



ระบบรดน้ำแปลงผักอัตโนมัติ
AUTOMATIC PLANT WATERING SYSTEM

นายคุณุตม์ แซ่ม้า
นายสุรชัย แซ่จ้าว

โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
ปีการศึกษา 2561

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

ระบบรตน้ำแปลงผักอัตโนมัติ

นายคณุตม์ แซ่ม้า

นายสุรชัย แซ่จำว

โครงการเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
คณะครุศาสตรอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
ปีการศึกษา 2561
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

AUTOMATIC PLANT WATERING SYSTEM

Mr.KHANUT SAEMA

Mr.SURACHAI SAEJOW

A PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE BACHELOR DEGREE
OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY

DEPARTMENT OF COMPUTER TECHNOLOGY

FACULTY OF TECHNICAL EDUCATION

RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY KRUNGTHAP

ACADEMIC YEAR 2018

COPYRIGHT OF RAJAMANGALA UNIVERSITY
OF TECHNOLOGY KRUNGTHAP

ชื่อโครงการ	ระบบรดน้ำแปลงผักอัตโนมัติ
โดย	นายคุณุตม์ แซ่ม้า นายสุรัชย์ แซ่จำว
สาขาวิชา	เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์วิโรจน์ เลิศธีระชาญชัย

คณะกรรมการอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ อนุมัติให้
โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต

..... คณบดีคณะกรรมการ
(อาจารย์สมพร ปิยะพันธ์)

คณะกรรมการสอบโครงการ

..... ประธานกรรมการ
(อาจารย์นรินทร์ จีระนันตสิน)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ
(อาจารย์วิโรจน์ เลิศธีระชาญชัย)

..... กรรมการ
(อาจารย์พนัสชัย ศรีบำรุง)

กิตติกรรมประกาศ

โครงการฉบับนี้ได้สำเร็จลุล่วงด้วยดีด้วยความกรุณาจากอาจารย์วิโรจน์ เลิศธีระชาญชัย อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการและอาจารย์สาขาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ที่ได้ให้ข้อเสนอแนะแนวคิดและตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ มาโดยตลอดจนทำให้โครงการฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ ผู้จัดทำจึงกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ที่เอื้อเฟื้อสถานที่และอำนวยความสะดวกด้านอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อการทำโครงการ ทดลองโครงการ และในการจัดทำเล่มโครงการฉบับนี้ และเพื่อน ๆ นักศึกษาทุกคนที่ได้ให้คำชี้แนะและความช่วยเหลือต่าง ๆ ตลอดมาด้วยดี

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ คุณบิดา มารดา ที่ได้ให้กำลังใจและออกค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ในการศึกษาเล่าเรียนตลอดมา จึงทำให้ผู้จัดทำโครงการสามารถทำจนสำเร็จลุล่วงมาด้วยดี

นายคุณุตม์ แซ่ม้า

นายสุรัชย์ แซ่จ้าว



ชื่อโครงการ	ระบบรดน้ำแปลงผักอัตโนมัติ
โดย	นายคุณุตม์ แซ่ม้า นายสุรัชย์ แซ่จ้าว
สาขาวิชา	เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์
อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ	อาจารย์วิโรจน์ เลิศธีระชาญชัย
ปีการศึกษา	2561

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันการเพาะปลูกทางการเกษตรนั้นมีหลายรูปแบบและหลายกระบวนการในการเพาะปลูก แต่ปัจจัยสำคัญในการเพาะปลูกทางการเกษตรนั้น คือการรดน้ำให้กับพืชผักต่าง ๆ เนื่องจากการรดน้ำแบบใช้แรงงานคนรดน้ำกับระบบรดน้ำแบบสปริงเกอร์โดยไม่มีการควบคุม ทำให้การรดน้ำไม่มีความสม่ำเสมอ อาจทำให้น้ำไม่ทั่วพื้นที่และทำให้น้ำเกินความจำเป็นของพืชผัก จึงทำให้น้ำที่เกินสูญเปล่า ผู้จัดทำจึงออกแบบระบบรดน้ำแปลงผักอัตโนมัติ ผ่านเซนเซอร์วัดความชื้นในดิน และส่งสัญญาณข้อมูลกลับไปยังตัวรับแบบไร้สาย โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมการทำงาน โดยติดตั้งเซนเซอร์ในบริเวณแปลงเพาะปลูกจำลองสำหรับตรวจวัดค่าความชื้นในดิน จากนั้นส่งค่าการตรวจวัดผ่านโมดูลสื่อสารไร้สายในคลื่นความถี่ 2.4 กิกะเฮิรตซ์ ไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวหลัก เพื่อทำการประมวลผลว่าควรจ่ายน้ำหรือไม่และทำการควบคุมให้ระบบจ่ายน้ำเพื่อรดน้ำให้กับแปลงผักอัตโนมัติ ผลการทดสอบระบบรดน้ำแปลงผักอัตโนมัติ โดยรวมสามารถทำงานได้ แต่ยังมีบางส่วนที่ยังไม่สามารถทำงานได้ดีพอสมควร เช่น เซนเซอร์วัดความชื้นในดิน และการรับส่งข้อมูลผ่านการสื่อสารไร้สายได้เพียงระยะทางใกล้ ๆ เท่านั้น ดังนั้นจึงยังไม่สามารถนำไปใช้งานกับแปลงเกษตรที่มีระยะทางเกิน 30 เมตร ทำให้ไม่สามารถรับส่งข้อมูลการสื่อสารไร้สายได้

คำสำคัญ ระบบรดน้ำแปลงผักอัตโนมัติ โมดูลสื่อสารไร้สาย เซนเซอร์วัดความชื้น

Project	Automatic Plant Watering System
Author	Mr.Khanut Saema Mr.Surachai Saejow
Major	Computer Technology
Advisor	Mr. Wirote Lerttheerachanchai
Acade Year	2018

Abstract

In the present, agricultural cultivation. There are many forms and multiple processes in cultivation. But the key factor in agricultural cultivation is to watering the vegetable. Due to labor-based water watering and spring-breaker system without control. This makes water watering uneven. May cause water not throughout the area and cause water to exceed the vegetable's need. Thus making the water more than empty. The manager has designed the automatic plant watering system through the soil moisture sensor and sends the data signal back to the wireless receiver. Using a microcontroller to control operation. The sensor is installed in the cultivation area for measuring the soil moisture. Then, pass the measurement value via the Wireless module module in the 2.4 GHz frequency to the main microcontroller. To process whether water is to be paid and to control the water supply system for automatic water conversion. Test result of automatic vegetable conversion can be run and there are still some that can not work well enough. Such as the moisture sensor in soil and wireless communication is only a short distance away. Therefore, it is not possible to apply to the agricultural converter of over 30 meters, making wireless communication traffic not possible.

Keywords Plant Watering System Humidity Sensor Microcontroller.

สารบัญ

	หน้า
หน้าอนุมัติ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
บทคัดย่อ	ค
Abstract	ง
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ซ
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของโครงการ	1
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	1
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	2
2.1 การทบทวนวรรณกรรม	2
2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างดิน น้ำ และพืช	3
2.3 การดูน้ำจากดินในชั้นต่าง ๆ ของพืช	4
2.4 อาดูโน นาโน (Arduino Nano)	5
2.5 โหนดเอ็มซียู (Node MCU)	6
2.6 ซอร์ฟแวร์อาดูโน ไอดีอี (Arduino IDE)	6
2.7 แอปพลิเคชัน Blynk	7
2.8 โมดูลสื่อสารไร้สาย NRF24L01	8
2.9 โมดูลเอสดีการ์ด (SD Card)	8
2.10 รีเลย์ (Relay)	9
2.11 จอแสดงผล OLED	10
2.12 เซนเซอร์วัดความชื้น (Soil Moisture Sensor)	11
2.13 เซนเซอร์วัดการไหลของน้ำ (Water Flow Sensor)	12

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 วิธีดำเนินงาน	13
3.1 ลำดับขั้นตอนการทำงาน	13
3.2 การออกแบบและทดสอบการทำงานของระบบร่น้ำอัตโนมัติผ่านเซนเซอร์ไร้สาย	13
3.3 ส่วนประกอบของระบบร่น้ำแปลงผักอัตโนมัติ	14
3.4 ออกแบบวงจร และโครงสร้างฮาร์ดแวร์	16
3.5 ออกแบบโครงสร้างซอฟต์แวร์	27
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	30
4.1 การทดลองการทำงาน	30
4.2 นำระบบไปลองใช้จริง	38
บทที่ 5 บทสรุป	39
5.1 สรุปผลการทดสอบ	39
5.2 อภิปรายผล	39
5.3 ข้อเสนอแนะ	39
บรรณานุกรม	40
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก	41
ภาคผนวก ข	45
ประวัติผู้จัดทำ	51

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 แผนการดำเนินงาน	13
4.1 ผลการทดสอบการทำงานของเซนเซอร์ และปั้มน้ำ	32
4.2 การทดลองส่งข้อมูลของอุปกรณ์สื่อสารไร้สายในแต่ละระยะความห่างที่ต่างกัน	33
4.3 วัดปริมาณน้ำที่คำนวณได้จากการให้น้ำที่ระยะเวลาต่าง ๆ	34
4.4 การทดลองบันทึกข้อมูล	35
4.5 ทดสอบการทำงานของแอปพลิเคชัน และระบบรดน้ำแปลงผักอัตโนมัติ	37
4.6 วัดความชื้นในดินเป็นเวลา 10 วัน	38



สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 แสดงความชื้นพีชที่ดูดไปจากดินในชั้นต่าง ๆ	5
2.2 อาดูโน นาโน	5
2.3 โหนดเอ็มซียู	6
2.4 ซอร์ฟแวร์ อาดูโน ไอดีอี	7
2.5 แอปพลิเคชัน Blynk	7
2.6 โมดูล NRF24L01	8
2.7 โมดูลเอสดีการ์ด	8
2.8 สัญลักณ์รีเลย์	9
2.9 รีเลย์ 2 ช่อง	9
2.10 จอแสดงผล OLED	11
2.11 เซนเซอร์วัดความชื้น	11
2.12 เซนเซอร์วัดการไหลของน้ำ	12
3.1 ส่วนประกอบของระบบรดน้ำแปลงผักอัตโนมัติ	14
3.2 ส่วนประกอบของระบบวัดความชื้นในดิน	15
3.3 ส่วนประกอบของระบบควบคุม	15
3.4 วงจรรวมตัวส่ง	16
3.5 วงจรสื่อสารไร้สายตัวส่ง	17
3.6 วงจรวัดความชื้นในดิน	17
3.7 วงจรรวมตัวรับ	18
3.8 สื่อสารไร้สายตัวรับ	19
3.9 วงจรนาฬิกา	19
3.10 วงจรหน้าจอ	20
3.11 วงจรเอสดีการ์ด	20
3.12 วงจรวัดการไหลของน้ำ	21
3.13 วงจรรีเลย์	21
3.14 วงจรเซนเซอร์วัดความชื้นในดินไร้สาย	22
3.15 ระบบควบคุม	22
3.16 ต้นเสาวัดความชื้นในดิน	23

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3.17 การพิมพ์วัตถุส่วนบน	23
3.18 การพิมพ์วัตถุส่วนกลาง	24
3.19 การพิมพ์วัตถุส่วนล่าง	24
3.20 นำชิ้นส่วนมาประกอบกัน	25
3.21 ทดลองการทำงาน	25
3.22 นำวงจรทั้งหมดมาประกอบกัน	26
3.23 โครงสร้างแปลงผักจำลอง	26
3.24 นำทุกส่วนมาประกอบกัน	26
3.25 การทำงานในภาพรวมของระบบ	27
3.26 โฟลว์ชาร์ตการทำงานของเซนเซอร์วัดความชื้นในดิน	28
3.27 โฟลว์ชาร์ตการทำงานของระบบรับข้อมูลหลัก	28
3.28 โฟลว์ชาร์ตตัวควบคุมและบันทึกข้อมูล	29
4.1 แปลงผักจำลอง	30
4.2 การทดลองเซนเซอร์ และปั้มน้ำจุดที่ 1	31
4.3 การทดลองเซนเซอร์ และปั้มน้ำจุดที่ 2	31
4.4 ทดลองวัดปริมาณน้ำ	34
4.5 ข้อมูลเป็นไฟล์ .txt	35
4.6 หน้าแอปพลิเคชัน	36
4.7 ทดลองระบบรดน้ำโดยรวม	36
ก.1 บัดกรีวงจร	42
ก.2 ทดสอบวงจร	42
ก.3 เซนเซอร์ต่าง ๆ	43
ก.4 โครงสร้างของระบบรดน้ำแปลงผักอัตโนมัติ	43
ก.5 ระบบรดน้ำแปลงผักอัตโนมัติ	44
ข.1 ช่องสีแดงเป็นโปรแกรมที่ใช้ติดตั้ง	46
ข.2 คลิกที่คำว่า “ใช่”	46
ข.3 คลิกที่คำว่า “I Argee”	47
ข.4 คลิกที่คำว่า “Next”	47

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
ข.5 คลิกที่คำว่า “Install”	48
ข.6 รอโปรแกรมทำงาน	48
ข.7 คลิกที่คำว่า “Close” จบขั้นตอนการติดตั้ง	49
ข.8 ในวงสีแดงคือโปรแกรมที่ได้จากการติดตั้ง	49
ข.9 หน้าโปรแกรมที่พร้อมใช้งาน ในการเขียนคำสั่งต่าง ๆ	50



คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

IOT	=	อุปกรณ์ต่าง ๆ เชื่อมโยงทุกสิ่งทุกอย่างสู่โลกอินเทอร์เน็ต (Internet of Things)
SPI	=	เป็นวิธีการสื่อสารอนุกรมแบบ (Serial Peripheral Interface)
OLED	=	จอภาพที่มีสารอินทรีย์ที่เปล่งแสงเองได้เมื่อได้รับพลังงานไฟฟ้า (organic light-emitting) diode
LCD	=	จอภาพแบบแบนบางสร้างขึ้นจากพิกเซลสี (liquid crystal display)
PCB	=	แผ่นพิมพ์วงจร (Printed Circuit Board)
GHz	=	กิกะเฮิรตซ์ (Gigahertz)
I2C	=	การสื่อสารอนุกรม แบบซิงโครนัส (Investigative Analysis Software)
SD Card	=	การ์ดหน่วยความจำจัดเก็บข้อมูล (Secure Digital Card)



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันการเพาะปลูกทางการเกษตรนั้นมีหลายรูปแบบและหลายกระบวนการในการเพาะปลูก แต่ปัจจัยสำคัญในการเพาะปลูกทางการเกษตรนั้น คือการรดน้ำให้กับพืชผักต่าง ๆ เนื่องจากการรดน้ำแบบใช้แรงงานคนรดน้ำกับระบบรดน้ำแบบสปริงเกอร์โดยไม่มีการควบคุม ทำให้การรดน้ำไม่มีความสม่ำเสมอ อาจทำให้น้ำไม่ทั่วพื้นที่และทำให้น้ำเกินความจำเป็นของพืชผัก จึงทำให้น้ำที่เกินสูญเปล่า

ผู้จัดทำจึงมีแนวทางในการสร้างต้นแบบระบบรดน้ำแปลงผักอัตโนมัติ โดยตัดปัญหาเรื่องการรดน้ำเกินความจำเป็นและความไม่ทั่วถึง

1.2 วัตถุประสงค์

- 1.2.1 เพื่อสร้างระบบรดน้ำแปลงผักอัตโนมัติ
- 1.2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพการทำงานของระบบรดน้ำแปลงผักอัตโนมัติ

1.3 ขอบเขตของโครงการ

- 1.3.1 ระบบถูกกำหนดให้รดน้ำเฉพาะช่วงเช้าและเย็น
- 1.3.2 สามารถรดน้ำเสริมเพิ่มเติม โดยผ่านการควบคุมด้วยสมาร์ทโฟนผ่านแอปพลิเคชัน

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.4.1 ได้ระบบรดน้ำอัตโนมัติ
- 1.4.2 ได้ประสิทธิภาพขั้นต่ำของระบบสำหรับผู้นำไปใช้ประโยชน์

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาค้นคว้าเพื่อสร้างระบบรดน้ำแปลงผักอัตโนมัติ ผู้จัดทำได้รวบรวมแนวคิดทฤษฎี และหลักการต่าง ๆ ได้สืบค้นจากอินเทอร์เน็ต และเอกสารที่เกี่ยวข้องแล้วสรุปรายละเอียดดังนี้

2.1 การทบทวนวรรณกรรม

2.1.1 การพัฒนาเครือข่ายเซนเซอร์สำหรับระบบชลประทานอัตโนมัติ

เรืออากาศเอก ดร. ประโยชน์ คำสวัสดิ์. (ออนไลน์, 2556) การออกแบบเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายสำหรับระบบฟาร์มอัจฉริยะ โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุม โดยติดตั้งโนดเซนเซอร์ในบริเวณแปลงเพาะปลูกสำหรับตรวจวัดค่าต่าง ๆ เช่นความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ อุณหภูมิ ความชื้นในดินและความเข้มแสง จากนั้นส่งค่าการตรวจวัดผ่าน เครือข่ายสื่อสารไร้สายด้วยโมดูล ZigBee ไปยังโนดโคออร์ดิเนเตอร์เพื่อการประมวลผล และรายงานผลโดยที่โนดโคออร์ดิเนเตอร์ที่ออกแบบขึ้นสามารถสร้างเส้นทางการเชื่อมต่อผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่เพื่อนำข้อมูลจากการตรวจวัดขึ้นเซิร์ฟเวอร์ได้ งานวิจัยนี้ได้สร้างแบบจำลองสำหรับระบบควบคุมแบบฟuzzyในการควบคุมช่วงเวลาการให้น้ำของระบบควบคุมการให้น้ำอัตโนมัติ โดยใช้ค่าความชื้นในดินและค่าความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศจากเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายที่ติดตั้งในแปลงเกษตรกรรม ผลการจำลองการทำงานที่นำเสนอแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของอัลกอริทึมและความเป็นไปได้ในการประยุกต์เพื่อการใช้งานได้จริง

