

โมดูลเซ็นเซอร์อัจฉริยะสำหรับตรวจนับค่าพารามิเตอร์ดินของพืชไม้ดัดแปลงพันธุกรรมในโรงเพาะปลูก

Module Sensor For Agriculture

โดย

ดร.ชัชพร ทศวรรษ
นายศุภณ ศิริชูเกียรติ
นายชิตา ขจรมานพิภพ
นายณัฐวิษณุ ศิริสวัสดิ์เกษม

ปริญญาโทฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทของคณะเทคโนโลยี
ภาควิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2557

โมดูลเซ็นเซอร์อัจฉริยะสำหรับตรวจจัดการเจริญเติบโตของพืชปัจจัยแวดล้อมใน
โรงเพาะปลูก
Module Sensor For Agriculture

โดย

นายเพชร	พทวนิช
นายวศพล	ดิษฐ์เสถียร
นายพิธา	พจมานพิมล
นายพีรวิชญ์	ดิษฐ์สวัสดิ์เวทย์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2557

Module Sensor For Agriculture

POCHARA

PAHUVANICH

WASAPON

DITSATHIEN

PITHAR

POTJAMANPIMON

PRIRAWIT

DITHISAWATWET

THIS PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENT
FOR THE BACHELOR DEGREE IN ELECTRICAL ENGINEERING
DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2014

ปีการศึกษา 2557

โมดูลเซ็นเซอร์อัจฉริยะสำหรับตรวจจัดการเจริญเติบโตของพืชปัจจัยแวดล้อมในโรงเพาะปลูก
Module Sensor For Agriculture

โดย

นาย พชร	พหุวนิช
นาย วศพล	ดิษฐ์เสถียร
นาย พิธา	พจมานพิมล
นาย พีรวิษณุ	ดิษฐ์สวัสดิ์เวทย์

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.ดร.สมยศ เกียรติวนิชวิไล

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2557

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง โมดูลเซนเซอร์อัจฉริยะสำหรับตรวจจับการเจริญเติบโตของพืชปัจจัยแวดล้อมในโรงเพาะปลูก

ผู้จัดทำ

1. นาย พชร พหุวนิช
2. นาย วศพล ดิษฐ์เสถียร
3. นาย พิธา พจมานพิมล
4. นาย พีรวิชญ์ ดิถีสวัสดิ์เวทย์

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(รองศาสตราจารย์.ดร.สมยศ เกียรติวนิชวิไล)

โมดูลเซ็นเซอร์อัจฉริยะสำหรับตรวจจัดการเจริญเติบโตของพืชปัจจัยแวดล้อมในโรงเพาะปลูก

นาย พชร พหุวิช
นาย วศพล ดิษฐ์เสถียร
นาย พิธา พจมานพิมล
นาย พีรวิชญ์ ดิถีสวัสดิ์เวทย์
รศ.ดร.สมยศ เกียรติวนิชวิไล อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2557

บทคัดย่อ

โครงงานนี้จะนำเสนอการออกแบบและสร้างระบบตรวจสอบสภาพอากาศภายในโรงเพาะปลูก โดยทำการออกแบบวงจรเพื่อวัดค่าความชื้นและอุณหภูมิในอากาศซึ่งจะส่งค่าออกมาในรูปแบบของสัญญาณดิจิทัล แต่ในส่วนวงจรที่วัดค่าความชื้นในดินจะส่งค่าออกมาในรูปแบบของสัญญาณแอนะล็อก ซึ่งข้อมูลที่ได้จะถูกส่งไปยังหน่วยประมวลผล AVR ATMEGA328p ที่ติดตั้งอยู่บนแผงวงจร Arduino Uno R3 และข้อมูลที่ได้รับมาจะถูกส่งไปแสดงผลที่จอ LCD ในขณะเดียวกันข้อมูลดังกล่าวนี้จะถูกส่งไปยังเว็บเบราว์เซอร์(Web browser) เพื่อให้เกษตรกรสามารถทราบถึงข้อมูลของอุณหภูมิและความชื้นภายในโรงเพาะปลูกที่ทำการเพาะปลูกนอกจากนั้นยังสามารถนำข้อมูลที่ได้รับมาทำการเปรียบเทียบกับคุณลักษณะของพืชแต่ละชนิดที่นำมาเพาะปลูกเพื่อนำไปประยุกต์ใช้กับสภาพอากาศในปัจจุบันต่อไป

Module Sensor For Agriculture

Pochara	Pahuvanich	
Wasapon	Ditsathien	
Pithar	Potjamanpimon	
Prirawit	Dithisawatwet	
Assoc. Prof. Dr. Somyot	Kaitwanidvilai	Adviser
Year 2557		

Abstract

In this project, we design and construct a module sensor for agriculture. This sensor is designed for measuring air humidity and temperature and then convert to digital signal. In the case of soil humidity, the analog signal is applied. The data is transferred to AVR ATMEGA238p that is installed on Arduino Uno R3 board. At the same time, the data is displayed on the LCD and can be accessed via Web browser. Farmers can receive the temperature and humidity data in farm area using internet. Moreover, this data can compare the weather information with the specification for each type of plant to plan in agriculture system.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาโทฉบับนี้สำเร็จเป็นอย่างดีได้ด้วยการชี้แนะคำปรึกษา และ การเอาใจใส่ เป็นอย่างดีจาก รศ.ดร.สมยศ เกียรติวนิชวิไล ซึ่งเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมปริญญาโทฉบับนี้ ทางคณะ ผู้จัดทำรู้สึกทราบบ้างในความกรุณา ความอนุเคราะห์จากท่านอาจารย์ และขอขอบพระคุณอย่างสูง ขอขอบคุณคณะอาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบัน เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุกท่าน

ขอขอบคุณเพื่อนๆในห้องปฏิบัติการ ECC 305 ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะ วิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุกคนที่ได้ให้คำแนะนำ คำปรึกษาต่างๆที่ดี รวมถึงคอยให้กำลังใจในเวลาที่เราเจออุปสรรคต่างๆ

สุดท้ายนี้ ขอขอบคุณพระคุณของบิดา มารดา ที่คอยเป็นทุกสิ่งทุกอย่างคอยให้ คำปรึกษาที่ดีมาโดยตลอด เป็นผู้สนับสนุนทุกสิ่งแก่ผู้จัดทำ

คณะผู้จัดทำ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	i
Abstract	ii
กิตติกรรมประกาศ	iii
สารบัญ	iv
สารบัญรูป	viii
สารบัญตาราง	x
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย	3
1.3 สมมติฐานการวิจัย	3
1.4 ขอบเขตการวิจัย	3
1.5 แผนการดำเนินโครงการ	4
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
2.1 ความชื้นในดิน [5]	6
2.1.1 ระดับความชื้นที่สำคัญของดิน	6
2.1.2 การตรวจวัดความชื้นในดิน [6]	7
2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์	8
2.2.1 หน่วยประมวลผลกลางหรือซีพียู (CPU : Central Processing Unit)	9
2.2.2 หน่วยความจำ (Memory)	9
2.2.3 ส่วนติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอก หรือพอร์ต (Port)	9
2.2.4 ช่องทางเดินของสัญญาณ หรือบัส (BUS)	9
2.2.5 วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา	9
2.3 บอร์ดประมวลผล (Arduino UNO)	10
2.3.1 ข้อมูลเบื้องต้นของ Arduino Hardware	10
2.3.2 ส่วนประกอบของ Arduino UNO R3 ประกอบด้วย	11
2.4 เซ็นเซอร์วัดความชื้นและอุณหภูมิในอากาศ (DHT22 Temperature & Relative Humidity Sensor)	11
2.4.1 ข้อมูลโดยรวม(Overview)	12
2.4.2 ข้อมูลเชิงเทคนิค (Technical details)	12

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.4.2 หลักการทำงานของ DHT 22 จะทำการวัดค่าของอุณหภูมิและความชื้นในอากาศ	13
2.5 เซ็นเซอร์วัดความชื้นในดิน (Soil Moisture Sensor)	14
2.5.1 ข้อมูลโดยรวม(Overview)	14
2.5.2 ข้อมูลเชิงเทคนิค (Technical details)	14
2.5.3 หลักการทำงานของ Soil Moisture Sensor จะทำการวัดค่าของความชื้นในดิน	14
2.6 อีเธอร์เน็ตชิลด์ (Ethernet Shield W5100)	15
2.6.1 ข้อมูลโดยรวม(Overview)	15
2.6.2 ข้อมูลเชิงเทคนิค (Technical details)	15
2.7 โซลินอยด์(Solenoid Valve)	16
2.7.1 หลักการทำงานของโซลินอยด์วาล์ว	16
2.8 วงจรขับโซลินอยด์วาล์ว	16
2.8.1 มอสเฟตกำลัง	17
2.8.2 โครงสร้างของมอสเฟต	17
2.8.3 ประเภทของ มอสเฟต	17
2.8.4 สัญลักษณ์แทน มอสเฟต	17
2.8.5 การทำงานของ มอสเฟต	18
2.9 ออปโตคัปเปิลเลอร์(Optocouplers)	19
2.10 ตัวรักษาระดับแรงดัน (Regulator)	21
2.10.1 วงจรรักษาระดับแรงดัน (Voltage Regulator Circuits)	21
2.11 ตัวเรียงกระแส (Rectifier)	22
2.11.1 วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น [7]	22
2.11.2 วงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์เต็มคลื่น	23
2.12 หม้อแปลงแรงดัน	24
2.12.1 หลักการทำงาน	24
2.12.2 ชนิดของหม้อแปลง	25
2.12.3 โครงสร้างของหม้อแปลง	26
2.13 ภาษาที่ใช้เขียน โปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์	26
2.13.1 ภาษา C	27
2.13.2 ภาษา Assembly	27
2.13.3 ภาษา Basic	27
2.13.4 ภาษา Pascal	28

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.13.5 ภาษาจาวา	28
บทที่ 3 การออกแบบและจำลอง	29
3.1 โครงสร้างของระบบ Module Sensor	29
3.2 การออกแบบฮาร์ดแวร์	30
3.2.1 วงจรวัดอุณหภูมิและความชื้นในอากาศ	30
3.2.2 วงจรวัดความชื้นในดิน	30
3.2.3 วงจรแสดงค่า LCD	31
3.2.4 การ Calibrate Sensor	32
3.2.5 วงจรควบคุมโซลินอยด์วาล์ว (Control Solenoid Valve Circuit)	37
3.3 การออกแบบซอฟต์แวร์	38
3.3.1 code ที่ใช้ในการรับค่าควบคุมและแสดงผล	38
3.3.2 ส่วนที่ติดต่อกับฐานข้อมูล (Database)	39
3.3.3 ส่วนแสดงผล Web Browser	40
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	42
4.1 การทดลองการทำงานของ Soil moisture	42
4.1.1 ความชื้นดิน = 10%RH	42
4.1.2 ความชื้นดิน = 30%RH	43
4.1.3 ความชื้นดิน = 50%RH	44
4.1.4 ความชื้นดิน = 70%RH	45
4.1.5 ความชื้นดิน = 90%RH	46
4.2 การทดลองการทำงานของ DHT22	49
4.2.1 การทดลองการวัดอุณหภูมิของ DHT22 (ในร่ม)	50
4.2.2 การทดลองการวัดอุณหภูมิของ DHT22 (กลางแดด)	51
4.2.3 การทดลองการวัดความชื้นของ DHT22 (ในร่ม)	52
4.2.4 การทดลองการวัดความชื้นของ DHT22 (กลางแดด)	53
4.2.5 ทดลอง DHT 22 โดยการวัดค่าอุณหภูมิและความชื้นที่สภาวะต่างๆ	54
4.3 การทดลองการทำงานของโซลินอยด์วาล์ว	54
4.3.1 การทำงานในโหมดการตั้งค่าความชื้น	54
4.3.2 การทำงานในโหมด on/off	57
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	58
5.1 สรุปผลการทดลอง	58

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
5.2 ข้อเสนอแนะ	58
บรรณานุกรม	60
ภาคผนวก	61
ภาคผนวก ก. บทความวิชาการ	62
ภาคผนวก ข. Arduino Uno	67
ภาคผนวก ค. DHT22	73
ภาคผนวก ง. Ethernet shield	77
ภาคผนวก จ. Code	81
ประวัติผู้เขียน	86

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์	8
2.2 Arduino UNO R3	11
2.3 ขนาดและรูปร่างของ DHT22	12
2.4 Soil Moisture Sensor	14
2.5 Ethernet Shield	15
2.6 โซลีนอยด์วาล์ว	16
2.7 แสดงสัญลักษณ์แทนมอสเฟต	18
2.8 การทำงานของมอสเฟต	19
2.9 สัญลักษณ์ทางไฟฟ้าของอุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสง	20
2.10 สัญลักษณ์ทางไฟฟ้าและตัวถังของ 4N35 แบบ 6 ขา	20
2.11 ตัวอย่างอุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสงที่ใช้ตัวถังแบบต่างๆ	21
2.12 วงจรรักษาระดับแรงดัน (ก) แบบอนุกรมกับโหลด (ข)แบบขนานกับโหลด	22
2.13 วงจรเรียงกระแส	22
2.14 โครงสร้างหม้อแปลงไฟฟ้า	24
2.15 หม้อแปลงชนิดต่าง ๆ	25
2.16 สัญลักษณ์หม้อแปลงชนิดต่าง ๆ	26
2.17 แสดงโครงสร้างหม้อแปลงแกนเหล็ก	26
3.1 โครงสร้างของระบบ Module Sensor	29
3.2 การต่อวงจรของ DHT22 เข้ากับบอร์ด Arduino Uno R3	30
3.3 การต่อวงจรของ soil moisture sensor เข้ากับบอร์ด Arduino Uno R3	31
3.4 การต่อวงจรของ LCD เข้ากับบอร์ด Arduino Uno R3	31
3.5 รูปแสดงลักษณะการใช้งาน LCD I2C	32
3.6 ขั้นตอนการคาลิเบรชันเซอร์วัดความชื้นดิน (ก)น้ำปริมาตร 9 มิลลิตร (ข)เตรียมดินที่ 200 กรัม (ค)เบิร์นโค้ดลงบนArduino (ง)เติมน้ำที่ละ 9 มิลลิตร เพื่อเป็นการเพิ่มความชื้นของดิน	34
3.7 การวัดความชื้นดินเทียบกับแรงดันไฟฟ้า	34
3.8 จากกราฟจะได้สมการความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันไฟฟ้าจากเซ็นเซอร์กับความชื้นในดินแบบสมการเชิงเส้น	35
3.9 จากกราฟจะได้สมการความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันไฟฟ้าจากเซ็นเซอร์กับความชื้นในดินแบบสมการโพลิโนเมียลกำลัง 2	35
3.10 ฟังก์ชันสำหรับแปลงค่าจากแรงดันไฟฟ้าเป็นความชื้นในดิน	36

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.11 วงจรควบคุมการทำงานของโซลีนอยด์วาล์ว	37
3.12 แผนภูมิแสดงขั้นตอนการทำงานของ Module Sensor	38
3.13 แสดงผลผ่านหน้าจอ Arduino IDE	39
3.14 แสดงหน้าเว็บของฐานข้อมูล	39
3.15 หน้าเว็บที่แสดงผลของข้อมูล	40
3.16 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่าความชื้น Soil moisture กับ เวลาที่เปลี่ยนแปลงไป	40
3.17 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่าอุณหภูมิ DHT 22 กับ เวลาที่เปลี่ยนแปลงไป	41
3.18 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่าความชื้น DHT 22 กับ เวลาที่เปลี่ยนแปลงไป	41
4.1 กราฟแสดงการวัดความชื้นที่ 10%RH	43
4.2 กราฟแสดงการวัดความชื้นที่ 30%RH	44
4.3 กราฟแสดงการวัดความชื้นที่ 50%RH	45
4.4 กราฟแสดงการวัดความชื้นที่ 70%RH	46
4.5 กราฟแสดงการวัดความชื้นที่ 90%RH	47
4.6 กราฟแสดงค่าความเที่ยงตรง (Precision) ของ Soil Moisture Sensor	48
4.7 ค่าที่ได้จากการทดลองเครื่อง Fluk 971 กับ DHT22 (ในร่ม)	49
4.8 ค่าที่ได้จากการทดลองเครื่อง Fluk 971 กับ DHT22 (กลางแจ้ง)	50
4.9 กราฟแสดงค่าอุณหภูมิที่วัดได้จาก DHT 22 กับ มิเตอร์ (ในร่ม)	51
4.10 กราฟแสดงค่าอุณหภูมิที่วัดได้จาก DHT 22 กับ มิเตอร์ (กลางแจ้ง)	52
4.11 กราฟแสดงค่าความชื้นที่วัดได้จาก DHT 22 กับ มิเตอร์ (ในร่ม)	53
4.12 กราฟแสดงค่าความชื้นที่วัดได้จาก DHT 22 กับ มิเตอร์ (กลางแจ้ง)	54
4.13 แสดงการตั้งค่าช่วงของความชื้นสูงสุด-ต่ำสุด	55
4.14 แสดงการเปิดน้ำของโมดูลเซ็นเซอร์เมื่อค่าความชื้นต่ำกว่าค่าที่กำหนดไว้	56
4.15 แสดงการปิดน้ำของโมดูลเซ็นเซอร์เมื่อค่าความชื้นสูงกว่าค่าที่กำหนดไว้	56
4.16 เมื่อกด "on" ไฟแสดงสถานะจะติด แสดงว่าตอนนี้มีสัญญาณไปสั่งให้โซลีนอยด์วาล์วให้ทำงานแล้ว	57
4.17 เมื่อกด "off" ไฟแสดงสถานะจะดับ แสดงว่าตอนนี้มีสัญญาณไปสั่งให้โซลีนอยด์วาล์วให้หยุดการทำงานแล้ว	57
4.18 แผนภาพไดอะแกรม Arduino ต่อกับอุปกรณ์ต่าง ๆ	64

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ตารางแสดงข้อมูลเชิงเทคนิค	12
3.1 แสดงการทดลองวัดค่าความชื้นกับแรงดันไฟฟ้าที่วัดได้	32
4.1 แสดงค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของ Soil Moisture Sensor (10% RH)	43
4.2 แสดงค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของ Soil Moisture Sensor (30% RH)	43
4.3 แสดงค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของ Soil Moisture Sensor (50% RH)	44
4.4 แสดงค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของ Soil Moisture Sensor (70% RH)	45
4.5 แสดงค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของ Soil Moisture Sensor (90% RH)	46
4.6 แสดงการวัดอุณหภูมิของ DHT22 (ในร่ม)	50
4.7 แสดงการวัดอุณหภูมิของ DHT22 (กลางแดด)	51
4.8 แสดงการวัดความชื้นของ DHT22 (ในร่ม)	52
4.9 แสดงการวัดความชื้นของ DHT22 (กลางแดด)	53
4.10 แสดงการทำงานของ DHT 22	54
4.11 แสดงการทำงานของโซลีนอยด์วาล์วในสองสภาวะ	55

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

จากแนวโน้มผลผลิตทางการเกษตรที่ผ่านมาได้ตั้งอยู่บนพื้นฐานแห่งความเป็นสังคมเกษตรกรรม ดังจะเห็นได้จากการที่ผลผลิตและรายได้จากการเกษตรยังคงมีความสำคัญมาก คือ เป็นสัดส่วนถึงร้อยละ 25 ของผลผลิตรวมทั้งประเทศ ซึ่งการจ้างแรงงานมีถึง 15.6 ล้านคน หรือ ประมาณร้อยละ 70 ของแรงงานทั้งประเทศ และการส่งออกผลผลิตสู่ต่างประเทศทำรายได้ถึงร้อยละ 60 ของรายได้จากการส่งออกของไทยทั้งหมดในปัจจุบัน [1]

แนวโน้มการพัฒนาการเกษตรในช่วง 20 ปีที่ผ่านมาพบว่าผลผลิตด้านการเกษตรได้ขยายตัวในอัตราค่อนข้างสูงมาก โดยเฉลี่ยสามารถขยายผลผลิตเพิ่มขึ้นได้ถึงอัตราร้อยละ 5 ต่อปี เมื่อเปรียบเทียบกับอัตราการขยายตัวการเกษตรของโลกที่เพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยเพียงร้อยละ 2.5 ถึง 2.8 ต่อปี เท่านั้น จึงทำให้ประเทศไทยเป็นประเทศเดียวในเอเชียที่คงฐานะเป็นประเทศที่มีผลผลิตทางการเกษตรและอาหาร “เหลือส่งออกสุทธิ” ติดต่อกันมาเกือบ 20 ปีที่ผ่านมา ซึ่งมีส่วนเสริมสร้างฐานะความมั่นคงทางเศรษฐกิจและการเงินของประเทศในระยะเวลาที่ผ่านมา สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรได้วิเคราะห์สถานะความยากจน พบว่า จากครัวเรือนการเกษตร ทั้งหมด 5.8 ล้านครัวเรือน เป็นครัวเรือนเกษตรยากจน และมีรายได้ต่ำกว่าเส้นยากจนที่สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (สศช.) [2] ทำการคำนวณคือเท่ากับ 1,579 บาทต่อคนต่อเดือนหรือเท่ากับ 18,948 บาทต่อคนต่อปี มีจำนวน 1.7 ล้านครัวเรือน หรือคิดเป็นร้อยละ 29.76 ของครัวเรือนเกษตรทั้งหมด และครัวเรือนยากจนเหล่านี้มีรายได้สุทธิครัวเรือนเฉลี่ย 11,125 บาทต่อคนต่อปี ซึ่งต่ำกว่าเส้นความยากจนเกือบ 2 เท่า โดยภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นภาคที่มีครัวเรือนเกษตรกรยากจนมากที่สุด และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทั้งในแง่ของสัดส่วนและความรุนแรง ขณะที่ภาคอื่นมีแนวโน้มลดลงจากการสำรวจเกษตรกรทั่วประเทศจำนวน 1,211 ราย ระหว่างวันที่ 8-12 ส.ค. 2555 พบว่าหนี้โดยรวมของเกษตรกรในปี 2555 คาดว่าจะเพิ่มขึ้น 3-5% หรือมีมูลค่ากว่า 1.1 แสนบาทต่อครัวเรือน โดยเพิ่มขึ้นจากปี 2554 ที่มีมูลค่า 1.03 แสนบาท หรือเพิ่มขึ้น 6.6% โดยสาเหตุที่ทำให้เป็นหนี้เพิ่มมากขึ้นมาจากราคาราคาสินค้าเกษตรตกต่ำนั่นเอง

อย่างไรก็ตาม การขยายตัวของการเกษตรในไทยที่ผ่านมามีลักษณะพิเศษ และมีปัจจัยหลักที่ผลักดันทำให้การเกษตรเจริญเติบโตขึ้นมาเป็นลำดับ คือ

ประการแรก : การเกษตรของไทยได้มีการกระจายการผลิตไปสู่พืชเศรษฐกิจใหม่ๆ เพิ่มขึ้นหลายชนิดเพื่อสนองความต้องการของตลาดโลกและตลาดภายใน กล่าวคือ ได้กระจายการผลิตจากการปลูกพืชหลักเพียง 2 - 3 ชนิด มาเป็นการปลูกพืชเศรษฐกิจที่มีมูลค่าเพิ่มเกินหนึ่ง

พันล้านบาทต่อปี ถึง 10 ชนิดในปัจจุบัน นอกจากนั้นยังได้มีการพัฒนาด้านปศุสัตว์ การประมง และ ป่าไม้ ซึ่งมีมูลค่าเพิ่มเป็นสัดส่วนถึงหนึ่งในสี่ของรายได้จากการเกษตรทั้งหมดของประเทศ

ประการที่สอง : อาศัยการขยายพื้นที่เพาะปลูกซึ่งเป็นปัจจัยหลักในการขยายการผลิต โดยการบุกเบิกเปิดพื้นที่ทำกินใหม่ในอัตราเฉลี่ยเพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 4 ต่อปี จนปัจจุบันได้มีการเปิดที่ดินมาใช้เพื่อการเกษตรทั้งหมดถึง 147 ล้านไร่ โดยเป็นที่นา 84 ล้านไร่ และเป็นพืชสวนและพืชไร่ 63 ล้านไร่ จะเห็นได้ว่าการเปิดที่ดินทำกินใหม่ขึ้นเรื่อยๆ นี้จะเข้าถึงจุดอิ่มตัวในปัจจุบัน เพราะที่ดินที่เหลือไม่เหมาะสมต่อการเกษตร หมายความว่า “ยุคแห่งการบุกเบิกป่าเปิดที่ดินทำกิน” ใกล้จะจบแล้ว

ประการที่สาม : การขยายบริการพื้นฐานของรัฐ ในช่วง 4 แผนฯ ที่ผ่านมา มีส่วนช่วยในการขยายผลผลิตด้านการเกษตรของประเทศพอสมควร โดยเฉพาะอย่างยิ่งการพัฒนาแหล่งน้ำ และขยายระบบชลประทานที่ผ่านมาถึง 16 ล้านไร่ การขยายโครงข่ายถนนจากแหล่งผลิตสู่ตลาดยาวถึง 60,000 กม. ในเขตเกษตรกรรมทั่วประเทศ และการให้บริการส่งเสริมการเกษตรของรัฐได้สนับสนุนการขยายและกระจายการผลิตของภาคเกษตรไปพอสมควร

Demas et al [4] ได้พัฒนาและทดสอบระบบการควบคุมการชลประทานระยะไกลแบบอัตโนมัติสำหรับระบบชลประทานในประเทศสเปน โดยพื้นที่ในการทดสอบจะถูกแบ่งออกเป็น 7 ส่วนย่อย โดยแต่ละส่วนย่อยจะถูกควบคุมโดยส่วนควบคุมของพื้นที่นั้นๆ ซึ่งส่วนควบคุมทั้ง 7 จะเชื่อมต่อถึงกัน และต่อกับตัวควบคุมส่วนกลางโดยใช้ระบบ WLAN เป็นตัวกลางในการเชื่อมต่อ ผลก็คือช่วยประหยัดน้ำได้มากขึ้น 30-60%

สรุปประเด็นปัญหา

1. ปัญหาด้านการผลิตในภาคเกษตรมีอัตราการขยายตัวลดต่ำลงตามลำดับ เนื่องจากผลผลิตต่อไร่ต่ำและทรัพยากรธรรมชาติที่ใช้ในการเกษตรเริ่มเสื่อมโทรมลง

- ปัญหาการใช้ที่ดินที่มีผลผลิตต่ำ
- ปัญหาการบุกรุกทำลายป่าและประสิทธิภาพการใช้ที่ดินต่ำ
- ปัญหาเกษตรกรไม่มีความรู้มากเพียงพอถึงปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช
- ปัญหาการใช้แหล่งน้ำเพื่อการชลประทานและการประมง

2. ปัญหาด้านโครงสร้างการตลาดและราคาสินค้าเกษตรที่ไม่เป็นธรรมต่อเกษตรกร

3. ปัญหาด้านสถาบันเกษตรกร

จากปัญหาด้านปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ทางคณะผู้จัดทำจึงมีแนวคิดที่จะแก้ไขปัญหานี้ โดยจะสร้างระบบโรงเพาะปลูกอัจฉริยะขึ้นง่ายๆ ก็คือ เกษตรกรรวมความแม่นยำสูง ซึ่งเป็นกลยุทธ์ในการทำการเกษตรที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม โดยเกษตรกรสามารถจะปรับใช้ทรัพยากรให้สอดคล้องกับสภาพของพื้นที่ย่อยๆ รวมไปถึงการดูแลอย่างมีประสิทธิภาพและแม่นยำไม่

ว่าจะเป็นการหว่านเมล็ดพืช การให้ปุ๋ย การใช้ยาปราบศัตรูพืช การไถพรวนดิน การรดน้ำ การคัดเลือกผลผลิต การเก็บเกี่ยวผลผลิต เช่น การให้ปุ๋ยในโรงเพาะปลูกอัจฉริยะจะทำได้ด้วยความแม่นยำกว่าโดยอาจจะใช้เครื่องสแกนสภาพดินในไร่ (Soil Mapping) เพื่อเก็บข้อมูลว่าบริเวณต่างๆ มีความอุดมสมบูรณ์ แตกต่างกันอย่างไร ตรงไหนขาดแร่ธาตุชนิดใด ลักษณะดินร่วนซุยต่างกันแค่ไหนโดยใช้ Module Sensor ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะถูกเก็บเข้าไปในฐานข้อมูลที่เชื่อมโยงกับแผนที่ของโรงเพาะปลูกแล้วสามารถดาวน์โหลดไปยังเครื่องหยอดปุ๋ยบนรถไถที่ติด GPS (Global Positioning System) ทำให้การหยอดปุ๋ยสามารถกำหนดได้ว่าจะหยอดปุ๋ยชนิดใด ลงที่ตำแหน่งใดในโรงเพาะปลูก มากหรือน้อยแค่ไหน จะเห็นได้ว่าโรงเพาะปลูกอัจฉริยะมีความแตกต่างกับโรงเพาะปลูกธรรมดาตรงที่เป็นการใช้ทรัพยากรอย่างแม่นยำและตรงต่อความต้องการของพืช ซึ่งจะช่วยลดการสูญเสียทรัพยากร การให้ปุ๋ยที่ไม่มากเกินไปช่วยทำให้ ดินไม่เสีย ไม่เกิดการล้นของแร่ธาตุที่อาจทำให้สภาพแวดล้อมเสื่อมลงได้ ซึ่งเป็นไปไม่ได้เลยสำหรับเกษตรกรรมแบบดั้งเดิมไม่ว่าจะเป็นเกษตรเคมี หรือ เกษตรอินทรีย์ ที่การให้ปุ๋ยก็จะให้เท่าๆกันทั่วทั้งไร่จึงส่งผลให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพสูงอีกทั้งยังสามารถเพิ่มมูลค่าให้กับผลผลิตทางการเกษตรได้อีกด้วย ซึ่งถ้าผลผลิตด้านการเกษตรมีกำไรจากการขายและการส่งออกที่เพิ่มมากขึ้นก็จะส่งผลให้เศรษฐกิจโดยรวมของประเทศมีการเติบโตมากขึ้นเช่นกัน

1.2 วิจัยประยุกต์การวิจัย

- 1.2.1 เพื่อศึกษาและพัฒนาระบบควบคุมการให้น้ำพืชอัตโนมัติแบบไร้สาย
- 1.2.2 เพื่อพัฒนาอุปกรณ์วัดความชื้นและอุณหภูมิให้มีความถูกต้องเที่ยงตรง
- 1.2.3 เพื่อเพิ่มคุณภาพผลผลิตทางการเกษตรให้มีคุณภาพ
- 1.2.4 เพื่อสร้างอุปกรณ์ที่มีราคาถูกลงกว่าท้องตลาดที่มีอยู่

1.3 สมมติฐานการวิจัย

จากข้อมูลทางด้านพันธุ์พืชของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์มีความน่าเชื่อถือ ดังนั้นถ้าเราสามารถพยายามทำให้สภาพแวดล้อมต่างๆเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชชนิดนั้นๆแล้ว ก็จะสามารถส่งผลให้พืชชนิดนั้นได้ผลผลิตจำนวนมากและมีคุณภาพสูง

1.4 ขอบเขตการวิจัย

1.4.1 ศึกษาโมดูลเซ็นเซอร์ที่ประกอบไปด้วยเซ็นเซอร์ชนิดต่างๆ เช่น เซ็นเซอร์วัดความชื้นในดิน(Soil Moisture Sensor) , เซ็นเซอร์วัดความชื้นและอุณหภูมิในอากาศ(Temperature Sensor , Humidity Sensor)

