

ระบบวัดระดับน้ำแบบไร้สาย  
Wireless Water-level measurement system

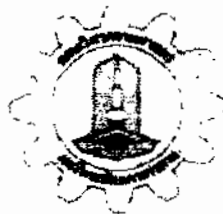
ปริญญานิพนธ์

ของ

ภาคพงษ์ อมรวงศ์ 55010373019

ภาณุพงศ์ ชาสุรีย์ 55010373020

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเมคาทรอนิกส์  
ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557  
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม



คณะกรรมการสอบปริญญาโท ได้พิจารณาปริญญาโท ฉบับนี้แล้วเห็นสมควรรับเป็น  
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์ ของ  
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบปริญญาโท

.....  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เกียรติสิน กาญจนวนิชกุล)

ประธานกรรมการ

.....  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีรยุทธ ขาดีชนะยืนยง)

กรรมการ

.....  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เกสร วงศ์เกษม)

กรรมการ

.....  
(อาจารย์วัชรวิทย์ คาวสว่าง)

อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโท

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ได้อนุมัติให้รับปริญญาโท ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์ ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

.....  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เกสร วงศ์เกษม)  
หัวหน้าสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

## กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณห้องวิจัยและปฏิบัติงาน คณะวิศวกรรมศาสตร์EN2-208 มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่อนุญาตให้ใช้สถานที่ในการทำวิจัย ประกอบโครงสร้างและวงจรต้นแบบเครื่องวัดระดับน้ำ โดยใช้ เซนเซอร์ชนิดอัลตราโซนิกทรานสดิวเซอร์และการจัดทำปริญญานิพนธ์ในครั้งนี้จะไม่ประสบผลสำเร็จได้ หากขาดบุคคลดังต่อไปนี้ที่ให้ความช่วยเหลือและสนับสนุนการทำปริญญานิพนธ์ให้บรรลุตาม วัตถุประสงค์ ทางผู้จัดทำจึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอกราบขอบพระคุณ ท่านอาจารย์วัชรวิชัย ดาวสว่างอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ซึ่งได้ สละเวลาให้ความช่วยเหลือ ให้ความรู้ ความเข้าใจในการจัดทำปริญญานิพนธ์ ตลอดจนช่วยตรวจทาน แก้ไขปริญญานิพนธ์ จนทำให้ปริญญานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ ท่านอาจารย์ทศพล มานะศรี อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมที่ได้ให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อการจัดทำปริญญานิพนธ์ ตลอดจนได้ให้วิชาความรู้ในการเรียน ระดับวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต จนผู้จัดทำสามารถนำไปประยุกต์และแก้ไขให้การจัดทำปริญญานิพนธ์ใน ครั้งนี้ออกมามีความครบถ้วนสมบูรณ์ยิ่งขึ้นรวมทั้งให้การสนับสนุน จนปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงแล้ว ได้ด้วยดี

ท้ายสุดนี้ ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัวของผู้จัดทำ ที่ได้ช่วยส่งเสริม สนับสนุน กระตุ้นเตือน คอยเอาใจใส่ดูแล ให้กำลังใจและทุนทรัพย์ในการจัดทำปริญญานิพนธ์ ด้วยดี ตลอดมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณา และปรารถนาดีของทุกท่านเป็นอย่างยิ่ง จึงขอขอบพระคุณไว้ ณ โอกาสนี้

ภัคพงษ์ อมรวงศ์  
ภาณุพงศ์ ขาสุรีย์

|                  |                                            |
|------------------|--------------------------------------------|
| ชื่อเรื่อง       | ระบบวัดระดับน้ำแบบไร้สาย                   |
| ผู้วิจัย         | นายภักพงษ์ อมรวงศ์<br>นายภาณุพงศ์ ชาสุรีย์ |
| อาจารย์ที่ปรึกษา | อาจารย์วัชรวิชัย ดาวสว่าง                  |
| ปริญญา           | วศ.บ. สาขาวิชา วิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์       |
| มหาวิทยาลัย      | มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ปีที่พิมพ์ 2558       |

### บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของปฏิญานพินธ์นี้เพื่อศึกษาระบบวัดระดับน้ำแบบไร้สายด้วยเซนเซอร์ชนิดอัลตราโซนิกโดยใช้หลักการสะท้อนเสียงข้อมูลที่ได้จากเซนเซอร์ชนิดอัลตราโซนิกถูกส่งไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านทางระบบส่งข้อมูลไร้สายด้วยความถี่ 2.4 กิกะเฮิรตซ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำการประมวลผลข้อมูลและแสดงผลระดับน้ำบนหน้าจอ ระดับน้ำยังสามารถถูกส่งไปยังคอมพิวเตอร์เพื่อบันทึกผลและยังสามารถแสดงบนเว็บเบราว์เซอร์ผ่านทางอินเทอร์เน็ต นั่นคือ ผู้ใช้สามารถเฝ้าตรวจค่าระดับน้ำได้ทุกที่

ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า ระบบวัดระดับน้ำแบบไร้สายสามารถรับ-ส่งสัญญาณข้อมูลได้ไกลสูงสุด 370 เมตรในที่โล่ง ข้อมูลที่ถูกจัดเก็บประกอบด้วย ระดับน้ำ วันและเวลา ระดับน้ำยังสามารถถูกเข้าถึงได้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ทุกสถานที่ทุกเวลา อย่างไรก็ตาม ความผิดพลาดของระดับน้ำเกิดจากการสะท้อนของเสียงที่ถูกดูดซับหรือหักเหโดยวัตถุที่เสียงเคลื่อนที่ผ่าน

**TITLE** A Wireless Water-level Measurement System  
**AUTHOR** Mr. Pakkapong Amornwong  
Mr. Panupong Chasury.  
**ADVISOR** Mr. Wacharawish Daosawang  
**DEGREE** B.Eng. (mechatronics Engineering)  
**UNIVERSITY** Mahasarakham University **YEAR** 2015

### **ABSTRACT**

The objective of this project was to study a wireless water-level measurement system using an ultrasonic sensor based on the principle of sound reflection. The data from the ultrasonic sensor was sent to the microcontroller via the wireless data transmission systems with the frequency of 2.4 Gigahertz. The microcontroller processed the data and showed the water level on the display. Also, the water level can be transmitted to the computer for recording and it can be displayed on the web browser via the Internet, i.e., the user can monitor the water level anywhere.

The experimental results showed that the wireless water-level measurement system can send and receive the data up to 370 meters in the open environment. Information that was recorded included the water level, date and time. The water level can be also accessed via the Internet anytime and anywhere. However, errors of the water level were caused by the reflection of the sound that was absorbed or refracted by objects as it traveled through.

## สารบัญ

| บทที่                                                                         | หน้า |
|-------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1 บทนำ .....                                                                  | 1    |
| หลักการและเหตุผล .....                                                        | 1    |
| วัตถุประสงค์ของการศึกษา .....                                                 | 1    |
| ขอบเขตการศึกษา .....                                                          | 1    |
| ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ .....                                               | 2    |
| แผนการดำเนินการศึกษา .....                                                    | 2    |
| สถานที่ดำเนินการศึกษา .....                                                   | 2    |
| งบประมาณ .....                                                                | 3    |
| 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง .....                                                    | 4    |
| การตรวจวัดระดับน้ำ .....                                                      | 4    |
| วิธีการวัดระดับน้ำ .....                                                      | 5    |
| เครื่องตรวจวัดระดับน้ำ .....                                                  | 7    |
| ไมโครคอนโทรลเลอร์ .....                                                       | 12   |
| การสื่อสารไร้สาย (Wireless communication) .....                               | 19   |
| การใช้ Arduino ติดต่อกับคอมพิวเตอร์เพื่อการแสดงผลผ่านเครือข่าย Internet ..... | 21   |
| งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....                                                   | 23   |
| 3 วิธีดำเนินการศึกษา .....                                                    | 25   |
| แผนผังดำเนินงานวิจัย .....                                                    | 25   |
| บล็อกไดอะแกรมของระบบวัดระดับน้ำแบบไร้สาย .....                                | 25   |
| ระบบวัดระดับน้ำแบบไร้สาย ภาควิทย (Transmitter) .....                          | 26   |
| ระบบวัดระดับน้ำแบบไร้สาย ภาควิทย (Receive) .....                              | 26   |
| การเลือกใช้อุปกรณ์เบื้องต้น .....                                             | 27   |
| เซนเซอร์อัลตราโซนิกทรานสดิวเซอร์ ( Ultrasonic Transducer ) .....              | 27   |
| ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล ARDUINO UNO .....                                     | 28   |
| โมดูลสื่อสารไร้สายระยะไกล NRF24L01+PA+LNA Module .....                        | 29   |
| การบันทึกค่าและเก็บข้อมูล.....                                                | 30   |
| การบันทึกข้อมูลโดยใช้โปรแกรม PLX-DAQ .....                                    | 31   |



## สารบัญ (ต่อ)

| บทที่                                                                  | หน้า |
|------------------------------------------------------------------------|------|
| การทดลอง .....                                                         | 31   |
| ทดลองความถูกต้องในการวัดระยะของ Ultrasonic transducer .....            | 31   |
| ทดลองการรับส่งข้อมูลแบบไร้สายด้วยโมดูล NRF24L01 .....                  | 32   |
| ทดลองการบันทึกข้อมูลด้วยโปรแกรม PLX-DAQ .....                          | 33   |
| ทดสอบทั้งระบบ .....                                                    | 34   |
| 4 แผนการดำเนินงาน .....                                                | 35   |
| ส่วนประกอบและการการออกแบบ .....                                        | 35   |
| ภาคส่งข้อมูล .....                                                     | 35   |
| ภาครับข้อมูล .....                                                     | 36   |
| การคำนวณสมการเพื่อใช้ในการวัดระดับความลึกของน้ำ .....                  | 37   |
| ทดสอบวัดค่าระยะทางโดยเปรียบเทียบ Ultrasonic Sensor กับ ดัลต์เมตริกความ |      |
| คลาดเคลื่อน .....                                                      | 38   |
| ทดสอบระยะการรับส่งข้อมูลของโมดูลรับสัญญาณอินเตอร์เน็ต nRF24L01 .....   | 39   |
| ทดสอบรับส่งข้อมูลในพื้นที่โล่ง .....                                   | 39   |
| ทดสอบรับส่งข้อมูลในพื้นที่มีสิ่งกีดขวาง .....                          | 40   |
| การติดตั้งและการใช้งานโปรแกรม PLX-DAQ ร่วมกับโปรแกรม Arduino .....     | 42   |
| การเก็บข้อมูลผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์ร่วมกับโปรแกรม PLX-DAQ ไร้ถังเครื่อง |      |
| คอมพิวเตอร์ .....                                                      | 43   |
| วิธีการ Forward Port ของ Modem ZTE ZXV10 W300 .....                    | 45   |
| ทดสอบนำค่าที่วัดขึ้นระบบอินเตอร์เน็ตด้วย Ethernet shield .....         | 47   |
| 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ .....                                   | 48   |
| สรุปและอภิปรายผล .....                                                 | 48   |
| ปัญหาและข้อเสนอแนะ .....                                               | 48   |
| บรรณานุกรม .....                                                       | 50   |
| ภาคผนวก .....                                                          |      |
| ภาคผนวก ก .....                                                        | 52   |
| ภาคผนวก ข .....                                                        | 61   |
| ภาคผนวก ค .....                                                        | 66   |
| ประวัติย่อผู้วิจัย .....                                               |      |

## บัญชีภาพประกอบ

### ภาพประกอบ

### หน้า

|                                                                                  |    |
|----------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1 การติดตั้งแผ่นวัดระดับน้ำ .....                                                | 5  |
| 2 เครื่องมือวัดระดับน้ำแบบลูกลอย .....                                           | 6  |
| 3 ระบบโทรมาตรเพื่อการพยากรณ์น้ำและเตือนภัยลุ่มน้ำ .....                          | 7  |
| 4 เครื่องมือวัดระดับน้ำแบบแผ่นวัดระดับน้ำ .....                                  | 8  |
| 5 เครื่องมือวัดระดับน้ำแบบใช้เส้นลวดและลูกตุ้มน้ำหนัก .....                      | 8  |
| 6 เครื่องมือวัดระดับน้ำแบบทุ่นลอย .....                                          | 9  |
| 7 เครื่องมือวัดระดับน้ำแบบใช้ฟองอากาศ .....                                      | 9  |
| 8 เครื่องมือวัดระดับน้ำแบบวัดความดัน .....                                       | 10 |
| 9 เครื่องวัดระดับน้ำโดยใช้อุปกรณ์ทางแสง .....                                    | 10 |
| 10 การวัดระดับของเหลวด้วยคลื่นอัลตราโซนิก .....                                  | 11 |
| 11 เครื่องวัดระดับน้ำแบบเรดาร์ .....                                             | 12 |
| 12 ชุดโมดูลบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino .....                                  | 14 |
| 13 สถาปัตยกรรมขั้นสูงแบบ RISC .....                                              | 17 |
| 14 ไอซี ATmega 328P .....                                                        | 17 |
| 15 การต่อโมดูล NRF24L01 ร่วมกับบอร์ด Arduino Uno .....                           | 20 |
| 16 การใช้ Arduino ติดต่อกับคอมพิวเตอร์เพื่อการแสดงผลผ่านเครือข่าย Internet ..... | 21 |
| 17 web browser ที่ใช้ ไม่ว่าจะเป็น Internet Explorer Chrome หรือ Safari .....    | 22 |
| 18 บล็อกไดอะแกรมของระบบวัดระดับน้ำแบบไร้สาย .....                                | 25 |
| 19 ระบบวัดระดับน้ำแบบไร้สาย ภาควิทย (Transmitter) .....                          | 26 |
| 20 ระบบวัดระดับน้ำแบบไร้สาย ภาควิทย (Receive) .....                              | 26 |
| 21 Ultrasonic ranging module US-020 .....                                        | 27 |
| 22 บอร์ด ARDUINO UNO R3 .....                                                    | 28 |
| 23 NRF24L01+PA+LNA Module พร้อมเสาอากาศ .....                                    | 29 |
| 24 รูปแบบการใช้งานโปรแกรม PLX-DAQ บนคอมพิวเตอร์ .....                            | 30 |
| 25 การต่อ เซนเซอร์ Ultrasonic Module US-020 ร่วมกับ Arduino uno .....            | 31 |
| 26 การอ่านค่าที่วัดได้ผ่านทาง Serial monitor ของโปรแกรม Arduino .....            | 31 |
| 27 การทดสอบการรับส่งข้อมูล โดยการส่งข้อความ .....                                | 32 |
| 28 การส่งข้อความไปยังส่วนของตัวรับ .....                                         | 32 |
| 29 ทดสอบรับค่าเซนเซอร์ โดยใช้ตัวต้านทานปรับค่าได้ .....                          | 33 |
| 30 การแสดงผลของโปรแกรม PLX-DAQ .....                                             | 33 |

## บัญชีภาพประกอบ(ต่อ)

| ภาพประกอบ                                                                          | หน้า |
|------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 31 ส่วนประกอบและการการออกแบบภาคส่งข้อมูล .....                                     | 35   |
| 32 ส่วนประกอบและการการออกแบบภาครับข้อมูล .....                                     | 36   |
| 33 แสดงระยะต่างๆของระบบตรวจวัด .....                                               | 37   |
| 34 ทดสอบวัดระยะเปรียบเทียบกลับเมตรกับเซ็นเซอร์ .....                               | 38   |
| 35 การทดสอบรับสัญญาณในที่โล่ง .....                                                | 39   |
| 36 ระยะการรับสัญญาณสูงสุดในที่โล่ง .....                                           | 39   |
| 37 ทดสอบรับส่งข้อมูลในพื้นที่มีสิ่งกีดขวาง .....                                   | 40   |
| 38 ระยะการรับสัญญาณสูงสุดในที่มีสิ่งกีดขวาง .....                                  | 41   |
| 39 เปิดโปรแกรม Arduino เพื่อตั้ง Com Port .....                                    | 42   |
| 40 การตั้งค่าโปรแกรม PLX-DAQ เพื่อเชื่อมต่อรับข้อมูลกับ Arduino .....              | 42   |
| 41 สถานที่ติดตั้งอุปกรณ์รับ-ส่งข้อมูล .....                                        | 43   |
| 42 ภาคส่งสัญญาณข้อมูล .....                                                        | 43   |
| 43 ภาครับสัญญาณข้อมูล .....                                                        | 44   |
| 44 ตัวอย่างการเก็บข้อมูล .....                                                     | 44   |
| 45 กราฟระยะเวลาเทียบกับข้อมูลความสูงของน้ำในสระน้ำ .....                           | 45   |
| 46 พิมพ์ <a href="http://192.168.1.1">http://192.168.1.1</a> ที่ช่อง Address ..... | 45   |
| 47 คลิกที่แถบ Advance .....                                                        | 46   |
| 48 Start Port และ End Port ใส่เลข Port ที่ต้องการ .....                            | 47   |
| 49 ทดสอบระบบอินเทอร์เน็ตด้วย Ethernet shield .....                                 | 47   |
| 50 แสดงการอ่านค่าผ่านทางเครือข่ายระบบอินเทอร์เน็ต .....                            | 47   |

## บัญชีตาราง

| ตาราง                                                                       | หน้า |
|-----------------------------------------------------------------------------|------|
| 1 ตารางแผนการดำเนินการศึกษา .....                                           | 2    |
| 2 ตารางแสดงฟังก์ชันการทำงานของ ATmega 328P .....                            | 18   |
| 3 ตารางการทดสอบเปรียบเทียบความยาวระหว่างตลับเมตรกับ Ultrasonic Sensor ..... | 38   |
| 4 ตารางการทดสอบรับส่งข้อมูลในพื้นที่โล่ง .....                              | 40   |
| 5 ตารางการทดสอบรับส่งข้อมูลในพื้นที่มีสิ่งกีดขวาง .....                     | 41   |



## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 หลักการและเหตุผล

ภัยน้ำท่วมเป็นภัยธรรมชาติที่รุนแรงขึ้นทุกปีในทุกภูมิภาคของบ้านเรา โดยปกติภัยน้ำท่วมเกิดจากฝนตกหนัก น้ำป่าไหลหลาก ซึ่งอาจมีสาเหตุจากพายุหมุนเขตร้อนลมมรสุมมีกำลังแรง ร่องความกดอากาศต่ำมีกำลังแรง อากาศแปรปรวน น้ำทะเลหนุน แผ่นดินไหว เชื้อนพัง โดยเฉพาะจังหวัดจันทบุรี เมื่อถึงฤดูฝนจะตกหนักทำให้น้ำในแม่น้ำล้นตลิ่งเป็นประจำทุกปี จากรายงานสถานการณ์น้ำในจังหวัดจันทบุรี หลังฝนตกต่อเนื่องทุกวัน ส่งผลให้มีปริมาณน้ำเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะฝายยาง ตำบลจันทนิมิต อำเภอเมือง วัดได้ 4.65 เมตร จุดวิกฤตอยู่ที่ 5.50 เมตร แม่น้ำจันทบุรี อำเภอเมือง วัดได้ 2.60 เมตร จุดวิกฤตอยู่ที่ 3.45 เมตร ป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยจังหวัดจึงให้เจ้าหน้าที่นำธงสีเหลืองไปติดแทนธงสีเขียวที่กลางสะพานแม่น้ำจันทบุรี เพื่อให้ประชาชนริมฝั่งแม่น้ำ เตรียมขนสิ่งของไว้ในที่สูง เพราะสถานการณ์ใกล้ถึงจุดวิกฤต

เนื่องจากมาตรวัดระดับน้ำของประเทศไทยในปัจจุบันเป็นแบบแผ่นวัดระดับน้ำ(staff gauge) ที่ต้องใช้คนในการเก็บวัดค่าระดับน้ำโดยการวัดความสูงของระดับน้ำจากแผ่นวัดระดับน้ำ ที่มีขีดบอกระดับน้ำแล้วนำค่าที่เก็บได้มาวิเคราะห์ปริมาณน้ำเพื่อใช้ในการประเมินสถานการณ์

จากรูปแบบการตรวจวัดระดับน้ำดังกล่าว โครงการนี้จึงเสนอ เทคนิคการวัดระดับน้ำโดยใช้เซ็นเซอร์ชนิดอัลตราโซนิกทรานสดิวเซอร์ (Ultrasonic Transducer) ในการตรวจวัดความสูงของระดับน้ำ เมื่อระดับน้ำมีการเปลี่ยนแปลง ค่าระยะเวลาของการสะท้อนเสียงของเซ็นเซอร์ก็จะเปลี่ยนแปลงไป ซึ่ง สามารถนำค่าที่วัดได้ส่งผ่านระบบการวิเคราะห์ผลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์และการส่งข้อมูลไร้สายไปยังคอมพิวเตอร์ เพื่อให้คอมพิวเตอร์ทำการบันทึกข้อมูลนำไปวิเคราะห์ระดับน้ำและคาดการณ์สถานการณ์น้ำต่อไปได้

#### 1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

เพื่อศึกษาและพัฒนาระบบวัดระดับน้ำด้วยเซ็นเซอร์ชนิดอัลตราโซนิกทรานสดิวเซอร์ (Ultrasonic Transducer) โดยการเก็บข้อมูลแล้วส่งผ่านระบบไร้สาย พร้อมส่งข้อมูลไปยังคอมพิวเตอร์

#### 1.3 ขอบเขตการศึกษา

1. วัดค่าระดับน้ำด้วยเซ็นเซอร์อัลตราโซนิกทรานสดิวเซอร์ (Ultrasonic Transducer)
2. สามารถเก็บข้อมูลไปยังคอมพิวเตอร์รูปแบบไมโครซอฟท์เอ็กเซล (Microsoft Excel)
3. ใช้อุปกรณ์และชุดคำสั่งไมโครคอนโทรลเลอร์ อาดูอินโน (Arduino)
4. แผงวงจรรับ-ส่งข้อมูล ไร้สายด้วย โมดูลสื่อสารไร้สาย NRF24L01

## 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 สามารถสร้างระบบการวัดระดับน้ำด้วยเซ็นเซอร์อัลตราโซนิกทรานสดิวเซอร์ (Ultrasonic Transducer)

1.4.2 เพิ่มความสะดวก รวดเร็วในการเก็บข้อมูลและสืบค้นข้อมูลของการวัดระดับน้ำ

1.4.3 สามารถสร้างระบบเตือนอุทกภัยระดับชุมชน

1.4.4 คอมพิวเตอร์ทำการบันทึกข้อมูลได้อย่างต่อเนื่อง และสามารถสืบค้นข้อมูลย้อนหลังได้

1.4.5 สามารถเขียนซอฟต์แวร์ รับ-ส่งข้อมูลไร้สายได้

## 1.5 ตาราง 1 แผนการดำเนินการศึกษา

| รายการดำเนินงาน                                              | ระยะเวลาการดำเนินการ |      |      |      |      |      |                    |       |       |      |       |      |
|--------------------------------------------------------------|----------------------|------|------|------|------|------|--------------------|-------|-------|------|-------|------|
|                                                              | ภาคเรียนที่ 1/2556   |      |      |      |      |      | ภาคเรียนที่ 2/2556 |       |       |      |       |      |
|                                                              | ส.ค.                 | ก.ย. | ต.ค. | พ.ย. | ธ.ค. | ม.ค. | ก.พ.               | มี.ค. | เม.ย. | พ.ค. | มิ.ย. | ก.ค. |
| 1.ศึกษาและค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้อง                         |                      |      |      |      |      |      |                    |       |       |      |       |      |
| 2.ทดสอบเซ็นเซอร์ชนิดปรับค่าได้และเขียนโปรแกรมตรวจวัดระดับน้ำ |                      |      |      |      |      |      |                    |       |       |      |       |      |
| 3.จัดทำรูปเล่มปฏิญานิพนธ์ บทที่ 1-3                          |                      |      |      |      |      |      |                    |       |       |      |       |      |
| 4.ออกแบบระบบรับ-ส่ง และบันทึกข้อมูล                          |                      |      |      |      |      |      |                    |       |       |      |       |      |
| 5.ทดสอบระบบกับเครื่องตรวจวัดระดับน้ำและปรับปรุงระบบ          |                      |      |      |      |      |      |                    |       |       |      |       |      |
| 6.วิเคราะห์และสรุปผลการศึกษา                                 |                      |      |      |      |      |      |                    |       |       |      |       |      |
| 7.จัดทำรูปเล่มปฏิญานิพนธ์ บทที่ 4-5                          |                      |      |      |      |      |      |                    |       |       |      |       |      |
| 8.ส่งรูปเล่มปฏิญานิพนธ์และนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษา             |                      |      |      |      |      |      |                    |       |       |      |       |      |

