โครงข่ายไร้สายสำหรับการเกษตร
WIRELESS NETWORK SENSOR FOR AGRICULTURE

นายโมไนย ปานเพ็ง
Monai Panpeng

นายศุภสิทธิ์ เนื่องจำนงค์
Supasit Nuangchumnong

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2557

โครงข่ายไร้สายสำหรับการเกษตร
Wireless network sensor for agriculture

นายโมไนย ปานเพ็ง รหัสนักศึกษา 54011041
นายศุภสิทธิ์ เนื่องจำนงค์ รหัสนักศึกษา 54011301

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต
สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2557

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์ 2557

สาขา	วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์	
คณะ	วิศวกรรมศาสตร์	
	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	
เรื่อง	โครงข่ายไร้สายสำหรับการเกษตร	
ผู้จัดทำ	นายโมไนย ปานเพ็ง	รหัสประจำตัว 54011041
	นายศุภสิทธิ์ เนื่องจำนง	รหัสประจำตัว 54011301

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ผ่านการตรวจสอบโดยอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว

ลงชื่อ.....

(ผศ.ดร.ภัทรพงษ์ ผาสุขกิจ)

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	เครือข่ายไร้สายสำหรับการเกษตร	
นักศึกษา	นายโมไนย ปานเพ็ง	รหัสประจำตัว 54011041
	นายศุภสิทธิ์ เนื่องจำนงค์	รหัสประจำตัว 54011301
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต	
สาขา	วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์	
ปีการศึกษา	2557	
อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์	ผศ.ดร. ภัทรพงษ์ ผาสุขกิจ	

บทคัดย่อ

โครงงานนี้ พัฒนาระบบเก็บข้อมูล ผ่านเครือข่ายไร้สายสำหรับการเกษตร โดยใช้ตัวเซนเซอร์ อุณหภูมิ ความชื้น ปริมาณแสง ทำการวัดค่าจากพื้นที่เกษตร โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Arduino) ทำการอ่านค่าจากเซนเซอร์ต่างๆ แล้วส่งข้อมูลไร้สาย ผ่าน Zigbee ไปยังสถานีฐานเพื่อทำการเก็บค่า โดยค่าที่อ่านได้จะทำเก็บลง Database เพื่อใช้ในการวางแผนในการปลูกพืชทางการเกษตร โดยระบบสามารถเรียกผลดูย้อนหลัง และมีการแสดงผลออกมานรูปแบบสถิติเพื่ออำนวยความสบายให้กับเกษตรกร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Wireless Network for Agriculture	
Student	Mr. Monai panpeng	Student ID 54011041
	Mr. Supasit Nuangchumnong	Student ID 54011301
Degree	Bachelor of Engineering	
Program	Electronics Engineering	
Year	2557	
Thesis Advisor	Dr. Pattarapong Phasukkit	

Abstract

This project developed a data acquisition system. Moves through a wireless network for agriculture. Using the sensor temperature, humidity, and light intensity measurements from agricultural areas. Using a microcontroller (Arduino) to read values from various sensors. Then send the data to the base station through wireless Zigbee to keep up. The data can be stored database. To be used in the planning of agricultural crops. The system can run the review. And have visibility to a statistical model to provide comfort to the farmers.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ผศ.ดร.ภัทรพงษ์ ผาสุกกิจ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานและอาจารย์ท่านอื่น ที่ให้คำปรึกษาโครงงาน และ ขอขอบคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ตลอดจนเพื่อนๆ ที่ให้คำปรึกษาในการจัดทำโครงงานนี้ทั้งด้านความรู้ที่ได้จากการถามจากอาจารย์ ทรัพย์ที่ใช้ในการซื้อหาอุปกรณ์ และ เพื่อนๆ ที่ให้คำปรึกษา ท้ายที่สุดขอขอบคุณคุณพ่อ คุณแม่ ผศ.ดร.ภัทรพงษ์ ผาสุกกิจ เพื่อนๆ กำลังใจ ตลอดมา

โมไนย ปานเพ็ง
ศุภสิทธิ์ เนื่องจำนงค์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II

กิตติกรรมประกาศ.....III

สารบัญ.....IV

สารบัญรูป.....VI

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ที่มาและความสำคัญ.....1

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....1

1.3 ประโยชน์ที่ได้รับ.....1

1.4 ขอบเขตของการศึกษา.....1

1.5 สมมติฐานของการศึกษา.....2

บทที่ 2 ทฤษฎี.....3

2.1 เครือข่ายเซ็นเซนไร้สาย.....3

2.1.1วิวัฒนาการของเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย.....3

2.1.2เครือข่ายเซ็นเซอร์ยุค ปี พ.ศ.๒๕๕๐.....3

2.1.3ภาพรวมสถาปัตยกรรมเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย.....4

2.1.4คุณสมบัติของหน่วยร่วมเซ็นเซอร์.....5

2.2 ทฤษฎี Microcontroller
ที่นำไปใช้กับ บอร์ด Arduino.....6

2.2.1 โครงสร้างโดยทั่วไป.....6

2.2.2 หนวยความจำ (Memory).....7

2.3 Arduino Board.....8

2.4 Chip และ IC ภายใน Arduino Board.....9

2.4.1 MAX3421E.....10

2.4.2 FT232RL.....10

2.4.3 Software Arduino Environment.....10

2.5 เครือข่ายไร้สาย (Zigbee) 11

2.5.1 Zigbee Protocol Stack.....12

2.5.2 Zigbee Protocol Stack : Physical Layer.....13

2.6 สภาพอากาศ.....15

2.6.1ดัชนีความร้อนของอากาศ.....15

2.6.2 อุณหภูมิ.....16

2.6.3 ความชื้นสัมพัทธ์.....16

2.7 อิทธิพลของภูมิอากาศต่อพืช.....17

2.7.1 รังสีดวงอาทิตย์กับพืช.....17

2.7.2 อุณหภูมิต่อการเจริญเติบโตของพืช.....18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 มาตรฐาน RS 232.....20

บทที่ 3 คุณสมบัติของเครื่องมือ การออกแบบ
และวิธีการทดลอง.....22

3.1 คุณสมบัติเครื่องมือ.....22

3.1.1 บอร์ด Arduino.....22

3.1.2 DHT11.....26

3.1.3 Photo-resistor LDR.....27

3.1.4 Moisture (Rain) Sensor.....28

3.1.5 Zigbee.....29

3.2 การออกแบบ และวิธีการทดลอง.....32

บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล.....33

4.1 ทดสอบการทำงานของ เซนเซอร์และ Arduino.....33

บทที่ 5สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

รูป หน้า
รูปที่ 2.1 โครงสร้างแบบจำลองเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย....4
รูปที่ 2.2 ส่วนประกอบของหน่วยร่วมเซ็นเซอร์....5
รูปที่ 2.3 ตัวอย่าง Microcontroller 6
รูปที่ 2.4 โครงสร้างทั่วไปของไมโครคอนโทรลเลอร์....7
รูปที่ 2.5 ซีพียู ATMEGA328P ขนาด 28 ขา 9
รูปที่ 2.6 pin ของ Arduino Board....10
รูปที่ 2.7 IC FT232RL....10
รูปที่ 2.8 โปรแกรม Arduino ที่ใช้อัพโหลดข้อมูลควบคุมคำสั่ง....11
รูปที่ 2.9 แสดงองค์ประกอบของ Zigbee Protocol Stack 13
รูปที่ 2.10 คุณสมบัติ Zigbee Protocol Stack 14
รูปที่ 2.11 คลื่นความถี่ที่ Zigbeeในช่วง ISM Band 14
รูปที่ 2.12 การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช 17
รูปที่ 2.13 การสังเคราะห์แสงของใบแตงกวาที่มีความสัมพันธ์กับความเข้มแสง
อุณหภูมิอากาศ และปริมาณ 18
รูปที่ 2.14 อุณหภูมิกลางคืนที่มีผลต่อขบวนการต่างๆ ของมะเขือเทศ 19
รูปที่ 2.15 RS232 20
รูปที่ 2.16 PIN RS232 21
รูปที่ 3.1 Arduino 22
รูปที่ 3.2 Pin ของ Arduino....23
รูปที่ 3.3 หน้าต่างแรกของโปรแกรม Arduino 24
รูปที่ 3.4 DHT11 25
รูปที่ 3.5 แสดงการใช้งานDHT11 25
รูปที่ 3.6 แสดงการส่งสัญญาณของDHT11 26
รูปที่ 3.7 ก 27
รูปที่ 3.7 ข 27
รูปที่ 3.8 Moisture (Rain) Sensor 28
รูปที่ 3.9 Moisture (Rain) Sensor schematic 28
รูปที่ 3.10 Zigbee 29
รูปที่ 3.11 หน้าต่างการตั้งค่า Zigbee(ก) 30
รูปที่ 3.12 หน้าต่างการตั้งค่า Zigbee (ข) ใ....31
รูปที่ 4.1 หน้าเวปสำหรับดาวน์โหลโปรแกรม XCTU 33
รูปที่ 4.2 การUpdate Driver 34
รูปที่ 4.3 โปรแกรม XCTU 34
รูปที่ 4.4 เลือก Serial Port ที่ใช้งาน ใ....35
รูปที่ 4.5 แสดงรุ่น Xbee 35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูป หน้า
รูปที่ 4.6 หน้าต่างตั้งค่า Zigbee 36
รูปที่ 4.7 รูปแบบการเชื่อมต่อ 36
รูปที่ 4.8 ข้อมูลที่เก็บใน Microsoft access 37
รูปที่ 4.9 ข้อมูลที่อ่านได้ HyperTerminal 37
รูปที่ 5.1 ข้อมูลเฉลี่ยที่เก็บในเดือนตุลาคม 2557.....41
รูปที่ 5.2 ข้อมูลเฉลี่ยที่เก็บในเดือนพฤศจิกายน 2557.....41
รูปที่ 5.3 ข้อมูลเฉลี่ยในเดือนมีนาคม 2558.....42
รูปที่ 5.4 Formที่สร้างขึ้น 43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ต้องการจะลดต้นทุนการเพราะปลูกพืชชนิดต่างๆให้กับเกษตรกร และ ยังสามารถได้ผลผลิตที่มีคุณภาพ ด้วยการควบคุมด้วยระบบโครงข่ายไร้สัญญาณ ที่วัดค่าต่างๆจากเซนเซอร์ ไม่ว่าจะเป็น อุณหภูมิ ความชื้น ปริมาณแสง เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาบันทึกสถิติและปรับแก้ไขให้ได้ผลผลิตที่ดีขึ้นต่อไป

ผลการวิจัยพบว่า จากการศึกษาองค์ประกอบในการเจริญเติบโตของพืชนั้นขึ้นอยู่ภายใต้อิทธิพล 2 ประเภทคือ ปัจจัยภายนอก และ ปัจจัยภายใน ปัจจัยภายนอกเราสามารถทำการวัดจาก เซนเซอร์ได้ โดยปัจจัยภายนอกมี อุณหภูมิ ความชื้น ปริมาณแสง และปัจจัยเหล่านี้เองที่ทำให้ผลผลิตของพืชผลมีความแตกต่างกันออกไป ยกตัวอย่างเช่น การขาดน้ำ ขาดไนโตรเจน เป็นเวลานานมากๆ พืชนั้นจะสุกแก่เร็วกว่าปกติ คุณภาพของผลผลิตก็จะลดลง หรือ มีน้ำและธาตุไนโตรเจนที่สมบูรณ์ แต่ไม่มีแสงที่เพียงพอ ผนังของเซลล์พืชก็จะไม่แข็งแรงอาจล้มลงได้ เป็นต้น จะเห็นได้ว่าปัจจัยภายนอกมีความสำคัญกับคุณภาพของผลผลิตที่ได้ เราจึงนำเซนเซอร์มาใช้คู่กับไมโครคอนโทลเลอร์ และใช้ zig bee เป็นการส่งสัญญาณในรูปแบบโครงข่ายไร้สาย เพื่อความสะดวกในการเก็บข้อมูล ผลการทดลองพบว่า ค่าที่อ่านได้จากพารามิเตอร์ สามารถส่ง parameter ผ่านกันได้ โดยระยะ 1.5 กิโลเมตร เพื่อนำมาต่อยอดเพื่อใช้ในการควบคุมน้ำ ปริมาณแสง ในการเพาะปลูกพืชต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อลดต้นทุนการเพาะปลูกพืชชนิดต่างๆให้กับเกษตรกร

1.2.2 เพื่อให้ได้ผลผลิตทางการเกษตรที่มีคุณภาพ ด้วยการควบคุมด้วยระบบโครงข่ายไร้สัญญาณ

1.2.3 เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาบันทึกสถิติและปรับแก้ไขโดยวัดค่าต่างๆจากเซนเซอร์ให้ได้ผลผลิตที่ดีขึ้น

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 สามารถลดต้นทุนการเพาะปลูกพืชชนิดต่างๆให้กับเกษตรกร

1.3.2 สามารถทำให้ได้ผลผลิตทางการเกษตรที่มีคุณภาพ ด้วยการควบคุมด้วยระบบโครงข่ายไร้สัญญาณ

1.3.3 สามารถนำข้อมูลที่ได้มาบันทึกสถิติและปรับแก้ไขโดยวัดค่าต่างๆจากเซนเซอร์ให้ได้ผลผลิตที่ดี

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1.4.1. ทดลองใช้บอร์ด Arduino ทำหน้าที่เป็น controller ควบคุมการทำงานของ Zigbee

1.4.2 ทดลองใช้บอร์ด Arduino ทำหน้าที่เป็น controller ควบคุมการทำงานของ Sensor ต่างๆ

1.4.3 นำค่าที่วัดได้เก็บใน Database และดูผลย้อนหลังได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 สมมติฐานของการศึกษา

จากการทำงานของเซ็นเซอร์ต่างๆซึ่งจะวัดค่าพารามิเตอร์ต่างที่จำเป็น ซึ่งค่าที่วัดได้นี้จะถูกประมวลผลโดย อาดูโน่ (Arduino) โดยใช้ภาษา c++ ในการเขียนคำสั่ง และค่าจะปรากฏบนมอนิเตอร์ แล้วนำค่าที่วัดได้มาวิเคราะห์และสามารถเรียกดูผลย้อนหลังได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

2.1 เครือข่ายเซ็นเซนไร้สาย

หน่วยร่วมเซ็นเซอร์ (sensor node) อุปกรณ์ที่ประกอบด้วยเซ็นเซอร์ หน่วยประมวลผล หน่วยส่งสัญญาณ ทำหน้าที่เก็บข้อมูล ประมวลผลข้อมูล และรับ-ส่งข้อมูลภายในเครือข่าย เซ็นเซอร์

เครือข่ายเซ็นเซอร์ (sensor network) เครือข่ายที่ประกอบไปด้วย หน่วยร่วมเซ็นเซอร์ หน่วยร่วมเซ็นเซอร์ ทำงานร่วมกันเพื่อวัด เก็บข้อมูลและประมวลผลข้อมูลเป็นเครือข่าย เพื่อเพิ่ม ประสิทธิภาพในการวัดและเก็บข้อมูล

ระบบเครื่องกลจุลภาค (micro-electro-mechanical systems : MEMS) อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ขนาดไมโครเมตรบนซิลิกอน โดยใช้วิธีการคล้ายการสร้างอุปกรณ์วงจรรวม (integrated circuit) เพื่อสร้างเซ็นเซอร์ แอคชูเอเทอร์ (actuator) และอุปกรณ์อื่นๆ ที่มีขนาดเล็ก

จากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีสามด้าน ประกอบด้วย หนึ่งเทคโนโลยีเซ็นเซอร์ ที่มีขนาดเล็กและความแม่นยำในการวัดสูง สองเทคโนโลยีหน่วยประมวลผลที่มีขนาดเล็ก ใช้พลังงานต่ำ และประมวลผลได้อย่างรวดเร็ว และสามเทคโนโลยีการติดต่อสื่อสารไร้สาย ที่ส่งข้อมูลได้ถูกต้องและใช้พลังงานต่ำ รวมถึงขนาดของเสาอากาศและอุปกรณ์ต่อเชื่อมที่มีขนาดเล็ก การรวมกันของสามเทคโนโลยีนี้ทำให้เกิดหน่วยร่วมเซ็นเซอร์ ที่มีราคาถูก ขนาดเล็ก ใช้พลังงานต่ำ วัดค่าและเก็บข้อมูลจากสถานที่จริงได้อย่างถูกต้อง ประมวลผลได้ด้วยตัวเองและติดต่อสื่อสารถึงกันแบบไร้สายและเป็นเครือข่าย

หน่วยร่วมเซ็นเซอร์ขนาดเล็กจำนวนมากฝังตัวในบริเวณที่ต้องการวัดข้อมูล ข้อมูลที่วัดได้จะถูกส่งผ่านระบบเครือข่าย ซึ่งเครือข่ายนี้สร้างจากหน่วยร่วมเซ็นเซอร์แต่ละตัวในเครือข่ายทำงานร่วมกันในการส่งข้อมูล โดยการส่งข้อมูลอาจเป็นการส่งระหว่างหน่วยร่วมเซ็นเซอร์ที่อยู่ในระยะติดต่อสื่อสารโดยตรง หรือในกรณีที่หน่วยร่วมเซ็นเซอร์ต้นทางและปลายทางไม่อยู่ในระยะติดต่อสื่อสารได้โดยตรง ข้อมูลจะส่งผ่านหน่วยร่วมเซ็นเซอร์ที่อยู่ระหว่างหน่วยร่วมเซ็นเซอร์ต้นทางและปลายทาง ระบบการเก็บข้อมูลแบบนี้เรียกว่าเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย

2.1.1วิวัฒนาการของเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย

เครือข่ายเซ็นเซอร์ในยุคแรก พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการสงคราม ในช่วงสงครามเย็น Sound Surveillance System (SOSUS) ใช้ในมหาสมุทรเพื่อตรวจจับเรือดำน้ำของสหภาพโซเวียต โดยใช้ระบบแถวเซ็นเซอร์ไฮโดรโฟน (hydrophone array) ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานเสียงเป็นพลังงานไฟฟ้าใต้น้ำและส่งข้อมูลด้วยสายเคเบิลใต้น้ำ ในช่วงเวลาเดียวกัน ระบบเครือข่ายเรดาร์ทางอากาศ (networks of air defense radars) ได้รับการพัฒนาเพื่อป้องกันภาคพื้นสหรัฐอเมริกาและแคนาดา ในยุคแรกระบบเครือข่ายมีรูปแบบเป็นลำดับขั้น (hierarchical) การประมวลผลจะทำตามลำดับขั้นและใช้มนุษย์เป็นหลักในการประมวลผลและทำงาน

2.1.2เครือข่ายเซ็นเซอร์ยุค ปี พ.ศ.๒๕๕๐

เทคโนโลยีการผลิตไมโครอิเล็กทรอนิกส์ได้รับการพัฒนาถึงระดับที่สามารถผลิตอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีขนาดเล็ก ราคาถูก และประหยัดพลังงาน ซึ่งเหมาะสำหรับสร้างหน่วยประมวลผลและหน่วยส่งข้อมูลของเซ็นเซอร์ไร้สาย และด้วยเทคโนโลยีระบบเครื่องกลจุลภาค การสร้างเซ็นเซอร์ขนาดเล็กและวงจอิเล็กทรอนิกส์ขนาดเล็กเกิดขึ้นได้จริง ทำให้เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายยุคนี้เข้าใกล้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย ในจินตนาการของนักวิจัยยุคก่อนๆ อย่างไรก็ตามเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายนี้ยังมีการวิจัยอย่างต่อเนื่อง

2.1.3ภาพรวมสถาปัตยกรรมเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย

สถาปัตยกรรมเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายประกอบด้วยสาม ส่วนได้แก่ หน่วยร่วมเซ็นเซอร์ เกตเวย์ และสถานีฐาน (base station) ดังรูปที่ ๑ หน่วยร่วมเซ็นเซอร์จำนวนมากฝังตัวในสภาพแวดล้อมเพื่อเก็บข้อมูล โดยแต่ละหน่วยร่วมเซ็นเซอร์ติดต่อสื่อสารแบบไร้สายกับหน่วยร่วมเซ็นเซอร์ข้างเคียง ซึ่งขึ้นอยู่กับความสามารถในการรับส่งแบบไร้สาย แต่ละหน่วยร่วมเซ็นเซอร์ควบคุมและจัดการงานของตัวเอง (self-organize) ทุกๆ หน่วยร่วมเซ็นเซอร์ที่ติดต่อถึงกันทำงานร่วมกัน(collaboration)เป็นเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายทำให้แต่ละหน่วยร่วมเซ็นเซอร์สามารถส่งข้อมูลไปหากันได้แม้ว่าหน่วยร่วมเซ็นเซอร์ปลายทางไม่สามารถติดต่อ กับหน่วยร่วมเซ็นเซอร์ต้นทางได้โดยตรง โดยให้หน่วยร่วมเซ็นเซอร์ระหว่างทางช่วยส่งข้อมูลต่อๆ กันตั้งแต่ต้นทางถึงปลายทาง วิธีการส่งแบบนี้เรียกว่าการส่งแบบมัลติฮอพ(multi-hop)เกตเวย์ทำหน้าที่รับส่งข้อมูล ระหว่าสถานีฐานและเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย โดยเกตเวย์อาจเป็นหน่วยร่วมเซ็นเซอร์ธรรมดาหรือเป็นหน่วยร่วมเซ็นเซอร์ ที่มีความสามารถพิเศษในเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย สถานีฐานทำหน้าที่เก็บข้อมูลที่วัดได้จากหน่วยร่วเซ็นเซอร์ในเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย ควบคุมการทำงานและติดต่อกับผู้ใช้งาน หรืออาจติดต่อกับเครือข่ายอื่นๆ เช่น อินเทอร์เน็ต

รูปที่ 2.1 โครงสร้างแบบจำลองเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย
ที่มา http://thaitelecomkm.org/TTE/topic/attach/Wireless_Sensor_Network/index.php

เนื่องจากเป็นการทำงานแบบไร้สายทำให้แต่ละหน่วยร่วมเซ็นเซอร์ใช้แหล่งพลังงานภายในหน่วยร่วมเซ็นเซอร์เองหรือในบางกรณีอาจใช้แหล่งกำเนิดพลังงานเพื่อให้หน่วยร่วมเซ็นเซอร์ทำงานได้อย่างต่อเนื่อง ด้วยเหตุนี้ทำให้เครือข่ายมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาเนื่องจาก หน่วยร่วมเซ็นเซอร์อาจหยุดทำงานเพราะพลังงานหมดหรือกลับขึ้นมาทำงานได้อีกครั้งเมื่อมีพลังงานเพียงพอ รวมไปถึงในบางเครือข่าย ที่มีหน่วยร่วมเซ็นเซอร์ที่เคลื่อนที่ได้ การเปลี่ยนแปลงของหน่วยร่วมเซ็นเซอร์นั้นมีผลต่อโครงสร้าง (topology) ของเครือข่าย และส่งผลถึงเส้นทางในการส่งข้อมูลของหน่วยร่วมเซ็นเซอร์ โดยเส้นทางในการส่งข้อมูล ในแต่ละโครงสร้างนั้นขึ้นอยู่กับวิธีการหาเส้นทาง (routing algorithm) ซึ่งวิธีการหาเส้นทางในแต่ละเครือข่าย จะขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของเครือข่ายนั้น ๆ

2.1.4คุณสมบัติของหน่วยร่วมเซ็นเซอร์และเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย

1. หน่วยร่วมเซ็นเซอร์มีราคาต่ำเพื่อการสร้างเครือข่ายที่ต้องใช้หน่วยร่วมเซ็นเซอร์จำนวนมาก และเหมาะสำหรับการนำไปใช้ครั้งเดียว

2.หน่วยร่วมเซ็นเซอร์มีขนาดเล็กเพื่อฝังตัวในสภาพแวดล้อม

3.หน่วยร่วมเซ็นเซอร์มีแหล่งพลังงานและความสามารถในการประมวลผลจำกัด

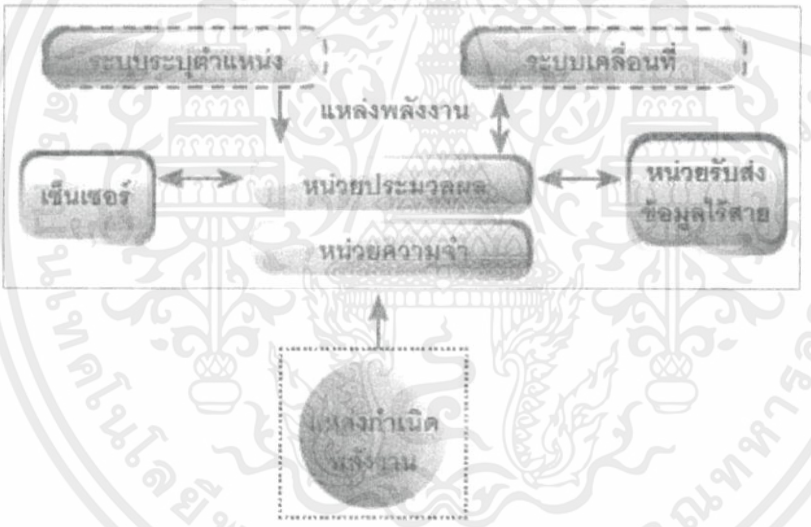
4.หน่วยร่วมเซ็นเซอร์และเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายสามารถจัดการตัวเองได้ โดยไม่ต้องมีมนุษย์เข้าไปควบคุมหรือช่วยเหลือ

5.หน่วยร่วมเซ็นเซอร์จำนวนมาก กระจายตัวครอบคลุมบริเวณทำการของเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายเพื่อเก็บข้อมูล

6.เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายทนทานต่อความเสียหายเมื่อหน่วยร่วมเซ็นเซอร์บางส่วนทำงานไม่ได้

7.โครงสร้างเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายเป็นโครงสร้างที่ไม่แน่นอนและเปลี่ยนแปลงได้อยู่ตลอดเวลา

การทำงานของหน่วยร่วมเซ็นเซอร์คือการวัดและเก็บข้อมูลที่ได้จากสภาพแวดล้อม นำข้อมูลไปประมวลผล สร้างเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายและส่งข้อมูล ทำให้หน่วยร่วมเซ็นเซอร์มีส่วนประกอบดังรูปที่2.2



รูปที่ 2.2 ส่วนประกอบของหน่วยร่วมเซ็นเซอร์

ที่มา http://thaitelecomkm.org/TTE/topic/attach/Wireless_Sensor_Network/index.php

ส่วนประกอบของหน่วยร่วมเซ็นเซอร์แบ่งออกเป็นสองกลุ่มคือ กลุ่มส่วนประกอบหลักที่จำเป็นเพื่อให้เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายทำงานได้ โดยในรูปที่ 2.2 จะเป็นส่วนประกอบที่มีเส้นรอบรูปเป็นเส้นทึบและกลุ่มส่วนประกอบเพิ่มเติมเพื่อเพิ่มคุณสมบัติพิเศษให้กับหน่วยร่วมเซ็นเซอร์โดยในรูปที่ 2.2 จะเป็นส่วนประกอบที่มีเส้นรอบรูปเป็นเส้นประ

กลุ่มส่วนประกอบหลัก

ก) เซ็นเซอร์ (sensor) ทำหน้าที่วัดค่าต่างๆ จากสภาพแวดล้อมตามแต่ชนิดของเซ็นเซอร์ เช่น ความชื้น อุณหภูมิ ความเข้มแสง ควัน ความเร่ง แรงสั่นสะเทือน ความเคลื่อนไหว ความลึก ความเป็นกรดหรือด่าง เป็นต้น

ข) หน่วยรับ-ส่งข้อมูลไร้สาย (transceiver unit) ทำหน้าที่รับ-ส่งข้อมูลแบบไร้สายในย่านความถี่สาธารณะ (ISM band) เพื่อรับ-ส่งข้อมูลระหว่างหน่วยร่วมเซ็นเซอร์ข้างเคียง

ค) หน่วยประมวลผล (processing unit) ติดต่อกับเซ็นเซอร์เพื่อสั่งงานหรือรับข้อมูลที่วัดได้จากเซ็นเซอร์ เพื่อนำไปประมวลผลเป็นข้อมูล จัดเก็บลงในหน่วยความจำ รอการร้องขอข้อมูลหรืออาจส่งข้อมูลทันทีผ่านทางหน่วยรับ-ส่งข้อมูลไร้สาย หน่วยประมวลผลกลางอาจรับข้อมูลจากระบบระบุตำแหน่งเพื่อช่วยในการประมวลผลต่างๆ หรือหน่วยประมวลผลกลางอาจทำหน้าที่ควบคุม การเคลื่อนที่ของหน่วยร่วมเซ็นเซอร์ผ่านทางระบบเคลื่อนที่ นอกจากนี้หน่วยประมวลผลกลางยังทำหน้าที่ประมวลผลเครือข่ายและหาเส้นทางในการส่งข้อมูลของหน่วยร่วมเซ็นเซอร์

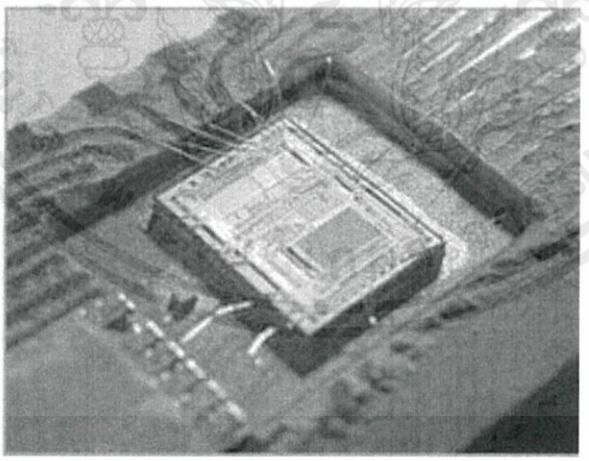
ง) แหล่งพลังงาน (power unit) เก็บสะสมพลังงานและให้พลังงานกับทุกส่วนประกอบบนหน่วยร่วมเซ็นเซอร์ แหล่งพลังงานจะรับพลังงานจากแหล่งกำเนิดพลังงานหากหน่วยร่วมเซ็นเซอร์มีแหล่งกำเนิดพลังงานกลุ่มส่วนประกอบเพิ่มเติม

ก) ระบบระบุตำแหน่ง (positioning unit) เป็นหน่วยระบุตำแหน่งของหน่วยร่วมเซ็นเซอร์โดยใช้ GPS เพื่อนำข้อมูลตำแหน่งไปใช้ประมวลผล เช่น หาเส้นทางเพื่อส่งข้อมูล หาตำแหน่งสำหรับการเคลื่อนที่ของหน่วยร่วมเซ็นเซอร์ เป็นต้น

ข) ระบบเคลื่อนที่ (mobilizing unit) ทำหน้าที่เคลื่อนย้ายตำแหน่งของเซ็นเซอร์ เพื่อวัตถุประสงค์ต่างๆ เช่น จัดรูปแบบโครงสร้างเครือข่าย ติดตามวัตถุ เคลื่อนที่หาสัญญาณสื่อสาร เป็นต้น

ค) แหล่งกำเนิดพลังงาน(power generator unit) ทำหน้าที่กำเนิดพลังงานจากสิ่งแวดล้อม เช่น พลังงานลม ความร้อน ปฏิกิริยาเคมี การสั่นสะเทือน เป็นต้น ให้เป็นพลังงานไฟฟ้าเพื่อเก็บสะสมและใช้ต่อไปเพื่อชดเชยพลังงานที่ถูกใช้ไป ทำให้ตัวเซ็นเซอร์ไร้สายทำงานได้เป็นเวลานาน

2.2 ทฤษฎี Microcontroller ที่นำไปใช้กับ บอร์ด Arduino



รูปที่ 2.3 ตัวอย่าง Microcontroller

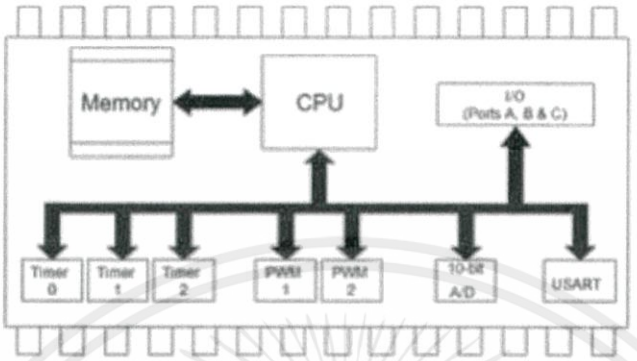
ที่มา th.wikipedia.org/wiki/ไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไมโครคอนโทรลเลอร์ (อังกฤษ: microcontroller มักย่อว่า μC, uC หรือ MCU) คือ อุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็ก ซึ่งบรรจุความสามารถที่คล้ายคลึงกับระบบคอมพิวเตอร์ โดยในไมโครคอนโทรลเลอร์ได้รวมเอา

ซีพียู หน่วยความจำ และพอร์ต ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักสำคัญของระบบคอมพิวเตอร์เข้าไว้ด้วยกัน โดยทำการบรรจุเข้าไว้ในตัวถังเดียวกัน

2.2.1 โครงสรางโดยทั่วไปของไมโครคอนโทรลเลอร โครงสรางโดยทั่วไปของไมโครคอนโทรลเลอรนั้นสามารถแบงออกมาไดเปน 5 สวนใหญ่ๆ ดังตอไปนี้



รูปที่ 2.4 โครงสร้างทั่วไปของไมโครคอนโทรลเลอร์

ที่มา http://www2.tatc.ac.th/

หนวยประมวลผลกลางหรือซีพียู (CPU: Central Processing Unit) เปนวงจรอิเลคทรอนิคสที่ทำงานหรือประมวลผล ตามชุดของคำสั่งเครื่องจากซอฟตแวรคำนี้เริ่มใชในอุตสาหกรรมคอมพิวเตอร์ตั้งแต่ศตวรรษ 1960s หนวยประมวลผลเปรียบเสมือนเปสมองของคอมพิวเตอร์ ในการทำหนาที่ตัดสินใจหรือคำนวณ จากคำสั่งที่ไดรับมาเชนการเปรียบเทียบการกระทำการทางคณิตศาสตร์ฯลฯ โดยมีกระบวนการพื้นฐานคือ

-อานชุดคำสั่ง (fetch)

-ตีความชุดคำสั่ง (decode)

-ประมวลผลชุดคำสั่ง (execute)

-อานขอมูลจากหนวยความจำ (memory)

-เขียนขอมูล/สงผลการประมวลกลับ (write back)

2.2.2 หนวยความจำ (Memory) สามารถแบงอออกเป็น 2 สวนคือ หนวยความจำที่มีไวสำหรับเก็บโปรแกรมหลัก (Program Memory) เปรียบเสมือนฮารดดิสกของเครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งโตะ คือขอมูลใดๆ ที่ถูกเก็บไวในนี้จะไมสูญหายไปแมไมมีไฟเลี้ยงอีกสวนหนึ่งคือหนวยความจำขอมูล (Data Memory) ใช้เปนเหมือนกระดาษทศในการคำนวณของซีพียู และเป็นที่พักขอมูลชั่วคราวขณะทำงานเท่านั้น แตหากไมมีไฟเลี้ยงขอมูลก็จะหายไปคลายกับหนวยความจำแรม(RAM)ในเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วๆไปแตสำหรับไมโค-คอนโทรลเลอร สมัยใหมหน่วยความจำขอมูลจะมีทั้งที่เปนหนวยความจำแรม ซึ่งขอมูลที่มีก็จะหายไปเมื่อไมมีไฟเลี้ยงและเปนอีอีพรอม (EEPROM : Erasable Electrically Read-Only Memory) ซึ่งสามารถเก็บขอมูลไดแมไมมีไฟเลี้ยง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2.1 สวนติดตอกับอุปกรณภายนอก หรือพอรต (Port) มี 2 ลักษณะคือ พอรตอินพุต (Input Port) และพอรตสงสัญญาณหรือพอรตเอาตพุต (Output Port) สวนนี้จะใชในการเชื่อมตอกับอุปกรณ

ภายนอก ถือวาเปนสวนที่สำคัญมากใชรวมกันระหวางพอรตอินพุต เพื่อรับสัญญาณ อาจจะดวยการกดสวิตชเพื่อนำไปประมวลผลและส่งไปพอรตเอาตพุต เพื่อแสดงผลเช่นการติดสวางของหลอดไฟเปนตน

2.2.2.2 ชองทางเดินของสัญญาณหรือบัส (BUS) คือเสนทางการแลกเปลี่ยนสัญญาณข้อมูลระหวางซีพียูหนวยความจำและพอรต เปนลักษณะของสายสัญญาณ จำนวนมากอยูภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร โดยแบงเปนบัสขอมูล (Data Bus) บัสแอดเดรส(Address Bus)และบัสควบคุม(Control Bus)บัสขอมูลเป็น สายสัญญาณที่บรรจุข้อมูล เพื่อการประมวลผลทั้งหมด ขนาดของบัสจะขึ้นอยู่กับความสามารถการประมวลผลของซีพียูสำหรับในงานทั่วๆ ไป ขนาดของบัสขอมูลจะเปน 8 บิต และในปจจุบันไดมีการพัฒนาขึ้นมาจนถึง 16, 32 และ 64 บิต บัสแอดเดรสเปนสายสัญญาณที่บรรจุค่าตำแหนงของหนวยความจำ โดยการติดตอกับหนวยความจำนั้น ซีพียู ตองกำหนดตำแหนงที่ตองการอานหรือเขียนกอน ดังนั้นจำนวนสายสัญญาณของแอดเดรสจึงตองมีจำนวนมากยิ่งมากเทาไหรก็จะเป็นการแสดงขนาดของหนวยความจำที่ไมโครคอนโทรลเลอรสามารถติดตอไดโดยสามารถคำนวณไดจากจำนวนแอดเดรสของหนวยความจำ = 2 ยกกำลัง n (n คือจำนวนของเสนทาง) ยกตัวอยางไมโครคอนโทรลเลอรตัวหนึ่งมีสายแอดเดรส 10 เสน ดังนั้น ไมโครคอนโทรลเลอรตัวนี้ สามารถติดตอกับหนวยความจำได 2 ยกกำลัง 10 = 1,024 ตำแหนง หากตองการทราบความจุของหนวยความจำจริงๆ จะตองทราบถึงขนาดของบัสขอมูลกอนวาเปนเทาใด หากเปน 8 บิต ความจุของหนวยความจำที่มีสายแอดเดรส 10 เสน จะเทากับ 8×1024 = 8,192 บิต และ 1 กิโลไบตเทากับ 1,024 ไบตดังนั้นไมโครคอนโทรลเลอรดังกลาวจึงมีความจุของหนวยความจำเทากับ 8,192 บิต หรือ 1,024 ไบตหรือ 1 กิโลไบตบัสควบคุมเปนกลุมของสายสัญญาณควบคุมการติดตอทั้งหมดของซีพียูกับหนวยความจำและพอรต สำหรับสายสัญญาณเลือกควบคุมหลักไดแก สายสัญญาณเลือก-อาน-เขียนหนวยความจำ สายสัญญาณเลือกเลือก อาน-เขียนขอมูลกับพอรต

2.2.5 วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา (Clock) นับเป็นส่วนประกอบที่สำคัญมากอีกสวนหนึ่ง เนื่องจากการทำงานที่เกิดขึ้นในตัวไมโครคอนโทรลเลอรจะขึ้นอยูกับการกำหนดจังหวะ หากสัญญาณนาฬิกามีความถี่สูง จังหวะการทำงานก็จะสามารถทำไดถี่ขึ้นสงผลใหไมโครคอนโทรลเลอรตัวนั้นมีความเร็วในการประมวลผลสูงตามไปดวย

2.3 Arduino Board

Arduino เป็น platform ของ I/O บอร์ดอย่างง่ายๆ ที่มี I/O ขั้นพื้นฐานที่พอเพียงกับการใช้งาน และการเรียนรู้ โดยตัวบอร์ดจะมาพร้อมกับชุดคาสั่งที่ใช้ควบคุม port I/O ไม่ว่าจะเป็น port digital, port analog, PWM และ Serial port ซึ่ง Arduino นั้นเป็นเครื่องมือที่จะทาให้คอมพิวเตอร์สามารถรับสัญญาณจากภายนอกและส่งสัญญาณไป ควบคุมอุปกรณ์ภายนอกได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าใช้เครื่องพีซีตั้งโต๊ะ ตัวบอร์ดออกแบบจากไมโครคอมพิวเตอร์ชิพเดี่ยว, และมีโปรแกรมพัฒนาสาหรับเขียนโปรแกรมให้บอร์ดทำงาน Arduino สามารถประยุกต์ทาเครื่องใช้อัจฉริยะ รับสัญญาณจากสวิทซ์ หรือ เซนเซอร์, และควบคุมหลอดไฟ, มอเตอร์, หรืออุปกรณ์อื่นๆ โปรเจค Arduino เป็นได้ทั้งแบบทางานอิสระ หรือทางานติดต่อกับโปรแกรมที่ทางานบนเครื่องพีซี ตัวบอร์ดสามารถประกอบขึ้นใช้เอง หรือจะซื้อสาเร็จที่มีขาย ส่วนโปรแกรมพัฒนา Arduino สามารถดาวน์โหลดได้ฟรี