1.4.2 ศึกษาระบบรดน้ำอัตโนมัติ

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 อุปกรณ์ควบคุมระบบการให้น้ำพืชแบบอัตโนมัติ สามารถจ่ายน้ำให้แก่พืชในปริมาณที่พืชนั้นต้องการอย่างเหมาะสม

1.6.2 รายงานผลปัจจัยต่างๆ ของพืชแบบเรียลไทม์

1.6.3 ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพ

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความชื้นในดิน [5]

ความชื้นในดินเป็นส่วนระหว่างมวลของน้ำในดินกับมวลของดินแห้ง การวัดความชื้นในดินช่วยบอกสภาพของดินที่อยู่ในบริเวณระบบนิเวศนั้น และยังใช้อธิบายความสามารถของดินในการให้ธาตุอาหารและน้ำสู่พืชซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโตและการอยู่รอดของพืช ความชื้นของดินประกอบด้วย 2 สถานะ คือ สถานะที่เป็นของเหลว เราเรียกว่า น้ำในดิน และสถานะที่เป็นก๊าซ เราเรียกว่า ไอน้ำในดิน ในประเทศที่มีอากาศหนาวจัด ความชื้นของดินอาจจะอยู่ในรูปของน้ำแข็ง ส่วนประเทศในเขตร้อน ส่วนใหญ่น้ำในดินจะอยู่ในรูปของของเหลว ดังนั้นความชื้นของดิน กับน้ำในดิน จึงมีความหมายเดียวกัน คือ ส่วนที่อยู่ในสถานะที่เป็นของเหลว ถ้าในส่วนช่องว่างในดินมีน้ำอยู่เต็มไม่มีก๊าซอยู่เลยเรียกว่า ดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ (saturated soil) แต่ถ้าในช่องว่างของดินมีทั้งน้ำและก๊าซอยู่ด้วยเรียกว่า ดินที่ไม่อิ่มตัว (unsaturated soil) ดังนั้น ดินที่ใช้ในการทำเกษตรส่วนใหญ่ คือดินที่ไม่อิ่มตัว ความชื้นในดินมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งสำหรับสิ่งมีชีวิตในดิน ได้แก่ สัตว์ พืช หรือจุลินทรีย์ เนื่องจากน้ำเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของพืชและสัตว์ เพื่อใช้ในขบวนการเมตาบอลิซึม (metabolism) ต่าง ๆ เช่น ขบวนการสังเคราะห์แสงของพืชและจุลินทรีย์ในดินบางชนิด พืชสามารถที่จะนำเอาธาตุอาหารไปใช้ได้ ธาตุอาหารเหล่านั้นจะต้องอยู่ในรูปของสารละลาย น้ำเป็นตัวทำละลายที่ดีและมีปริมาณมาก หาได้ง่ายและสะดวก น้ำเป็นตัวกลางที่ดีในการเคลื่อนย้ายไอออนจากบริเวณหนึ่งไปยังอีกบริเวณหนึ่ง อีกทั้งยังลำเลียงธาตุอาหารที่อยู่ในรูปของไอออนจากดินเข้าสู่ภายในลำต้นของพืช และเข้าไปในจุลินทรีย์ นอกจากนี้ น้ำยังมีความร้อนจำเพาะ และความร้อนแฝงที่สูง ทำให้เปลี่ยนอุณหภูมิได้ยาก ทำให้น้ำในดินมีอุณหภูมิไม่สูงหรือต่ำจนเกินไป ทำให้ดินมีสภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช

2.1.1 ระดับความชื้นที่สำคัญของดิน

1. ระดับความชื้นที่ดินอิ่มตัวด้วยน้ำ (water saturated) คือปริมาณน้ำในดินที่เกิดขึ้นเมื่อช่องว่างระหว่างเม็ดดินทั้งหมดถูกแทนที่ด้วยน้ำ ถ้าดินมีความสามารถในการระบายน้ำได้ดี ปริมาณน้ำที่อยู่ในช่องว่างขนาดใหญ่จะเคลื่อนที่ลงสู่ด้านล่างเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกได้ง่าย

2. ความชื้นชลประทานหรือความจุความชื้นในสนาม (Field Capacity) หมายถึงความชื้นของดินที่เหลืออยู่ในดินหลังจากที่น้ำอิสระได้ถูกระบายออกไปจากช่องว่างหมดแล้ว หรือเป็นปริมาณน้ำที่ดินสามารถดูดซับไว้ได้มากที่สุดโดยไม่ไหลลงสู่ด้านล่างตามแรงโน้มถ่วงของโลก น้ำในช่องว่างขนาดเล็กจะมีน้ำขังอยู่เต็ม ส่วนช่องว่างขนาดใหญ่จะมีอากาศอยู่เต็ม

การวัดค่าความชื้นที่ Field Capacity โดยตรงค่อนข้างจะยุ่งยากและไม่สะดวก ในทางปฏิบัติมักจะถือว่า ในดินที่มีการระบายน้ำได้ดี ปริมาณความชื้นหลังจากที่มีฝนตกหนักหรือหยุดให้น้ำแล้ว 2-3 วัน เป็นความชื้นที่ Field Capacity

3. ความชื้นที่จุดเหี่ยวเฉาถาวร (Permanent wilting point) คือความชื้นในดินเมื่อพืชไม่สามารถนำมาใช้ให้เพียงพอกับการคายน้ำและพืชเริ่มมีอาการเหี่ยวเฉาอย่างถาวร อาการเหี่ยวเฉาของพืชนั้นขึ้นอยู่กับหลายๆปัจจัย เช่น สภาพอากาศที่ร้อนจัด ความชื้นของอากาศต่ำ ลมแรง พืชมีใบกว้าง ที่กล่าวมานี้จะทำให้พืชมีการสูญเสียน้ำโดยการคายน้ำออกทางใบมาก และเมื่ออัตราที่พืชดูดน้ำจากดินน้อยกว่าที่คายน้ำออกทางใบพืชก็จะเหี่ยวเฉา ถึงแม้ว่าดินจะมีความชื้นอยู่มากก็ตาม

4. ระดับความชื้นในดินที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Available moisture content) คือผลต่างระหว่างความชื้นของดินในขณะหนึ่งกับความชื้นที่จุดเหี่ยวเฉาเป็นสิ่งที่แสดงถึงปริมาณความชื้นในดินที่เป็นประโยชน์ต่อพืชของดินในขณะนั้น

2.1.2 การตรวจวัดความชื้นในดิน [6]

การให้น้ำแก่พืชจะต้องเริ่มทำเมื่อความชื้นของดินลดลงเหลือน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ต่อพืช แต่ต้องไม่ต่ำกว่าความชื้นที่จุดวิกฤตหรือต่ำกว่า 25 ของความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ต่อพืช โดยเราจะต้องทราบค่าความชื้นที่ Field Capacity และความชื้นที่จุดเหี่ยวเฉาถาวร วิธีการหาความชื้นในดินทำได้ 3 วิธีคือ

1. การวัดความชื้นในดินโดยตรงจากการชั่งน้ำหนักและอบแห้ง

การตรวจวัดความชื้นของดินโดยการชั่งน้ำหนัก ทำได้โดยการเก็บตัวอย่างดินที่มีระดับความลึกต่างๆในเขตรากพืชและที่จุดต่างๆในแปลงเพาะปลูก บรรจุดินตัวอย่างในกระป๋องเก็บตัวอย่างซึ่งมีฝาปิดมิดชิด นำมาชั่งน้ำหนักแล้วอบให้แห้งในเตาอบซึ่งมีอุณหภูมิ 105-110 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมงหรือจนกว่าดินนั้นจะแห้งทั่วถึงกัน ตัวอย่างดินที่เก็บควรจะหนักไม่น้อยกว่า 100 กรัม น้ำหนักที่หายไปหลังจากที่อบให้แห้งแล้วก็คือ น้ำหนักของน้ำที่อยู่ในดิน การหาจำนวนความชื้นในดินอาจทำได้ 2 แบบ คือ คำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของดินอบแห้ง และเปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร

1.1 เปอร์เซ็นต์ความชื้นโดยน้ำหนัก เหมาะสำหรับการหาจำนวนความชื้นเมื่อไม่ทราบปริมาตรของดินตัวอย่าง การคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นโดยน้ำหนักทำได้โดยใช้สมการ

$$P_w = (W_w / W_s) \times 100 \quad (2.1)$$

เมื่อ P_w = เปอร์เซ็นต์ความชื้นโดยเทียบกับน้ำหนักของดินแห้ง

W_w = น้ำหนักของน้ำในดิน

W_s = น้ำหนักของดินที่อบให้แห้งด้วยเตาอบ

2. การวัดความชื้นในดินโดยทางอ้อมโดยใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์

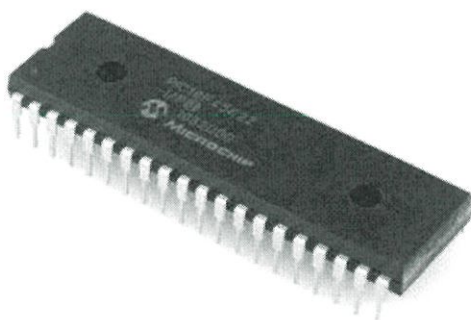
เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้หาค่าความชื้นในดินจะทำให้ทราบค่าความชื้นในดินได้โดยทันที ที่วัด มีอยู่หลายชนิด เช่น เครื่องเทนซิโอมิเตอร์(tensiometer) เครื่องวัดความชื้นด้วยไฟฟ้า(Electrical resistance instruments) เครื่องวัดความชื้นแบบวัดการแผ่กระจายของนิวตรอน(Neutron moisture meter) เป็นต้น

3. การวัดความชื้นในดินโดยคุณลักษณะและความรู้สึกสัมผัส

วิธีนี้เป็นวิธีการตรวจวัดความชื้นในดินอย่างง่าย รวดเร็วและสามารถทำได้ด้วยตนเอง ไม่สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบ ตรวจสอบโดยการขุดเจาะดินด้วยสว่านเจาะดินหรือใช้พลั่วขุดดินที่ระดับความลึกต่างๆในเขตรากพืชและบริเวณแปลงเพาะปลูกจุดอื่นๆที่ต้องการทราบตรวจดูโดยการใช้ความรู้สึกจากการสัมผัสด้วยมือ ทำให้ทราบค่าความชื้นของดินโดยประมาณว่ามีความชื้นในดินเหลือสำหรับพืชเท่าใด ถ้ามีความชำนาญก็จะสามารถบอกได้ทันทีว่าดินในขณะนั้นควรจะเริ่มให้น้ำได้หรือยัง อย่างไรก็ตาม วิธีการนี้เป็นเพียงการประมาณค่าความชื้นของดินเท่านั้น แต่ก็สามารถกำหนดการให้น้ำแก่พืชได้พอสมควร

2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ คือ อุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็ก ซึ่งบรรจุความสามารถที่คล้ายคลึงกับระบบคอมพิวเตอร์ โดยในไมโครคอนโทรลเลอร์ได้รวมเอาซีพียู, หน่วยความจำ และพอร์ต ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักสำคัญของระบบคอมพิวเตอร์เข้าไว้ด้วยกัน โดยทำการบรรจุเข้าไว้ในตัวถังเดียวกัน



รูปที่ 2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์

โครงสร้างโดยทั่วไป ของไมโครคอนโทรลเลอร์นั้น สามารถแบ่งออกมาได้เป็น 5 ส่วนใหญ่ๆ ดังต่อไปนี้

2.2.1 หน่วยประมวลผลกลางหรือซีพียู (CPU : Central Processing Unit)

หน่วยประมวลผลกลางหรือซีพียูทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางควบคุมการทำงานของระบบคอมพิวเตอร์ทั้งหมด โดยนำข้อมูลจากอุปกรณ์รับข้อมูลมาทำงาน ประมวลผลข้อมูลตามคำสั่งของโปรแกรม และส่งผลลัพธ์ออกไปหน่วยแสดงผล

2.2.2 หน่วยความจำ (Memory)

หน่วยความจำสามารถแบ่งออกเป็น ส่วน คือ หน่วยความจำที่มีไว้สำหรับเก็บโปรแกรมหลัก (Program Memory) เปรียบเสมือนฮาร์ดดิสก์ของ เครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ คือ ข้อมูลใดๆ ที่ถูกเก็บไว้ในนี้จะไม่สูญหายไปแม้ไม่มีไฟเลี้ยง อีกส่วนหนึ่งคือหน่วยความจำข้อมูล (Data Memory) ใช้เป็นเหมือนกระดาษทดในการคำนวณของซีพียู และเป็นที่พักข้อมูลชั่วคราวขณะทำงาน แต่หากไม่มีไฟเลี้ยง ข้อมูลก็จะหายไปคล้ายกับหน่วยความจำ (RAM) ในเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วๆ ไป แต่สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์สมัยใหม่ หน่วยความจำข้อมูลจะมีทั้งที่เป็นหน่วยความจำแรม ซึ่งข้อมูลจะหายไปเมื่อไม่มีไฟเลี้ยง และเป็นอีอีพรอม (EEPROM : Erasable Electrically Read-Only Memory) ซึ่งสามารถเก็บข้อมูลได้แม้ไม่มีไฟเลี้ยง

2.2.3 ส่วนติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอก หรือพอร์ต (Port)

มี 2 ลักษณะคือ พอร์ตอินพุต (Input Port) และพอร์ตส่งสัญญาณหรือพอร์ตเอาต์พุต (Output Port) ส่วนนี้จะใช้ในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอก ถือว่าเป็นส่วนที่สำคัญมากใช้ร่วมกันระหว่างพอร์ตอินพุต เพื่อรับสัญญาณ อาจจะใช้การกดสวิตช์ เพื่อนำไปประมวลผลและส่งไปพอร์ตเอาต์พุต เพื่อแสดงผลเช่น การติดสว่างของหลอดไฟ เป็นต้น

2.2.4 ช่องทางเดินของสัญญาณ หรือบัส (BUS)

ช่องทางเดินของสัญญาณ หรือบัส คือเส้นทางการแลกเปลี่ยนสัญญาณข้อมูลระหว่าง ซีพียู หน่วยความจำและพอร์ต เป็นลักษณะของสายสัญญาณ จำนวนมากอยู่ในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยแบ่งเป็นบัสข้อมูล (Data Bus) , บัสแอดเดรส (Address Bus) และบัสควบคุม (Control Bus)

2.2.5 วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา

วงจรถูกกำเนิดสัญญาณนาฬิกา นับเป็นส่วนประกอบที่สำคัญมากอีกส่วนหนึ่ง เนื่องจากการทำงานที่เกิดขึ้นในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ จะขึ้นอยู่กับข้อกำหนดจังหวะ หากสัญญาณนาฬิกามีความถี่สูง จังหวะการทำงานก็จะสามารถทำได้ถี่ขึ้นส่งผลให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวนั้น มีความเร็วในการประมวลผลสูงตามไปด้วย

นอกจากนี้ยังมีส่วนพิเศษอื่นๆ จะขึ้นอยู่กับกระบวนการผลิตของแต่ละบริษัทที่จะผลิตขึ้นมาใส่คุณสมบัติพิเศษลงไปเช่น

- ADC (Analog to Digital) ส่วนภาครับสัญญาณอนาล็อกแปลงไปเป็นสัญญาณดิจิทัล

- DAC (Digital to Analog) ส่วนภาคส่งสัญญาณดิจิทัลแปลงไปเป็นสัญญาณอนาล็อก

- I2C (Inter Integrate Circuit Bus) เป็นการสื่อสารอนุกรม แบบซิงโครนัส (Synchronous) เพื่อใช้ ติดต่อสื่อสาร ระหว่าง ไมโครคอนโทรลเลอร์ (MCU) กับอุปกรณ์ภายนอก ซึ่งถูกพัฒนาขึ้นโดยบริษัท Philips Semiconductors โดยใช้สายสัญญาณเพียง 2 เส้นเท่านั้น คือ serial data (SDA) และสาย serial clock (SCL) ซึ่งสามารถ เชื่อมต่ออุปกรณ์ จำนวนหลายๆ ตัว เข้าด้วยกันได้ ทำให้ MCU ใช้พอร์ตเพียง 2 พอร์ตเท่านั้น

- SPI (Serial Peripheral Interface) เป็นการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์เพื่อรับส่งข้อมูลแบบซิงโครนัส (Synchronize) มีสัญญาณนาฬิกาเข้ามาเกี่ยวข้องกับระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) หรือจะเป็นอุปกรณ์ภายนอกที่มีการรับส่งข้อมูลแบบ SPI อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เป็นมาสเตอร์ (Master) โดยปกติแล้วจะเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ หรืออาจกล่าวได้ว่าอุปกรณ์ Master จะต้องควบคุมอุปกรณ์ Slave ได้ โดยปกติตัว Slave มักจะเป็นไอซี (IC) หน้าที่พิเศษต่างๆ เช่น ไอซีอุณหภูมิ, ไอซีฐานเวลานาฬิกาจริง (Real-Time Clock) หรืออาจเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ทำหน้าที่ในโหมด Slave ก็ได้เช่นกัน

- PWM (Pulse Width Modulation) การสร้างสัญญาณพัลส์แบบสแควร์เวฟ ที่สามารถปรับเปลี่ยนความถี่และ Duty Cycle ได้เพื่อนำไปควบคุมอุปกรณ์ต่างๆเช่น มอเตอร์

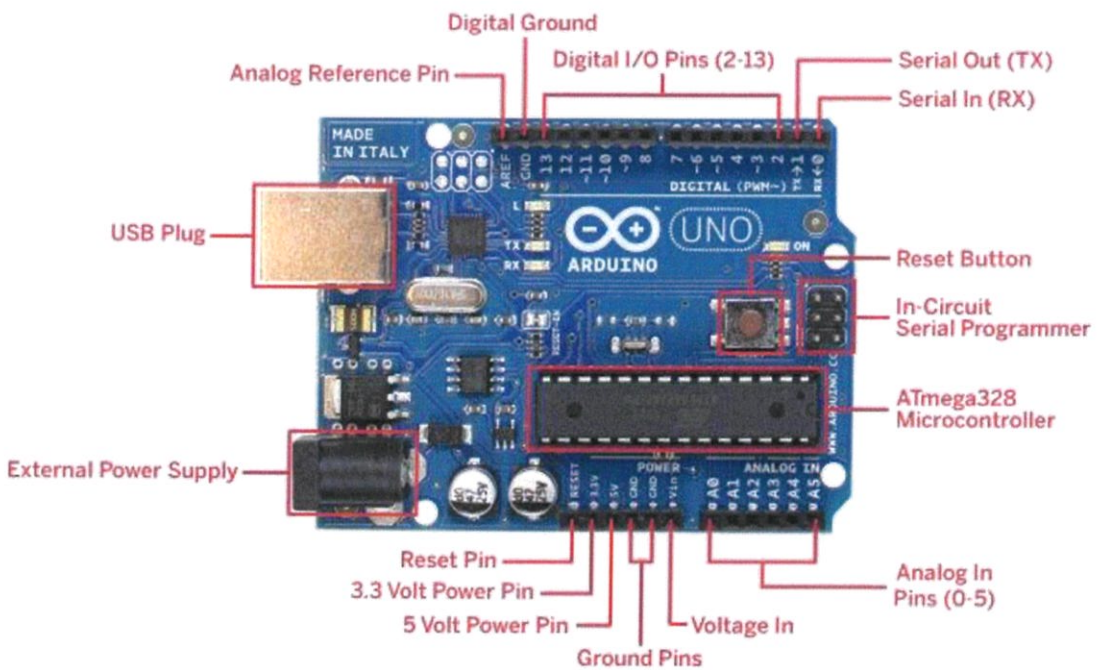
2.3 บอร์ดประมวลผล (Arduino UNO)

2.3.1 ข้อมูลเบื้องต้นของ Arduino Hardware

Arduino คือ ไมโครคอนโทรลเลอร์ ชนิดหนึ่ง ซึ่งเป็นแบบที่เรียกว่า Open Hardware กล่าวคือ Arduino อุปกรณ์ที่มีแบบส่วนประกอบเป็นมาตรฐานที่เปิดเผย ซึ่งหมายความว่า เราสามารถทำเองโดยใช้แบบที่มีการเปิดเผยทั่วไปก็ได้ หรือสามารถซื้อหากก็ได้ เนื่องจากมีราคาถูก มีซอฟต์แวร์ให้ใช้งานฟรี สามารถนำไปใช้งานทั่วไปหรือแบบธุรกิจได้โดยไม่ต้องเสียค่าลิขสิทธิ์ เป็นรูปแบบที่มีข้อมูลมากที่สุดบนอินเทอร์เน็ต การพัฒนาสามารถทำได้ง่าย เพราะไม่ต้องเขียนโปรแกรมในรูปแบบ Low Level หมายความว่า เราสามารถใช้คำสั่งเขียนโปรแกรมได้เสมือนโปรแกรมภาษาชั้นสูงทั่วไป

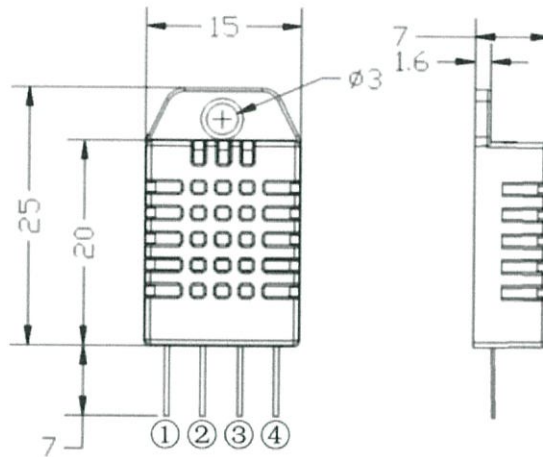
2.3.2 ส่วนประกอบของ Arduino UNO R3 ประกอบด้วย

- Microcontroller board ที่ใช้ ATmega328 (datasheet) เป็น MCU หลัก
- แรงดันไฟ 5 โวลต์
- แรงดันไฟฟ้าขาเข้า (recommended) 7-12 โวลต์
- แรงดันไฟฟ้าขาเข้า (limits) 6-20 โวลต์
- ขาดิจิตอล 14 ขา อินพุท/เอาพุท (สามารถทำเป็น PWM ได้ถึง 6 ขา)
- ขาอะนาล็อกอินพุทได้อีก 6 ขา
- กระแสตรงขาเข้าและขาออก 40 มิลลิแอมป์
- กระแสตรงสำหรับขาแรงดัน 3.3 โวลต์ 50 มิลลิแอมป์
- หน่วยความจำแฟลช 32 กิโลไบต์ (ATmega328) ที่ 0.5 กิโลไบต์
- SRAM 2 กิโลไบต์ (ATmega328)
- EEPROM 1 กิโลไบต์ (ATmega328)
- ทำงานที่ความถี่ 16 เมกะเฮิรซ์



รูปที่ 2.2 Arduino UNO R3

2.4 เซ็นเซอร์วัดความชื้นและอุณหภูมิในอากาศ (DHT22 Temperature & Relative Humidity Sensor)



รูปที่ 2.3 ขนาดและรูปร่างของ DHT22

2.4.1 ข้อมูลโดยรวม(Overview)

อุปกรณ์เซ็นเซอร์สำหรับวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ (Temperature & Relative Humidity Sensor) เป็นอุปกรณ์ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานทางด้านระบบสมองกลฝังตัวได้หลากหลาย เช่น การวัดและควบคุมอุณหภูมิและความชื้น ระบบบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับอุณหภูมิและความชื้นในห้อง เป็นต้น อุปกรณ์ประเภทนี้แตกต่างกันตามผู้ผลิต ราคา ความแม่นยำ ความละเอียดในการวัด การให้ค่าแบบดิจิตอลหรือแบบแอนาล็อก เป็นต้น

บทความนี้กล่าวถึง การทดลองใช้งานโมดูล DHT22 / AM2302 ซึ่งมีราคาถูก ให้ค่าเป็นแบบดิจิตอลใช้ขาสัญญาณดิจิตอลเพียงเส้นเดียวในการเชื่อมต่อแบบบิตอนุกรมสองทิศทาง (serial data, bi-directional) โดยนำมาเชื่อมต่อกับ Arduino เพื่ออ่านค่าจากเซ็นเซอร์

2.4.2 ข้อมูลเชิงเทคนิค (Technical details)

ตารางที่ 2.1 ตารางแสดงข้อมูลเชิงเทคนิค

โมเดล	DHT22
แรงดันไฟเลี้ยง	3.3-6 โวลต์
สัญญาณขาออก	สัญญาณดิจิตอล
วัตถุประสงค์การตรวจจับ	โพสิเมอร์

ช่วงในการทำงาน	ความชื้น 0-100%RH , อุณหภูมิ - 40~80องศาเซลเซียส
ค่าความถูกต้อง	ความชื้น $\pm 2\%RH$, อุณหภูมิ $< \pm 0.5$ องศาเซลเซียส
ความละเอียด	ความชื้น 0.1%RH , อุณหภูมิ 0.1องศาเซลเซียส
เวลาในการตรวจจับ	2 วินาที
ความเสถียรในการวัด	$\pm 0.5\%RH/year$
อัตราการวัดสูงสุด	0.5Hz

2.4.2 หลักการทำงานของ DHT 22 จะทำการวัดค่าของอุณหภูมิและความชื้นในอากาศ

อุณหภูมิ : ทำการวัดอยู่ในรูปของความต้านทานโดยมีความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานกับอุณหภูมิเป็นดังสมการด้านล่าง

$$T = \frac{1}{(a+b\ln(R)+c(\ln(R))^3)} \quad (2.2)$$

โดยที่ a,b,c คือ ตัวแปรของฮาร์ท สไตน์ฮาร์ท

R คือ ค่าความต้านทาน

T คือ อุณหภูมิสัมบูรณ์

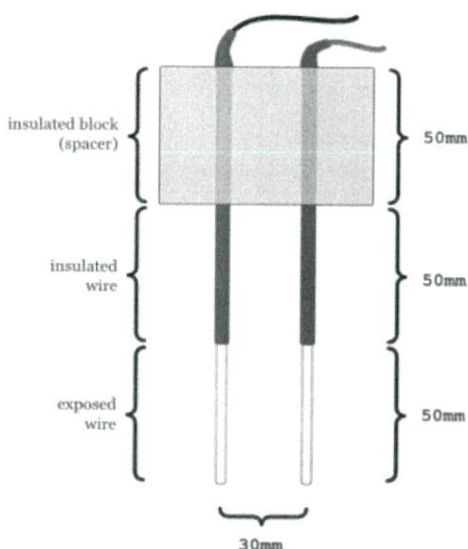
ความชื้น : จะทำการวัดอยู่ในรูปของตัวเก็บประจุโดยมีความสัมพันธ์ระหว่างค่าตัวเก็บประจุกับความชื้นเป็นดังกราฟและสมการด้านล่าง

$$C = 375 + 1.7(\%RH) \quad (2.3)$$

โดยที่ C คือ ค่าความจุของประจุไฟฟ้า

%RH คือ ค่าความชื้นสัมพัทธ์เทียบกับอากาศ

2.5 เซ็นเซอร์วัดความชื้นในดิน (Soil Moisture Sensor)



รูปที่ 2.4 Soil Moisture Sensor

2.5.1 ข้อมูลโดยรวม(Overview)

เซ็นเซอร์ชนิดนี้จะทำจากวัสดุตัวนำไฟฟ้าสองแผ่น และมีการกำหนดระยะห่างของแผ่นตัวนำให้คงที่ จากนั้นจะทำการป้อนกระแสไฟฟ้าไปยังแผ่นตัวนำทั้งสองโดยให้ดินเป็นตัวกลางในการนำไฟฟ้า หลังจากเอาแท่งอิเล็กโทรดนี้ปักลงไปในดินที่ต้องการวัดเราก็จะสามารถอ่านค่าความชื้นของดินได้

2.5.2 ข้อมูลเชิงเทคนิค (Technical details)

- Soil Moisture sensor มีแรงดันไฟฟ้าที่ใช้ในการทำงานอยู่ที่ 3.3-5 โวลต์
- มีขนาด กว้าง 1.6 เซ็นติเมตร ยาว 3 เซ็นติเมตร
- มี LED indicator ค่อยแสดงสถานะในการทำงาน (สีแดง) และสลับตัวบ่งชี้ดิจิตอลเอาท์พุท (สีเขียว)
- มิติการสอบสวนดิน: 6 เซ็นติเมตร x 3 เซ็นติเมตร
- ความยาวสายเคเบิล: 21 เซ็นติเมตร
- ใช้ IC voltage comparator LM393 ในการเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้า

2.5.3 หลักการทำงานของ Soil Moisture Sensor จะทำการวัดค่าของความชื้นในดิน

โดยหลักการก็ง่ายๆ คือ เราจะวัดค่าความต้านทานระหว่างอิเล็กโทรด 2 ข้างโดยแยกเป็น 2 กรณีดังนี้

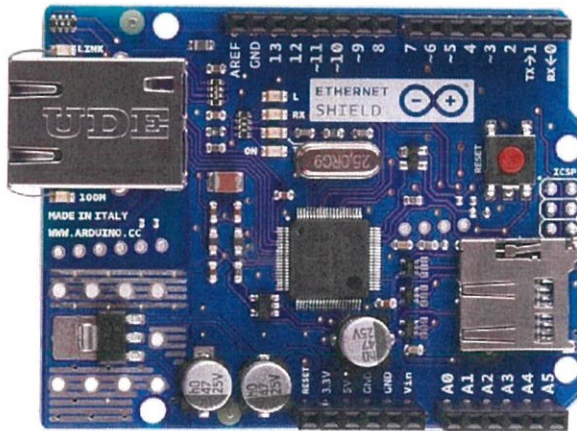
1.ในกรณีที่อ่านค่าความต้านทานได้น้อยหมายถึงมีความชื้นในดินมาก หรือ ดินชุ่มชื้นไม่ต้องรดน้ำ

2.ในกรณีที่อ่านค่าความต้านทานได้มากหมายถึงความชื้นในดินน้อย หรือ ดินแห้ง อาจจะต้องรดน้ำ

โดยให้ค่าเอาต์พุต เป็นแบบดิจิตอล สามารถปรับค่าได้ด้วย ตัวต้านทานปรับค่าได้ที่อยู่บนบอร์ด สามารถนำเซ็นเซอร์ตัวนี้มาทำเป็นระบบรดน้ำต้นไม้อัตโนมัติได้อย่างง่ายดาย หรือหากต้องการค่าที่แม่นยำมากขึ้นสามารถอ่านค่าเป็นแบบอะนาล็อกได้

2.6 อีเธอร์เน็ตชิลด์ (Ethernet Shield W5100)

2.6.1 ข้อมูลโดยรวม(Overview)



รูปที่ 2.5 Ethernet Shield

Ethernet Shield ตัวนี้ทำหน้าที่ต่อกับบอร์ด Arduino ซึ่งจะช่วยให้สามารถเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตจากภายนอกได้ ผ่านทางช่องสายแลน โดยมาพร้อมช่องเสียบ SD Card บันทึกข้อมูลที่ต้องการลง SD Card ได้ในตัว รองรับ Arduino Duemilanove (168/328) , Arduino Uno , Arduino Mega(1280/2560) รองรับการใช้ library SD Card