2.1.2 ชุดควบคุมระบบไฟและระบบน้ำอัตโนมัติ

จิรวุฒิ ศิริมงคล และ เทวินทร์ กันธา. (ออนไลน์, 2558) เนื่องจากในปัจจุบันการทำการเกษตรกำลังลดลงอย่างเห็นได้ชัดเนื่องจากการทำการเกษตรในปัจจุบันเต็มไปด้วยความยุ่งยาก เพราะเกษตรกรยังทำการเกษตรแบบเก่าคือในการทำการเกษตรแบบเก่านั้นมีข้อจำกัดหลายอย่างโดย การทำการเกษตรแบบเดิมนั้นจะใช้กำลังคนในการดูแลพืชและยังมีข้อจำกัดอย่างเช่น หากเกษตรกรต้องการที่จะไปทำธุระต่างจังหวัดหรือไม่ได้มาดูแลเป็นเวลานาน จะทำให้พืชผักที่เกษตรกรปลูกไว้นั้นเสียหาย นั่นคือข้อจำกัดที่สำคัญที่สุดในการทำการเกษตรคือ เกษตรกรต้องคอยดูแลเอาใจใส่ตลอดเวลาเกี่ยวกับชุมชนหมู่บ้านคอนต้นจะเกี่ยวกับการเกษตรต่าง ๆ เช่น การปลูกพืชผักการปลูกดอกไม้ชนิดต่าง ๆ ซึ่งจะใช้เวลาและงบประมาณจำนวนมากในการทำการเกษตรทำให้เกษตรกรไม่มี

เวลาไปทำอย่างอื่นเลยต้องจ้างแรงงานมาดูแลพืชผักซึ่งจะใช้งบประมาณมาก ยิ่งพื้นที่ในสวนมากก็ยิ่งจ้างแรงงานมากทำให้ใช้งบประมาณเพิ่มขึ้นไปอีก

จากปัญหาที่เกิดขึ้นจากการทำการเกษตร ผู้จัดทำจึงได้คิดประดิษฐ์อุปกรณ์ชุดควบคุมระบบไฟและระบบน้ำอัตโนมัติที่สามารถดูแลพืชผักและน้ำในสวนของเกษตรกรได้

2.1.3 การออกแบบระบบให้น้ำผ่านท่อในงานวิจัยเกษตรวิศวกรรม

วันชัย คุปวานิชพงษ์. (ออนไลน์, 2555) น้ำมีบทบาทที่สำคัญในการผลิตพืชเนื่องจากเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเจริญเติบโต เสริมสร้างผลผลิตทั้งในเชิงปริมาณ และคุณภาพซึ่งเป็นเป้าหมายที่เกษตรกรต้องการ ในพื้นที่บางแห่งแหล่งน้ำเพื่อการเกษตรมีจำกัดและปริมาณน้ำมีไม่เพียงพอในการเพาะปลูกโดยเฉพาะในปีที่เกิดภัยแล้งหรือฝนตกไม่สม่ำเสมอ จำเป็นต้องหาแหล่งน้ำ วิธีส่ง การเก็บกักไว้ใช้ และวิธีการใช้น้ำที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืชในระยะต่าง ๆ โดยมีจุดมุ่งหมายให้มีการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพให้มากที่สุด นอกจากนี้ยังคำนึงถึงการลดการใช้น้ำโดยไม่จำเป็น เพื่อเก็บไว้ใช้ในกิจกรรมอื่น ประหยัดพลังงานและแรงงาน ซึ่งหมายถึงการลดต้นทุนการผลิตและเพิ่มกำไรอีกด้วย

2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างดิน น้ำ และพืช

2.2.1 คุณสมบัติของดิน

กรมชลประทาน. (2554, 3-4) คุณสมบัติสำคัญของดินที่เกี่ยวข้องกับความสัมพันธระหว่างดินน้ำและพืชที่สำคัญ ๆ คือ

2.2.1.1 ส่วนประกอบและสถานะของดิน

ดินทางการเกษตรที่เหมาะสมกับการปลูกพืชนั้นจะต้องหมายถึงดินที่มีส่วนประกอบ 4 อย่างคือ อินทรีย์วัตถุ อนินทรีย์วัตถุ น้ำและอากาศ รวมเป็น 3 สถานะคือ อินทรีย์วัตถุ 45 เปอร์เซ็นต์ และอนินทรีย์วัตถุ 5 เปอร์เซ็นต์รวมกันเป็นส่วนของแข็ง ที่เหลือจะเป็นช่องว่าง และช่องว่างเหล่านี้จะเป็นที่อยู่ของของเหลว ซึ่งเป็นสถานะของน้ำ 25 เปอร์เซ็นต์หรือสารละลายที่อยู่ในดิน และก๊าซคือส่วนที่เป็นอากาศ 25 เปอร์เซ็นต์ ที่อยู่ในช่องว่างเม็ดดินที่ไม่ได้เป็นของเหลว

สำหรับช่องว่างในดินสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 พวกคือ ช่องว่างขนาดใหญ่ และช่องว่างขนาดเล็ก ช่องว่างขนาดเล็กจะเป็นที่อยู่ของน้ำที่พืชจะสามารถนำไปใช้ได้ ส่วนช่องว่างในดินขนาดใหญ่ น้ำในดินสามารถไหลผ่านได้สะดวกจึงมักเป็นที่อยู่ของอากาศในดิน

2.2.1.2 เนื้อดินลักษณะของเนื้อดินที่ระดับชั้นต่าง ๆ ในบริเวณเขตรากพืช เป็นสิ่งสำคัญที่จะต้องรู้ เพราะลักษณะของเนื้อดินมีอิทธิพลอย่างมากต่อปริมาณน้ำที่ดินสามารถอุ้มเอาไว้ได้สำหรับให้พืชนำไปใช้และยังมีอิทธิพลต่อการไหลซึมของน้ำไปในดินอีกด้วย

เนื้อดินเป็นคุณสมบัติของดินที่บอกถึงความหยาบหรือความละเอียดของดิน ปกติแล้วดินจะประกอบด้วยส่วนผสมของอนุภาคหลัก 3 ชนิด ได้แก่ ทราย ตะกอนทราย และ ดินเหนียวสำหรับดินที่มีอนุภาคของทรายเป็นส่วนประกอบหลัก เรียกว่า ดินเนื้อหยาบ และดินที่มีอนุภาคดินเหนียวเป็นส่วนประกอบหลัก เรียกว่า ดินเนื้อละเอียด ซึ่งจะมีความสามารถในการอุ้มน้ำได้ดีกว่าดินทราย ซึ่งคุณสมบัตินี้ให้น้ำซึมผ่านได้ง่าย มีการระบายน้ำดีแต่อุ้มน้ำได้น้อย

2.2.1.3 โครงสร้างของดิน

โครงสร้างของดินเป็นคุณสมบัติของดินที่เกี่ยวข้องกับการเรียงตัว และการเกาะกันระหว่างเม็ดดิน เพราะโครงสร้างของดินจะมีผลต่อการเคลื่อนที่ของน้ำและอากาศในดิน อัตราการซึมของน้ำในดิน ตลอดจนการแผ่กระจายของรากพืช ดังนั้นจึงมีการปรับปรุงโครงสร้างของดินในเขตรากพืชอยู่เสมอ

2.2.1.4 อัตราการซึมของน้ำผ่านผิวดิน

อัตราการซึมของน้ำผ่านผิวดินขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายอย่างเช่น โครงสร้างของดิน เนื้อดิน ความลึกของน้ำบนผิวดิน สภาพของผิวดิน ความชื้นในดินก่อนการให้น้ำ เป็นต้น

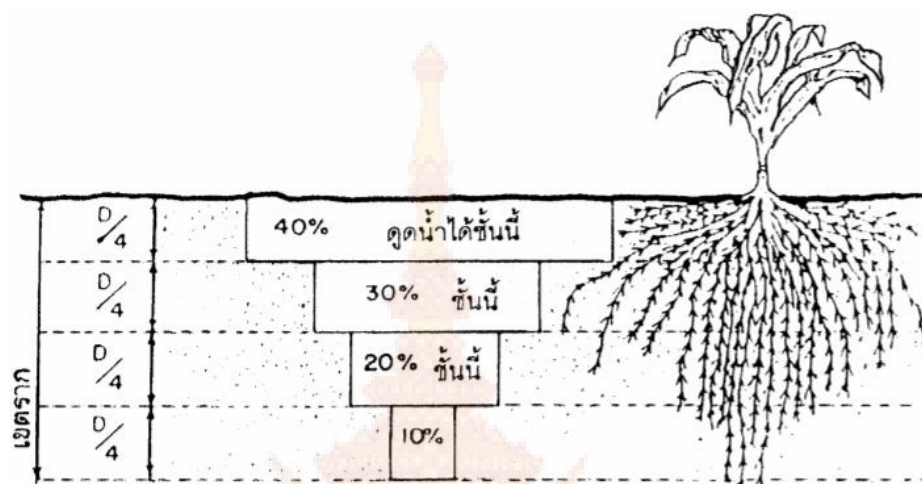
ค่าอัตราการซึมของน้ำผ่านผิวดินจะมีค่ามากเมื่อเริ่มต้นให้น้ำเนื่องจากผิวดินยังแห้งอยู่จึงดูดซับน้ำเอาไว้ได้อย่างรวดเร็ว แต่ขณะที่การให้น้ำต่อไปจะเริ่มอิ่มตัวด้วยน้ำและค่าอัตราจะค่อย ๆ เริ่มลดลงจนถึงระดับหนึ่งที่ค่านี้จะมีค่าเกือบคงที่ตลอดไป จนกว่าจะหยุดการให้น้ำ

ในการให้น้ำแก่พืชนั้น โดยเฉพาะในการให้น้ำแบบพ่นฝอย ฉีดฝอยหรือแบบไมโครสปริงเกอร์นั้น ไม่ควรให้น้ำมากกว่าอัตราการซึมของน้ำผ่านผิวดิน เพราะจะทำให้เกิดการสูญเสียของน้ำ และการชะล้างพังทลายของดินได้

2.3 การดูดน้ำจากดินในชั้นต่าง ๆ ของพืช

กรมชลประทาน. (2554, 8) เนื่องจากว่ารากพืชจะแผ่กระจายอยู่อย่างหนาแน่นในตอนบนของราก และในบริเวณโคนต้น ดังนั้นพืชจะดูดน้ำจากดินในชั้นนี้ไปใช้อย่างรวดเร็ว นอกจากความชื้นที่พืชดูดไปใช้แล้ว ดินยังสูญเสียน้ำโดยการระเหยไปจากผิวดินอีก ขณะที่ความชื้นของดินในชั้นนี้ค่อย ๆ ลดลง แรงดึงดูดความชื้นของดินจะเพิ่มขึ้น ในที่สุดพืชก็ไม่สามารถดูดน้ำจากดินในชั้นนี้ไปใช้ได้อย่างเพียงพอ ความชื้นที่พืชนำไปใช้ในการเจริญเติบโตจึงต้องมาจากดินในชั้นที่อยู่ต่ำลงมา ในดินที่มีเนื้อสม่ำเสมอ และมีความชื้นที่สามารถนำไปใช้ได้ตลอดความลึกของเขตรากพืชจะใช้น้ำในตอนบนของเขตรากอย่างรวดเร็ว ส่วนตอนล่างนั้นพืชจะดูดน้ำไปใช้ช้ากว่ามาก จากการทดลองพบว่าพืชเกือบทุกชนิดที่ปลูกในดินที่มีเนื้อดินสม่ำเสมอ และมีความชื้นมากพอกับความต้องการของพืชตลอดความลึก จะมีลักษณะการดูดน้ำจากดินในชั้นต่าง ๆ ไปใช้คล้ายคลึงกัน กล่าวคือถ้าแบ่งความลึกของเขตราก

ออกเป็น 4 ส่วนเท่า ๆ กัน ประมาณ 40 เปอร์เซ็นต์ของความชื้นที่พืชใช้ทั้งหมดมาจากดินในชั้นแรก นับจากผิวดินลงมา 30 เปอร์เซ็นต์มาจากดินในชั้นที่สอง 20 เปอร์เซ็นต์มาจากดินในชั้นที่สาม 10 เปอร์เซ็นต์มาจากดินในชั้นที่สี่ตามลำดับ

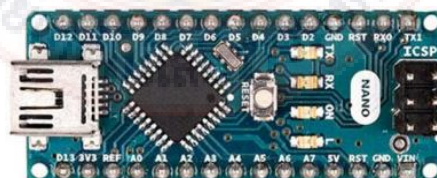


ภาพที่ 2.1 แสดงความชื้นพืชที่ดูดไปจากดินในชั้นต่าง ๆ

ที่มา: กรมชลประทาน, 2554, หน้า 8

2.4 อาดูโน นาโน (Arduino Nano)

Arduino. (ออนไลน์, 2561) อาดูโน นาโน เป็นบอร์ดที่มีขนาดเล็กถูกออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่าย โดยใช้ ATmega328P มีฟังก์ชันการทำงานเดียวกันของ อาดูโน Duemilanove และสามารถทำงานร่วมกับสาย Mini-USB ได้



ภาพที่ 2.2 อาดูโน นาโน

ที่มา: Arduino, 2561, ออนไลน์

2.5 โหนดเอ็มซียู (Node MCU)

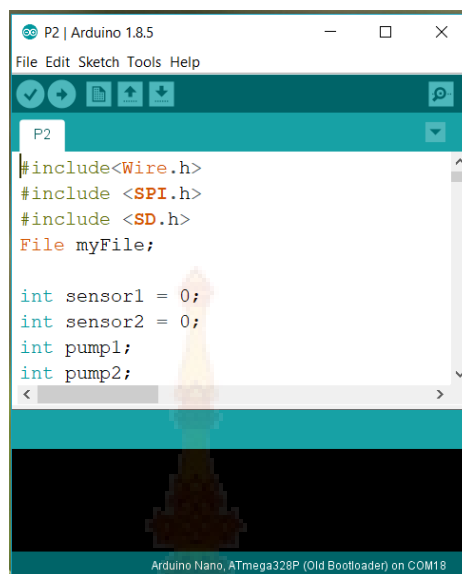


ภาพที่ 2.3 โหนดเอ็มซียู

Handsontec. (ออนไลน์, 2560) โหนดเอ็มซียูคือ แพลตฟอร์มหนึ่งที่ใช้ช่วยในการสร้างโปรเจกต์ IOT ที่ประกอบไปด้วยชุดพัฒนา และ เฟิร์มแวร์ ที่เป็นโอเพ่นซอร์สสามารถเขียนโปรแกรมด้วยภาษา Lau ได้ ทำให้ใช้งานได้ง่าย มาพร้อมกับโมดูลไวไฟ ESP8266 ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญในการใช้เชื่อมต่อกับ อินเทอร์เน็ต ตัวโมดูล ESP8266 นั้นมีอยู่ด้วยกันหลายรุ่นมาก ตั้งแต่เวอร์ชันแรกที่เป็น ESP-01 ไปเรื่อย ๆ จนปัจจุบันมีถึง ESP-12 แล้ว และที่ฝังอยู่ในโหนดเอ็มซียูเวอร์ชันแรกนั้นก็จะเป็น ESP-12 แต่ในเวอร์ชัน 2 นั้นจะใช้เป็น ESP-12E แทน ซึ่งการใช้งานโดยรวมก็ไม่แตกต่างกันมาก โหนดเอ็มซียูนั้นมีลักษณะคล้ายกับ อาดูโน่ ตรงที่มีพอร์ตอินพุตเอาต์พุตในตัว สามารถเขียนโปรแกรมคอนโทรล อุปกรณ์ได้โดยไม่ต้องผ่านอุปกรณ์อื่น ๆ และเมื่อไม่นานมานี้ก็มีนักพัฒนาที่สามารถทำให้ อาดูโน่ ไอดีอี (Arduino IDE) ใช้งานร่วมกับโหนดเอ็มซียูได้ จึงทำให้ใช้ภาษา C/C++ ในการเขียนโปรแกรมได้ ทำให้สามารถใช้งานได้หลากหลายมากยิ่งขึ้น โหนดเอ็มซียู สามารถทำอะไรได้หลายอย่างมากโดยเฉพาะเรื่องที่เกี่ยวข้องกับ IOT ไม่ว่าจะเป็นการทำเว็บเซิร์ฟเวอร์ขนาดเล็ก การควบคุมการเปิดปิดไฟผ่านไวไฟ และอื่น ๆ อีกมากมาย

2.6 ซอร์ฟแวร์อาดูโน่ ไอดีอี (Arduino IDE)

Mindphp, (ออนไลน์, 2560) อาดูโน่ ไอดีอีคือ เครื่องมือในการเขียนโปรแกรมที่ใช้งานได้กับ อาดูโน่ ได้ทุกรุ่น โดยภายในจะมีเครื่องมือสำหรับติดต่อกับ อาดูโน่ เช่น การค้นหาอาดูโน่ ที่ติดต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ การเลือกรุ่นอาดูโน่ ที่เชื่อมต่ออยู่เพื่อตรวจสอบว่าขนาดของโปรแกรมที่เขียนหรือไลบรารีต่าง ๆ รองรับกับอาดูโน่ นั้น ๆ หรือไม่ อีกทั้งยังมีโปรแกรมติดต่อผ่านการเชื่อมต่อแบบอนุกรมโดยตรงสำหรับคอมพิวเตอร์