## 1.6 สถานที่ดำเนินการศึกษา

1.6.1 คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

## 1.7 งบประมาณ

|                                                    |        |     |
|----------------------------------------------------|--------|-----|
| Microcontroller                                    | 2,000  | บาท |
| อัลตราโซนิกทรานสดิวเซอร์ (Ultrasonic Transducer)   | 500    | บาท |
| อุปกรณ์และชุดควบคุม                                | 1,000  | บาท |
| แผงโซลาร์เซลล์                                     | 1,000  | บาท |
| Solar Charger                                      | 500    | บาท |
| Battery                                            | 400    | บาท |
| อุปกรณ์และวัสดุอื่น                                | 1,000  | บาท |
| โมดูลสื่อสารไร้สาย NRF24L01                        | 600    | บาท |
| เครื่องชาร์จแบตเตอรี่ Li-ion Battery Charger Board | 1500   | บาท |
| ตู้คอนโทรล                                         | 500    | บาท |
| รวม                                                | 10,000 | บาท |



## บทที่ 2

### ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 การตรวจวัดระดับน้ำ

งานที่เกี่ยวกับการสังเกตระดับน้ำมีการบันทึกมาตั้งแต่สมัยอดีตโดยมีการบันทึกที่เป็นลายลักษณ์อักษรในครั้งแรก โดย Venerable Bede ในระหว่างปี พุทธศักราช 1215-1278 ได้มีการบันทึกไว้ว่า “ตลอดชายฝั่งด้านตะวันออกของประเทศอังกฤษ เวลาเกิดระดับน้ำขึ้นสูงสุด จะเคลื่อนลงทิศใต้ด้วยความเร็วเกือบคงที่”

รวมถึงการที่ Francis Beacon พบว่าการเกิดระดับน้ำสูงสุดจะมีการเคลื่อนตัวไปจากทิศใต้ในบริเวณช่องแคบยิบรอลตาร์ไปทิศเหนือจนถึงบริเวณทะเลเหนือเขายังมีความเห็นว่าควรมีการเก็บข้อมูลระดับน้ำตลอดชายฝั่งของทวีปอเมริกาและแอฟริกาด้วย

ในอดีตผู้คนต่างพากันเชื่อว่าการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำขึ้นน้ำลงนั้นเป็นเพราะโลกเรากำลังหายใจ เป็นการหายใจด้วยน้ำแทนที่จะเป็นอากาศอย่างมนุษย์ธรรมดาจนกระทั่งในปี พุทธศักราช 2230 ความลับเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำของโลกถูกไขโดย เซอร์ ไอแซก นิวตัน โดยอาศัยการสังเกตเกี่ยวกับจักรวาลมาผสมผสานกับความรู้ทางคณิตศาสตร์จนทำให้เขาสามารถแสดงให้เห็นได้ว่าแท้จริงแล้ว การเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำเป็นผลมาจากแรงโน้มถ่วง ของดวงจันทร์และแรงที่เกิดจากการโคจรของโลก ซึ่งทำให้ต่อจากนั้นมานักวิทยาศาสตร์รุ่นหลังก็ได้ใช้ทฤษฎีของนิวตันพัฒนาองค์ความรู้เกี่ยวกับระดับน้ำขึ้นน้ำลงเรื่อยมาจนกระทั่งถึงปัจจุบัน

การตรวจระดับน้ำในประเทศไทยเริ่มมีการบันทึกไว้ ในสมัยพระบาทสมเด็จพระมงกุฎเกล้าเจ้าอยู่หัว รัชกาลที่ 6 โดยการว่าจ้างชาวยุโรปชื่อ มิสเตอร์ มาสเตอร์ (Mr.Master) เมื่อเดือนกันยายน พุทธศักราช 2453 ให้ทำการสร้างสถานีวัดระดับน้ำแบบถาวรขึ้น ที่เกาะหลัก จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ในตำบลที่ละติจูด 99 องศา 46 ลิปดา ตะวันออก โดยสร้างเสร็จในเดือนตุลาคม ปีเดียวกัน เริ่มใช้เครื่องมือเมื่อวันที่ 21 ตุลาคม พุทธศักราช 2453 และทำการตรวจวัดระดับน้ำทะเลขึ้น - ลง อย่างต่อเนื่อง จนถึงเดือนเมษายน พุทธศักราช 2454 รวม เวลาตรวจวัดประมาณ 6 เดือน จากนั้นนำผลที่ได้มาคำนวณหาค่าเฉลี่ย ซึ่งถือเป็นเส้นเกณฑ์หนึ่งเรียกว่าระดับทะเลปานกลาง (Mean Sea Level) และกำหนดให้ระดับทะเลปานกลางมีค่าเป็นศูนย์จากเส้นเกณฑ์ดังกล่าวและได้ทำการโยกย้ายค่าไว้ที่หมุดระดับชายฝั่ง ของเกาะหลัก ซึ่งสร้างเป็นรอยบากบนหินทรายและให้ชื่อหมุดระดับนี้ว่า BMA มีค่าสูงกว่าระดับทะเลปานกลางที่ได้คำนวณไว้ 1.4439 เมตร

การตรวจวัดระดับน้ำที่เกาะหลักยังดำเนินต่อไปจนถึงเดือนตุลาคม พุทธศักราช 2458 รวมระยะเวลาตรวจวัด 5 ปี จึงได้มีการนำเอาค่าระดับน้ำที่บันทึกได้มาคำนวณหาค่าเฉลี่ยใหม่อีกครั้ง ผลที่ได้ปรากฏว่าระดับทะเล ปานกลางใหม่ต่ำกว่าเดิม 0.0038 เมตร ค่าของหมุด BMA จึงเปลี่ยนเป็นสูงกว่าระดับทะเลปานกลางที่เกาะหลัก 1.4477 เมตร ระดับทะเลปานกลางใหม่นี้ ได้ใช้เป็นระดับทะเลปานกลางของประเทศไทยจนถึงปัจจุบัน ที่มา : ([www.vcharkarn.com/varticle/38212,2557](http://www.vcharkarn.com/varticle/38212,2557) : เว็บไซต์)

## 2.2 วิธีการวัดระดับน้ำ

การวัดระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำ แม่น้ำ คลอง ฯลฯ นิยมตรวจวัดโดยเทียบกับระดับอ้างอิงที่ใดที่หนึ่ง เช่น ระดับน้ำทะเลปานกลาง หรือเทียบกับระดับท้องน้ำสำหรับวิธีการวัดระดับน้ำที่นิยมใช้กันมี 3 วิธี ได้แก่

2.2.1. การวัดระดับน้ำแบบไม่บันทึกข้อมูลต่อเนื่อง คือการติดตั้งแผ่นวัดระดับน้ำที่มีขีดบอกระดับน้ำ ใช้อ่านระดับน้ำวันละ 1-2 ครั้ง หรือตามต้องการ การวัดระดับน้ำแบบนี้ไม่ได้ใช้เทคโนโลยีมากมายนักมีใช้กันมายาวนานและยังคงใช้อยู่จนถึงปัจจุบัน



ภาพประกอบ 1 การติดตั้งแผ่นวัดระดับน้ำ

ที่มา : ([water.rid.go.th/flood/ridtele/data/water%20level%20111%20y.pdf.2557](http://water.rid.go.th/flood/ridtele/data/water%20level%20111%20y.pdf.2557) ; เว็บไซต์)

2.2.2. การวัดระดับน้ำแบบบันทึกข้อมูลต่อเนื่องโดยใช้เครื่องมือวัด มีลักษณะเป็นลูกลอยต่อพ่วงกับอุปกรณ์เขียนกระดาษกราฟ มีช่วงการบันทึกได้อย่างต่อเนื่องราวๆ 1 สัปดาห์ จากนั้นต้องเปลี่ยนกระดาษกราฟแผ่นใหม่ เครื่องมือวัดระดับน้ำแบบนี้มีใช้ในกรมชลประทานนานมากกว่า 60 ปี และปัจจุบันสถานีวัดระดับน้ำหลายแห่งก็ยังคงมีใช้งานอยู่ แต่อาจมีการปรับปรุงเพิ่มเติมอุปกรณ์บันทึกข้อมูลแบบอิเล็กทรอนิกส์ ที่เรียกว่า data logger ทำให้การเข้าถึงข้อมูลระดับน้ำ



ภาพประกอบ 2 เครื่องมือวัดระดับน้ำแบบลูกลอย

ที่มา : ([water.rid.go.th/flood/ridtele/data/water%20level%2011%20y.pdf.2557](http://water.rid.go.th/flood/ridtele/data/water%20level%2011%20y.pdf.2557) : เว็บไซต์)

2.2.3. การวัดระดับน้ำด้วยระบบโทรมาตร จัดเก็บบันทึกข้อมูลแบบอัตโนมัติในระยะไกล เป็นวิธีที่ใช้เทคโนโลยีขั้นสูงเพื่อการตรวจวัดระดับน้ำ ปริมาณฝนตก หรือค่าตัวแปรอื่นๆสำหรับงานชลประทาน การจัดเก็บข้อมูลและการควบคุมการไหลของน้ำในระยะไกล คือ ระบบ SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) ระบบ SCADA มีองค์ประกอบที่สำคัญ คือ ศูนย์ควบคุมกลาง (Master Station) สถานีลูกข่ายภาคสนาม (Slave Station) ที่มีหลายๆแห่งทำหน้าที่รับ-ส่งข้อมูลที่ตรวจวัดในระยะไกลแบบอัตโนมัติ ณ เวลาจริง (Real Time) และเจ้าหน้าที่สามารถควบคุมการปรับบานประตูทด-ระบายน้ำ เปิด-ปิดวาล์วน้ำ หรือเปิด-ปิดเครื่องสูบน้ำในระยะไกลผ่านเครือข่ายสื่อสารซึ่งมีทั้งระบบใช้สายสัญญาณหรือไร้สาย เช่น ใช้คลื่นวิทยุ ใช้ระบบ GPRS ระบบดาวเทียม ฯลฯ นอกจากนี้ยังได้นำระบบโทรมาตรเพื่อการพยากรณ์น้ำและเตือนภัยลุ่มน้ำ มาติดตั้งใช้งาน โดยการทำงานของระบบโทรมาตรนี้มีเพียงการตรวจวัดข้อมูลและส่งข้อมูล มาที่ศูนย์รวบรวมบันทึกข้อมูลในระยะไกลแบบอัตโนมัติ ณ เวลาจริง (Real Time) ข้อมูลที่ตรวจวัดสำหรับงานชลประทานประกอบด้วย การวัดระดับน้ำ ปริมาณน้ำฝน ระยะเปิดบานประตูทด-ระบายน้ำ คุณภาพน้ำ และข้อมูลอากาศเพื่อการเกษตร



ภาพประกอบ 3 ระบบโทรมาตรเพื่อการพยากรณ์น้ำและเตือนภัยลุ่มน้ำ

ที่มา : ([water.rid.go.th/flood/ridtele/data/water%20level%20111%20y.pdf](http://water.rid.go.th/flood/ridtele/data/water%20level%20111%20y.pdf).2557 : เว็บไซต์)

## 2.3 เครื่องตรวจวัดระดับน้ำ

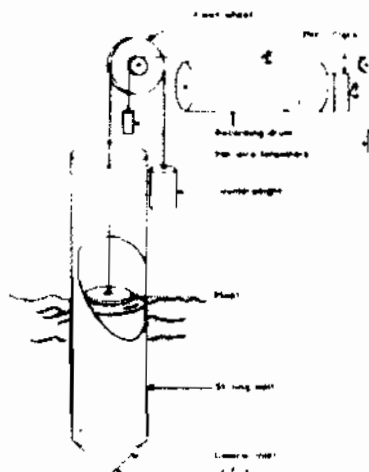
ในระยะของการสังเกตการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำผู้เฝ้าสังเกตในสมัยโบราณมักจะทำด้วยวิธีง่ายๆ ไม่มีความซับซ้อนมากนักเช่นการ การทำเครื่องหมายของระดับน้ำเอาไว้ครั้นเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำผู้เฝ้าจะสังเกตก็จะทำการจดบันทึก หรือการใช้ไม้บรรทัดวัดระดับน้ำที่เปลี่ยนแปลงไปโดยตรง เป็นต้น

สำหรับมาตรวัดระดับน้ำที่เป็นที่รู้จักและถือว่าเป็นมาตรวัดระดับน้ำขั้นแรกของยุโรป คือ มาตรวัดระดับน้ำของ John. Abbot of Wallingford ซึ่งสามารถใช้ทำนายระดับน้ำสูงสุดของสะพานลอนดอนในสมัยนั้นได้และยังสามารถให้ทำนายระดับน้ำสูงสุดในวันถัดไป แต่มาตรานี้ในลักษณะเดียวกันนี้กลับพบในบริเวณปากแม่น้ำ Chien Thang ในประเทศจีนราวปี พุทธศักราช 1599 ซึ่งเกิดก่อนทวีปยุโรปเกือบ 200 ปี จนกระทั่งได้มีการประดิษฐ์เครื่องมือสำหรับใช้วัดระดับน้ำอัตโนมัติ ปัจจุบันแบ่งการเครื่องมือวัดระดับน้ำด้วยวิธีต่างๆได้ดังนี้

**2.3.1 แผ่นวัดระดับน้ำ (staff gauge)** เป็นแผ่นวัดระดับน้ำที่มีขีดในการบอกระดับน้ำ เป็นเครื่องมือวัดระดับน้ำอย่างง่าย สำหรับวัดระดับน้ำแบบไม่บันทึกข้อมูลต่อเนื่อง (non-recording gauge or manual gauge) มักจะใช้อ่านระดับน้ำวันละ 1 ถึง 2 ครั้งและควรจะติดตั้งบนฐานที่มั่นคง ไม่เกิดการทรุดตัว เช่น บนเข็มนคอนกรีต ข้างตอมอสะพานอาคารชลประทาน แผ่นวัดระดับน้ำข้างคลองชลประทาน และท่าเทียบเรือ เป็นต้น ซึ่งในกรณีที่น้ำมีความลึกมากจะวางแผ่นวัดระดับน้ำในแนวเอียงเพื่อให้สามารถวัดระดับน้ำได้ละเอียดยิ่งขึ้น



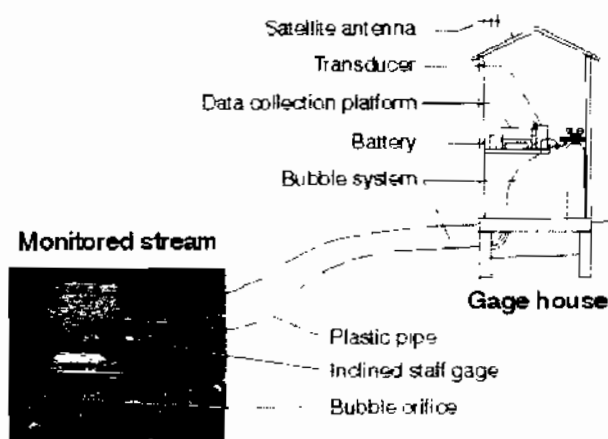
**2.3.3 แบบทุ่นลอยในท่อหรือในบ่อ** การวัดระดับน้ำแบบนี้เป็นที่แพร่หลายมากที่สุด ซึ่งเคยใช้เป็นเครื่องมือวัดในการทำเรือทุกแห่งแต่ข้อเสียของเครื่องมือวัดระดับน้ำแบบนี้ จะไม่สามารถทำได้ในบริเวณพื้นที่ชายฝั่งทะเล ทั้งยังมีค่าใช้จ่ายในการติดตั้งที่สูง จึงถูกแทนที่ด้วยเครื่องมือวัดในระบบอื่น



ภาพประกอบ 6 เครื่องมือวัดระดับน้ำแบบทุ่นลอย

ที่มา : ([www.navy.mil/hydro/data/Oceannet/EBOOKTIDE/Chapter1.pdf](http://www.navy.mil/hydro/data/Oceannet/EBOOKTIDE/Chapter1.pdf).2557 : เว็บไซต์)

**2.3.4 เครื่องมือวัดระดับน้ำแบบใช้ฟองอากาศ (bubble gauge)** เป็นเครื่องมือวัดระดับน้ำสำหรับบางพื้นที่ที่มีปัญหาตะกอนที่ไหลปนมากับน้ำ ซึ่งไม่เหมาะที่จะใช้เครื่องมือวัดระดับน้ำแบบทุ่นลอย เพราะตะกอนจะไหลเข้าไปอุดตันในท่อที่ต่อเข้าในอาคารวัดน้ำจึงใช้เครื่องมือวัดระดับน้ำแบบใช้ฟองอากาศ ซึ่งจะใช้ถังบรรจุก๊าซไนโตรเจนแห้ง (dry nitrogen) ปลอยเป็นแรงดันผ่านท่อที่มีปลายได้ผิวน้ำ ซึ่งความดันที่ปลายท่อที่ปล่อยฟองอากาศออกมาจะสามารถแปลงเป็นความสูงน้ำ ทำให้ทราบระดับน้ำในเครื่องบันทึกได้



ภาพประกอบ 7 เครื่องมือวัดระดับน้ำแบบใช้ฟองอากาศ

ที่มา : ([nh.water.usgs.gov/gauge\\_station/3\\_howusgs.htm](http://nh.water.usgs.gov/gauge_station/3_howusgs.htm).2557 : เว็บไซต์)

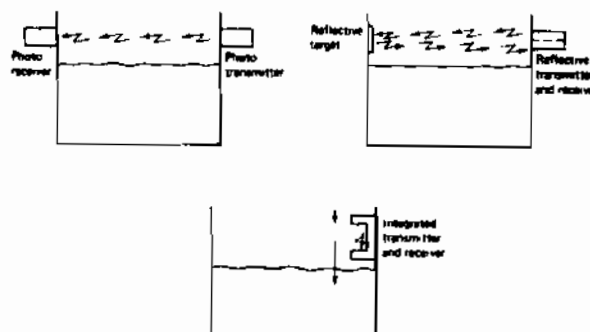
2.3.5 เครื่องวัดระดับน้ำแบบวัดความดัน เป็นเครื่องมือที่อาศัยหลักการที่เมื่อระดับน้ำมีการเปลี่ยนแปลง จะทำให้ความกดดันของน้ำเปลี่ยนแปลง ทำให้ Transducer เปลี่ยนแปลงค่าสัญญาณทางไฟฟ้า ของสถานีที่ทำการตรวจวัด หลักการที่นำเอาความกดดันของน้ำมาแปลงเป็นสัญญาณไฟฟ้า Transducer ของค่าความกดดันทางไฟฟ้าจะมีหลักการทำงานที่สำคัญอยู่ 2 ประการ คือ ความกดดัน ซึ่งจะผันแปรกับค่าระดับน้ำและการแปลงค่าความกดดันเป็นค่าสัญญาณทางไฟฟ้า ซึ่งค่าสัญญาณทางไฟฟ้านี้จะนำไปต่อเข้ากับเครื่องบันทึกข้อมูลอีกทีหนึ่ง



ภาพประกอบ 8 เครื่องมือวัดระดับน้ำแบบวัดความดัน

ที่มา : ([www.navy.mi.th/hydro/data/Oceannet/EBOOKTIDE/Chapter1.pdf](http://www.navy.mi.th/hydro/data/Oceannet/EBOOKTIDE/Chapter1.pdf).2557 : เว็บไซต์)

2.3.6 อุปกรณ์ในวัดระดับทางเสียงหรือแสง (Ultrasonic or Photo Detection) ปกติ อุปกรณ์ส่งแสงจะใช้ไดโอดเปล่งแสงในการปล่อยแสงอินฟราเรดผ่านเลนส์ทำให้ลำแสงกระจายออก ส่วน อุปกรณ์ตัวรับจะเป็นอุปกรณ์ประเภททรานซิสเตอร์ไวแสง แสงที่ถูกส่งออกไปจะต้องกรองเพื่อให้ได้เฉพาะความถี่แสงที่จะทำการตรวจวัดเท่านั้น เมื่อระดับวัตถุอยู่ต่ำกว่าตัวเซ็นเซอร์ แสงก็จะส่งไปกระทบกับตัวรับแสงทำให้โฟโตทรานซิสเตอร์อิ่มตัวและให้ลอจิกต่ำออกมา เมื่อระดับของวัตถุขึ้นไปบังแสง โฟโตทรานซิสเตอร์ก็จะปิด ในสถานะที่ใช้กับไฟกระแสตรงต้องต่อตัวต้านทานดึงค่าขึ้น (พูลอัพ) ระหว่างคอลเลกเตอร์เปิด (open collector) ของโฟโตทรานซิสเตอร์ เพื่อให้ระดับของแรงเคลื่อนที่ออกมาอยู่ในสถานะลอจิกสูงแต่โดยทั่วไปที่ตัวรับจะใช้ทรานซิสเตอร์ไวแสงมากกว่าที่จะใช้โฟโตทรานซิสเตอร์



ภาพประกอบ 9 เครื่องวัดระดับน้ำโดยใช้อุปกรณ์ทางแสง

ที่มา : ([CompleteReportRain.2555](#) : เว็บไซต์)

ส่วนการวัดระดับแบบใช้คลื่นอัลตราโซนิกสะท้อน เป็นสิ่งประดิษฐ์ที่มีหลักการว่าวัตถุ จะไม่สัมผัสกับตัววัด ต้องใช้หลักการในการสะท้อนของพัลส์อัลตราโซนิกที่ผิวของวัตถุ การทำงานด้วยวิธีแบบนี้คือ เมื่อสัญญาณอัลตราโซนิกถูกส่งออกไป เอาต์พุตของโมดูลดังกล่าวก็จะเป็นสัญญาณพัลส์ แล้วรับเอาสัญญาณดังกล่าวที่สะท้อนกลับมาวิเคราะห์ สัญญาณพัลส์ดังกล่าวสามารถตรวจวัดได้โดยใช้ตัวนับ ซึ่งจะต้องวัดเวลาระหว่างพัลส์ที่ส่งออกไปและที่สะท้อนเข้ามายังตัวรับ เราพบว่าคลื่นอัลตราโซนิกจะมีความเร็วเท่ากับความเร็วของเสียง เมื่อทราบค่าความเร็วคลื่นและเวลาแล้วก็สามารถจะทราบระยะที่ไปยังผิวได้ ระหว่างที่จะวัดต้องอยู่ในช่วง 0.5 และ 10 เมตร

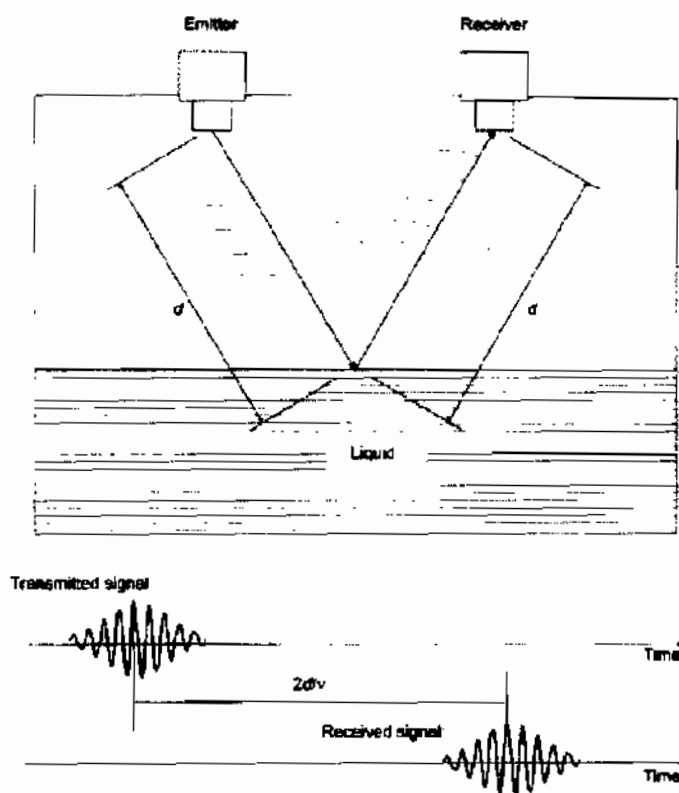
$$D = 0.5vt$$

เมื่อ  $D$  = ระยะไปบนผิว, เมตร

$V$  = ความเร็วของเสียง

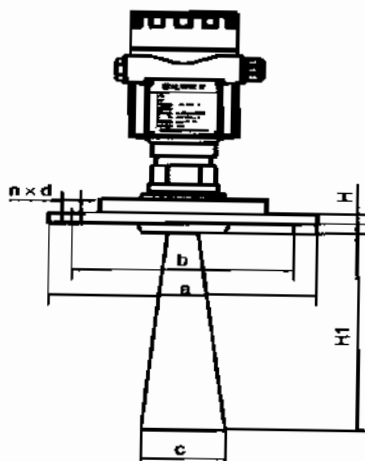
= 331.5 เมตร/วินาที ที่ระดับน้ำทะเลและที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส

$t$  = เวลารวมที่ไปยังผิวและสะท้อนกลับมา, วินาที



ภาพประกอบ 10 การวัดระดับของเหลวด้วยคลื่นอัลตราโซนิก  
ที่มา : (CompleteReportRain.2555 : เว็บไซต์)