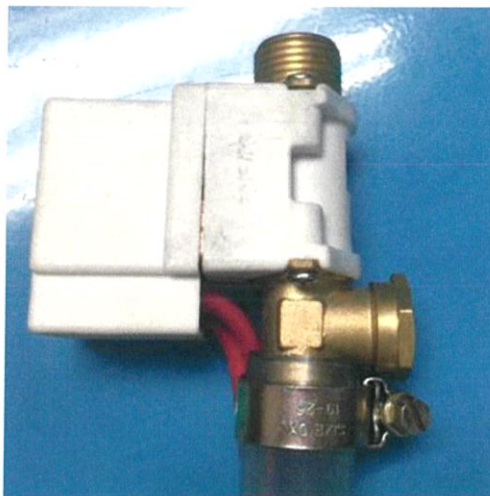
2.6.2 ข้อมูลเชิงเทคนิค (Technical details)

การทำงานของ Ethernet Shield ตั้งอยู่บนหลักการของ Ethernet Wiznet W5100 ชิพ โดรนที่ Wiznet W5100 จะมีเครือข่ายอินเทอร์เน็ต (IP) ที่สามารถใช้งานได้บน TCP และ UDP ซึ่งอุปกรณ์นี้สามารถรองรับการเชื่อมต่อได้ถึงสี่การเชื่อมต่อพร้อมๆกัน

Arduino ใช้ขาดิจิตอลขา 10,11,12 และ 13 (SPI) เพื่อติดต่อกับ W5100 บน Ethernet Shield โดยที่ขาเหล่านี้จะไม่สามารถใช้งานได้สำหรับอินพุต เอาท์พุตทั่วไป และ อุปกรณ์นี้ยังมีอุปกรณ์พื้นฐานคือ ตัวเชื่อม RJ45

2.7 โซลินอยด์ (Solenoid Valve)

2.7.1 หลักการทำงานของโซลินอยด์วาล์ว



รูปที่ 2.6 โซลินอยด์วาล์ว

โซลินอยด์ (Solenoid) เป็นอุปกรณ์แม่เหล็กไฟฟ้าชนิดหนึ่ง ที่มีหลักการทำงานคล้ายกับรีเลย์(Relay) ภายในโครงสร้างของโซลินอยด์จะประกอบด้วยขดลวดที่พันอยู่รอบแท่งเหล็กที่อยู่ในประกอบด้วยแม่เหล็กชุดบนกับชุดล่าง เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดที่พันรอบแท่งเหล็ก ทำให้แท่งเหล็กชุดล่างมีอำนาจแม่เหล็กดึงแท่งเหล็กชุดบนลงมาสัมผัสกันทำให้ครบวงจรทำงาน เมื่อวงจรถูกตัดกระแสไฟฟ้าทำให้แท่งเหล็กส่วนล่างหมดอำนาจแม่เหล็ก สปริงก็จะดันแท่งเหล็กส่วนบนกลับสู่ตำแหน่งปกติ จากหลักการดังกล่าวของโซลินอยด์ก็จะนำมาใช้ในการเคลื่อนลิ้นวาล์วของระบบนิวแมติกส์ การปิด-เปิดการจ่ายน้ำหรือของเหลวอื่นๆ โครงสร้างของโซลินอยด์วาล์วโดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ เลื่อนวาล์วด้วยโซลินอยด์วาล์วกลับด้วยสปริง (Single Solenoid Valve) และ

เลื่อนวาล์วด้วยโซลินอยด์วาล์วกลับด้วยโซลินอยด์วาล์ว (Double Solenoid Valve) ในที่นี้ใช้แบบเลื่อนวาล์วด้วยโซลินอยด์วาล์วกลับด้วยสปริง (Single Solenoid Valve)

2.8 วงจรขับโซลินอยด์วาล์ว

2.8.1 มอสเฟตกำลัง

หากจะกล่าวถึงอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในงานในด้านเพาเวอร์กำลังหรือเพาเวอร์ คอนโทรลลจจะหนีไม่พ้นชนิด ซึ่งในแต่ละชนิดก็มีข้อจำกัดและความสามารถในการทำงานที่แตกต่างกันออกไปตามลักษณะของการนำไปใช้ควบคุมซึ่งการเลือกมอสเฟตจึงเลือกใช้ตามการควบคุม

เป็นทรานซิสเตอร์ ที่ใช้อิทธิพลสนามไฟฟ้าในการควบคุมสัญญาณไฟฟ้า โดยใช้เอาต์ไซด์ของโลหะในการทำส่วนเกทนิยมใช้ในวงจรดิจิทัล โดยนำไปสร้างลอจิกเกตต่างๆเพราะมีขนาดเล็ก

2.8.2 โครงสร้างของมอสเฟต

มอสเฟตประกอบด้วยสามส่วน คือ

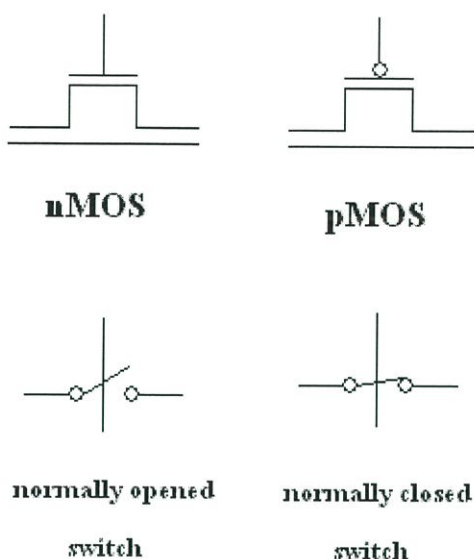
- 1.เกทเป็นส่วนที่ทำมาจากเอาต์ไซด์ของโลหะ โดยสร้างให้เกิดความต่างศักย์ตกคร่อมระหว่างแผ่นสองแผ่นเพื่อ สร้างสนามไฟฟ้าเพื่อควบคุมการเข้าออกของสัญญาณไฟฟ้า
- 2.ซอร์สเป็นส่วนขาเข้าของสัญญาณ
- 3.เดรนเป็นส่วนขาออกของสัญญาณ

2.8.3 ประเภทของ มอสเฟต

- nMOS (negative MOSFET) เป็นทรานซิสเตอร์ประเภท NPN เมื่อมีความต่างศักย์เป็นบวก (สนามไฟฟ้าแรง) สัญญาณไฟฟ้าจึงจะไหลจาก ซอร์ส ไป เดรน ได้

- pMOS (positive MOSFET) เป็นทรานซิสเตอร์ประเภท PNP เมื่อมีความต่างศักย์ต่ำหรือเป็นลบ (สนามไฟฟ้าอ่อน) สัญญาณไฟฟ้าจึงจะไหลจาก ซอร์ส ไป เดรน ได้

2.8.4 สัญลักษณ์แทน มอสเฟต



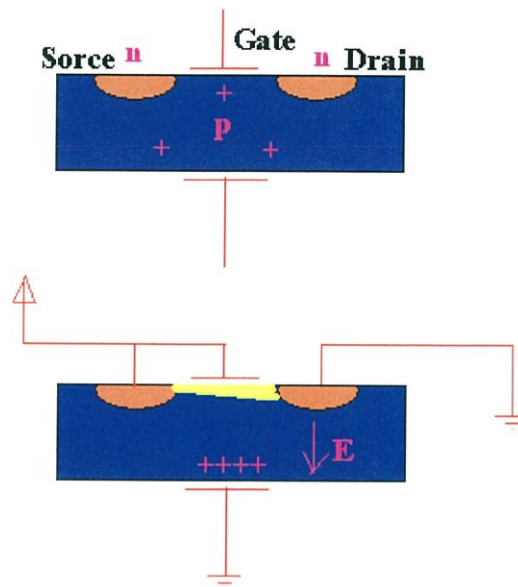
รูปที่ 2.7 แสดงสัญลักษณ์แทนมอสเฟต

มอสเฟต ในทางดิจิทัลถูกมองว่าเป็นสวิตช์ โดย nMOS จะเป็นสวิตช์ที่เมื่อสัญญาณเข้าเป็น "1" สวิตช์ก็จะปิด ถ้าไม่สวิตช์ก็ยังคงเปิดอยู่ (normal opened switch) ส่วน pMOS จะเป็นสวิตช์ที่เมื่อสัญญาณเข้าเป็น "1" สวิตช์ก็จะเปิด ถ้าไม่สวิตช์ก็จะปิดอยู่ (normal closed switch) และสัญลักษณ์ทั่วไปจะมีสามขา ขากลางเป็น เกท ส่วนอีกสองขาคือ source และ drain โดยใช้ใน nMOS เป็นหลักเพื่อสื่อสัญลักษณ์เดียวกับทรานซิสเตอร์ทั่วไปคือ ไฟขา base ไหล ขา Collector จะต่อกับ Emitter ส่วน pMOS ก็จะใส่ bubble ที่ขา เกท

2.8.5 การทำงานของ มอสเฟต

-nMOS เมื่อปล่อยความต่างศักย์สูง จะเกิดสนามไฟฟ้าในทิศลงอย่างแรง โอลใน p-type จะถูกผลักลงมาอยู่ด้านล่าง (ตามรูปที่ประกอบข้างบน) ประกอบกับมีอิเล็กตรอนอิสระบางส่วน ถูกดูดขึ้นไปด้านบน ส่งผลให้บริเวณด้านบนมีอิเล็กตรอนอิสระมากจนเป็น n-type ได้เรียกว่า channel สัญญาณไฟฟ้าก็จะไหลผ่านช่วง channel นี้ซึ่งเป็น n-type เหมือนกับ drain และ source ได้โดยใช้อิเล็กตรอนอิสระเป็นพาหะ

-pMOS จะทำงานกลับกับ nMOS โดยเมื่อปล่อยความต่างศักย์ต่ำ (โดยมากมักจะติดลบ) จะเกิดสนามไฟฟ้าในทิศขึ้นอย่างแรง อิเล็กตรอนอิสระใน n-type จะถูกผลักลงมาอยู่ด้านล่าง ประกอบกับมีโฮลบางส่วนถูกดูดขึ้นไปด้านบน ส่งผลให้บริเวณด้านบนมีโฮลมากจนเป็น p-type ได้ เรียกว่า channel สัญญาณไฟฟ้าก็จะไหลผ่านช่วง channel นี้ซึ่งเป็น p-type เหมือนกับ drain และ source ได้โดยใช้โฮลเป็นพาหะ



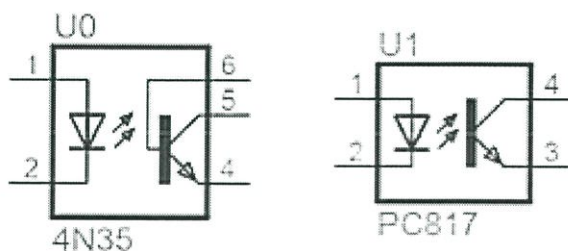
รูปที่ 2.8 การทำงานของมอสเฟต

2.9 ออปโตคัปเปิลเลอร์(Optocouplers)

อุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสง หรือที่เรียกว่า “ออปโตคัปเปิลเลอร์” (Opto-Coupler) หรือ บางทีก็เรียกว่า อุปกรณ์แยกสัญญาณทางแสง (Opto-Isolator) เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเชื่อมต่อทางแสง โดยการเปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้าให้เป็นแสงแล้วเปลี่ยนกลับเป็นสัญญาณไฟฟ้าตามเดิม นิยมใช้สำหรับการ เชื่อมต่อสัญญาณระหว่างสองวงจร และต้องการแยกกันทางไฟฟ้าโดยเด็ดขาด เพื่อป้องกันการรบกวนกันทางไฟฟ้าระหว่างสองวงจรภายในของอุปกรณ์ประเภทนี้ประกอบด้วย

-ไดโอดเปล่งแสง(LED) ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวส่งแสง(Optical Transmitter)เช่นแสงอินฟราเรด (Infrared) และ สำหรับตัวรับแสง (Optical Receiver) ซึ่งมักนิยมใช้โฟโตทรานซิสเตอร์ (Phototransistor) เป็นตัวรับโดยจะถูกผลิตรวมอยู่ในตัวถังเดียวกัน

-โฟโตทรานซิสเตอร์ ทำงานได้ในลักษณะเดียวกับทรานซิสเตอร์รอยต่อคู่แบบ NPN แต่ไม่มีขาเบส (B) และถูกแทนที่ด้วยส่วนรับแสง เมื่อได้รับแสงหรืออนุภาคของแสง หรือที่เรียกว่า โฟตอน (Photons) ในปริมาณมากพอ จะทำให้เกิดอนุภาคอิสระที่มีประจุในบริเวณรอยต่อระหว่างเบสและคอลเลคเตอร์ (Base-Collector Region)และให้ผลเหมือนมีกระแสไหลเข้าที่ขาเบส รูปที่ 1.1 แสดงสัญลักษณ์ของอุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสง แบบ 4 ขา (เบอร์ PC817) และ 6 ขา (เบอร์ 4N35)

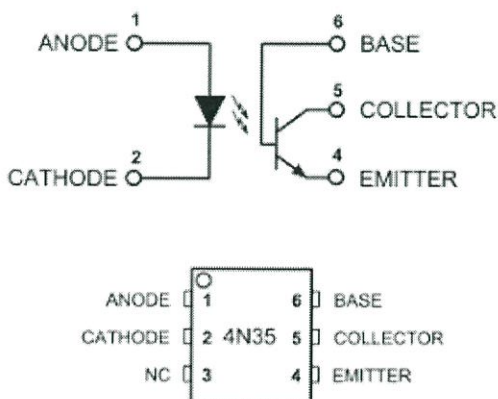


รูปที่ 2.9 สัญลักษณ์ทางไฟฟ้าของอุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสง

อุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสงสามารถรับสัญญาณอินพุตดิจิทัล เช่น จากไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อใช้ เปิด-ปิด ไดโอดเปล่งแสงที่อยู่ภายในตัวอุปกรณ์ (ทำให้มีกระแสไหลผ่านไดโอดเปล่งแสง) และทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของโฟโตทรานซิสเตอร์ด้วยแสง ดังนั้นจึงนำไปใช้ในลักษณะเป็นอุปกรณ์สวิตช์เปิด-ปิดหรือนำไปต่อกับวงจรทรานซิสเตอร์ภายนอกเพื่อให้สามารถขับกระแสได้ในปริมาณที่สูงขึ้น

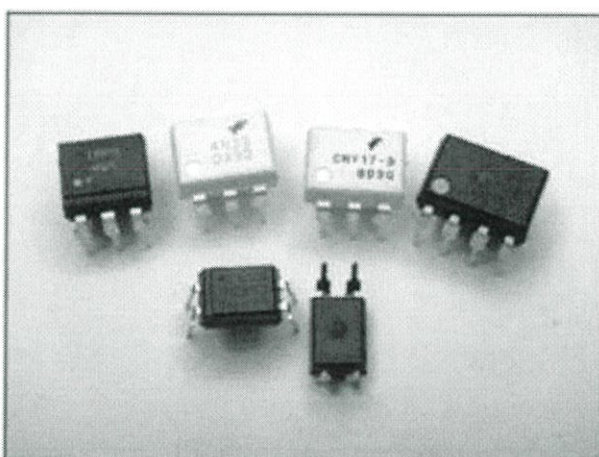
เมื่อแรงดันอินพุตอยู่ในระดับที่สูงกว่าแรงดันไบอัสตรงของไดโอดเปล่งแสง (VF) จะทำให้เกิดกระแสไหล หรือที่เรียกว่า กระแสอินพุต หรือ กระแสไบอัสตรง (IF) ทำให้ไดโอดเปล่งแสงตามปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ไหล ในการต่อวงจรจะต้องมีตัวต้านทานต่ออนุกรมอยู่ด้วย เพื่อจำกัดปริมาณของกระแสที่ไหลไม่ให้สูงเกิน ซึ่งขึ้นอยู่กับอุปกรณ์แต่ละตัวที่ใช้ แต่โดยทั่วไปแล้ว ควรจะให้อยู่ในช่วง 5-50 มิลลิแอมป์ (mA) เมื่อโฟโตทรานซิสเตอร์ได้รับแสงจะทำให้สามารถนำไฟฟ้าได้ระหว่างขา C และ E ซึ่งให้ผลเหมือนในกรณีที่จ่ายกระแส เข้าที่ขาเบส (B) ของทรานซิสเตอร์รอยต่อคู่แบบ NPN และถ้ามีแรงดันตกคร่อมที่ขา C และขา E ($V_{CE} > 0$ โวลต์) ก็จะทำให้มีกระแสเอาต์พุตไหล

ตัวถังของอุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสงที่พบเห็นได้บ่อย คือ ตัวถังแบบ 4 ขา และตัวถังแบบ 6 ขา แต่มีไดโอดเปล่งแสงและโฟโตทรานซิสเตอร์เพียงหนึ่งคู่ อุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสงในตัวถังแบบ 6 ขา



รูปที่ 2.10 สัญลักษณ์ทางไฟฟ้าและตัวถังของ 4N35 แบบ 6 ขา

รูปที่ 2.11 แสดงตัวอย่างของอุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสงที่นิยมใช้ (เฉพาะตัวถังแบบ Through-Hole Mount) ได้แก่เบอร์ PC817 CNY13-7 4N25 4N33 4N35 เป็นต้น อุปกรณ์บางตัว เช่น เบอร์ TLP250 (ตัวถังแบบ PDIP-8) เหมาะสำหรับควบคุมการเปิด-ปิดที่ขาเกตของมอสเฟตกำลัง (Power มอสเฟต) อุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสงบางตัว มีไดโอดเปล่งแสงและโฟโตทรานซิสเตอร์มากกว่าหนึ่งคู่ อยู่ในตัวถังเดียวกัน เช่น 2 หรือ 4 คู่ สำหรับเชื่อมต่อสัญญาณได้ 2 หรือ 4 ช่อง ตามลำดับ อุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสงบางชนิด มีการต่อวงจรโฟโตทรานซิสเตอร์กับทรานซิสเตอร์ NPN อีกหนึ่งตัวเป็นคู่ในลักษณะที่เรียกว่า ทรานซิสเตอร์ดาร์ลิงตัน (Darlington Transistor) ทำให้มีอัตราส่วนการขยายกระแสได้มากขึ้น



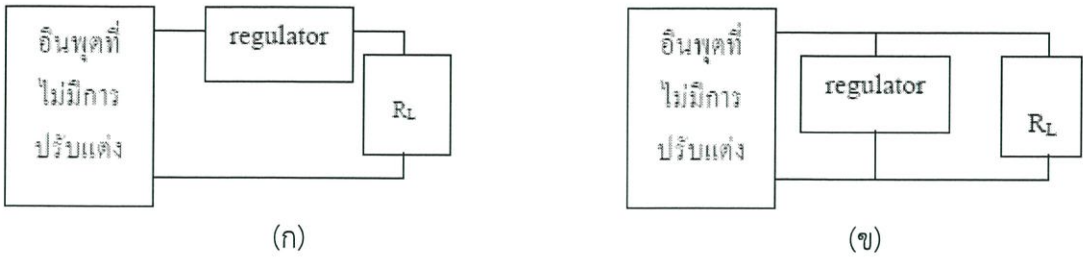
รูปที่ 2.11 ตัวอย่างอุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสงที่ใช้ตัวถังแบบต่างๆ

2.10 ตัวรักษาระดับแรงดัน (Regulator)

2.10.1 วงจรรักษาระดับแรงดัน (Voltage Regulator Circuits)

วงจรรักษาระดับแรงดันคือ วงจรที่ต่อระหว่างแหล่งจ่ายไฟตรงไม่คงค่า (Unregulated Power Supply) กับโหลด มีหน้าที่จ่ายไฟตรงให้กับโหลดและสามารถรักษาแรงดันให้คงตัวขณะที่

1. โหลดเปลี่ยน นั่นคือกระแสขาออกเปลี่ยนแปลง
2. แรงดันของแหล่งจ่ายไฟตรงไม่คงค่า เปลี่ยนแปลงทั้งนี้รวมถึงระลอกคลื่นด้วย (ripple)
3. อุณหภูมิของวงจรเปลี่ยนแปลง

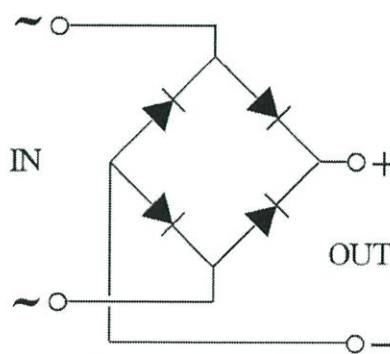


รูปที่ 2.12 วงจรรักษาระดับแรงดัน (ก) แบบอนุกรมกับโหลด (ข)แบบขนานกับโหลด

จากบล็อกไดอะแกรม จะเห็นได้ว่าสัญญาณที่ออกมาจากเอาต์พุตของวงจรกรองแรงดัน คือ บล็อกแรกในรูปที่ 1 ซึ่งยังไม่เรียบเท่าที่ควร ยังมีการเปลี่ยนแปลงขึ้นๆ ลงๆ ในลักษณะคล้ายสัญญาณฟันเลื่อย เพราะว่าตัวเก็บประจุจะเก็บและคายประจุอยู่ตลอดเวลา ถ้านำวงจรนี้ไปใช้งานเลยก็ได้ แต่ต้องใช้งบงานที่ไม่ต้องการความละเอียดของแหล่งจ่ายไฟมากนัก แต่ถ้าเป็นงานที่ต้องการความละเอียดของแหล่งจ่ายไฟ วงจรนี้จะใช้งานไม่ได้ หนทางที่จะนำมาแก้ไขคือ ใช้วงจรเรกกูเลเตอร์ซึ่งจะทำหน้าที่ปรับแต่งสัญญาณที่ไม่ราบเรียบอยู่นั้น ให้เรียบจนเกือบเป็นไฟ DC 100% การสร้างวงจรเรกกูเลเตอร์จะมีอยู่ 2 ลักษณะคือ การสร้างแบบอนุกรมกับโหลด และ แบบขนานกับโหลด ดังรูปที่ 2 โดยใช้ ซีเนอร์ไดโอด ทรานซิสเตอร์ และไอซี

2.11 ตัวเรียงกระแส (Rectifier)

วงจรเรียงกระแสหรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า เรกติไฟเออร์ คือวงจรไฟฟ้าที่มีคุณสมบัติในการแปลงสัญญาณกระแสสลับให้กลายเป็นสัญญาณไฟฟ้ากระแสตรงหรือมีคุณสมบัติยอมให้ไฟฟ้าไหลผ่านไปในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง อุปกรณ์ที่นิยมใช้ในการแปลงสัญญาณได้แก่ ไดโอด



รูปที่ 2.13 วงจรเรียงกระแส

2.11.1 วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น [7]

วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวเต็มคลื่น จะคล้ายกับวงจรเรียงกระแสเฟสเดียวครึ่งคลื่น แต่วงจรดังกล่าวจะมีข้อดีเหนือกว่าวงจรครึ่งคลื่นคือ วงจรแบบนี้จะมีกระแสไฟฟ้าเฉลี่ยด้านเข้าหรือ

ด้านแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับมีค่าเป็นศูนย์ ซึ่งจะเป็นผลดีต่อหม้อแปลงไฟฟ้า และข้อดีอีกข้อจะมีค่าตัวประกอบระลอกคลื่น (Ripple Factor) ต่ำกว่าวงจรเรียงกระแสแบบเฟสเดียวครึ่งคลื่น ทำให้สามารถจ่ายกำลังไฟฟ้าด้านออกสูงกว่าวงจรเรียงกระแสเฟสเดียวครึ่งคลื่น

ตัวเรียงกระแสเต็มคลื่นแปลงสัญญาณอินพุตทั้งหมดให้มีเอาต์พุตเป็นกระแสไฟฟ้าเพียงขั้วเดียว (บวกหรือลบ) ตัวเรียงกระแสเต็มคลื่นแปลงขั้วทั้งสองของสัญญาณอินพุตให้เป็นกระแสตรงที่ เต็มเป็นจังหวะ และ ให้ผลตอบแทนถั่วเฉลี่ยแรงดันที่สูงขึ้น วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นธรรมดาจะประกอบด้วยไดโอดสองตัว, หม้อแปลงที่มีจุดแยกกลาง(อังกฤษ: center tap) หนึ่งตัว (หรือสี่ตัวในวงจรแบบสะพาน) และแหล่งจ่ายไฟ AC (ที่ประกอบด้วยหม้อแปลงไฟฟ้าที่ไม่มี center tap) ไดโอดอาจเป็นแบบไดโอดเซมิคอนดักเตอร์เดี่ยวๆ หรือไดโอดคู่ที่เป็นแบบแคโทดร่วมหรือแอโนดร่วมและสี่ไดโอดสะพาน ที่ถูกผลิตมาเป็นชิ้นส่วนเดียว

ตัวเรียงกระแสแบบหลอดสุญญากาศสองไดโอดที่ธรรมดาประกอบด้วยแคโทดร่วมตัวเดียวกับสอง anodes ภายในหลอดเดียว ที่ทำให้ได้วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นที่มีเอาต์พุตเป็นบวก หลอดเบอร์ 5U4 และ 5Y3 เป็นตัวอย่างที่เป็นที่นิยมของวงจรแบบนี้

2.11.2 วงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์เต็มคลื่น

วงจรเรียงกระแสแบบสะพานใช้ไดโอด 4 ตัว และหม้อแปลงที่ไม่มี center tap หลักการทำงานคือเมื่อขาบนเป็นบวก ขาล่างเป็นลบ กระแสไหลผ่านไดโอด 2 ตัวนอก เมื่อคลื่นลบ ขาบนเป็นลบ ขาล่างเป็นบวก กระแสไหล ไดโอด 2 ตัวกลาง ได้กระแสไฟเต็มที่ ไม่ต้องแบ่งสองส่วนเหมือนเต็มคลื่นธรรมดา

ค่าเฉลี่ยและค่า root-mean-square ของ output voltage ของวงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นที่ no-load ตามสมการดังนี้

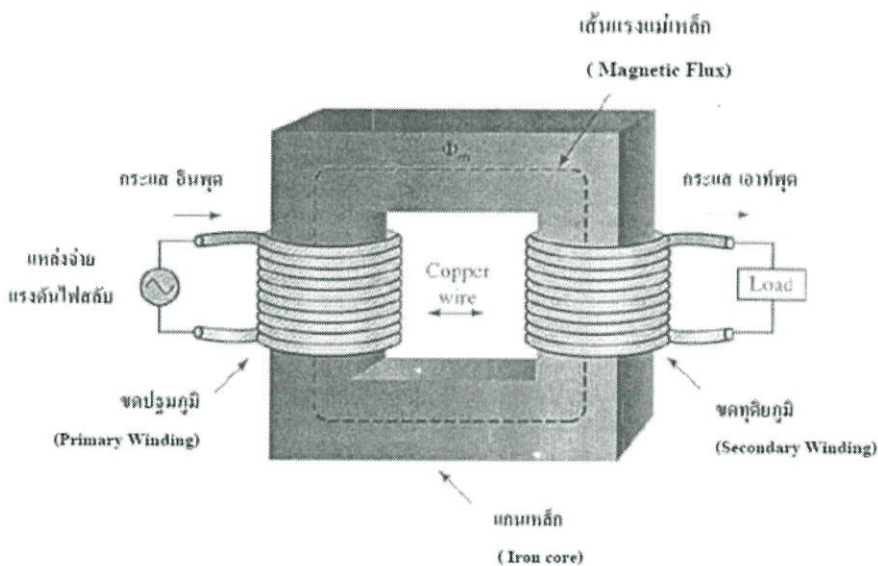
$$\begin{aligned} V_{dc} &= V_{av} = \frac{2V_{peak}}{\pi} \\ V_{rms} &= \frac{V_{peak}}{\sqrt{2}} \end{aligned} \quad (2.4)$$

โดยที่ V_{dc} คือ แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง
 V_{av} คือ แรงดันไฟฟ้าเฉลี่ย
 V_{peak} คือ แรงดันไฟฟ้าค่ายอด
 V_{rms} คือ รากที่สองของค่าเฉลี่ยแรงดันกำลังสอง

2.12 หม้อแปลงแรงดัน

2.12.1 หลักการทำงาน

ในระบบจ่ายไฟฟ้าจะมีการแปลงแรงดันไฟฟ้าสลับให้มีขนาดสูงมากๆ เช่น ให้มีขนาดเป็น 48kV หรือ 24kV เพื่อลดขนาดของลวดตัวนำ ที่ต้องใช้ในการจ่ายไฟฟ้าเป็นระยะทางไกลๆ เมื่อถึงปลายทางก่อนที่จะจ่ายไฟฟ้าไปให้แก่บ้านเรือนต่างๆ ก็จะแปลงระดับแรงดันไฟฟ้าให้ลดลงเป็น 220 V เพื่อลดอันตรายที่จะเกิดแก่ผู้ใช้ไฟฟ้า และเมื่อต้องการใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ระดับแรงดันต่ำๆ เช่น 6V หรือ 9V ก็จะต้องมีการแปลงดันไฟฟ้า ตามบ้านจาก 220 V เป็นระดับแรงดันไฟฟ้าตามที่ต้องการ อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ดังกล่าว เราเรียกว่า หม้อแปลงไฟฟ้า (Transformer)



รูปที่ 2.14 โครงสร้างหม้อแปลงไฟฟ้า

การทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้านั้น อาศัยหลักการความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้ากับเส้นแรงแม่เหล็กในการสร้างแรงเคลื่อนเหนี่ยวนำให้กับตัวนำ คือ เมื่อมีกระแสไหลผ่านขดลวดตัวนำ ก็จะทำให้เกิดเส้นแรงแม่เหล็กรอบๆตัวนำนั้น และถ้ากระแสที่ป้อนมีขนาดและทิศทางที่เปลี่ยนแปลงไปมา ก็จะทำให้สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นมีการเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย ถ้าสนามแม่เหล็กที่มีการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวตัดผ่านตัวนำ ก็จะเกิดแรงเคลื่อนเหนี่ยวนำขึ้นที่ตัวนำนั้น โดยขนาดของแรงเคลื่อนเหนี่ยวนำจะสัมพันธ์กับ ความเข้มของสนามแม่เหล็ก และความเร็วในการตัดผ่านตัวนำของสนามแม่เหล็ก

พิจารณาจากรูป จะเห็นว่าโครงสร้างของหม้อแปลงจะประกอบไปด้วย ขดลวด 2 ขดพันรอบแกนที่เป็นสื่อกลางของเส้นแรงแม่เหล็ก ซึ่งอาจเป็นแกนเหล็ก แกนเฟอร์ไรท์ หรือแกนอากาศ ขดลวดที่เราจ่ายไฟเข้าไปเราเรียกว่า ขดปฐมภูมิ (Primary Winding) และ ขดลวดอีกขดที่ต่อเข้ากับโหลด เราเรียกว่า ขดทุติยภูมิ (Secondary Winding) เมื่อเราจ่ายกระแสไฟฟ้าสลับให้กับขดปฐมภูมิ ก็จะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กที่เปลี่ยนแปลงไป-มา โดยเส้นแรงแม่เหล็กดังกล่าวก็จะวิ่งไป-มา ตามแกน และไปตัดกับขดทุติยภูมิ ทำให้เกิดแรงดันเหนี่ยวนำขึ้นที่ขดทุติยภูมิที่ต่อกับโหลด โดยแรงเคลื่อนเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้น จะมีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของสนามแม่เหล็กและจำนวนรอบของขดลวดหม้อแปลงชนิดต่าง