ภาพที่ 2.4 อาดูโน้ ไอดีอี

2.7 แอปพลิเคชัน Blynk

ปกรณ์ รัตนยิ่ง. (ออนไลน์, 2560) Blynk โปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับงาน IOT มีความน่าสนใจคือการเขียนโปรแกรมที่ง่าย ไม่ต้องเขียนโปรแกรมเอง สามารถใช้งานได้อย่างต่อเนื่องและสามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่าง ๆ เข้ากับอินเทอร์เน็ตได้อย่างง่ายไม่ว่าจะเป็น Esp8266, Esp32 นำมาแสดงบนแอปพลิเคชันได้อย่างง่าย แล้วที่สำคัญแอปพลิเคชัน Blynk สามารถดาวน์โหลดมาใช้งานได้ฟรีและรองรับในระบบ IOS และ Android อีกด้วย



ภาพที่ 2.5 แอปพลิเคชัน Blynk

2.8 โมดูลสื่อสารไร้สาย NRF24L01

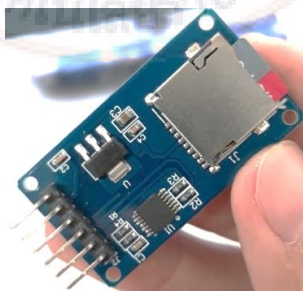


ภาพที่ 2.6 โมดูล NRF24L01

Nordicsemi. (ออนไลน์, 2560) NRF24L01 เป็นไอซีรับส่งไร้สายที่ความถี่ 2.4 กิกะเฮิรตซ์ ที่รวมโมดูลต่าง ๆ ที่ใช้ในการรับส่งข้อมูล และแปลงอินเตอร์เฟสไว้ด้วยกันโดยเอาท์พุตของไอซีนี้เป็นการติดต่อแบบ SPI ใช้พลังงานต่ำมีระบบจัดการข้อมูล เช่น การเข้าคิวการแก้ความผิดพลาดของข้อมูล และใช้ไฟเลี้ยงได้ตั้งแต่ 1.9 โวลต์ ถึง 3.6 โวลต์ แต่สามารถใช้ระดับแรงดันในการติดต่อได้ถึง 5 โวลต์

2.9 โมดูลเอสดีการ์ด (SD Card)

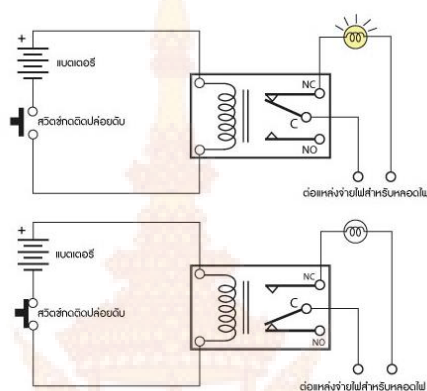
Datalogger.pbworks. (ออนไลน์, ม.ป.พ.) โมดูลเอสดีการ์ด (SD Card) เป็นโมดูลที่ช่วยในการนำ อาวุธโน ไปเชื่อมต่อกับเอสดีการ์ดได้ง่ายมากยิ่งขึ้น ซึ่งเอสดีการ์ดที่ใช้งานกับอยู่ทุกวันนี้ใช้การเชื่อมต่อรับ-ส่งข้อมูล โดยใช้โปรโตคอลอินเทอร์เฟซอุปกรณ์ต่อพ่วงแบบอนุกรม (Serial Peripheral Interface) ทำงานที่แรงดัน 3.3 โวลต์ โมดูลนี้ได้รวมวงจรแปลงแรงดันไฟตรงจาก 5 โวลต์ เป็น 3.3 โวลต์ และมีวงจรตัวแปลงลอจิกบนบอร์ด เพื่อให้สามารถนำไปใช้งานกับบอร์ดอาวุธโน ที่ทำงานที่แรงดัน 5 โวลต์ได้



ภาพที่ 2.7 โมดูลเอสดีการ์ด

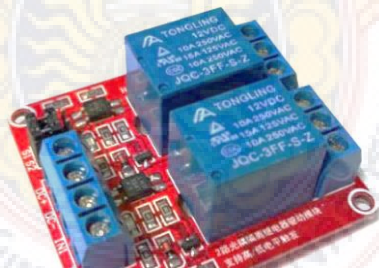
2.10 รีเลย์ (Relay)

Pspitech. (ออนไลน์, 2558) กล่าวว่า รีเลย์เป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นแม่เหล็ก เพื่อใช้ในการดึงดูดหน้าสัมผัสของคอนแทคให้เปลี่ยนสถานะ โดยการป้อนกระแสไฟฟ้าให้กับขดลวด เพื่อทำการปิดหรือเปิดหน้าสัมผัสคล้ายกับสวิตช์อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งเราสามารถนำรีเลย์ไปประยุกต์ใช้ในการควบคุมวงจรต่าง ๆ ในงานช่างอิเล็กทรอนิกส์มากมาย



ภาพที่ 2.8 สัญลักษณ์รีเลย์

ที่มา: Pspitech, 2557, ออนไลน์



ภาพที่ 2.9 รีเลย์ 2 ช่อง

2.10.1 รีเลย์ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วนหลักคือ

2.10.1.1 ส่วนของขดลวด (Coil) เหนียวนำกระแสต่ำ ทำหน้าที่สร้างสนามแม่เหล็กไฟฟ้าให้แก่โลหะไปกระตุ้นให้หน้าสัมผัสต่อกัน ทำงานโดยการรับแรงดันจากภายนอกต่อคร่อมที่ขดลวดเหนียวนี้ เมื่อขดลวดได้รับแรงดัน (ค่าแรงดันที่รีเลย์ต้องการขึ้นกับชนิด และรุ่นตามี่ผู้ผลิตกำหนด) จะเกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าทำให้แกนโลหะด้านในไปกระตุ้นให้แผ่นหน้าสัมผัสต่อกัน

2.10.1.2 ส่วนของหน้าสัมผัส (Contact) ทำหน้าที่เหมือนสวิตช์จ่ายไฟให้กับอุปกรณ์ที่เราต้องการ จุดต่อใช้งานมาตรฐาน ประกอบด้วย จุดต่อ NC ย่อมาจาก Normal Close หมายความว่าปกติปิด หรือ หากยังไม่จ่ายไฟให้ขดลวดเหนี่ยวนำหน้าสัมผัสจะติดกัน โดยทั่วไปมักจะต่อจุดนี้เข้ากับอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการให้ทำงานตลอดเวลา เช่น จุดต่อ NO ย่อมาจาก Normal Open หมายความว่าปกติเปิดหรือหากยังไม่จ่ายไฟให้ขดลวดเหนี่ยวนำหน้าสัมผัสจะไม่ติดกัน โดยทั่วไปมักจะต่อจุดนี้เข้ากับอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการควบคุมการเปิดปิด เช่น โครมไฟสนามเหนือหน้าบ้าน จุดต่อ C ย่อมาจาก Common คือจุดร่วมที่ต่อมาจากแหล่งจ่ายไฟ

2.10.2 ข้อจำกัดการใช้งานรีเลย์ทั่วไป

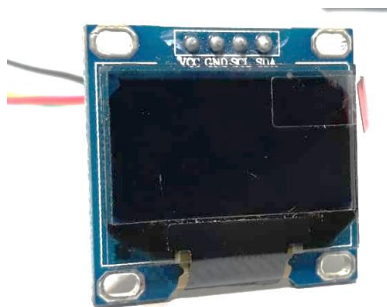
2.10.2.1 แรงดันใช้งาน หรือแรงดันที่ทำให้รีเลย์ทำงานได้ หากเราดูที่ตัวรีเลย์จะระบุค่า แรงดันใช้งานไว้ (หากใช้ในงานอิเล็กทรอนิกส์ ส่วนมากจะใช้แรงดันกระแสตรงในการใช้งาน) เช่น 12 โวลต์ กระแสตรง คือต้องใช้แรงดันที่ 12 โวลต์ กระแสตรงเท่านั้นหากใช้มากกว่านี้ ขดลวดภายในตัวรีเลย์อาจจะขาดได้ หรือหากใช้แรงดันต่ำกว่า รีเลย์จะไม่ทำงาน ส่วนในการต่อวงจรนั้นสามารถต่อชั่วคราวก็ได้ เพราะตัวรีเลย์ จะไม่ระบุชั่วคราวได้ (นอกจากชนิดพิเศษ)

2.10.2.2 การใช้กระแสผ่านหน้าสัมผัส ซึ่งที่ตัวรีเลย์จะระบุไว้ เช่น 10 แอมแปร์ 220 โวลต์ กระแสสลับ คือหน้าสัมผัสของรีเลย์นั้นสามารถทนกระแสได้ 10 แอมแปร์ที่ 220 โวลต์ กระแสสลับ แต่การใช้ก็ควรจะใช้งานที่ระดับกระแสต่ำกว่าที่กำหนด เพื่อป้องกันการเสียหายของรีเลย์

2.10.2.3 จำนวนหน้าสัมผัสการใช้งาน ควรดูว่ารีเลย์นั้นมีหน้าสัมผัสให้ใช้งานกี่อัน และมีขั้วคอมมอนด้วยหรือไม่

2.11 จอแสดงผล OLED

Adafruit. (ออนไลน์, 2560) จอแสดงผล OLED เป็นจอแสดงผลกราฟิกประเภทหนึ่ง ที่สร้างจากวัสดุ "สารกึ่งตัวนำอินทรีย์" มีลักษณะเป็นชั้นบาง ๆ อยู่ระหว่างขั้วบวกและขั้วลบและสามารถเปล่งแสงได้เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน เรียกกระบวนการนี้ว่า อิเล็กโทรลูมิเนสเซนส์ จอแสดงผล OLED มีข้อดีซึ่งแตกต่างจากจอแสดงผล LCD ทั่วไปคือ ไม่ต้องมีวงจรที่สร้างแสง ที่ส่องมาจากหลังภาพ ดังนั้นจึงมีความหนาแน่นและเบา ใช้กำลังไฟฟ้าต่ำ นอกจากนั้นจะไม่มีการเปล่งแสงในบริเวณที่ต้องการให้เป็นสีดำ ในปัจจุบันอุปกรณ์อย่างเช่น โทรศัพท์, สมาร์ทโฟน, แท็บเล็ต เป็นต้น ได้เริ่มเปลี่ยนไปใช้จอภาพแสดงผลแบบ OLED มากขึ้น เมื่อนำมาทำโปรเจกต์แล้วสามารถเขียนโปรแกรมให้หน้าจอ OLED แสดงภาพที่หน้าจอได้ตามความต้องการของผู้ใช้งาน และสามารถวาดรูปทรงต่าง ๆ หรือโลโก้ โดยการเขียนโปรแกรมคำสั่งลงไปเพื่อให้แสดงผลเป็นรูปทรงตามที่ต้องการตามทีออกแบบไว้เพื่อใช้งานกับโปรเจกต์ต่าง ๆ



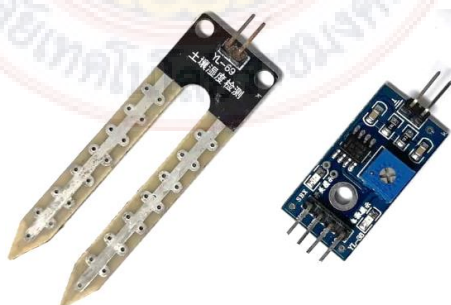
ภาพที่ 2.10 จอแสดงผล OLED

2.12 เซนเซอร์วัดความชื้น (Soil Moisture Sensor)

Seeedstudio. (ออนไลน์, 2560) เซนเซอร์วัดความชื้นใช้วัดความชื้นในดิน หรือใช้เป็นเซนเซอร์น้ำ สามารถต่อใช้งานกับไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้อานาล็อกอินพุตอ่านค่าความชื้น หรือเลือกใช้สัญญาณดิจิทัลที่ส่งมาจากโมดูล สามารถปรับความไวได้ด้วยการปรับ Trim pot

2.12.1 หลักการทำงาน

การใช้งานจะต้องเสียบแผ่นวงจรพิมพ์สำหรับวัดลงดิน เพื่อให้วงจรแบ่งแรงดันทำงานได้ครบวงจร จากนั้นจึงใช้วงจรเปรียบเทียบแรงดันโดยใช้ไอซี ออปแอมป์เบอร์ LM393 เพื่อวัดแรงดันเปรียบเทียบกับระหว่างแรงดันที่วัดได้จากความชื้นในดิน กับแรงดันที่วัดได้จากวงจรแบ่งแรงดันปรับค่าโดยใช้ Trim pot หากแรงดันที่วัดได้จากความชื้นของดิน มีมากกว่าก็จะทำให้วงจรปล่อยลอจิก 1 ไปที่ขาดีจิตอล 0 แต่หากความชื้นในดินมีน้อย ลอจิก 0 จะถูกปล่อยไปที่ขาดีจิตอล 0 ขานาล็อก 0 เป็นขาที่ต่อโดยตรงกับวงจร ที่ใช้วงความชื้นในดินซึ่งให้ค่าแรงดันออกมาตั้งแต่ 0 โวลต์ ถึง 5 โวลต์ (ในทางอุดมคติ) โดยหากความชื้นในดินมีมาก แรงดันที่ปล่อยออกไปก็จะน้อยตามไปด้วย ในลักษณะของการแปรผกผันกลับ



ภาพที่ 2.11 เซนเซอร์วัดความชื้น

2.13 เซนเซอร์วัดการไหลของน้ำ (Water Flow Sensor)



ภาพที่ 2.12 เซนเซอร์วัดการไหลของน้ำ

Amperka. (ออนไลน์, 2557) กล่าวว่า เซนเซอร์วัดการไหลของน้ำทำหน้าที่ในการวัดอัตราการไหลของของเหลว ที่ไหลผ่านเซนเซอร์ หรือนำค่าที่วัดได้มาคำนวณเป็นปริมาณน้ำ โดยปกติแล้วค่าที่วัดได้จะออกมาเป็นสัญญาณ Pulse (ทุกรุ่นจะเหมือนกัน) โดยปกติแล้วจะใช้ขา EXT Interrupt รับค่ามาคำนวณเป็นปริมาณน้ำที่ไหลผ่านเซนเซอร์

บทที่ 3

วิธีดำเนินงาน

บทความนี้จะกล่าวถึงวิธีดำเนินการในโครงการ โดยจะแยกเป็นส่วน ๆ คือการออกแบบโครงสร้างฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์ของระบบร่น้ำแปลงผกัอัตโนมัติโดยแยกเป็นขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

3.1 ลำดับขั้นตอนการทำงาน

ตารางที่ 3.1 แผนการดำเนินงาน

ลำดับ	แผนการดำเนินงาน	ม.ย	ก.ค	ส.ค	ก.ย
1	เครื่องมือและส่วนประกอบ	-----			
2	ข้อมูลการให้น้ำพืช	-----			
3	ออกแบบโครงสร้างฮาร์ดแวร์	-----			
4	ออกแบบโครงสร้างซอฟต์แวร์	-----			
5	ดำเนินการสร้างตามที่ได้ออกแบบ		-----		
6	ทดสอบการใช้งาน		-----		
7	นำระบบของโครงการไปใช้งานจริง			-----	
8	สรุปผล และจัดทำเล่ม				-----

----- ระยะการทำงาน

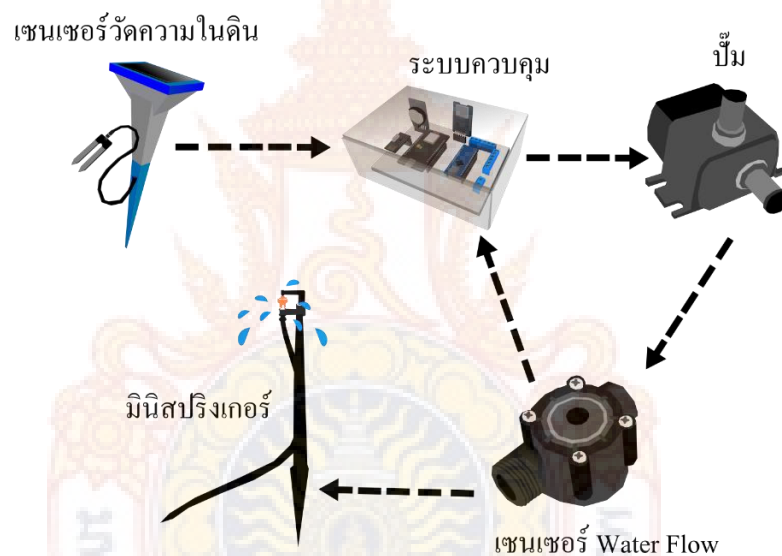
_____ ระยะการทำงานจริง

3.2 การออกแบบและทดสอบการทำงานของระบบร่น้ำอัตโนมัติผ่านเซนเซอร์ไร้สาย

3.2.1 ผู้จัดทำได้ดำเนินการออกแบบระบบร่น้ำแปลงผกัอัตโนมัติผ่านเซนเซอร์ไร้สายที่ประยุกต์ใช้ระบบสมองกลฝังตัวในการควบคุม สำหรับใช้ตรวจวัดค่าความชื้นในแปลงเกษตรกรรมแบบไร้สายที่ใช้แหล่งพลังงานสะอาดจากแสงอาทิตย์ ทั้งนี้เพื่อให้่ายต่อการติดตั้งในพื้นที่การทำเกษตรกรรม ค่าที่ได้จากการตรวจวัดโดยเซนเซอร์จะถูกนำมาใช้เป็นข้อมูลดิบของระบบร่น้ำอัตโนมัติที่ผู้จัดทำกำลังดำเนินการและจะพัฒนาเป็นระบบร่น้ำแปลงผกัอัตโนมัติ

ในการออกแบบและสร้างเซนเซอร์ไร้สายนั้น ผู้วิจัยได้เลือกใช้การเชื่อมต่อแบบไร้สายผ่าน โมดูล NRF24L01 ย่านความถี่ 2.4 กิกะเฮิรตซ์ มีสายอากาศในตัวใช้งานง่ายมีไลบรารีมาตรฐานสำหรับอาณูโนมาพร้อมใช้งานสามารถเขียนโปรแกรมให้ป็นได้ทั้งเป็นตัวรับหรือตัวส่ง สำหรับระบบสมองกลฝังตัวในการควบคุมการทำงาน ผู้จัดทำเลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR Atmel ซึ่งอยู่บนบอร์ด ไมโครคอนโทรลเลอร์และบอร์ดอาณูโนซึ่งสามารถทำงานร่วมกับโปรแกรม อาณูโน ไอดีอี (Arduino IDE) ได้เป็นอย่างดี ประกอบกับการใช้งานที่ง่ายโดยเฉพาะด้านการเขียนและการพัฒนาโปรแกรม