2.3.7 เครื่องวัดระดับน้ำแบบเรดาร์ เครื่องวัดแบบนี้ใช้หลักการทำงานแบบเดียวกับเครื่องวัดระดับน้ำแบบเสียงสะท้อน แต่เปลี่ยนจากการวัดคลื่นเสียงเป็นการวัดคลื่นพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งปัจจัยเกี่ยวกับอุณหภูมิหรืออากาศมีผลต่อคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าน้อยมาก แต่ข้อเสียเครื่องมือวัดแบบนี้ก็ยังมีข้อเสียคือเป็นระบบที่จำเป็นต้องใช้พลังงานไฟฟ้าที่สูงมากดังนั้นจึงเป็นอุปสรรคในการจะติดตั้งเครื่องมือประเภทนี้ในแหล่งที่ห่างไกลพลังงาน



ภาพประกอบ 11 เครื่องวัดระดับน้ำแบบเรดาร์

ที่มา : (thai.alibaba.com/product-gs/vrwkrd93pulse-high-frequency-radar-level-meter-525943695.html.2557 : เว็บไซต์)

การวัดระดับน้ำในแต่ละประเภทมีข้อดีข้อด้อยที่แตกต่างกัน ดังนั้นการวัดระดับน้ำในพื้นที่ต่างๆ จึงต้องอาศัยความเหมาะสมเกี่ยวกับเครื่องมือและศักยภาพของเครื่องวัดแต่ละชนิดด้วย

## 2.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ (อังกฤษ: microcontroller มักย่อว่า  $\mu C$ ,  $uC$  หรือ MCU) คือ อุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็ก ซึ่งบรรจุความสามารถที่คล้ายคลึงกับระบบคอมพิวเตอร์ โดยในไมโครคอนโทรลเลอร์ได้รวมเอาซีพียู หน่วยความจำ และพอร์ต ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักสำคัญของระบบคอมพิวเตอร์เข้าไว้ด้วยกัน โดยทำการบรรจุเข้าไว้ในตัวถึงเดี่ยวกัันโครงสร้างโดยทั่วไป ของไมโครคอนโทรลเลอร์นั้นสามารถแบ่งออกมาได้เป็น 5 ส่วนใหญ่ๆ ดังต่อไปนี้

1. หน่วยประมวลผลกลางหรือซีพียู (CPU : Central Processing Unit)
2. หน่วยความจำ (Memory) สามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ หน่วยความจำที่มีไว้สำหรับเก็บโปรแกรมหลัก (Program Memory) เปรียบเสมือนฮาร์ดดิสก์ของเครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ คือข้อมูลใดๆ ที่ถูกเก็บไว้ในนี้จะไม่สูญหายไปแม้ไม่มีไฟเลี้ยง อีกส่วนหนึ่งคือหน่วยความจำข้อมูล (Data

Memory) ใช้เป็นเหมือนกระตาดาทดในการคำนวณของซีพียู และเป็นที่พักข้อมูลชั่วคราวขณะทำงาน แต่หากไม่มีไฟเลี้ยง ข้อมูลก็จะหายไปคล้ายกับหน่วยความจำ (RAM) ในเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วไป แต่สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์สมัยใหม่ หน่วยความจำข้อมูลจะมีทั้งที่เป็นหน่วยความจำแรม ซึ่งข้อมูลจะหายไปเมื่อไม่มีไฟเลี้ยง และเป็นอีอีพรอม (EEPROM : Erasable Electrically Read-Only Memory) ซึ่งสามารถเก็บข้อมูลได้แม้ไม่มีไฟเลี้ยง

3. ส่วนติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอก หรือพอร์ต (Port) มี 2 ลักษณะคือ พอร์ตอินพุต (Input Port) และพอร์ตส่งสัญญาณหรือพอร์ตเอาต์พุต (Output Port) ส่วนนี้จะใช้ในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอก ถือว่าเป็นส่วนที่สำคัญมาก ใช้ร่วมกันระหว่างพอร์ตอินพุต เพื่อรับสัญญาณ อาจจะใช้การกดสวิตช์ เพื่อนำไปประมวลผลและส่งไปพอร์ตเอาต์พุต เพื่อแสดงผลเช่น การติดสว่างของหลอดไฟ เป็นต้น

4. ช่องทางเดินของสัญญาณ หรือบัส (BUS) คือเส้นทางการแลกเปลี่ยนสัญญาณข้อมูลระหว่างซีพียู หน่วยความจำและพอร์ต เป็นลักษณะของสายสัญญาณ จำนวนมากอยู่ภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยแบ่งเป็นบัสข้อมูล (Data Bus) , บัสแอดเดรส (Address Bus) และบัสควบคุม (Control Bus)

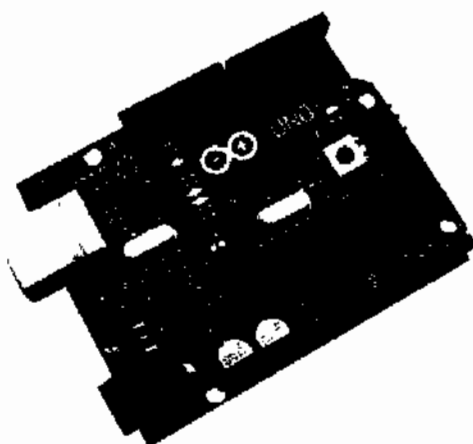
5. วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา นับเป็นส่วนประกอบที่สำคัญมากอีกส่วนหนึ่ง เนื่องจากการทำงานที่เกิดขึ้นในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ จะขึ้นอยู่กับกำหนัดจังหวะ หากสัญญาณนาฬิกามีความถี่สูง จังหวะการทำงานก็จะสามารถทำได้ถี่ขึ้นส่งผลให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวนั้น มีความเร็วในการประมวลผลสูงตามไปด้วย ที่มา : ([mis.en.kku.ac.th/administrator/doc\\_upload/20140307151721.pdf](http://mis.en.kku.ac.th/administrator/doc_upload/20140307151721.pdf).2557 : เว็บไซต์)

#### 2.4.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล ARDUINO

ทฤษฎีไมโครคอนโทรลเลอร์ ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แบบหนึ่งที่มาพร้อมหน่วยประมวลผล หน่วยคำนวณทางคณิตศาสตร์และลอจิก วงจรรับสัญญาณอินพุต วงจรส่ง สัญญาณเอาต์พุต รวมถึงหน่วยความจำวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาไว้ด้วยกัน ทำให้สามารถ นำไปใช้งานแทนวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ซับซ้อนได้เป็นอย่างดี โดยไมโครคอนโทรลเลอร์มาจากคำสอง คำรวมกันคือ “ไมโคร” ซึ่งหมายถึงไมโครโปรเซสเซอร์ เป็นอุปกรณ์ประมวลผลข้อมูลขนาดเล็ก ภายในประกอบด้วย หน่วยประมวลผลกลางหรือ CPU ประกอบด้วยหน่วยคำนวณทางคณิตศาสตร์และลอจิก วงจรเชื่อมต่อหน่วยความจำ วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา อีกคำหนึ่งคือคำว่า “คอนโทรลเลอร์” หมายถึง อุปกรณ์ควบคุม ดังนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์จึงเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุม โดยที่สามารถเขียนโปรแกรมเพื่อกำหนดรูปแบบการควบคุมได้อย่างเป็นอิสระ

ชุดโมดูลบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino รุ่น Duemilanove Compatible เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ ATmega 328 เป็น MCU ประจําบอร์ด โดย MCU รุ่นนี้ มีขา pin ทั้งหมด 28 ขาและมีจุดเด่นคือเป็น ไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาดเล็ก

แต่เพียงพร้อมไปด้วยทรัพยากรพื้นฐานต่างๆ อย่างครบถ้วน จึงมี ความเหมาะสมเป็นอย่างยิ่งในการใช้งานทั่วไปสำหรับภายในมีทั้งระบบฮาร์ดแวร์ของ SPI, UART ,I2C,Watchdog, Timer/Counter,PWM เป็นต้นและสามารถใช้ในการพัฒนาโปรแกรมด้วย Arduino ได้ทันที



ภาพประกอบ 12 ชุดโมดูลบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino

ที่มา : ([www.spikenzielabs.com/Catalog/index.php?main\\_page=product\\_info&products\\_id=40.2557](http://www.spikenzielabs.com/Catalog/index.php?main_page=product_info&products_id=40.2557) : เว็บไซต์)

คุณสมบัติของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ชุดโมดูลบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino มี ATmega328 เป็น MCU ตระกูล AVR ประจำบอร์ด โดยเลือกใช้แหล่งกำเนิดสัญญาณนาฬิกาแบบ Crystal Oscillatorที่มีค่า 16เมกกะเฮิร์ซ เพื่อให้สามารถใช้งานพอร์ทสื่อสารอนุกรมได้อย่างลงตัว

- บอร์ดสามารถเปลี่ยนการติดตั้ง MCU เป็นแบบ 28 pin หรือเบอร์อื่นในอนุกรมเดียวกันได้ โดยไม่ต้องมีการตัดแปลงใดๆ เช่น ATmega88 เป็นต้น

- มีหน่วยความจำแบบ Flash 32 กิโลไบต์ โดยแบ่งเป็น Boot loader 2 กิโลไบต์ - มี EPROM 1 กิโลไบต์/SRAM 2 กิโลไบต์

- มีพอร์ทเป็น 14 digital input/output pins ซึ่งมี 6 pin สามารถสร้างเป็น PWM outputs

- มีพอร์ท 6 Analog input/output pins - ไฟกระแสตรง (DC) ขา I/O pin มีค่า 40 มิลลิแอมป์ - ไฟกระแสตรง (DC) ขา 3.3 โวลต์ pin มีค่า 50 มิลลิแอมป์ - MCU ประจำบอร์ดที่ได้รับการติดตั้ง Boots loader สามารถอัปโหลดโค้ดให้บอร์ด ผ่านทางพอร์ทสื่อสารแบบอนุกรมได้ทันที

- มีขั้วต่อ USB Interface สื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมเข้า คอมพิวเตอร์ได้ทันที - มีหลอด LED สำหรับแสดงสถานะไฟเลี้ยง

- มีหลอด LED แสดงสถานะการรับส่งข้อมูล

- ใช้ไฟเลี้ยง ประจำบอร์ด 7-12 โวลต์

ทฤษฎีภาษา Arduino “Arduino” เป็นภาษาอิตาลีซึ่งเป็นชื่อของโครงการพัฒนาไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR แบบ Open source ที่ได้รับการปรับปรุงมาจากโครงการ Open source ของ AVR Arduino มีจุดเด่นในเรื่องของความง่ายในการเรียนรู้และใช้งาน เนื่องจากมีการออกคำสั่งต่างๆขึ้นมาสนับสนุนการใช้งาน ด้วยรูปแบบที่ง่ายไม่ซับซ้อน ซึ่งแม้ว่า Arduino จะมีรูปแบบการใช้งานคล้ายๆกับไมโครคอนโทรลเลอร์อย่าง Basic Stamp ของ Parallax แต่ก็มีจุดเด่นกว่ารายอื่นคือ ราคาไม่แพงเนื่องจากมี Source Code และวงจร แจกให้ฟรี สามารถต่อวงจรขึ้นมา ใช้งานได้ รวมถึงมีการเปิดเผยวงจร Source code ทั้งหมดทำให้สามารถนำไปพัฒนาต่อยอดได้ดี ทั้งด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ - โปรแกรมที่ใช้พัฒนาของ Arduino สามารถรองรับการทำงานทั้ง Window, Linux และ OSX - รูปแบบคำสั่งง่ายต่อการใช้งาน แต่สามารถนำไปใช้งานจริงๆ กับส่วนที่มีความซับซ้อน มากๆได้ และยังสามารถสร้างคำสั่งรวมถึง Library ใหม่ๆ ขึ้นมาใช้งานเองได้ เมื่อมีความชำนาญมากขึ้น เปรียบเทียบภาษาซีกับ Arduino สำหรับการเขียนโปรแกรมของ Arduino นั้นใช้ภาษา C++ ซึ่งเป็นรูปแบบของภาษาซี ประยุกต์รูปแบบหนึ่งที่มีโครงสร้างการทำงานของตัวภาษาโปรแกรมโดยรวมคล้ายกับ ภาษาซี มาตรฐานทั่วไป เพียงแต่ได้มีการปรับปรุงเพื่อลดความยุ่งยากในการใช้งานลดลง และให้ผู้ใช้สามารถ ใช้งานเขียนโปรแกรมได้ง่าย สะดวกมากกว่าการเขียนภาษาซีแบบมาตรฐาน แต่ในความเป็นจริง นั้นโปรแกรมหักแล้วไม่ใช่ C-compiler โดยตรง เนื่องจาก Arduino จะมีลักษณะการทำงานเช่นเดียวกับ Text Editor ของภาษา C++ ตัวหนึ่งโดยจะทำงานร่วมกับ Utility บางส่วนที่ Arduino สร้างขึ้นมารองรับโดย Arduino จะใช้รูปแบบการทำงานของ Editor เป็นฉากหน้า ในการติดต่อสื่อสารกับผู้ใช้เท่านั้น ส่วนเบื้องหลังจริงๆแล้ว Arduino จะไปเรียกใช้ตัวแปลภาษาซี และ Utility อื่นที่ใช้เป็นเครื่องมือพัฒนาโปรแกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR อีกทีหนึ่ง Arduino จะเลือกใช้คอมไพเลอร์ของ “GNU AVR-GCC Toolchain” ร่วมกับ Library function ของ “avr-libc” ส่วน Utility ที่ใช้ในการอัปโหลดโค้ดให้กับ AVR จะใช้ในส่วนของ “AVRDude”

โครงสร้างการเขียนโปรแกรมภาษาซีของ Arduino ภาษาซีของ Arduino จะจัดแบ่งรูปแบบโครงสร้างของการเขียนโปรแกรมเป็นส่วนย่อยๆ หลายๆส่วน โดยเรียกแต่ละส่วนว่า “ฟังก์ชัน” และเมื่อนำฟังก์ชันมารวมเข้าด้วยกัน ก็จะเรียกว่า “โปรแกรม” โดยโครงสร้างการเขียนโปรแกรมของ Arduino ทุกๆโปรแกรมจะประกอบไปด้วย ฟังก์ชันจำนวนเท่าใดก็ได้ แต่อย่างน้อยที่สุดต้องมี 2 ฟังก์ชันคือ `setup()` และ `loop()`

- `Setup()` : เป็นฟังก์ชันบังคับที่ต้องกำหนดให้มีทุกๆโปรแกรม ถึงแม้ว่าบาง โปรแกรม จะไม่ต้องการใช้งานก็ยังจำเป็นต้องประกาศไว้เสมอ เพียงแต่ไม่ต้องเขียนคำสั่งใดๆไว้ หลังวงเล็บปีกกา {} ที่ใช้เป็นตัวกำหนดขอบเขตของฟังก์ชัน โดยฟังก์ชันนี้จะใช้สำหรับ บรรจุคำสั่งที่ต้องการให้โปรแกรมทำงานเพียงรอบเดียว ตอนเริ่มต้นทำงานของ โปรแกรมครั้งแรกเท่านั้น ซึ่งได้แก่คำสั่งเกี่ยวกับการ Setup ค่าการทำงานต่างๆ เช่น การกำหนดหน้าที่ของการทำงานของ PinMode และค่า Baudrate สำหรับการใช้งาน สื่อสารพอร์ตอนุกรม เป็นต้น

- Loop() : เป็นส่วนฟังก์ชันบังคับที่ต้องกำหนดให้มีในทุกโปรแกรม เช่นเดียวกันกับ ฟังก์ชัน Setup() โดยฟังก์ชัน Loop() นี้จะใช้ในการบรรจุคำสั่งที่ต้องการให้โปรแกรม ทำงานเป็นวนรอบซ้ำๆ กันไปไม่รู้จบ ซึ่งเปรียบเทียบกับ ฟังก์ชัน main () ใน ANSCI-C นั่นเอง

## 2.4.2 ทฤษฎีไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR รุ่น ATmega 328P

สถาปัตยกรรมชั้นสูงแบบ RISC(Reduce Instruction Set Computer)

- RISC คือตัวทำให้การประมวลผลมีความเร็ว 1 คำสั่ง/1 clock หรือ CPU สามารถประมวล คำสั่งได้ 1 MIPS/ Megahertz

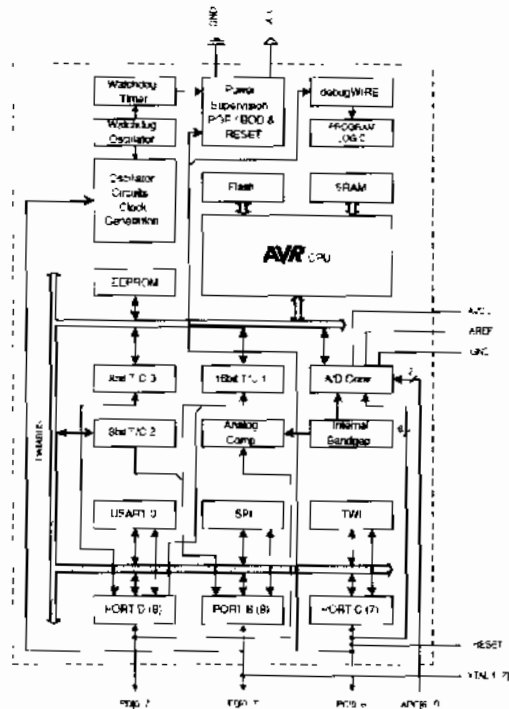
- ชุดคำสั่ง 131 คำสั่งต่อ 1 รอบนาฬิกา
- รีจิสเตอร์ขนาด 8 บิต 32 ตัว - ความเร็วในการประมวลผลมากกว่า 20 ล้านคำสั่งต่อวินาที (MIPS) ที่ 20 Megahertz

โดยมีคุณสมบัติต่างๆดังต่อไปนี้ หน่วยความจำ

- แบบ 32 กิโลไบต์ สามารถเขียนลบโปรแกรมได้ 10,000 ครั้ง - แบบ EPROM 1 กิโลไบต์ สามารถเขียนและลบโปรแกรมได้ 100,000 ครั้ง
- แบบ SRAM 2 กิโลไบต์ ไฟเลี้ยง - ระหว่าง 1.8 ถึง 2.5 โวลต์

ความถี่สัญญาณนาฬิกา

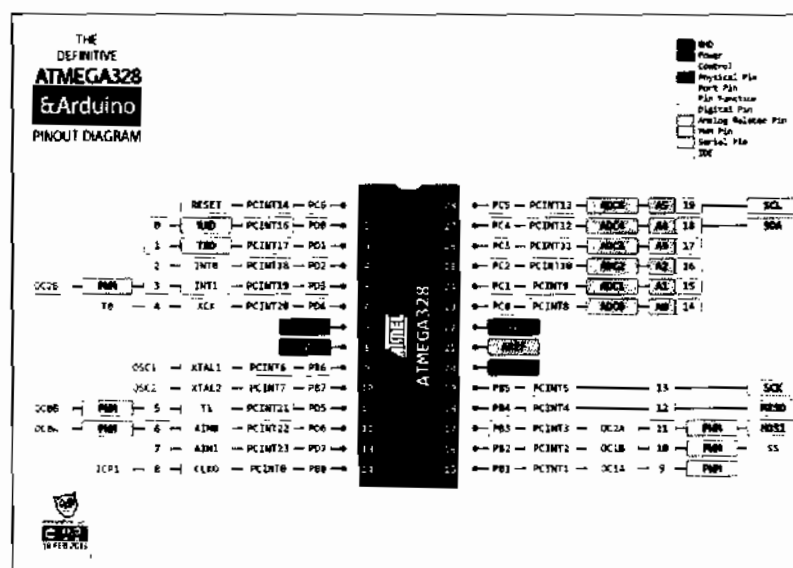
- ระหว่าง 0 ถึง 4 Megahertz
- มีการรองรับอุปกรณ์ต่อพ่วง
- อุปกรณ์สื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมแบบ I2C และ USART อื่นๆ
- มีระบบ Reset แบบฮาร์ดโนมิติเมื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าไมโครคอนโทรลเลอร์
- มีฟังก์ชันตรวจสอบแรงดัน
- มีระบบการขัดจังหวะทั้งภายในและภายนอก
- มีระบบตรวจจับความผิดพลาดของ CPU - มีโหมดอนุรักษ์พลังงาน 5 mode ได้แก่ Idle, ADC Noise Reduction, Power- Save, Power-Down, Standby



ภาพประกอบ 13 สถาปัตยกรรมชั้นสูงแบบ RISC

ที่มา : (th.mouser.com/new/atmel/atmelatmega328/.2557 : เว็บไซต์)

ส่วนประกอบต่างๆของไอซี ATmega 328P



ภาพประกอบ 14 ไอซี ATmega 328P

ที่มา : (saber.patagoniatecnology.com/atmega328/.2557 : เว็บไซต์)

ตาราง 2 ตารางแสดงฟังก์ชันการทำงานของ ATmega 328P

| ชื่อ                                        | รายละเอียด                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | ขา         |
|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| GND                                         | ขากราวด์ต่อสายดิน                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 8,22       |
| VCC                                         | ไฟเลี้ยง 1.8 ถึง 5.5v                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 7          |
| Port B (PB 7: 0)<br>XTAL1/XTAL2/TOSC1/TOSC2 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- เป็นพอร์ต 2 ทิศทาง ขนาด 8 บิต โดยสามารถกำหนดให้ขาของแต่ละพอร์ตสามารถตั้งค่าให้ Pull up Resistor ได้ (ภายในเป็นอิสระแยกจากกันเพื่อตั้งแรงดันของลอจิก 1 ให้เท่ากับ 5 v)</li> <li>- สามารถใช้งานพิเศษตามความต้องการของ ATmega 328 โดยขึ้นอยู่กับค่าสัญญาณนาฬิกาที่ขา PB6 ที่ใช้เป็นแรงดัน Oscillator และขาอินพุตของวงจรสัญญาณ Clock Oscillator</li> </ul> | 9,10,14-19 |
| PC6/RESET                                   | ขา Reset                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 1          |
| Port D (PD7:0)                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>- เป็นพอร์ตสองทิศทางขนาด 8 บิต โดยสามารถกำหนดให้ขาของแต่ละพอร์ตสามารถตั้งค่าให้ Pull up Resistor ได้</li> <li>- สามารถใช้งานพิเศษตามความต้องการของ ATmega 328</li> </ul>                                                                                                                                                                                 | 1-6,11-13  |
| AVCC                                        | ใช้จ่ายไฟให้กับวงจรแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิทัล มักจะต่อเข้ากับขา VCC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 20         |
| AREF                                        | แรงดันอ้างอิงที่ใช้งานในส่วน of วงจรแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิทัล มักต่อกับ VCC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 21         |
| ADC7:6 (TQFP and QFN/MLF Package Only)      | ขาทำงานใช้แปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิทัล                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 23-28      |
| Port C (PC5:0)                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>- เป็นพอร์ตสองทิศทางขนาด 8 บิต โดยสามารถกำหนดให้ขาของแต่ละพอร์ตสามารถตั้งค่าให้ Pull up Resistor ได้</li> <li>- สามารถใช้งานพิเศษตามความต้องการของ ATmega 328</li> </ul>                                                                                                                                                                                 | 23-28      |

## 2.5 การสื่อสารไร้สาย (Wireless communication)

หมายถึงการถ่ายโอนข้อมูลสารสนเทศระหว่างจุดสองจุดหรือมากกว่า โดยไม่ได้เชื่อมต่อกันด้วยตัวนำไฟฟ้าเทคโนโลยีไร้สายที่พบมากที่สุดใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เช่นคลื่นวิทยุ ซึ่งอาจใช้ในระยะทางสั้นๆไม่กี่เมตรสำหรับโทรศัพท์ หรือไกลเป็นล้านกิโลเมตรลึกเข้าไปในอวกาศสำหรับวิทยุ การสื่อสารไร้สายรวมถึงหลากหลายชนิดของการใช้งานอยู่กับที่, เคลื่อนที่และแบบพกพา ได้แก่ วิทยุสองทาง, โทรศัพท์มือถือ, ผู้ช่วยดิจิทัลส่วนตัว (personal digital assistants หรือ PDAs) และเครือข่ายไร้สาย ตัวอย่างอื่น ๆ ของการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีวิทยุไร้สายรวมถึง GPS, รีโมตประตูโรงรถ เม้าส์คอมพิวเตอร์ไร้สาย, แป้นพิมพ์และชุดหูฟังไร้สาย, หูฟังไร้สาย, เครื่องรับวิทยุไร้สาย, โทรศัพท์ผ่านดาวเทียมไร้สาย, เครื่องรับโทรศัพท์ทั่วไปและโทรศัพท์บ้านไร้สาย