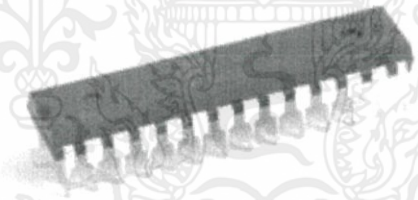
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Arduino เป็นภาษาอิตาลี ซึ่งใช้เป็นชื่อของโครงการพัฒนาไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR แบบ Open Source ที่ได้รับการปรับปรุงมาจากโครงการพัฒนา Open Source ของ AVR อีกโครงการหนึ่งที่ชื่อว่า “Wiring” แต่เรื่องจากโครงการของ “Wiring” เลือกใช้ AVR เบอร์ ATmega128 ซึ่งเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์

ที่มีจานวนของหน่วยความจำและ I/O ค่อนข้างมากและที่สาคัญ ATmega128 เป็นชิพที่มีตัวถังแบบ SMD จึงทาให้เป็นอุปสรรคสาหรับผู้เริ่มต้นในการสร้างบอร์ดและต่อวงจรขึ้นมาใช้งานกันเอง และบอร์ดจะมีขนาดค่อนข้างใหญ่ ซึ่งอาจดูว่าเกินความจาเป็นสาหรับผู้เริ่มต้น จึงไม่ค่อยได้รับความนิยมเท่าที่ควร แต่หลังจากที่ทีมงาน Arduino นำ Source Code ของ “Wiring” มาพัฒนาปรับปรุงใหม่โดยให้สามารถใช้งานกับไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาดเล็ก เช่น Mega8, Mega168 Mega328 ได้ จึงทาให้ระบบวงจรของบอร์ดมีขนาดเล็กลงกว่า “Wiring” มากและยังใช้อุปกรณ์น้อยชิ้น ทาให้ง่ายต่อการต่อวงจรใช้งานกันเอง และยังประหยัดต้นทุนในการสร้างบอร์ดไปได้มาก ด้วยเหตุนี้เองที่ทาให้ “Arduino” ได้รับความนิยมจากผู้ใช้งานทั่วโลกเป็นอย่างมากในระยะเวลาอันรวดเร็ว Arduino มีจุดเด่นในเรื่องของความง่ายต่อการเรียนรู้และใช้งาน เนื่องจากมีการออกแบบคาสั่งต่างๆขึ้นมาสนับสนุนการใช้งาน ด้วยรูปแบบที่ง่ายไม่ซับซ้อน ในตลาดไมโครคอนโทรลเลอร์มีตัวเลือกมากมาย เช่น Parallax Basic Stamp, Netmedia's BX-24, Pidgets, MIT's Handyboard, และอีกหลายเจ้าที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกัน คือทาโปรเจคให้ใช้งานง่าย และเน้นการโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นหลัก Arduino

ส่วนภาษาในการเขียนโปรแกรมลงบน Arduino นั้นจะใช้ภาษา C++ ซึ่งเป็นรูปแบบของโปรแกรมภาษาซีประยุกต์แบบหนึ่ง ที่มีโครงสร้างของตัวภาษาโดยรวมใกล้เคียงกันกับภาษาซีมาตรฐาน (ANSI-C) อื่นๆ เพียงแต่ได้มีการปรับปรุงรูปแบบในการเขียนโปรแกรมบางส่วนที่ผิดเพี้ยนไปจาก ANSI-C เล็กน้อย เพื่อช่วยลดความยุ่งยากในการเขียนโปรแกรมและให้ผู้เขียนโปรแกรมสามารถเขียนโปรแกรม ได้ง่ายและสะดวกมากขึ้นกว่าการเขียนภาษาซีตามแบบมาตรฐานของ ANSI-C โดยตรง

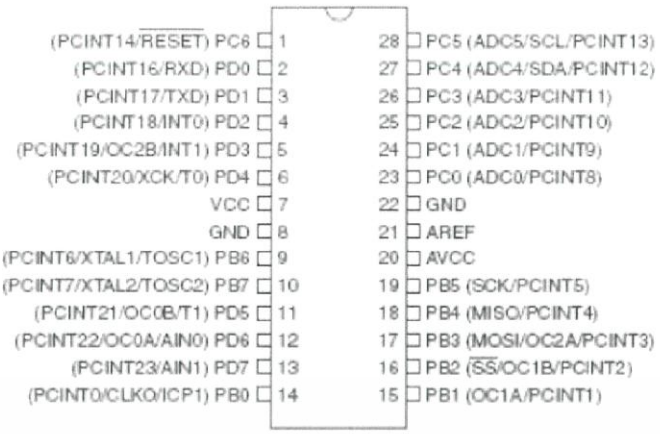
2.4 Chip และ IC ภายใน Arduino Board ที่สำคัญ ATmega328P-PU



รูปที่ 2.5 ซีพียู ATMEGA328P ขนาด 28 ขา
ที่มา https://www.sparkfun.com/products/9061

จากตัวบอร์ด Arduino ที่ใช้ในโปรเจคนี้จะกล่าวถึงสถาปัตยกรรมของ AVR ขนาด 8 บิต โดยในสถาปัตยกรรม AVR ซึ่งออกแบบโดย ATMEL เมื่อปี 1996 เป็นซีพียูแบบ RISC (Reduced Instruction Set Computer) มีสถาปัตยกรรมการต่อหน่วยความจาแบบ Harvard ซึ่งแยกหน่วยความจาโปรแกรม และหน่วยความจา ข้อมูลออกจากกันโดยเด็ดขาด ดังแสดงในรูปที่2.2 โดยใช้หน่วยความจาแบบ Flash สาหรับเป็นหน่วยความจาโปรแกรม และใช้หน่วยความจาแบบ SRAM สาหรับหน่วยความจาข้อมูล และ นอกจากนี้ยังมีหน่วยความจา แบบ EEPROM ซึ่งสามารถเก็บข้อมูลเอาไว้ได้โดยไม่จาเป็นต้องมีไฟเลี้ยง อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเนื้อหาทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



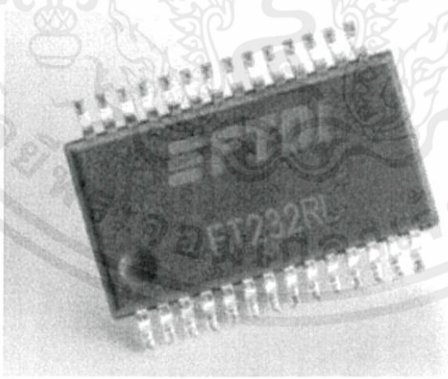
รูปที่ 2.6 pin ของ Arduino Board

ที่มา http://www2.tatc.ac.th/

2.4.1 MAX3421E

MAX3421E เป็น USB peripheral/host controller ที่มีดิจิตอลลอจิกและวงจรอนาล็อกที่จำเป็นต่อ USB แบบ full-speed หรือ USB REV 2.0 ในตัว MAX3421E นี้จะมี transceiver ± 15kV ESD อยู่ภายในเพื่อป้องกันและการ connect / disconnect ซึ่ง MAX3421E จะมีการใช้การเข้าถึงโดยมีอินเตอร์เฟส SPI ที่ทำงานได้ถึง 26 Mhz MAX3421E ทำให้การเชื่อมต่อ USB Peripheral นั้นกว้างขึ้นนั่นคือมันสามารถทำให้ใช้ได้กับหลายไมโครโปรเซสเซอร์เช่น ASIC, DSP เป็นต้น เมื่อมันทำงานเป็น USB Host เช่น ทำงานเป็นเมาส์ หรือคีบอร์ด ที่เชื่อมต่อกับระบบ Embedded Firmware จะสามารถทำได้ง่ายเพราะ Devices ได้รับการสนับสนุน

2.4.2 FT232RL



รูปที่ 2.7 IC FT232RL

ที่มา http://www.eazykit.com/product/4/ft232rl

ใน Arduino Board จะมี IC FT232RL ที่มีไว้สำหรับทำหน้าที่แปลงจาก USB เป็น Serial เพื่อ นำไปติดต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์

2.4.3 Software Arduino Environment

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรม Arduino Environment เป็นซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นมาเพื่อการเขียนโปรแกรมลงบนบอร์ด Arduino ซึ่งจะสามารถทาการดาวน์โหลดได้ที่ http://arduino.cc/en/Main/Software โดยจะสามารถรองรับได้ทั้งระบบปฏิบัติการ Window, Linux และ Mac OS X

รูปที่ 2.8 โปรแกรม Arduino ที่ใช้อัพโหลดข้อมูลควบคุมคำสั่ง

ที่มา ผู้จัดทำ

2.5 เครือข่ายไร้สาย (Zigbee)

เครือข่ายไร้สาย (Wireless Local Area Network) เป็นระบบการสื่อสารข้อมูลโดยใช้การส่งคลื่นความถี่วิทยุในย่าน RF และคลื่นอินฟาเรด ใช้ในการรับ ส่งข้อมูลระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์กับเครื่องคอมพิวเตอร์หรือระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์กับระบบเครือข่ายผ่านทางอากาศ ทะลุกำแพง เพดานหรือสิ่งก่อสร้างอื่นๆ โดยปราศจากความต้องการของการเดินสาย นอกจากนี้ระบบเครือข่ายไร้สายจะมีคุณสมบัติครอบคลุมทุกอย่างเหมือนกับระบบแบบใช้สาย และที่สำคัญคือการที่ไม่ต้องใช้สายทำให้การเคลื่อนย้ายการใช้งานทำได้โดยสะดวก ไม่เหมือนระบบแบบใช้สายที่ต้องใช้เวลาและการลงทุนในการปรับเปลี่ยนตำแหน่งการใช้งานเครื่องคอมพิวเตอร์

ประโยชน์ของเครือข่ายไร้สาย

1. ระบบมีความคล่องตัวสูง ไม่ว่าจะเคลื่อนที่ไปที่ไหน หรือเคลื่อนย้ายคอมพิวเตอร์ไปตำแหน่งใด ก็ยังมีการเชื่อมต่อกับเครือข่ายตลอดเวลา ตราบใดที่ยังอยู่ในระยะการส่งข้อมูล
2. ระบบสามารถติดตั้งได้ง่ายและรวดเร็ว เพราะไม่ต้องเสียเวลาติดตั้งสายเคเบิล
3. ระบบสามารถขยายระบบเครือข่ายได้ง่าย เพราะเพียงแค่มี พีซีการ์ดมาต่อเข้ากับโน้ตบุ๊ค หรือพีซี ก็ทำให้สามารถเข้าสู่เครือข่ายได้ทันที
4. ระบบลดค่าใช้จ่ายโดยรวมที่ผู้ลงทุนต้องลงทุน ซึ่งมีราคาสูงเพราะถ้าพิจารณาในระยะยาวระบบเครือข่ายไร้สายไม่จำเป็นต้องเสียค่าบำรุงรักษามาก
5. ระบบทำให้องค์กรสามารถปรับขนาดและความเหมาะสมได้ง่ายไม่ยุ่งยาก เพราะสามารถโยกย้ายตำแหน่งการใช้งาน โดยเฉพาะระบบที่มีการเชื่อมระหว่างจุดต่อจุด

รูปแบบการเชื่อมต่อของเครือข่ายไร้สาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. รูปแบบการเชื่อมต่อของระบบเครือข่ายไร้สายแบบ Peer to Peer เป็นลักษณะการเชื่อมต่อแบบโครงข่ายโดยตรงระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ จำนวน 2 เครื่องหรือมากกว่า เป็นการใช้งานร่วมกันของ Wireless Adapter Card โดยไม่ได้มีการเชื่อมต่อกับเครือข่ายแบบใช้สาย

2. ระบบเครือข่ายไร้สายแบบ Client/Server เป็นลักษณะการรับส่งข้อมูลโดยอาศัยตัวกระจายสัญญาณ หน้าที่เป็นสะพานเชื่อมต่อระหว่างระบบเครือข่ายแบบใช้สายกับเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่าย (Client) โดยจะกระจายสัญญาณคลื่นวิทยุเพื่อรับส่งข้อมูลเป็นรัศมีโดยรอบ เครื่องคอมพิวเตอร์ที่อยู่ในรัศมีของตัวกระจายสัญญาณจะกลายเป็นเครือข่ายกลุ่มเดียวกันทันที โดยเครื่องคอมพิวเตอร์ จะสามารถติดต่อกัน หรือติดต่อกับ Server เพื่อแลกเปลี่ยนและค้นหาข้อมูลได้ โดยต้องติดต่อผ่านตัวกระจายสัญญาณเท่านั้น

3. ระบบเครือข่ายแบบ Multiple Access Points and Roaming เป็นการเชื่อมต่อในสถานที่ที่ติดตั้งมีขนาดกว้างมากๆ โดยจะมีการเพิ่มจุดการติดตั้งตัวกระจายสัญญาณให้มากขึ้น เพื่อให้การรับส่งสัญญาณในบริเวณของเครือข่ายขนาดใหญ่เป็นไปอย่างครอบคลุมทั่วถึง

4. ระบบเครือข่ายแบบ Use of an Extension Point กรณีที่โครงสร้างของสถานที่ติดตั้งเครือข่ายแบบใช้สายมีปัญหา ผู้ออกแบบระบบอาจจะใช้ Extension Points ที่มีคุณสมบัติเหมือนกับตัวกระจายสัญญาณ แต่ไม่ต้องผูกติดไว้กับเครือข่ายไร้สายเป็นส่วนที่ใช้เพิ่มเติมในการรับส่งสัญญาณ

5. ระบบเครือข่ายแบบ The Use of Directional Antennas ใช้เสาอากาศในการรับส่งสัญญาณระหว่างอาคารที่อยู่ห่างกันโดยการติดตั้งเสาอากาศที่แต่ละอาคาร เพื่อส่งและรับสัญญาณระหว่างกัน

คุณสมบัติของ Zigbee

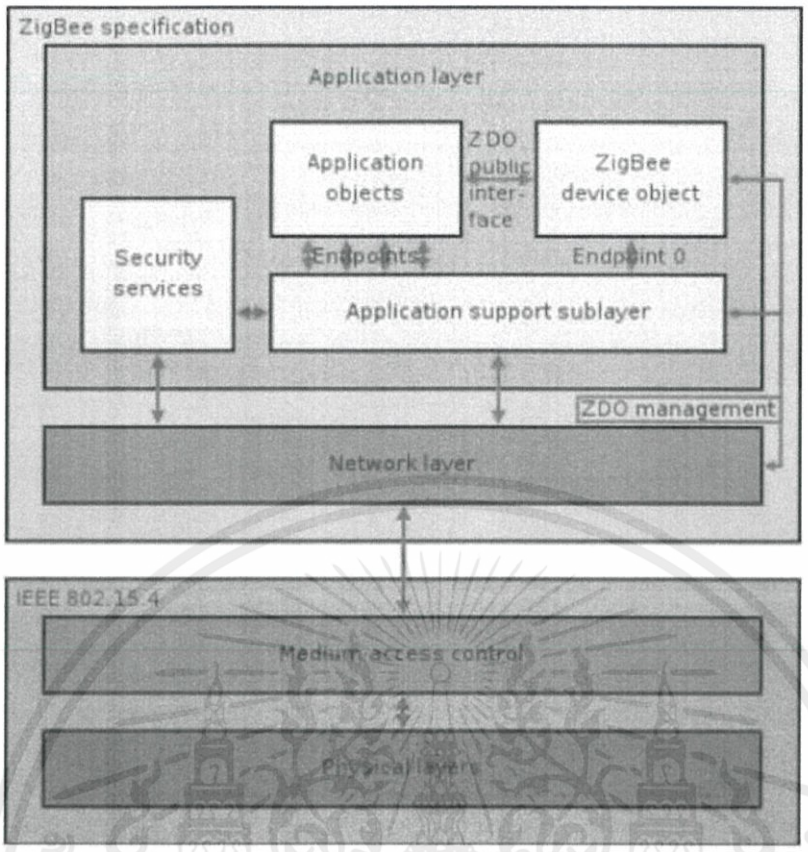
Zigbee เป็นมาตรฐานของอุปกรณ์ไร้สาย ถูกกำหนดโดยกลุ่ม Zigbee Alliance ซึ่งเริ่มก่อตั้งขึ้นเมื่อปี 2002 เพื่อใช้ควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ รอบตัวที่ใช้ในชีวิตประจำวันในแบบไร้สายซึ่งไม่ต้องการความเร็วสูงมากนัก เช่น สวิตช์เปิดปิดแสงสว่าง ระบบควบคุมอุณหภูมิห้อง เป็นต้น รวมไปถึงใช้ในการรับค่าจาก Sensor ต่างๆ โดย Zigbee ถูกออกแบบโดยมุ่งให้มีคุณลักษณะดังนี้

- เป็นเครือข่ายไร้สายในระยะใกล้
- ราคาไม่แพง
- ติดตั้งง่าย สามารถประยุกต์ใช้งานได้หลากหลาย
- สามารถรับส่งข้อมูลได้โดยเชื่อมั่นในความถูกต้องได้
- ใช้พลังงานในการทำงานต่างๆ

2.5.1 Zigbee Protocol Stack

Zigbee Protocol Stack นั้นถูกออกแบบขึ้นให้ทางานตาม Zigbee Specification ซึ่งถูกกำหนดจาก Zigbee Alliance โดย Zigbee Specification ฉบับแรก ถูกกำหนดขึ้นเมื่อปี 2004 และได้รับการปรับปรุงเรื่อยมา สำหรับรูปแบบของ Zigbee Protocol Stack นั้น มีรูปแบบดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 แสดงองค์ประกอบของ Zigbee Protocol Stack

ที่มา http://commons.wikimedia.org/wiki/File:ZigBee_protocol_stack.png

จากรูป 2.9 แสดงองค์ประกอบของ Zigbee Protocol Stack โดยประกอบด้วย Application Layer และ Zigbee Network Layer ซึ่งสร้างขึ้นตาม Zigbee Specificationและ MAC Layer กับ Physical Layer ซึ่งเป็นมาตรฐานเดียวกันกับ IEEE 802.15.4

ความเร็วในการรับส่งข้อมูลของ Zigbee คือประมาณ 250 KB/s ซึ่งเพียงพอสำหรับการส่งสัญญาณควบคุม หรือรับส่งผลลัพธ์จากอุปกรณ์ Sensor ต่างๆ ได้ดี โดยเมื่อเปรียบเทียบ Zigbee กับ ระบบ Cellular และ Wi-Fi 802.11bและ Bluetooth Version 4 ในด้าน พลังงานที่ใช้ จำนวนโหนดที่สามารถมีได้ในเครือข่าย อัตราการรับส่งข้อมูลระยะทางที่สามารถติดต่อได้ สรุปได้ดังรูป

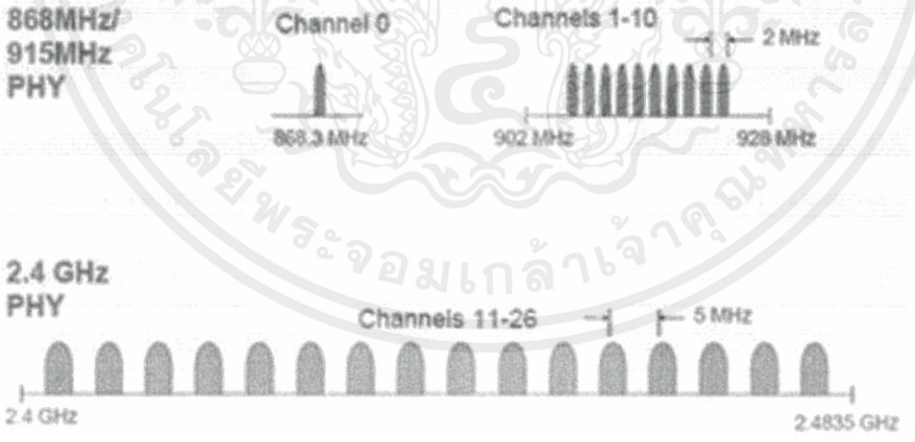
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Market Name	ZigBee®	---	Wi-Fi™	Bluetooth™
Standard	802.15.4	GSM/GPRS CDMA/1xRTT	802.11b	802.15.1
Application Focus	Monitoring & Control	Wide Area Voice & Data	Web, Email, Video	Cable Replacement
System Resources	4KB - 32KB	16MB+	1MB+	250KB+
Battery Life (days)	100 - 1,000+	1-7	.5 - 5	1 - 7
Network Size	Unlimited (2^{64}+)	1	32	7
Maximum Data Rate (KB/s)	20 - 250	64 - 128+	11,000+	720
Transmission Range (meters)	1 - 100+	1,000+	1 - 100	1 - 10+
Success Metrics	Reliability, Power, Cost	Reach, Quality	Speed, Flexibility	Cost, Convenience

รูปที่ 2.10 คุณสมบัติ Zigbee Protocol Stack

2.5.2 Zigbee Protocol Stack : Physical Layer

ในระดับ Physical Layer ของ Zigbee นั้นเป็นมาตรฐานเดียวกันกับ IEEE 802.15.4 ซึ่งมี รายละเอียดดังนี้



รูปที่ 2.11 คลื่นความถี่ที่ Zigbeeในช่วง ISM Band

ที่มา https://sites.google.com/site/322462wirelesspan/wireless-personal-area-network

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.11แสดงคลื่นความถี่ที่ Zigbee ใช้นั้น เป็นคลื่นความถี่ในช่วง ISM Band 3 ช่วงคลื่น คือ 868MHz, 915MHz, 2.4GHz ด้วยวิธีการส่งแบบ Direct Spread Spectrum (DSSS) ทำให้มีคุณสมบัติ

ทนทานต่อ Noise เหมาะจะใช้ในพื้นที่ซึ่งมี Noise เช่นภายในโรงงาน สำหรับความถี่แต่ละช่วงจะได้อัตราเร็วในการรับส่งข้อมูล ดังนี้

- ความถี่ 868 MHz Modulation แบบ Binary Phase-shift Keying อัตรารับส่งข้อมูล 20 kb/s
- ความถี่ 915 MHz Modulation แบบ Binary Phase-shift Keying อัตรารับส่งข้อมูล40 kb/s
- ความถี่ 915 MHz Modulation แบบ Binary Phase-shift Keying อัตรารับส่งข้อมูล40 kb/s

Zigbee Protocol Stack: AC Layer

Device Class อุปกรณ์ Zigbee แบ่ง Device Class ไว้เป็น 2 ประเภทได้แก่

1) Full Function Device (FFD) ซึ่งมีคุณสมบัติ คือ
   - สามารถทาการ Routing เพื่อหาเส้นทางสาหรับส่งข้อมูลได้
   -ใช้งานได้ในทุกรูปแบบ Topology
   -ติดต่อกับอุปกรณ์ Zigbee โหนดอื่นได้ทั้งประเภท FFD และ RFD
   -สามารถเป็น PAN Coordinator ซึ่งจะเป็นศูนย์กลางของเครือข่ายไร้สาย Zigbee โดยจะทาหน้าที่จัดตั้ง Zigbee Network ขึ้นมาพร้อมทั้งเก็บสารสนเทศของ Zigbee Network นั้น เช่น Key ที่ใช้ในการเข้ารหัสข้อมูลภายใน Zigbee Network นี้เป็นต้น โดยในหนึ่งZigbee Network จะมี Coordinator นี้เพียงหนึ่งโหนดเท่านั้น
2) Reduced Function Device (RFD)
   -ไม่สามารถหาเส้นทางให้ Zigbee Packet ได้ จึงใช้งานได้เฉพาะPeer-to-Peer Topology เท่านั้น
   -เป็น PAN Coordinator ไม่ได้
   -ทำงานได้เฉพาะ End Node ใน Zigbee Network

2.6 สภาพอากาศ

2.6.1ดัชนีความร้อนของอากาศ (Heat Index Temperature: HI)

ความรู้สึกร้อนหนาวของคนเรา เป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติ ซึ่งปกติร่างกายจะมีอุณหภูมิเฉลี่ย 98.6 oF หรือ 37 oC เมื่ออุณหภูมิของอากาศรอบตัวเราเปลี่ยนแปลงไป ไม่ว่าจะเพิ่มขึ้นหรือลดลง จะส่งผลกระทบต่อความรู้สึกร้อนหนาวของร่างกาย ร่างกายเราก็จะมีกลไกในการรักษาอุณหภูมิให้ใกล้เคียงกับอุณหภูมินี้โดยอัตโนมัติ เช่น การหนาวสั่น การขับเหงื่อ

ในฤดูร้อน อุณหภูมิสูง ความชื้นในอากาศมีน้อย ปกติร่างกายของคนเราจะปรับตัวเพื่อทำให้เรารู้สึกรับได้กับสภาวะที่เป็นอยู่ แต่ถ้าเมื่อใดความชื้นในอากาศเริ่มมีการเปลี่ยนแปลง เราจะรู้สึกร้อนขึ้นทันทีทั้งๆที่อุณหภูมิของอากาศไม่เปลี่ยนแปลง ความรู้สึกที่เกิดขึ้นนี้เป็นการตอบสนองอัตราการอุ่นตัวหรือปริมาณความเย็นที่ถ่ายเทออกจากผิวหนังไปสู่อากาศที่ล้อมรอบ

หลักการวัดดัชนีอุณหภูมิร้อน มีสูตรในการคำนวณ โดยใช้อุณหภูมิของอากาศกับความความชื้นที่มีอยู่ในอากาศ ให้มีค่าเสมือนอากาศนิ่งหรือลมสงบจะทำให้ได้ค่าอุณหภูมิที่สูงกว่า เรียกว่าอุณหภูมิเสมือน (Pseudo Temperature) ซึ่งจะมีค่าเท่าใดนั้นขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของอากาศและความชื้นเริ่มต้นว่ามีเท่าใด

ดังนั้น ดัชนีอุณหภูมิร้อน(Heat Index Temperature) จึงหมายถึงสภาวะที่ทำให้ร่างกายเรารู้สึกร้อนขึ้นมากกว่าอุณหภูมิของอากาศจริงที่วัดได้จาก Thermometer ซึ่งเกิดจากการปฏิสัมพันธ์กันระหว่างอุณหภูมิของอากาศกับความชื้น ทำให้ร่างกายสูญเสียความเย็นออกไปจากบริเวณผิวหนัง ส่งผลให้ร่างกายรู้สึกร้อนมากขึ้นกว่าอุณหภูมิของอากาศที่แท้จริง หรือทำให้ร่างกายสูญเสียความสามารถในการควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุณหภูมิ อาจทำให้เกิดการเจ็บป่วยเนื่องจากความเหน็ดเหนื่อยอ่อนเพลีย หรือความเจ็บป่วยรุนแรงเนื่องจากอากาศร้อนจัดได้

2.6.2 อุณหภูมิ (Temperature) หมายถึง การวัดค่าเฉลี่ยของพลังงานจลน์ซึ่งเกิดขึ้นจากอะตอมแต่ละตัว หรือแต่ละโมเลกุลของสสาร เมื่อเราใส่พลังงานความร้อนให้กับสสาร อะตอมของมันจะเคลื่อนที่เร็วขึ้น ทำให้อุณหภูมิสูงขึ้น แต่เมื่อเราลดพลังงานความร้อน อะตอมของสสารจะเคลื่อนที่ช้าลง ทำให้อุณหภูมิลดต่ำลง

หากเราต้มน้ำด้วยถ้วยและหม้อบนเตาเดียวกัน จะเห็นได้ว่าน้ำในถ้วยจะมีอุณหภูมิสูงกว่า แต่จะมีพลังงานความร้อนน้อยกว่าในหม้อ เนื่องจากปริมาณความร้อนขึ้นอยู่กับมวลทั้งหมดของสสาร แต่อุณหภูมิเป็นเพียงค่าเฉลี่ยของพลังงานในแต่ละอะตอม ดังนั้นบรรยากาศชั้นบนของโลก (ชั้นเทอร์โมสเฟียร์) จึงมีอุณหภูมิสูง แต่มีพลังงานความร้อนน้อย เนื่องจากมีมวลอากาศอยู่อย่างเบาบาง

2.6.2.1 สเกลอุณหภูมิ

- องศาฟาเรนไฮต์

ในปี ค.ศ.1714 กาเบรียล ฟาเรนไฮต์ (Gabrial Fahrenheit) นักฟิสิกส์ชาวเยอรมันได้ประดิษฐ์เทอร์มอมิเตอร์ซึ่งบรรจุปรอทไว้ในหลอดแก้ว เขาพยายามทำให้ปรอทลดต่ำสุด (0°F) โดยใช้น้ำแข็งและเกลือผสมน้ำ เขาพิจารณาจุดหลอมละลายของน้ำแข็งเท่ากับ 32°F และจุดเดือดของน้ำเท่ากับ 212°F

- องศาเซลเซียส

ในปี ค.ศ.1742 แอนเดอส์ เซลเซียส (Anders Celsius) นักดาราศาสตร์ชาวสวีเดน ได้ออกแบบสเกลเทอร์มอมิเตอร์ให้อ่านได้ง่ายขึ้น โดยมีจุดหลอมละลายของน้ำแข็งเท่ากับ 0°C และจุดเดือดของน้ำเท่ากับ 100°C

- เคลวิน (องศาสัมบูรณ์)

ต่อมาในคริสศตวรรษที่ 19 ลอร์ด เคลวิน (Lord Kelvin) นักฟิสิกส์ชาวอังกฤษ ผู้ค้นพบความสัมพันธ์ระหว่างความร้อนและอุณหภูมิว่า ณ อุณหภูมิ -273°C อะตอมของสสารจะไม่มีการเคลื่อนที่และจะไม่มีสิ่งใดหนาวเย็นไปกว่านี้ได้อีก เขาจึงกำหนดให้ 0 K = -273°C (ไม่ต้องใช้เครื่องหมาย ° กำกับหน้าอักษร K) สเกลองศาสัมบูรณ์หรือเคลวิน เช่นเดียวกับองศาเซลเซียสทุกประการ เพียงแต่ +273 เข้าไปเมื่อต้องการเปลี่ยนเคลวินเป็นเซลเซียส

การแปลงหน่วย

$$°F = (1.8 \times °C) + 32 \quad (1)$$

$$°C = (°F - 32) / 1.8 \quad (2)$$

2.6.3 ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศเป็นอัตราส่วนของจำนวนไอน้ำที่มีอยู่ในอากาศ ต่อจำนวนไอน้ำที่อาจมีได้จนอิ่มตัวเต็มที่ในอากาศเดียวกันนั้น ความชื้นสัมพัทธ์จึงกำหนดเป็นเรือนร้อย โดยให้จำนวนความชื้นที่อิ่มตัวเต็มที่เป็น 100 ส่วน ประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อนใกล้เส้นศูนย์สูตร จึงมีอากาศร้อนชื้นปกคลุมเกือบตลอดปี เว้นแต่บริเวณที่อยู่ลึกเข้าไปในแผ่นดิน ตั้งแต่ภาคกลางขึ้นไปความชื้นสัมพัทธ์จะลดลงชัดเจน ในช่วงฤดูหนาวและฤดูร้อน โดยเฉพาะฤดูร้อน จะเป็นช่วงที่ความชื้นสัมพัทธ์ลดลงต่ำสุดในรอบปีใน

บริเวณดังกล่าวมีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดปี 72-74 เปอร์เซ็นต์ และจะลดลงเหลือ 62-69 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงฤดูร้อน

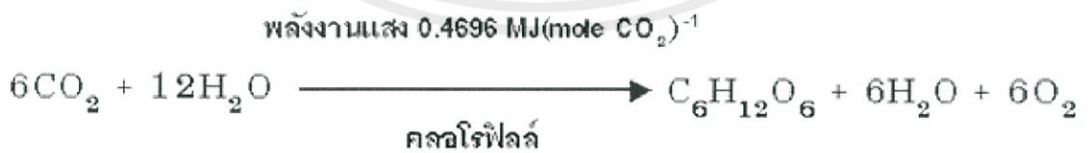
2.7 อิทธิพลของภูมิอากาศต่อพืช

การดำรงชีพของพืชแต่ละชนิดต้องการสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมโดยเฉพาะ ซึ่งสภาพแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของพืช อาจจำแนกได้ 4 ประการคือ สภาพภูมิอากาศ สภาพภูมิศาสตร์ ปัจจัยดิน และสิ่งมีชีวิตต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของพืช ปัจจัยทั้ง 4 นี้ มีความสัมพันธ์ต่อกันทั้งทางตรงและทางอ้อม และมีอันตรกิริยาที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชด้วย สำหรับการเกษตรแบบใหม่ในปัจจุบันนี้ ได้นำความรู้และเทคโนโลยีใหม่ๆ มาประยุกต์ใช้ในการเกษตรมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งวิทยาการที่เกี่ยวข้องกับการปรับสภาพภูมิอากาศให้เหมาะสมกับพืช เพื่อต้องการผลผลิตตอบแทนจากพืชปลูกให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ ดังนั้นอิทธิพลของภูมิอากาศที่มีต่อพืชกล่าวแยกรายละเอียดเป็นข้อๆ ได้ดังนี้

2.7.1 รังสีดวงอาทิตย์กับพืช

พืชแต่ละชนิดมีความต้องการรังสีดวงอาทิตย์เพื่อการเจริญเติบโตและการพัฒนาการที่แตกต่างกัน ซึ่งอาจจำแนกชนิดพืชตามความต้องการปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ได้เป็น 2 ชนิดคือ ชนิดแรกเป็นพืชที่ต้องการรังสีดวงอาทิตย์มาก (sun plants) และชนิดที่สองเป็นพืชที่ต้องการรังสีดวงอาทิตย์น้อยกว่าหรือต้องการร่มเงามากกว่า (shade plants) สำหรับอิทธิพลโดยทั่วไปของรังสีดวงอาทิตย์ที่มีต่อกระบวนการต่าง ๆ ที่สำคัญของพืชมี 2 กระบวนการใหญ่ๆ คือ

1. กระบวนการพลังงานแสง (photo-energy processes) กระบวนการนี้เป็นการสร้างสารประกอบคาร์โบไฮเดรต โดยการเปลี่ยนพลังงานแสงในช่วงคลื่นที่ตามองเห็น (visible light) ซึ่งมีความยาวคลื่นอยู่ในช่วงระหว่าง 0.4-0.7 ไมครอน ให้เป็นพลังงานเคมี โดยมีน้ำและแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เป็นวัตถุดิบ ซึ่งกระบวนการนี้เป็นที่รู้จักกันทั่วไปที่เรียกว่ากระบวนการปรุงอาหารหรือการ**สังเคราะห์ด้วยแสงของพืช**

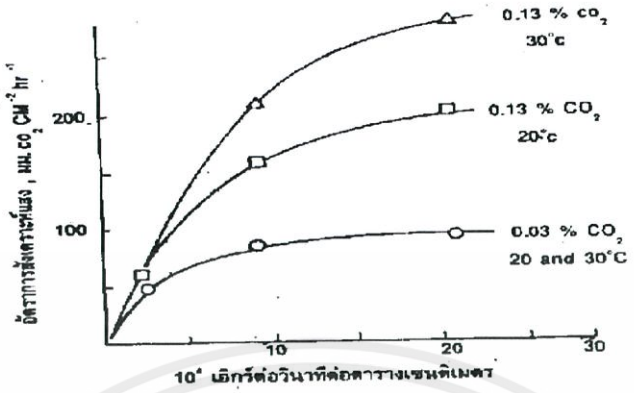


รูปที่ 2.12 การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช

จากสมการข้างบนนี้ พลังงานที่พืชใช้ในกระบวนการได้รับจากรังสีดวงอาทิตย์ส่วนหนึ่ง กับพลังงานอีกส่วนหนึ่งได้มาจากขบวนการหายใจ ดังนั้นอัตราการสังเคราะห์แสงของพืชจึงขึ้นอยู่กับปัจจัยภายในและปัจจัยภายนอก ซึ่งปัจจัยภายนอกที่เกี่ยวข้องกับสภาพภูมิอากาศที่มีผลต่อกระบวนการนี้คือ ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์หรือความเข้มแสง อุณหภูมิอากาศ และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์หากปัจจัยทั้ง 3 นี้ มีอย่างเพียงพอ อัตราการสังเคราะห์แสงของพืชจะเป็นไปตามปกติ



รูปที่ 2.13 การสังเคราะห์แสงของใบแตงกวาที่มีความสัมพันธ์กับความเข้มแสง อุณหภูมิอากาศ และปริมาณ

ที่มา http://natres.psu.ac.th/Department/plantscience/510-111web/book/book%20content.htm/chapter05/agri_05.htm

2. กระบวนการแสงกระตุ้นพืช (photo-stimulus processes) กระบวนการนี้ขึ้นอยู่กับความเข้มแสงเช่นเดียวกัน แต่มีความต้องการในปริมาณที่น้อยกว่ากระบวนการพลังงานแสง และเมื่อพืชได้รับแสง พืชจะมีการตอบสนองต่อแสงใน 2 กระบวนการย่อยคือ

2.1) กระบวนการเคลื่อนไหวและเคลื่อนที่ของพืช ได้แก่ การหุบการบานของดอก การหุบการแผ่ของใบ การเบนเข้าหาแสงของลำต้น และการเคลื่อนที่เข้าหาแสงสว่างของพืชขั้นต่ำเซลล์เดียว

2.2) กระบวนการสร้างสิ่งต่างๆ ของพืช พบว่าอัตราของกระบวนการขึ้นอยู่กับความยาวของช่วงที่มีแสงสว่างและช่วงมืดที่พืชได้รับ ซึ่งก่อให้เกิดปรากฏการณ์ที่เรียกว่า photoperiodism เช่น การยืดตัวของลำต้น การขยายตัวออก แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ของแผ่นใบ การสร้างขนบนส่วนใบและลำต้น การชักนำให้พืชออกดอก การสร้างสารคลอโรฟิลล์ สารเอนโธไซยานิน และสารสี (pigment) ต่างๆ ของพืช

ดังนั้นจะเห็นได้ว่ารังสีดวงอาทิตย์ทั้งในแง่ ปริมาณ ความเข้ม คุณภาพของแสง (ช่วงความยาวคลื่นแสง) ทิศทางของแสง และช่วงระยะเวลาที่พืชได้รับแสงนั้น ต่างก็มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตและการพัฒนาการของพืช นอกจากนี้แล้วยังพบว่า รังสีดวงอาทิตย์มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับการสร้างน้ำหนักแห้งของพืชด้วย

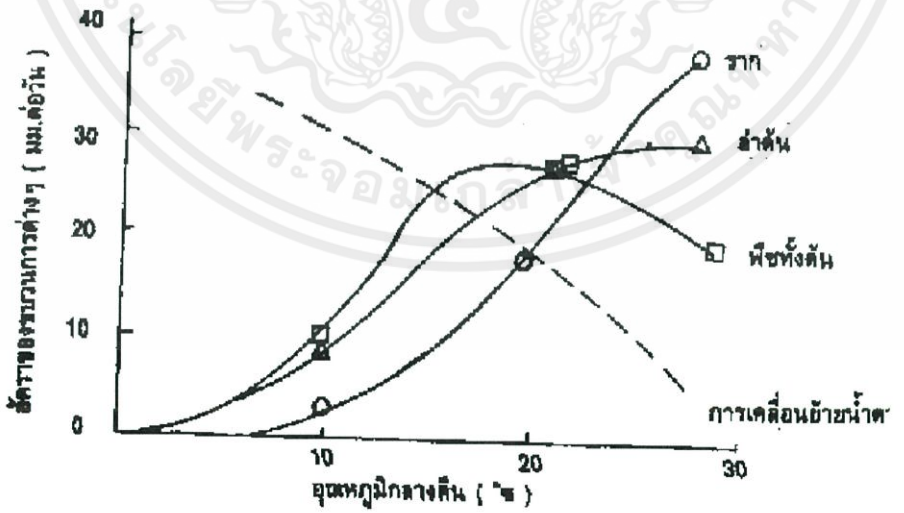
2.7.2 อุณหภูมิต่อการเจริญเติบโตของพืช

อุณหภูมิของอากาศและดินต่างก็เป็นผลอันเนื่องจากปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ กล่าวคือ ถ้าโลกได้รับปริมาณรังสีดวงอาทิตย์มาก พื้นผิวโลกก็จะมีอุณหภูมิสูง ในทำนองเดียวกัน ถ้าหากวันใดปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ลงสู่พื้นโลกมีน้อย วันนั้นพื้นผิวโลกก็จะมีอุณหภูมิต่ำลงด้วย ดังนั้นกระบวนการเมทาบอลิซึมปฏิกริยาเคมีภายในเซลล์พืช ตลอดจนการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืช ก็จะเปลี่ยนแปลงตามระดับอุณหภูมิในแต่ละวันด้วย ซึ่งอุณหภูมิอากาศและอุณหภูมิดินมีความสำคัญต่อพืชดังนี้

1) อุณหภูมิอากาศ การเจริญเติบโตของพืชจะหยุดชะงักหรือสิ้นสุดลง เมื่อพืชได้รับอุณหภูมิอากาศสูงหรือต่ำเกินไป และการเจริญเติบโตของพืชจะดำเนินไปอย่างรวดเร็วเมื่อระดับอุณหภูมิเหมาะสม ซึ่งอุณหภูมิอากาศที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชนี้ เรียกว่า cardinal temperatures ที่ประกอบด้วยอุณหภูมิอากาศ 3 ระดับ คือ อุณหภูมิต่ำสุด (Tmin) ที่พืชชนิดนั้นจะเจริญเติบโตได้ อุณหภูมิที่เหมาะสมทำให้พืชชนิดนั้นเติบโตได้สูงสุด และอุณหภูมิสูงสุด (Tmax) ที่พืชชนิดนั้นสามารถดำรงชีพอยู่ได้ ดังนั้นพืชต่างชนิดกันก็จะมี cardinal temperature และการสร้างสมน้ำหนักแห้งของพืชจะแตกต่างกันด้วย การสร้างสมน้ำหนักแห้งของพืชแต่ละชนิดขึ้นอยู่กับ degree day ในช่วงการดำรงชีวิตของพืช และอาจใช้ degree day เป็นดัชนีเพื่อการเก็บเกี่ยวพืชได้อีกด้วย โดยที่ degree day ของแต่ละวันของพืชนั้น เป็นผลต่างระหว่างอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยประจำวันกับอุณหภูมิต่ำสุดที่พืชชนิดนั้นดำรงชีวิตอยู่ได้ (minimum threshold or base temperature;Tbase)

$$\text{degree day} = \frac{\text{Tmax} + \text{Tmin}}{2} - \text{Tbase} \qquad (3)$$

นอกจากนี้แล้วยังมีปรากฏการณ์ที่เรียกว่า thermo periodicity ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ของความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกลางวันและกลางคืน ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชอีกด้วย ดังเช่นการเจริญเติบโตของมะเขือเทศจะขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในเวลากลางคืน หรือฤดูการปลูกพืชแต่ละชนิด มีความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกลางวันและกลางคืนที่แตกต่างกัน



รูปที่ 2.14 อุณหภูมิกลางคืนที่มีผลต่อขบวนการต่างๆ ของมะเขือเทศ
ที่มา http://natres.psu.ac.th/Department/plantscience/510-111web/book/book%20content.htm/chapter05/agri_05.htm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) อุณหภูมิดิน อุณหภูมิดินมีอิทธิพลต่อการงอกของเมล็ด กิจกรรมของราก การดูดน้ำธาตุอาหาร การสลายผุพังของอินทรีย์สารหรืออนินทรีย์สาร ตลอดจนกิจกรรมต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตในดินที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชด้วย การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิดินนอกจากขึ้นอยู่กับปริมาณรังสีดวงอาทิตย์แล้ว ยังพบว่าพืชหรือสิ่งอื่น ๆ ที่ปกคลุมผิวพื้นดินก็มีผลต่อระดับอุณหภูมิดินในระดับชั้นต่างๆ ด้วย

2.8 มาตรฐาน RS 232

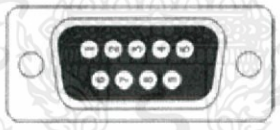
เป็นมาตรฐานการเชื่อมต่อข้อมูลแบบอนุกรมที่นิยมใช้มากที่สุด กำหนดโดย EIA (Electronics Industry Association) หรือสมาคมผู้ประกอบการอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ของอเมริกา ตั้งแต่ปี 1969 เริ่มต้นจากความต้องการที่จะกำหนดมาตรฐานการเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับโมเด็มในสมัยนั้น โดยที่

RS ย่อมาจาก Recommend Standard

232 เป็นหมายเลขบ่งบอกของมาตรฐาน

C เป็นหมายเลขท้ายสุดของมาตรฐาน

จุดประสงค์ของมาตรฐานนี้คือเพื่อบรรยายคุณลักษณะของการเชื่อมต่อ อุปกรณ์รับส่งข้อมูลปลายทาง (Data Terminal Equipment: DTE) กับ อุปกรณ์สื่อสารข้อมูล (Data Communication Equipment : DCE) ซึ่งจะขึ้นอยู่กับผู้ผลิต

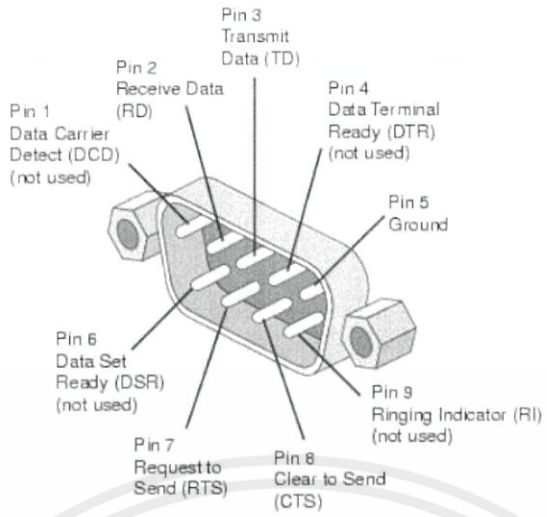


รูปที่ 2.15 RS232

รูปที่ 2.15 สามารถอธิบายได้ดังนี้

1 Data Carrier Detect (DCD)	Input
2 Received Data (RXD)	Input
3 Transmitted Data (TXD)	Output
4 Data Terminal Ready (DTR)	Output
5 Signal Ground (GND)	Input
6 Data Set Ready (DSR)	Input
7 Requests To Send (RTS)	Output
8 Clear to Send (CTS)	Input
9 Ring Indicator (RI)	Input

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.16 PIN RS232

ที่มา http://www.quoteinsta.com/9-pin-rs232-pinout/db9-pinout*com%7Cdb9-pinout%7Cdb9-pinout*gif/db9-pinout*com%7C/

RS-232 มีจุดเริ่มต้นจากความต้องการที่จะกำหนดมาตรฐานการเชื่อมต่อระหว่าง คอมพิวเตอร์กับโมเด็มในสมัยนั้น ตัวมาตรฐานจะกำหนดสิ่งที่เกี่ยวข้องกับการเชื่อมต่อนี้ด้วยกันทั้งหมด 4 หัวข้อหลักๆ ด้วยกันคือ

1. คุณสมบัติทางไฟฟ้าของสัญญาณ
2. คุณสมบัติทางกลของการเชื่อมต่อ ซึ่งหมายถึงตัวคอนเน็กเตอร์นั่นเอง
3. หน้าที่การทำงานของวงจรสำหรับแลกเปลี่ยนข้อมูล
4. มาตรฐานการเชื่อมต่อสำหรับระบบสื่อสารเฉพาะอย่า

ลักษณะ โดยทั่วไปของการเชื่อมต่อข้อมูลแบบอนุกรมตามมาตรฐาน RS-232 คือเป็นการสื่อสารข้อมูลแบบจุดต่อจุด ซึ่งเดิมทีเป็นการสื่อสารข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์กับโมเด็ม ซึ่งจริงๆแล้วทั้งสองฝั่งจะเป็นอะไรก็ได้การลื่อสารเป็นแบบสองทางพร้อม กัน (Full-duplex) โดยอาจใช้สายสัญญาณอื่นร่วมเพื่อทำ แฮนด์เชค (Hand-shake) หรือไม่ก็ได้ มาตรฐาน RS-232 จำกัดความยาวสายไว้ที่ 50 ฟุด (หรือประมาณ 15 เมตร) สำหรับการส่งสัญญาณที่ความเร็ว 19,200 บิทต่อวินาที โดยที่ความยาวสายจะต้องสั้นลงถ้าต้องการสื่อสารที่ความเร็วลูงขึ้น และถ้ามีสัญญาณรบกวนมากๆ เช่นในโรงงาน หรือบริเวณใกล้เครื่องจักรที่เป็นแบบมีการสวิทช์สัญญาณไฟฟ้าที่กระแส สูงๆ ก็จะทำให้ต้องมีการลดความเร็วในการส่งสัญญาณลงหรือใช้สายที่สั้นลง

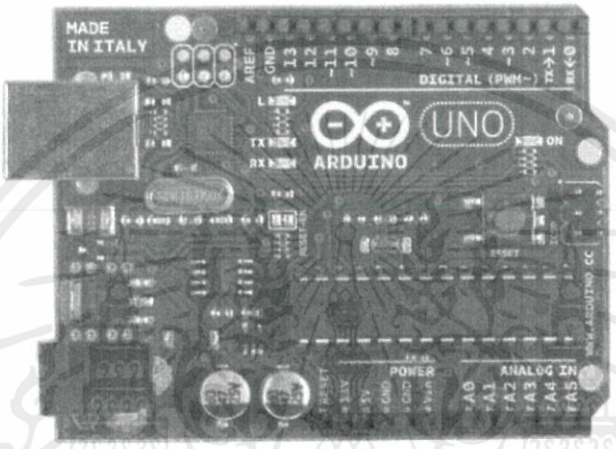
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

คุณสมบัติของเครื่องมือ การออกแบบ และวิธีการทดลอง

3.1 คุณสมบัติเครื่องมือ

3.1.1 บอร์ด Arduino



รูปที่ 3.1 Arduino

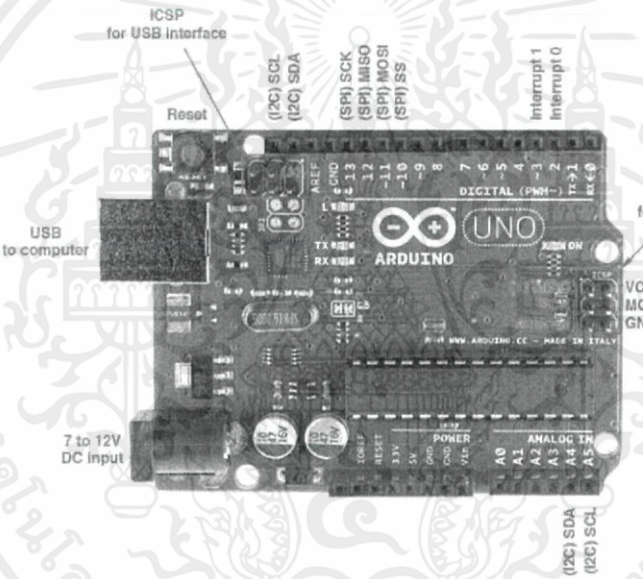
ที่มา https://electrosome.com/arduino-uno/

จากรูปที 3.1 Arduino เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้ AVR ขนาดเล็กเป็นตัวประมวลผลและสั่งงาน เหมาะสำหรับนำไปใช้ในการศึกษาเรียนรู้ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ และนาไปประยุกต์ใช้งานเกี่ยวกับการควบคุมอุปกรณ์ Input / Output ต่างๆได้มากมาย ทั้งในแบบที่เป็นการทำงานตัวเดียวอิสระ หรือเชื่อมต่อสั่งงานร่วมกับอุปกรณ์อื่นๆ เช่น คอมพิวเตอร์ PC ทั้งนี้ก็เนื่องมาจากว่า Arduino สนับสนุนการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ Input / Output ต่างๆ ได้มากมาย ทั้งแบบ Digital และ Analog เช่น การรับค่าจากสวิตช์ หรืออุปกรณ์ตรวจจับ (Sensor) แบบต่างๆ รวมไปถึง การควบคุมอุปกรณ์ Output ต่างๆ ตั้งแต่ LED, หลอดไฟ, มอเตอร์รีเลย์ ฯลฯ โดยระบบฮาร์ดแวร์ของ Arduino สามารถสร้างและประกอบขึ้นใช้งานได้เอง ในกรณีที่ผู้ใช้พอมีความรู้ด้านอิเล็กทรอนิกส์อยู่บ้าง หรือสามารถซื้อแผงวงจรสำเร็จรูปที่มีการผลิตออกจาหน่ายกันในราคาที่ไม่แพง อีกทั้งยังเผยแพร่ Source Code และตัวอย่างต่างๆ ให้ผู้ใช้นาไปใช้งาน หรือพัฒนาดัดแปลงต่อยอดได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่ายใดๆ

ส่วนภาษาในการเขียนโปรแกรมลงบน Arduino นั้นจะใช้ภาษา C++ ซึ่งเป็นรูปแบบของโปรแกรมภาษาซีประยุกต์แบบหนึ่ง ที่มีโครงสร้างของตัวภาษาโดยรวมใกล้เคียงกันกับภาษาซีมาตรฐาน (ANSI-C) อื่นๆ เพียงแต่ได้มีการปรับปรุงรูปแบบในการเขียนโปรแกรมบางส่วนที่ผิดเพี้ยนไปจาก ANSI-C เล็กน้อย เพื่อช่วยลดความยุ่งยากในการเขียนโปรแกรมและให้ผู้เขียนโปรแกรมสามารถเขียนโปรแกรมได้ง่ายและสะดวกมากขึ้นกว่าการเขียนภาษาซีตามแบบมาตรฐานของ ANSI-C โดยตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งจากการที่ได้ทำการศึกษาค้นคว้าทดลองการใช้งานภาษาซีของ Arduino มาในระยะเวลาหนึ่งจะพบว่าในความเป็นจริงแล้ว Arduino นั้นไม่ใช่ C-Compiler โดยตรง แต่ Arduino จะมีลักษณะการทางานเช่นเดียวกันกับ Text Editor เป็นฉากหน้าในการติดต่อสื่อสารกับผู้ใช้เท่านั้น ส่วนเบื้องหลังจริงๆนั้น Arduino จะไปเรียกใช้ตัวแปลภาษา C และ Utility อื่นๆ ที่ใช้เป็นเครื่องมือพัฒนาโปรแกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR อีกทีหนึ่ง โดย Arduino จะเลือกใช้ C-Compiler ของ “GNU AVR-GCC Toolchain” ร่วมกับ Library Function ของ “avr-libc” ส่วน Utility ที่ใช้ในการ Upload Code ให้กับ AVR นั้นก็จะใช้ของ “AVRDude” ดังนั้นผู้ที่เขียนภาษาซีของ AVR เป็นอยู่แล้ว และต้องการประยุกต์ใช้งาน Arduino ให้ได้ประสิทธิภาพการทางานมากยิ่งขึ้นไปอีก ก็สามารถศึกษาข้อกาหนด และหน้าที่ในการใช้งาน Library และคาสั่งอื่นๆที่บรรจุไว้ใน Library ต่างๆ ทั้งจากของ “GNU AVR-GCC Toolchain” และ “avr-libc” เพิ่มเติมอีกเพื่อใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงและประยุกต์ใช้งาน Arduino ในรูปแบบที่สลับซับซ้อนมากๆ ขึ้นไปได้อีก

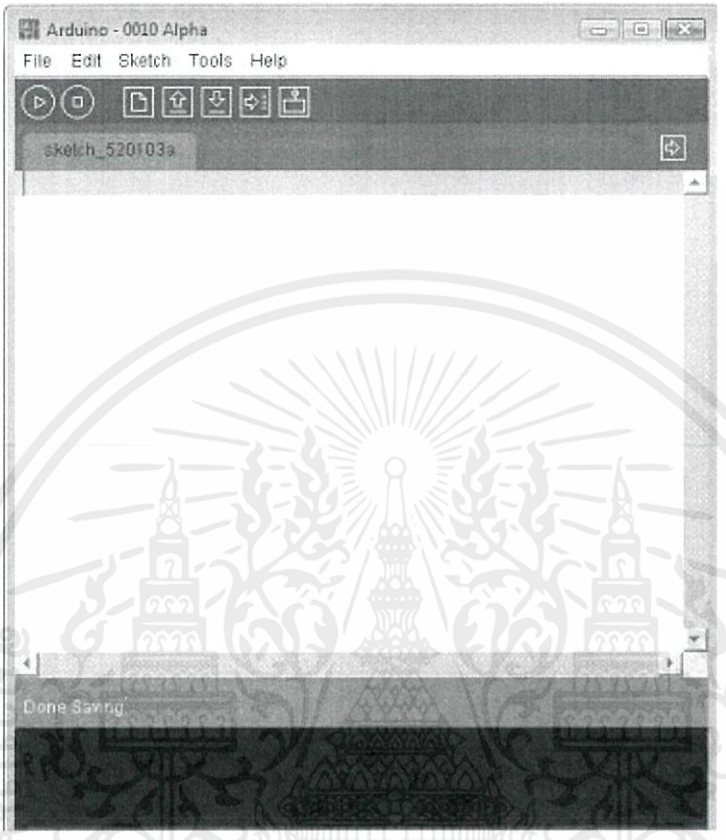


รูปที่ 3.2 Pin ของ Arduino

ที่มา http://forum.arduino.cc/index.php?topic=84190.0

แต่ละ 14 ขาดิจิตอลบน Uno สามารถนำมาใช้เป็นอินพุทเอาท์พุทหรือใช้ pinMode () digitalWrite () และ ฟังก์ชั่น digitalRead () เริ่มทำงานที่ 5 โวลต์ แต่ละขาสามารถให้หรือรับได้สูงสุด 40 mA และมีความต้านทานดึงขึ้นภายใน (ตัดการเชื่อมต่อโดยค่าเริ่มต้น) จาก 20-50 kohms นอกจากนี้ในบางตัวมี ฟังก์ชั่นพิเศษ: อนุกรม·: 0 (RX) และ 1 (TX) ใช้ในการรับ (RX) และส่ง (TX) TTL ข้อมูลแบบอนุกรม ขาTThese เป็นตัวเชื่อมต่อกับขาที่สอดคล้องกันของ ATmega8U2 PWM: 3, 5, 6, 9, 10, และ 11 ให้ 8 บิตเอาท์พุทแบบ PWM analogWrite () ฟังก์ชัน SPI: 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK) ขาเหล่านี้สนับสนุนการสื่อสารแบบ SPI ซึ่งแม้ว่าโดยพื้นฐานฮาร์ดแวร์จะไม่รวมอยู่ในปัจจุบันภาษา Arduino LED: 13 นอกจากนี้ในตัว LED เชื่อมต่อกับพินดิจิตอล 13 เมื่อขาเป็นความต่างศักย์สูง LED คือ เมื่อตอนที่ขาอยู่ในระดับความต่างศักย์ต่ำก็ปิด

โปรแกรม Arduino IDE



รูปที่ 3.3 หน้าต่างแรกของโปรแกรม Arduino

ที่มา ผู้จัดทำ

จากรูปที 3.3 ใช้สำหรับการเขียนโปรแกรมควบคุม ไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งภาษาของ Arduino จะอ้างอิงตามภาษา C/C++ จึงอาจกล่าวได้ว่าการเขียนโปรแกรมสำหรับ Arduino ก็คือการเขียนภาษาซีโดยเรียกใช้ฟังก์ชันและไลบรารีที2ทาง Arduino ได้เตรียมไว้ให้แล้ว

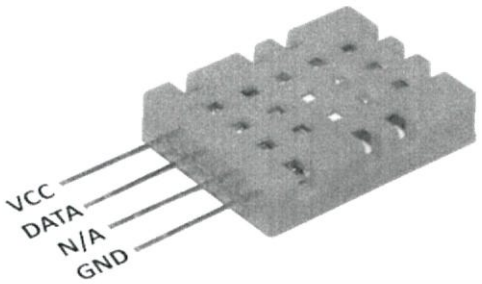
โปรแกรมของ Arduino แบ่งได้เป็นสองส่วนคือ

- Void setup()

- Void loop()

โดยฟังก์ชัน setup() เมือโปรแกรมทำงานจะทำคำสั่งของฟังก์ชันเพียงครั้ง-เดียว ใช้ในการกำหนดค่าเริ่มต้นของการทำงาน ส่วนฟังก์ชัน loop() เป็นส่วนทำงาน โปรแกรมจะทำคำสั่งในฟังก์ชันต่อเนืองกันตลอดเวลา โดยปกติใช้กำหนดโหมดการทำงานของขาต่างๆ กำหนดการสือสารแบบอนุกรมฯลฯ ส่วนของ loop() เป็นโค้ดโปรแกรมที 2 ทำงาน เช่น อ่านอินพุต ประมวลผล สั่งงานเอาต์พุต ฯลฯโดยส่วนกำหนดค่าเริ่มต้นเช่น ตัวแปรจะต้องเขียนที2ส่วนหัวของโปรแกรม ก่อนถึงตัวฟังก์ชันนอกจากนั้นยังต้องคำนึงถึงตัวพิพม์เล็กพิมพ์ใหญ่ ของตัวแปรและชื่อฟังก์ชันให้ถูกต้อง

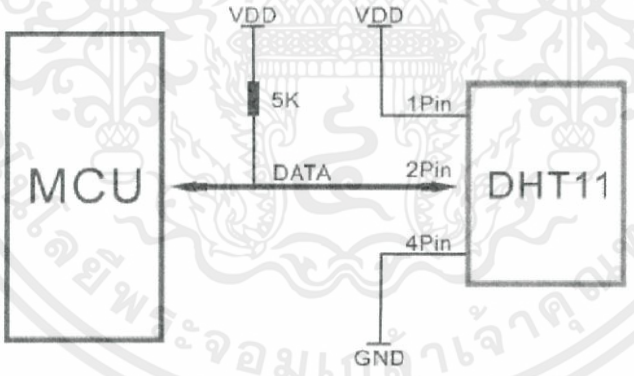
3.1.2 DHT11



รูปที่ 3.4 DHT11

ที่มา http://www.arduitronics.com

- ย่านวัดความชื้น 20-90% RH โดยมีค่าความแม่นยำ +- 5% RH ความละเอียดในการวัด 1 % แสดงผลแบบ 8 บิต
- ย่านวัดอุณหภูมิ 0 -50 องศาเซลเซียส โดยมีค่าความแม่นยำ +- 2 องศาเซลเซียส ความละเอียดในการวัด 1 องศาเซลเซียส แสดงผลแบบ 8 บิต
- มี PIN 4 ขารายละเอียดดังรูปด้านบน
- กินกระแส 0.5 - 2.5 mA (ขณะทำการวัดค่า) ที่ระดับแรงดัน 3 - 5.5 VDC
- อ่านค่าสัญญาณ (Sample Rate) ทุก 1 วินาที



รูปที่ 3.5 แสดงการใช้งาน DHT11

ที่มา http://www.arduitronics.com

จากรูปที่ 3.5ขาของ DHT11 อธิบายได้ดังนี้

- Pin 1 ต่อกับ VDD
- Pin 2 ต่อเป็นขา DATA
- Pin 3 ไม่ได้ใช้
- Pin 4 ลงกราวด์

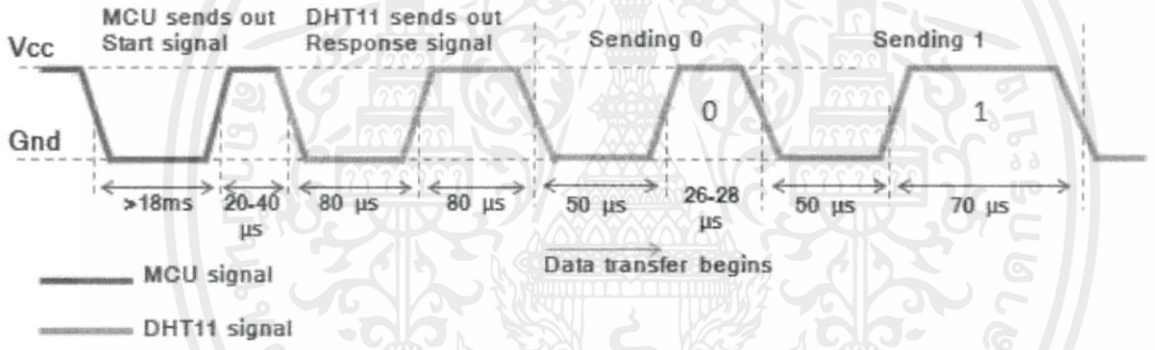
เอกสารนี้มีไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับวิธีการส่งข้อมูลของ DHT11 อุปกรณ์ตัวนี้ใช้การสื่อสารกับ MCU ด้วยวิธี Single-wire Two-way Serial interface แปลเป็นภาษาไทยก็ คือ การสื่อสารอนุกรมสองทางโดยใช้สายเส้นเดียว หรือการสื่อสารแบบนี้จะใช้สายสื่อสารเพียงเส้นเดียวและส่งข้อมูลได้ทั้งจาก MCU ไปที่ตัว DHT11 และในทางกลับกันก็ได้

การใช้ pull up resistor นั้นหมายถึงเราต้องการให้เวลาทำงานปกติในขณะที่ไม่มีอุปกรณ์ที่ต่ออยู่กับสายสื่อสารของเรา ระดับแรงดันของสัญญาณในสาย Data คือแรงดันระดับ “สูง” และจะมีแรงดันในระดับต่ำเมื่อมีอุปกรณ์ (จะเป็น Master หรือ Slave ก็ได้) ดึงสัญญาณลงในระดับ “ต่ำ” ดังนั้นหากมี Scope วัดระดับสัญญาณได้เป็น “สูง” ตลอดเวลา ก็หมายความว่าอุปกรณ์อาจจะผิดปกติ

ในการสื่อสารโดยใช้สายเส้นเดียวนั้น จำเป็นต้องใช้โปรโตคอลที่ตกลงกันไว้ระหว่างตัว MCU และ อุปกรณ์ที่ต้องการสื่อสารด้วย (Slave) ในส่วนของโปรโตคอล อันดับแรก Master หรือ Arduino ของจะส่ง Start signal ที่เป็นแรงดันไฟฟ้าระดับต่ำอย่างน้อย 18 ไมโครวินาที ไปที่ Slave เพื่อให้ Slave เข้าใจว่าจะเริ่มสั่งแล้วนะ แล้วรอไป 20-40 ไมโครวินาทีเพื่อรอ Slave ตอบกลับ

ทีนี้เพื่อให้ Master รู้ว่า Slave ก็พร้อม Slave จะส่งแรงดันระดับต่ำกลับไปบ้าง การส่งแรงดันจาก Slave กลับไปจะนาน 80 ไมโครวินาที จากนั้นจะรออีก 80 ไมโครวินาที ก่อนที่จะส่งข้อมูลบิตแรก มาถึงตรงนี้ข้อมูลยังไม่ถูกส่งเลย แต่พร้อมจะส่งแล้วดังรูปที่ 3.6

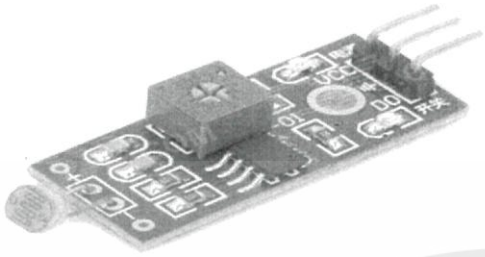


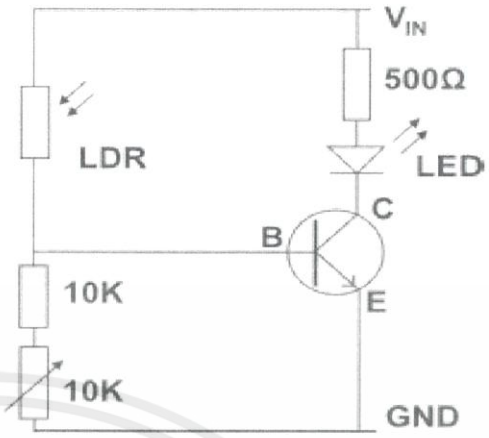
รูปที่ 3.6 แสดงการส่งสัญญาณของ DHT11

ที่มา http://www.arduitronics.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 Photo-resistor LDR





รูปที่ 3.7 ก รูปที่ 3.7 ข

รูปที่ 3.7 ก คือ Photo-resistor LDR Light Sensor Module ที่พร้อมใช้งาน
รูปที่ 3.7 ข คือ schematic Photo-resistor LDR Light Sensor Module
ที่มา http://www.arduitronics.com/

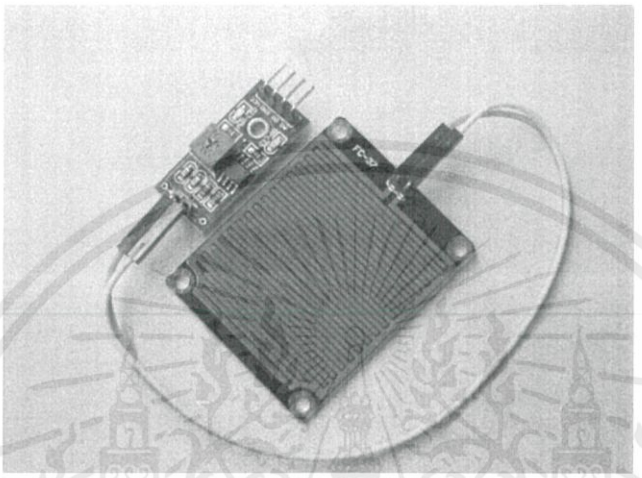
ตารางที่ 3.1 คุณสมบัติของ Photo-resistor LDR

Items	Conditions	Min	Type	Max	Unit
System Characteristics					
VCC	-	3	4	30	V
Supply Current	-	0.5	-	3	mA
Photo-resistor characteristic					
Light resistance	10 LUX	8	-	20	K Ohm
Dark resistance	0 LUX	-	1	-	K Ohm
Response Time	Rising	-	20	-	ms
Peak wavelength	-	-	540	-	nm
Temperature	-	-30	-	70	Centigrade

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

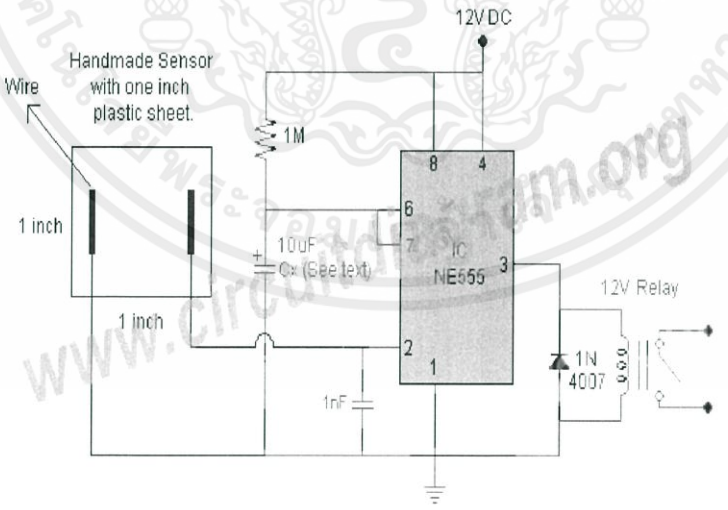
3.1.4 Moisture (Rain) Sensor

โมดูลวัดความชื้นในอากาศและฝนนี้เป็นความต้านทานปรับค่าได้ ที่ขึ้นกับความชื้นหรือน้ำบนตัวเซนเซอร์ โดยเมื่ออยู่ในสภาพที่แห้ง จะมีความต้านทานที่ 2 เมกกะโอห์ม ในขณะที่เมื่อมีความชื่นจะมีความต้านทานลดลงอย่างมาก ซึ่งสามารถต่อใช้งานได้กับ Port Digital ของ Arduino หรือ ปรับใช้กับ Microcontroller รุ่นอื่นๆได้ดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 Moisture (Rain) Sensor

ที่มา http://www.arduitronics.com



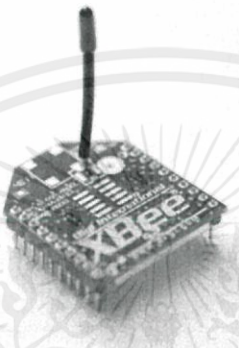
รูปที่ 3.9 Moisture (Rain) Sensor schematic

ที่มา http://www.arduitronics.com/

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.5 Zigbee

Xbee เปนอุปกรณที่ไมโครคอนโทรเลอรและอารเอฟไอซี (RFIC) อยู่ภายในทำหนาที่เปนอุปกรณ รับ-สงสัญญาณ (Transceiver device) แบบกึ่งสองทิศทาง (Half Duplex) ยานความถี่ 2.4 GHz มีการจด การโดยใช้พลังงานต่างๆใชงานง่าย มีอินเตอรเฟส (Interface) ที่ใช้รับและส่งข้อมูลกับเอ็กซบีเป็นยูอารท (UART TTL) ซึ่งสำหรับทางด้านไมโครคอนโทรลเลอร เรานำขาที่ใชติดตอสื่อสารยูอารทของเอ็กซบีตอเข้ากับ อารทของไมโครคอนโทรลเลอร ดังรูป



รูปที่ 3.10 Zigbee
ที่มา http://www.arduitronics.com

คุณสมบัติของ Zigbee

1) Operating Frequency ISM Band 2.4 GHz ซึ่ง ISM Band หมายถึง ยานความถี่ใช้งานเพื่อ การวิจัยซึ่งจะอนุญาตให้ใช้กับ อุตสาหกรรม (Industrial) วิทยาศาสตร์ (Scientific) และทางการแพทย์ (Medical) รวมเปนไอเอสเอ็ม(ISM)

2) มีสายอากาศใหเลือกใช้หลายแบบคือ แบบชิพ แอนท (Chip Ant) , วิปแอนท์(Whip Ant) , ยูเอฟ แอลคอน(UFL con) อารพเอสเอ็ทเอคอน (RPSMA con) โดย 2 แบบหลัง ตองไปหาเสาอากาศยาน 2.4 GHz ที่เป็นคอนเน็กเตอร(Connector) แบบ ยูเอฟแอล (UFL) หรือเอสเอ็มเอ (SMA)

3) Supply Voltage อยูที่ 2.8-3.4 V

4) Power Down Current < 10uA

5) มี RF data rate อยูที่ 250 Kbps (เปนสวนของ สัญญาณที่สงผานอากาศ)

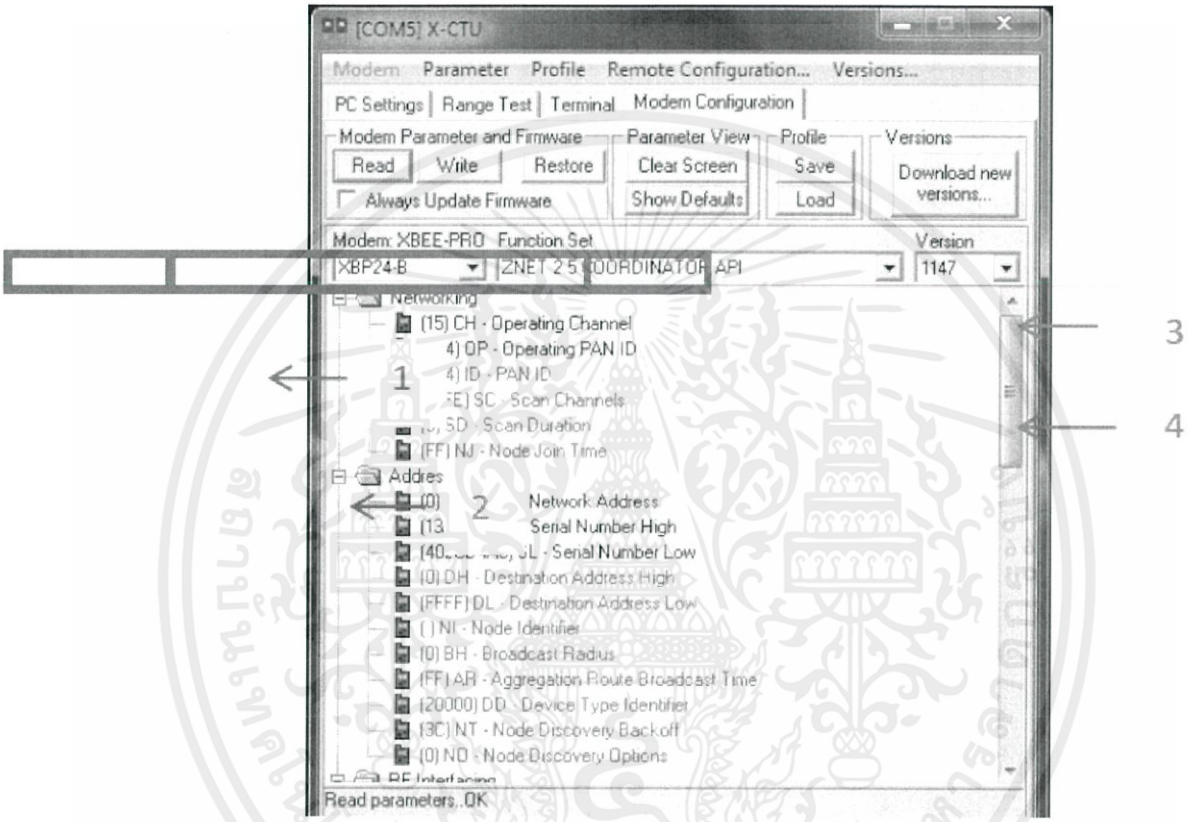
6) มี Serial interface data rate อยู่ระหวาง 1200 – 115200 Bps เปนสวนที่ติดตอสื่อสารกับ ไมโครคอนโทรเลอร

7) เป็น Spread Spectrum ชนิด DSSS (Direct Sequence) การกำหนดค่าตำแหน ง(Addressing) มีลำดับลักษณะ คือ กำหนด PAN ID สำหรับเครือขายหนึ่ง ๆกำหนดชองสัญญาณ (Channel) และ กำหนดค่าตำแหน่ง (Addressing) ของแต่ละตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

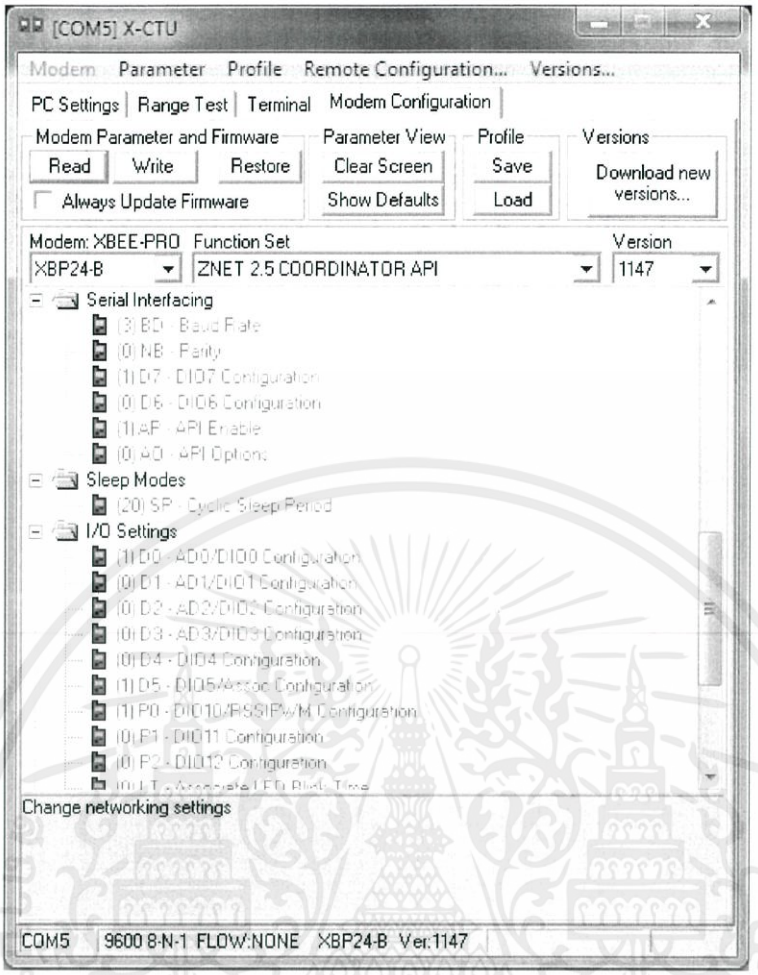
ทดสอบการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์เครือข่ายไร้สาย (Xbee)

ในการตั้งค่าการติดต่อระหว่างอุปกรณ์เครือข่ายไร้สาย (Xbee) ผู้พัฒนาใช้โปรแกรม x-ctu สาหรับกำหนดค่า Xbee ให้ส่งข้อมูลในโหมด API เป็นโหมดที่ใช้สาหรับส่งข้อมูลแบบแพ็กเกจ ซึ่งเหมาะสาหรับการส่งข้อมูลเสียงและเวลาจากไมโครคอนโทรลเลอร์ไปประมวลผลยังเครื่องหลัก รูปที่ และรูปที่ แสดงค่าที่กำหนดให้ Xbee เป็น Coordinator node และ Router node ตามลาดับ



รูปที่ 3.11 หน้าต่างการตั้งค่า Zigbee (ก)
ที่มา ผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



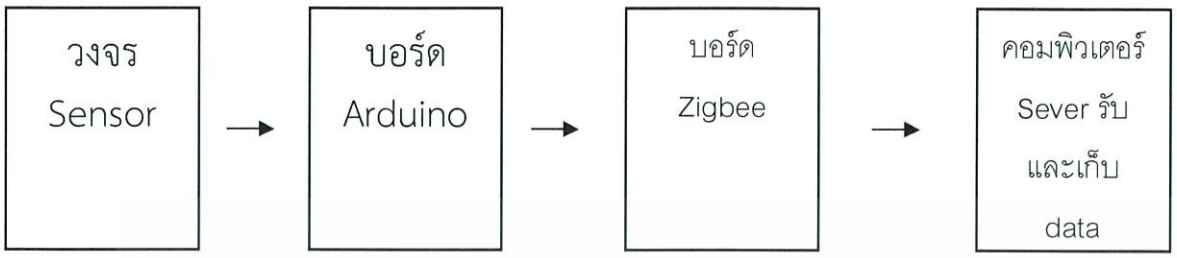
รูปที่ 3.12 หน้าต่างการตั้งค่า Zigbee (ข)
ที่มา ผู้จัดทำ

จากรูปที่ 3.13 (ก) และ (ข) อธิบายค่าต่างๆ ได้ดังนี้

ช่อง Modem: XBEE-PRO เลือก XBP24-B ซึ่งตรงกับโมเด็มของ Xbee ที่ใช้
ช่อง Function Set เลือก ZNET 2.5 COORDINATOR API เพื่อกำหนดให้ Xbee ทางานเป็น Coordinator ในโหมด API
ช่อง Version เลือก 1147 ซึ่งเป็น Firmware ที่อัพเดทล่าสุด
หมายเลข 1 ค่า PAN ID กำหนดค่าเป็น 234 ซึ่ง Xbee ที่อยู่ในวงเดียวกันต้องมีค่า PAN ID เท่ากัน
หมายเลข 2 เนื่องจาก Xbee ทางานเป็น Coordinator node จึงมีค่า MY หรือ Network Address เป็น 0
หมายเลข 3 ค่า Baud Rate กำหนดค่าเป็น 3 หมายถึง มีอัตรา baud rate เท่ากับ 9600
หมายเลข 4 API Enable มีค่าเป็น 1 หมายถึง Xbee ทางานในโหมด API
เนื่องจาก Coordinator ทาหน้าที่รับแพ็กเกจและบอร์ดแคสการ reset เวลาเท่านั้นจึงไม่มีการกำหนด destination address

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การออกแบบ และวิธีการทดลอง



3.2.1 การต่อ Sensor เข้ากับ Arduino

DHT11 ต่อขา 2 เข้ากับPin 2 ของ Arduino เนื่องจาก out put ที่ออกมาเป็นสัญญาณดิจิตอล ส่วน Moisture (Rain) Sensor และ Photo-resistor LDR ซึ่ง out put เป็นสัญญาณ Analog จึงต่อเข้ากับ A0 และ A1 ตามลำดับ โดยที่เซ็นเซอร์แต่ละตัวใช้ไฟเลี้ยง 5 V

ต่อมาเขียนโค้ด ใน Arduino เพื่อควบคุมการทำงานของ เซนเซอร์ โดยโค้ดที่ใช้เขียนลงใน บอร์ด Arduino เป็นคอร์ดภาษา C++ แล้วค่าที่อ่านได้จะส่งผ่าน Zigbee Router ไปยัง Zigbee Coordinator เข้าสู่คอมพิวเตอร์ โดยผ่าน RS232 ที่แปลงโดย Mini Xbee USB Dongle จึงสามารถต่อผ่าน USB ได้โดยตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

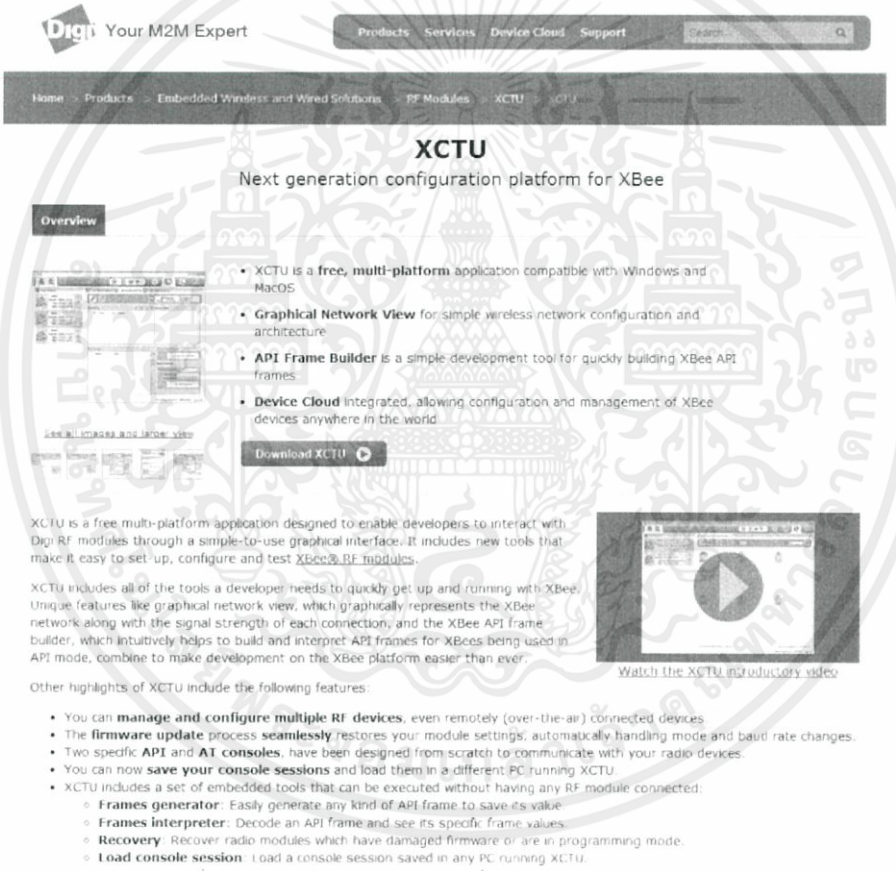
บทที่ 4
ผลการวิจัยและอภิปรายผล

4.1 ทดสอบการทำงานของ เซนเซอร์, Arduino และZigbee

4.1.2การทดสอบการเชื่อมต่อ Zigbee

การกำหนดค่าใน X-CTU มีขั้นตอนดังนี้

1. ติดตั้งโปรแกรม X-CTU โดยดาวน์โหลดไฟล์ติดตั้งได้จาก http://www.digi.com/products/wireless-wired-embedded-solutions/ZigBee-rf-modules/xctu ดังรูป



รูปที่ 4.1 หน้าเวปสำหรับดาวน์โหลดโปรแกรม XCTU

ที่มา ผู้จัดทำ

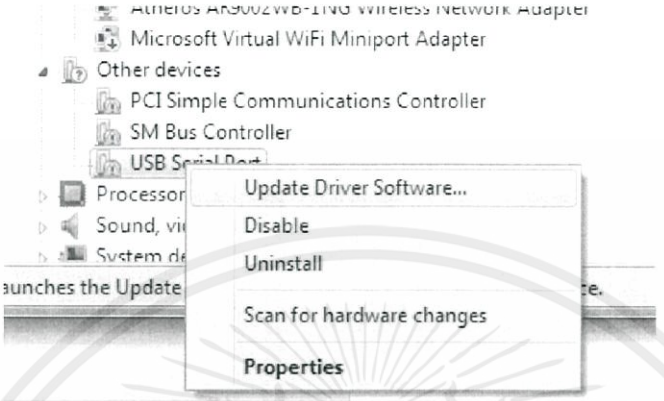
จากนั้นเลือกไฟล์ติดตั้งที่ตรงกับ OS ที่ติดตั้ง ในตัวอย่างนี้เลือกเป็น XCTU NEXT Gen Installer, Windows x32/x64

2. ติดตั้ง Driver USB to Serial สำหรับบอร์ด Mini XBee USB Dongle โดย download ไฟล์ติดตั้ง ได้ที่ http://www.ftdichip.com/Drivers/VCP.htm จากนั้นเลือกไฟล์ติดตั้งที่ตรงกับ OS ที่ติดตั้ง ในตัวอย่างนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ห้ามนำไปใช้ในการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลือกเป็น Windows X86 (32-bit)

3. ติดตั้ง Driver Mini Xbee USB Dongle โดยเสียบสาย USB เข้ากับบอร์ด และ PC เมื่อเข้าไปที่ Device Manager ในหัวข้อ Other Device คลิกขวา ที่ USB Serial Port เลือกหัวข้อ Update Driver Software จากนั้นเลือกที่อยู่ไฟล์ Driver ในข้อ 2

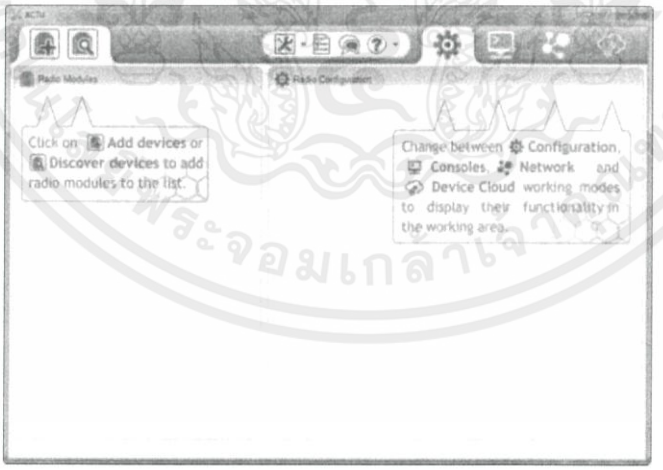


รูปที่ 4.2 การUpdate Driver

ที่มา ผู้จัดทำ

4.ตรวจสอบ Serial Number โดยใน Xbee ทุกตัวจะมีหมายเลข Serial Number อยู่ มีตัวเลขอยู่ 2 ชุด คือ SH (Serial Number High) และ SL (Serial Number Low) ใช้ค่านี้เพื่อกำหนดให้ Xbee ทั้งสองติดต่อกัน

5. เปิดโปรแกรม XCTU กดปุ่ม Add a Radio module ดังภาพ



รูปที่ 4.3 โปรแกรม XCTU

ที่มา ผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. เลือกหมายเลข Serial Port ของ Mini Xbee USB Dongle กำหนด Baud Rate เป็น 9600 bps Data Bits เท่ากับ 8 Parity เป็น None Stop Bits เท่ากับ 1 และ Flow Control เป็น none จากนั้นกดปุ่ม Finish

รูปที่ 4.4 เลือก Serial Port ที่ใช้งาน
ที่มา ผู้จัดทำ

7.จากนั้นโปรแกรมจะแสดงชื่อรุ่น Xbee ขึ้นมาดังรูปที่ 4.4 ให้คลิกที่โมดูล เพื่อดูรายละเอียดพารามิเตอร์ต่างๆ ของโมดูล

รูปที่ 4.5 แสดงชื่อรุ่น Xbee
ที่มา ผู้จัดทำ

8.จากนั้นที่ด้านขวาของหน้าต่างโปรแกรมในหัวข้อ Radio Configuration จะแสดงค่าพารามิเตอร์ของ Xbee ดังภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

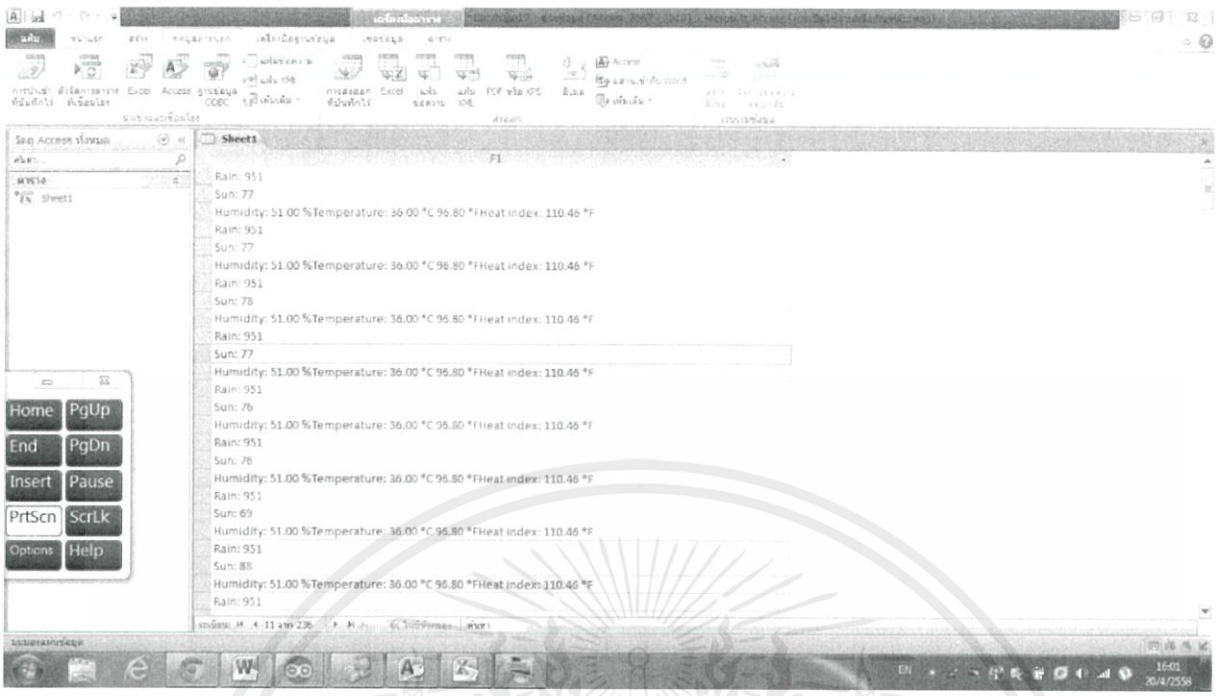
รูปที่ 4.6 หน้าต่างตั้งค่า Zigbee
ที่มา ผู้จัดทำ

เมื่อตั้งค่าพารามิเตอร์ต่างๆของ Zigbee เรียบร้อยก็ทำการต่ออุปกรณ์ทุกอย่าง แล้วBurnโค้ดลง Arduino และSensorแต่ละตังจะเริ่มทำงานทันที แล้วค่าที่อ่านได้จะส่งผ่าน Zigbee Router ไปยัง Zigbee Coordinator เข้าสู่คอมพิวเตอร์ โดยผ่าน RS232 ที่แปลงโดย Mini Xbee USB Dongle จึงสามารถต่อผ่าน USB ได้โดยตรง และกำหนดขา Rx เป็นขา 2 เชื่อมต่อกับขา Tx ของ Xbee และขา Tx เป็นขา 3 เชื่อมต่อกับขา Rx ของ Xbee

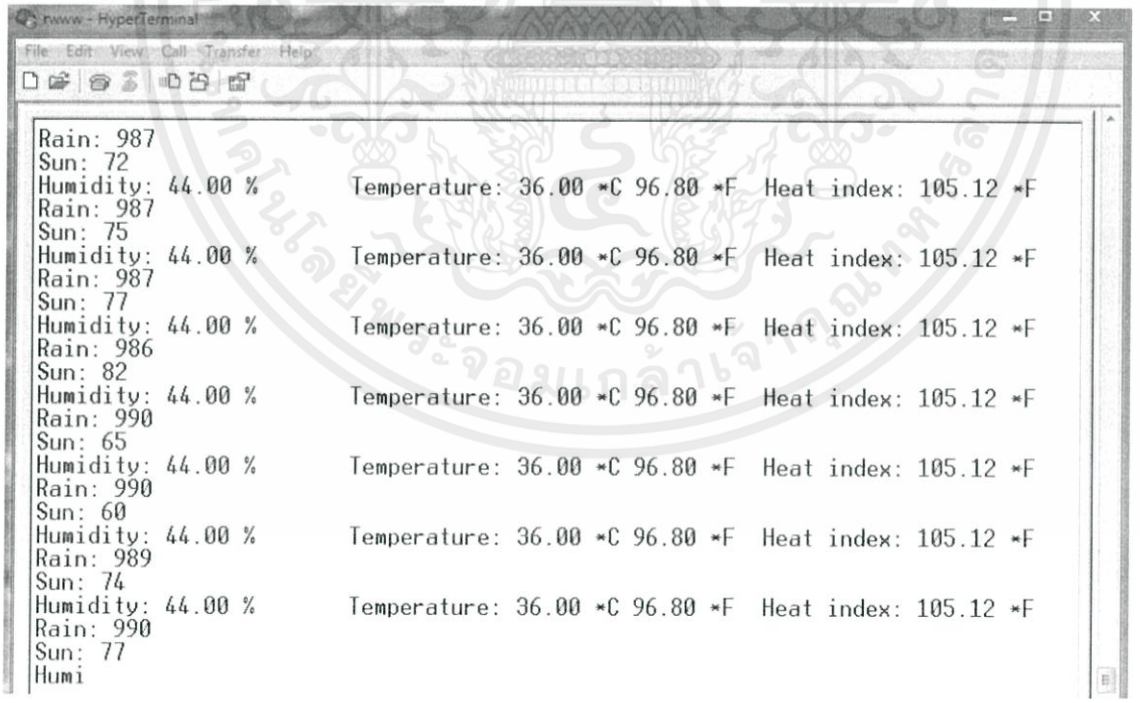
รูปที่ 4.7 รูปแบบการเชื่อมต่อ
ที่มา ผู้จัดทำ

โดยอ่านข้อมูลที่ส่งมาผ่าน HyperTerminal แล้วทำการแปลงเป็น Textไฟล์ เพื่อนำไปเก็บใน Databaseใน Microsoft access และ Microsoft excel เพื่อนำข้อมูลไปทำสถิตและลงในเว็บไซด์ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 ข้อมูลที่เก็บใน Microsoft access
ที่มา ผู้จัดทำ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.9 ข้อมูลที่อ่านได้ HyperTerminal
ที่มา ผู้จัดทำ

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ตารางที่ 5.1 แสดงข้อมูลในเดือนตุลามคม เวลา 14 : 00 น.

วันที่	Temperature C*	Heat index C*	Rain	Sun	Humidity %
1	30	33.2	999	72	62
2	30	32.8	989	75	60
3	32	39	987	73	66
4	31	35.1	987	75	61
5	30	32.4	989	75	58
6	31	34.6	987	71	59
7	30	34.6	984	72	59
8	30	33.2	985	72	62
9	33	40.6	979	72	63
10	32	37.4	989	73	61
11	33	39.9	985	72	61
12	32	37.4	983	74	61
13	32	36.5	984	74	58
14	31	34.6	999	74	59
15	32	37.4	989	73	61
16	32	38.3	999	75	64
17	33	41.4	986	75	65
18	33	39.9	986	75	61
19	32	37.7	987	73	62
20	33	39.5	987	73	60
21	32	37.1	989	74	60
22	32	36.8	999	74	59
23	32	36.8	999	74	59
24	32	36.8	986	71	59
25	32	37.1	989	74	60
26	33	39.5	989	74	60
27	33	39.5	987	75	60
28	34	43	985	74	62
29	33	40.3	987	72	62
30	34	42.6	987	77	61
31	32	37.4	986	73	60
เฉลี่ย	31.96	37.49	988.48	73.55	58.80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.2 แสดงข้อมูลเดือนพฤศจิกายน 2557 เวลา 01.30 น.

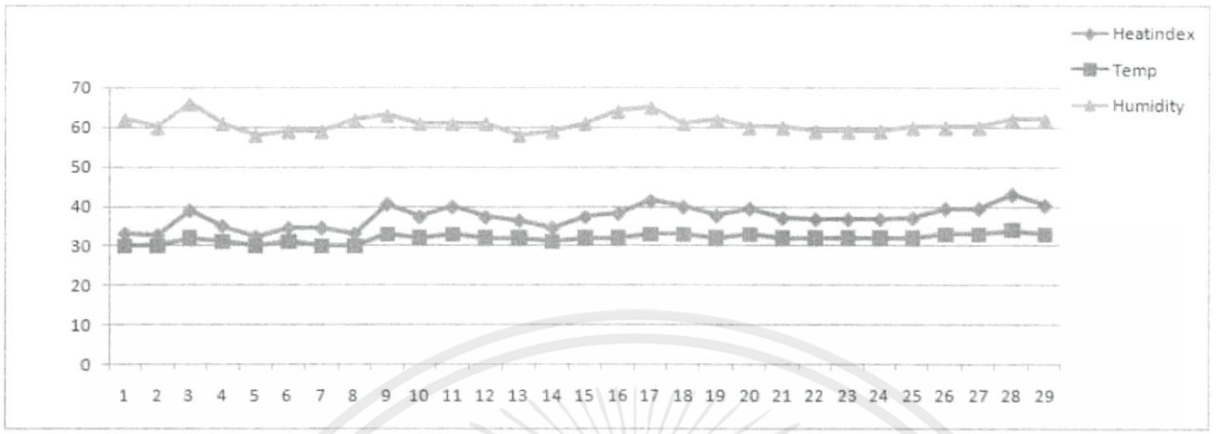
วันที่	Temperature C*	Heat index	Rain	Sun	Humidity %
1	26	28.3	989	44	69
2	25	27.8	987	43	69
3	25	28.1	987	45	70
4	25	28.1	989	45	70
5	25	28.1	988	46	70
6	24	28	988	43	70
7	24	27.8	999	44	69
8	24	27.7	999	43	67
9	25	27.9	987	44	68
10	23	27.1	987	44	70
11	24	28.2	989	44	71
12	24	28.2	989	45	71
13	24	28.2	999	43	71
14	22	26.8	986	45	69
15	23	27	986	45	69
16	24	27.8	986	45	69
17	23	27	987	43	69
18	24	28	987	44	70
19	23	27	999	44	69
20	23	26.9	988	44	68
21	24	28	987	44	70
22	22	26.9	987	45	70
23	26	28.4	987	43	70
24	26	28.4	989	44	70
25	27	28.9	989	45	70
26	25	28.8	999	45	69
27	24	27.9	987	44	67
28	26	28.4	987	44	70
29	25	28.1	987	44	70
30	25	28	987	44	69
เฉลี่ย	24.33	27.68	989.40	44.17	69.43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

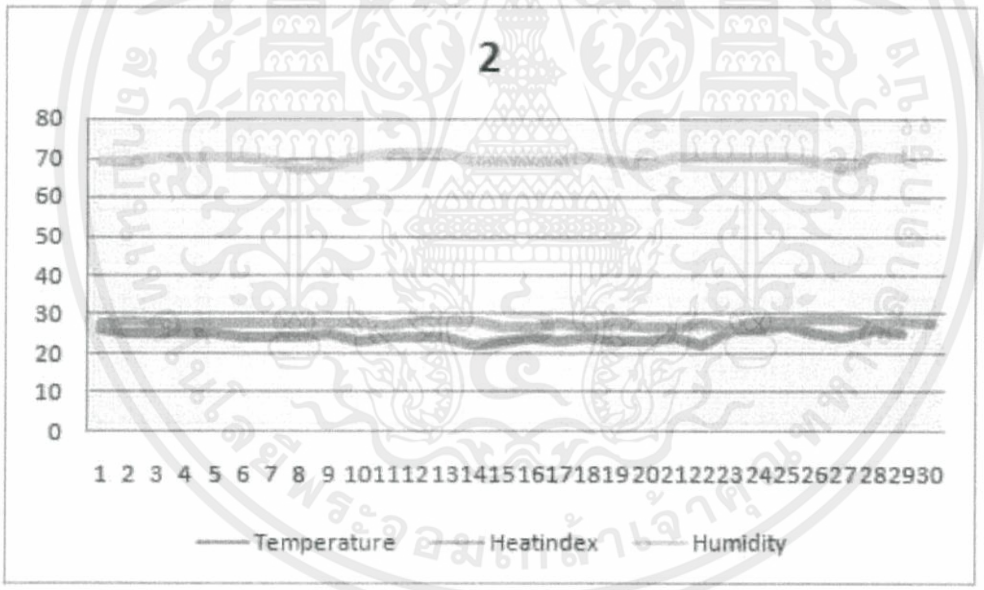
ตารางที่ 5.3 แสดงข้อมูลเดือนมีนาคม 2558 เวลา 14.00น.