3.3 ส่วนประกอบของระบบรดน้ำแปลงผักอัตโนมัติ

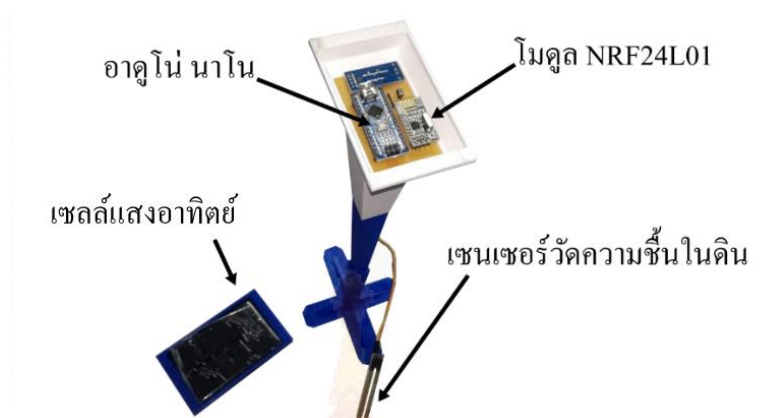


ภาพที่ 3.1 ส่วนประกอบของระบบรดน้ำแปลงผักอัตโนมัติ

ระบบรดน้ำแปลงผักอัตโนมัติมีส่วนประกอบหลัก ๆ 2 ส่วนดังนี้

3.3.1 เซนเซอร์วัดความชื้นในดินแบบไร้สาย ทำหน้าที่ในการวัดความชื้น และส่งค่าที่ได้ไปยังระบบควบคุม โดยมีโมดูลที่ใช้ดังนี้

- 3.3.1.1 อาณูโน นาโน (Arduino Nano)
- 3.3.1.2 เซนเซอร์วัดความชื้นในดิน (Soil Moisture Sensor)
- 3.3.1.3 โมดูล NRF24L01
- 3.3.1.4 เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell)



ภาพที่ 3.2 ส่วนประกอบของระบบวัดความชื้นในดิน

3.3.2 ระบบควบคุม ทำหน้าที่รับข้อมูลจากเซนเซอร์ไร้สาย และนำข้อมูลที่ได้มาเปรียบเทียบกับเงื่อนไขแล้วส่งควบให้ปั้มทำงาน เพื่อรดน้ำแปลงผัก เช่น ถ้าความชื้นน้อยให้ระบบควบคุมสั่งรีเลย์ทำงาน แล้วควบคุมปั้มน้ำทำงาน หรือถ้าความชื้นมากให้ระบบควบคุมสั่งรีเลย์ทำงาน แล้วควบคุมปั้มให้หยุดทำงาน โดยมีโมดูลที่ใช้ดังนี้

- 3.3.2.1 โหนดเอ็มชียู (NodeMCU)
- 3.3.2.2 อาดูโน่ นาโน (Arduino Nano)
- 3.3.2.3 โมดูลนาฬิกา DS3231
- 3.3.2.4 โมดูล NRF24L01
- 3.3.2.5 โมดูล OLED Display
- 3.3.2.6 โมดูลไมโครเอสดีการ์ด (Micro SD Card)
- 3.3.2.7 โมดูลรีเลย์ (Relay)

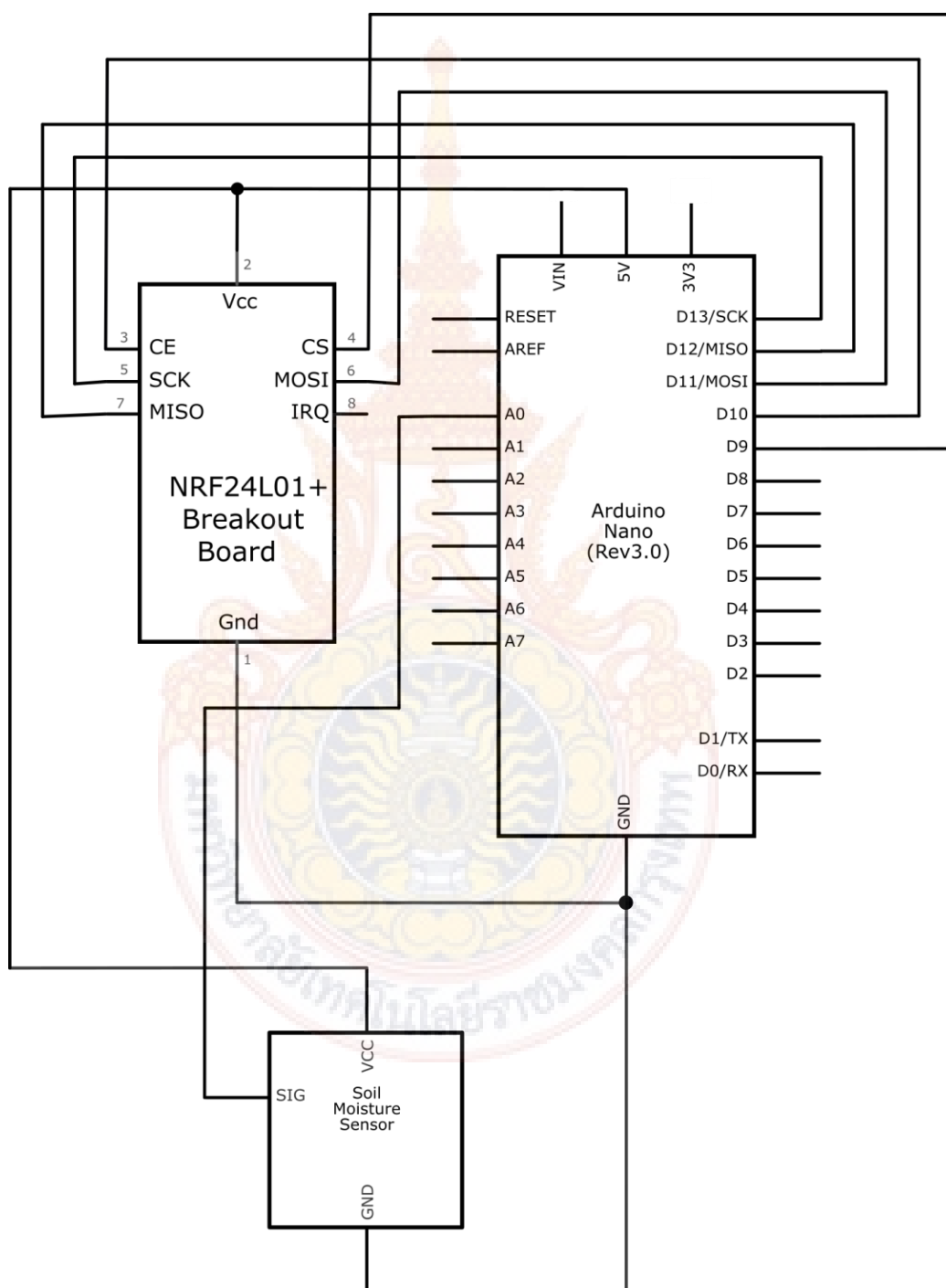


ภาพที่ 3.3 ส่วนประกอบของระบบควบคุม

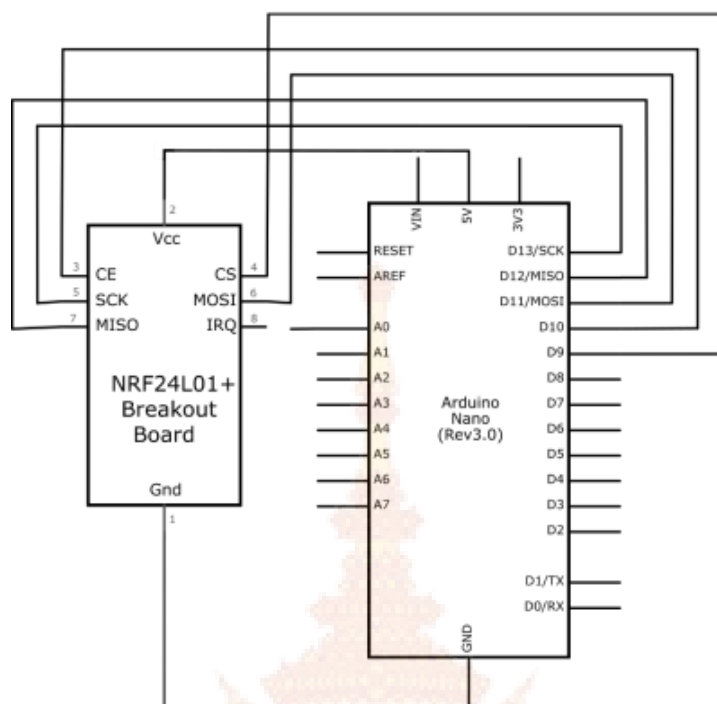
3.4 ออกแบบวงจร และโครงสร้างฮาร์ดแวร์

3.4.1 วงจรมี 2 ส่วนดังนี้

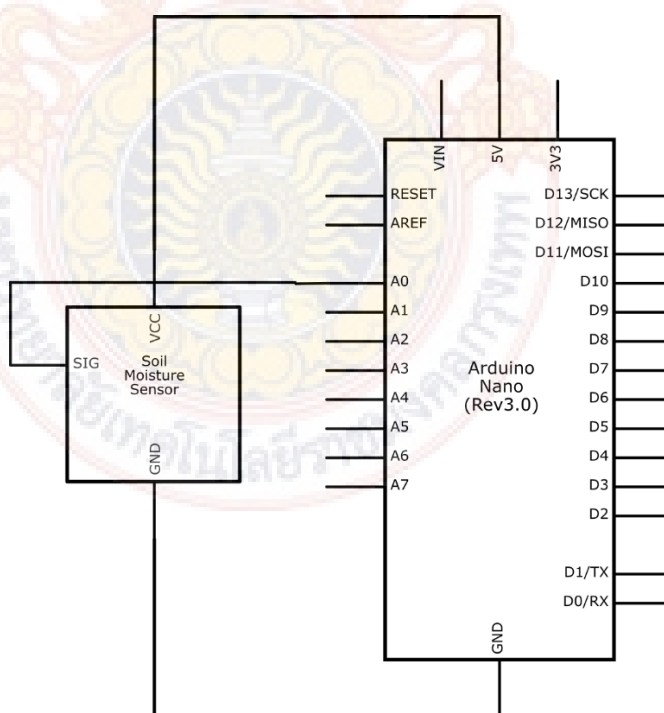
3.4.1.1 วงจรเซนเซอร์วัดความชื้นในดินไร้สาย