การสื่อสารไร้สายทำให้เกิดบริการเช่นการสื่อสารระยะไกลซึ่งเป็นไปไม่ได้เลยหรือทำไม่ได้ในทางปฏิบัติที่จะดำเนินการแบบใช้สาย คำว่าการสื่อสารไร้สายถูกใช้กันทั่วไปในอุตสาหกรรมโทรคมนาคมที่จะอ้างถึงระบบการสื่อสารโทรคมนาคม (เช่นเครื่องส่งและเครื่องรับสัญญาณวิทยุ, การควบคุมระยะไกล ฯลฯ) ที่ใช้รูปแบบหนึ่งของพลังงาน (เช่นคลื่นวิทยุ, พลังงานอะคูสติก ฯลฯ) ในการถ่ายโอนข้อมูลโดยไม่ต้องใช้สาย. ข้อมูลจะถูกถ่ายโอนในลักษณะนี้ทั้งในระยะทางสั้นและระยะทางไกล ที่มา : ([www.sa.ac.th/com\\_50/network/net\\_datacom7.htm.2557](http://www.sa.ac.th/com_50/network/net_datacom7.htm.2557) : เว็บไซต์)

### 2.5.1 ประเภทของเครือข่ายไร้สาย

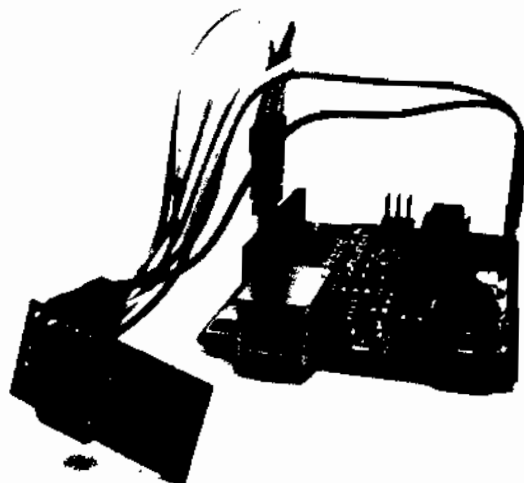
เครือข่ายไร้สาย (เช่นประเภทต่างๆของอุปกรณ์ WiFi 2.4 กิกะเฮิรตซ์ ที่ไม่มีใบอนุญาต) จะใช้ในการตอบสนองความต้องการจำนวนมาก บางทีการใช้งานที่พบมากที่สุดได้แก่การเชื่อมต่อผู้ใช้แล็ปท็อปที่เดินทางจากที่หนึ่งไปยังอีกสถานที่หนึ่ง อีกประการหนึ่งคือการใช้โดยทั่วไปสำหรับเครือข่ายมือถือที่เชื่อมต่อผ่านดาวเทียม วิธีการส่งไร้สายเป็นทางเลือกที่ถูกรักษาเพื่อเครือข่าย LAN ที่มักจะต้องเปลี่ยนสถานที่ สถานการณ์ต่อไปนี้แสดงให้เห็นถึงความจำเป็นการใช้เทคโนโลยีไร้สาย เพื่อให้ครอบคลุมระยะทางเกินความสามารถของสายทั่วไป เพื่อให้เป็นการเชื่อมโยงการสื่อสารสำรองในกรณีที่เครือข่ายปกติเกิดความล้มเหลวเพื่อเชื่อมโยงเวิร์คเดสก์แบบพกพาหรือแบบชั่วคราว เพื่อจะเอาชนะสถานการณ์ที่การใช้สายปกติเป็นเรื่องยากหรือทำไม่ได้ ทางการเงินหรือเพื่อเชื่อมต่อผู้ใช้โทรศัพท์มือถือหรือผู้ใช้เครือข่ายแบบระยะไกลนักพัฒนาต้องพิจารณาพารามิเตอร์ บางอย่างที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยี RF ไร้สายสำหรับการพัฒนาเครือข่ายไร้สายให้ดีขึ้น เช่น แนวนับความถี่ Sub-GHz เทียบกับ 2.4 กิกะเฮิรตซ์

เทคโนโลยีวิทยุ การประยุกต์ใช้งานอาจเป็นการสื่อสารแบบจุดต่อจุด, จุดต่อหลายจุด, การกระจายเสียง, เครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่และเครือข่ายไร้สายอื่น ๆ คำว่า "wireless" ไม่ควรจะสับสนกับคำว่า "cordless" ซึ่งมักจะถูกนำมาใช้หมายถึงอุปกรณ์ไฟฟ้าหรืออิเล็กทรอนิกส์ที่มีความสามารถในการ

ทำงานจากแหล่งพลังงานแบบพกพา (เช่นแบตเตอรี่) โดยไม่มีสายเคเบิลหรือสายไฟที่จะเชื่อมต่อกับแหล่งจ่ายไฟบางอุปกรณ์ cordless เช่นโทรศัพท์บ้านยังเป็นแบบ wireless ในแง่ที่ว่าข้อมูลจะถูกโอนจากโทรศัพท์ cordless ไปยังหน่วยฐานโทรศัพท์ผ่านทางของการเชื่อมโยงการสื่อสาร wireless เรื่องนี้ทำให้เกิดความแตกต่างกันบางอย่างในการใช้งานของคำว่า "cordless" เช่นใน Digital Enhanced Cordless Telecommunications ของ Philips และ PANASONIC เป็นตัวอย่างบางส่วนของโทรศัพท์ Cordless

## 2.5.2 ระบบรับส่งข้อมูลแบบไร้สายด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

การใช้งาน NRF24L01 Module โมดูลสื่อสารไร้สาย NRF24L01 ความถี่ 2.4 กิกะเฮิร์ตซ์ ร่วมกับ Arduino

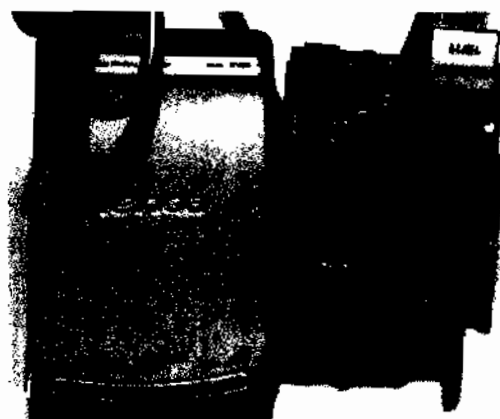


ภาพประกอบ 15 การต่อโมดูล NRF24L01 ร่วมกับบอร์ด Arduino Uno

ที่มา : ([www.dhgate.com/product/the-arduino-uno-atmega328p-pu-2011-versio/142507637.html](http://www.dhgate.com/product/the-arduino-uno-atmega328p-pu-2011-versio/142507637.html).2557 : เว็บไซต์)

การใช้งาน NRF24L01 Module โมดูลสื่อสารไร้สาย NRF24L01 ความถี่ 2.4 กิกะเฮิร์ตซ์ ร่วมกับ Arduino โมดูล NRF24L01 เป็นโมดูลสื่อสารไร้สาย ที่สามารถเขียนโปรแกรมให้เป็นได้ ทั้งตัวรับและตัวส่ง สามารถใช้กับ Arduino ได้หลาย ๆ ตัวพร้อมกัน มีความเร็ว 2.4 กิกะเฮิร์ตซ์ จึงสื่อสารได้รวดเร็วและไม่ต้องการเสาอากาศที่ยาว มีขนาดเล็กสะดวกในการต่อใช้งาน สามารถประยุกต์ใช้งานได้หลายอย่างเช่น ใช้เป็นอุปกรณ์ส่งข้อมูลของเซนเซอร์อัตโนมัติสำหรับควบคุม อุณหภูมิ ความชื้น การแจ้งเตือนต่าง ๆ ควบคุมและติดตามหุ่นยนต์ Robot Control and Monitoring ได้ในระยะ 15-500 เมตร โมดูลนี้ใช้ชิพ nRF24L01+ m ทำงานด้วยความเร็วสูง High-speed SPI interface ใช้พลังงานต่ำ รองรับการทำงานร่วมกับ Arduino และมีเสาอากาศมาให้ในตัว

## 2.6 การใช้ Arduino ติดต่อกับคอมพิวเตอร์เพื่อการแสดงผลผ่านเครือข่าย Internet



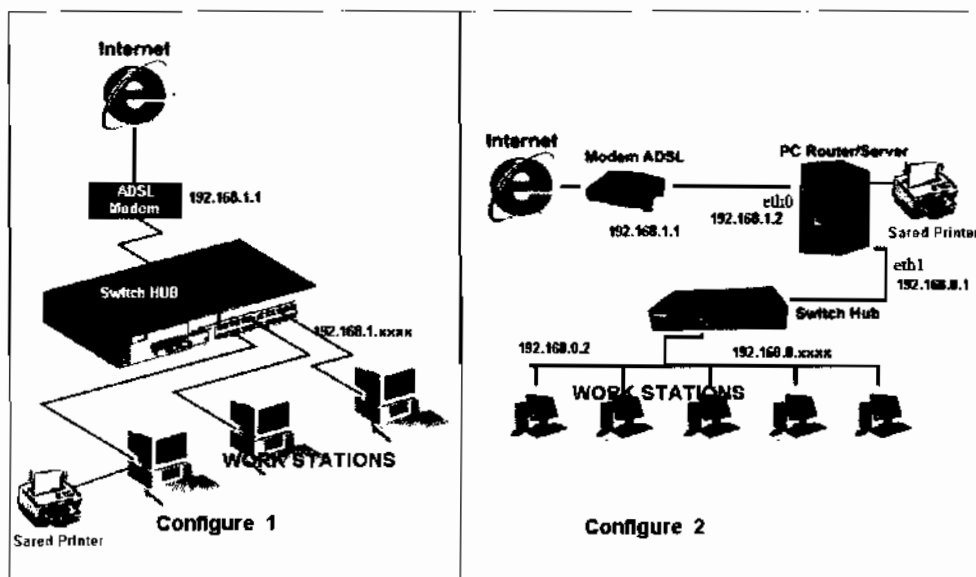
ภาพประกอบ 16 การใช้ Arduino ติดต่อกับคอมพิวเตอร์เพื่อการแสดงผลผ่านเครือข่าย Internet  
ที่มา : ([www.arduitronics.com/article/พื้นฐานการใช้งาน-ethernet-shield-กับ-arduino-ตอนที่-1.2557](http://www.arduitronics.com/article/พื้นฐานการใช้งาน-ethernet-shield-กับ-arduino-ตอนที่-1.2557) : เว็บไซต์)

**2.6.1 Ethernet** คำนี้หมายถึงส่วนของการสื่อสารระหว่างคอมพิวเตอร์ที่อยู่ภายใน Local Area Network (LAN) ซึ่งจะใช้เป็นส่วนพื้นฐานในการส่งผ่านข้อมูล โดยที่การสื่อสารผ่าน Ethernet จะต้องมีการระบุที่อยู่ของผู้ส่งและผู้รับ หรือ MAC Address (Media Address Control)

**2.6.2 TCP และ IP (Transmission Control Protocol and Internet Protocol)** สำหรับการติดต่อผ่านระบบอินเทอร์เน็ตซึ่งสามารถติดต่อกันได้ทั่วโลกนั้นต้องมีการระบุโดยใช้ IP address โดยเป็นการทำงานกรอบบน Ethernet ภายใน LAN อีกที่ IP Address นั้นจะเป็นตัวเลขที่ไม่ซ้ำกันจากผู้ส่งไปถึง IP Address ของผู้รับ โดยเป็นตัวเลข 4 ไบต์ แยกกันแต่ละไบต์ด้วยจุด เช่น 192.168.1.25 เป็นต้น โดยค่า IP Address นี้จะถูกแปลงให้เป็น URL เช่น [www.google.com](http://www.google.com) โดยผ่านอุปกรณ์ที่แปลงเป็น IP address เรียกว่า DNS หรือ Domain Name System

**2.6.3 Local IP Address** ที่นี้ถ้าในบ้านหรือใน Local network ของเรามีเครื่องคอมพิวเตอร์หลายเครื่องผ่าน Router และ Gateway ของเรา แต่ละเครื่องคอมพิวเตอร์ในบ้านจะต้องใช้ Local IP address ที่สามารถแจกให้โดย DHCP หรือ Dynamic Host Configuration Protocol อันนี้เป็นฟังก์ชันของ Router ที่มีขายกันทุกยี่ห้อ แต่เราก็สามารถใช้ IP Address แบบคงที่ได้โดยกำหนดให้ใช้แบบ Fixed IP มาที่ Ethernet Shield ของเราเวลาใช้งานอาจจะต้องระบุ IP address ให้ชัดเจนใน Sketch ที่เราจะเขียน

2.6.4 web browser ที่ใช้ ไม่ว่าจะเป็น Internet Explorer Chrome หรือ Safari ก็จะใช้วิธีการสื่อสารที่เรียกว่า HTTP หรือ Hyper Text Transfer Protocol สื่อสารระหว่างคอมพิวเตอร์ กับ อุปกรณ์ หรือ Server โดยที่ Web Browser มีหน้าที่แปลงข้อความ ภาพ และ อื่นๆ ที่ส่งให้โดยใช้ Hypertext Markup Language (HTML) มาแปลความและแสดงผลบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ของเรา นั่นเอง



ภาพประกอบ 17 web browser ที่ใช้ ไม่ว่าจะเป็น Internet Explorer Chrome หรือ Safari

ที่มา : ([www.dhgate.com/product/the-arduino-uno-atmega328p-pu-2011-version/142507637.html](http://www.dhgate.com/product/the-arduino-uno-atmega328p-pu-2011-version/142507637.html). 2557 : เว็บไซต์)

ที่นี่ Arduino UNO กับ Ethernet Shield ก็สามารถทำงานโดยใช้ Protocol เดียวกับ Notebook หรือ PC ครบ ดังนั้นจึงสามารถติดต่อกับ Server บน Internet ได้เหมือนกัน หมายถึงทั้งรับ และส่งข้อความผ่านระบบ Internet ได้การรับค่าจาก Internet เช่น การอ่านค่าอุณหภูมิ จาก เว็บไซต์ยอดนิยม อย่าง [www.weather.com](http://www.weather.com) อ่านค่า Index ของตลาดหุ้นส่งคำสั่งจาก web browser ของเรา บน PC Notebook หรือ แม้แต่จาก Smart phone เพื่อไปสั่งงาน Port ต่างๆ ของ Arduino ได้

## 2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วิชญ์ ศรีวงษา, กรตสุวรรณ โพธิ์สุวรรณ และชวกร รวีตระกูลไพบูลย์ (2557 : เว็บไซต์) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการออกแบบและสร้างเครื่องโทรวัดน้ำ เป็นการพัฒนาอุปกรณ์ที่ทำให้การตรวจวัดระดับน้ำจากที่ไกล ๆ แบบง่าย ๆ ด้วยการโทรศัพท์เข้าไปที่เครื่อง ตรงจุดวัด และรับฟังข้อความที่แปลงเสียงออกมา ณ เวลาจริง อุปกรณ์ที่ใช้ ประกอบด้วย เซ็นเซอร์วัดระดับน้ำแบบลูกลอย ให้สัญญาณตรวจวัดส่งให้วงจร แล้วแปลงระดับน้ำเป็นตัวเลข ควบคุมการทำงานและแสดงผลบนจอแอลซีดี ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ วงจรแปลงเสียง ที่แปลงสัญญาณดิจิทัลเป็นระบบเสียง รับฟังได้จากลำโพงขนาดเล็ก มีสายสัญญาณต่อพ่วงกับโทรศัพท์มือถือ เมื่อมีสายโทรศัพท์โทรเข้าก็สามารถรับฟังข้อมูลระดับน้ำได้ทันที ใช้ได้กับโทรศัพท์ทุกยี่ห้อ ทุกเครือข่าย ที่กดโทรฯ เข้าไปรับฟัง และสามารถนำข้อมูลไปใช้ในกระบวนการต่างๆ เช่นคำนวณอัตราการไหลของน้ำปริมาณน้ำฝน และอื่นๆต่อไป ที่มา : (idi.rid.go.th/idiweb/article/km/samchuk\_1.pdf.2557 : เว็บไซต์)

นิวัตร อังควิษฐพันธ์ ,อดิสร นวลอ่อน (2557 : เว็บไซต์) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการออกแบบเครื่องวัดปริมาณน้ำฝนโดยใช้วงจรกรองสัญญาณความถี่สูงผ่านอันดับหนึ่ง โดยอาศัยหลักการของการเปลี่ยนแปลงค่าไดโอดเล็คทริกของเซนเซอร์ตัวเก็บประจุแผ่นขนานแบบกึ่งทรงกระบอก ที่มีผลทำให้ค่าเก็บประจุไฟฟ้าของเซนเซอร์เปลี่ยนแปลงไปด้วย เมื่อระดับน้ำเปลี่ยนแปลงไป ใช้ตัวประมวลผลแบบไมโครคอนโทรลเลอร์ (MCS-51) เบอร์ AT89C51AC3 ที่สามารถรับสัญญาณแรงดันไฟฟ้าในรูปแบบสัญญาณอนาล็อก และยังสามารถเชื่อมต่อกับโมดูลที่ใช้ในการส่ง SMS ได้ และเลือก Module SIM300 เป็นโมดูลในการส่งเป็นข้อความ SMS ไปยังโทรศัพท์เคลื่อนที่ แล้วออกแบบให้ส่งค่าระดับน้ำฝนที่วัดได้จากเซนเซอร์ในทุกๆ 15 นาที ส่งไปยังมือถือเคลื่อนที่ 1 เครื่องทุกๆ 12 ชั่วโมง พร้อมทั้งปล่อยน้ำฝนที่อยู่ในถังวัดระดับน้ำโดยเซนเซอร์ที่ออกแบบทุกๆ 24 ชั่วโมง โดยทำการแจ้งเตือนเป็นข้อความปริมาณน้ำฝนที่ตกในแต่ละวัน เข้าโทรศัพท์เคลื่อนที่ของ หัวหน้าชุมชน หรือผู้ที่เกี่ยวข้องในการแจ้งเตือนภัยเพื่อนำไปวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนและคาดการณ์สภาพอากาศต่อไปที่มา : (web.eng.ubu.ac.th/app/resproject/upload/p1/.pdf(4).pdf.2557 : เว็บไซต์)

ไพบูลย์ บุบผา,ณฤทธิ์ ญิงชนิศา,ธีระ ถุกษณ์ฉวีวรรณ และ ทรงพล รอดทอง (2557 : เว็บไซต์) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการออกแบบและการสร้างเครื่องวัดและแสดงผลระดับน้ำแบบไร้สาย เพื่อใช้ตรวจวัดและแสดงผลระดับน้ำที่มีการเพิ่มขึ้นหรือลดลง ทำงานด้วยคลื่นอัลตราโซนิกความถี่ 40 กิโลเฮิร์ตซ์ โดยการส่งสัญญาณอัลตราโซนิกไปยังผิวน้ำ เพื่อวัดระดับน้ำและสะท้อนสัญญาณอัลตราโซนิกกลับมายังไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อประมวลผลและส่งข้อมูลผ่านคลื่นวิทยุแบบไร้สายความถี่ 915 เมกะเฮิร์ตซ์ ไปแสดงผลที่ชุดแสดงผลแบบแอลอีดี โดยแสดงผลระดับน้ำว่าอยู่ในระดับกี่เมตร แล้วนำข้อมูลไปบริหารจัดการน้ำ ตลอดจนเพื่อใช้ในการบริหารจัดการอุทกภัย ที่มา : (www.dnp.go.th/watershed/chiangdao/Ex\_sum03e.pdf.2557 : เว็บไซต์)

ธนวัฒน์ ควรรตกุล ,บุรณิติ มาศอมรพันธุ์ และรัชดาพร มานวงค์ (2557 : เว็บไซต์) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการออกแบบและการสร้างวิเคราะห์และออกแบบวงจรคำนวณระดับน้ำมันในถังน้ำมัน รวมถึงการประเมินและทดสอบถึงประสิทธิภาพของเครื่องวัดระดับน้ำมันโดยอาศัยคลื่นอัลตราโซนิก เป็นตัวบ่งบอกถึงระดับน้ำมันในถังน้ำมัน โดยตัวที่บ่งบอกคือ แผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ได้ผ่านการออกแบบและเขียนชุดคำสั่ง ซึ่งผลที่ได้คือความถี่ และนำความถี่ที่ได้นั้นมาประมวลผลและวิเคราะห์ผล เพื่อที่จะได้ทราบถึงระดับปริมาณน้ำมันในถัง ซึ่งเราสามารถนำผลที่ได้มาใช้อยู่ในการวิเคราะห์ ถึงระดับน้ำมันในถังที่คงเหลืออยู่ในถังน้ำมัน ที่มา : (sutir.sut.ac.th:8080/sutir/bitstream/123456789/1/2550-20-1.1.pdf.2557 : เว็บไซต์)

สุณิศา พลายพันธุ์ ,อภิรักษ์ จันทร์สร้าง ,อนันต์ ผลเพิ่ม และชัยพร ใจแก้ว (2557 : เว็บไซต์) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการออกแบบและการสร้างระบบจัดการและรายงานสถานะโหนดตรวจวัดไร้สายแบบเวลาจริงและย้อนหลังในเครือข่ายตรวจวัดไร้สายในระบบจัดการและรายงานสถานะโหนดตรวจวัดไร้สาย ในเครือข่ายตรวจวัดไร้สาย ประกอบด้วยโหนดเกตเวย์ และโหนดตรวจวัด ซึ่งทำหน้าที่ตรวจวัดค่าสภาพแวดล้อมตามสถานที่ต่าง ๆ ที่นำไปติดตั้งเช่น อุณหภูมิ แสง ความชื้น หรือแม้แต่ข้อมูลของโหนดตรวจวัดไร้สายเอง ได้แก่ ความจุแบตเตอรี่ สถานะการเชื่อมต่อกับโหนดใกล้เคียงหรือความแรงของโหนดในระบบแกนสามมิติ เป็นต้น และเมื่อถึงช่วงเวลาที่กำหนดโหนดตรวจวัดไร้สายจะส่งข้อมูลดังกล่าวมายังโหนดเกตเวย์ซึ่งทำหน้าที่รวบรวมข้อมูลและส่งต่อไปยังเครื่องแม่ข่ายเพื่อเก็บลงฐานข้อมูล และเมื่อผู้ใช้งานต้องการทราบข้อมูลสถานะของโหนดตรวจวัดไร้สายหรือข้อมูลของสภาพแวดล้อมในบริเวณดังกล่าวก็จะส่งคำร้องขอจากเครื่องลูกข่ายมายังเครื่องแม่ข่าย ซึ่งเครื่องแม่ข่ายก็จะประมวลผลข้อมูลจากฐานข้อมูลและส่งให้เครื่องลูกข่ายแสดงผลเพื่อให้ผู้ใช้สามารถทราบสถานะของโหนดตรวจวัดไร้สายและเครือข่ายตรวจวัดไร้สายได้ตามที่ผู้ใช้ร้องขอมาที่มา : (www.cpe.ku.ac.th/~cpj/publications/sunisa13wireless.pdf.2557 : เว็บไซต์)