2.12.2 ชนิดของหม้อแปลง

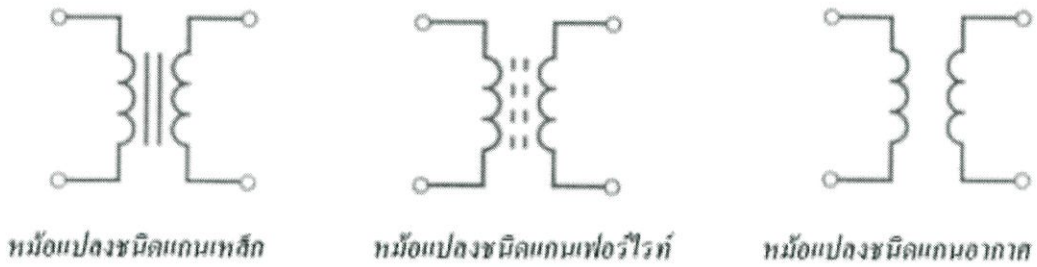
1. หม้อแปลงชนิด แกนเหล็ก (Iron Core Transformer) หม้อแปลงแบบนี้จะใช้แผ่นเหล็กอ่อนหลายๆแผ่นส่วนใหญ่จะใช้รูปทรงตัว E กับ ตัว I ประกอบกันเป็นแกนซึ่งส่วนใหญ่จะใช้ในงานทั่วไปที่มีความถี่ไม่สูงนัก เช่นหม้อแปลงในงานส่งกำลังไฟฟ้า หรือหม้อแปลงแปลง แรงดันไฟฟ้าตามบ้าน เป็นแรงดันต่ำๆตามที่ต้องการ หม้อแปลงชนิดนี้จะมีประสิทธิภาพสูงที่สุด

2. หม้อแปลงชนิดแกนเฟอร์ไรท์ (Ferrite Core Transformer) หม้อแปลงชนิดนี้ส่วนใหญ่จะใช้ในงานที่มีความถี่สูง เช่นในเครื่องรับ เครื่องส่ง วิทยุ หรือในวงจรสวิตชิง เพราะไม่สามารถใช้หม้อแปลงชนิดแกนเหล็กได้

3. หม้อแปลงชนิดแกนอากาศ (Air Core Transformer) หม้อแปลงชนิดนี้จะใช้ในงานความถี่สูงมากๆ เช่นในเครื่องรับ เครื่องส่งวิทยุ ความถี่สูง เพราะไม่สามารถใช้หม้อแปลงชนิดอื่นได้เนื่องจากจะเกิดความสูญเสียอย่างมาก

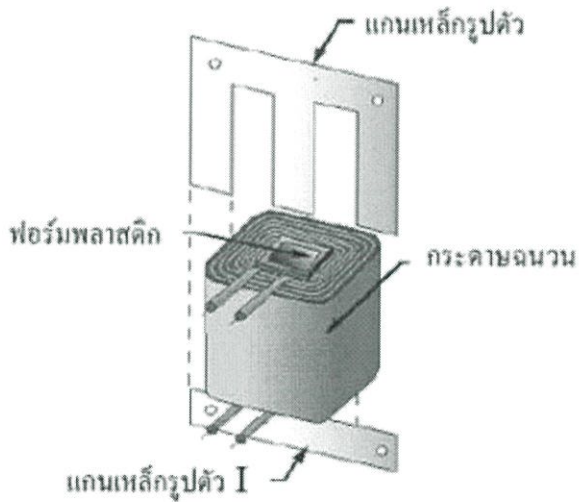


รูปที่ 2.15 หม้อแปลงชนิดต่าง ๆ



รูปที่ 2.16 สัญลักษณ์หม้อแปลงชนิดต่าง ๆ

2.12.3 โครงสร้างของหม้อแปลง



รูปที่ 2.17 แสดงโครงสร้างหม้อแปลงแกนเหล็ก

โครงสร้างภายในของหม้อแปลงจะประกอบด้วยขดลวดจะพันรอบฟอร์หมพลาสติก โดยมีกระดาษฉนวนกั้นระหว่างแต่ละขดที่พัน และมีแกนเหล็กแผ่นบางๆที่เคลือบด้วยแล็กเกอร์ โดยส่วนหนึ่งจะเป็นลักษณะคล้ายตัว E และอีกส่วนจะมีลักษณะคล้ายตัว I สวมสลักกันบนฟอร์หม ที่ต้องใช้แกนที่เป็นแผ่นเหล็กอ่อนแทนที่จะใช้เหล็กตัน ก็เพื่อลดปัญหาของกระแสไหลวน (Eddy Current) ในแกนเหล็กซึ่งจะเป็นตัวลดประสิทธิภาพของหม้อแปลง

2.13 ภาษาที่ใช้เขียน โปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์

2.13.1 ภาษา C

ภาษา C จัดเป็นภาษาระดับกลางที่มีลักษณะเป็นภาษาโครงสร้าง สามารถประยุกต์ใช้ได้กับงานในลักษณะต่างๆ เป็นภาษาที่ใกล้เคียงกับภาษาแอสเซมบลี ผู้เขียนโปรแกรมจะสามารถเขียนโปรแกรมได้อย่างคล่องตัวโดยไม่มีข้อจำกัดในการวางตำแหน่งฟังก์ชันในโปรแกรม ภาษาซีจึงเป็นภาษาที่ง่ายต่อการเข้าใจและการนำไปใช้งาน การสร้างโปรแกรมภาษาซีจะเริ่มจากการเขียนโปรแกรมต้นกำเนิด แล้วนำไปทำการแปลด้วยตัวแปลภาษาซีเกิดเป็นโปรแกรมประสมค์ หลังจากนั้นจึงนำโปรแกรมประสมค์ไปทำการเชื่อมโยง เพื่อให้เกิดเป็นโปรแกรมทำการที่สามารถทำงานได้อย่างรวดเร็ว

2.13.2 ภาษา Assembly

ภาษาแอสเซมบลีใช้รหัสเป็นคำแทนคำสั่งภาษาเครื่อง ทำให้นักเขียนโปรแกรมสามารถเขียนโปรแกรมได้ง่ายขึ้น ถึงแม้ว่าการเขียนโปรแกรมจะยังไม่สะดวกเท่ากับการเขียนโปรแกรมภาษาอื่น ๆ ในสมัยนี้ แต่ถ้าเปรียบเทียบในสมัยนั้นก็ถือว่าเป็นการพัฒนาไปสู่ยุคของการเขียนโปรแกรมแบบใหม่ คือใช้สัญลักษณ์แทนเลข 0 และ 1 ของภาษาเครื่อง ซึ่งสัญลักษณ์ที่ใช้จะเป็นคำสั่งสั้น ๆ ที่จะได้ง่าย เรียกว่า นิมนอนิกโคด (mnemonic code)

2.13.3 ภาษา Basic

คำว่า BASIC ย่อมาจากคำว่า Beginner's All-purpose Symbolic Instruction Code ซึ่งถูกคิดค้นโดย John George Kemeny และ Thomas Eugene Kurtz ตอนนั้นทั้งคู่ทำงานที่ Dartmouth College ในอเมริกา เมื่อปี ค.ศ. 1963 (พ.ศ. 2506) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ นักศึกษาที่ไม่มีพื้นฐานคอมฯ หรือคณิตศาสตร์ ได้ใช้เพื่อสั่งงานคอมพิวเตอร์เมนเฟรม (G.E.225) ได้ง่ายขึ้น โดยพัฒนามาจากภาษา FORTRAN II และภาษา ALGOL 60 รุ่นแรกของภาษาถูกเรียกว่า Dartmouth BASIC

กฎในการออกแบบตัวแปลภาษา BASIC ในยุคเริ่มต้น

1. ง่ายสำหรับผู้เริ่มต้นเขียนโปรแกรม
2. มีลักษณะภาษาแบบ general-purpose programming language หรือ domain-specific language (DSL) เหมือนภาษา C
3. สามารถเพิ่มความสามารถขั้นสูง สำหรับผู้เชี่ยวชาญได้
4. ทำงานร่วมกันได้ (interactive)
5. มี error messages ที่เข้าใจง่าย ไม่เชิงเทคนิค

6. ต้องทำงานอย่างรวดเร็วกับโปรแกรมขนาดเล็ก
7. ผู้ใช้ไม่ต้องเข้าใจเรื่องอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ (computer hardware)
8. ไม่ให้ผู้ใช้ติดต่อดโดยตรงกับระบบปฏิบัติการ (operating system)

2.13.4 ภาษา Pascal

ภาษาปาสกาล เป็นภาษาโปรแกรมที่ใช้กันอย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะในวงการศึกษา คิดค้นขึ้นโดย นิเคลาส์ แวร์ท (Niklaus Wirth) นักวิทยาการคอมพิวเตอร์ชาวสวิสเซอร์แลนด์ ในปี ค.ศ. 1970 เพื่อช่วยในการเรียนการสอนการเขียนโปรแกรมโครงสร้าง (structured programming) ภาษาปาสกาลนั้นพัฒนาขึ้นมาจาก ภาษาอัลกอล (Algol), และชื่อปาสกาลนั้น ตั้งเพื่อเป็นเกียรติแก่ แบลส ปาสกาล (Blaise Pascal) นอกเหนือจากภาษาปาสกาลแล้ว แวร์ทได้พัฒนา ภาษาโมดูลาทู (Modula-2) และ โอเบอรอน (Oberon) ซึ่งมีโครงสร้างคล้ายกับภาษาปาสกาล แต่สามารถรองรับการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ (object-oriented programming)

โปรแกรมภาษาปาสกาลทุกอัน จะเริ่มต้นด้วยคีย์เวิร์ด Program และส่วนของโค้ดจะอยู่ระหว่างคีย์เวิร์ด Begin และ End ภาษาปาสกาลนั้นไม่สนใจความแตกต่างระหว่างตัวพิมพ์ใหญ่และตัวพิมพ์เล็ก ("end" มีผลเท่ากับ "End"). เซมิโคลอน (;) ใช้เพื่อแบ่งคำสั่ง และ มหัพภาค(.) ใช้เมื่อจบโปรแกรม (หรือยูนิต)

ภาษาปาสกาลเป็นภาษาที่มีโครงสร้างที่ตายตัว เช่นการประกาศตัวแปร จะอยู่ระหว่าง Program กับ Begin โดยไม่สามารถไปประกาศที่อื่นได้เหมือนกับภาษา VB,C หรือภาษาอื่น ๆ ทำให้ผู้เรียนได้ทราบถึงขั้นตอนการเขียนโปรแกรมที่ถูกต้องเพื่อให้ง่ายต่อการตรวจสอบในภายหลัง

2.13.5 ภาษาจาวา

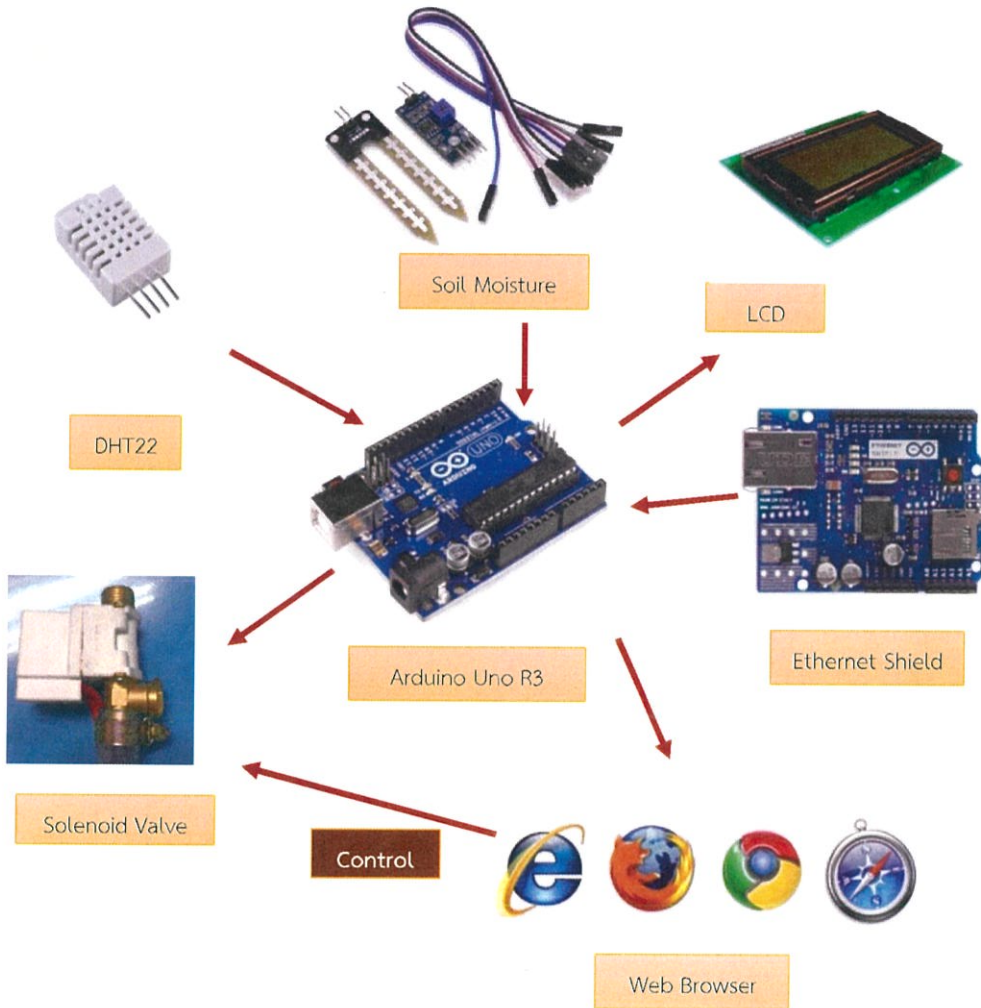
ภาษาจาวา (อังกฤษ: Java programming language) เป็นภาษาโปรแกรมเชิงวัตถุ (อังกฤษ: Object Oriented Programming) พัฒนาโดย เจมส์ กอสลิง และวิศวกรคนอื่นๆ ที่ ซัน ไมโครซิสเต็มส์ ภาษาจาวาถูกพัฒนาขึ้นในปี พ.ศ. 2534 (ค.ศ. 1991) โดยเป็นส่วนหนึ่งของ โครงการกรีน (the Green Project) และสำเร็จออกสู่สาธารณะในปี พ.ศ. 2538 (ค.ศ. 1995) ซึ่งภาษานี้มีจุดประสงค์เพื่อใช้แทนภาษาซีพลัสพลัส (C++) โดยรูปแบบที่เพิ่มเติมขึ้นคล้ายกับภาษาอ็อบเจกต์ทีฟซี (Objective-C) แต่เดิมภาษานี้เรียกว่า ภาษาโอ๊ก (Oak) ซึ่งตั้งชื่อตามต้นโอ๊กใกล้ที่ทำงานของ เจมส์ กอสลิง แต่ว่ามีปัญหาทางลิขสิทธิ์ จึงเปลี่ยนไปใช้ชื่อ "จาวา" ซึ่งเป็นชื่อกาแฟแทน

แม้ว่าจะมีชื่อคล้ายกัน แต่ภาษาจาวาไม่มีความเกี่ยวข้องใด ๆ กับภาษาจาวาสคริปต์ (JavaScript) ปัจจุบันมาตรฐานของภาษาจาวาดูแลโดย Java Community Process ซึ่งเป็นกระบวนการอย่างเป็นทางการ ที่อนุญาตให้ผู้สนใจเข้าร่วมกำหนดความสามารถในจาวาแพลตฟอร์มได้

บทที่ 3

การออกแบบและจำลอง

3.1 โครงสร้างของระบบ Module Sensor



รูปที่ 3.1 โครงสร้างของระบบ Module Sensor

จากรูปที่ 3.1 ได้แสดงถึงอุปกรณ์ต่างๆที่นำมาเชื่อมต่อกันภายในระบบ Module Sensor ซึ่งแต่ละอุปกรณ์จะทำหน้าที่ในการทำงานต่างกันไป โดยสามารถเขียนเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

1. เริ่มต้นจากการนำเซ็นเซอร์ 2 ชนิดไปวัดค่าต่างๆที่ต้องการซึ่งได้แก่

1.1 DHT22 ทำหน้าที่ในการวัดค่าอุณหภูมิและค่าความชื้นของอากาศ ซึ่งให้ค่าออกมาเป็นสัญญาณดิจิตอล

1.2 Soil Moisture Sensor ทำหน้าที่ในการวัดค่าความชื้นในดิน ซึ่งจะให้ค่าออกมาเป็นสัญญาณแอนาล็อก

2. จากนั้น นำข้อมูลที่เซ็นเซอร์วัดได้ส่งไปยังบอร์ดประมวลผล Arduino UNO R3 ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นหน่วยประมวลผลกลาง มีความสามารถในการจัดการข้อมูลและส่งผ่านข้อมูลไปยังอุปกรณ์ต่างๆที่เชื่อมต่อ

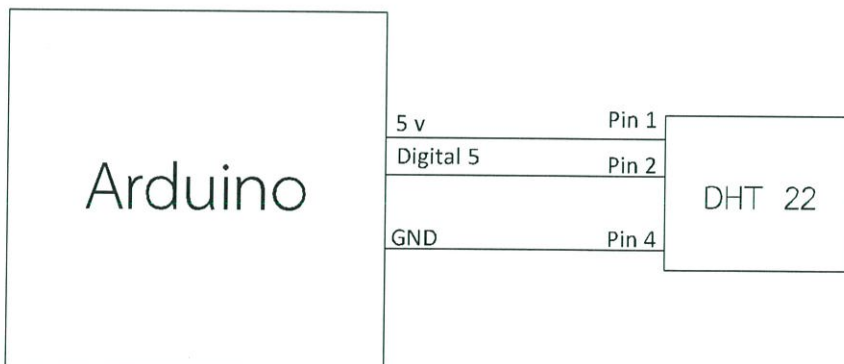
3. ข้อมูลที่ประมวลผลเสร็จแล้วจะถูกส่งไปแสดงผลที่จอ LCD 16x4

4. ข้อมูลเหล่านี้ยังสามารถถูกส่งไปยังผู้ใช้ได้อีกช่องทางหนึ่งคือการส่งผ่านระบบอินเทอร์เน็ต โดยจะใช้อุปกรณ์ที่ชื่อว่า Ethernet Shield ซึ่งอุปกรณ์นี้จะถูกเชื่อมต่ออยู่กับบอร์ด Arduino UNO R3 และทำหน้าที่เป็นตัวส่งข้อมูลจากบอร์ดArduinoขึ้นไปแสดงยังเว็บเบราว์เซอร์

3.2 การออกแบบฮาร์ดแวร์

ในส่วนของฮาร์ดแวร์ประกอบไปด้วย Arduino UNO R3 DHT22 soil moisture sensor Ethernet shield LCD 16x4 และ ซึ่ง Arduino UNO R3 ถูกเขียนโปรแกรมด้วยภาษา C เพื่อรับข้อมูลจาก DHT22 และ Soil moisture sensor จากนั้นจะนำข้อมูลที่นำมาแสดงอุณหภูมิและค่าความชื้นบนจอ LCD ในขณะเดียวกันข้อมูลก็จะถูกส่งไปยัง Web browser ผ่านทาง Ethernet Shield ซึ่งในส่วนของ Web browser นั้นสามารถที่จะควบคุมความชื้นและสั่งการเปิดเปิดโซลินอยด์วาล์วผ่านหน้า Web browser

3.2.1 วงจรวัดอุณหภูมิและความชื้นในอากาศ

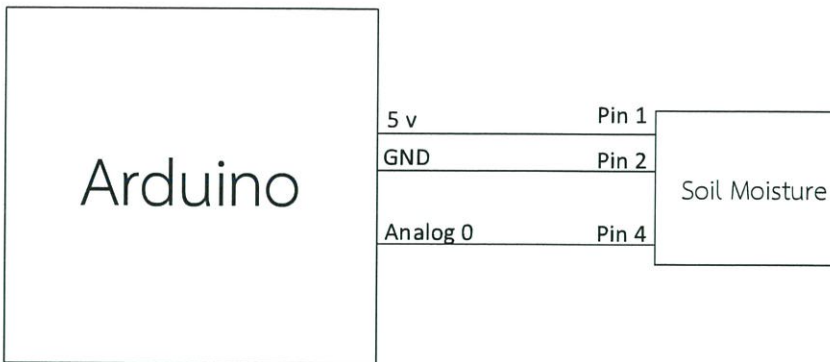


รูปที่ 3.2 การต่อวงจรของ DHT22 เข้ากับบอร์ด Arduino Uno R3

จากรูปที่ 3.2 จะเป็นการต่อ DHT22 เข้ากับบอร์ด Arduino Uno R3 โดยการต่อไฟเลี้ยงเข้าขาที่ 1 ต่อ Ground เข้าขาที่ 4 ของ DHT22 และต่อขาDATAของ DHT22 เข้ากับขา 7 ของบอร์ด Arduino Uno R3

3.2.2 วงจรวัดความชื้นในดิน

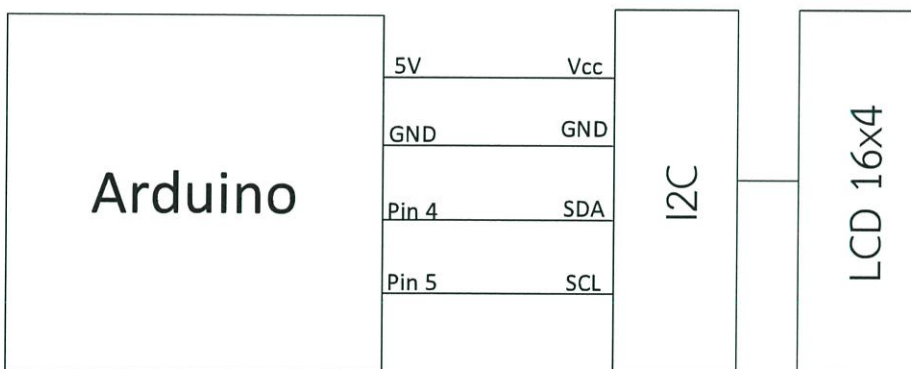
3.2.2 วงจรวัดความชื้นในดิน



รูปที่ 3.3 การต่อวงจรของ soil moisture sensor เข้ากับบอร์ด Arduino Uno R3

จากรูปที่ 3.3 เป็นการต่อ Soil Moisture Sensor เข้ากับบอร์ด Arduino Uno R3 โดยขาไฟเลี้ยง ขา GND ของ Sensor จะต่อเข้ากับ port AREF และ port GND ของบอร์ด Arduino Uno R3 ตามลำดับ และขาข้อมูลต่อเข้า port analog A0 ของบอร์ด Arduino Uno R3

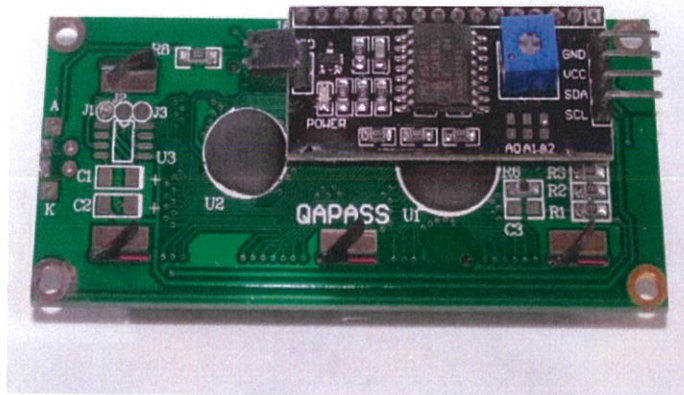
3.2.3 วงจรแสดงค่า LCD



รูปที่ 3.4 การต่อวงจรของ LCD เข้ากับบอร์ด Arduino Uno R3

จากรูปที่ 3.4 เป็นการต่อ LCD เข้ากับบอร์ด Arduino Uno R3 โดยขาไฟเลี้ยงของ LCD ต่อเข้ากับ ขาไฟเลี้ยง 5V ขา RW ต่อ port GND และขาที่เหลือของ LCD ต่อเข้า port Digital ของบอร์ด Arduino Uno R3

จอ LCD ปกติจะใช้สายไฟหลายเส้นในการต่อใช้งาน ทำให้บางครั้ง Arduino มีขามือพอที่จะควบคุมและยังทำให้การเดินสายต่อใช้งานไม่สะดวก มีวงจรแปลงสัญญาณสำหรับติดต่อจอ LCD แบบอินเทอร์เฟซ I2C ต่อแปลงการใช้สายไฟหลาย ๆ เส้น ให้เหลือสายไฟเพียง 2 เส้น ทำให้การเขียนโปรแกรมและการต่อวงจรทำได้ง่ายขึ้น เพียงแค่ใช้โมดูล LCD I2C ไปต่อกับจอ LCD



รูปที่ 3.5 รูปแสดงลักษณะการใช้งาน LCD I2C

3.2.4 การ Calibrate Sensor

DHT 22 : มีความถูกต้องและแม่นยำเมื่อเทียบกับตัวตรวจจับอุณหภูมิ

Soil Moisture : ทำการเปรียบเทียบค่าความชื้นที่ถูกต้องโดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

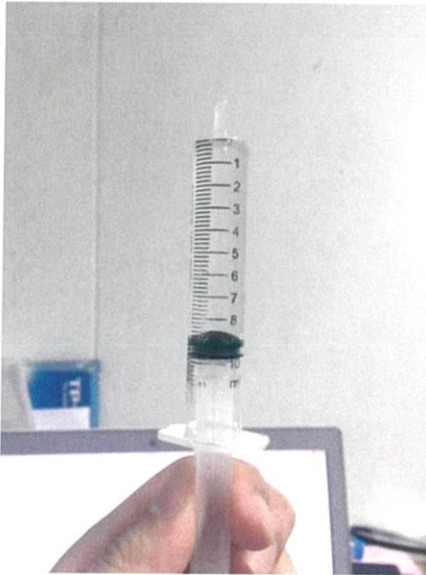
ข้อมูลพื้นฐานของดิน : น้ำที่ทำการเติมลงไปดินสามารถเติมได้ 45 % ของน้ำหนักดินซึ่งจะทำให้ค่าความชื้นในดินที่วัดได้มีค่าเป็น 100 % หากเติมน้ำลงไปมากกว่านี้จะทำให้ดินไม่สามารถอุ้มน้ำได้และจะมีน้ำนองในดิน

1. นำปริมาณดินมาจำนวน 200 กรัม
2. ทำการอบดินให้น้ำหนักของดินไม่ลดลงอีกแล้ว (ทดลองเหลือ 190 กรัม)
3. ทำการเติมดินลงไปเรื่อยๆแล้วอบจนกว่าเหลือดินบริสุทธิ์ 200 กรัม
4. ทำการเติมน้ำ ครั้งละ 9 มิลลิลิตร จนถึง 90 มิลลิลิตร (45 % ของน้ำหนักดิน) ทำการบันทึกค่าของความชื้นในดินแต่ละครั้ง
5. เมื่อทำการเติมน้ำลงไป 90 มิลลิลิตร พบว่า ค่าต่ำสุดของเซ็นเซอร์ที่อ่านได้เป็น 270
6. ค่าสูงสุดของเซ็นเซอร์เป็น 4.700 โวลต์และค่าต่ำสุดของเซ็นเซอร์เป็น 1.330โวลต์
7. จะทำการแปลงค่าความชื้นให้เป็นเปอร์เซ็นต์
8. ทำการเติมน้ำครั้งละ 9 มิลลิลิตร จนถึง 90 มิลลิลิตร (45 % ของน้ำหนักดิน) ทำการบันทึกค่าของความชื้นในดินแต่ละครั้งเป็น %RH

ตารางที่ 3.1 แสดงการทดลองวัดค่าความชื้นกับแรงดันไฟฟ้าที่วัดได้

ตารางที่ 3.1 แสดงการทดลองวัดค่าความชื้นกับแรงดันไฟฟ้าที่วัดได้

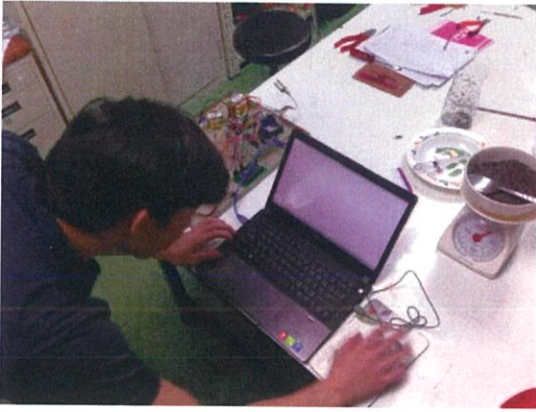
ปริมาณน้ำที่เติม (มิลลิลิตร)	ค่าความชื้น(%RH)	แรงดันไฟฟ้า(โวลต์)
0 ml	0	4.700
9 ml	10	4.163
18 ml	20	3.826
27 ml	30	3.499
36 ml	40	3.252
45 ml	50	2.801
54 ml	60	2.508
63 ml	70	2.341
72 ml	80	1.904
81 ml	90	1.567
90 ml	100	1.330



(ก)



(ข)



(ค)

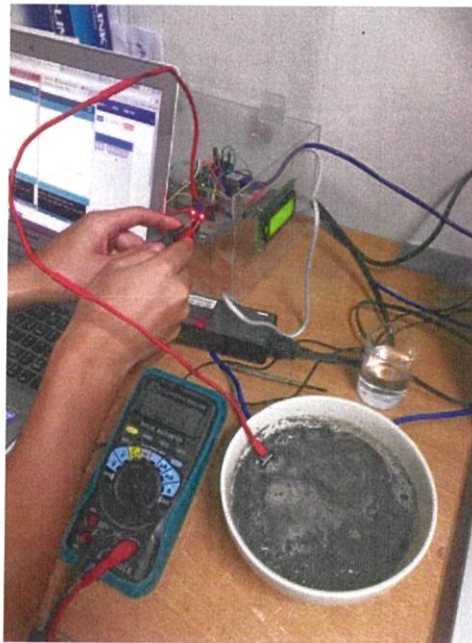


(ง)

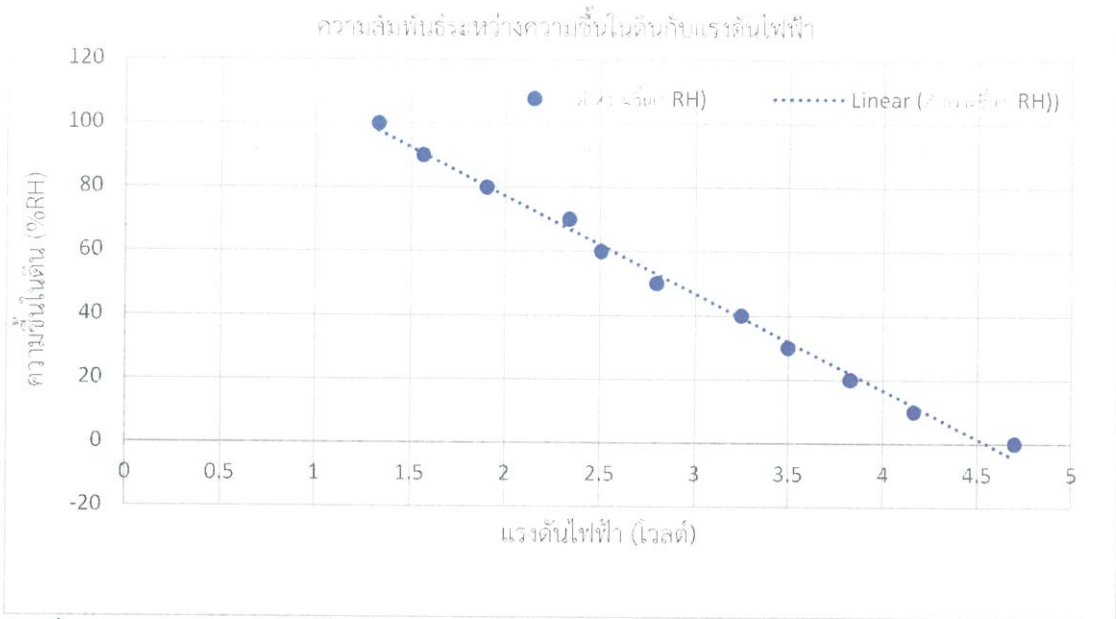
รูปที่ 3.6 ขั้นตอนการคาลิเบรชันเซอร์วัดความชื้นดิน (ก)น้ำปริมาตร 9 มิลลิลิตร (ข)เตรียมดินที่ 200 กรัม (ค)เบิร์นโค้ดลงบนArduino (ง)เติมน้ำที่ละ 9 มิลลิลิตร เพื่อเป็นการเพิ่มความชื้นของดิน