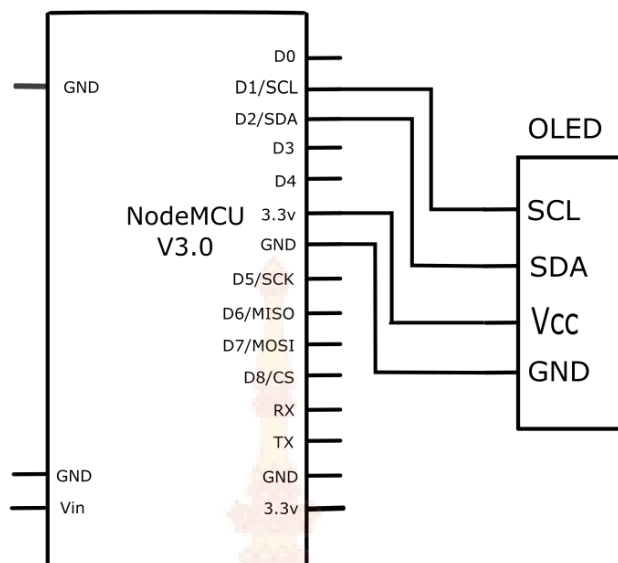
ภาพที่ 3.4 วงจรรวมตัวส่ง



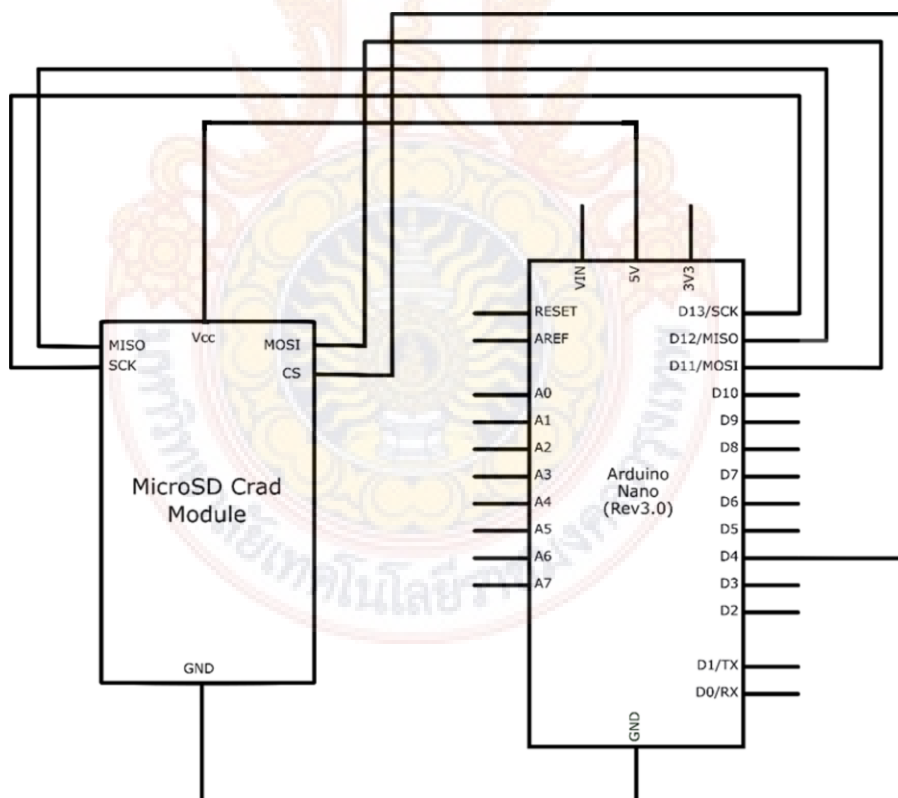
ภาพที่ 3.5 วงจรสื่อสารไร้สายตัวส่ง



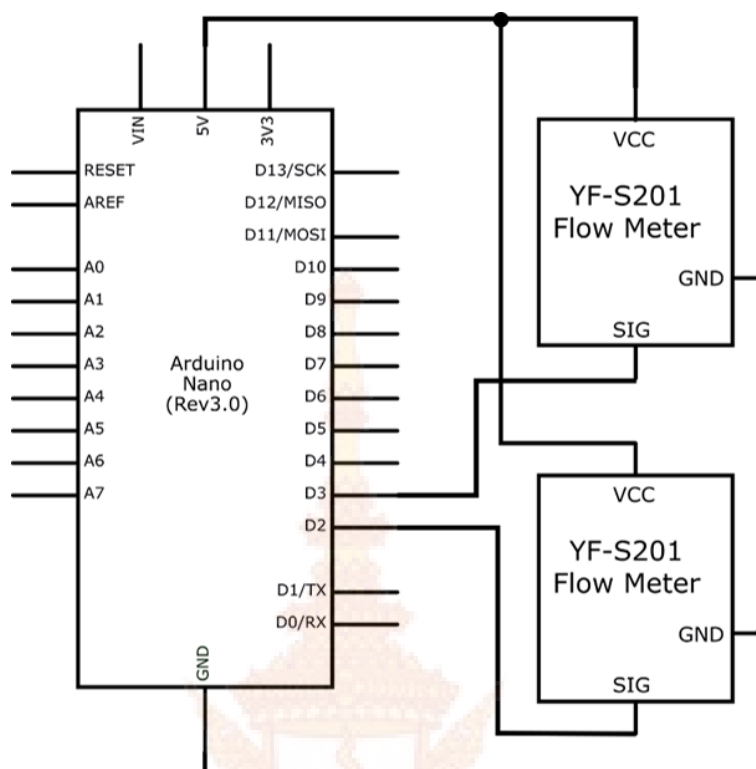
ภาพที่ 3.6 วงจรวัดความชื้นในดิน



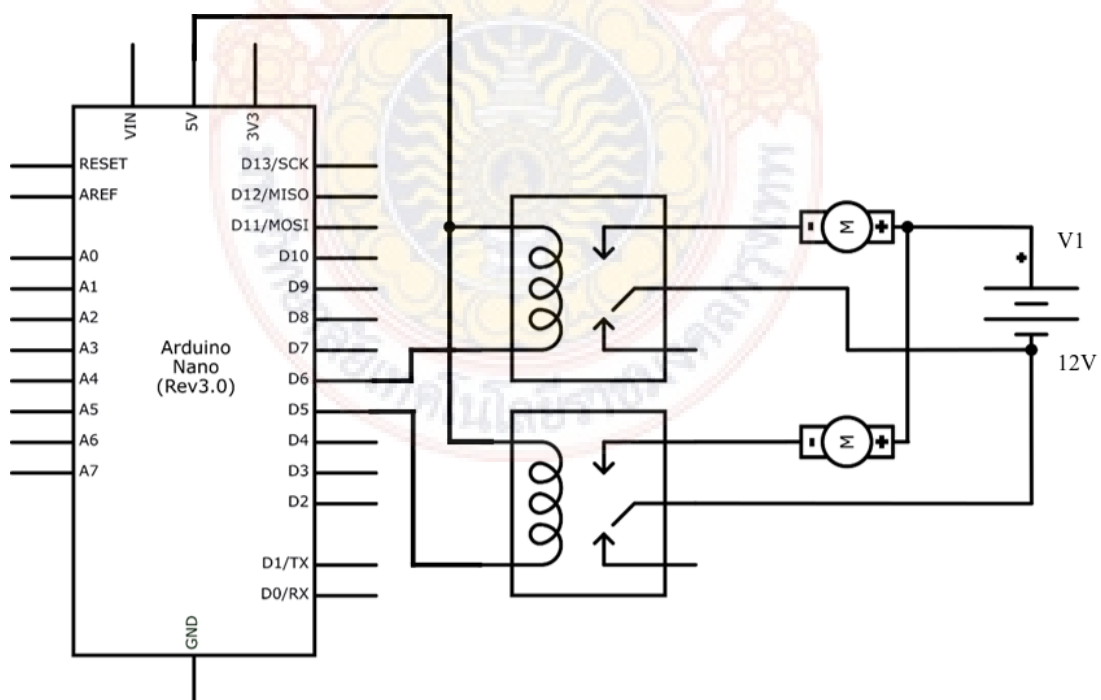
ภาพที่ 3.10 วงจรหน้าจอ



ภาพที่ 3.11 วงจรเอสดีการ์ด



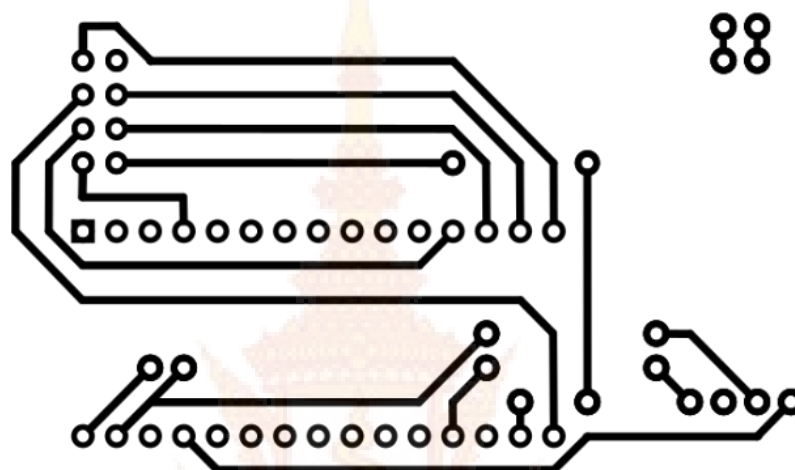
ภาพที่ 3.12 วงจรวัดการไหลของน้ำ



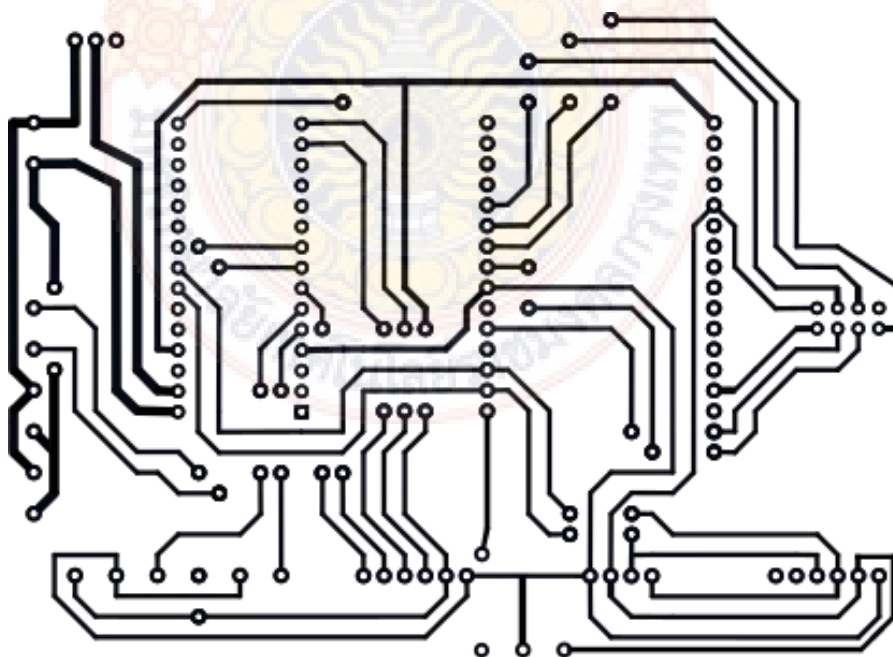
ภาพที่ 3.13 วงจรรีเลย์

3.4.1.3 ออกแบบแผ่นวงจรพิมพ์ (PCB)

การออกแบบวงจรเซนเซอร์วัดความชื้นในดิน และระบบควบคุมของระบบรดน้ำแปลงผักอัตโนมัติ เมื่อทำการทดสอบวงจรการทำงานทั้งหมดแล้ว การต่อวงจรค่อนข้างมีความซับซ้อนยุ่งยากต่อผู้ใช้งาน และอาจทำงานได้ไม่เสถียร ผู้จัดทำจึงทำการออกแบบวงจรพิมพ์ เพื่อใช้แทนการต่อสายไฟที่มีความซับซ้อน และง่ายต่อการใช้งาน ดังภาพที่ 3.14 และ ภาพที่ 3.15



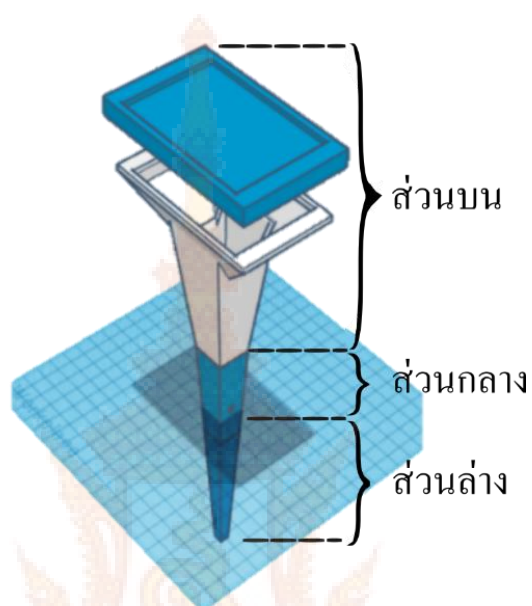
ภาพที่ 3.14 วงจรเซนเซอร์วัดความชื้นในดินไร้สาย



ภาพที่ 3.15 ระบบควบคุม

3.4.2 โครงสร้างระบบร่นน้ำแปลงผักอัตโนมัติ 2 ส่วนดังนี้

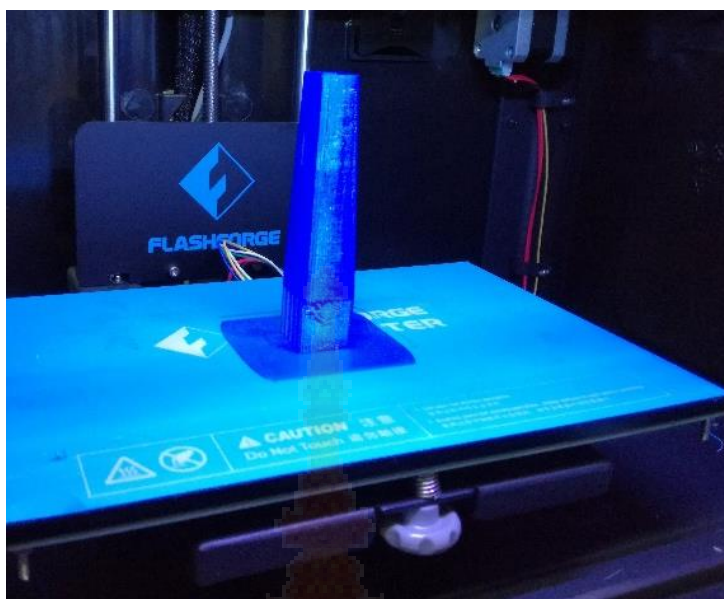
3.4.2.1 โครงสร้างเซนเซอร์วัดความชื้นในดินไร้สาย ออกแบบตามภาพที่แสดงในภาพที่ 3.16 และใช้เครื่องพิมพ์สามมิติในการสร้างชิ้นงานดังภาพที่ 3.17 ถึง ภาพที่ 3.19 โดยนำมาประกอบรวมกันดังภาพที่ 3.20



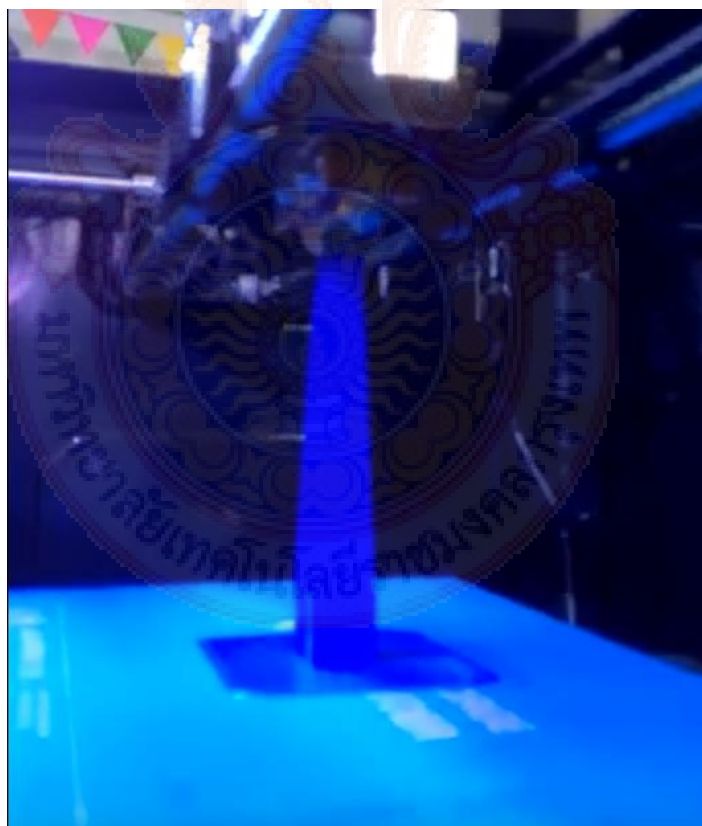
ภาพที่ 3.16 ต้นเสาวัดความชื้นในดิน



ภาพที่ 3.17 การพิมพ์วัสดุส่วนบน



ภาพที่ 3.18 การพิมพ์วัตถุส่วนกลาง

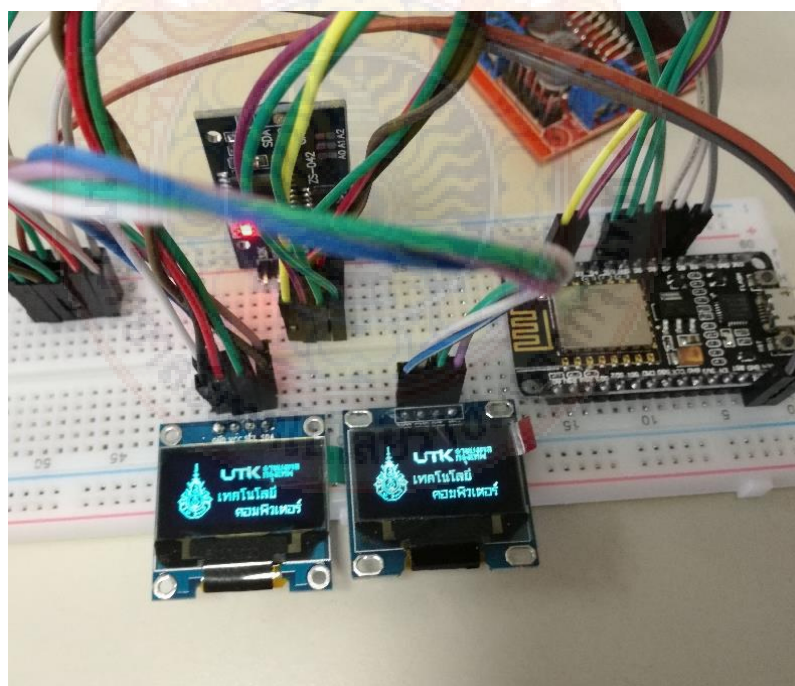


ภาพที่ 3.19 การพิมพ์วัตถุส่วนล่าง



ภาพที่ 3.20 นำชิ้นส่วนมาประกอบรวมกัน

3.4.2.2 โครงสร้างระบบควบคุม

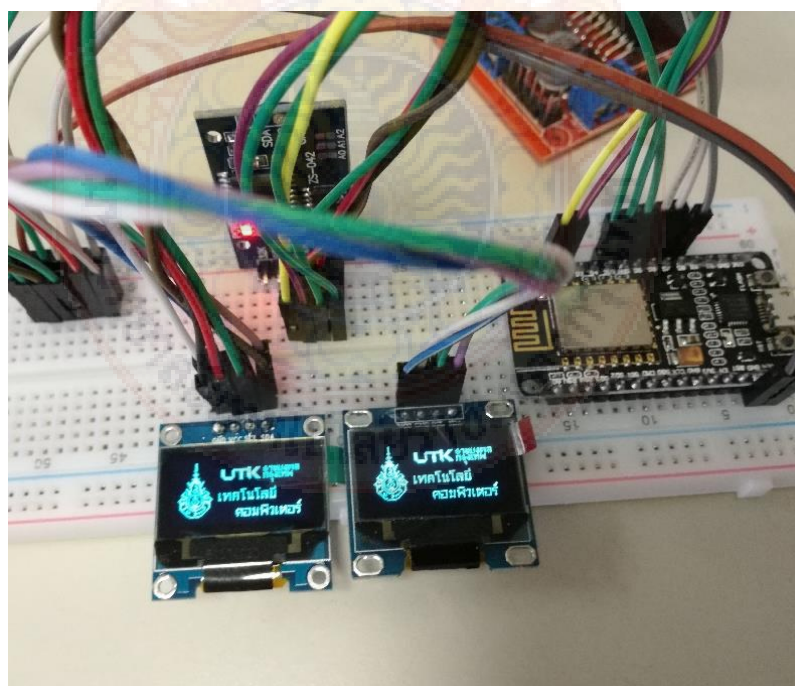


ภาพที่ 3.21 ทดลองการทำงาน



ภาพที่ 3.20 นำชิ้นส่วนมาประกอบรวมกัน

3.4.2.2 โครงสร้างระบบควบคุม



ภาพที่ 3.21 ทดลองการทำงาน

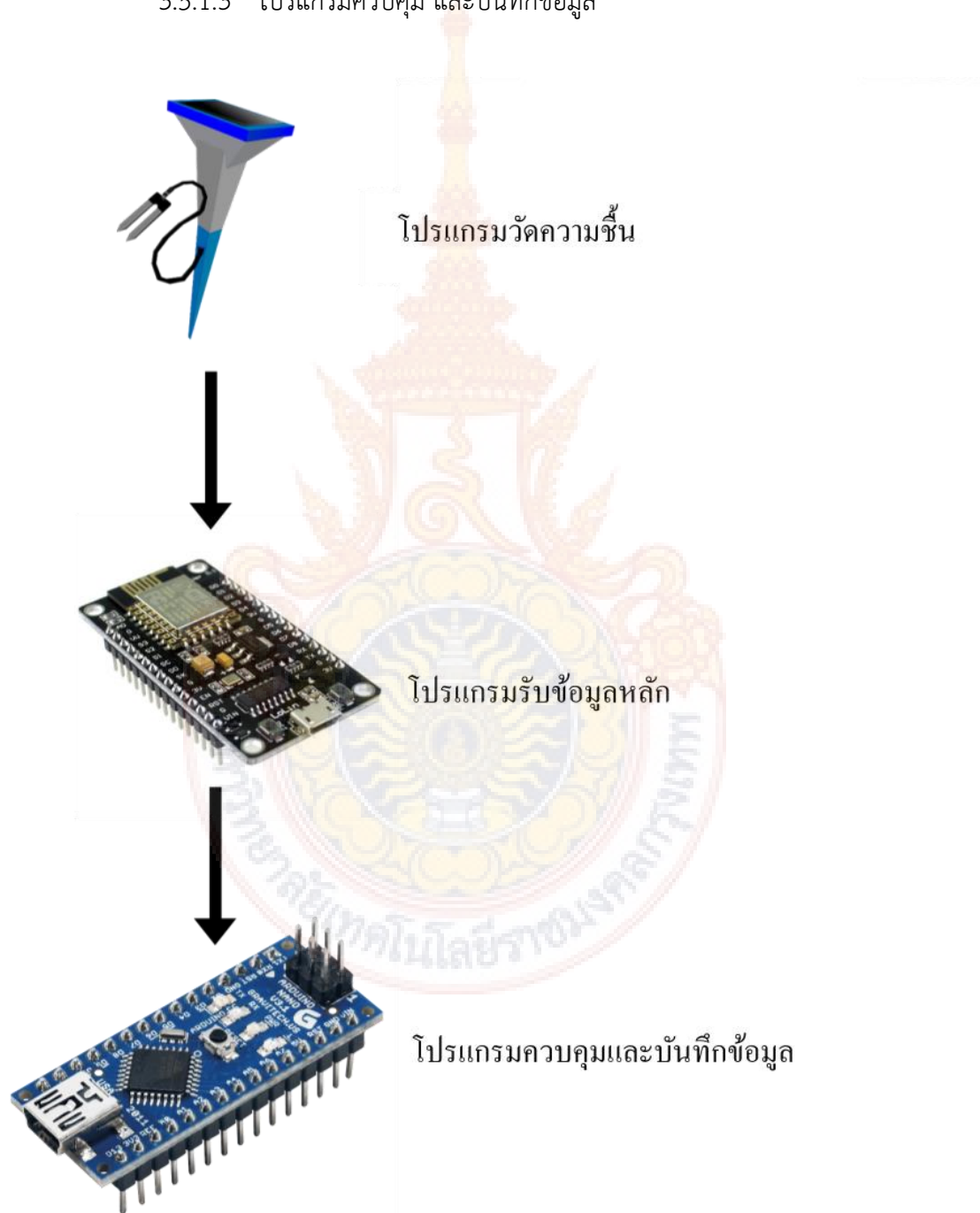
3.5 ออกแบบโครงสร้างซอฟต์แวร์

3.5.1 เขียนโปรแกรมการทำงานของระบบร่น้ำแปลงผักอัตโนมัติ 3 ส่วนดังนี้

3.5.1.1 โปรแกรมส่วนวัดความชื้นในดินไร้สาย

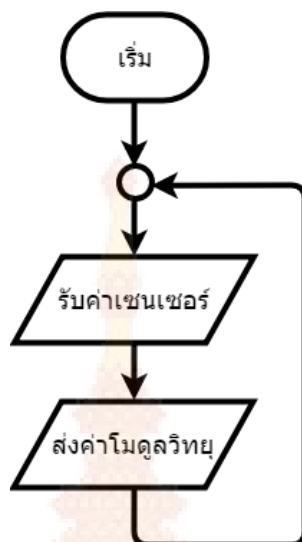
3.5.1.2 โปรแกรมรับความชื้นจากเซนเซอร์ไร้สาย และเชื่อมต่อแอปพลิเคชัน

3.5.1.3 โปรแกรมควบคุม และบันทึกข้อมูล

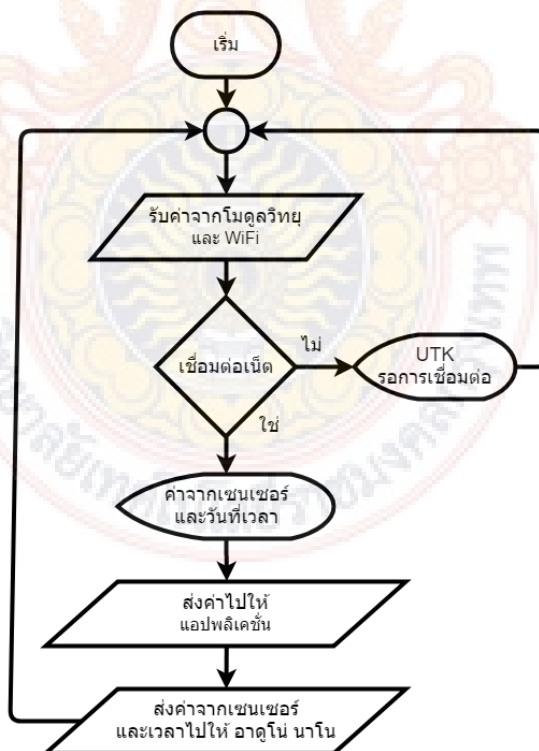


ภาพที่ 3.25 การทำงานในภาพรวมของระบบ

3.5.2 โฟลว์ชาร์ตการทำงานของระบบรดน้ำแปลงผักอัตโนมัติ

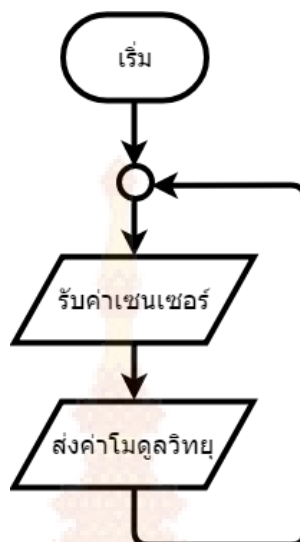


ภาพที่ 3.26 โฟลว์ชาร์ตการทำงานของเซนเซอร์วัดความชื้นในดิน

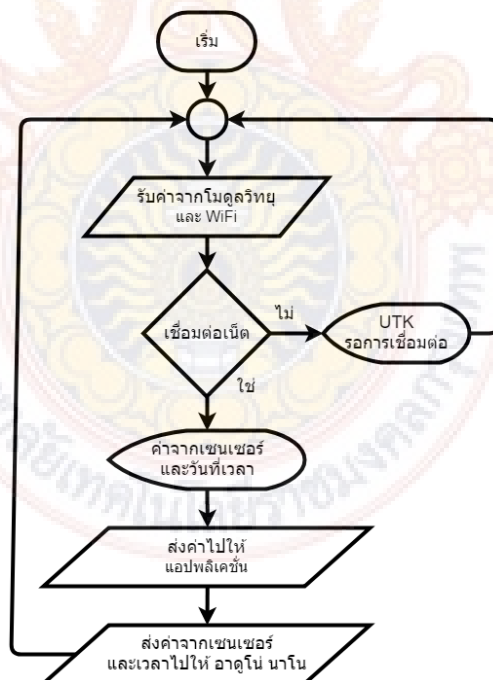


ภาพที่ 3.27 โฟลว์ชาร์ตการทำงานของระบบรับข้อมูลหลัก

3.5.2 โฟลว์ชาร์ตการทำงานของระบบรตน้ำแปลงผักอัตโนมัติ



ภาพที่ 3.26 โฟลว์ชาร์ตการทำงานของเซนเซอร์วัดความชื้นในดิน



ภาพที่ 3.27 โฟลว์ชาร์ตการทำงานของระบบรับข้อมูลหลัก

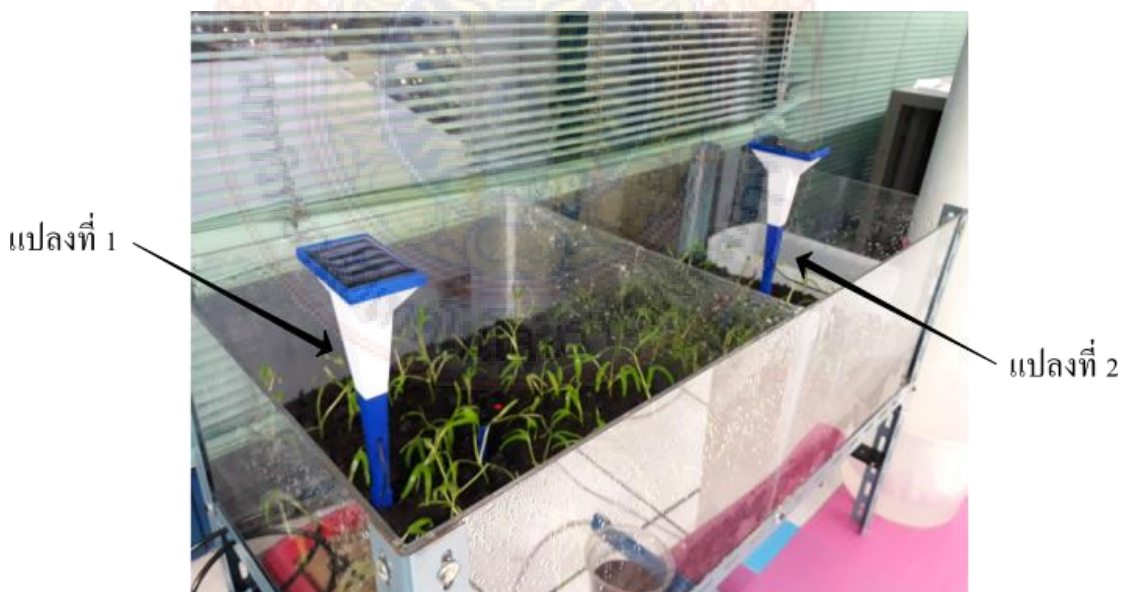
บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในบทนี้จะกล่าวถึงผลการทดลองในการใช้งานในส่วนต่าง ๆ ของระบบรดน้ำแปลงผักอัตโนมัติ ซึ่งประกอบไปด้วยการทดสอบการทำงานของเซนเซอร์วัดความชื้นในดิน ป้อน้ำ และอื่น ๆ เพื่อตรวจสอบว่าทุกส่วนของโครงงาน ทำงานได้จริงตามที่ได้ออกแบบไว้หรือไม่ และศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นกับการทำงานของตัวโครงงานเพื่อเป็นแนวทางแก้ไข และปรับปรุงต่อไป

4.1 ทดลองการทำงาน

4.1.1 ทดลองการทำงานของเซนเซอร์วัดความชื้นในดิน และปั้มน้ำว่าสามารถทำงานร่วมกันได้หรือไม่ โดยใช้ความชื้นในดินในการเปรียบเทียบเงื่อนไขในการควบคุมการทำงานของปั้มน้ำ ผู้จัดทำได้สร้างแปลงผักจำลองและแบ่งออกเป็น 2 แปลง เพื่อใช้ในการทดลองการทำงานของเซนเซอร์ และปั้มน้ำ ว่าสามารถทำงานได้จริงหรือไม่ โดยกำหนดค่าเมื่อเซนเซอร์วัดความชื้นในดินได้น้อยกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ระบบจะสั่งให้ปั้มน้ำทำงาน และถ้าวัดความชื้นได้มากกว่า 75 เปอร์เซ็นต์ระบบจะสั่งให้ปั้มน้ำหยุดทำงาน แสดงดังตารางที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 แปลงผักจำลอง



(ก) ก่อนเสียบดิน ปุ่มทำงาน



(ข) หลังเสียบดิน ปุ่มไม่ทำงาน

ภาพที่ 4.2 การทดลองเซนเซอร์ และปั้มน้ำในแปลงที่ 1

(ก) ก่อนเสียบดิน ปุ่มทำงาน



(ข) หลังเสียบดิน ปุ่มไม่ทำงาน

ภาพที่ 4.3 การทดลองเซนเซอร์ และปั้มน้ำในแปลงที่ 2

จากภาพที่ 4.2 และ 4.3 ภาพ (ก) เนื่องจากเซนเซอร์ไม่ได้รับความชื้นตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ปั๊มน้ำจึงไม่ทำงาน และภาพ (ข) เซนเซอร์ได้รับความชื้นตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ ปั๊มน้ำจึงทำงาน

ตารางที่ 4.1 ผลการทำงานของเซนเซอร์ และปั๊มน้ำ

ครั้งที่	แปลงที่ 1		แปลงที่ 2		ผลการทดลอง
	เซนเซอร์ตัวที่ 1 (เปอร์เซ็นต์)	ปั๊มน้ำตัวที่ 1	เซนเซอร์ตัวที่ 2 (เปอร์เซ็นต์)	ปั๊มน้ำตัวที่ 2	
1	47	ทำงาน	41	ทำงาน	ผ่าน
2	45	ทำงาน	46	ทำงาน	ผ่าน
3	49	ทำงาน	42	ทำงาน	ผ่าน
4	47	ทำงาน	45	ทำงาน	ผ่าน
5	46	ทำงาน	48	ทำงาน	ผ่าน
6	40	ทำงาน	3	ทำงาน	ผ่าน
7	49	ทำงาน	44	ทำงาน	ผ่าน
8	66	ทำงาน	67	ทำงาน	ผ่าน
9	70	ทำงาน	71	ทำงาน	ผ่าน
10	67	ทำงาน	69	ทำงาน	ผ่าน
11	69	ทำงาน	71	ทำงาน	ผ่าน
12	65	ทำงาน	66	ทำงาน	ผ่าน
13	72	ทำงาน	73	ทำงาน	ผ่าน
14	68	ทำงาน	72	ทำงาน	ผ่าน
15	77	ไม่ทำงาน	75	ไม่ทำงาน	ผ่าน
16	79	ไม่ทำงาน	77	ไม่ทำงาน	ผ่าน
17	76	ไม่ทำงาน	83	ไม่ทำงาน	ผ่าน
18	80	ไม่ทำงาน	79	ไม่ทำงาน	ผ่าน
19	81	ไม่ทำงาน	82	ไม่ทำงาน	ผ่าน
20	84	ไม่ทำงาน	80	ไม่ทำงาน	ผ่าน

จากตารางที่ 4.1 ผลการทดลองการทำงานของเซนเซอร์วัดความชื้นในดินและป๊มน้ำ โดยผ่านการทดลองในจำนวน 20 ครั้ง ได้พบว่าเซนเซอร์วัดความชื้นในดินและป๊มน้ำ สามารถทำงานได้ทุกครั้งโดยไม่ผิดพลาด แต่อาจมีการหน่วงเวลาในการทำงานของระบบประมาณ 1 ถึง 3 วินาที ระบบจึงทำงานได้

4.1.2 การทดสอบการเชื่อมต่อโมดูลสื่อสารไร้สาย NRF24L01 ความถี่ 2.4 กิกะเฮิรตซ์ กับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ อาดูโน นานโน และโหนดเอ็มซียู ผู้จัดทำได้ทำการกำหนดให้ อาดูโน นานโน เป็นตัวส่งข้อมูล และกำหนดให้โหนดเอ็มซียูเป็นตัวรับข้อมูล

ผู้จัดทำได้ทำการทดลองเพื่อหาระยะทางในการส่งข้อมูลที่ไกลที่สุดของโมดูล NRF24L01 โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมการทดสอบในการส่งข้อมูลระหว่างโมดูล NRF24L01 จำนวน 2 โมดูลว่ารับและส่งข้อมูลได้ปกติหรือไม่ โดยเริ่มการทดสอบจากการส่งข้อมูลในระยะใกล้ก่อน จากนั้นค่อย ๆ เพิ่มระยะทางการรับส่งข้อมูลขึ้นเรื่อย ๆ ครั้งละ 10 เมตร ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 การทดลองส่งข้อมูลของอุปกรณ์สื่อสารไร้สายในแต่ละระยะความห่างที่ต่างกัน

ระยะทาง (เมตร)	ส่งข้อมูลครั้งที่ 1	ส่งข้อมูลครั้งที่ 3	ส่งข้อมูลครั้งที่ 4
10	ส่งได้	ส่งได้	ส่งได้
20	ส่งได้	ส่งได้	ส่งได้
30	ส่งได้	ส่งได้	ส่งได้
40	ส่งไม่ได้	ส่งไม่ได้	ส่งไม่ได้
50	ส่งไม่ได้	ส่งไม่ได้	ส่งไม่ได้
60	ส่งไม่ได้	ส่งไม่ได้	ส่งไม่ได้
70	ส่งไม่ได้	ส่งไม่ได้	ส่งไม่ได้
80	ส่งไม่ได้	ส่งไม่ได้	ส่งไม่ได้
90	ส่งไม่ได้	ส่งไม่ได้	ส่งไม่ได้
100	ส่งไม่ได้	ส่งไม่ได้	ส่งไม่ได้

จากตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบหาระยะความห่างในการส่งข้อมูลผ่านโมดูลสื่อสารไร้สาย NRF24L01 สามารถส่งได้ไกลที่สุดในระยะ 30 เมตร ถ้านำไปใช้ในแปลงเกษตรกรรมที่มีจำนวนไร่มาก ๆ หรือระยะการส่งเกิน 30 เมตรจะไม่สามารถส่งข้อมูลได้

4.1.4 การทดลองวัดปริมาณน้ำที่ใช้ในการรดน้ำแปลงผัก เพื่อนำไปใช้เป็นสถิติการใช้น้ำของแต่ละเดือนว่าใช้ปริมาณน้ำไปเท่าไร โดยผู้จัดทำได้ทำการทดลองอุปกรณ์ก่อนว่าสามารถนำไปใช้งานได้จริงหรือไม่ การทดลองแสดงดังตารางที่ 4.3



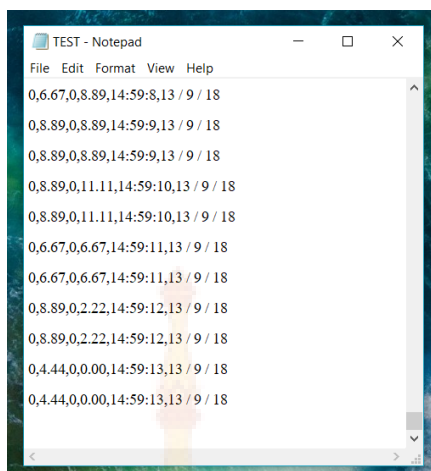
ภาพที่ 4.4 ทดลองวัดปริมาณน้ำ

ตารางที่ 4.3 วัดปริมาณน้ำที่ได้จากการใช้น้ำที่ระยะเวลาต่าง ๆ

เวลาในการให้น้ำ (นาท)	ปริมาณน้ำ (ลิตร)
1	0.660
3	1.98
5	3.3

จากตารางที่ 4.3 ปริมาณน้ำที่ไหลผ่านเซนเซอร์วัดการไหลของน้ำ จะสามารถวัดปริมาณน้ำแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับขนาดของสายยางหรือท่อระบายน้ำ และขนาดของสปริงเกอร์ที่ใช้ในแปลงผัก

4.1.5 การทดลองบันทึกข้อมูลลงในเอสดีการ์ด เพื่อนำมาดูละเอียดเป็นสถิติของการใช้ปริมาณน้ำในการรดน้ำแปลงผักในแต่ละเดือน ผู้จัดทำได้ทำการทดลองเป็นจำนวน 10 ครั้ง เพื่อทดลองการบันทึกว่าสามารถทำงานได้จริงหรือไม่ ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.4

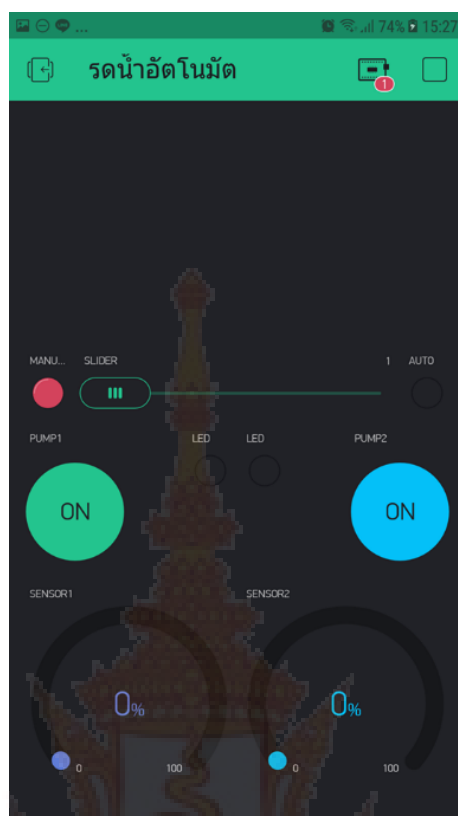


ภาพที่ 4.5 ข้อมูลเป็นไฟล์ .txt

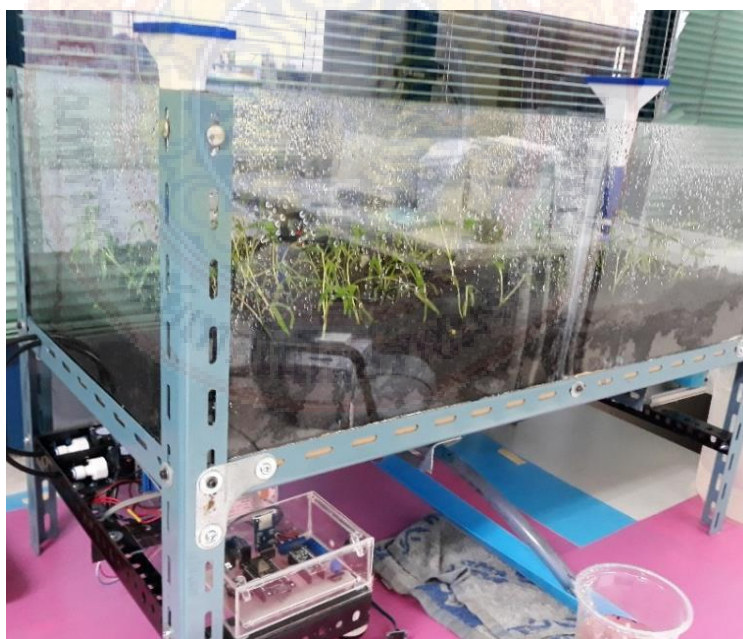
ตารางที่ 4.4 การทดลองบันทึกข้อมูล

ครั้ง	บันทึกข้อมูล
1	บันทึกสำเร็จ
2	บันทึกสำเร็จ
3	บันทึกสำเร็จ
4	บันทึกสำเร็จ
5	บันทึกสำเร็จ
6	บันทึกสำเร็จ
7	บันทึกสำเร็จ
8	บันทึกสำเร็จ
9	บันทึกสำเร็จ
10	บันทึกสำเร็จ

4.1.6 ทดลองการทำงานของแอปพลิเคชัน และระบบร่น้ำแปลงผักอัตโนมัติว่าสามารถควบคุมการทำงานได้หรือไม่ ผลการทดลองแสดงดังในตารางที่ 4.5



ภาพที่ 4.6 หน้าแอปพลิเคชัน



ภาพที่ 4.7 ระบบโดยรวม

ตารางที่ 4.5 ทดลองการทำงานของแอปพลิเคชัน และระบบร่น้ำแปลงผักอัตโนมัติ

ครั้งที่	เลือกโหมดการทำงาน		
	อัตโนมัติ	ควบคุมเอง	
		กดปุ่มซ้าย (เปิดปิด)	กดปุ่มขวา (เปิดปิด)
1	ทำงาน	ทำงาน	ทำงาน
2	ทำงาน	ทำงาน	ทำงาน
3	ทำงาน	ทำงาน	ทำงาน
4	ทำงาน	ทำงาน	ทำงาน
5	ทำงาน	ทำงาน	ทำงาน
6	ทำงาน	ทำงาน	ทำงาน
7	ทำงาน	ทำงาน	ทำงาน
8	ทำงาน	ทำงาน	ทำงาน
9	ทำงาน	ทำงาน	ทำงาน
10	ทำงาน	ทำงาน	ทำงาน
11	ทำงาน	ทำงาน	ทำงาน
12	ทำงาน	ทำงาน	ทำงาน
13	ทำงาน	ทำงาน	ทำงาน
14	ทำงาน	ทำงาน	ทำงาน
15	ทำงาน	ทำงาน	ทำงาน
16	ทำงาน	ทำงาน	ทำงาน
17	ทำงาน	ทำงาน	ทำงาน
18	ทำงาน	ทำงาน	ทำงาน
19	ทำงาน	ทำงาน	ทำงาน
20	ทำงาน	ทำงาน	ทำงาน

จากตารางที่ 4.5 เมื่อเลือกโหมดแล้วระบบจะทำงานตามเงื่อนไขที่ตั้งไว้ เช่น โหมดอัตโนมัติใช้ความถี่ในการควบคุมให้ทำงานเพื่อร่น้ำแปลงผัก และโหมดควบคุมเองคือต้องใช้แอปพลิเคชันในการควบคุมด้วยปุ่มกดเพื่อให้ระบบทำงานเพื่อร่น้ำแปลงผัก

4.2 นำระบบไปลองใช้จริง

4.2.1 การวัดความชื้นในดินโดยเชื่อมต่อโมดูลวัดความชื้นในดินเข้ากับขานาล็อกของไมโครคอนโทรลเลอร์ ค่าที่วัดได้เป็นค่าอนาล็อก 0-1023 ผู้จัดทำจึงแปลงค่าเป็น 0-100 เพื่อใช้เป็นเปอร์เซ็นต์ความชื้นในดิน โดยการวัดค่าความชื้นในดินอ้างอิงจากการทดลองจริงในแปลงผักจำลองที่ได้จัดทำขึ้นในที่รมมีแสงเล็กน้อย แล้วบันทึกข้อมูลลงในตารางที่ 4.6 เพื่อใช้ในการวัดหาค่าความชื้นในดินและใช้ในการควบคุมให้ระบบจ่ายน้ำให้กับแปลงผักทั้งสองแปลง

ตารางที่ 4.6 วัดความชื้นในดินเป็นระยะเวลา 10 วัน

วัน/เดือน/ปี	ความชื้นตอนเช้า (เปอร์เซ็นต์)		ความชื้นตอนเย็น (เปอร์เซ็นต์)	
	ก่อนรดน้ำ	หลังรดน้ำ	ก่อนรดน้ำ	หลังรดน้ำ
1/ก.ย./61	72	81	71	80
2/ก.ย./61	71	80	72	82
3/ก.ย./61	73	82	71	80
4/ก.ย./61	72	84	73	81
5/ก.ย./61	73	83	72	84
6/ก.ย./61	71	85	71	86
7/ก.ย./61	71	89	73	83
8/ก.ย./61	72	85	71	82
9/ก.ย./61	71	87	72	86
10/ก.ย./61	74	82	73	82

จากตารางที่ 4.6 ถ้าความชื้นในดินมีค่าความชื้นน้อยกว่า 75 เปอร์เซ็นต์ ระบบจะสั่งให้จ่ายน้ำให้กับแปลงผัก และเมื่อความชื้นในดินมีค่าความชื้นมากกว่า 85 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป ระบบจะสั่งให้หยุดจ่ายน้ำ ในการจ่ายน้ำนั้นต้องอยู่ในเงื่อนไขของเวลาที่กำหนด คือช่วงเวลา 06.00 น. ถึง 09.00 น. และ 16.00 น. ถึง 18.00 น. ระบบจึงจะทำการจ่ายน้ำได้ ถ้าอยู่นอกเหนือเวลาที่กำหนด ระบบจะไม่สามารถจ่ายน้ำได้ (ยกเว้นระบบจะถูกควบคุมจากแอปพลิเคชันจึงสามารถจ่ายน้ำนอกเหนือเวลาที่กำหนดได้)

บทที่ 5

บทสรุป

5.1 สรุปผลการทดสอบ

ผลการทดสอบระบบร่น้ำแปลงผักอัตโนมัติ โดยรวมสามารถทำงานได้เป็นอย่างดี แต่ยังมีบางส่วนที่ยังไม่สามารถทำงานได้ตามที่คาดหวังไว้ เช่น เซนเซอร์วัดความชื้นในดิน และการรับส่งข้อมูลผ่านการสื่อสารไร้สายได้เพียงระยะทางใกล้ ๆ เท่านั้น ดังนั้นจึงยังไม่สามารถนำไปใช้งานกับแปลงเกษตรที่มีระยะการรับส่งเกิน 30 เมตร ทำให้ไม่สามารถรับส่งข้อมูลการสื่อสารไร้สายได้

5.2 อภิปรายผล

ในการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของระบบร่น้ำแปลงผักอัตโนมัติสามารถอภิปรายผลการทดลองได้ดังนี้

5.2.1 การหาประสิทธิภาพของเซนเซอร์วัดความชื้นในดิน เมื่อทำการทดลองแล้วสามารถวัดความชื้นได้ดีในระดับหนึ่ง แต่เนื่องจากเซนเซอร์ตัวนี้มีราคาที่ถูกจึงมีอายุการใช้งานที่ไม่ยาวนาน

5.2.2 การหาประสิทธิภาพการส่งข้อมูลสื่อสารไร้ จากการทดลองที่คาดว่าจะส่งได้ไกลที่สุดในการทดลองจำนวน 3 ครั้งพบว่า อุปกรณ์สื่อสารไร้สาย NRF24L01 สามารถรับ-ส่งข้อมูลได้ไกลสุดที่ระยะทาง 30 เมตร โดยไม่มีข้อผิดพลาด ซึ่งเป็นระยะทางที่น้อยกว่าที่ระบุไว้ในเอกสารทางเทคนิค

5.3 ข้อเสนอแนะ

- 5.3.1 ควรตั้งเวลาได้เมื่ออ่านหมด ผ่านหน้าแอปพลิเคชัน
- 5.3.2 ใช้เซนเซอร์วัดความชื้นในดินที่มีคุณภาพมากกว่านี้
- 5.3.3 ควรเพิ่มจำนวนเซนเซอร์วัดความชื้นในดินให้มากกว่านี้ เพื่อให้สามารถวัดความชื้นในดินได้ทั่วถึง
- 5.3.4 ควรทดลองในแปลงผักในสถานที่ที่จะใช้งานจริง
- 5.3.5 ปรับปรุงเงื่อนไขในการควบคุมตามสภาพการใช้งานจริงหรือตามชนิดของพืช

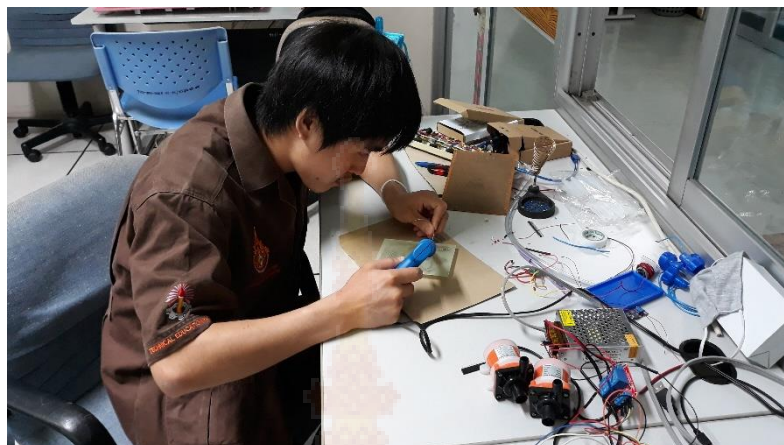
บรรณานุกรม

- กรมชลประทาน. คู่มือการบริหารการใช้น้ำของพืช. [ออนไลน์]. สืบค้นจาก: <https://goo.gl/8QKNrX> (วันที่สืบค้น 21 กันยายน 2561)
- เรืออากาศเอก ดร. ประโยชน์ คำสวัสดิ์. การพัฒนาเครือข่ายเซนเซอร์สำหรับระบบชลประทานอัตโนมัติ. [ออนไลน์]. สืบจาก: <https://goo.gl/wcp6ja>. (วันที่สืบค้น 21 กันยายน 2561)
- จิรวัดน์ ศิริมงคล และ เทวินทร์ กันธา. ชุดควบคุมระบบไฟและระบบน้ำอัตโนมัติ. [ออนไลน์]. สืบจาก: <https://goo.gl/Yb7AMi>. (วันที่สืบค้น 21 กันยายน 2561)
- ปกรณ์ รัตนยิ่ง. App สำเร็จรูป Blynk Nodemcu esp8266 (ตอนที่ 1 Blynk คืออะไร). [ออนไลน์]. สืบค้นจาก: <https://goo.gl/1HMoyJ>. (วันที่สืบค้น 21 กันยายน 2561)
- วันชัย คุปวานิชพงษ์. การออกแบบระบบให้น้ำผ่านท่อในงานวิจัยเกษตรวิศวกรรม. [ออนไลน์]. สืบค้นจาก: <https://goo.gl/movid1>. (วันที่สืบค้น 21 กันยายน 2561)
- Adafruit. SSD1306. [ออนไลน์]. สืบค้น จาก: <https://bit.ly/2xPE1mw>. (วันที่สืบค้น 25 กันยายน 2561)
- Arduino. Arduino Nano. [ออนไลน์]. สืบค้นจาก: <https://store.arduino.cc/usa/arduino-nano>. (วันที่สืบค้น 21 กันยายน 2561)
- Amperka. YF-S201 Water Flow Sensor. [ออนไลน์]. สืบค้นจาก: <https://goo.gl/EF3yae>. (วันที่สืบค้น 25 กันยายน 2561)
- Datalogger.pbworks. Micro SD Card. [ออนไลน์]. สืบค้นจาก: <https://goo.gl/xggM3v> (วันที่สืบค้น 24 กันยายน 2561)
- Handsontec. ESP8266 NodeMCU WiFi Devkit. [ออนไลน์]. สืบค้นจาก: <https://goo.gl/wpyX8A>. (วันที่สืบค้น 21 กันยายน 2561)
- Mindphp. Arduino IDE อาดูโน ไอดีอี. [ออนไลน์]. สืบค้นจาก: <https://goo.gl/C91JrR>. (วันที่สืบค้น 21 กันยายน 2561)
- Nordicsemi. nRF24L01. [ออนไลน์]. สืบค้นจาก: <https://goo.gl/fEhAuK> (วันที่สืบค้น 21 กันยายน 2561)
- Pspotech. รีเลย์ (Relay) คืออะไร. [ออนไลน์]. สืบค้นจาก: <https://goo.gl/iN1A8X>. (วันที่สืบค้น 21 กันยายน 2561)
- Seedstudio. Moisture Sensor. [ออนไลน์]. สืบค้นจาก: <https://goo.gl/frvZF5>. (วันที่สืบค้น 25 กันยายน 2561)

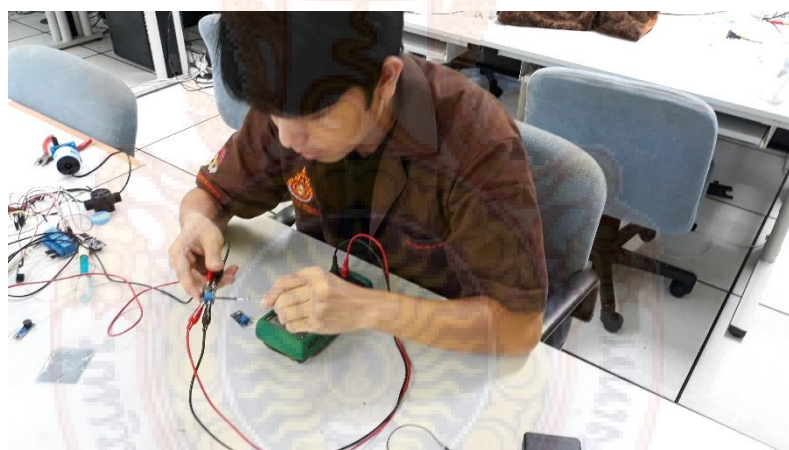
ภาคผนวก ก
การดำเนินงาน ระบบรตน้ำแปลงผักอัตโนมัติ



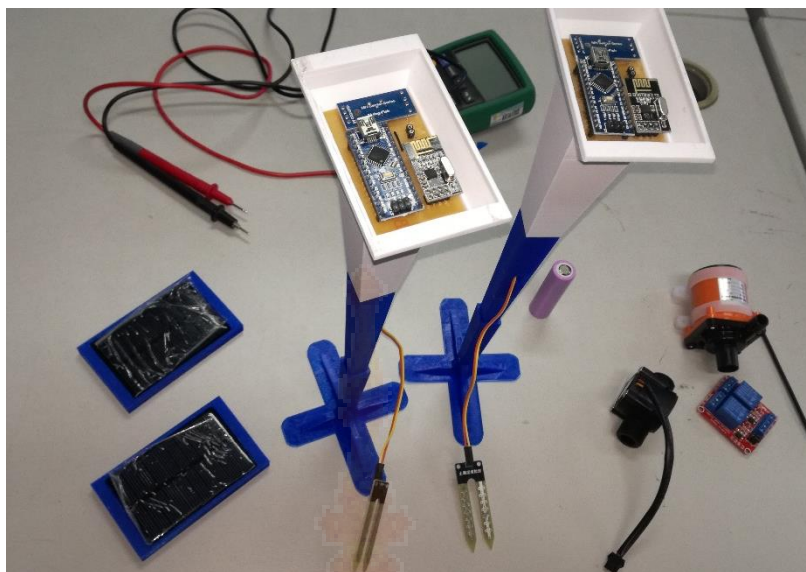
การดำเนินงาน ระบบร่น้ำแปลงผักอัตโนมัติ



ภาพที่ ก.1 บัดกริ่งจร



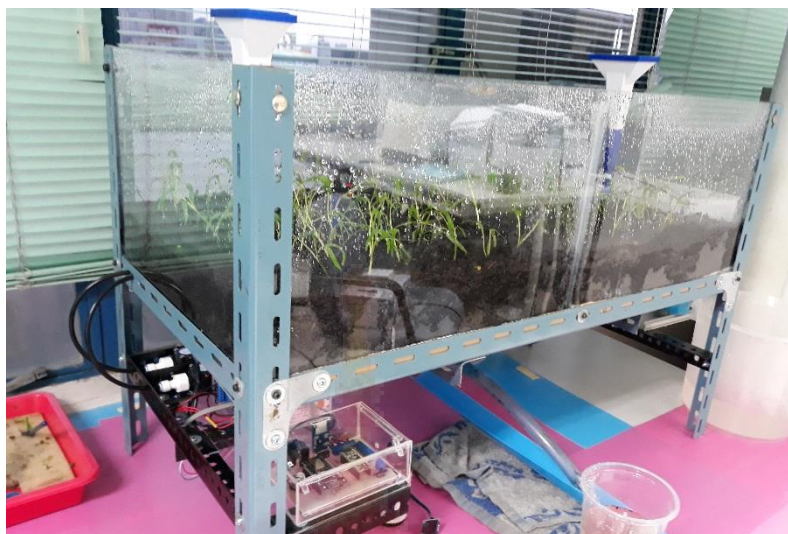
ภาพที่ ก.2 ทดสอบวงจร



ภาพที่ ก.3 เซ็นเซอร์ต่าง ๆ



ภาพที่ ก.4 โครงสร้างของระบบรดน้ำแปลงผักอัตโนมัติ



ภาพที่ ก.5 ระบบรดน้ำแปลงผักอัตโนมัติ

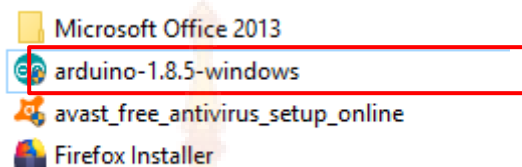


ภาคผนวก ข
การติดตั้งโปรแกรม

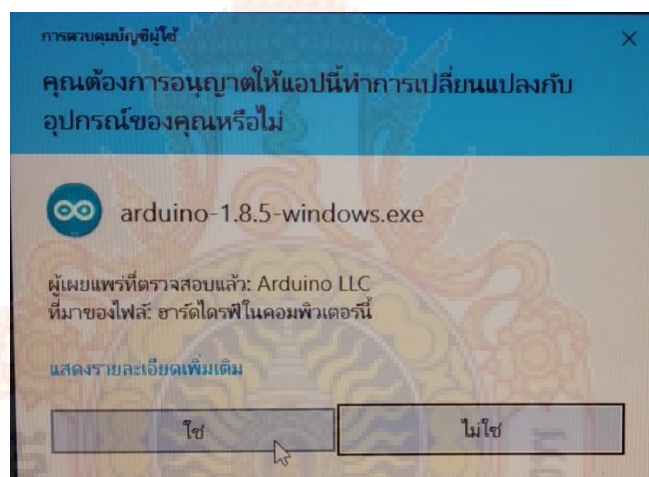


การติดตั้งโปรแกรม

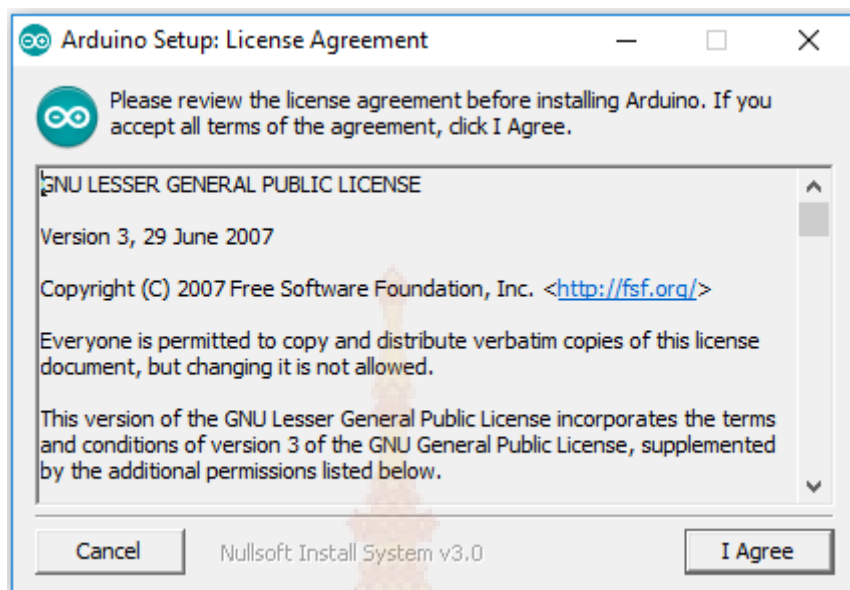
1.การติดตั้งโปรแกรม Arduino IDE 1.8.5



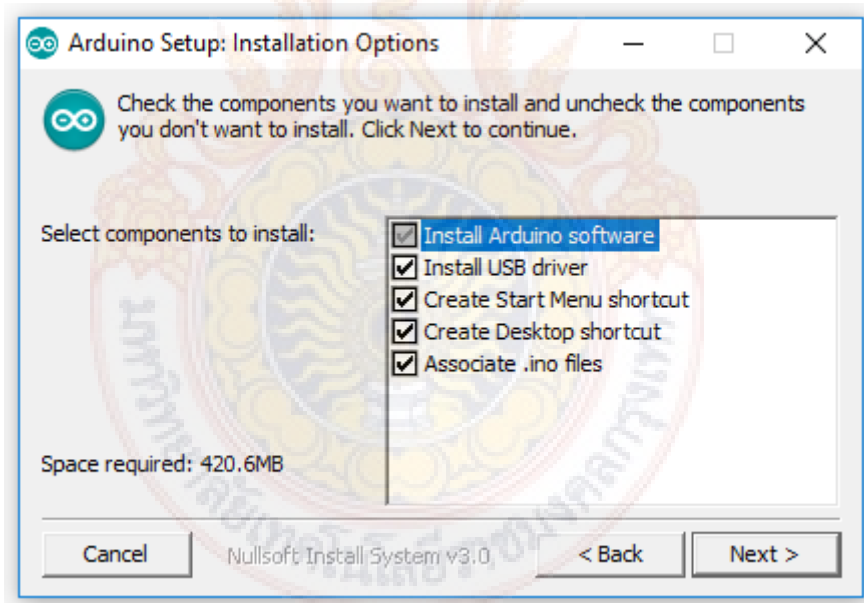
ภาพที่ ข.1 ช่องสีแดงเป็นโปรแกรมที่ใช้ติดตั้ง



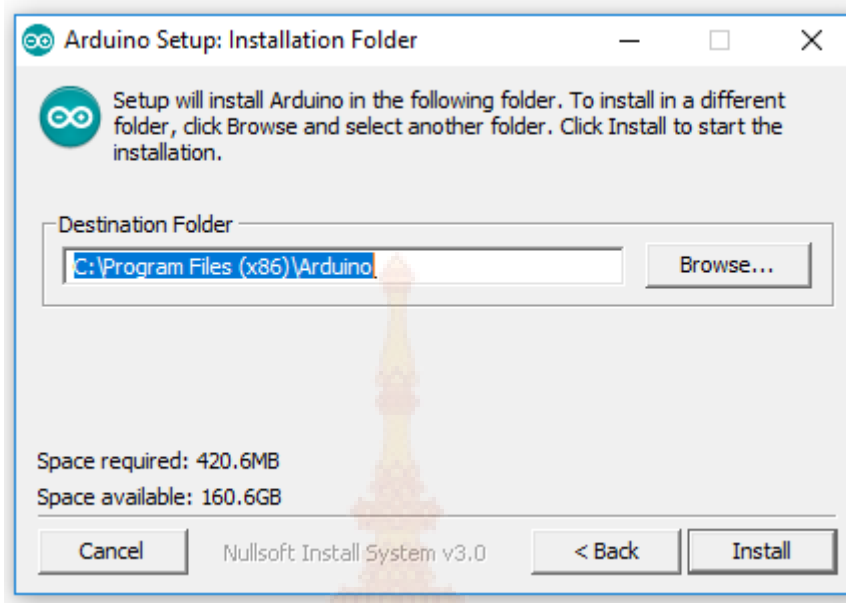
ภาพที่ ข.2 คลิกที่คำว่า “ใช่”



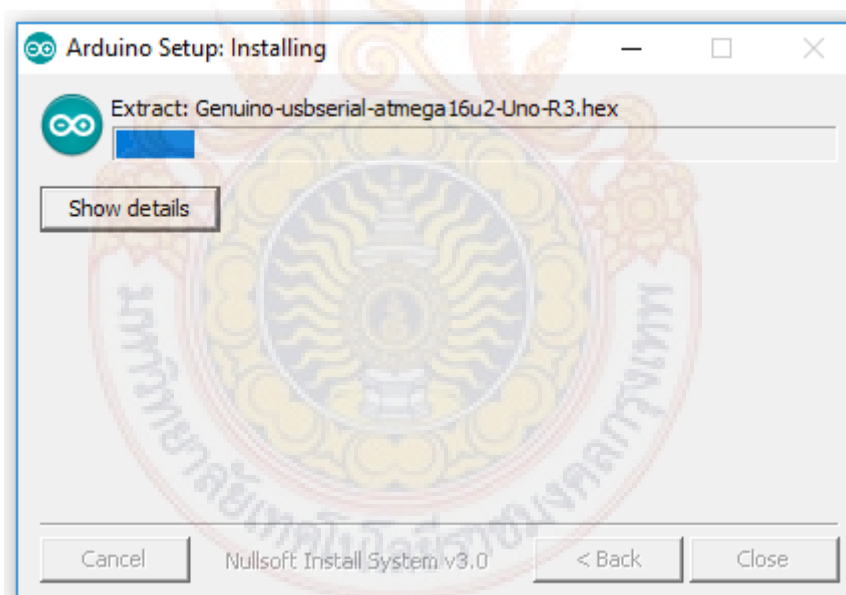
ภาพที่ ข.3 คลิกที่คำว่า “I Agree”



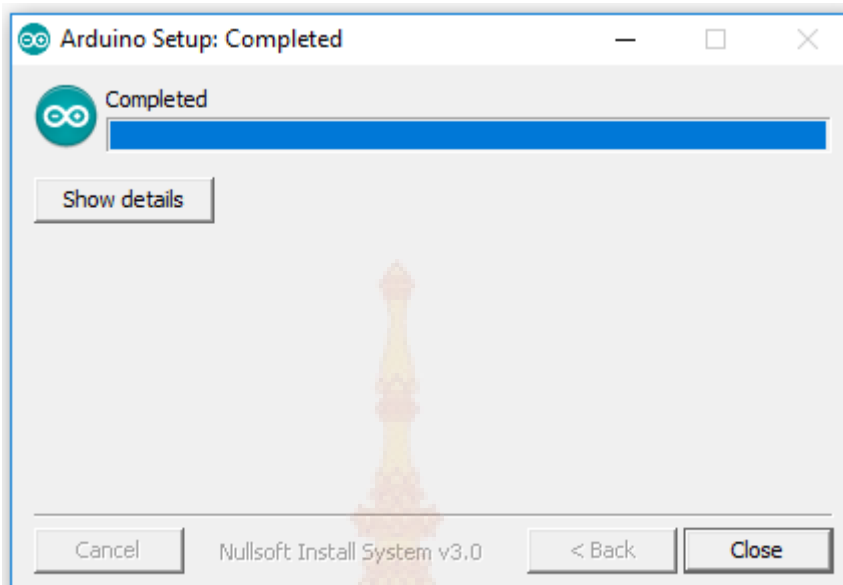
ภาพที่ ข.4 คลิกที่คำว่า “Next”



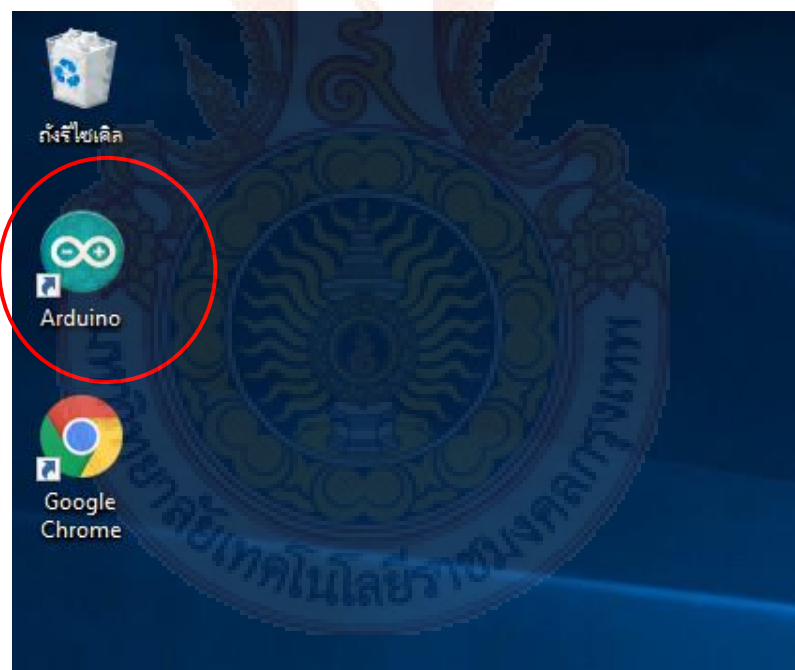
ภาพที่ ข.5 คลิกที่คำว่า “Install”



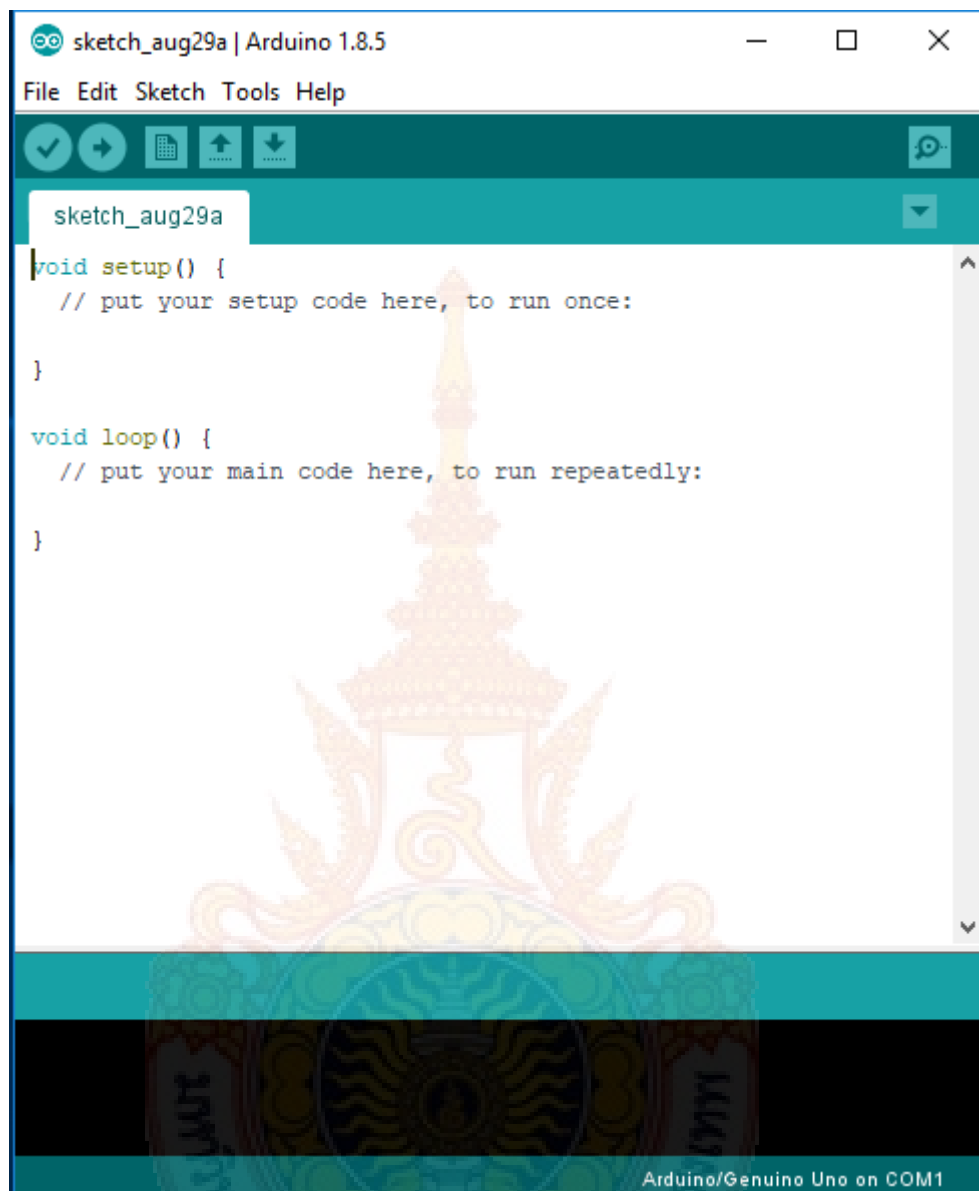
ภาพที่ ข.6 รอโปรแกรมทำงาน



ภาพที่ ข.7 คลิกที่คำว่า “Close” จบขั้นตอนการติดตั้ง



ภาพที่ ข.8 ในวงสีแดงคือโปรแกรมที่ได้จากการติดตั้ง



ภาพที่ ข.9 หน้าโปรแกรมที่พร้อมใช้งาน ในการเขียนคำสั่งต่าง ๆ

ประวัติผู้จัดทำ

ชื่อ นามสกุล

นายคุณุตม์ แซ่ม้า

เบอร์โทรศัพท์ติดต่อ

0801070640

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2557

ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

โรงเรียนยานนาเวศวิทยาคม

พ.ศ. 2554

ระดับมัธยมศึกษาตอนมัธยมต้น

โรงเรียนวัดสระแก้ว (รุ่งโรจน์ธนกุลอุปถัมภ์)

ชื่อ นามสกุล

นายสุรชัย แซ่จำว

เบอร์โทรศัพท์ติดต่อ

0937910629

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2557

ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

โรงเรียนยานนาเวศวิทยาคม

พ.ศ. 2554

ระดับมัธยมศึกษาตอนมัธยมต้น

โรงเรียนวัดสระแก้ว (รุ่งโรจน์ธนกุลอุปถัมภ์)