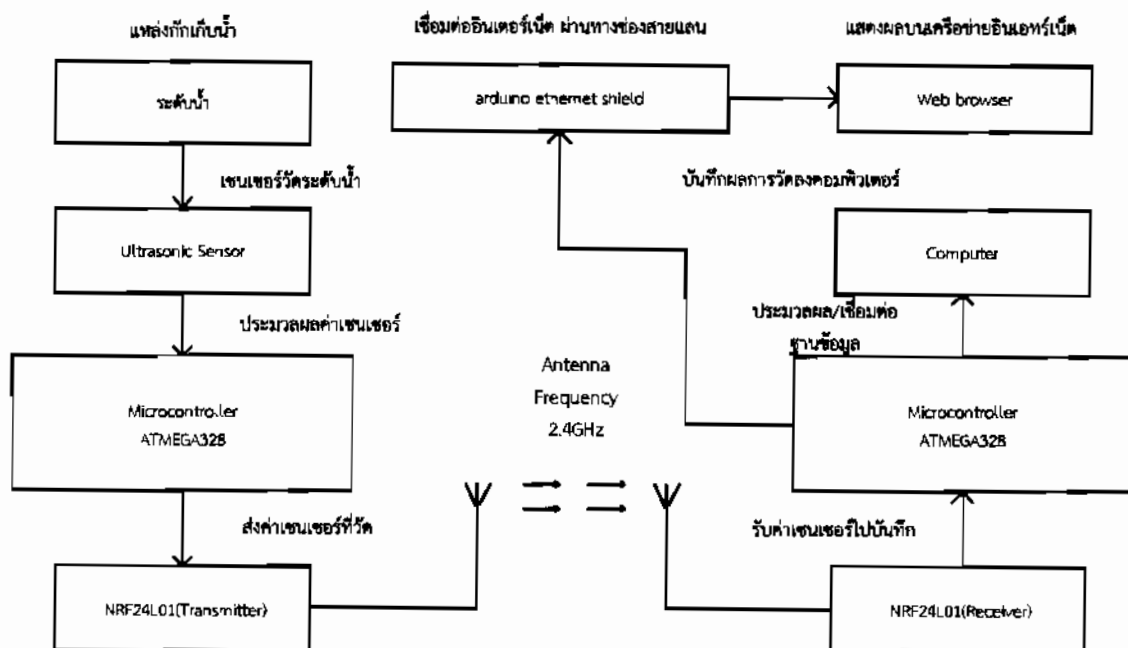
นายเจษฎา ช้างสีสังข์ ,นายกรกฎ สุภา (2557 : เว็บไซต์) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการออกแบบและการสร้างอุปกรณ์วัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจมีประโยชน์มากในการใช้แสดงสัญญาณและวิเคราะห์ความสมบูรณ์หรือความผิดปกติของหัวใจจากแพทย์ โครงการนี้จัดทำขึ้นเพื่อสร้างต้นแบบอุปกรณ์วัดสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจแบบไร้สายที่สามารถแสดงผลสัญญาณด้วยคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลในระยะใกล้ โดยผู้ป่วยสามารถพกพาเครื่องวัดติดตัวไว้ขณะทำกิจกรรมต่างๆ และจะส่งสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจมาแสดงผลที่คอมพิวเตอร์ในทันทีที่อุปกรณ์วัดคลื่นหัวใจแบบไร้สายจะประกอบด้วยอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อนำพาสัญญาณไฟฟ้าหัวใจจากผู้ถูกวัดเข้ามาสู่วงจรขยายสัญญาณ วงจรกรองสัญญาณรบกวน และแปลงสัญญาณจากอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิทัล ซึ่งรวมอยู่ใน ADS1298 (Analog Front-End for Biopotential Measurements) โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ LPC2148 ในการควบคุมการทำงาน จากนั้น จะส่งสัญญาณไร้สายด้วยมาตรฐาน Zigbee เข้าสู่คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล เพื่อแสดงผลสัญญาณด้วยซอฟต์แวร์ที่เขียนขึ้น ด้วย ภาษา c# แบบเวลาจริง (Realtime) ที่มา : (mis.en.kku.ac.th/administrator/doc\_upload/20110318133033.pdf.2557 : เว็บไซต์)

## บทที่ 3

### วิธีการดำเนินการ

#### 3.1 แผนผังดำเนินงานวิจัย

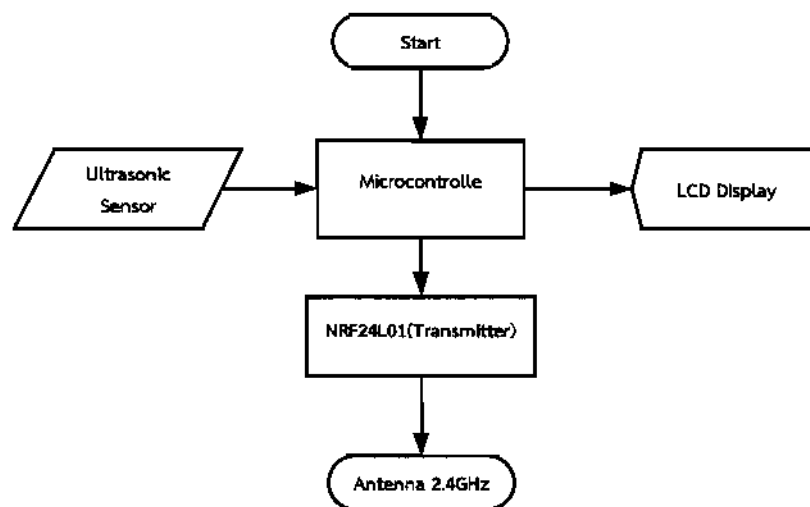
##### 3.1.1 บล็อกไดอะแกรมของระบบการตรวจวัดระดับน้ำแบบไร้สาย



ภาพประกอบ 18 บล็อกไดอะแกรมของระบบการตรวจวัดระดับน้ำแบบไร้สาย

จากบล็อกไดอะแกรมของระบบการตรวจวัดระดับน้ำแบบไร้สายจากซ้ายมือเป็นการวัดระดับน้ำด้วยเซนเซอร์ Ultrasonic Sensor ทำการวัดค่าระดับน้ำโดยใช้หลักการการสะท้อนของเสียง และส่งค่ากับหน่วยประมวลผลไมโครคอนโทรลเลอร์ และส่งค่าไปยังภาครับโดยใช้ระบบไร้สาย ผ่านโมดูลภาครับ รับค่าที่ได้มา เก็บค่าการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำไว้ที่คอมพิวเตอร์ และสร้างฐานข้อมูล บันทึกวันเวลา ค่าการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำไว้ในเครื่องคอมพิวเตอร์ด้วยโปรแกรม PLX-DAQ และแสดงผลบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตผ่านทาง arduino ethernet shield เพื่อให้สามารถเข้าสู่ข้อมูลได้ทุกที่มีอินเทอร์เน็ต

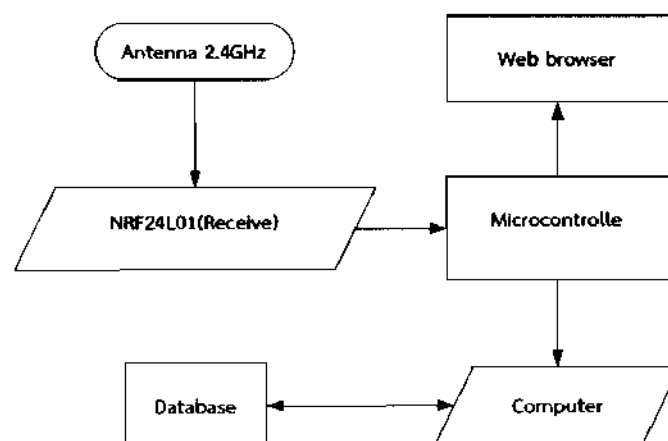
### 3.1.2 ระบบการตรวจวัดระดับน้ำแบบไร้สาย ภาคส่ง(Transmitter)



ภาพประกอบ 19 ระบบการตรวจวัดระดับน้ำแบบไร้สาย ภาคส่ง(Transmitter)

การทำงานของระบบการตรวจวัดระดับน้ำแบบไร้สาย ภาคส่ง(Transmitter) เมื่อเริ่มการทำงาน ระบบประมวลโดย ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) ทำการรับค่าที่ได้จากการวัดระดับน้ำโดยใช้เซนเซอร์วัดระดับ (Ultrasonic Sensor) และส่งค่าที่วัดด้วยสัญญาณไร้สาย (Wireless) โมดูล NRF24L01(Transmitter) แบบไร้สายไปยังภาครับโดยใช้ความถี่ในการส่ง 2.4 กิกะเฮิรตซ์

### 3.1.3 ระบบการตรวจวัดระดับน้ำแบบไร้สาย ภาครับ (Receive)



ภาพประกอบ 20 ระบบการตรวจวัดระดับน้ำแบบไร้สาย ภาครับ(Receive)

การทำงานของระบบการตรวจวัดระดับน้ำแบบไร้สาย ภาครับ (Receive) เมื่อเริ่มการทำงาน ระบบจะทำการรับข้อมูล โดยผ่าน โมดูล NRF24L01(Receive) และส่งข้อมูลที่รับมาให้ส่วนประมวลผล ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ผ่านทางสายยูเอสบีพอร์ต (USB Port) และเก็บข้อมูลไว้ยังฐานข้อมูลบนคอมพิวเตอร์ และยังแสดงค่าระดับน้ำบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตด้วย arduino ethernet shield เพื่อให้สามารถเรียกดูข้อมูลได้ทุกที่ที่มีอินเทอร์เน็ต

### 3.2 การเลือกใช้อุปกรณ์เบื้องต้น

#### 3.2.1 เซนเซอร์อัลตราโซนิกทรานสดิวเซอร์ ( Ultrasonic Transducer )



ภาพประกอบ 21 Ultrasonic ranging module US-020

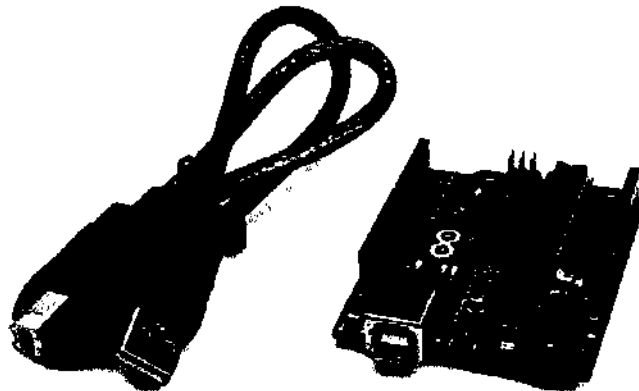
ที่มา : ([www.facebook.com/ElecDesignWorks.2557](https://www.facebook.com/ElecDesignWorks.2557) : เว็บไซต์)

โมดูลอัลตราโซนิกนี้เป็นอุปกรณ์ใช้วัดระยะทางโดยไม่ต้องมีการสัมผัสกับตำแหน่งที่ต้องการวัด วัดได้ตั้งแต่ 2 เซนติเมตร ถึง 700 เซนติเมตร โดยส่งสัญญาณอัลตราโซนิกความถี่ 40 กิโลเฮิร์ตซ์ ไปที่วัตถุที่ต้องการวัดและรับสัญญาณที่สะท้อนกลับมา พร้อมทั้งจับเวลาเพื่อนำมาใช้ในการคำนวณระยะทาง

Specifications:

- Working voltage: DC 5 V
- Static current: 3 mA
- Working temperature: 0 ~ + 70
- Output way: GPIO
- Induction Angle: Less than 15
- Detection range: 2 cm to 7 m
- Detecting precision: 0.3 cm + 1%
- Sensor size: Approx. 45 x 20 x 1.6mm
- Hole diameter: Approx. 1mm

### 3.2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล ARDUINO UNO



ภาพประกอบ 22 บอร์ด ARDUINO UNO R3

ที่มา : ([www.arduitronics.com/product/8/arduino-uno-r3-free-usb-cable](http://www.arduitronics.com/product/8/arduino-uno-r3-free-usb-cable). 2557 : เว็บไซต์)

บอร์ดนี้เหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นใช้งาน ถูกออกแบบมาเพื่อใช้งานอเนกประสงค์โดยมีรายละเอียดของบอร์ดดังนี้

- Microcontroller ATmega328
- Operating Voltage 5V
- Input Voltage (recommended) 7-12V
- Input Voltage (limits) 6-20V
- Digital I/O Pins 14 (of which 6 provide PWM output)
- Analog Input Pins 6
- DC Current per I/O Pin 40 mA
- DC Current for 3.3V Pin 50 mA
- Flash Memory 32 KB (ATmega328) of which 0.5 KB used by bootloader
- SRAM 2 KB (ATmega328)
- EEPROM 1 KB (ATmega328)
- Clock Speed 16 MHz

หมายเหตุ สายเชื่อมต่อ USB port ซึ่งสามารถใช้ในการโปรแกรมบอร์ด โดยไม่ต้องใช้ Adapter เพื่อจ่ายไฟ

### 3.2.3 โมดูลสื่อสารไร้สายระยะไกล NRF24L01+PA+LNA Module พร้อมเสาอากาศรับ-ส่งข้อมูลระยะไกล



ภาพประกอบ 23 NRF24L01+PA+LNA Module พร้อมเสาอากาศ

ที่มา : ([www.spelecshop.com/1402480/419447/NRF24L01---PA---LNA-module.html.2557](http://www.spelecshop.com/1402480/419447/NRF24L01---PA---LNA-module.html.2557) :  
เว็บไซต์)

รายละเอียด NRF24L01+PA+LNA Module

-Voltage: 3-3V

-Max output power: +20 dBm

-Working current in transmit mode: 115mA

-Working current in receiver mode: 45mA

-Current in mode: 4.2uA

-Operating temperature: -20-70 degree

-Receiver sensitivity: -92dBm in 2Mbps mode, -95dBm in 1Mbps mode, -104dBm

in 250kbps mode

-PA growth: 20dB

-LAN growth: 10dB

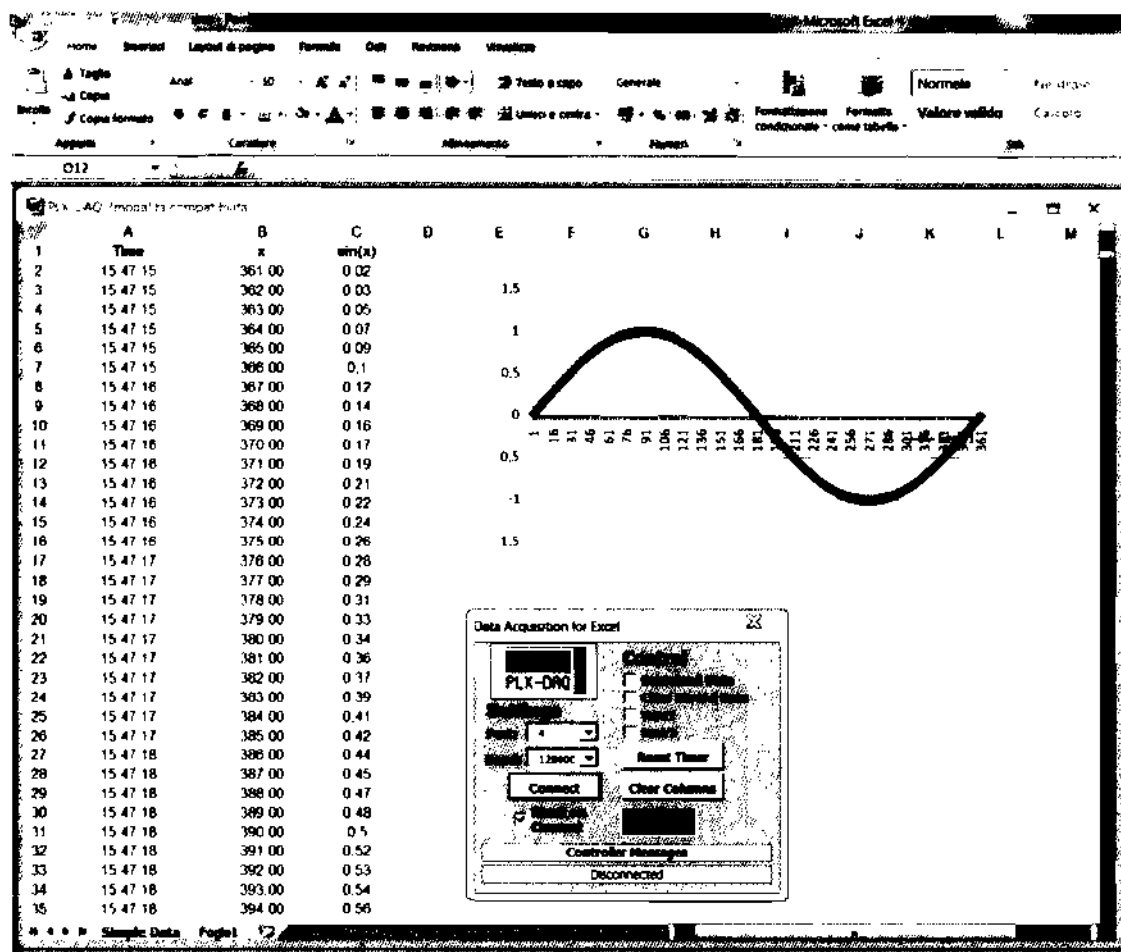
-LAN noise figure: 2.6dB

-Antenna growth: 2dB

-2M rate: 520m

### 3.3 การบันทึกค่าและเก็บข้อมูล

#### 3.3.1 การบันทึกข้อมูลโดยใช้โปรแกรม PLX-DAQ



ภาพประกอบ 24 รูปแบบการใช้งานโปรแกรม PLX-DAQ บนคอมพิวเตอร์

เป็นโปรแกรมที่สามารถบันทึกค่าโดยการเชื่อมต่อรับข้อมูลจากไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านทาง Serial Port โดยบันทึกค่า วัน เดือน ปี ค่าเวลา และค่าที่ได้จากไมโครคอนโทรลเลอร์ไว้ในรูปแบบ Microsoft Excel และสร้างกราฟจากค่าที่ได้อัตโนมัติ ใช้งานง่ายเพียงติดตั้งโปรแกรม และ ตั้งค่าต่างๆ ให้ตรงกับส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์เท่านั้น

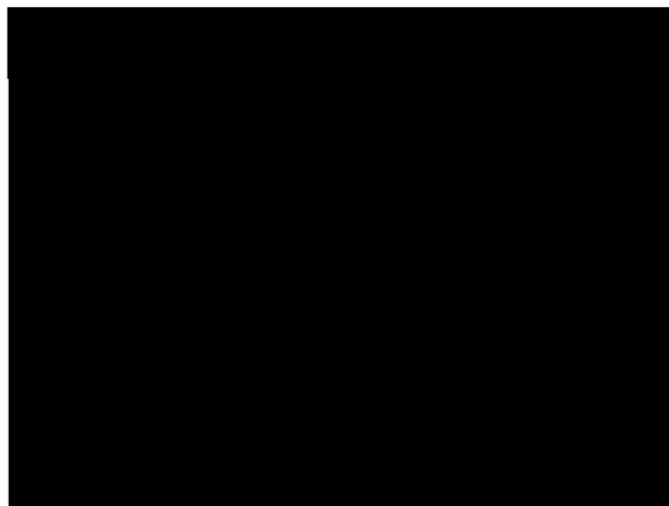
### 3.4 การทดลอง

#### 3.4.1 ทดลองความถูกต้องในการวัดระยะของ Ultrasonic transducer ต่อวงจรดังรูป



ภาพประกอบ 25 การต่อ เซนเซอร์ Ultrasonic Module US-020 ร่วมกับ Arduino uno

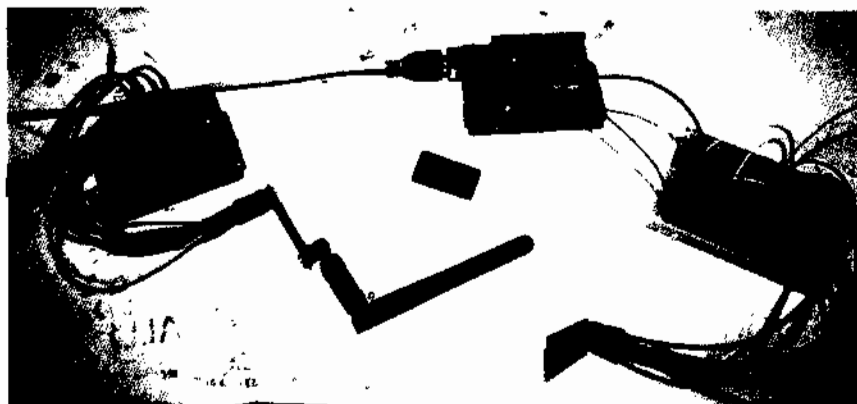
จากนั้นทำการเขียนโค้ดโปรแกรมตามโค้ด และ ทำการโปรแกรมลงบอร์ด Arduino uno จากนั้นเปิดหน้าต่าง Serial monitor ของโปรแกรมเพื่อดูค่าที่วัดและเปรียบเทียบกับอุปกรณ์วัดระยะชนิดอื่น เพื่อหาค่าและแก้ไขให้ใกล้เคียงกับค่าอุปกรณ์วัดระยะให้มากที่สุด



ภาพประกอบ 26 การอ่านค่าที่วัดได้ผ่านทาง Serial monitor ของโปรแกรม Arduino  
ที่มา : (arduinosenors.com/wp-content/2014/05/Ultrasonic\_10.png.2557 : เว็บไซต์)

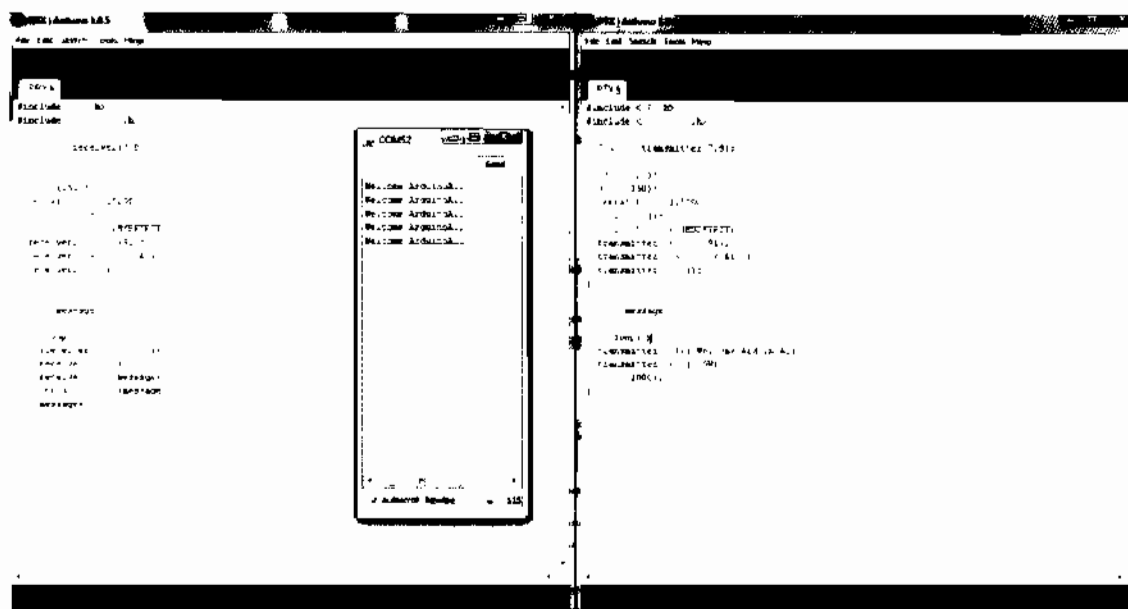
### 3.4.2 ทดลองการรับส่งข้อมูลแบบไร้สายด้วยโมดูล NRF24L01

ทำการทดสอบโดยการเขียนโค้ดคำสั่งโปรแกรม ภาครับ และ ภาคส่ง ให้ส่งข้อความให้กับภาครับและแสดงออกทาง Serial monitor ของโปรแกรม Arduino



ภาพประกอบ 27 การทดสอบการรับส่งข้อมูล โดยการส่งข้อความ

ที่มา : ([www.arduinoall.com/article/สอน-วิธี-ใช้งาน-nrf24l01-module-โมดูลสื่อสารไร้สาย-nrf24l01-ความถี่-2-4g-ร่วมกับ-arduino-ใช้งานได้ภายใน-3-นาที่.2557](http://www.arduinoall.com/article/สอน-วิธี-ใช้งาน-nrf24l01-module-โมดูลสื่อสารไร้สาย-nrf24l01-ความถี่-2-4g-ร่วมกับ-arduino-ใช้งานได้ภายใน-3-นาที่.2557) : เว็บไซต์)

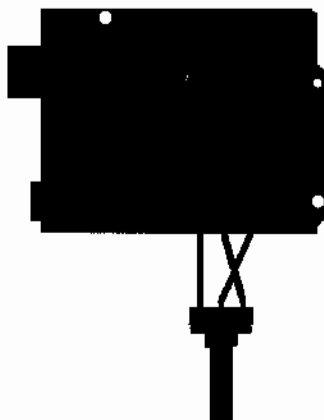


ภาพประกอบ 28 การส่งข้อความไปยังส่วนของตัวรับ

ที่มา : ([www.arduinoall.com/article/สอน-วิธี-ใช้งาน-nrf24l01-module-โมดูลสื่อสารไร้สาย-nrf24l01-ความถี่-2-4g-ร่วมกับ-arduino-ใช้งานได้ภายใน-3-นาที่.2557](http://www.arduinoall.com/article/สอน-วิธี-ใช้งาน-nrf24l01-module-โมดูลสื่อสารไร้สาย-nrf24l01-ความถี่-2-4g-ร่วมกับ-arduino-ใช้งานได้ภายใน-3-นาที่.2557) : เว็บไซต์)

### 3.4.3 ทดลองการบันทึกข้อมูลด้วยโปรแกรม PLX-DAQ

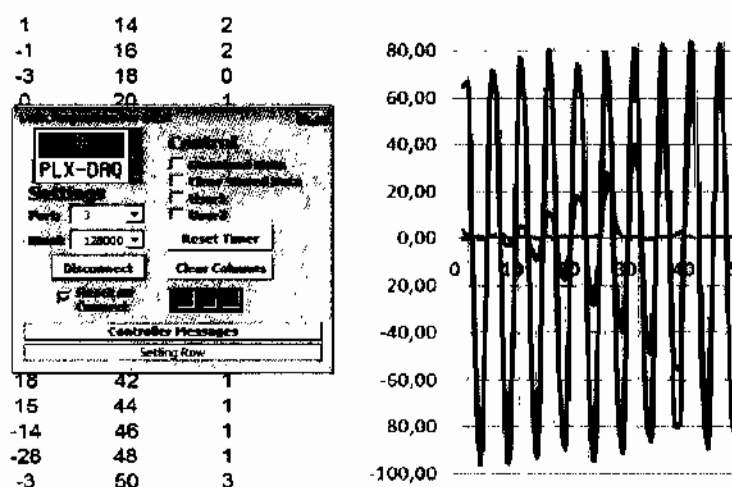
ทดสอบรับค่าเซนเซอร์ โดยใช้ตัวต้านทานปรับค่าได้ มาทดสอบการเปลี่ยนแปลงค่าตามการหมุน เขียนโปรแกรม Arduino ให้รับค่าผ่านทาง Serial monitor ของโปรแกรม Arduino เพื่อติดต่อคอมพิวเตอร์ทาง Serial Port