3.2.5 การหาค่าความชื้นในดินที่ความชื้นต่างๆเทียบกับแรงดันไฟฟ้า

การหาค่าความชื้นในดินที่ความชื้นต่างๆเทียบกับแรงดันไฟฟ้าได้นำค่าที่ได้จากการทดลองตารางที่ 3.1 มาสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันไฟฟ้าจากเซ็นเซอร์ กับความชื้นในดินได้ตามรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 การวัดความชื้นดินเทียบกับแรงดันไฟฟ้า

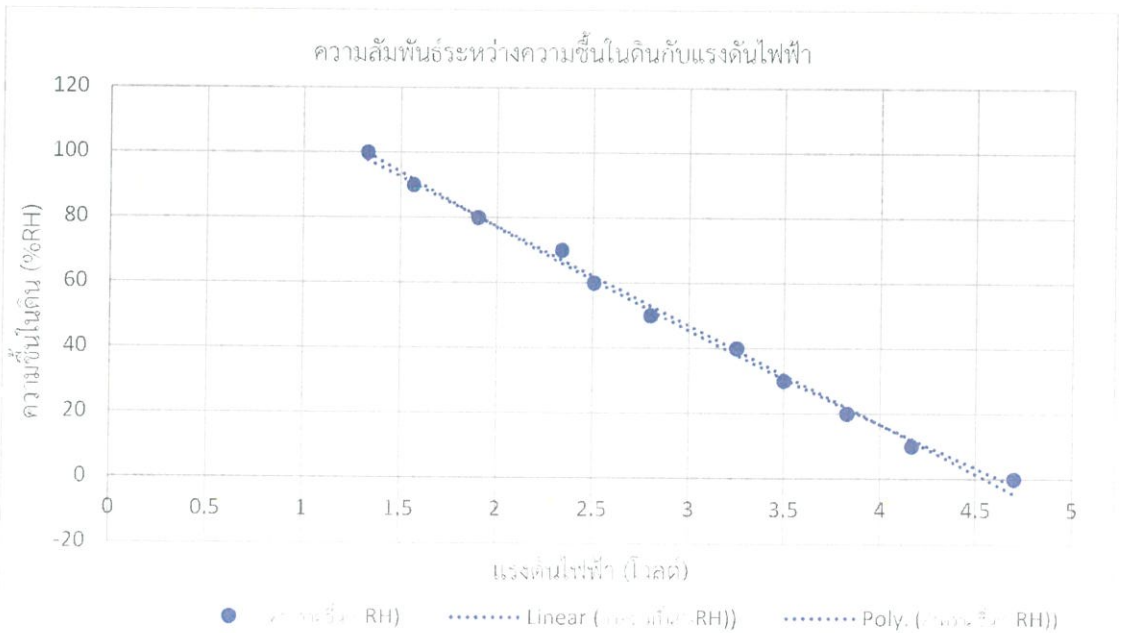


รูปที่ 3.8 จากกราฟจะได้สมการความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันไฟฟ้าจากเซ็นเซอร์กับความชื้นในดินดินแบบสมการเชิงเส้น

$$\%RH = -30.41V - 137.79 \tag{3.1}$$

โดยที่ %RH = ความชื้นดิน (%)

V = ค่าความต่างศักย์ (V)



รูปที่ 3.9 จากกราฟจะได้สมการความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันไฟฟ้าจากเซ็นเซอร์กับความชื้นในดินดินแบบสมการโพลิโนเมียลกำลัง 2

$$\%RH = 2.273(V)^2 + 43.38(V) + 148.93 \quad (3.2)$$

โดยที่ $\%RH =$ ความชื้นดิน (%)
 $V =$ ค่าความต่างศักย์ (V)

จากการประมาณค่าในช่วงกำลังสองโดยใช้วิธีนิวตันราฟสัน

$$f(X) = C_0 + C_1(X - X_0) + C_2(X - X_0)(X - X_1) \quad (3.3)$$

โดยที่ $C_0 = f(X_0)$, $C_1 = \frac{f(X_1) - f(X_0)}{X_1 - X_0}$, $C_2 = \frac{\frac{f(X_2) - f(X_1) - f(X_1) - f(X_0)}{X_2 - X_1} - \frac{f(X_1) - f(X_0)}{X_1 - X_0}}{X_2 - X_0}$

จากการทดลองสามารถหาสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันไฟฟ้ากับความชื้นในดินได้ดังสมการที่ 3.1 และ 3.2 เพื่อหาค่าความชื้นในดินผลที่ออกมาคือสมการที่ 3.2 มีค่าความชื้นในดินใกล้เคียงกับการทดลองมากกว่าสมการที่ 3.1 ดังนั้นจึงนำสมการที่ 3.2 มาใช้ในการเขียนฟังก์ชันสำหรับแปลงค่าจากแรงดันไฟฟ้าเป็นความชื้นในดินดังรูปที่ 3.8

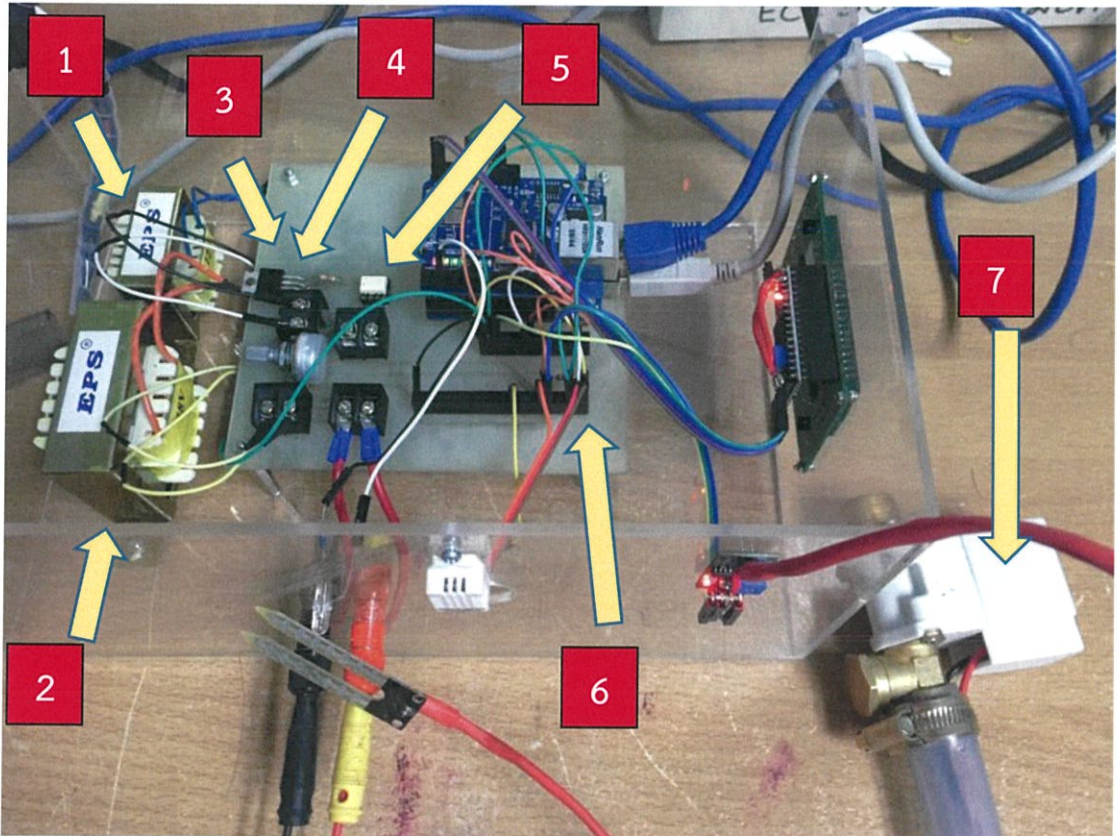
```
sensorValue = %RH = (2.273(pow(2,V)))+(43.38*V)+148.93;
soil = map(sensorValue, 270, 1023, 100, 0);
```

```
Serial.print(dht.getStatusString());
Serial.print("\t\t\t\t");
Serial.print(humidity, 1);
const char *str = "Humidity: ";
```

$$\%RH = 2.273(V)^2 + 43.38(V) + 148.93$$

รูปที่ 3.10 ฟังก์ชันสำหรับแปลงค่าจากแรงดันไฟฟ้าเป็นความชื้นในดิน

3.2.5 วงจรควบคุมโซลินอยด์วาล์ว (Control Solenoid Valve Circuit)



รูปที่ 3.11 วงจรควบคุมการทำงานของโซลินอยด์วาล์ว

หมายเลข 1 หม้อแปลงแรงดัน 220/12

หมายเลข 2 หม้อแปลงแรงดัน 220/18

หมายเลข 3 วงจรไฟเลี้ยง(อยู่ใต้บอร์ด)

หมายเลข 4 มอสเฟต ไออาร์เอฟ510

หมายเลข 5 Opto TLP250

หมายเลข 6 ช่องรับสัญญาณจากบอร์ด Arduino

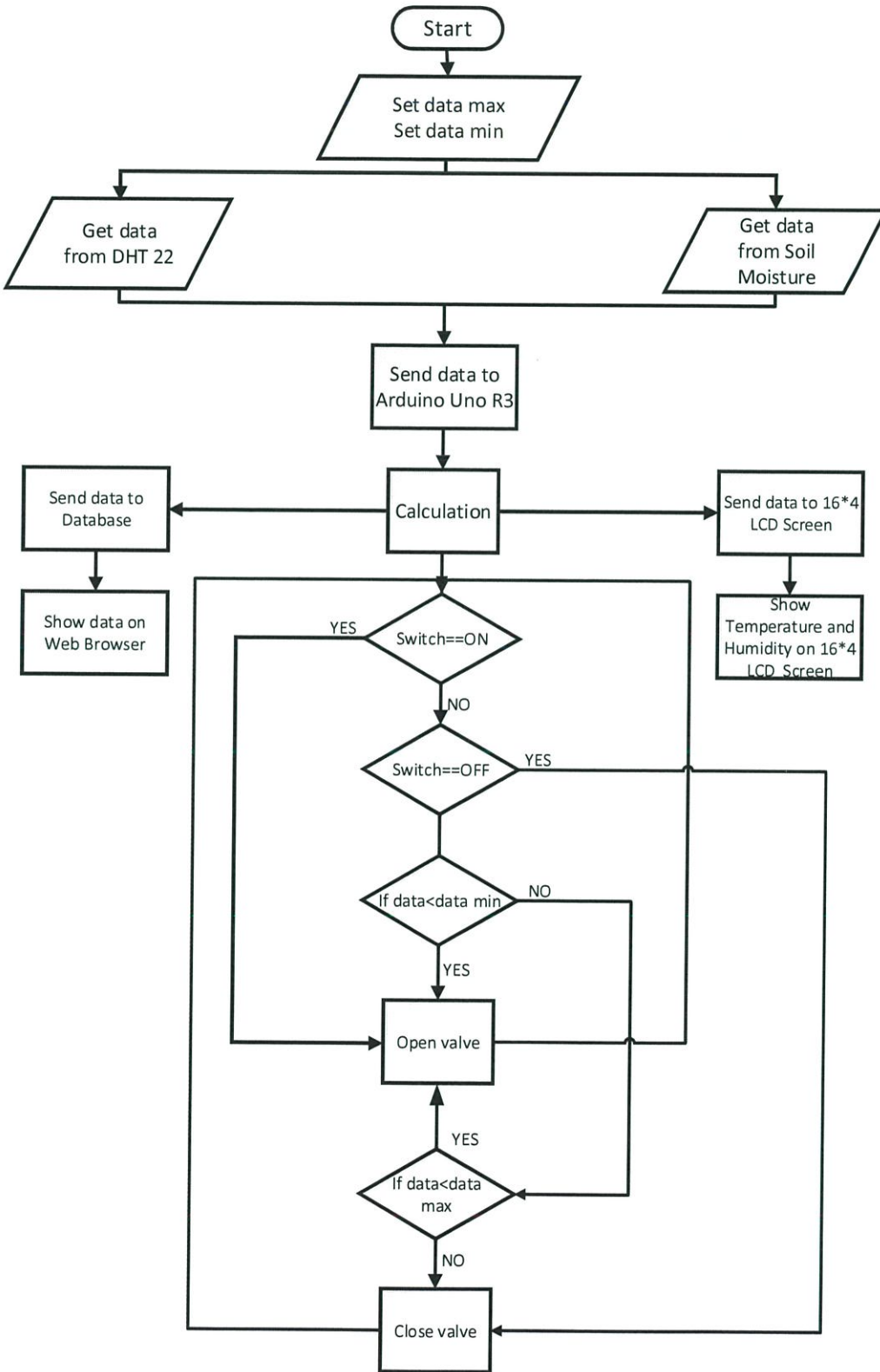
หมายเลข 7 โซลินอยด์วาล์ว

ช่องรับสัญญาณจากบอร์ด Arduino รับสัญญาณมาจากบอร์ด Arduino ถ้าสัญญาณเป็น Low จะไม่มีสัญญาณเข้าขา เกท ของ มอสเฟต ไออาร์เอฟ510 แต่ถ้าสัญญาณเป็น High จะมีสัญญาณเข้าขา เกท ของ มอสเฟต ไออาร์เอฟ510 เมื่อมีสัญญาณเข้าขา เกท ของ มอสเฟต ไออาร์เอฟ510 ก็จะทำให้มีกระแสไหลจากขา เดรน ไปขา ซอร์ส ซึ่งกระแสก็จะไปเข้า โซลินอยด์วาล์ว เพื่อทำการเปิดลิ้น valve ให้น้ำรดน้ำต้นไม้

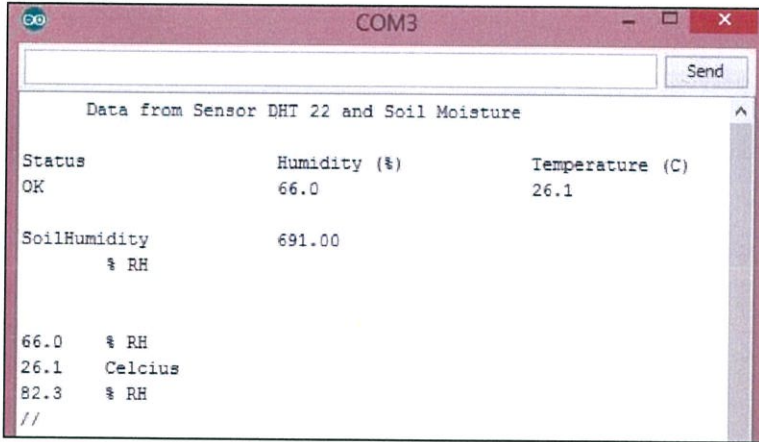
3.3 การออกแบบซอฟต์แวร์

3.3.1 code ที่ใช้ในการรับค่าควบคุมและแสดงผล

ใช้โปรแกรม Arduino IDE ในการเขียนโปรแกรมมีลำดับการทำงานดังนี้



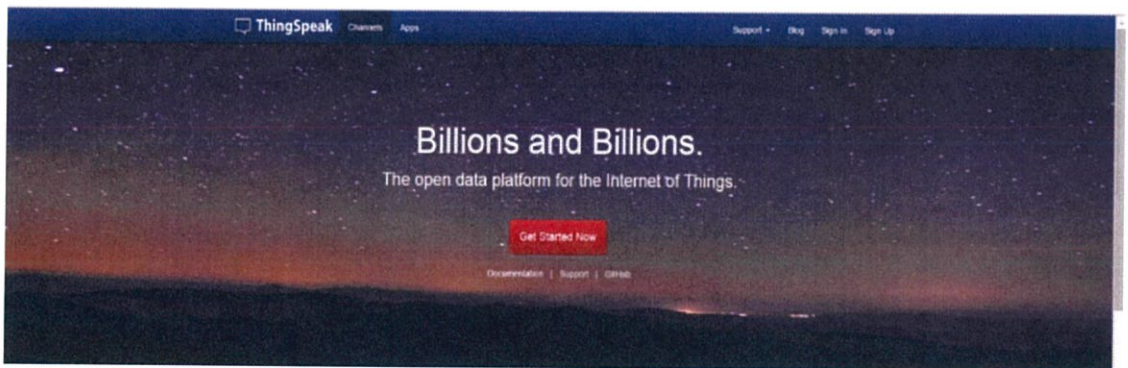
รูปที่ 3.12 แผนภูมิแสดงขั้นตอนการทำงานของ Module Sensor



รูปที่ 3.13 แสดงผลผ่านหน้าจอ Arduino IDE

3.3.2 ส่วนที่ติดต่อกับฐานข้อมูล (Database)

เก็บค่าที่ได้รับจากเซ็นเซอร์ไว้ที่ www.thingspeak.com



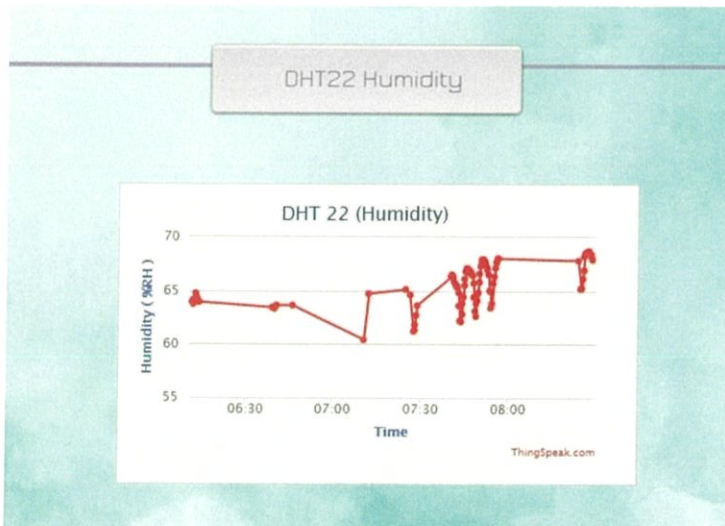
รูปที่ 3.14 แสดงหน้าเว็บของฐานข้อมูล

3.3.3 ส่วนแสดงผล Web Browser

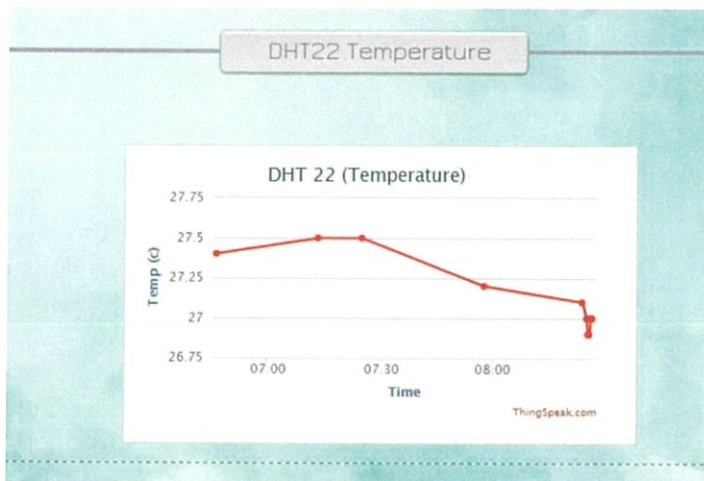
เป็นการแสดงผลผ่านลิงค์ <http://bababamee.wix.com/project> ที่รับฐานข้อมูลมาจาก www.thingspeak.com



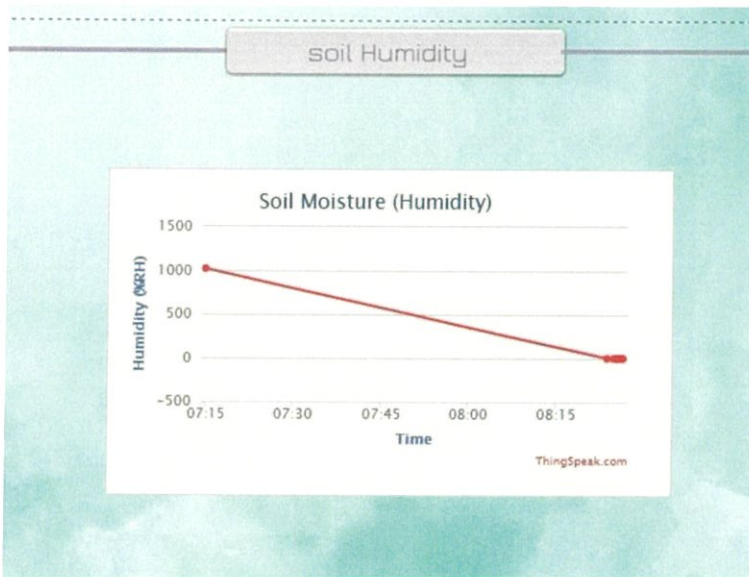
รูปที่ 3.15 หน้าเว็บที่แสดงผลของข้อมูล



รูปที่ 3.16 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่าความชื้น Soil moisture กับ เวลาที่เปลี่ยนแปลงไป



รูปที่ 3.17 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่าอุณหภูมิ DHT 22 กับ เวลาที่เปลี่ยนแปลงไป



รูปที่ 3.18 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่าความชื้น DHT 22 กับ เวลาที่เปลี่ยนแปลงไป

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 การทดลองการทำงานของ Soil moisture

ทดลองเก็บผลค่าความชื้นในดินที่วัดได้จาก Soil Moisture Sensor โดยนำมาเปรียบเทียบกับค่าความชื้นที่คำนวณได้จากทางทฤษฎี โดยเพิ่มค่าความชื้นที่ละ 10%RH ในปริมาณดิน 200 กรัม เพื่อดูค่าความถูกต้องและค่าความเที่ยงตรงของเครื่องมือ

(ก) การคำนวณค่าความถูกต้องของ Soil Moisture Sensor แสดงได้จาก จากสมการด้านล่าง

$$\text{ความผิดพลาดสัมพัทธ์ (relative error)} = \frac{(\text{ค่าที่วัดได้}-\text{ค่าที่แท้จริง}) \times 100}{\text{ค่าที่แท้จริง}} \quad (4.1)$$

$$\text{ความถูกต้องสัมพัทธ์ (relative accuracy)} = \frac{\text{ค่าเฉลี่ยที่ได้} \times 100}{\text{ค่าที่แท้จริง}} \quad (4.2)$$

(ข) การคำนวณค่าความเที่ยงตรงของ Soil Moisture Sensor แสดงเป็นค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ ดังแสดงได้จากสมการด้านล่าง

$$\% \text{ RSD} = \frac{SD \times 100}{\bar{X}} \quad (4.3)$$

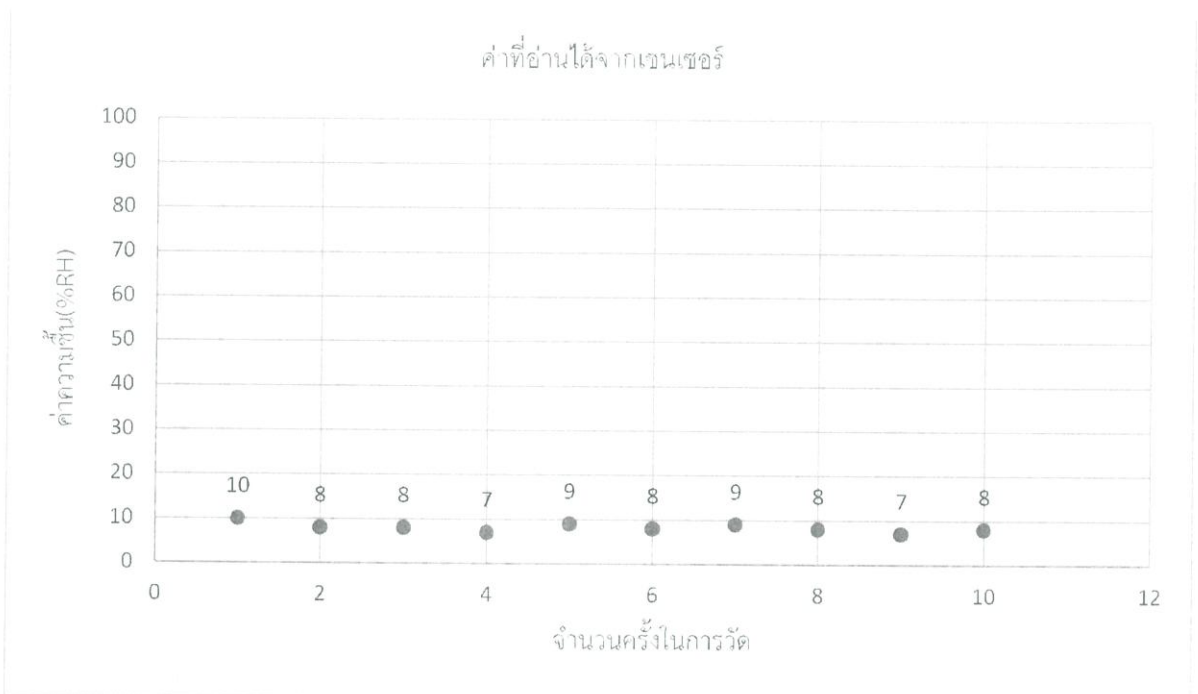
$$SD = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (4.4)$$

โดยที่
%RSD=ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์
SD=ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
 \bar{X} =ค่าเฉลี่ยของข้อมูลทั้งหมด
 X_i =ค่าที่วัดได้แต่ละครั้ง
n=จำนวนทั้งหมดของข้อมูล

4.1.1 ความชื้นดิน = 10%RH

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของ Soil Moisture Sensor (10% RH)

จำนวนครั้งในการวัด	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	เฉลี่ย
ค่าที่อ่านได้จากเซ็นเซอร์	10	8	8	7	9	8	9	8	7	8	8.2
ความแตกต่าง (% RH)	0	2	2	3	1	2	1	2	3	2	1.8
% ความคลาดเคลื่อน	0	20	20	30	10	20	10	20	30	20	18



รูปที่ 4.1 กราฟแสดงการวัดความชื้นที่ 10%RH

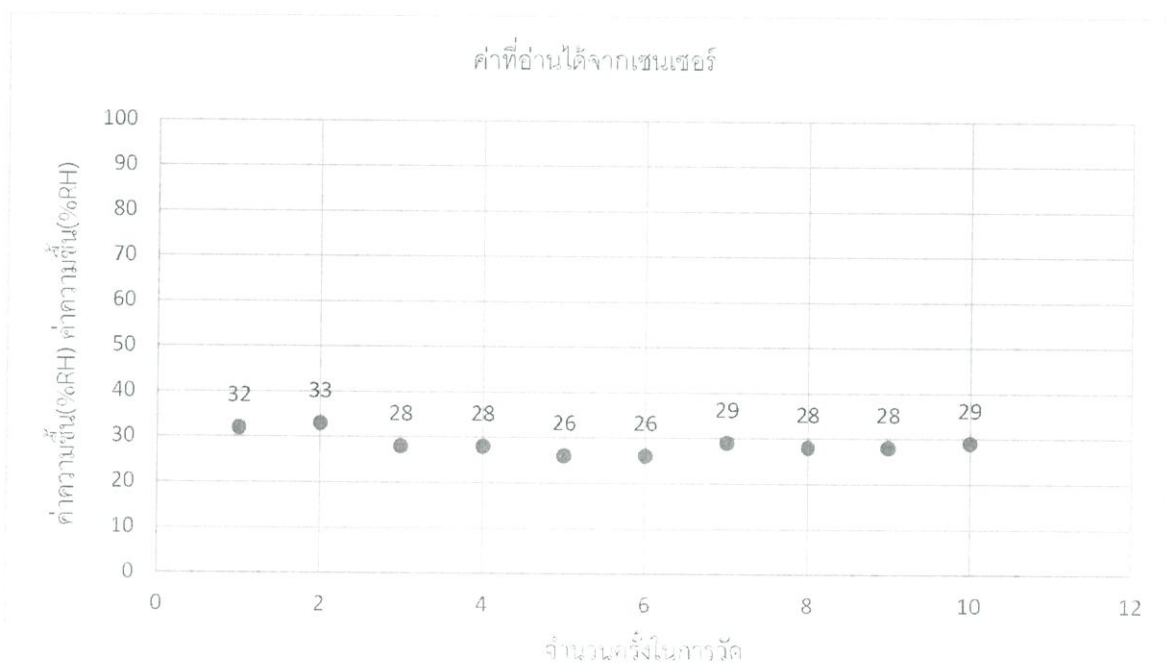
จากสมการ 4.4 ข้อมูลที่ได้จะมีค่าการกระจายของข้อมูล(SD) =2.1081

จากสมการที่ 4.3 ดังนั้นข้อมูลที่ได้จะมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ (%RSD)=25.7095%

4.1.2 ความชื้นดิน = 30%RH

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของ Soil Moisture Sensor (30% RH)

จำนวนครั้ง ในการวัด	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	เฉลี่ย
ค่าที่อ่านได้ จาก เซ็นเซอร์	32	33	28	28	26	26	29	28	28	29	28.7
ความ แตกต่าง (% RH)	2	3	2	2	4	4	1	2	2	1	1.3
% ความคลาด เคลื่อน	6.67	10	6.67	6.67	13.33	13.33	3.33	6.67	6.67	3.33	4.33



รูปที่ 4.2 กราฟแสดงการวัดความชื้นที่ 30%RH

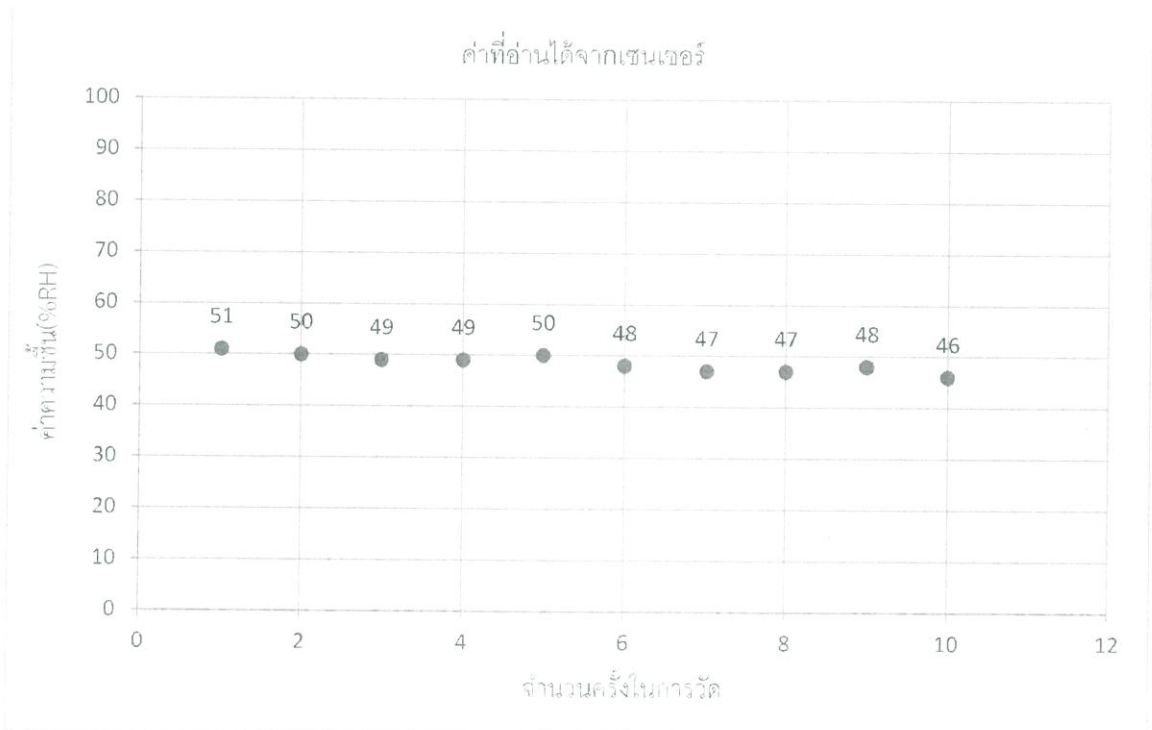
จากสมการ 4.4 ข้อมูลที่ได้จะมีค่าการกระจายของข้อมูล(SD) = 2.6457