วันที	Temperature C*	Heat index	Rain	Sun	Humidity %
1	35	44.1	987	79	58
2	35	44.1	999	79	58
3	34	41.4	987	79	58
4	35	44.1	988	78	58
5	35	44.1	999	79	58
6	35	44.1	999	78	58
7	35	44.6	999	79	59
8	35	45.1	986	79	60
9	35	45.1	986	79	60
10	35	44.1	987	78	58
11	35	44.6	989	79	59
12	34	41.8	989	77	59
13	34	41.8	986	78	59
14	35	44.1	987	78	58
15	34	41.4	988	79	58
16	35	44.1	999	78	58
17	34	41.8	999	79	59
18	35	44.1	988	77	58
19	35	44.6	988	79	59
20	35	45.1	988	79	60
21	34	42.2	988	78	60
22	35	44.6	999	78	57
23	32	36.5	986	79	58
24	34	41.8	987	77	59
25	33	38.8	986	79	58
26	34	41.4	986	79	58
27	35	44.6	986	78	59
28	34	42.2	987	77	60
29	35	45.1	988	77	60
30	32	37.1	988	77	59
31	35	44.6	988	79	59
เฉลี่ย	34.45	43.00	989.90	78.32	58.68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

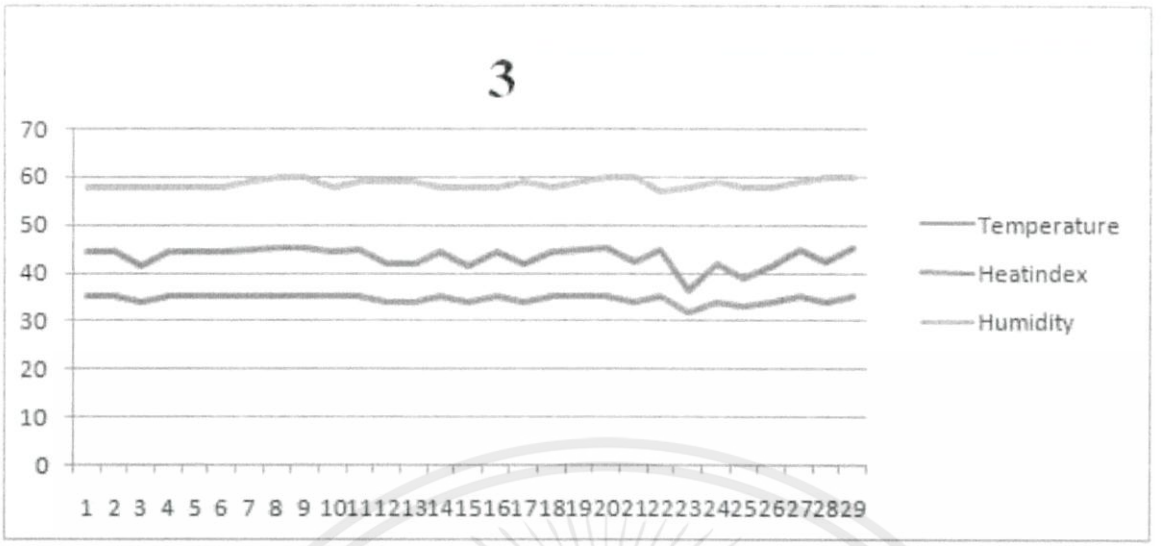


รูปที่ 5.1 ข้อมูลเฉลี่ยที่เก็บในเดือนตุลาคม 2557
ที่มา ผู้จัดทำ



รูปที่ 5.2 ข้อมูลเฉลี่ยที่เก็บในเดือนพฤศจิกายน 2557
ที่มา ผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.3 ข้อมูลเฉลี่ยในเดือนมีนาคม 2558
ที่มา ผู้จัดทำ

ตารางที่ 5.4 เปรียบเทียบค่าที่วัดผ่านเซ็นเซอร์และเทอร์มอมิเตอร์

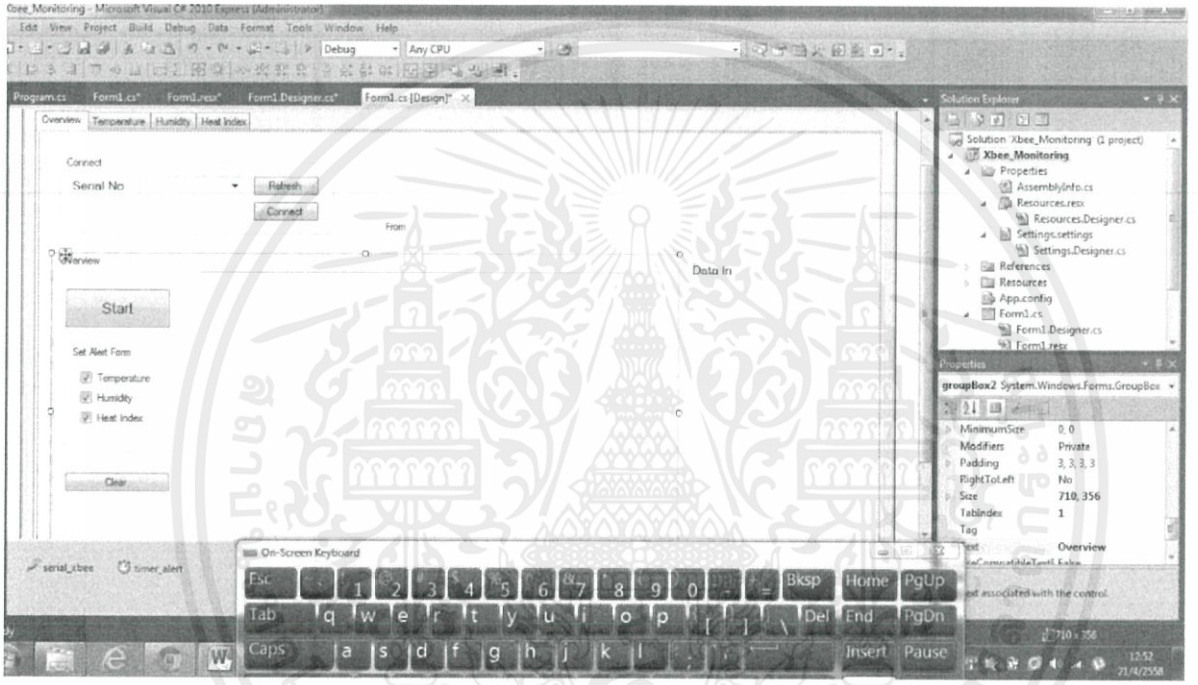
เดือน	Temperature ที่วัดจากเซนเซอร์ (C*) เฉลี่ย	Temperature จากเทอร์มอมิเตอร์ (C*) เฉลี่ย	ค่าความคลาดเคลื่อน %
ตุลาคม	31.96	32.60	1.96
พฤศจิกายน	24.33	25.78	5.62
มีนาคม	34.45	35.67	3.42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผล

จากการทำโครงงานเครือข่ายไร้สายสำหรับการเกษตร จากการทดลองได้ผลว่า ข้อมูลที่วัดได้จากเซ็นเซอร์ต่างๆ สามรถส่งผ่าน Zigbee ตัวส่งไปยัง Zigbee ตัวรับได้ โดยอ่านค่าได้จากโปรแกรม HyperTerminal แล้วทำการแปลงเป็น Textไฟล์ เพื่อนำไปเก็บใน Database ใน Microsoft access และ Microsoft excel เพื่อนำข้อมูลไปทำสถิต แต่ไม่สามารถนำข้อมูลจาก Database ไปยังเวปไซด์ได้

และทางผู้ทดลองได้ทำหน้าต่างแสดงข้อมูลโดยใช้ visual studio 2010 c# เพื่อให้แสดงทั้งข้อมูล กราฟ และ Histogram แต่สามารถแสดงได้เฉพาะค่าที่ส่งจาก Zigbee ไม่สามารถแสดงกราฟและHistogram ได้ เนื่องจากข้อมูลที่ส่งมาไม่ได้แยกประเภทและส่งรวมมาทุกอย่างในครั้งเดียว



รูปที่ 5.4 Formที่สร้างขึ้น
ที่มา ผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โค้ด Arduino

```
#include "DHT.h"
#define DHTPIN 2     // what pin we're connected to
#define DHTTYPE DHT11   // DHT 11
#define RxD 2
#define TxD 3
SoftwareSerial mySerial(RxD,TxD);)
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  Serial.println("DHTxx test!");
  pinMode(RxD, INPUT);
    pinMode(TxD, OUTPUT);
    mySerial.begin(9600);
  dht.begin();
}
void loop() {
  // Wait a few seconds between measurements.
  delay(2000);
float h = dht.readHumidity();
  // Read temperature as Celsius
  float t = dht.readTemperature();
  // Read temperature as Fahrenheit
  float f = dht.readTemperature(true);


  if (isnan(h) || isnan(t) || isnan(f)) {
    Serial.println("Failed to read from DHT sensor!");
    return;
  }
float hi = dht.computeHeatIndex(f, h);
//ฝน
int sensorValueSun = analogRead(A0);
 mySerial.print("Rain: ");
mySerial.println(sensorValueSun);
  //แสง
int LDRReading = analogRead(A1);
  mySerial.print ("Sun: ");
```

ไฟล์นี้มีไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

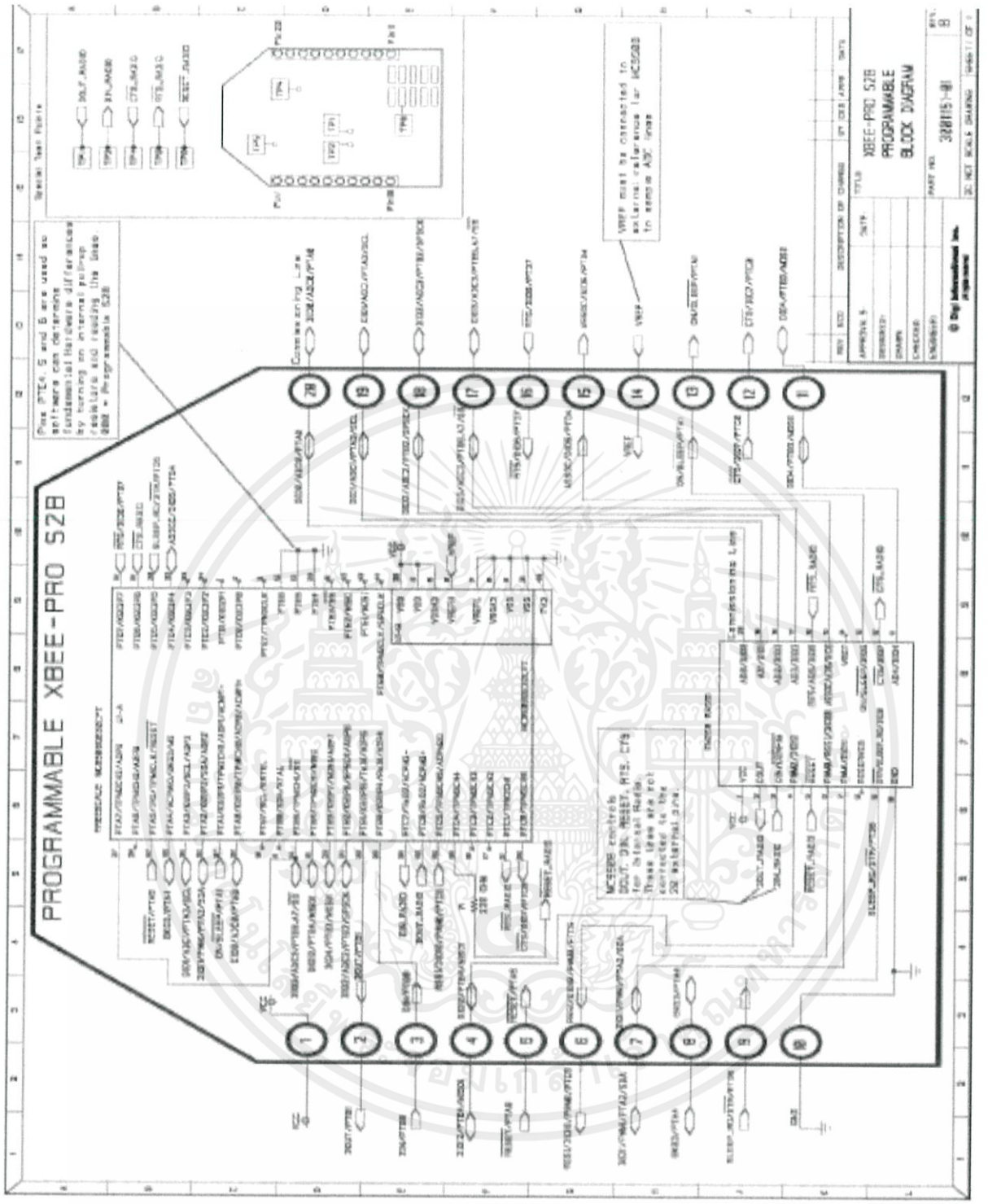
```
 mySerial.println (LDRReading);

  mySerial.print ("Humidity: ");
   mySerial.print (h);
  mySerial.print (" %\t");
   mySerial.print ("Temperature: ");
   mySerial.print (t);
   mySerial.print(" *C ");
   mySerial.print(f);
  mySerial.print (" *F\t");
   mySerial.print ("Heat index: ");
   mySerial.print(hi);
   mySerial.println(" *F");
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Zigbee Datasheets

EM250 Pin Number	Xbee Pin Number	Other Usage
13 (Reset)	5*	
19 (GPIO 11)	16*	
20 (GPIO 12)	12*	
21 (GPIO 0)	15	
22 (GPIO 1)		XBee Tied to ground (module identification)XBee-PRO (S2) Low-asserting shutdown line for output power compensation circuitry. XBee-PRO (S2B) Used to communicate with Temp Sensor and control Shutdown for low power mode
24 (GPIO 2)		XBee Not connected. Configured as output low. XBee-PRO (S2) Powers the output power compensation circuitry. XBee-PRO (S2B) Used to communicate with Temp Sensor and control Shutdown for low power mode.
25 (GPIO 3)	13	
26 (GPIO 4 / ADC 0)	20	Connected to pin 9 on 2x5 SIF header.
27 (GPIO 5 / ADC 1)	19	Connected to pin 10 on 2x5 SIF header.
29 (GPIO 6 /ADC 2)	18	
30 (GPIO 7 / ADC 3	17	
31 (GPIO 8)	4	
32 (GPIO 9)	2	
33 (GPIO 10) 3*	3	Connected to pin 6 on 2x5 SIF headers.
35 (SIF_MISO)		Connected to pin 2 on 2x5 SIF headers.
36 (SIF_MOSI)		Connected to pin 4 on 2x5 SIF headers.
37 (SIF_LOAD		Connected to pin 7 on 2x5 SIF headers.
40 (GPIO 16)	7	
41 (GPIO 15)	6	
42 (GPIO 14)	9	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DHT 11

Parameters	Conditions	Minimum	Typical	Maximum
Humidity				
Resolution		1%RH	1%RH	1%RH
			8 Bit	
Repeatability			±1%RH	
Accuracy	25℃		±4%RH	
	0-50℃			±5%RH
Interchangeability	Fully Interchangeable			
Measurement Range	0℃	30%RH		90%RH
	25℃	20%RH		90%RH
	50℃	20%RH		80%RH
Response Time (Seconds)	1/e(63%)25℃, 1m/s Air	6 S	10 S	15 S
Hysteresis			±1%RH	
Long-Term Stability	Typical		±1%RH/year	
Temperature				
Resolution		1℃	1℃	1℃
		8 Bit	8 Bit	8 Bit
Repeatability			±1℃	
Accuracy		±1℃		±2℃
Measurement Range		0℃		50℃
Response Time (Seconds)	1/e(63%)	6 S		30 S

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Photo-resistor LDR

Specification	Type	Max. Voltage	Max. power	Environmental temp.	Spectrum peak value
Φ5 series	GL5516	150	90	-30~+70	540
	GL5528	150	100	-30~+70	540
	GL5537-1	150	100	-30~+70	540
	GL5537-2	150	100	-30~+70	540
	GL5539	150	100	-30~+70	540
	GL5549	150	100	-30~+70	540

Specification	Light resistance (10Lux) (KΩ)	Dark resistance (MΩ)	γ_{10}^{100}	Response time (ms)		Illuminance resistance Fig. No.
				Increase	Decrease	
Φ5 series	5-10	0.5	0.5	30	30	2
	10-20	1	0.6	20	30	3
	20-30	2	0.6	20	30	4
	30-50	3	0.7	20	30	4
	50-100	5	0.8	20	30	5
	100-200	10	0.9	20	30	6

Max. external voltage: Maximum voltage to be continuously given to component in the dark.

Dark resistance: Refer to the resistance ten seconds after the 10Lux light is shut up.

Max. power consumption: Maximum power at the environmental temperature 25°C.

Light resistance: Irradiated by 400-600Lux light for two hours, then test with 10Lux under standard light source A(as colour temperature 2856K).

γvalue: Logarithm of the ratio of the standard resistance value under 10Lux and that under 100Lux.

$$\gamma = = \mathrm{Lg}(R10/R100)$$

R10,R100 are the resistances under 10Lux and 100Lux respectively.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Moisture (Rain) Sensor

Specification Voltage: 5V

- Power indicator light, the output signal LED indicating lamp.
- TTL level output, TTL output signal for low level drive capacity of around 100MA, can directly drive the relay, a buzzer, a small fan, etc..
- Sensitivity adjustment via potentiometer
- No rain when the LED light output is high, the output level, go up, LED bright.
- The board and the control board is separate, convenient wire.
- A large area of the board, more conducive to detect the rain.
- The board is equipped with a positioning hole to facilitate installation
- Control panel board size: 3*1.6 MM
- A large area of raindrop detection board 5.4*4.0 MM
- Connect cable: 200MM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

1.ธัญพิชชา วงต์ระศีล, เครือข่ายอุปกรณ์รับรู้ไร้สายสำหรับการเลี้ยงปลาในกระชัง.วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น

2.ประจิน พลังสันติกุล. โปรแกรมควบคุมไมโครคอลโทรลเลอร์ AVR ด้วยภาษา C .กรุงเทพฯ : แอพซอฟต์เทค

3. เอกสารการใช้งาน Xbee-Pro โมดูสื่อสารไร้สาย 2.4GHz. กรุงเทพฯ : อินโนเวตีฟ เอ็กซ์เพอริเมนต์

4. จีระสิทธิ์ อึ้งรัตนวงศ์ (2551), คู่มือการใช้งาน Microsoft Access 2010.กรุงเทพมหานครฯ: สวัสดีไอที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้