ภาพประกอบ 29 ทดสอบรับค่าเซนเซอร์ โดยใช้ตัวต้านทานปรับค่าได้

ที่มา : (www.arduinoall.com/article/สอน-วิธี-ใช้งาน-nrf24l01-module-โมดูลสื่อสารไร้สาย-nrf24l01-ความถี่-2-4g-ร่วมกับ-arduino-ใช้งานได้ภายใน-3-นาทื .2557 : เว็บไซต์)

ติดตั้งโปรแกรม PLX-DAQ จากนั้นเปิดโปรแกรมทำการตั้งค่า Com port และ ความถี่ในการสื่อสารอนุกรม ให้ตรงกับ Microcontroller Arduino จากนั้นกด Connect เพื่อเชื่อมต่อกัน ค่าที่ได้จะอยู่ในรูป Microsoft Excel



ภาพประกอบ 30 การแสดงผลของโปรแกรม PLX-DAQ

ที่มา : (www.mynortherndiary.com/diary/wp-content/013/02/plxdaq.jpg.2557 : เว็บไซต์)

### 3.4.4 ทดสอบทั้งระบบ

#### ภาคส่งข้อมูล

ให้ทดสอบส่งค่าโดยมีตัวต้านทานปรับค่าได้ หรือ ตัวต้านทานเปลี่ยนค่าได้ตามแสง(LDR) ต่อเป็นวงจรแบ่งแรงดัน ต่อเข้ากับขาอินพุตของบอร์ด Arduino จากนั้นทำการส่งค่าที่ได้ ผ่านทางอุปกรณ์รับส่งข้อมูลแบบไร้สายด้วยสัญญาณไร้สาย (Wireless) โมดูล NRF24L01 ไปให้ภาครับ

#### ภาครับข้อมูล

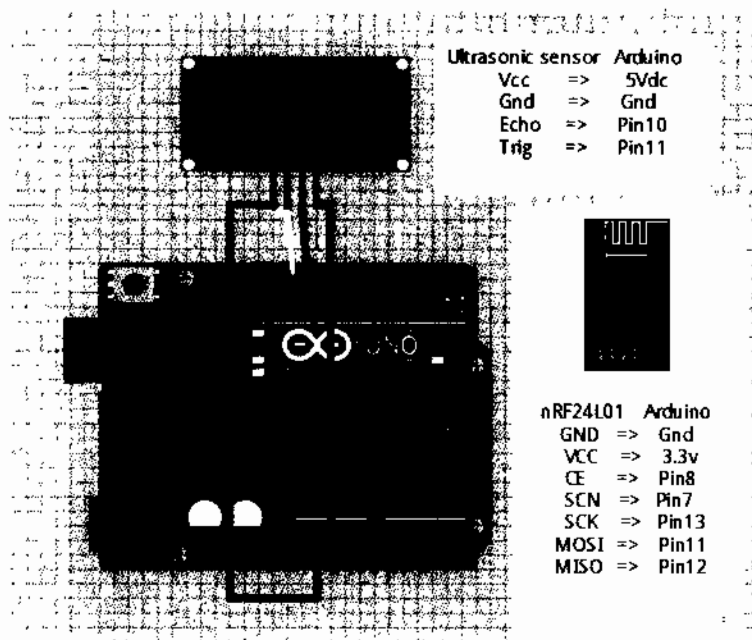
รับข้อมูลด้วย อุปกรณ์รับส่งข้อมูลแบบไร้สายด้วยสัญญาณไร้สาย (Wireless) โมดูล NRF24L01 จากนั้นส่งค่าผ่านทาง Serial port ของโปรแกรม Arduino เพื่อเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ แล้วทำการบันทึกค่าการเปลี่ยนแปลงของเซนเซอร์ด้วยโปรแกรม PLX-DAQ

## บทที่ 4

### แผนการดำเนินงาน

#### 4.1 ส่วนประกอบและการการออกแบบ

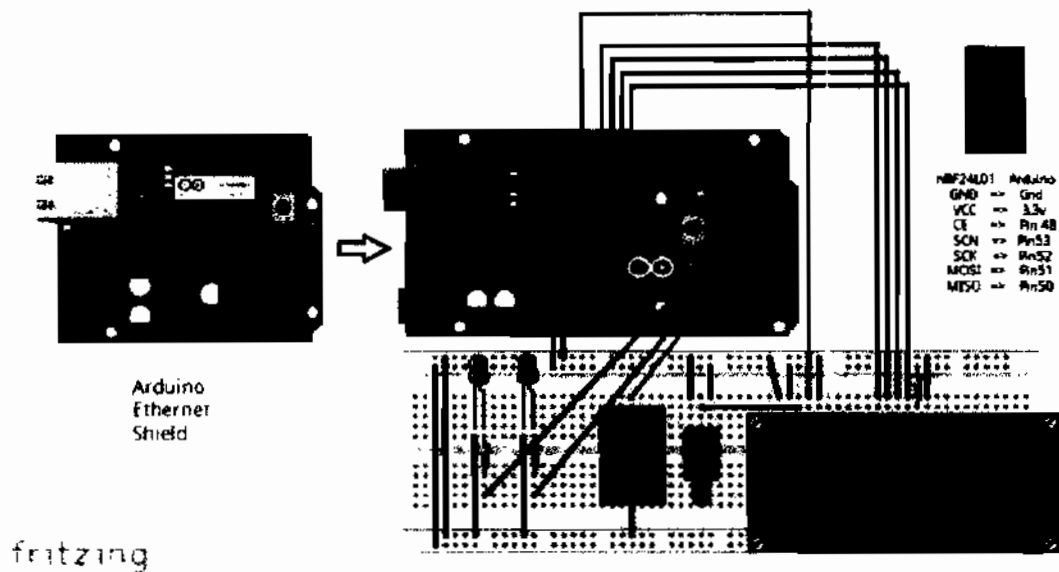
##### 4.1.1 ภาคส่งข้อมูล



ภาพประกอบ 31 ส่วนประกอบและการการออกแบบภาคส่งข้อมูล

1. ในระบบส่งข้อมูลนั้นจะวัดระดับน้ำขึ้นลงด้วย Ultrasonic sensor รุ่น SFR-05 ประกอบด้วยขาทั้งหมด 4 ขา
  - ขา Vcc ต่อกับแหล่งจ่ายไฟ +5 โวลต์
  - ขา Gnd ต่อกับแหล่งจ่ายไฟลบ
  - ขา Echo Pulse Output (ECHO) เป็นขาที่ใช้ปล่อยสัญญาณพัลส์
  - ขา Trigger Pulse Input (TRIGGER) เป็นสัญญาณอินพุตรับสัญญาณพัลส์
2. ประมวลผลโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล Arduino รุ่น Uno
3. การส่งข้อมูลด้วยโมดูล NRF24L01 เป็นการส่งข้อมูลแบบไร้สายด้วยสัญญาณวิทยุ

#### 4.1.2 ภาครับข้อมูล



ภาพประกอบ 32 ส่วนประกอบและการการออกแบบภาครับข้อมูล

ภาครับเมื่อได้รับข้อมูลจากการส่งข้อมูลระดับน้ำไมโครคอนโทรลเลอร์จะแบ่งออกเป็น 4 ส่วน

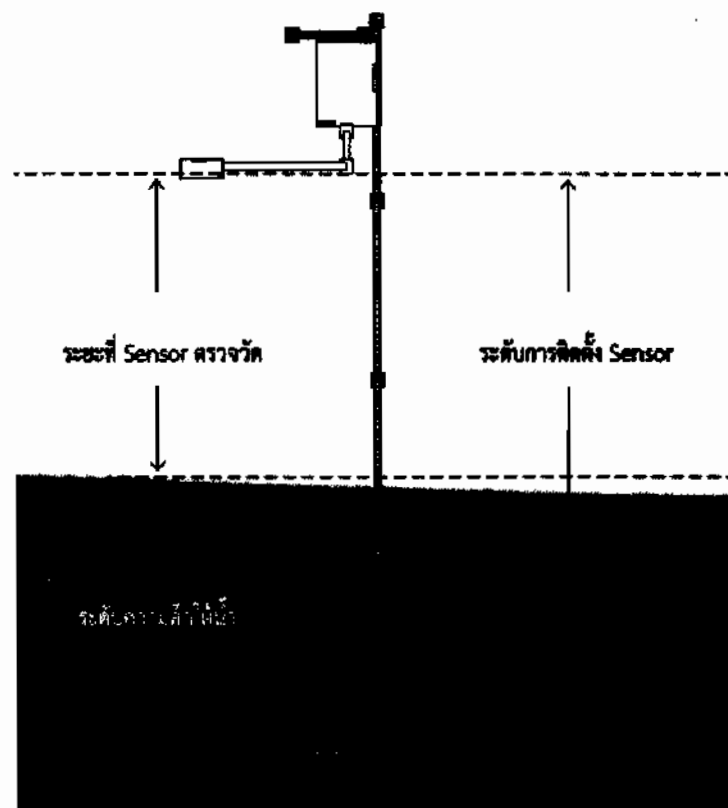
1. อุปกรณ์รับสัญญาณ รุ่น NRF24L01 โดยผ่านการเชื่อมต่อ SPI
2. แสดงค่าระดับความสูงของน้ำด้วยจอ LCD Display 16x2
3. ส่งข้อมูลไปเก็บยังคอมพิวเตอร์ผ่านทาง Serial.Port เพื่อเชื่อมต่อกับโปรแกรมเก็บ

ข้อมูล

4. แสดงข้อความและระดับน้ำบนเว็บเบราว์เซอร์ โดยผ่านโมดูล Arduino Ethernet Shield

#### 4.2 การคำนวณสมการเพื่อใช้ในการวัดระดับความลึกของน้ำ

เนื่องจากเซนเซอร์ Ultrasonic Sensor ไม่สามารถระยะทางในน้ำได้ ความลึกระดับได้น้ำที่วัด จึงหาได้จากสมการดังต่อไปนี้



ภาพประกอบ 33 แสดงระยะต่างๆของระบบตรวจวัด

ความลึกได้น้ำ = ความสูงที่ติดตั้งเซนเซอร์ - ระยะทางที่เซนเซอร์วัดได้

เช่น ความสูงที่ติดตั้งเซนเซอร์ เท่ากับ 3 เมตร ระยะทางที่เซนเซอร์วัดได้ 1.24 เมตร

ดังนั้น ความลึกได้น้ำ = ( 3 เมตร - 1.24 เมตร ) = 1.76 เมตร

#### 4.3 ทดสอบวัดค่าระยะทางโดยเปรียบเทียบ Ultrasonic Sensor กับ ตลับเมตรหาความคลาดเคลื่อน



ภาพประกอบ 34 ทดสอบวัดระยะเปรียบเทียบตลับเมตรกับเซ็นเซอร์

ทำการทดสอบวัดระยะของเซ็นเซอร์ Ultrasonic Sensor เปรียบเทียบกับอุปกรณ์วัดระยะโดยทำการเปรียบเทียบระยะเพิ่มขึ้นทุก 50 เซนติเมตร

ตาราง 3 ตารางการทดสอบเปรียบเทียบความยาวระหว่างตลับเมตรกับเซ็นเซอร์ Ultrasonic Sensor

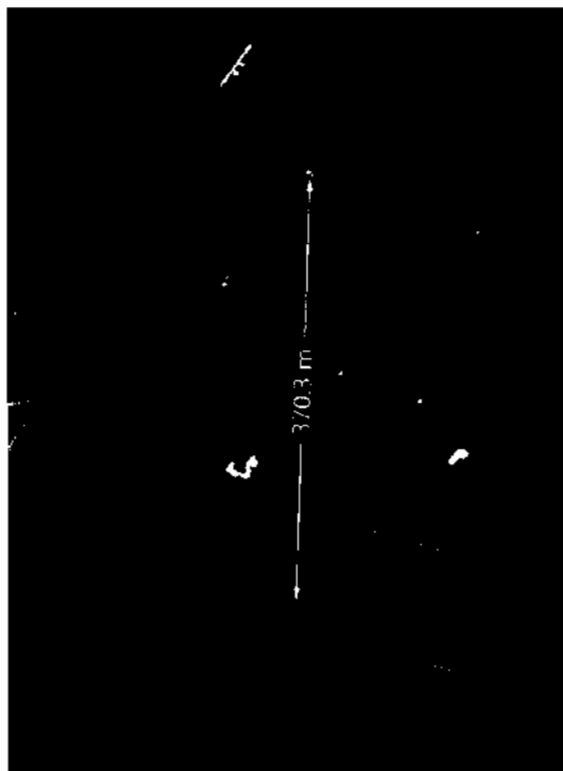
| การวัดความยาวโดยใช้ตลับเมตร | การวัดความยาวโดยใช้เซ็นเซอร์ Ultrasonic Sensor |
|-----------------------------|------------------------------------------------|
| 50 เซนติเมตร                | 52 เซนติเมตร                                   |
| 100 เซนติเมตร               | 104 เซนติเมตร                                  |
| 150 เซนติเมตร               | 153 เซนติเมตร                                  |
| 200 เซนติเมตร               | 204 เซนติเมตร                                  |
| 250 เซนติเมตร               | 252 เซนติเมตร                                  |
| 300 เซนติเมตร               | 298 เซนติเมตร                                  |

#### 4.4 ทดสอบระยะการรับส่งข้อมูลของโมดูลรับสัญญาณอินเทอร์เน็ต nRF24L01

##### 4.4.1 ทดสอบรับส่งข้อมูลในพื้นที่โล่ง



ภาพประกอบ 35 การทดสอบรับสัญญาณในที่โล่ง



ภาพประกอบ 36 ระยะการรับสัญญาณสูงสุดในที่โล่ง

จากภาพประกอบ 35 ทำการทดสอบระยะการรับส่งสัญญาณในที่โล่ง โดยทำการทดสอบสัญญาณทุกๆ 50 เมตร โดยจากภาพประกอบ 36 เป็นระยะสูงสุดที่รับส่งสัญญาณได้

ตาราง 4 ตารางการทดสอบรับส่งข้อมูลในพื้นที่โล่ง

| ลำดับ | ระยะทางการรับ-ส่งข้อมูล (เมตร) | การรับส่งข้อมูล   |
|-------|--------------------------------|-------------------|
| 1     | 50                             | ส่งได้            |
| 2     | 100                            | ส่งได้            |
| 3     | 150                            | ส่งได้            |
| 4     | 200                            | ส่งได้            |
| 5     | 250                            | ส่งได้            |
| 6     | 300                            | ส่งได้            |
| 7     | 350                            | ส่งได้            |
| 8     | 400                            | สัญญาณเริ่มขาดหาย |
| 9     | 450                            | ส่งไม่ได้         |
| 10    | 500                            | ส่งไม่ได้         |

#### 4.4.2 ทดสอบรับส่งข้อมูลในพื้นที่มีสิ่งกีดขวาง



ภาพประกอบ 37 ทดสอบรับส่งข้อมูลในพื้นที่มีสิ่งกีดขวาง



ภาพประกอบ 38 ระยะการรับสัญญาณสูงสุดในที่มีสิ่งกีดขวาง

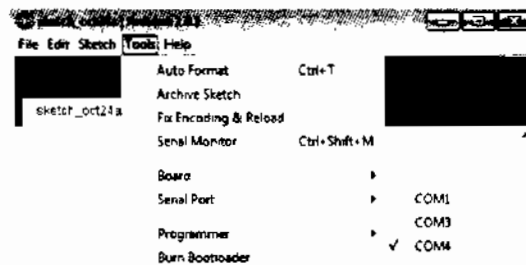
จากภาพประกอบ 37 ทำการทดสอบระยะการรับส่งสัญญาณในที่มีสิ่งกีดขวางโดยทำการทดสอบสัญญาณทุกๆ 50 เมตร โดยจากภาพประกอบ 38 เป็นระยะสูงสุดที่รับส่งสัญญาณได้

ตาราง 5 ตารางการทดสอบรับส่งข้อมูลในพื้นที่มีสิ่งกีดขวาง

| ลำดับ | ระยะทางการรับ-ส่งข้อมูล | การรับส่งข้อมูล |
|-------|-------------------------|-----------------|
| 1     | 50                      | ส่งได้          |
| 2     | 100                     | ส่งได้          |
| 3     | 150                     | ส่งได้          |
| 4     | 200                     | ส่งไม่ได้       |
| 5     | 250                     | ส่งไม่ได้       |
| 6     | 300                     | ส่งไม่ได้       |
| 7     | 350                     | ส่งไม่ได้       |
| 8     | 400                     | ส่งไม่ได้       |
| 9     | 450                     | ส่งไม่ได้       |
| 10    | 500                     | ส่งไม่ได้       |

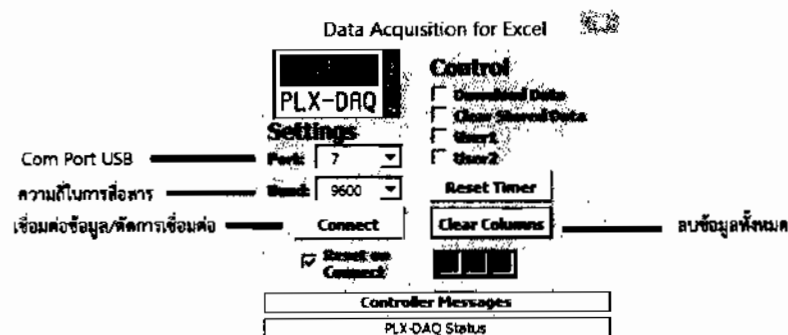
#### 4.5 การติดตั้งและการใช้งานโปรแกรม PLX-DAQ ร่วมกับโปรแกรม Arduino

1. เสียบสาย USB บอร์ด Arduino เข้ากับเครื่อง Computer
2. เปิดโปรแกรม Arduino เพื่อตั้ง Com Port



ภาพประกอบ 39 เปิดโปรแกรม Arduino เพื่อตั้ง Com Port

3. การตั้งค่าโปรแกรม PLX-DAQ เพื่อเชื่อมต่อรับข้อมูลกับ Arduino

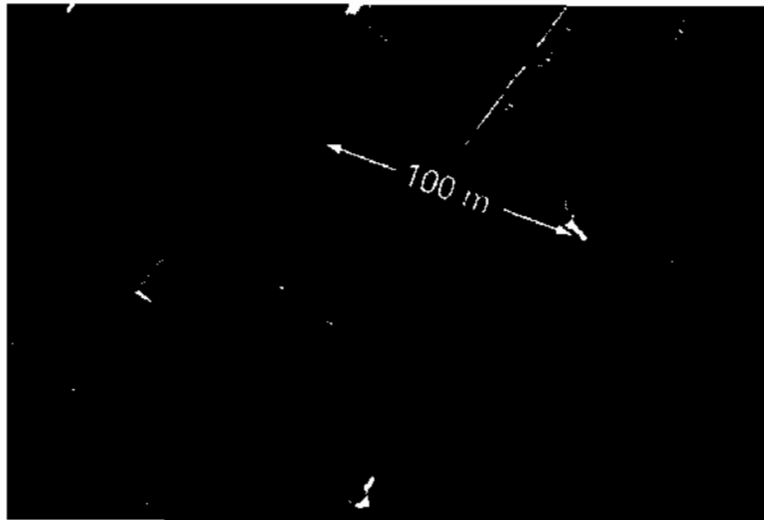


ภาพประกอบ 40 การตั้งค่าโปรแกรม PLX-DAQ เพื่อเชื่อมต่อรับข้อมูลกับ Arduino

4. ตั้ง Com Port USB และ Baud ให้ตรงกับบอร์ด Arduino
5. กด Connect เพื่อทำการเชื่อมต่อข้อมูล หากต้องการหยุดการเชื่อมต่อให้กด Disconnect
6. กด Clear Columns เมื่อต้องการลบข้อมูลทั้งหมดเพื่อเก็บข้อมูลใหม่

หมายเหตุ ในการเก็บค่า Sensor ผ่านการสื่อสารระหว่างโปรแกรม Arduino ร่วมกับโปรแกรม PLX-DAQ นั้น ค่าวัน เดือน ปี และเวลา เริ่มแรกจะเริ่มต้นเมื่อกด Connect และ การเก็บข้อมูลจะอยู่ในรูปของ File Microsoft Excel

#### 4.6 การเก็บข้อมูลผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์ร่วมกับโปรแกรม PLX-DAQ ไว้ยังเครื่องคอมพิวเตอร์



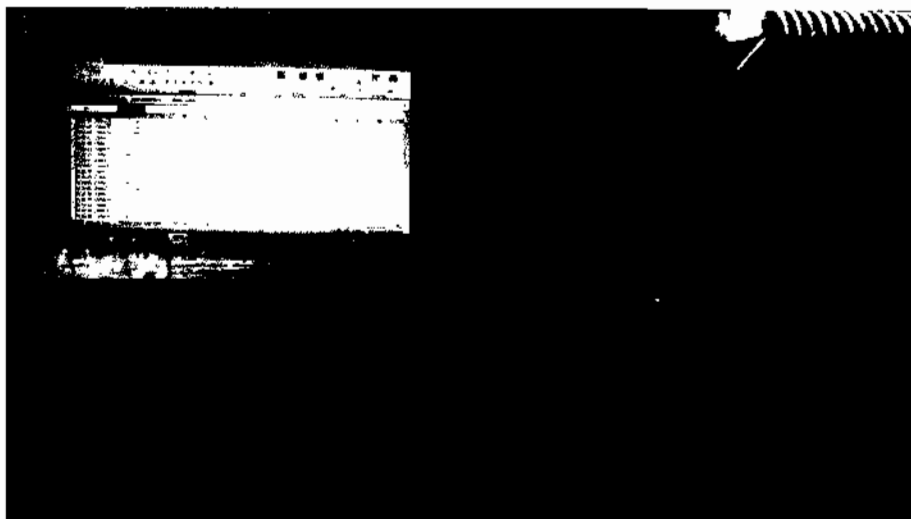
ภาพประกอบ 41 สถานที่การติดตั้งอุปกรณ์รับ-ส่งข้อมูล

สถานที่ในการติดตั้ง ระบบวัดระดับน้ำแบบไร้สาย โดยติดตั้งภาคส่งข้อมูลสถานที่ที่ต้องการวัดระดับโดยภาครับข้อมูลจะอยู่ในรัศมี การรับ-ส่งสัญญาณ และภาครับจะถูกเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์เพื่อบันทึกข้อมูล



ภาพประกอบ 42 ภาคส่งสัญญาณข้อมูล

ติดตั้งภาคส่งข้อมูลสถานที่ที่ต้องการวัดระดับน้ำ เลือกสถานที่ในการติดตั้งให้เหมาะสม

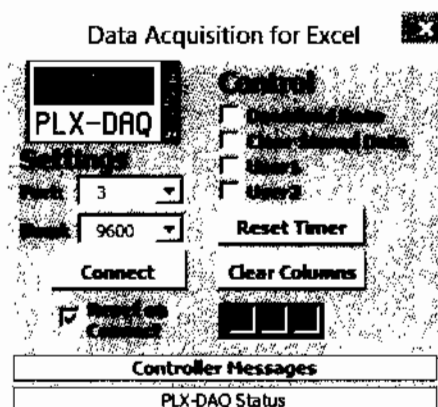


ภาพประกอบ 43 ภาพรับสัญญาณข้อมูล

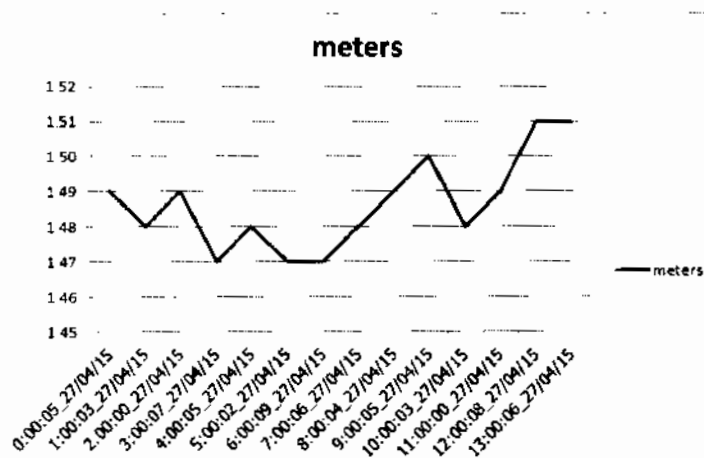
ส่วนประกอบของภาพรับข้อมูลในการเก็บข้อมูลและแสดงผล ประกอบด้วย

1. เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งโปรแกรม Microsoft office และโปรแกรม PLX-DAQ
2. เชื่อมต่อเครื่องรับสัญญาณข้อมูลเข้ากับคอมพิวเตอร์ด้วยสาย USB

|    | A                                         | B           | C | D | E | F | G | H | I |
|----|-------------------------------------------|-------------|---|---|---|---|---|---|---|
|    | Connect using<br>"PLX-DAQ Simple<br>Test" |             |   |   |   |   |   |   |   |
| 1  |                                           |             |   |   |   |   |   |   |   |
| 2  | 23 00:05_26/04/15                         | 1.49 meters |   |   |   |   |   |   |   |
| 3  | 23 30:01_26/04/15                         | 1.48 meters |   |   |   |   |   |   |   |
| 4  | 0:00:05_27/04/15                          | 1.49 meters |   |   |   |   |   |   |   |
| 5  | 0:30:09_27/04/15                          | 1.49 meters |   |   |   |   |   |   |   |
| 6  | 1:00:03_27/04/15                          | 1.48 meters |   |   |   |   |   |   |   |
| 7  | 1:30:06_27/04/15                          | 1.49 meters |   |   |   |   |   |   |   |
| 8  | 2:00:00_27/04/15                          | 1.49 meters |   |   |   |   |   |   |   |
| 9  | 2:30:04_27/04/15                          | 1.49 meters |   |   |   |   |   |   |   |
| 10 | 3:00:07_27/04/15                          | 1.47 meters |   |   |   |   |   |   |   |
| 11 | 3:30:01_27/04/15                          | 1.48 meters |   |   |   |   |   |   |   |
| 12 | 4:00:05_27/04/15                          | 1.48 meters |   |   |   |   |   |   |   |
| 13 | 4:30:08_27/04/15                          | 1.48 meters |   |   |   |   |   |   |   |
| 14 | 5:00:02_27/04/15                          | 1.47 meters |   |   |   |   |   |   |   |
| 15 | 5:30:06_27/04/15                          | 1.48 meters |   |   |   |   |   |   |   |
| 16 | 6:00:09_27/04/15                          | 1.47 meters |   |   |   |   |   |   |   |
| 17 | 6:30:03_27/04/15                          | 1.47 meters |   |   |   |   |   |   |   |
| 18 | 7:00:06_27/04/15                          | 1.48 meters |   |   |   |   |   |   |   |
| 19 | 7:30:00_27/04/15                          | 1.49 meters |   |   |   |   |   |   |   |
| 20 | 8:00:04_27/04/15                          | 1.49 meters |   |   |   |   |   |   |   |
| 21 | 8:30:07_27/04/15                          | 1.48 meters |   |   |   |   |   |   |   |
| 22 | 9:00:05_27/04/15                          | 1.50 meters |   |   |   |   |   |   |   |
| 23 | 9:30:09_27/04/15                          | 1.49 meters |   |   |   |   |   |   |   |
| 24 | 10:00:03_27/04/15                         | 1.48 meters |   |   |   |   |   |   |   |
| 25 | 10:30:07_27/04/15                         | 1.48 meters |   |   |   |   |   |   |   |
| 26 | 11:00:00_27/04/15                         | 1.49 meters |   |   |   |   |   |   |   |



ภาพประกอบ 44 ตัวอย่างการเก็บข้อมูล

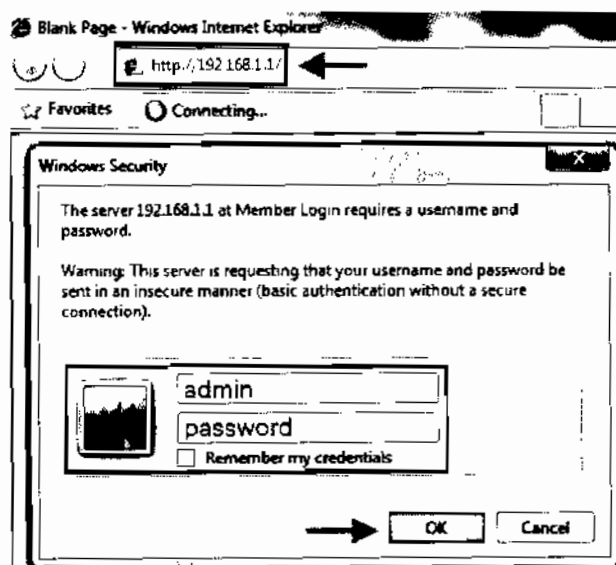


ภาพประกอบ 45 กราฟระยะเวลาเทียบกับข้อมูลความสูงของน้ำในสระน้ำ

จากภาพประกอบ 44 เป็นตัวอย่างการใช้งานโปรแกรม PLX-DAQ บันทึกข้อมูลทุก 30 นาที และ จากภาพประกอบที่ 45 เป็นกราฟแสดงผลจากข้อมูลที่บันทึก

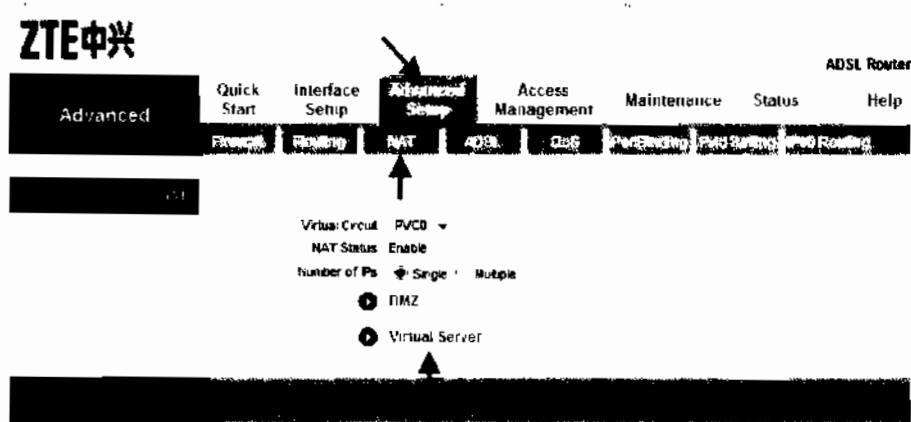
#### 4.7 วิธีการ Forward Port ของ Modem ZTE ZXV10 W300

1. เปิดเว็บเบราว์เซอร์ เช่น Internet Explorer , Fire Fox , Chrome
2. พิมพ์ <http://192.168.1.1> ที่ช่อง Address และกด Enter > จะขึ้นให้ Login พิมพ์ Username = admin / Password = password > และคลิกที่ปุ่ม OK



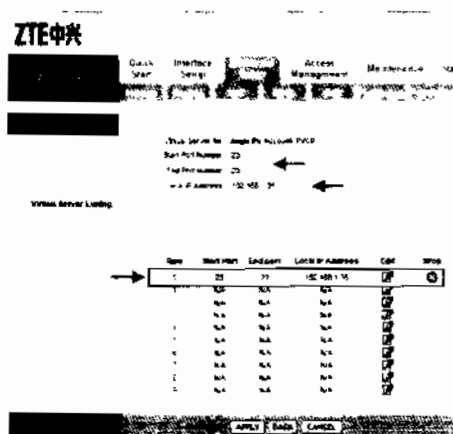
ภาพประกอบ 46 พิมพ์ <http://192.168.1.1> ที่ช่อง Address

3. คลิกที่แถบ Advance > คลิกที่ NAT > และคลิกที่ Virtual Server



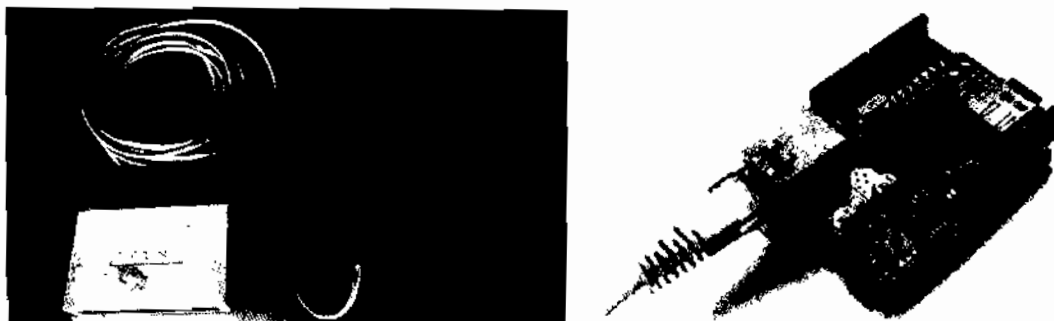
ภาพประกอบ 47 คลิกที่แถบ Advance

4. Start Port และ End Port ใส่เลข Port ที่ต้องการ > Local IP Address พิมพ์หมายเลข IP Address ในวง Lan ที่ต้องการ Fix ไว้ที่ตัวอุปกรณ์ > และกดที่ปุ่ม APPLY จะแสดงขึ้นมาใน List

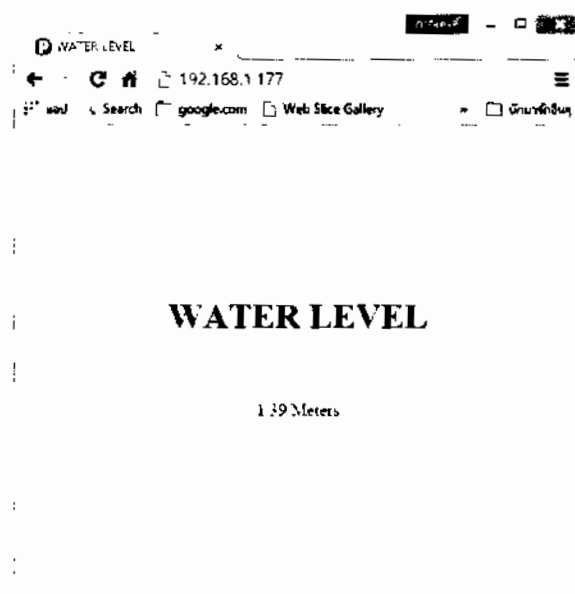


ภาพประกอบ 48 Start Port และ End Port ใส่เลข Port ที่ต้องการ

#### 4.8 ทดสอบนำค่าที่วัดขึ้นระบบอินเทอร์เน็ตด้วย Ethernet shield



ภาพประกอบ 49 ทดสอบระบบอินเทอร์เน็ตด้วย Ethernet shield



ภาพประกอบ 50 แสดงการอ่านค่าผ่านทางเครือข่ายระบบอินเทอร์เน็ต

จากภาพประกอบ 49 และภาพประกอบ 50 การเชื่อมต่อกับระบบอินเทอร์เน็ตเพื่อแสดงข้อความและความสูงของระดับน้ำค่าปัจจุบัน บนบราวเซอร์และเชื่อมต่อผ่านทาง Ethernet shield

## สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

### 5.1 สรุปและอภิปรายผล

เนื่องจากการวัดระยะความยาวของเซนเซอร์อัลตราโซนิกส์(Ultrasonic)นั้นมีข้อจำกัดในด้านของการสะท้อน และ สิ่งสำคัญที่ทำให้ข้อมูลเกิดการผิดพลาดจากการทดลองคือความร้อน เนื่องจากความไวของเสียงขึ้นอยู่กัแรงดัน และ อุณหภูมิของก๊าซที่เสียงเดินทางผ่าน ในการประยุกต์ใช้อัลตราโซนิกส์ส่วนใหญ่องค์ประกอบอื่นๆ และแรงดันของก๊าซจะถูกกำหนดให้มีความสัมพันธ์กัน ในขณะที่อุณหภูมิไม่ได้ถูกกำหนดไว้ โดยความไวของเสียงจะเพิ่มขึ้น 1 เปอร์เซ็นต์ ต่ออุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น 10 องศาฟาเรนไฮต์ ( 6 องศาเซลเซียส) และการส่งข้อมูลด้วยระบบเครือข่ายไร้สาย โดยใช้โมดูล NRF24L01 นั้นจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องคำนึงถึงสถานที่ติดตั้งภาครับและภาคส่งด้วย การติดตั้งนั้นจะต้องติดตั้งอยู่ในพื้นที่ที่โล่งไม่มีสิ่งกีดขวางหรือสิ่งบดบังการส่งสัญญาณ หากเลี่ยงการเลือกสถานที่ไม่ได้ก็ควรออกแบบเสาส่งสัญญาณให้มีประสิทธิภาพความเข้มของสัญญาณให้มากขึ้น และติดตั้งเสาส่งสัญญาณให้สูงกว่าสิ่งกีดขวางเพื่อกระกระจายของสัญญาณที่ดี

### 5.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะ

ปัญหาและข้อเสนอแนะที่พบในโครงการวิจัยนี้จะแยกออกเป็นข้อๆ ดังนี้

1. ระยะย่านการวัดที่ยาวขึ้นความผิดพลาดจะสูง ควรจะมีการเลือกใช้เซนเซอร์ที่มีระยะทางในการวัดที่ยาวขึ้นและประสิทธิภาพยังคงดีอยู่
2. การสำรองไฟเลี้ยงแบบระบบโซล่าเซลล์ของวงจรภาคส่งข้อมูล เมื่อปล่อยไว้นานจะทำให้มีผงฝุ่นปรกคลุมหน้าแผ่นโซล่าเซลล์ ทำให้ประสิทธิภาพการเก็บพลังงานน้อยลง ควรหมั่นทำความสะอาดอย่างสม่ำเสมอ
3. เนื่องจากอุปกรณ์รับส่งข้อมูลโมดูล NRF24L01 สามารถรับส่งข้อมูลในระยะปานกลาง และมีผลกระทบจากสิ่งกีดขวางต่างๆ ทำให้ไม่สามารถรับส่งข้อมูลได้ ควรที่จะติดตั้งตัวรับและตัวส่งสัญญาณในบริเวณพื้นที่โล่งหรือ ทำเสาส่งสัญญาณอากาศให้สามารถกระจายคลื่นความถี่ได้ครอบคลุมมากขึ้น นอกจากนี้ยังสามารถใช้วิธีสร้างเครือข่ายรับส่งหลายๆตัวเพื่อให้สามารถรับสัญญาณได้ครอบคลุมและไกลขึ้นได้

4. เนื่องจากแบตเตอรี่มีขนาดเล็กส่งผลให้การทำงานของเครื่องวัดระดับน้ำทำงานได้ไม่นานเท่าที่ควร ควรออกแบบวงจรต่างให้ใช้อุปกรณ์ขนาดเล็กลงเพื่อประหยัดพลังงานและเพื่อให้สะดวกในการติดตั้ง

5. ความร้อนที่เกิดขึ้นกับไอซีของวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์เน็ต ควรติดแผ่นระบายความร้อนขนาดเล็กไว้เพื่อลดความร้อนขณะประมวลผล และลดความร้อนทั้งระบบ

## บรรณานุกรม



### บรรณานุกรม

- จักรกริช ไกยพันธ์ , วีรชัย สุวรรณหงษ์. *เทคนิคการวัดระดับน้ำด้วยเซนเซอร์อินฟราเรด*.ปริญญานิพนธ์  
วศ.บ.มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2555.
- นิวัตร อังควิศิษฐ์พันธ์ อติสร นวลอ่อน. *การออกแบบมาตรวัดปริมาณน้ำฝนด้วยวงจรกรองสัญญาณ  
ความถี่สูงผ่านอันดับหนึ่ง*. ปริญญานิพนธ์ วศ.บ.มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม,  
2555.
- ไพบุลย์ บุปผา และคณะ. *เครื่องวัดและแสดงผลระดับน้ำ*.ปริญญานิพนธ์ วศ.บ.กรุงเทพมหานคร:  
มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต, 2554.
- วิบูลย์ พร้อมพานิษฐ์. *คู่มือการติดตั้งและใช้ซอฟต์แวร์ Arduino*.ปริญญานิพนธ์ วศ.บ.กรุงเทพมหานคร :  
สถาบัน เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2552.
- สุรศักดิ์ คำทอน , นฤเบศร์ โปรงจิตร.*เทคนิคการวัดระดับน้ำโดยใช้เซ็นเซอร์ชนิดตัวต้านทานปรับค่าได้*.  
ปริญญานิพนธ์ วศ.บ.มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2555.



ภาคผนวก

**ภาคผนวก ก**  
**วิธีการ Install Driver Arduino ลงบน Window**

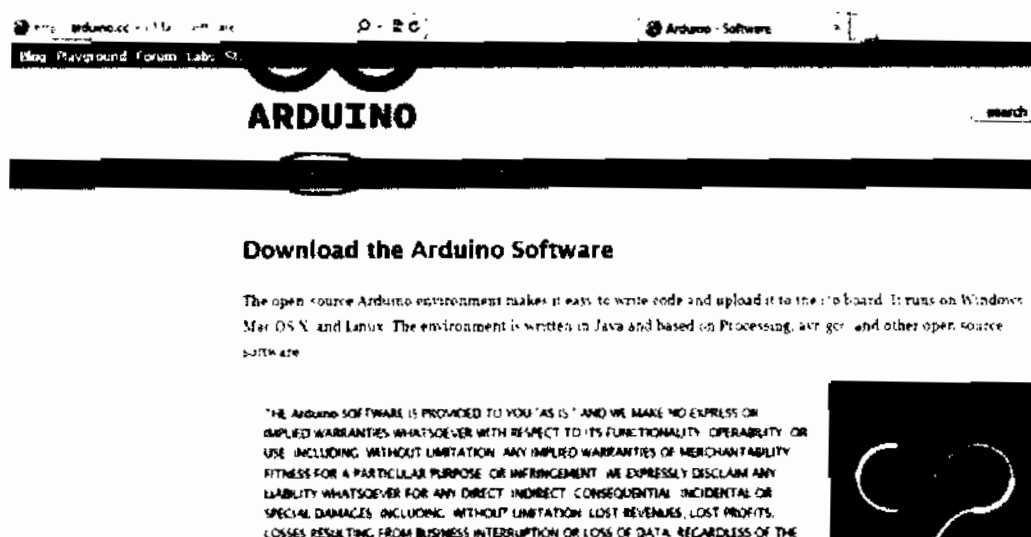


## วิธีการ Install Driver Arduino ลงบน Window

การ install drivers ลงบน Arduino Boards ทุกชนิด บน ระบบปฏิบัติการ Windows และ การ Loading a sketch สำหรับทำการทดสอบว่าการ Install นั้นถูกต้องหรือไม่ โดยทั้งหมดจะสาธิต บนบอร์ด Arduino UNO R3 คู่กับ Window 7

### Download and Install the Arduino Software

1. Downloadให้ไปที่<http://arduino.cc/en/Main/Software> และ กด click ที่ download เพื่อเข้าสู่ the download page.



ภาพประกอบ 51 ที่หน้า download ให้ Click ไปที่ download

INTERRUPTION OR LOSS OF DATA, REGARDLESS OF THE FORM OF ACTION OR LEGAL THEORY UNDER WHICH THE LIABILITY MAY BE ASSERTED, EVEN IF ADVISED OF THE POSSIBILITY OR LIKELIHOOD OF SUCH DAMAGES.

By downloading the software from this page, you agree to the specified terms.

#### Download

Arduino 1.0.1 (release notes), hosted by Google Code:

- + [Windows](#)
- + [Mac OS X](#)
- + [Linux: 32 bit, 64 bit](#)
- + [source](#)



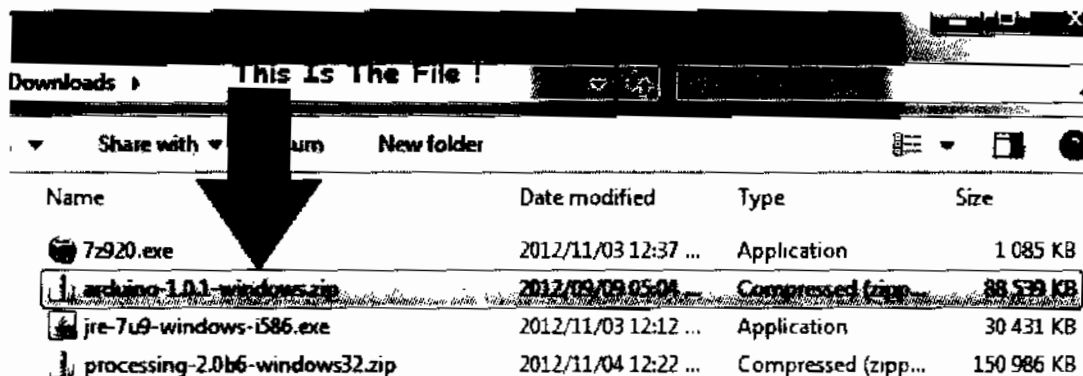
Click On The Link!

#### Next steps

- [Getting Started](#)
- [Reference](#)
- [Environment](#)
- [Examples](#)
- [Foundations](#)
- [FAQ](#)

ภาพประกอบ 52 ที่หน้า download ให้ Click ไปที่ Windows

2. Install หลังจาก download แล้ว ให้เลือกที่อยู่ของ downloaded file บนระบบ system และ ทำการ extract the folder จาก zipped file วางลงบนตำแหน่งที่เหมาะสม

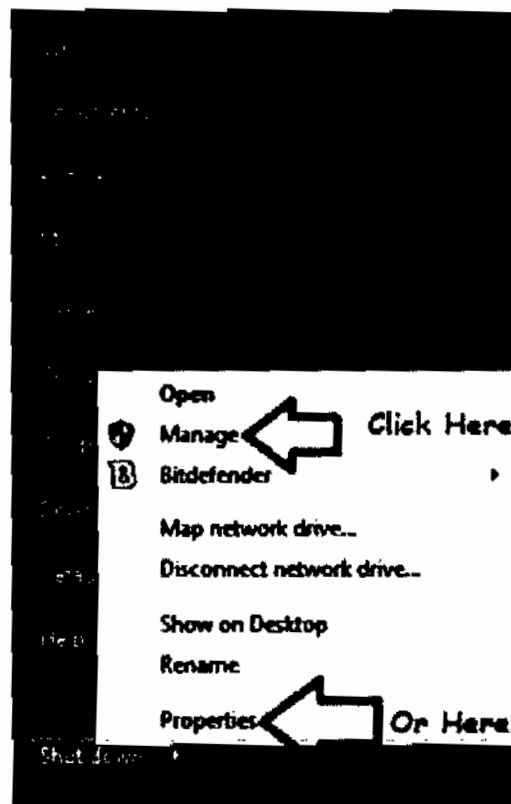


ภาพประกอบ 53 Install หลังจาก download แล้ว ให้เลือกที่อยู่ของ downloaded file

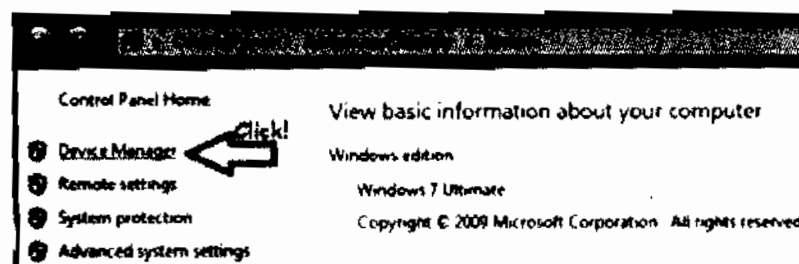
### Install the Arduino Windows Drivers

1. ทำการ Plug the Arduino Board ลงบนเครื่อง PC ทำการ Plug the Arduino board ลงบนเครื่อง PC. Windows จะพยายาม install drivers แต่สุดท้ายก็จะไม่สำเร็จ

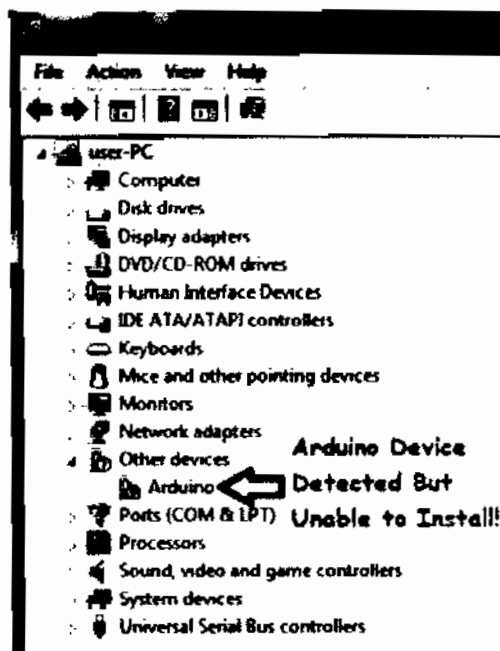
2. Start the Windows Device Manager ให้ Click ไปที่ปุ่ม Start menu คลิกขวาที่ My Computer บน Start menu แล้วก็ click Properties or Manage จาก pop-up menu เพื่อทำการเปิด Device Manager



