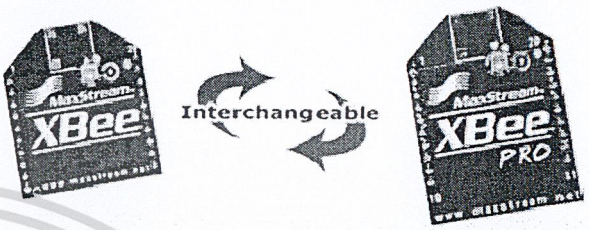
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

XBee™ OEM RF Modules

ZigBee™/802.15.4 OEM RF Modules by MaxStream, Inc.

XBee™

Indoor/urban Range:	up to 100' (30 m)
Outdoor line-of-sight Range:	up to 300' (100 m)
Transmit Power Output:	1 mW (0 dBm)
Power-down Current:	< 10 µA
Operating Frequency:	2.4 GHz
RF Data Rate:	250,000 bps



XBee-PRO™

Indoor/urban Range:	up to 300' (100 m)
Outdoor line-of-sight Range:	up to 1 mile (1.6 km)
Transmit Power Output:	100 mW (20 dBm) EIRP
Power-down Current:	< 10 µA
Operating Frequency:	2.4 GHz
RF Data Rate:	250,000 bps

RS-232 & USB interface packages available

Easy-to-Use! No configuration is necessary for out-of-box RF operation. Simply feed data into one module, then the data is sent out the other end of the wireless link. If more advanced functionality is needed, the modules support an extensive set of AT commands.

Key Features

Price-to-Performance Value.
Due to innovations stamped in its design, the XBee-PRO yields 2-3x the range of standard ZigBee modules. This allows OEMs & integrators to cover more ground with fewer devices.
Additionally, XBee Modules are easy-to-use and therefore greatly reduce the cost of data system development.

Low Power Consumption.
XBee Modules require little power (45 mA TX current for the XBee, 215 mA for the XBee-PRO). Additionally, sleep modes are supported that enable power-down currents that reach below 10 µA.

Receiver Sensitivity.
MaxStream modules 'hear' what others cannot; therefore supplying greater range and reliability in wireless links.
For every 6 dB gained in TX power or RX sensitivity, OEMs and integrators can double the range of a wireless link. XBee Modules outperform higher costing modules due in large part to range gained through superior RX sensitivity.

Worldwide Acceptance.
FCC (U.S.A.), IC (Canada) and ETSI (Europe)
Systems that contain XBee/XBee-PRO Modules can operate under the certifications obtained by MaxStream. Further testing is not required. Contact MaxStream for more details.

Sample Applications

Security systems & lighting controls

Home automation & building control

Home appliances & fire/CO2 alarms

Monitoring of remote systems

Sensor data capture in embedded networks

Call today!
- Free RF Consultation
- Volume Discounts
- Development Kit Options

MaxStream®
(866) 765-9885 toll-free in U.S. & Canada
(801) 765-9885 worldwide
www.maxstream.net

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

XBee™ & XBee-PRO™ 2.4 GHz OEM RF Modules

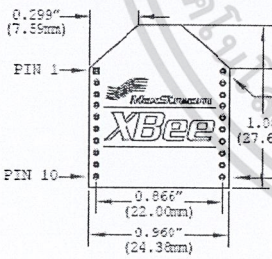
Specifications		XBee	XBee-PRO
Performance	Indoor/Urban Range	up to 100 ft. (30 m)	up to 300 ft. (100 m)
	Outdoor RF line-of-sight Range	up to 300 ft. (100 m)	up to 1 mile (1.6 km)
	Transmit Power Output	1 mW (0 dBm)	60 mW (18 dBm)*, 100 mW EIRP*
	RF Data Rate	250,000 bps	250,000 bps
	Receiver Sensitivity	-92 dBm (1% PER)	-100 dBm (1% PER)
Power Requirements	Supply Voltage	2.8 – 3.4 V	2.8 – 3.4 V
	Transmit Current (typical)	45 mA (@ 3.3 V)	215 mA (@ 3.3 V, 18 dBm)
	Idle / Receive Current (typical)	50 mA (@ 3.3 V)	55 mA (@ 3.3 V)
	Power-down Current	< 10 µA	< 10 µA
General	Frequency	ISM 2.4 GHz	ISM 2.4 GHz
	Dimensions	0.960" x 1.087" (2.438cm x 2.761cm)	0.960" x 1.297" (2.438cm x 3.294cm)
	Operating Temperature	-40 to 85° C (industrial)	-40 to 85° C (industrial)
	Antenna Options	U.FL Connector, Chip Antenna or Integrated Whip Antenna	U.FL Connector, Chip Antenna or Integrated Whip Antenna
Networking and Security	Supported Network Topologies	Point-to-Point, Point-to-Multipoint, Peer-to-Peer and Mesh	Point-to-Point, Point-to-Multipoint, Peer-to-Peer and Mesh
	Number of Channels	15 Direct Sequence Channels (software selectable)	12 Direct Sequence Channels (software selectable)
	Filtration Options	PAN ID, Channel & Source/Destination Addresses	PAN ID, Channel & Source/Destination Addresses
Agency Approvals	FCC Part 15.247	OUR-XBEE	OUR-XBEEPRO
	Industry Canada (IC)	4214A-XBEE	4214A-XBEEPRO
	Europe (CE)	ETSI	ETSI (Max TX output = 10 mW)

Specifications are subject to change without notice.

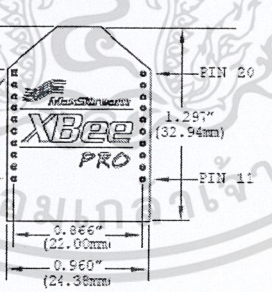
* When operating in Europe: XBee-PRO Modules must be configured to operate at a maximum TX power output level of 10 dBm (power output level is set using the PL command). Additionally, European regulations stipulate an EIRP power maximum of 12.86 dBm (19 mW).

Mechanical Drawings

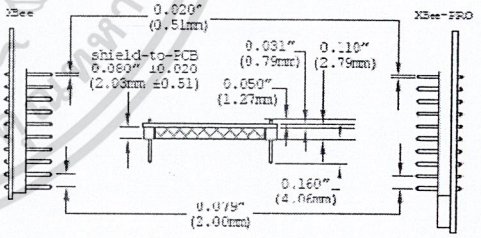
XBee
(actual size, top view)



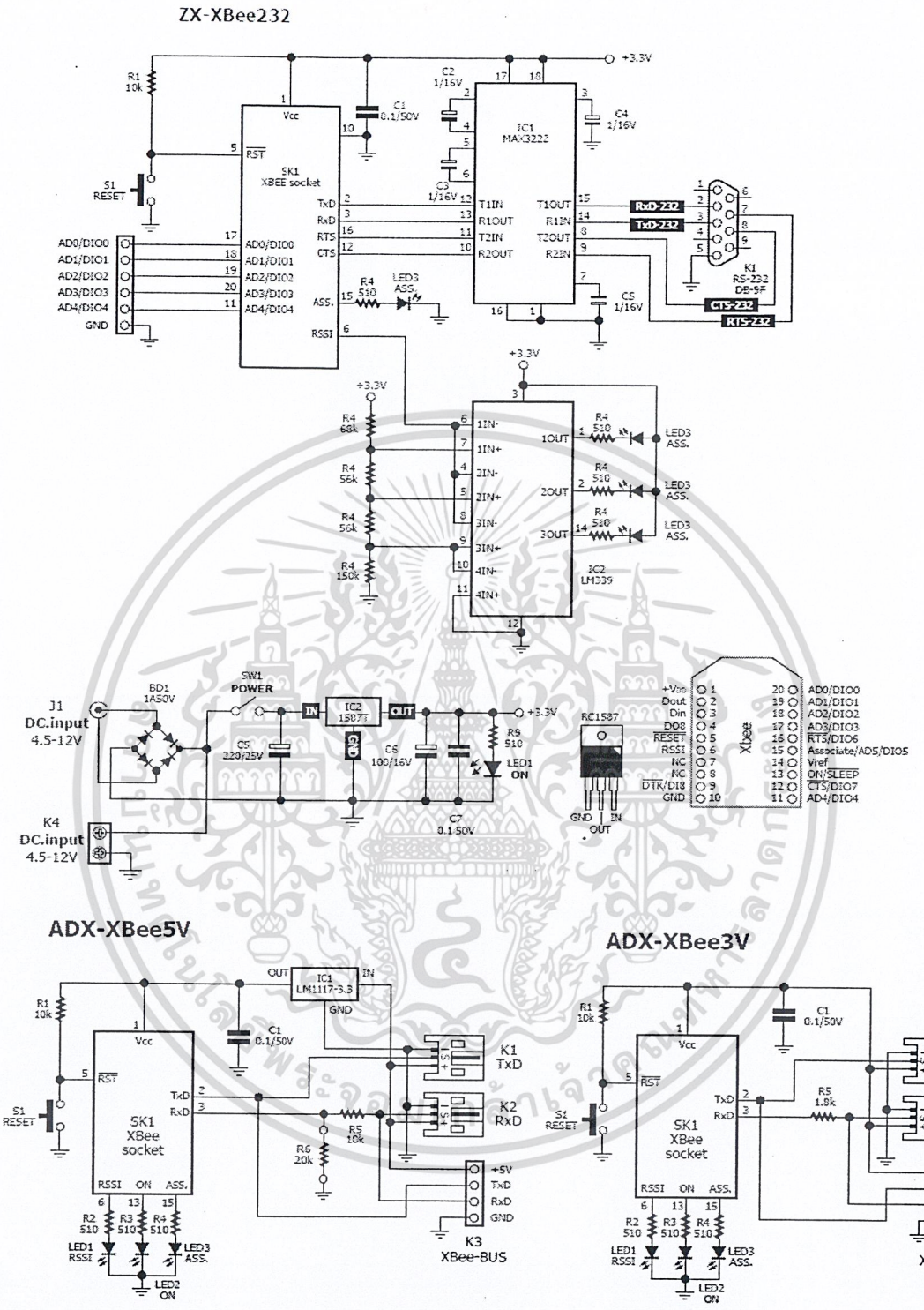
XBee-PRO
(actual size, top view)



XBee & XBee-PRO
(actual size, side views)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] ประจิน พลังสันติกุล. **PIC Works Example and C Source Code.** พ.ศ.2537. กรุงเทพมหานคร : บริษัท แอพซอฟต์เทค จำกัด.

[2] บัญชา ปะสีละเตสัง. **พัฒนาแอปพลิเคชันด้วย Visual Basic 2008.** พ.ศ.2552. กรุงเทพมหานคร. : บริษัท วี.พริ้นท์(1991)จำกัด.

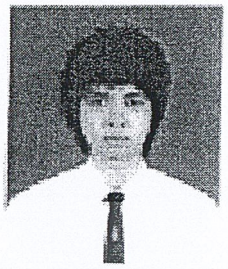
[3] สัจจะ จรัสรุ่งรวีวร. **คู่มือการเขียนโปรแกรมและใช้งาน Visual Basic .NET ฉบับสมบูรณ์** พิมพ์ครั้งที่ 1. นนทบุรี : บริษัทด่านสุทธาการพิมพ์ จำกัด

[4] ผศ. ดร.วรพงศ์ ตั้งศรีรัตน์. **เซนเซอร์ และ ทรานดิวเซอร์: ทฤษฎีและการประยุกต์ใช้ในระบบการวัดและระบบควบคุม** พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ ส.ส.ท. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น). 2551.

[5] ดอนสัน ปงผาบ. ทิพวัลย์ คำน้ำนอง. **ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC และการประยุกต์ใช้งาน.** พ.ศ. 2537. กรุงเทพมมานคร : สำนักพิมพ์ ส.ส.ท. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้จัดทำ



นาย ธนกฤต หันหาบุญ

เกิดวันที่ 13 มิถุนายน พ.ศ.2531

สำเร็จมัธยมศึกษาจาก โรงเรียนกรรณสูตศึกษาลัย จังหวัดสุพรรณบุรี

เข้ารับการศึกษาที่คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชา วิศวกรรมระบบควบคุม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในปี พ.ศ.2550

Tel: 087-4065389

E-mail: styles_koo@hotmail.com

ความสามารถทางคอมพิวเตอร์และการใช้โปรแกรม: Microsoft Office , Auto cad , Solid work

ทักษะทางภาษาต่างประเทศ : ภาษาอังกฤษ

ฝึกงานที่ บริษัท MCS Automation technology co. ระหว่างเดือน เมษายน ถึง เดือน พฤษภาคม 2553

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้จัดทำ

นางสาววลัยพร สาลีพัชราภรณ์

เกิดวันที่ 8 กุมภาพันธ์ 2532

สำเร็จมัธยมศึกษาตอนปลายจาก โรงเรียนวิสุทธรังษี จ.กาญจนบุรี

เข้าศึกษาที่คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในปี พ.ศ. 2550

Tel : 082-5695951

E-mail : zounds_yan@msn.com

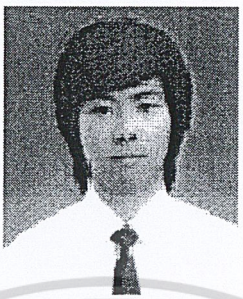
ความสามารถทางคอมพิวเตอร์และการใช้โปรแกรม : Microsoft office, Protel 99SE, Solid Work 2008

ทักษะทางภาษาต่างประเทศ คือ ภาษาอังกฤษ

ผึกงานภาคฤดูร้อนที่ บริษัท ปตท.เคมิคอล จำกัด (มหาชน) ระหว่างเดือนเมษายน ถึง เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2553

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้จัดทำ



นายวีรภัทร บุญวิภัทรเสวี

เกิดวันที่ 18 กุมภาพันธ์ 2532

สำเร็จมัธยมศึกษาจากโรงเรียนกรรณสูตศึกษาลัยจังหวัดสุพรรณบุรี

เข้าศึกษาที่คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในปี พ.ศ. 2550

Tel, : 086-5031130

E-mail : violentstorm_v@hotmail.com

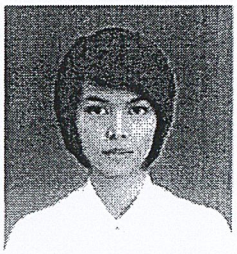
ความสามารถทางคอมพิวเตอร์และการใช้โปรแกรม : Microsoft office , Protel 99SE, Solid Work 2008, Visual Basic 2010

ทักษะทางภาษาต่างประเทศ คือ ภาษาอังกฤษ

ฝึกงานที่ บริษัทพิศนุการช่าง ระหว่างเดือนเมษายน ถึง เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2553

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้จัดทำ



นางสาววีรยา กัลณา

เกิดวันที่ 24 กันยายน 2530

สำเร็จมัธยมศึกษาจากโรงเรียนตาคลีประชาสรรค์ อำเภอตาคลี จังหวัดนครสวรรค์

เข้าศึกษาที่คณะวิศวกรรมศาตร์ สาขาวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในปี พ.ศ. 2550

Tel. 085-8724048

E-mail : ket_sexygirl@hotmail.com

ความสามารถทางคอมพิวเตอร์และการใช้โปรแกรม : Microsoft office , Protel 99, Solid Work 2008

ทักษะทางภาษาต่างประเทศ คือ ภาษาอังกฤษ

ฝึกงานที่ บริษัทมิซซูบิชิ.เฮฟวี่ อินดัสทรี่ส์-มหาจักร แอร์คอนดิชั่นเนอร์ จำกัด มหาชน ระหว่างเดือนเมษายน ถึง เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2553

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้