จากสมการที่ 4.3 ข้อมูลที่ได้จะมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์(%RSD)= 9.2186%

4.1.3 ความชื้นดิน = 50%RH

ตารางที่ 4.3 แสดงค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของ Soil Moisture Sensor (50% RH)

จำนวนครั้งในการวัด	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	เฉลี่ย
ค่าที่อ่านได้จากเซ็นเซอร์	51	50	49	49	50	48	47	47	48	46	48.5
ความแตกต่าง (% RH)	1	0	1	1	0	2	3	3	2	4	1.5
% ความคลาดเคลื่อน	2	0	2	2	0	4	6	6	4	8	3



รูปที่ 4.3 กราฟแสดงการวัดความชื้นที่ 50%RH

จากสมการ 4.4 ข้อมูลที่ได้จะมีค่าการกระจายของข้อมูล(SD) = 2.2360

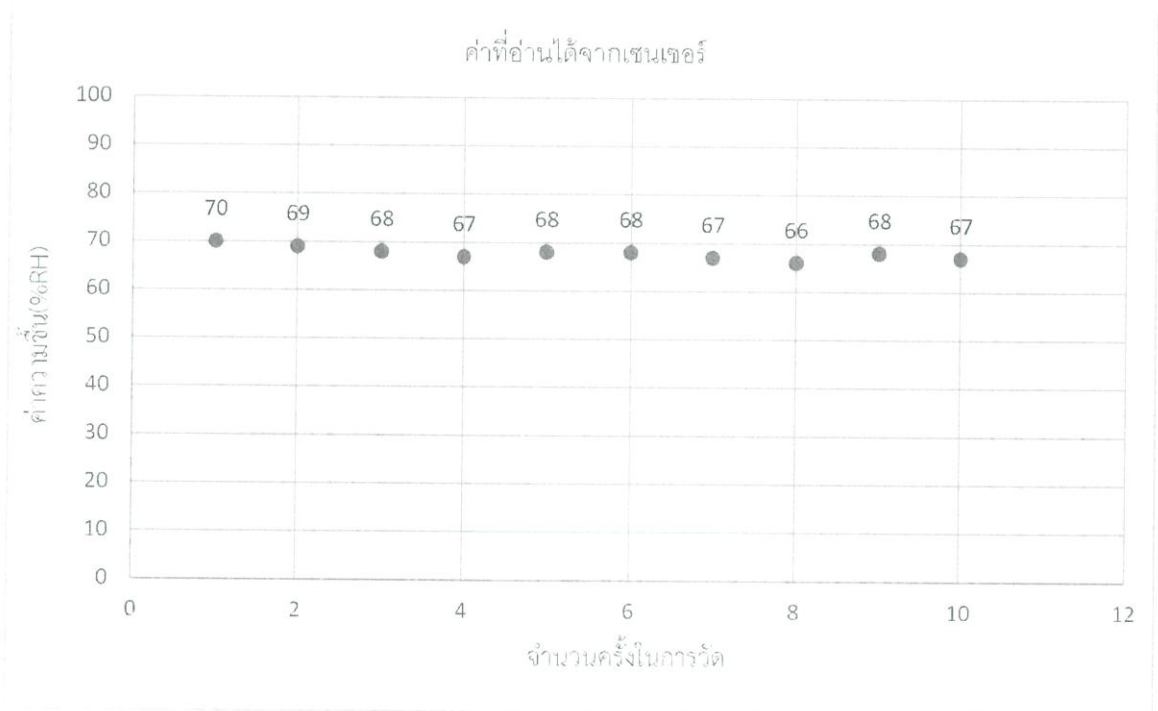
จากสมการที่ 4.3 ดังนั้นข้อมูลที่ได้จะมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์

(%RSD)= 4.6104%

4.1.4 ความชื้นดิน = 70%RH

ตารางที่ 4.4แสดงค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของ Soil Moisture Sensor (70% RH)

จำนวนครั้งในการวัด	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	เฉลี่ย
ค่าที่อ่านได้จากเซ็นเซอร์	70	69	68	67	68	68	67	66	68	67	67.8
ความแตกต่าง (% RH)	0	1	2	3	2	2	3	4	2	3	2.2
% ความคลาดเคลื่อน	0	1.43	2.85	4.28	2.85	2.85	4.28	5.72	2.85	4.28	3.14



รูปที่ 4.4 กราฟแสดงการวัดความชื้นที่ 70%RH

จากสมการ 4.4 ข้อมูลที่ได้จะมีค่าการกระจายของข้อมูล(SD) = 2.5819

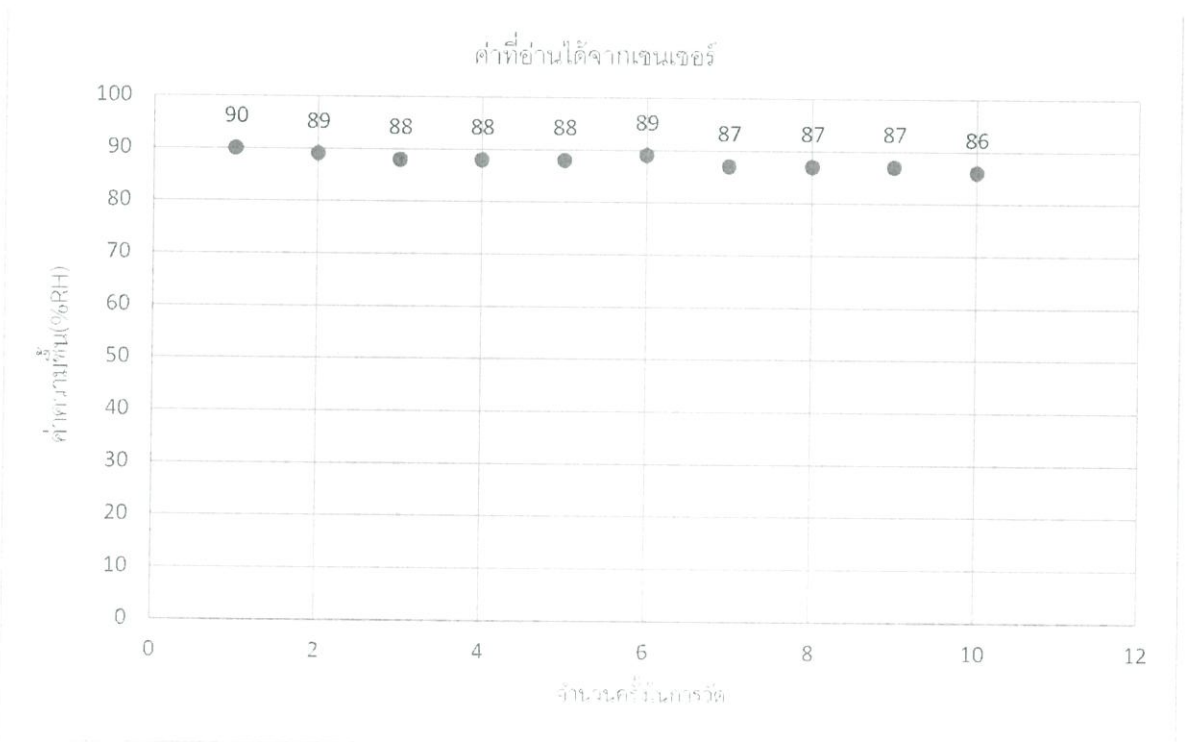
จากสมการที่ 4.3 ดังนั้นข้อมูลที่ได้จะมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์(%RSD)=

3.8082%

4.1.5 ความชื้นดิน = 90%RH

ตารางที่ 4.5 แสดงค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของ Soil Moisture Sensor (90% RH)

จำนวนครั้งในการวัด	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	เฉลี่ย
ค่าที่อ่านได้จากเซ็นเซอร์	90	89	88	88	88	89	87	87	87	86	87.9
ความแตกต่าง (% RH)	0	1	2	2	2	1	3	3	3	4	2.1
% ความคลาดเคลื่อน	0	1.11	2.22	2.22	2.22	1.11	3.33	3.33	3.33	4.44	2.33



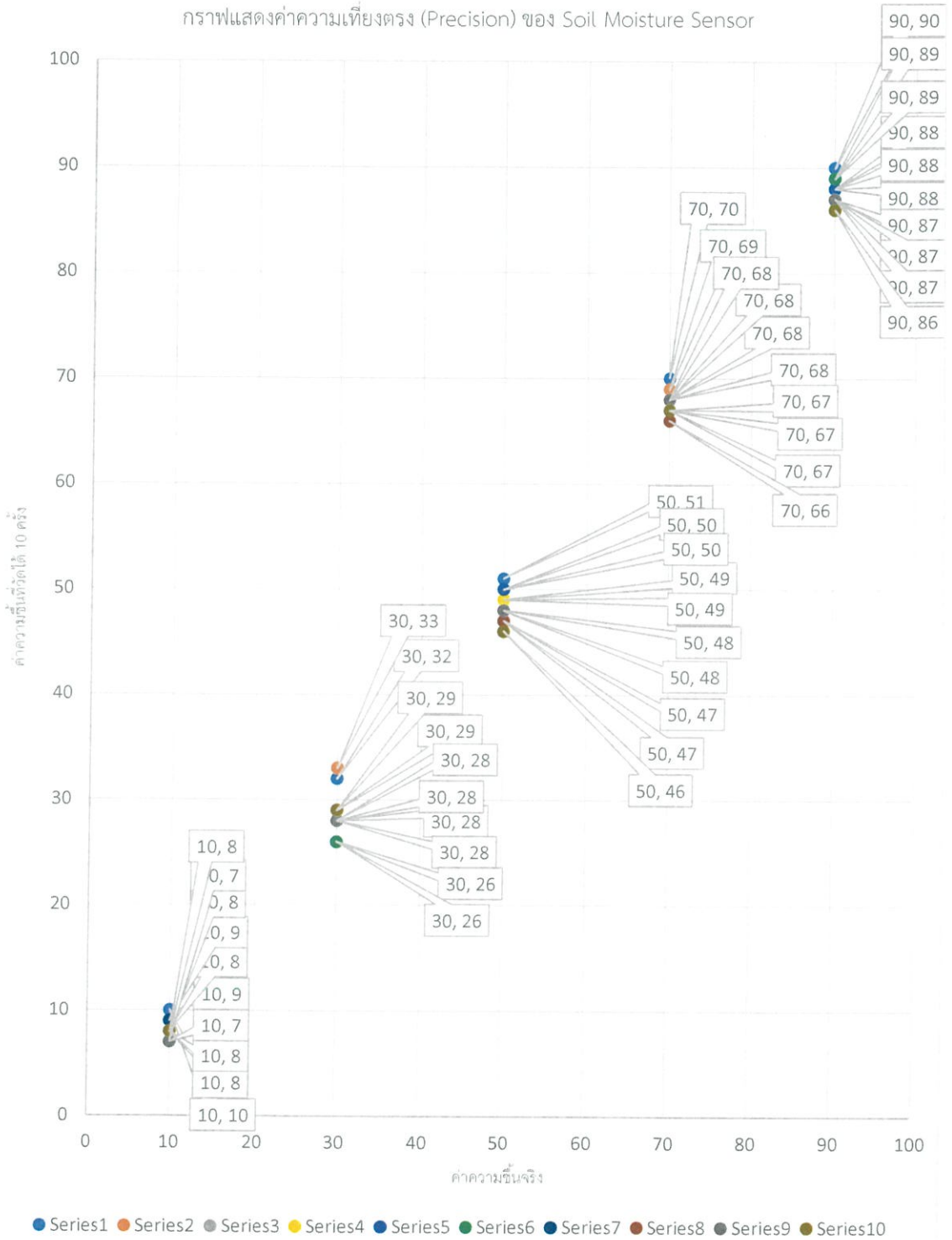
รูปที่ 4.5 กราฟแสดงการวัดความชื้นที่ 90%RH

จากสมการ 4.4 ข้อมูลที่ได้จะมีค่าการกระจายของข้อมูล(SD) = 2.5166

จากสมการที่ 4.3 ดังนั้นข้อมูลที่ได้จะมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์(%RSD)=

2.8630%

กราฟแสดงค่าความเที่ยงตรง (Precision) ของ Soil Moisture Sensor



รูปที่ 4.6 กราฟแสดงค่าความเที่ยงตรง (Precision) ของ Soil Moisture Sensor

จากการทดลองพบว่าที่ค่าความชื้นในดิน ต่ำกว่า 20 % RH จะมีค่าความคลาดเคลื่อนสูงมาก เพราะในช่วงนี้เป็นช่วงแรกของการเติมน้ำลงในดินอาจทำให้น้ำยังแพร่กระจายเข้าไปไม่ทั่วทั้งหมดของดิน

ปัจจัยของความคลื่อนทั้งหมดอาจเกิดขึ้นได้จาก

1. การเติมน้ำเข้าไปในดินยังไม่สามารถวัดได้ทันที ต้องมีการคลุกให้น้ำกับดินเข้ากัน แต่ขณะทำการวัดยังคงคลุกดินไม่พอ
2. แรงในการอัดดินแต่ละครั้งมีปริมาณไม่เท่ากัน
3. ในดินอาจมีส่วนประกอบอื่นปะปน เช่น หิน กรวด

4.2 การทดลองการทำงานของ DHT22

เราจะทำการวัดความชื้นและอุณหภูมิของอากาศ โดยจะวัดจากเครื่องมือ 2 ชนิด คือ Fluk 971 กับ DHT22 ซึ่งจะทำการวัดทั้งบริเวณในร่มและบริเวณกลางแจ้ง แล้วจะนำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบกัน ดูค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนและค่าความเที่ยงตรงของเครื่องมือวัดโดยยึดค่าที่ได้จากเครื่องมือ Fluk 971 เป็นค่ามาตรฐาน



รูปที่ 4.7 ค่าที่ได้จากการทดลองเครื่อง Fluk 971 กับ DHT22 (ในร่ม)

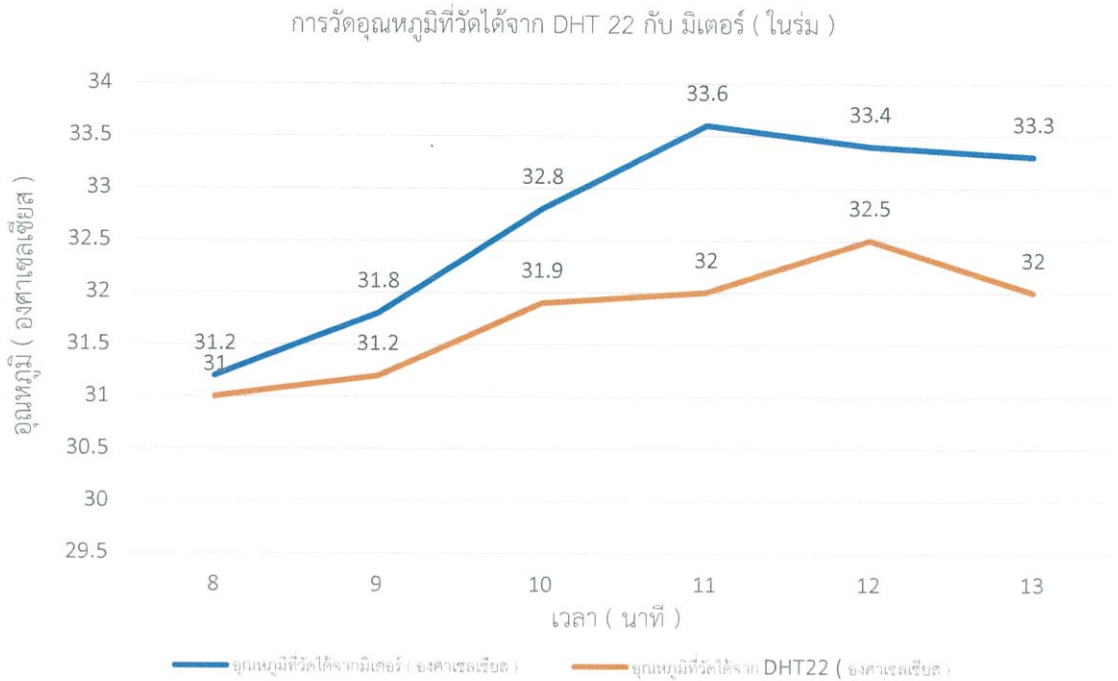


รูปที่ 4.8 ค่าที่ได้จากการทดลองเครื่อง Fluk 971 กับ DHT22 (กลางแดด)

4.2.1 การทดลองการวัดอุณหภูมิของ DHT22 (ในร่ม)

ตารางที่ 4.6 แสดงการวัดอุณหภูมิของ DHT22 (ในร่ม)

เวลา (นาที)	อุณหภูมิที่วัดได้ จากมิเตอร์ (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิที่วัดได้ จาก DHT22 (องศาเซลเซียส)	ค่าความแตกต่าง (องศาเซลเซียส)	ค่าความคาด เคลื่อน (%)
8.00	31.2	30	1.2	3.84
9.00	31.8	30.2	1.6	5.03
10.00	32.8	30.9	1.9	5.79
11.00	33.6	32	1.6	4.76
12.00	33.4	32.5	0.9	2.69
13.00	33.3	32	1.3	3.90
14.00	33.1	32	1.1	3.32
15.00	32.9	31.5	1.4	4.25
16.00	33	31.5	1.5	4.54

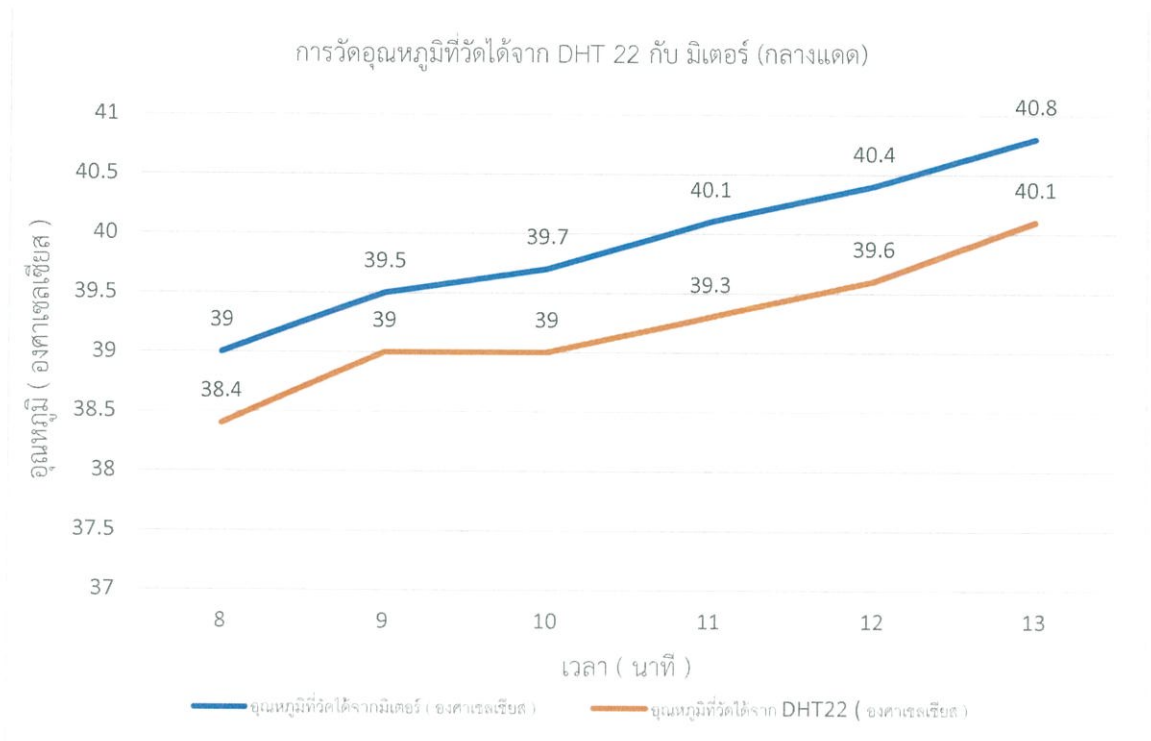


รูปที่ 4.9 กราฟแสดงค่าอุณหภูมิที่วัดได้จาก DHT 22 กับ มิเตอร์ (ในร่ม)

4.2.2 การทดลองการวัดอุณหภูมิของ DHT22 (กลางแดด)

ตารางที่ 4.7 แสดงการวัดอุณหภูมิของ DHT22 (กลางแดด)

เวลา (นาที)	อุณหภูมิที่วัดได้จากมิเตอร์ (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิที่วัดได้จาก DHT22 (องศาเซลเซียส)	ค่าความแตกต่าง (องศาเซลเซียส)	ค่าความคลาดเคลื่อน (%)
8.00	39	38.4	0.5	1.28
9.00	39.5	39.0	0.6	1.52
10.00	39.7	39.0	0.7	1.76
11.00	40.1	39.3	0.8	1.99
12.00	40.4	39.6	0.8	1.98
13.00	40.8	40.1	0.7	1.71
14.00	41.1	40.5	0.6	1.45
15.00	39.8	38.8	1	2.51
16.00	39.2	38.5	0.7	1.78

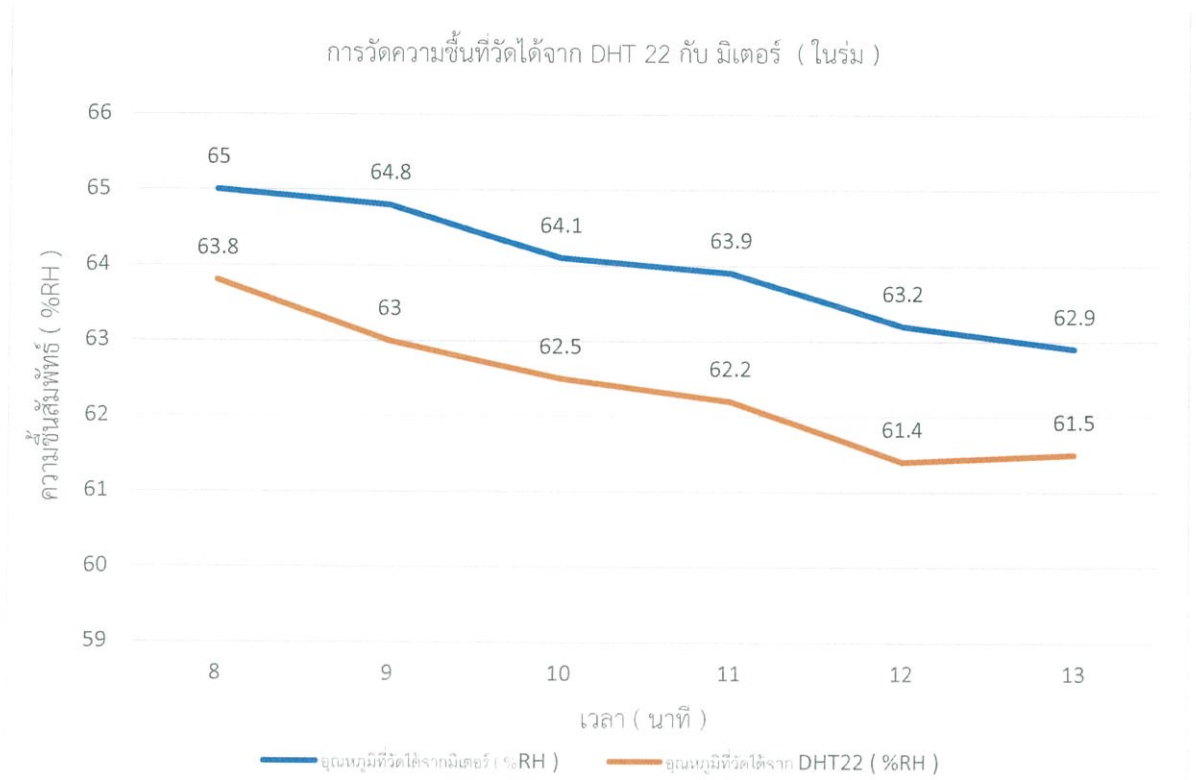


รูปที่ 4.10 กราฟแสดงค่าอุณหภูมิที่วัดได้จาก DHT 22 กับ มิเตอร์ (กลางแดด)

4.2.3 การทดลองการวัดความชื้นของ DHT22 (ในร่ม)

ตารางที่ 4.8 แสดงการวัดความชื้นของ DHT22 (ในร่ม)

เวลา (นาที)	ความชื้นที่วัดได้จากมิเตอร์ (%RH)	ความชื้นที่วัดได้จาก DHT22 (%RH)	ค่าความแตกต่าง (%RH)	ค่าความคลาดเคลื่อน (%)
8.00	65	63.8	1.2	1.84
9.00	64.8	63.0	1.8	2.77
10.00	64.1	62.5	1.4	2.18
11.00	63.9	62.2	1.7	2.66
12.00	63.2	61.4	1.8	2.84
13.00	62.9	61.5	1.4	2.22
14.00	63.1	62.6	1.5	2.37
15.00	63.4	62.0	1.4	2.17
16.00	63.8	62.6	1.2	1.88

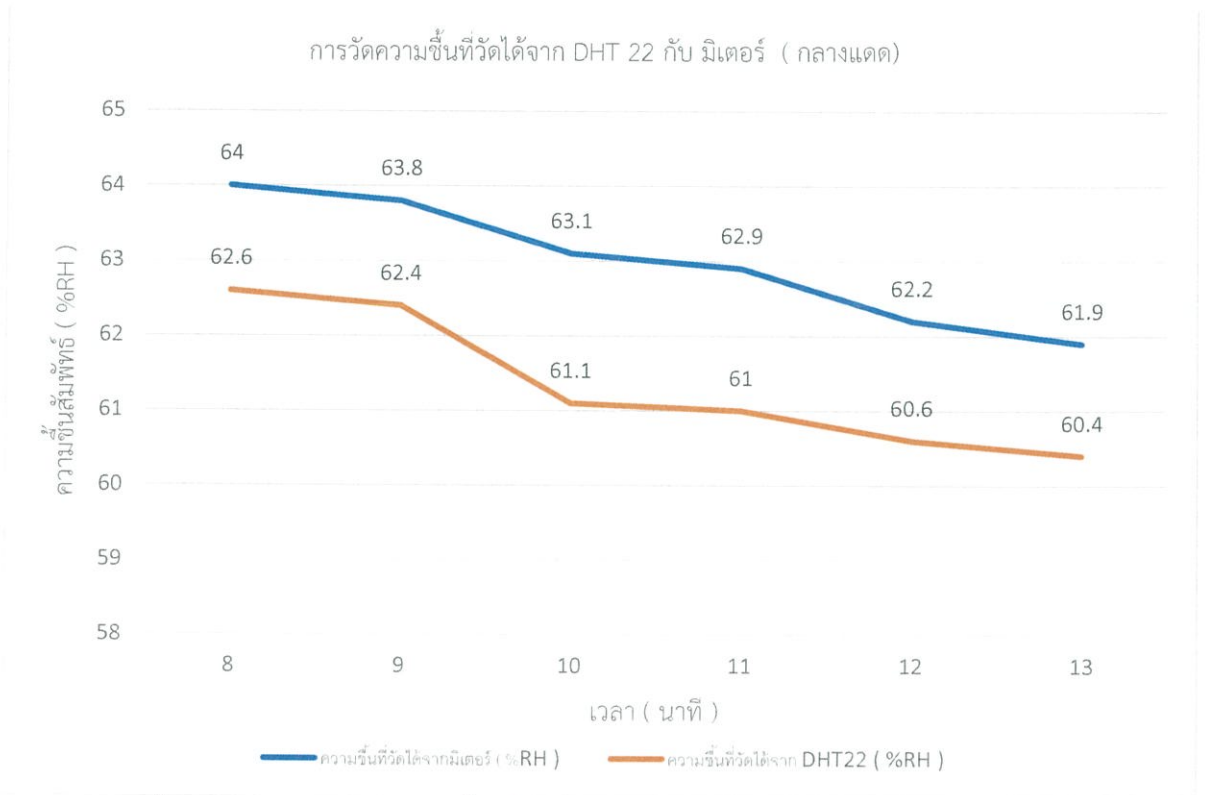


รูปที่ 4.11 กราฟแสดงค่าความชื้นที่วัดได้จาก DHT 22 กับ มิเตอร์ (ในร่ม)

4.2.4 การทดลองการวัดความชื้นของ DHT22 (กลางแดด)

ตารางที่ 4.9 แสดงการวัดความชื้นของ DHT22 (กลางแดด)

เวลา (นาที่)	ความชื้นที่วัดได้จากมิเตอร์ (%RH)	ความชื้นที่วัดได้จาก DHT22 (%RH)	ค่าความแตกต่าง (%RH)	ค่าความคลาดเคลื่อน (%)
8.00	64.0	62.6	2.6	4.06
9.00	63.8	62.4	1.4	2.19
10.00	63.1	61.1	2.0	3.17
11.00	62.9	61.0	2.9	4.61
12.00	62.2	60.6	2.4	3.85
13.00	61.9	60.4	1.5	2.42
14.00	62.1	61.3	0.8	1.29
15.00	62.4	61.2	1.2	1.92
16.00	62.8	61.1	1.7	2.70



รูปที่ 4.12 กราฟแสดงค่าความชื้นที่วัดได้จาก DHT 22 กับ มิเตอร์ (กลางแดด)

4.2.5 ทดลอง DHT 22 โดยการวัดค่าอุณหภูมิและความชื้นที่สภาวะต่างๆ

ตารางที่ 4.10 แสดงการทำงานของ DHT 22

สภาวะแวดล้อม	อุณหภูมิ	ความชื้น
แอร์	26.00	60.40
สภาพห้องปกติ	29.00	65.45
แดด	35.02	56.29
กลางคืน	25.00	67.24

4.3 การทดลองการทำงานของโซลินอยด์วาล์ว

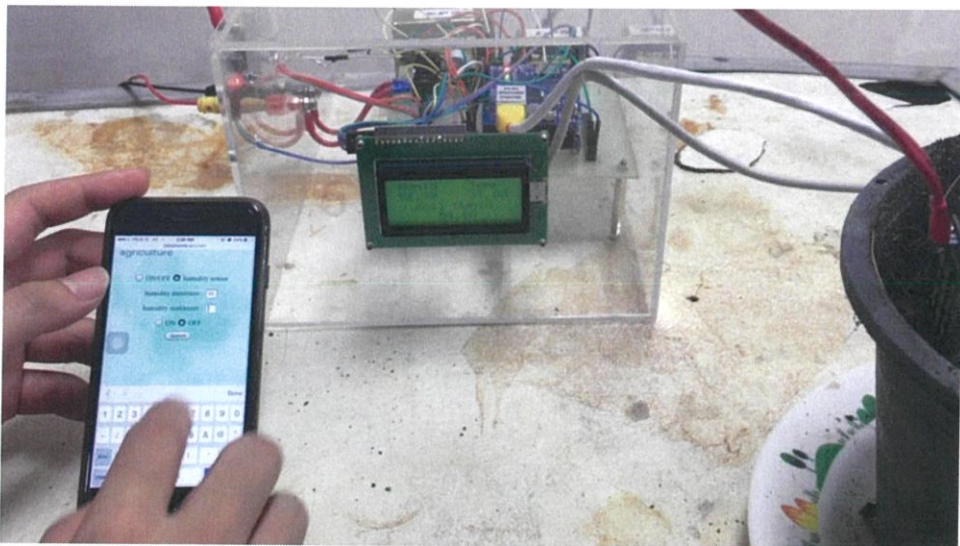
4.3.1 การทำงานในโหมดการตั้งค่าความชื้น

ทดลองการทำงานของโซลินอยด์วาล์ว โดยเริ่มจากการเลือกพีชมา 1 ชนิด และศึกษาค่าที่เหมาะสมของค่าปัจจัยสภาพแวดล้อมต่างๆ โดยจะนำโพรบมาใช้ในทดลอง ซึ่งมีค่าความชื้นดินที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 65-85 %RH โดยจะทำการทดลองตั้งแต่ 8.00-16.00 น. แล้วดูค่าความชื้นที่เปลี่ยนไปเมื่อโซลินอยด์วาล์วมีการทำงาน

หลักการการทำงานคือจะทำการกำหนดค่าความชื้น 2 ค่า ซึ่งช่วงของค่าความชื้นที่กำหนดเป็นช่วงที่เหมาะสมในการเจริญเติบโต โดยโซลินอยด์วาล์วจะทำงานต่อเมื่อค่าความชื้นในดินมีค่าน้อยกว่าค่าน้อยที่สุดที่กำหนดไว้และจะหยุดทำงานเมื่อค่าความชื้นมีค่ามากกว่าค่าที่มากที่สุดที่กำหนดไว้

ตารางที่ 4.11 แสดงการทำงานของโซลินอยด์วาล์วในสองสภาวะ

เวลา	ค่าความชื้นที่วัดได้ (%RH)	เวลา	ค่าความชื้นที่วัดได้ (%RH)
8.00 น.	20	13.30 น.	53
8.30 น.	59	14.00 น.	50
9.00 น.	58	14.30 น.	47
9.30 น.	57	15.00 น.	44
10.00 น.	55	15.30 น.	42
10.30 น.	52	16.00 น.	40
13.00 น.	56		



รูปที่ 4.13 แสดงการตั้งค่าช่วงของความชื้นสูงสุด-ต่ำสุด

มีสัญญาณจาก Arduino ส่งไปยัง Solenoid Valve เพื่อเปิดให้น้ำไหล ไฟแสดงสถานะจึงติด



รูปที่ 4.14 แสดงการเปิดน้ำของโมดูลเซ็นเซอร์เมื่อค่าความชื้นต่ำกว่าค่าที่กำหนดไว้

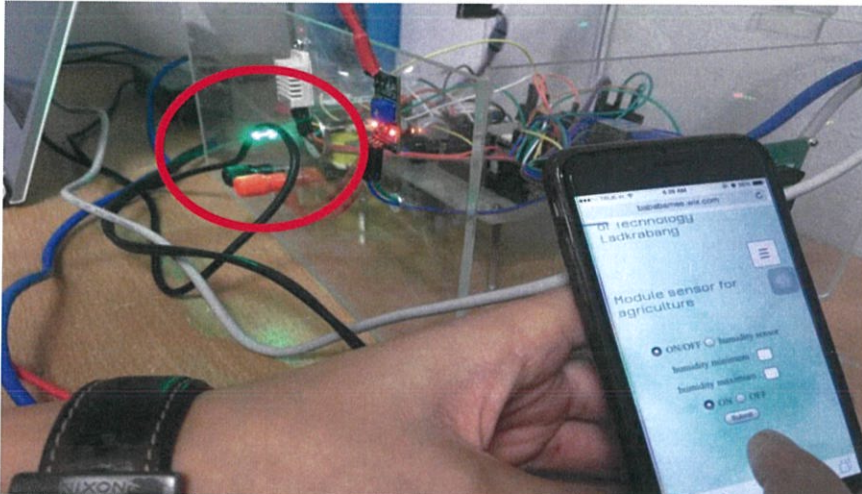
ไม่มีสัญญาณจาก Arduino ส่งไปยัง Solenoid Valve เพื่อปิดน้ำ ไฟแสดงสถานะจึงดับ



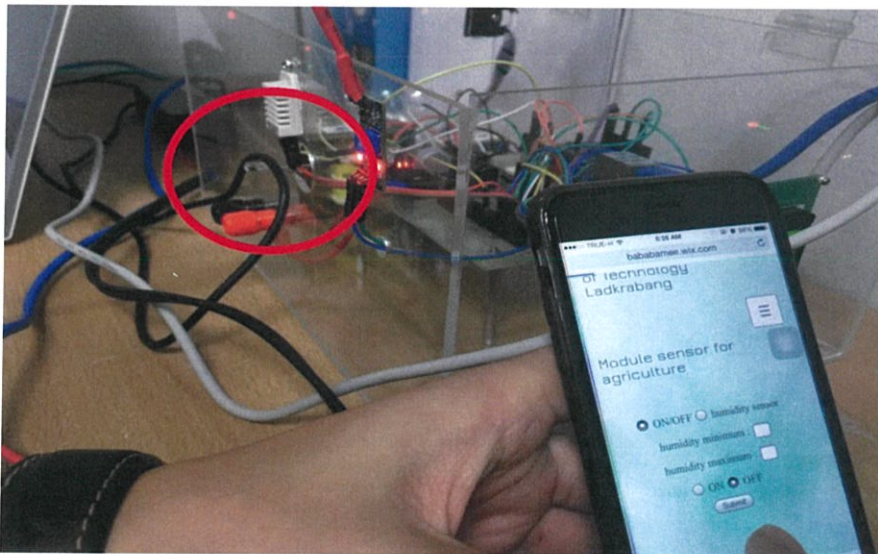
รูปที่ 4.15 แสดงการปิดน้ำของโมดูลเซ็นเซอร์เมื่อค่าความชื้นสูงกว่าค่าที่กำหนดไว้

4.3.2 การทำงานในโหมด on/off

การทดลองนี้เป็นการสั่งการผ่านสมาร์ทโฟน โดยจะเป็นการสั่งให้เปิดและปิดวาล์วได้โดยตรง



รูปที่ 4.16 เมื่อกด "on" ไฟแสดงสถานะจะติด แสดงว่าตอนนี้มีสัญญาณไปสั่งให้โซลินอยด์วาล์วให้ทำงานแล้ว



รูปที่ 4.17 เมื่อกด "off" ไฟแสดงสถานะจะดับ แสดงว่าตอนนี้มีสัญญาณไปสั่งให้โซลินอยด์วาล์วให้หยุดการทำงานแล้ว

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการทดลอง

ในปัจจุบันเกษตรกรส่วนใหญ่มีความสนใจในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เพื่อเป็นส่วนหนึ่งในการทำให้ผลผลิตทางการเกษตรมีคุณภาพและมีปริมาณผลผลิตที่มากขึ้น ซึ่งอุปกรณ์ส่วนใหญ่ได้มีการนำเข้ามาจากต่างประเทศซึ่งมีราคาสูงส่งผลให้เกษตรกรรายย่อยไม่สามารถเข้าถึงได้ จึงได้มีการศึกษาและพัฒนาโมดูลเซ็นเซอร์อัจฉริยะขึ้นมาเพื่อประหยัดค่าใช้จ่ายให้กับเกษตรกร โดยโมดูลเซ็นเซอร์ที่ออกแบบนั้นสามารถวัดและแสดงค่าความชื้น อุณหภูมิในอากาศ และความชื้นในดิน เพื่อให้เกษตรกรได้รับรู้ถึงค่าที่แท้จริงของปัจจัยต่างๆ โดยไม่ได้มาจากการคาดคะเนหรือจากประสบการณ์ซึ่งจะทำให้การควบคุมปัจจัยต่างๆมีความแม่นยำมากขึ้น

ทางคณะผู้จัดทำมีความเชื่อมั่นว่าโมดูลอัจฉริยะนี้จะส่งผลให้ผลผลิตทางการเกษตรมีคุณภาพที่ดีขึ้นและมีปริมาณผลผลิตที่มากขึ้น นอกจากนี้ยังทำให้เกษตรกรมีรายได้ดีขึ้นเพิ่มปริมาณการส่งออกและยังทำให้รายได้ของประเทศไทยมีค่าเพิ่มขึ้นอีกด้วย

ปฏิญญาพนธ์เล่มนี้ได้ทำการออกแบบและสร้างโมดูลเซ็นเซอร์สำหรับวัดค่าความชื้น อุณหภูมิในอากาศ และความชื้นในดิน และยังมีส่วนของหน้าเว็บไซต์เพื่อใช้ในการแสดงกราฟข้อมูลต่างๆที่วัดได้จากเวลาจริง โดยโมดูลเซ็นเซอร์ที่สร้างขึ้นนี้สามารถควบคุมค่าปัจจัยต่างๆ อาทิเช่น ความชื้น อุณหภูมิ ให้เหมาะสมแก่การเจริญเติบโตชนิดนั้นๆ อีกทั้งยังสามารถกำหนดค่าความชื้นต่ำสุดและสูงสุดของดินเพื่อควบคุมผ่านทางเว็บไซต์ได้ โดยจากผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่า โมดูลเซ็นเซอร์อัจฉริยะสามารถวัดค่าความชื้น อุณหภูมิในอากาศ และความชื้นในดินได้จริง อีกทั้งยังสามารถเชื่อมต่อกับระบบอินเทอร์เน็ตเพื่อใช้ในการแสดงข้อมูลและควบคุมผ่านทางหน้าเว็บไซต์เพื่อให้เกษตรกรสามารถรับรู้ถึงค่าต่างๆและสามารถควบคุมปัจจัยต่างๆให้เป็นไปตามที่ต้องการได้ ซึ่งถ้าปัจจัยต่างๆสามารถควบคุมให้มีความเหมาะสมต่อต้นพืชชนิดนั้นๆแล้ว ก็จะทำให้พืชสามารถเจริญเติบโตได้ดีมีประสิทธิภาพ ดังนั้นโครงการวิจัยนี้จึงสามารถที่จะนำไปเป็นแนวทางสำหรับการติดตั้งเซ็นเซอร์เพื่อวัดค่าต่างๆภายในโรงเพาะปลูกต่อไป

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการออกแบบ สร้างและทดสอบควบคุมระบบการให้น้ำพืชผ่านแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟน ยังมีส่วนที่สามารถนำไปพัฒนาต่อได้ดังนี้

- จัดทำในส่วนระบบการจ่ายน้ำโดยการติดตั้งสปริงเกอร์
- พัฒนาในเรื่องของแบตเตอรี่ให้สามารถใช้งานได้ยาวนานขึ้น โดยใช้บอร์ดที่ประหยัด

พลังงาน

- จัดทำการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตผ่านโมดูล WiFi ซึ่งปัจจุบันสามารถเชื่อมต่อผ่านสายแลนเท่านั้น
- เพิ่มในส่วนของ ตัวตรวจวัดความชื้น (Sensor Node) เพื่อให้สามารถควบคุมระบบการให้น้ำให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ปัจจุบันมีเพียง 1 ชุด

บรรณานุกรม

- [1]. ระบบเศรษฐกิจและการพัฒนาทางเศรษฐกิจ [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก :<http://www.thailand-china.com/getdoc /872789f7-c76b-445a-88d1-6aa64cfc1285 /Economic SysAndSit .aspx?lang=th-TH>
- [2]. สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร BUREAU OF AGRICULTURAL ECONOMIC RESEARCH สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร OFFICE OF AGRICULTURAL ECONOMICS กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ MINISTRY OF AGRICULTURE AND COOPERATIVES เอกสารวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร เลขที่ 102 AGRICULTURAL ECONOMIC RESEARCH NO 102 พฤศจิกายน 2555 NOVEMBER 2012 [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.oae.go.th/download/resech/2556/2.56researchNortheast05072556.pdf>
- [3]. เจาะลึก “Smart Farmer” แค่แนวคิดใหม่ หรือจะพลิกโฉมการเกษตรไทย โดย ดร. ฤทัยชนก จริงจิตร (นักวิชาการพาณิชย์ชำนาญการ [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.qsds.go.th/newqsds/file_upload/ 2013-05-08-%E0%B9%80%E0%B8%88% E0%B8%B2%E0%B8%B0%E0%B8%A5%E0% B8%B6%E0%B8%81%E2%80 %9C Smart Farmer%E2%80%9D.pdf
- [4]. M. Damas, A.M. Prados, F. Gómez, G. Olivares, HidroBus system: fieldbus for integrated management of extensive areas of irrigated land, *Microprocessors and Microsystems* 25 (3) (2001) 177–184.
- [5]. ดร. บุญแสน เตียนบุญธรรม คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ บทที่ 4 ความชื้นของดิน [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://elearning.nsruc.ac.th/web_elearning/soil/ lesson_4_2.php
- [6]. กระบวนการทดสอบห้วงวัดความชื้นดินสำหรับการพัฒนาระบบควบคุมความชื้นในดินทางการเกษตร Testing Process Development of Soil Moisture Sensor for Agriculture – Soil Moisture Control System พรนริศ ทิพย์ศรี ดร.โอภาส ตริวิทศักดิ์ ดร.วรรณศุภยทองพูลสาขาฟิสิกส์คณะวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี 39 หมู่ 1 ถนนรังสิต – นครนายก อ.ธัญบุรีจ.ปทุมธานี 12110
สถานปฏิบัติงานสหกิจศึกษา : ศูนย์เทคโนโลยีไมโครอิเล็กทรอนิกส์ 51/4 หมู่1 ต.วังตะเคียน อ.เมือง จ.ฉะเชิงเทรา 24000 [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.coop.rmutt.ac.th/?wpfb_dl=518
- [7]. รศ.ดร.วีระเชษฐุ์ ชันเงิน และ วุฒิพล ธาราธิ์เศรษฐ์, อิเล็กทรอนิกส์กำลัง (Power Electronics), พิมพ์ครั้งที่10, กรุงเทพฯ :สำนักพิมพ์ห้างหุ้นส่วนจำกัด วี.เจ. พรินติ้ง, 2553

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.
บทความวิชาการ

โมดูลเซ็นเซอร์อัจฉริยะสำหรับตรวจจัดการเจริญเติบโตของพืชปัจจัยแวดล้อมในฟาร์มเกษตร

Module Sensor For Agriculture

พร พงษ์นิช วัฒนดิษฐ์เสถียร พิธา พงษ์นิช และ พีรวิชญ์ ดิถีสวัสดิ์เวทย์

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1 ซอย ลาดกระบัง 1 ลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520 โทรศัพท์ 02-329-8000 ต่อ 3925 E-mail:pithar.p@hotmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้จะนำเสนอการออกแบบและสร้างระบบตรวจสอบสภาพอากาศภายในโรงเพาะปลูก โดยทำการออกแบบวงจรเพื่อวัดค่าความชื้นและอุณหภูมิในอากาศซึ่งข้อมูลที่ได้จะถูกส่งไปยังหน่วยประมวลผล AVR ATMEGA328p ที่ติดตั้งอยู่บนแผงวงจร Arduino Uno-R3 และข้อมูลที่ได้รับมาจะถูกส่งไปแสดงผลที่จอ LCD และยังถูกส่งไปยัง Web browser เพื่อให้เกษตรกรสามารถทราบถึงข้อมูลของอุณหภูมิและความชื้นภายในโรงเพาะปลูกที่ทำการเพาะปลูกนอกจากนั้นยังสามารถนำข้อมูลที่ได้รับมาทำการเปรียบเทียบกับคุณลักษณะของพืชแต่ละชนิดที่นำมาเพาะปลูกเพื่อนำไปประยุกต์ใช้กับสภาพอากาศในปัจจุบันต่อไป

คำสำคัญ: โมดูลเซ็นเซอร์

Abstract

This paper presents a designed and constructed module sensor for agriculture. This sensor is designed for measuring air humidity and temperature. The data is transferred to AVR ATMEGA238p that installed on Arduino Uno R3 board. At the same time, the data is displayed on the LCD and Web browser. Farmer can receive the temperature and humidity data in farm area using internet. Moreover, this data can compare the weather information with the specification for each type of plant to planning in agriculture system.

Keywords: Module Sensor

1. ที่มาและความสำคัญ

แนวโน้มการผลิตทางการเกษตรที่ผ่านมาของประเทศไทยได้ตั้งอยู่บนพื้นฐานแห่งความเป็นสังคมเกษตร และการส่งผลิตผลการเกษตรออกไปจำหน่ายต่างประเทศทำได้โดยประมาณร้อยละ 60 ของรายได้จากการส่งออกของไทยทั้งหมดในปี 2557[1] และแนวโน้มการพัฒนาการเกษตรในช่วง 20 ปีที่ผ่านมา ได้มีอัตราการขยายตัวค่อนข้างสูงมาก โดยเฉลี่ยสามารถขยายผลผลิตเพิ่มขึ้นได้ในอัตราถึงร้อยละ 5 ต่อปี เมื่อเปรียบเทียบกับอัตราการขยายตัวการเกษตรของโลกที่

เพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยเพียงร้อยละ 2.5 ถึง 2.8 ต่อปีเท่านั้น[2] จากที่ได้กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่าเกษตรกรรมมีความสำคัญกับประเทศไทยของเราอย่างมาก ดังนั้นทางกลุ่มของเราจึงพัฒนาโมดูลเซ็นเซอร์ที่สามารถวัดค่าความชื้นและอุณหภูมิได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ เพื่อที่เกษตรกรไทยสามารถใช้โมดูลเซ็นเซอร์ได้ในราคาที่ถูกลง เพราะการนำเข้าโมดูลเซ็นเซอร์จากต่างประเทศจะมีราคาแพงทำให้เกษตรกรไทยไม่สามารถเข้าถึงเทคโนโลยีนี้ได้ นอกจากนี้เกษตรกรสามารถดูค่าความชื้นและอุณหภูมิผ่านเว็บเบราว์เซอร์ และยังสามารถส่งการแจ้งเตือนได้จากที่อื่นได้

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เซ็นเซอร์วัดความชื้นและอุณหภูมิในอากาศ (DHT22 Temperature & Relative Humidity Sensor)

อุปกรณ์เซ็นเซอร์สำหรับวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ (Temperature & Relative Humidity Sensor) เป็นอุปกรณ์ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานทางด้านระบบสมองกลฝังตัวได้หลากหลาย เช่น การวัดและควบคุมอุณหภูมิและความชื้น ระบบบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับอุณหภูมิและความชื้นในห้อง เป็นต้น

อุณหภูมิ : ทำการวัดอยู่ในรูปของความต้านทานโดยมีความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานกับอุณหภูมิเป็นดังสมการด้านล่าง

$$T = \frac{I}{(a + b \ln(R) + c (\ln(R))^3)} \quad (1)$$

a, b, c คือ ค่าคงที่ตัวแปรของฮาร์ท สไตน์ฮาร์ท

T คือ อุณหภูมิสัมบูรณ์

R คือ ค่าความต้านทาน

$$C = 375 + 1.7(\%RH) \quad (2)$$

C คือ ค่าความจุของประจุไฟฟ้า

%RH คือ ค่าความชื้นสัมพัทธ์เทียบกับอากาศ

2.2 เซ็นเซอร์วัดความชื้นในดิน (Soil Moisture Sensor)

โดยให้ค่าเอาท์พุท สามารถปรับค่าได้ด้วย ตัวต้านทานปรับค่าได้ที่อยู่บนบอร์ด หรือหากต้องการค่าที่แม่นยำมากขึ้นสามารถอ่านค่าเป็นแบบอนาล็อกได้

2.3 วงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์เต็มคลื่น

วงจรเรียงกระแสแบบสะพานใช้ไดโอด 4 ตัว และหม้อแปลงที่ไม่มีแท็บกลาง หลักการทำงานคือเมื่อขาบนเป็นบวก ขาล่างเป็นลบ กระแสไหลผ่านไดโอด 2 ตัวนอก เมื่อคลื่นลบ ขาบนเป็นลบ ขาล่างเป็นบวก กระแสไหล ไดโอด 2 ตัวกลาง ได้กระแสไฟเต็มที่ไม่ต้องแบ่งสองส่วนเหมือนเต็มคลื่นธรรมดา

ค่าเฉลี่ยและค่าอาอเอ็มเอสของแรงดันเอาท์พุทของวงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นที่ไม่มีโหลด ตามสมการดังนี้

$$V_{dc} = V_{av} = \frac{2V_{peak}}{\pi} \quad (3)$$

$$V_{rms} = \frac{V_{peak}}{\sqrt{2}} \quad (4)$$

2.4 ความชื้นในดิน [3]

เปอร์เซ็นต์ความชื้นโดยน้ำหนัก เหมาะสำหรับการหาจำนวนความชื้นเมื่อไม่ทราบปริมาตรของดินตัวอย่าง การคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นโดยน้ำหนักทำได้โดยใช้สมการ

$$P_w = (W_w / W_s) \times 100 \quad (5)$$

เมื่อ P_w = เปอร์เซ็นต์ความชื้นโดยเทียบกับน้ำหนักของดินแห้ง

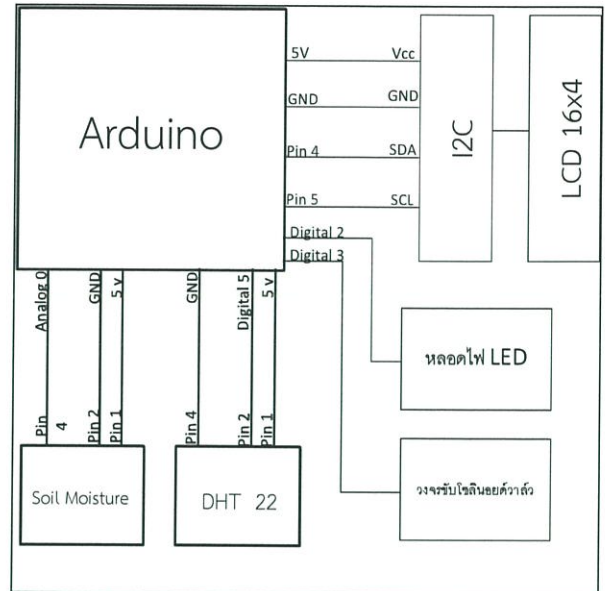
W_w = น้ำหนักของน้ำในดิน

W_s = น้ำหนักของดินที่อบให้แห้งด้วยเตาอบ

3. การออกแบบและจำลอง

3.1 การออกแบบฮาร์ดแวร์

ในส่วนของฮาร์ดแวร์ประกอบไปด้วย Arduino UNO R3 DHT22, soil moisture sensor, nRF24L01 และ LCD 16x4 ซึ่ง Arduino UNO R3 ถูกเขียนโปรแกรมด้วยภาษา C เพื่อรับข้อมูลจาก DHT22 และ Soil moisture sensor จากนั้นจะนำข้อมูลที่ได้ออกมาแสดงบนจอ LCD ในขณะที่เดียวกันข้อมูลก็จะถูกอัพโหลดทาง Ethernet shield โดยข้อมูลก็ถูกส่งไปประมวลผลและแสดงข้อมูลให้กับผู้ใช้ผ่าน เว็บเบราว์เซอร์



รูปที่ 1 แผนภาพไออะแกรม Arduino ต่อกับอุปกรณ์ต่าง ๆ

ขั้นตอนการทำงานมีดังนี้

1. เริ่มต้นจากการนำเซนเซอร์ 2 ชนิดไปวัดค่าต่างๆที่ต้องการซึ่งได้แก่

1.1 DHT22 ทำหน้าที่ในการวัดค่าอุณหภูมิและค่าความชื้นของอากาศ ซึ่งให้ค่าออกมาเป็นสัญญาณดิจิตอล

1.2 Soil Moisture Sensor ทำหน้าที่ในการวัดค่าความชื้นในดิน ซึ่งจะให้ค่าออกมาเป็นสัญญาณแอนาล็อกหรือสัญญาณดิจิตอลก็ได้

2. จากนั้น นำข้อมูลที่เซนเซอร์วัดได้ส่งไปยังบอร์ดประมวลผล Arduino UNO R3 ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นหน่วยประมวลผลกลาง มีความสามารถในการจัดการข้อมูลและส่งผ่านข้อมูลไปยังอุปกรณ์ต่างๆที่เชื่อมต่อ

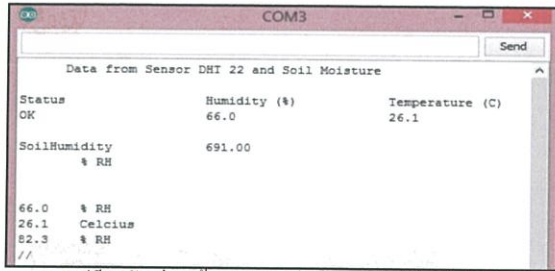
3. ข้อมูลที่ประมวลผลเสร็จแล้วจะถูกส่งไปแสดงผลที่จอ LCD 16x4

4. ข้อมูลเหล่านี้ยังสามารถถูกส่งไปยังผู้ใช้ได้อีกช่องทางหนึ่งคือการส่งผ่านระบบอินเทอร์เน็ต โดยจะใช้อุปกรณ์ที่ชื่อว่า Wi-Fi Module ESP8266 ซึ่งอุปกรณ์นี้จะถูกเชื่อมต่ออยู่กับบอร์ด Arduino UNO R3 และทำหน้าที่เป็นตัวส่งข้อมูลจากบอร์ด Arduino ขึ้นไปแสดงยังเว็บเบราว์เซอร์

3.2 การออกแบบซอฟต์แวร์

3.2.1 code ที่ใช้ในการรับค่าควบคุมและแสดงผล

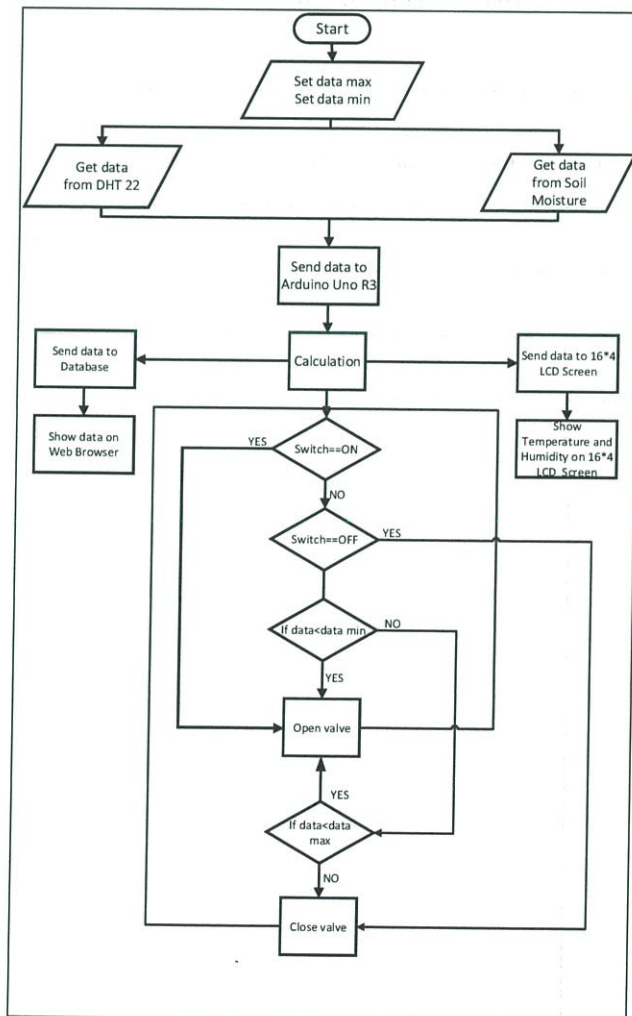
ใช้โปรแกรม Arduino IDE ในการเขียนโปรแกรมซึ่งจะใช้ภาษาซีในการสร้างและออกแบบ



รูปที่ 2 ตัวอย่างหน้าจอแสดงผล โปรแกรม Arduino IDE

3.2.2 ส่วนที่ติดต่อกับฐานข้อมูล (Database)

เก็บค่าที่ได้รับจากเซนเซอร์ไว้ที่ www.thingspeak.com



รูปที่ 3 flowchart แสดงการทำงานของ module sensor

3.2.3 ส่วนแสดงผลเว็บเบราว์เซอร์

เป็นการแสดงผลผ่านลิงค์ <http://bababamee.wix.com/project> ที่รับฐานข้อมูลมาจาก www.thingspeak.com



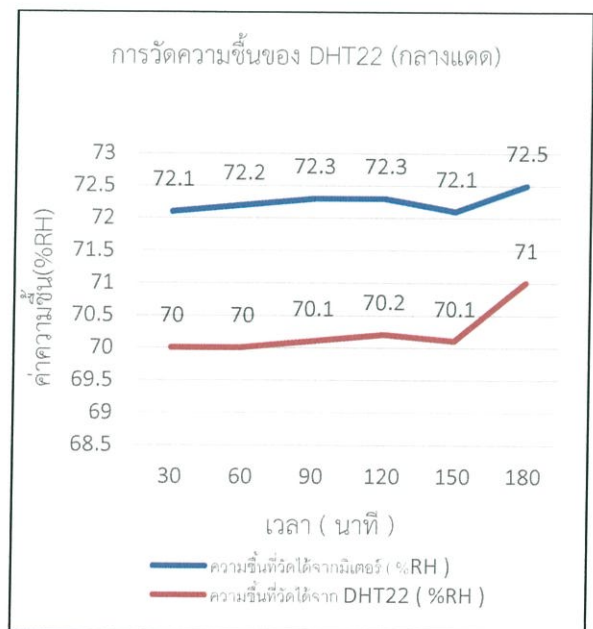
รูปที่ 4 ตัวอย่างแสดงผลเว็บเบราว์เซอร์

4. การทดลองและผลการทดลอง

4.1 ทดลองความถูกต้องของ Soil Moisture และ DHT22

ตารางที่ 1 ตารางแสดงความถูกต้องของเซนเซอร์วัดความชื้นในดิน

ความชื้น	10	30	50	70	90
	%RH	%RH	%RH	%RH	%RH
ค่าเฉลี่ยจากเซนเซอร์	8.2	28.7	48.5	67.8	87.9
ความแตกต่าง (%RH)	1.8	1.3	1.5	2.2	2.1
% ความคลาดเคลื่อน	18	4.33	3	3.14	2.33



รูปที่ 5 กราฟแสดงค่าความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศของ DHT22

4.2 การทำงานในโหมดการตั้งค่าความชื้น

ทดลองการทำงานของโซลินอยด์วาล์ว โดยเริ่มจากการเลือกพีชมา 1 ชนิด และศึกษาค่าที่เหมาะสมของค่าปัจจัยสภาพแวดล้อมต่างๆ โดยจะนำโระพามาใช้ในทดลอง

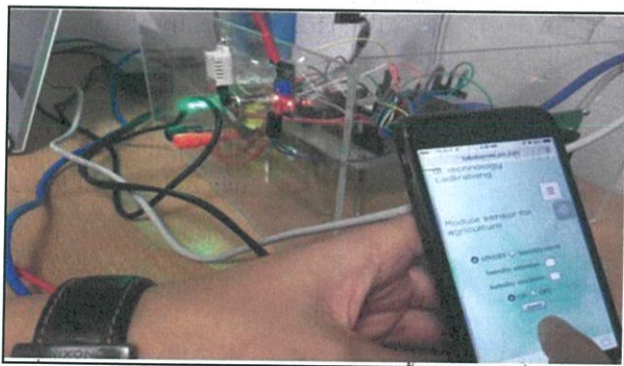
หลักการการทำงานคือจะทำารกำหนดค่าความชื้น 2 ค่า ซึ่งช่วงของค่าความชื้นที่กำหนดเป็นช่วงที่เหมาะสมในการเจริญเติบโต โดยโซลินอยด์วาล์วจะทำงานต่อเมื่อค่าความชื้นในดินมีค่าน้อยกว่าค่าน้อยที่สุดที่กำหนดไว้และจะหยุดทำงานเมื่อค่าความชื้นมีค่ามากกว่าค่าที่มากที่สุดที่กำหนดไว้



รูปที่ 6 การทำงานใน โหมดการตั้งค่าความชื้น

4.3 การทำงานในโหมด “ on/off ”

การทดลองนี้เป็นการสั่งการผ่านสมาร์ทโฟน โดยจะเป็นการสั่งให้เปิดและปิดวาล์วได้โดยตรง



รูปที่ 7 การทำงานใน โหมด “ on/off ”

5. สรุป

จากผลการทดลองสรุปได้ว่า โมดูลเซนเซอร์อัจฉริยะสามารถวัดค่าความชื้น อุณหภูมิในอากาศ และความชื้นในดินได้จริง อีกทั้งยังสามารถเชื่อมต่อกับระบบอินเทอร์เน็ตเพื่อใช้ในการแสดงข้อมูลและควบคุมผ่านทางเว็บไซต์ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถรับรู้ถึงค่าต่างๆ และสามารถควบคุมปัจจัยต่างๆ ให้เป็นไปตามที่ต้องการได้ ซึ่งถ้าปัจจัยต่างๆสามารถควบคุม

ให้มีเหมาะสมต่อดันพีชชนิดนั้นๆแล้ว ก็จะทำให้พืชสามารถเจริญเติบโตได้ดีมีประสิทธิภาพ ดังนั้นโครงการวิจัยนี้จึงสามารถที่จะนำไปเป็นแนวทางสำหรับการติดตั้งเซอเซอร์วัดค่าต่างๆภายในฟาร์มเกษตรต่อไป

5.1 ข้อเสนอแนะ

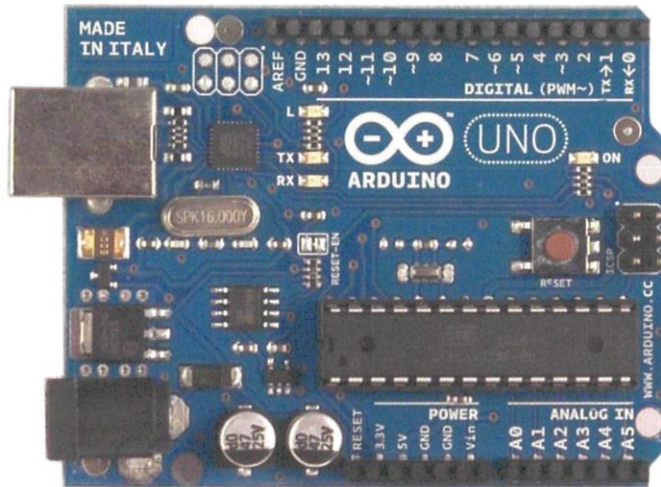
จากการออกแบบ สร้างและทดสอบควบคุมระบบการให้น้ำพืชผ่านแอปพลิเคชันบนสมาร์ทโฟน ยังมีส่วนที่สามารถนำไปพัฒนาต่อได้ดังนี้ - จัดทำในส่วนระบบการจ่ายน้ำโดยการติดตั้งสปริงเกอร์ - พัฒนาในเรื่องของแบตเตอรี่ให้สามารถใช้ได้นานขึ้น โดยใช้บอร์ดที่ประหยัดพลังงาน - จัดทำในส่วนของ Application โดยการพัฒนาให้สามารถควบคุมผ่านอินเทอร์เน็ตได้ ปัจจุบันควบคุมได้เพียงจาก Wi-Fi เท่านั้น เพิ่มในส่วน of ตัวตรวจวัดความชื้น (Sensor Node) เพื่อให้สามารถควบคุมระบบการให้น้ำให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ปัจจุบันมีเพียง 1 ชุด

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. [Online]. Available: <http://www.thailand-china.com/getdoc/872789f7-c76b-445a-881d1-6aa64cfc1285/EconomicsSysAndSit.t.aspx?lang=th-TH>
- [2] สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร BUREAU OF AGRICULTURAL RESEARCH สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร OFFICE OF AGRICULTURAL ECONOMIC กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ MINISTRY OF AGRICULTURE เอกสารวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร เลขที่ 102 AGRICULTURAL ECONOMIC RESEARCH NO. 102 พฤศจิกายน 2555 NOVEMBER 2012. Available: <http://www.oae.go.th/download/research/2556/2.5656researchNortheast05072556.pdf>
- [3] ดร.บุญแสน เตียนกุลธรรม คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ บทที่ 4 ความชื้นของดิน http://elearning.nsruc.ac.th/web_elearning/soil/lesson_4_2.php

ภาคผนวก ข.
Arduino Uno

Arduino UNO



Product Overview

The Arduino Uno is a microcontroller board based on the ATmega328 ([datasheet](#)). It has 14 digital input/output pins (of which 6 can be used as PWM outputs), 6 analog inputs, a 16 MHz crystal oscillator, a USB connection, a power jack, an ICSP header, and a reset button. It contains everything needed to support the microcontroller; simply connect it to a computer with a USB cable or power it with a AC-to-DC adapter or battery to get started. The Uno differs from all preceding boards in that it does not use the FTDI USB-to-serial driver chip. Instead, it features the Atmega8U2 programmed as a USB-to-serial converter.

"Uno" means one in Italian and is named to mark the upcoming release of Arduino 1.0. The Uno and version 1.0 will be the reference versions of Arduino, moving forward. The Uno is the latest in a series of USB Arduino boards, and the reference model for the Arduino platform; for a comparison with previous versions, see the [index of Arduino boards](#).

Index

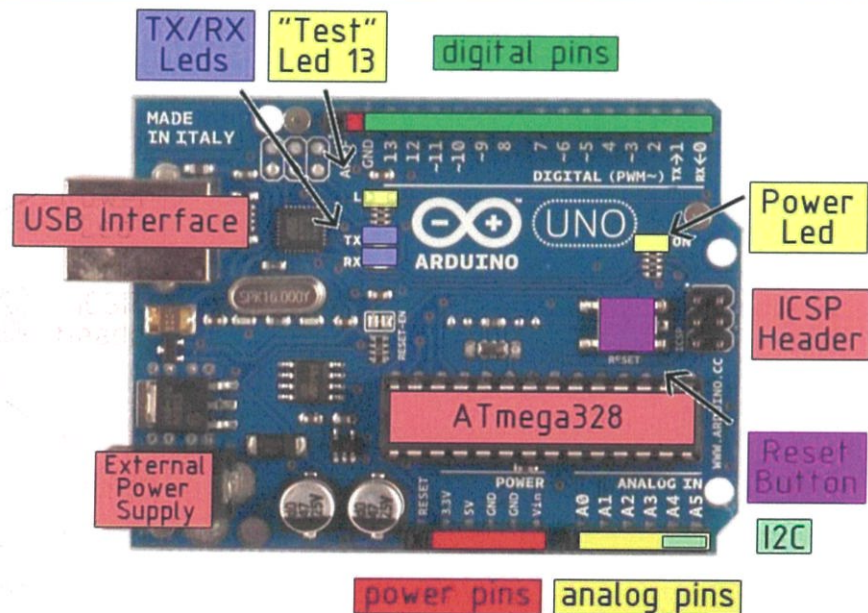
Technical Specification



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 of which 0.5 KB used by bootloader
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Clock Speed	16 MHz

the board



The Arduino Uno can be powered via the USB connection or with an external power supply. The power source is selected automatically.

External (non-USB) power can come either from an AC-to-DC adapter (wall-wart) or battery. The adapter can be connected by plugging a 2.1mm center-positive plug into the board's power jack. Leads from a battery can be inserted in the Gnd and Vin pin headers of the POWER connector.

The board can operate on an external supply of 6 to 20 volts. If supplied with less than 7V, however, the 5V pin may supply less than five volts and

the board may be unstable. If using more than 12V, the voltage regulator may overheat and damage the board. The recommended range is 7 to 12 volts.

The power pins are as follows:

- **VIN.** The input voltage to the Arduino board when it's using an external power source (as opposed to 5 volts from the USB connection or other regulated power source). You can supply voltage through this pin, or, if supplying voltage via the power jack, access it through this pin.
- **5V.** The regulated power supply used to power the microcontroller and other components on the board. This can come either from VIN via an on-board regulator, or be supplied by USB or another regulated 5V supply.
- **3V3.** A 3.3 volt supply generated by the on-board regulator. Maximum current draw is 50 mA.
- **GND.** Ground pins.

Memory

The Atmega328 has 32 KB of flash memory for storing code (of which 0,5 KB is used for the bootloader); It has also 2 KB of SRAM and 1 KB of EEPROM (which can be read and written with the [EEPROM library](#)).

Input and Output

Each of the 14 digital pins on the Uno can be used as an input or output, using [pinMode\(\)](#), [digitalWrite\(\)](#), and [digitalRead\(\)](#) functions. They operate at 5 volts. Each pin can provide or receive a maximum of 40 mA and has an internal pull-up resistor (disconnected by default) of 20-50 kOhms. In addition, some pins have specialized functions:

- **Serial: 0 (RX) and 1 (TX).** Used to receive (RX) and transmit (TX) TTL serial data. These pins are connected to the corresponding pins of the ATmega8U2 USB-to-TTL Serial chip .
- **External Interrupts: 2 and 3.** These pins can be configured to trigger an interrupt on a low value, a rising or falling edge, or a change in value. See the [attachInterrupt\(\)](#) function for details.
- **PWM: 3, 5, 6, 9, 10, and 11.** Provide 8-bit PWM output with the [analogWrite\(\)](#) function.

- **SPI: 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK).** These pins support SPI communication, which, although provided by the underlying hardware, is not currently included in the Arduino language.
- **LED: 13.** There is a built-in LED connected to digital pin 13. When the pin is HIGH value, the LED is on, when the pin is LOW, it's off.

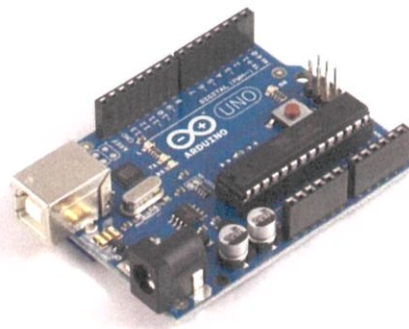
The Uno has 6 analog inputs, each of which provide 10 bits of resolution (i.e. 1024 different values). By default they measure from ground to 5 volts, though is it possible to change the upper end of their range using the AREF pin and the [analogReference\(\)](#) function. Additionally, some pins have specialized functionality:

- **I²C: 4 (SDA) and 5 (SCL).** Support I²C (TWI) communication using the [Wire library](#).
- There are a couple of other pins on the board:
- **AREF.** Reference voltage for the analog inputs. Used with [analogReference\(\)](#).
 - **Reset.** Bring this line LOW to reset the microcontroller. Typically used to add a reset button to shields

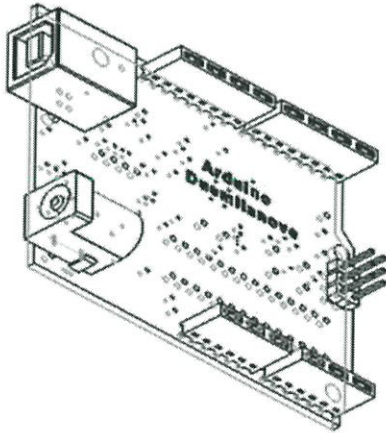
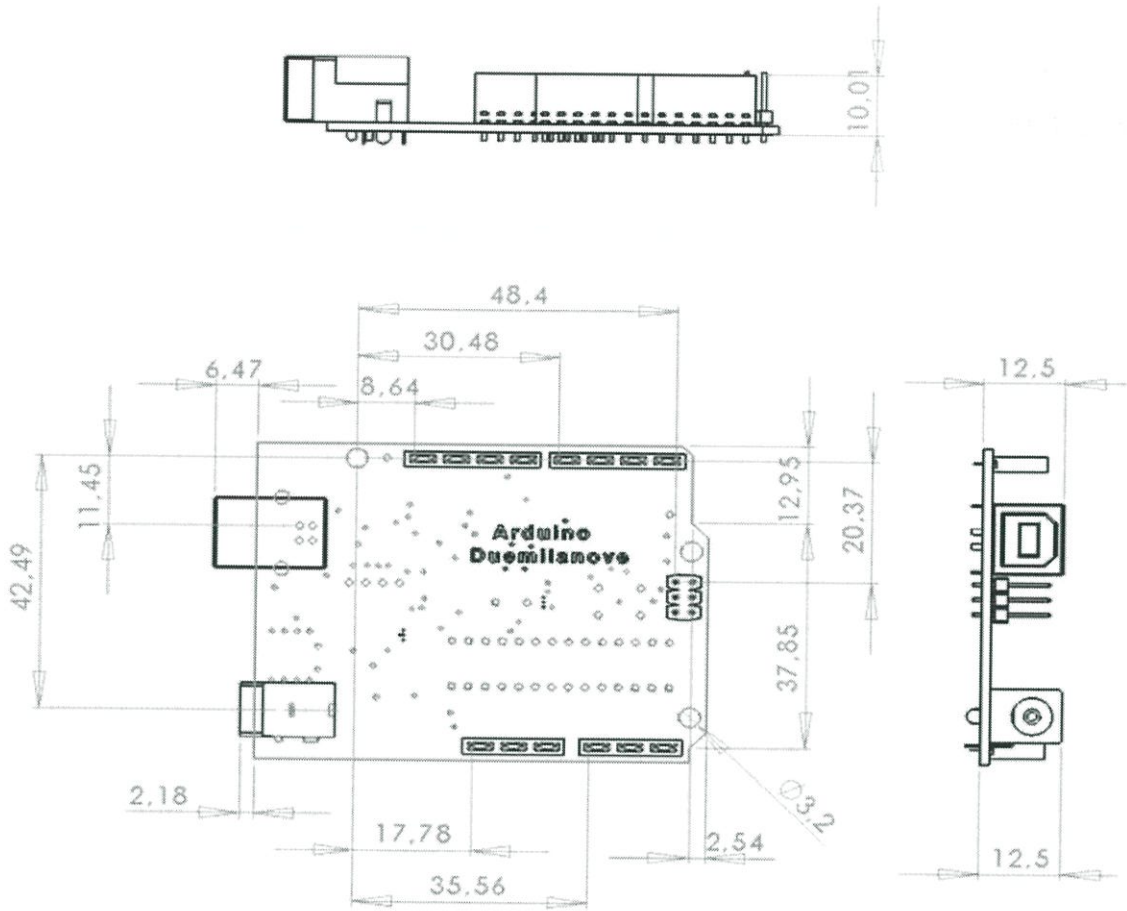
Physical Characteristics

The maximum length and width of the Uno PCB are 2.7 and 2.1 inches respectively, with the USB connector and power jack extending beyond the former dimension.

Three screw holes allow the board to be attached to a surface or case. Note that the distance between digital pins 7 and 8 is 160 mil (0.16"), not an even multiple of the 100 mil spacing of the other pins.

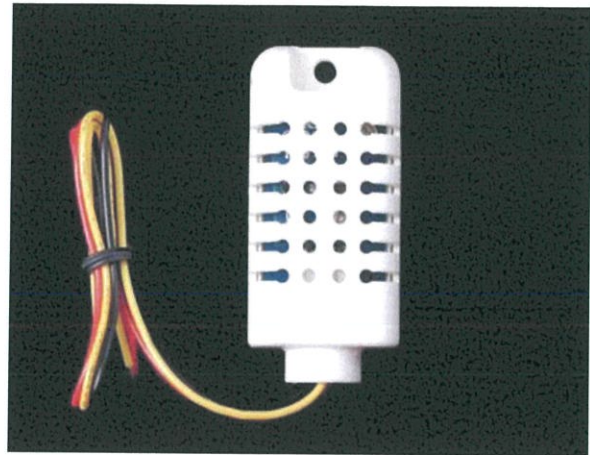
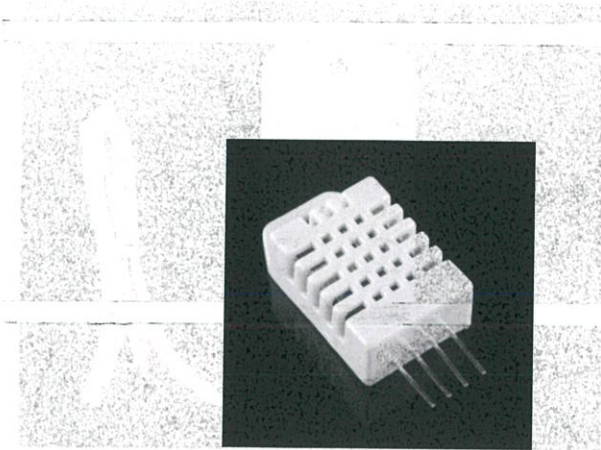


Dimensioned Drawing



ภาคผนวก ค.

DHT22



Standard AM2302/DHT22 AM2302/DHT22 with big case and wires Digital relative humidity & temperature sensorAM2302/DHT22

Feature & Application:

- *High precision
- *Capacitive type
- *Full range temperature compensated
- *Relative humidity and temperature measurement
- *Calibrated digital signal
- *4 pins packaged and fully interchangeable
- *Outstanding long-term stability
- *Extra components not needed
- *Long transmission distance, up to 100 meters
- *Low power consumption

2. Description:

AM2302 output calibrated digital signal. It applies exclusive digital-signal-collecting-technique and humidity sensing technology, assuring its reliability and stability. Its sensing elements is connected with 8-bit single-chip computer.

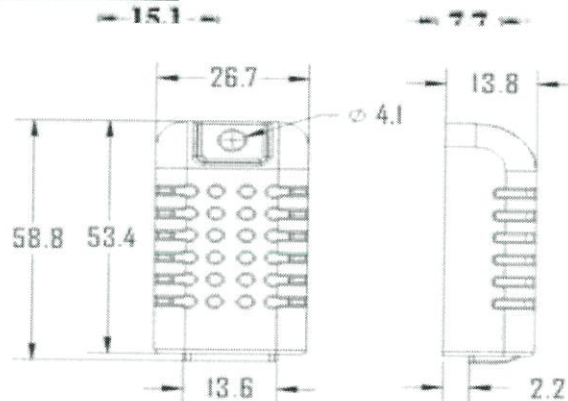
Every sensor of this model is temperature compensated and calibrated in accurate calibration chamber and the calibration-coefficient is saved in type of programme in OTP memory, when the sensor is detecting, it will cite coefficient from memory.

Small size & low consumption & long transmission distance(100m) enable AM2302 to be suited in all kinds of harsh application occasions. Single-row packaged with four pins, making the connection very convenient.

Model	AM2302	
Power supply	3.3-5.5V DC	
Output signal	digital signal via 1-wire bus	
Sensing element	Polymer humidity capacitor	
Operating range	humidity 0-100%RH;	temperature -40~80Celsius
Accuracy	humidity +2%RH (Max +5%RH);	temperature +0.5Celsius
Resolution or sensitivity	humidity 0.1%RH;	temperature 0.1Celsius
Repeatability	humidity +-1%RH;	temperature +-0.2Celsius
Humidity hysteresis	+-0.3%RH	
Long-term Stability	+-0.5%RH/year	
Interchangeability	fully interchangeable	

Technical Specification:

Dimensions: (unit---mm)



Pin sequence number: 1 2 3 4 (from left to right direction).

Pin	Function
1	VDD—power supply
2	DATA—signal
3	GND
4	GND

Electrical Characteristics:

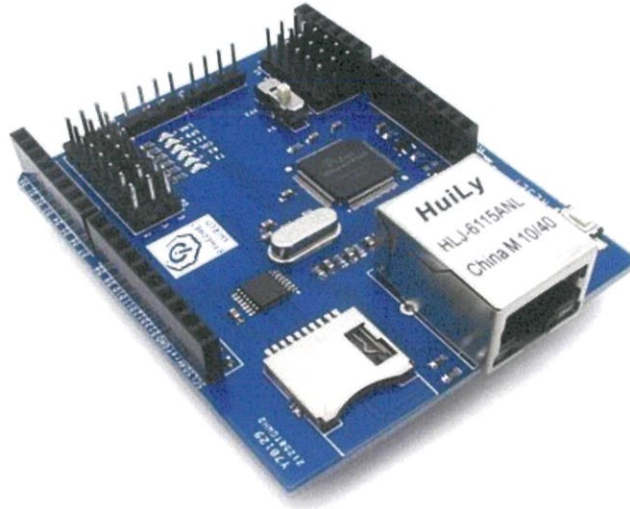
Items	Condition	Min	Typical	Max	Unit
Power supply	DC	3.3	5	6	V
Current supply	Measuring	1		1.5	mA
	Stand-by	40	Null	50	uA
Collecting period	Second		2		Second

ภาคผนวก ง.
Ethernet shield

W5100 Ethernet Shield

-A high performance Ethernet shield for Arduino

Overview



W5100 Ethernet shield is a WIZnet W5100 breakout board with POE and Micro-SD designed for Arduino platform. 5V/3.3V compatible operation voltage level makes it compatible with Arduino boards, leafmaple, and other Arduino compatible board.

Features

- With Micro SD interface
- 5V/3.3V double operational voltage level
- 10Mb/100Mb Ethernet socket with POE
- All electronic brick interface are broken out Operation temperature: $-40^{\circ}\text{C} \sim +85^{\circ}\text{C}$

Specifications

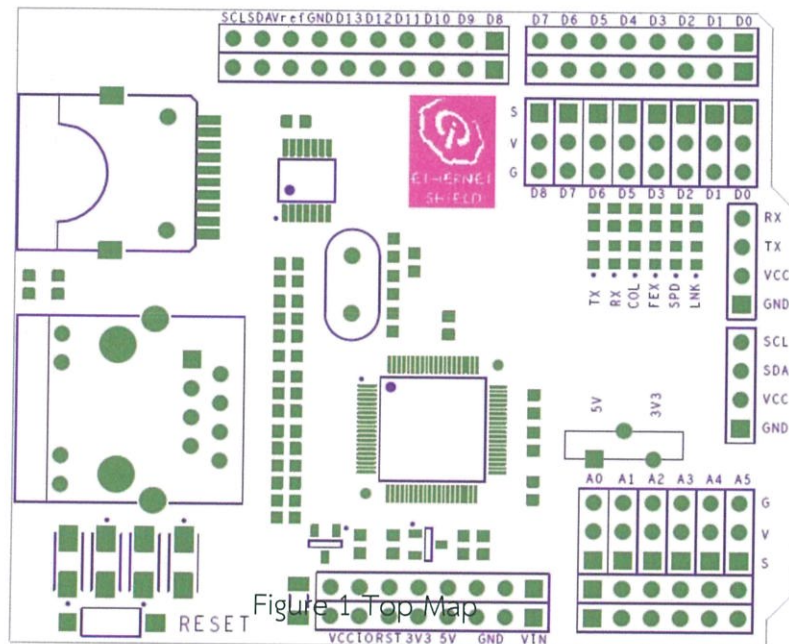
PCB size	55.88mm X 68.58mm X 1.6mm
Indicators	TX,RX,COL,FEX,SPD,LNK
Power supply	5V
Communication Protocol	SPI
RoHS	Yes

Electrical Characteristics

p

Specification	Min	Type	Max	Unit
Power Voltage	3V	-	5.5	VDC
Input Voltage VH:	3	-	5.5	V
Input Voltage VL:	-0.3	0	0.5	V
Current	-	-	100	mA

Hardware



Arduino PIN	Description
D0	Rx/Breakout
D1	TX/Breakout
D2	Breakout
D3	Breakout
D4	SD_CS
D5	Breakout
D6	Breakout
D7	Breakout
D8	Breakout

D9	W5100_Reset
D10	W5100_CS
D11	MOSI
D12	MISO
D13	SCK
A0	Breakout
A1	Breakout
A2	Breakout
A3	Breakout
A4	IIC_SDA/Breakout
A5	IIC_SCL/Breakout

ภาคผนวก จ.

Code

```

#include <LiquidCrystal.h>           #include "DHT.h"           #include
<SoftwareSerial.h>
DHT dht;           LiquidCrystal lcd (12, 11, 5, 10, 9, 8);   String apiKey =
"TX1VO0O94ZCCRIB6";
SoftwareSerial ser(2,3);
int sensorPin = A0;           int led = 13 ;           int sensorValue = 0;

void setup() {
pinMode(led, OUTPUT);           Serial.begin(9600);   ser.begin(9600);   lcd.begin(16,
4);           dht.setup(7);           lcd.setCursor(1,0);   lcd.print("Humid");
lcd.setCursor(10,0);           lcd.print("Temp");
lcd.setCursor(0,2);   lcd.print("Soil Humid"); }

void loop() {
  Serial.println("  Data from Sensor DHT 22 and Soil Moisture");
  Serial.print("\n");
  Serial.println("Status\t\t\tHumidity (%)\t\tTemperature (C)");
  delay(dht.getMinimumSamplingPeriod());
  float humidity = dht.getHumidity();
  float temperature = dht.getTemperature();
  float sensorValue = analogRead(sensorPin);
  Serial.print(dht.getStatusString());
  Serial.print("\t\t\t");
  Serial.print(humidity, 1);
  Serial.print("\t\t\t");
  Serial.print(temperature, 1);
  lcd.setCursor(1, 1);
  lcd.print (humidity);
  lcd.setCursor(9, 1);
  lcd.print (temperature);
  lcd.setCursor(3, 3);

```

```

    lcd.print ((sensorValue/7.5)-10);
    Serial.print("\n\n");
    Serial.print("SoilHumidity");
    Serial.print("\t\t");
    Serial.println(sensorValue);
    Serial.print("\t");
    Serial.println("% RH");
    delay(1);

                control();
                esp_8266(); }

void control()
{
    float sensorValue = analogRead(sensorPin);
    if(sensorValue<60)
        digitalWrite(led, HIGH);
    else
        digitalWrite(led, LOW);
    delay(1);
}

void esp_8266()
{
    float sensorValue = analogRead(sensorPin);
    float humidity = dht.getHumidity(); // ดึงค่าความชื้น
    float temperature = dht.getTemperature(); // ดึงค่าอุณหภูมิ

    char buf[32];
    String strVolt = dtostrf( humidity, 4, 1, buf);
    String strVolt2 = dtostrf( temperature, 4, 1, buf);
    String strVolt3 = dtostrf( (sensorValue/7.5)-10, 4, 1, buf);
    Serial.print("\n\n");

```

```
Serial.print(strVolt);
Serial.print("\t");
Serial.println("% RH");
Serial.print(strVolt2);
Serial.print("\t");
Serial.println("Celcius");
Serial.print(strVolt3);
Serial.print("\t");
Serial.println("% RH");

// TCP connection
String cmd = "AT+CIPSTART=\\"TCP\\,\\"";
cmd += "184.106.153.149"; // api.thingspeak.com
cmd += "\",80";
ser.println(cmd);
if(ser.find("Error")){
  Serial.println("AT+CIPSTART error");
  return; }

// prepare GET string
String getStr = "GET /update?api_key=";
getStr += apiKey;
getStr += "&field1=";
getStr += String(strVolt);
getStr += "&field2=";
getStr += String(strVolt2);
getStr += "&field3=";
getStr += String(strVolt3);
getStr += "\r\n\r\n";

// send data length
cmd = "AT+CIPSEND=";
```

```
cmd += String(getStr.length());
ser.println(cmd);

if(ser.find(">")){
    ser.print(getStr);
}
else{
    ser.println("AT+CIPCLOSE");
    // alert user
    Serial.println("//");
}
// thingspeak needs 15 sec delay between updates
delay(20);
}
```

ประวัติผู้เขียน



ชื่อ-นามสกุล นาย พชร พหุวิช

วัน เดือน ปีเกิด 14 มิถุนายน 2536

ที่อยู่ 417/14 ซอยสามทหาร ถนนสุขุมวิท 50 แขวง

พระโขนง เขตคลองเตย กรุงเทพฯ 10260

ประวัติการศึกษา

- ปีการศึกษา 2554 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จากโรงเรียนบดินทรเดชา(สิงห์ สิงหเสนี) จังหวัดกรุงเทพฯ
- ปีการศึกษา 2558 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- ฝึกงานภาคฤดูร้อน บริษัท ไทยออยล์ จำกัด (มหาชน) แผนกดูแล และ รักษาระบบไฟฟ้าของ โรงกลั่น ระหว่างวันที่ 31 มีนาคม 2557 ถึง 30 พฤษภาคม 2557



ชื่อ-นามสกุล นาย พิธา พจมานพิมล

วัน เดือน ปีเกิด 5 มิถุนายน 2535

ที่อยู่ 629/39 ถนนพิชัย ตำบลปากเพรียว อำเภอเมือง
จังหวัด สระบุรี 18000

ประวัติการศึกษา

ปีการศึกษา 2554	สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จากโรงเรียนสระบุรีวิทยาคม
ปีการศึกษา 2558	สำเร็จการศึกษาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ฝึกงานภาคฤดูร้อน	บริษัท ซีแพค จำกัด (มหาชน) แผนกแผนกดูแล และ รักษาระบบไฟฟ้าของ โรงกลั่น ระหว่างวันที่ 1 เมษายน 2557 ถึง 30 พฤษภาคม 2557



ชื่อ-นามสกุล นาย วศพล ดิษฐ์เสถียร

วัน เดือน ปีเกิด 29 มีนาคม 2536

ที่อยู่ 255 ถนนเทศบาลสาย 1 แขวงวัดกัลยาณ์ เขต

ธนบุรี กทม 10600

ประวัติการศึกษา

ปีการศึกษา 2554

สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จากโรงเรียน ทวีธาภิเศก

ปีการศึกษา 2558

สำเร็จการศึกษาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ฝึกงานภาคฤดูร้อน

บริษัท จาร์ดีน จำกัด (มหาชน) แผนกฝ่ายจัดซื้อ ระหว่างวันที่ 1 เมษายน 2557 ถึง 30 พฤษภาคม 2557



ชื่อ-นามสกุล นาย พีรวิษณุ ดิถีสวัสดิ์เวทย์

วัน เดือน ปีเกิด 29 สิงหาคม 2535

ที่อยู่ 39/82 หมู่บ้านแลนด์แอนด์เฮ้าส์พาร์คขอนแก่น
ถนนเลียง เมือง ตำบลเมืองเก่า อำเภอเมือง
จังหวัด ขอนแก่น 40000

ประวัติการศึกษา

ปีการศึกษา 2554

สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมตอนปลาย จากโรงเรียนสาริต
มหาวิทยาลัยขอนแก่น (ศึกษาศาสตร์)

ปีการศึกษา 2558

สำเร็จการศึกษาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ฝึกงานภาคฤดูร้อน

บริษัท เบสไดเรคชั่น จำกัด ตำแหน่ง Project Engineer ระหว่างวันที่ 1
เมษายน 2557 ถึง 30 พฤษภาคม 2557