ภาพประกอบ 54 Click ไปที่ Device Manager link เพื่อ Start device manager:

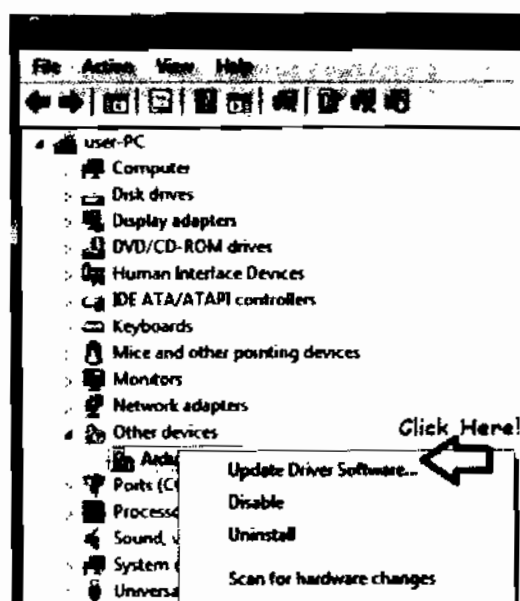


ภาพประกอบ 55 Device Manager จะเปิด และแสดง Arduino Device ที่เราทำการ Connect ไว้

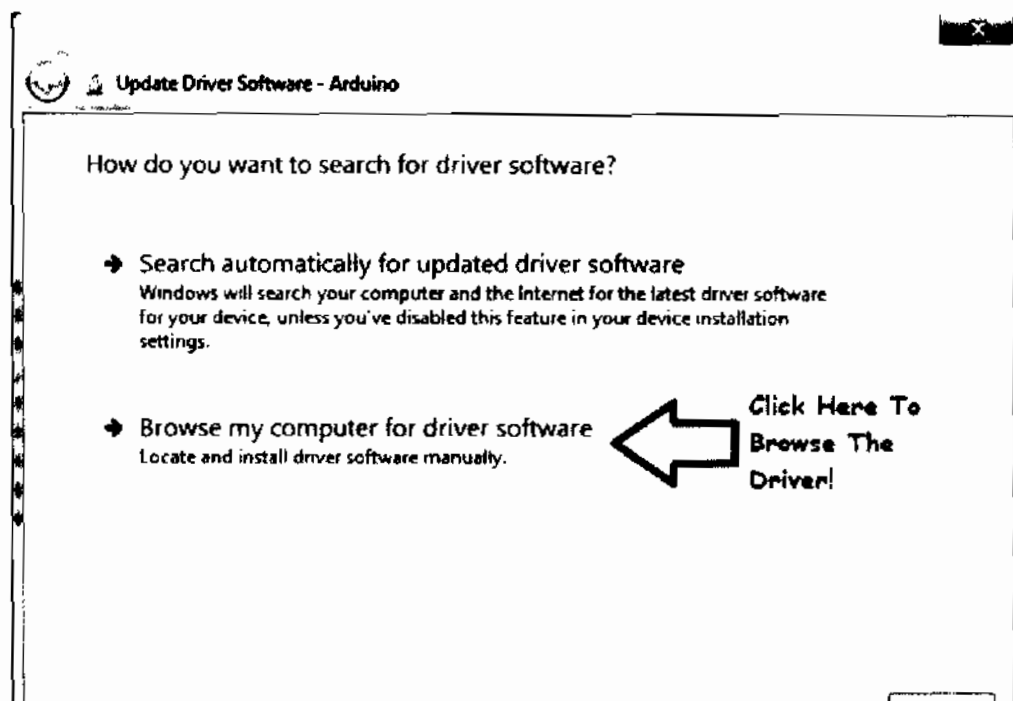


ภาพประกอบ 56 เราจะเจอ เครื่องหมายตกใจ ซึ่งแสดงว่า อุปกรณ์ Arduino นั้น ยังไม่ได้ Install

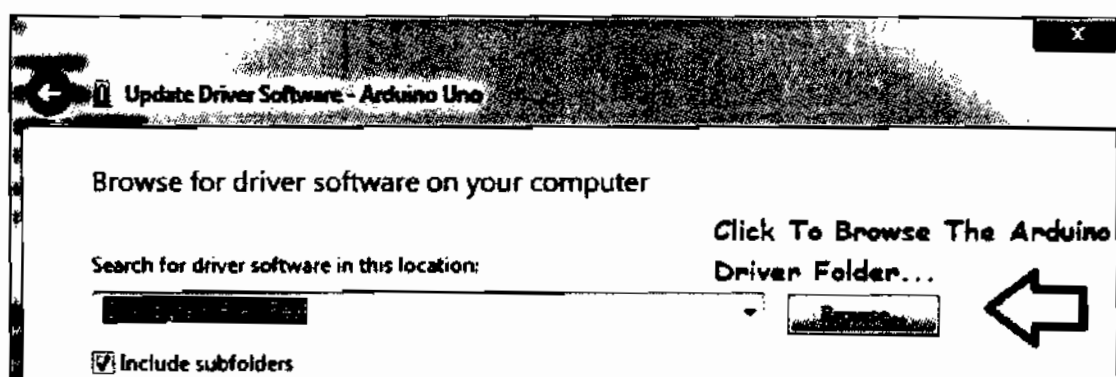
3. Installing the Device Driver ในหน้าต่างของ Device Manager, ให้คลิกขวา ไปที่ Arduino board แล้วก็ click Update Driver Software, บน pop-up menu



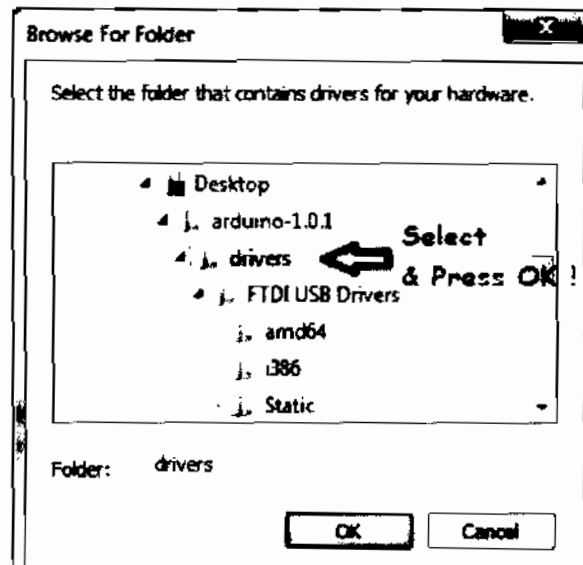
ภาพประกอบ 57 ณ ขณะนี้ จะมีกล่องขึ้น pop-up มาชื่อว่า Update Driver Software ให้คลิกที่ Browse my computer for driver software เพื่อที่จะ install Driver Software



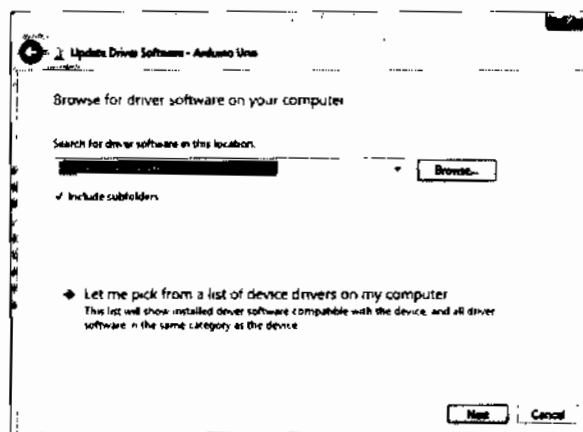
ภาพประกอบ 58 ต่อไปก็ click the Browse... button



ภาพประกอบ 59 เลือกไปที่ drivers folder ใน Arduino folder ที่ได้ download มา

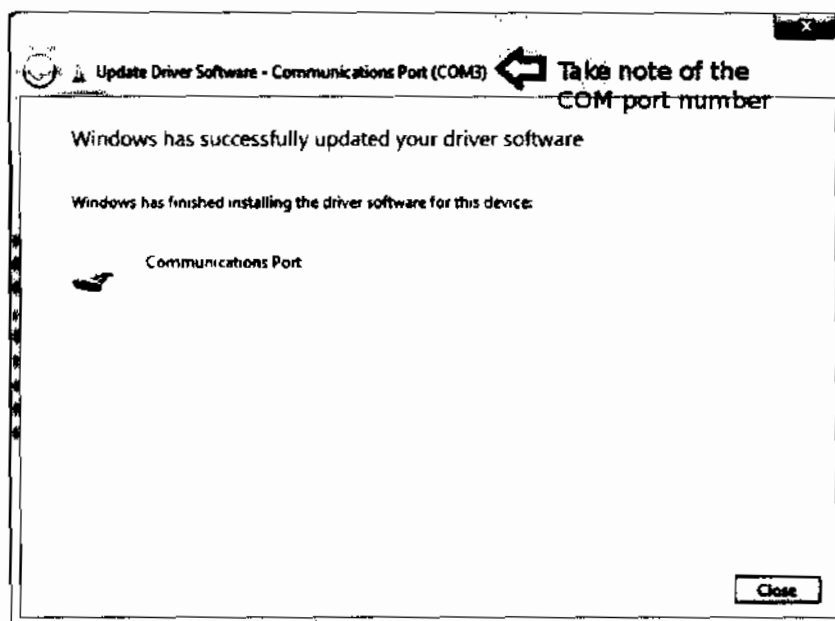


ภาพประกอบ 60 หลังจากเลือกไปที่ driver folder เรียบร้อยแล้ว ให้ click Next



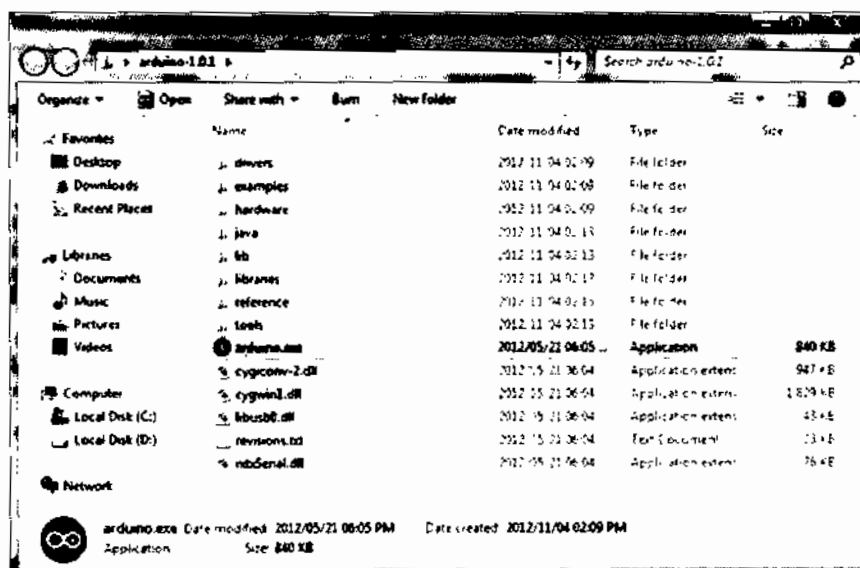
ภาพประกอบ 61 click Install this driver software anyway.

เมื่อทำการ Install Driveเป็นที่เรียบร้อยแล้ว จะมี dialog box ตามรูปข้างล่าง เราต้องทราบ port number ที่ บอร์ด Arduino เราทำการเชื่อมต่ออยู่ในตัวอย่างนี้คือ Port COM3 แต่บอร์ดที่ใช้ งานจริงของคุณ อาจจะเป็น Port COM อื่นๆ ก็อย่าได้ตกใจครับ

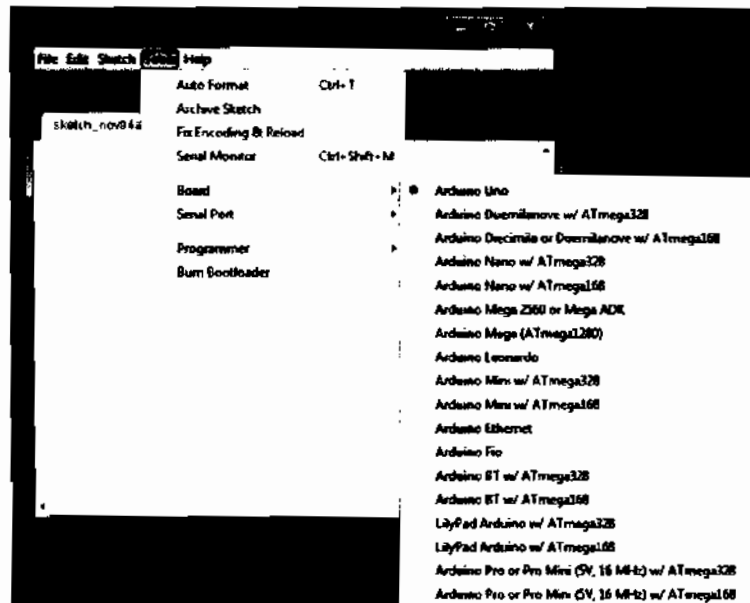


ภาพประกอบ 62 ทำการ Install Driver เป็นที่เรียบร้อย

4. ทำการ Set up Arduino Software หลังจาก Installation แล้ว setup นี้ ทำแค่ครั้งเดียวเป็นอันเสร็จพิธี นอกเสียจากคุณจะต้องการเปลี่ยน รุ่นของ Board หรือ เปลี่ยน port ที่ทำการเชื่อมต่อกับ Board เท่านั้น. เพียงแค่ เลือกไปที่ folder ที่คุณได้เก็บ Arduino IDE ไว้ และทำการ startSoftware ของ Arduino IDE โดยทำการ double-clickingไปที่ Arduino application.



ภาพประกอบ 63 Double Click ที่ "Arduino.exe" เพื่อ Start Arduino IDE จากนั้นเลือกรุ่นของ Arduino board ที่ทำการเชื่อมต่อให้ถูกต้องจาก



ภาพประกอบ 64 ทำการ check ว่า serial port ที่ต่ออยู่ได้ถูกเลือกอย่างถูกต้อง เลือกไปที่ Computer Serial Port ที่ Arduino ทำการต่อเชื่อมอยู่

ภาคผนวก ข  
Source Code โปรแกรม arduino ภาครับและส่ง



## Source Code

### ภาคส่ง

```
#include <SPI.h>
#include <nRF24L01p.h>
nRF24L01p transmitter(7,8);//CSN,CE
int pingPin = 3; // Trig
int inPin = 2; // Echo

void setup(){

    delay(150);
    Serial.begin(9600);
    SPI.begin();
    SPI.setBitOrder(MSBFIRST);
    transmitter.channel(90);
    transmitter.TXaddress("ALL");
    transmitter.init();

}

float message;

void loop(){

    float duration, inches, meters;
    digitalWrite(pingPin, LOW);
    delayMicroseconds(2);
```

```

digitalWrite(pingPin, HIGH);
delayMicroseconds(10);
digitalWrite(pingPin, LOW);
delayMicroseconds(2);
pinMode(pingPin, OUTPUT);
pinMode(inPin, INPUT);
duration = pulseIn(inPin, HIGH);

meters = microsecondsTometers(duration);

//Serial.print(meters);
//Serial.print(" meters ");
//Serial.println();
//delay(150);

transmitter.txPL(meters); // ค่าที่ต้องการส่ง
transmitter.send(FAST); // สั่งให้ส่งออกไป
//delay(1800000);
delay(1000);

}

float microsecondsTometers(float microseconds) {
return microseconds / 29 / 2/100;

}

```

## ภาครับ

```
#include <SPI.h>
#include <nRF24L01p.h>
nRF24L01p transmitter(7,8);//CSN,CE
int pingPin = 3; // Trig
int inPin = 2;  // Echo

void setup(){

    delay(150);
    Serial.begin(9600);
    SPI.begin();
    SPI.setBitOrder(MSBFIRST);
    transmitter.channel(90);
    transmitter.TXaddress("ALL");
    transmitter.init();

}

float message;

void loop(){

    float duration, inches, meters;
    digitalWrite(pingPin, LOW);
    delayMicroseconds(2);
    digitalWrite(pingPin, HIGH);
    delayMicroseconds(10);
```



```
digitalWrite(pingPin, LOW);
delayMicroseconds(2);
pinMode(pingPin, OUTPUT);
pinMode(inPin, INPUT);
duration = pulseIn(inPin, HIGH);

meters = microsecondsTometers(duration);

//Serial.print(meters);
//Serial.print(" meters ");
//Serial.println();
//delay(150);

transmitter.txPL(meters); // ค่าที่ต้องการส่ง
transmitter.send(FAST); // สั่งให้ส่งออกไป
//delay(1800000);
delay(1000);

}

float microsecondsTometers(float microseconds) {
return microseconds / 29 / 2/100;

}
```

**ภาคผนวก ค**  
**ภาพประกอบการทำงาน**



ภาพประกอบการทำงาน



ภาพประกอบ 65 เครื่องมือและอุปกรณ์



ภาพประกอบ 66 ประกอบ Arduino Board



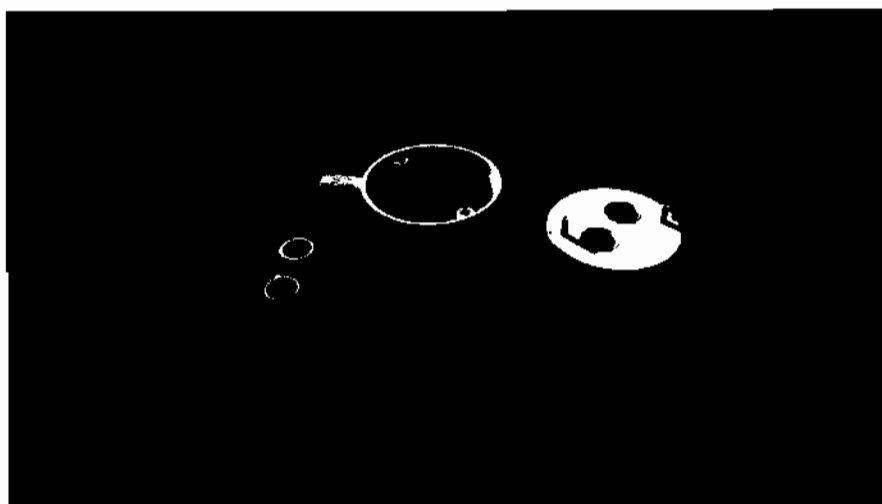
ภาพประกอบ 67 ทดสอบการทำงานของระบบไฟฟ้า



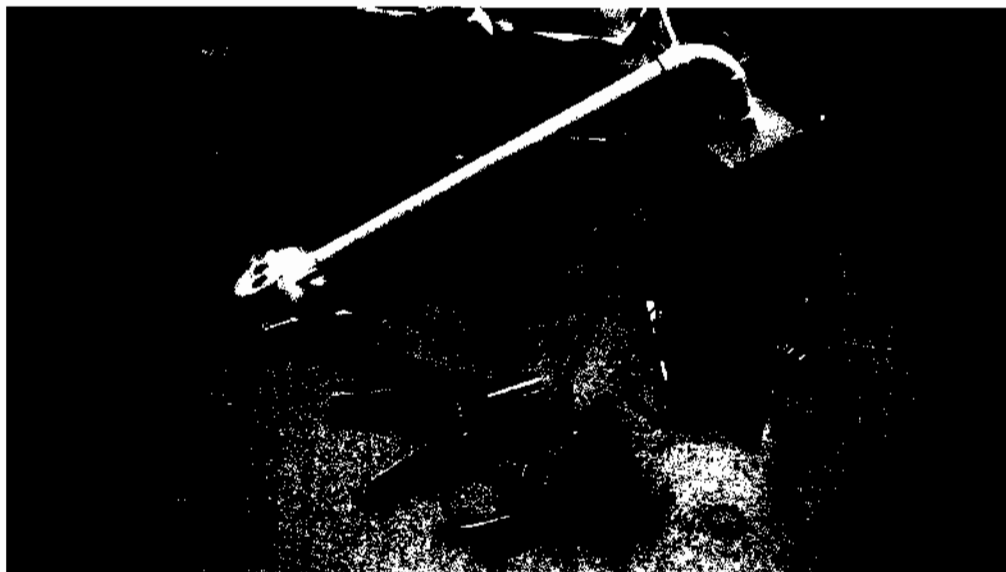
ภาพประกอบ 68 ทดสอบการทำงานของระบบไฟฟ้า



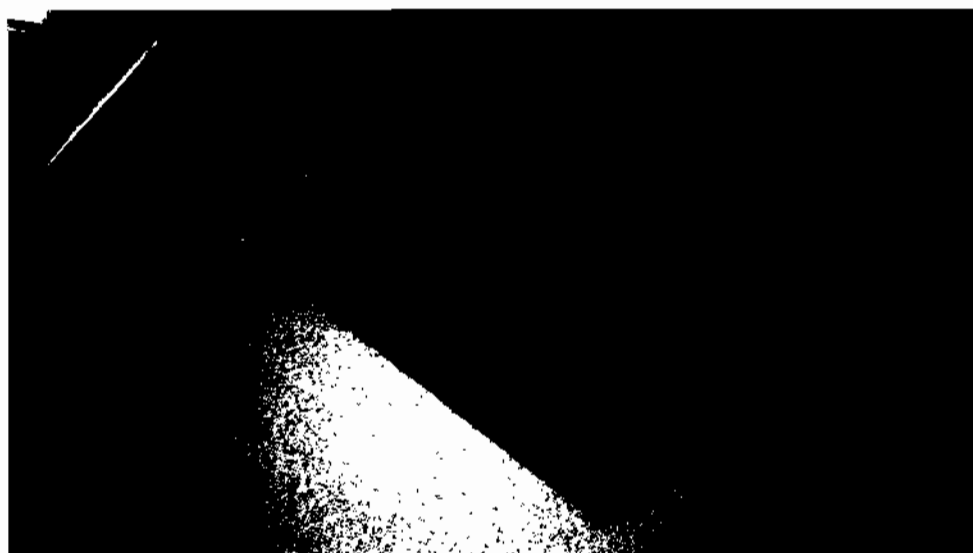
ภาพประกอบ 69 ระบบไฟฟ้าเสร็จสมบูรณ์



ภาพประกอบ 70 ประกอบอัลตราโซนิกทรานสดิวเซอร์ (Ultrasonic Transducer) ใส่กล่อง



ภาพประกอบ 71 ประกอบชิ้นส่วนต่างๆเข้าด้วยกัน



ภาพประกอบ 72 Solar Cell เป็นอุปกรณ์ในการให้พลังงานไฟฟ้า



ภาพประกอบ 73 ประกอบอุปกรณ์ภาคส่งติดตั้งกับเสาวิทยุระดับน้ำ



ภาพประกอบ 74 ติดตั้งบริเวณที่มีน้ำเพื่อใช้งาน

ประวัติย่อผู้วิจัย



## ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ - นามสกุล                    นายภัคพงษ์ อมรวงศ์  
วันเกิด                                วันที่ 7 พฤศจิกายน 2534  
สถานที่เกิด                        จังหวัดมุกดาหาร  
สถานที่อยู่ปัจจุบัน                บ้านเลขที่ 29 ซอยนิติรัฐ ถนนเมืองใหม่ ตำบลมุกดาหาร อำเภอเมืองมุกดาหาร  
                                             จังหวัดมุกดาหาร รหัสไปรษณีย์ 49000

### ประวัติการศึกษา

พ.ศ.2552                    ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) วิทยาลัยการอาชีพพนมไพรราชินีมุกดาหาร  
                                             จังหวัดมุกดาหาร  
พ.ศ.2554                    ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) วิทยาลัยการอาชีพพนมไพรราชินี  
                                             มุกดาหาร จังหวัดมุกดาหาร  
พ.ศ.2557                    ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วศ.บ.) สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์  
                                             คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม



ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ - นามสกุล นาย ภาณุพงศ์ ชาสุรีย์  
วันเกิด วันที่ 14 กุมภาพันธ์ 2534  
สถานที่เกิด อำเภอห้วยใหญ่ จังหวัดมุกดาหาร  
สถานที่อยู่ปัจจุบัน บ้านเลขที่ 10 หมู่ที่ 7 ตำบลห้วยใหญ่ อำเภอห้วยใหญ่ จังหวัดมุกดาหาร  
รหัสไปรษณีย์ 49150

ประวัติการศึกษา

|          |                                                                                                           |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| พ.ศ.2552 | ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)วิทยาลัยการอาชีพพนมวินทรราชินีมุกดาหาร<br>จังหวัดมุกดาหาร                 |
| พ.ศ.2554 | ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)วิทยาลัยการอาชีพพนมวินทรราชินี<br>มุกดาหาร จังหวัดมุกดาหาร         |
| พ.ศ.2557 | ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วศ.บ.) สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์<br>คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม |