

ระบบไฮโดรโปนิิกส์อัตโนมัติ

AUTOMATED HYDROPONICS SYSTEM



โดย

นางสาววัชรีย์

แพงดี

นางสาววิลาสินี

เรื่อนทอง

นางสาวเอี่ยมเดือน

ขวัญอ่อน

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบไฮโดรโปนิกส์อัตโนมัติ
AUTOMATED HYDROPONICS SYSTEM

โดย

นางสาววีชรี	แพงดี	62010815
นางสาววิลาสินี	เรื่อนทอง	62010832
นางสาวเอี่ยมเดือน	ขวัญอ่อน	62011082

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.ดร.พิชญ	สุพรรณกุล
ผศ.มนต์ชัย	เข้มชัย

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2565

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบไฮโดรโปนิคส์อัตโนมัติ

AUTOMATED HYDROPONICS SYSTEM

ผู้จัดทำ

- | | | |
|----------------------|-----------|----------|
| 1. นางสาววัชรีย์ | แพงดี | 62010815 |
| 2. นางสาววิลาสินี | เรื่อนทอง | 62010832 |
| 3. นางสาวเอี่ยมเดือน | ขวัญอ่อน | 62011082 |



(ผศ.ดร.พิชญ์ สุพรรณกุล)

อาจารย์ที่ปรึกษา



(ผศ.มนต์ชัย แซ่มซ้อย)

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบไฮโดรโปนิคส์อัตโนมัติ
AUTOMATED HYDROPONICS SYSTEM

โดย นางสาววัชรีย์	แพงดี	62010815
นางสาววิลาสินี	เรื่อนทอง	62010832
นางสาวเอี่ยมเดือน	ขวัญอ่อน	62011082
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.พิชญ์	สุพรรณกุล
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผศ.มนต์ชัย	เข้มชัย

บทคัดย่อ

พืชไฮโดรโปนิคส์ (Hydroponics) เป็นพืชที่ไม่ได้ใช้ดินในการปลูก ซึ่งเป็นวิธีการปลูกพืชที่กำลังได้รับความนิยมและผลผลิตที่ได้สะอาดกว่าการปลูกในดิน ผักที่ได้มีความสวยงามน่ารับประทาน อีกทั้งยังสามารถปลูกไว้รับประทานเอง หรือปลูกในเชิงธุรกิจ เพื่อเป็นการหารายได้เสริมจากงานประจำ แต่การปลูกพืชต้องมีความใส่ใจในการดูแล บางครั้งผู้ปลูกพืชอาจจะลืมดูแล หรือไม่มีเวลาในการดูแลพืชเท่าที่ควร ระบบไฮโดรโปนิคส์อัตโนมัติจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะเป็นตัวช่วยในการดูแลสวนพืชไฮโดรโปนิคส์ โดยเขียนโปรแกรมคำสั่งให้ระบบสวนพืชไฮโดรโปนิคส์สามารถเปิด-ปิดปั๊ม (Pump) น้ำ, ปั๊มที่พ่นไอน้ำ, ปั๊มตัวลดค่าพีเอช (pH), ปั๊มตัวเพิ่มค่าพีเอช, ปั๊มใส่ปุ๋ย, พัดลมลดอุณหภูมิ, พัดลมเพิ่มอุณหภูมิ และการเปิด-ปิดไฟ แบบอัตโนมัติ โดยใช้ Arduino UNO Wi-Fi R3 ATmega328P ESP8266 เป็นศูนย์กลางในการควบคุมระบบคำสั่งต่าง ๆ เกิดความสะดวกสบายในการดูแลสวนพืชไฮโดรโปนิคส์ แม้จะไม่มีเวลาดูแลสวนพืชไฮโดรโปนิคส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Abstract

Hydroponic plants are plants that do not use soil for planting, which is a popular method of growing plants, and the yield is cleaner than growing in the soil. The resulting vegetables are beautiful and appetizing. They can also be grown for personal consumption or as a means of supplementing income from routine work. But growing plants requires attention. Sometimes the plant grower may forget to take care of it or not have as much time to care for the plant as it should. Automatic hydroponics is an alternative way to help maintain a hydroponic plant. This automation was created by writing a program with instructions for the hydroponic plant system to turn on and off water pumps, a water fogger pump, a pump for pH down, a pump for pH up, a pump for fertilizer, a heating fan, a cooling fan, and lights. The system is fully automatic by using the Arduino Uno Wi-Fi R3 ATmega328P ESP8266, which is central to controlling the command system. It is convenient to take care of a hydroponic plant even without time to take care of a hydroponic plant.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	I
บทคัดย่อ	II
สารบัญ	IV
สารบัญรูป	VII
สารบัญตาราง	XII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของโครงการ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง	2
2.1 Arduino UNO Wi-Fi R3 ATMEGA328P ESP8266	2
2.2 Ultrasonic Module HC-SR04	4
2.3 เซนเซอร์ความเป็นกรด-ด่างของน้ำ	4
2.4 DHT22 เซนเซอร์อุณหภูมิและความชื้น	6
2.5 ปุ่มสำหรับกดสารละลาย	7
2.6 ป้อนน้ำ SONIC AP1600	8
2.7 เซนเซอร์ความเข้มของแสง BH1750FVI	8
2.8 DS3231 RTC real time clock module	10
2.9 เซนเซอร์ TDS	11
2.10 ไฟ	12
2.11 Channel relay	13
2.12 พัดลมไอเย็น	16
2.13 ที่ทำความร้อน	17
2.14 ผักที่มีข้อมูลในระบบไฮโดรโปนิคส์อัตโนมัติ	17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.15 ค่าที่ต้องใช้ควบคุมในการปลูกพืช	21
2.16 วิธีการปลูกพืชไฮโดรโปนิคส์	22
2.17 ปุ๋ยที่ใช้ในการปลูกพืชไฮโดรโปนิคส์	23
2.18 โปรแกรม Arduino	25
2.19 Android studio	26
2.20 Firebase	27
2.21 การเพาะผักไฮโดรโปนิคส์	29
2.22 มอเตอร์	30
2.23 Switching power supply	33
2.24 ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำในการปลูกพืชไฮโดรโปนิคส์	34
บทที่ 3 การออกแบบและการจัดทำปริญญานิพนธ์	35
3.1 การออกแบบ	35
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	54
3.3 การจัดเก็บผลการทดลองจากทดลองการใช้ระบบไฮโดรโปนิคส์อัตโนมัติ	58
บทที่ 4 ผลการทดลอง	61
4.1 ทดลองวัดค่าการทำงานของ real time clock module	61
4.2 การทดสอบความแม่นยำของเซนเซอร์ระดับน้ำ	61
4.3 การทดสอบความแม่นยำของเซนเซอร์ DHT22	63
4.4 การทดสอบความแม่นยำของเซนเซอร์ BH1750	65
4.5 ทดลองวัดค่าการทำงานของเซนเซอร์ TDS	69
4.6 ทดลองวัดค่าการทำงานของเซนเซอร์พีเอช	73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.7 การทดสอบการทำงานของระบบโดยรวม	77
4.8 การทดสอบการทำงานของระบบโดยทดสอบร่วมกับแอปพลิเคชันมือถือ	79
4.9 ทดลองเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของพืชไฮโดรโปนิคส์	84
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	88
5.1 สรุปผล	88
5.2 ข้อเสนอแนะ	89
บรรณานุกรม	90
ภาคผนวก ก	94
ภาคผนวก ข	97
ภาคผนวก ค	100
ภาคผนวก ง	103
ภาคผนวก จ	105

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	Arduino UNO Wi-Fi R3 ATMEGA328P ESP8266	3
2.2	ขา Arduino UNO Wi-Fi R3 ATMEGA328P ESP8266	3
2.3	Ultrasonic Module HC-SR04	4
2.4	เซนเซอร์ความเป็นกรด-ด่างของน้ำ	5
2.5	บอร์ด Arduino	5
2.6	DHT22 เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น	6
2.7	ปั๊มสำหรับดูดสารละลาย	7
2.8	ลักษณะการทำงานของปั๊มดูดสารละลาย	7
2.9	ปั๊มน้ำ SONIC AP1600	8
2.10	เซนเซอร์ความเข้มของแสง BH1750FVI	9
2.11	DS3231 RTC real time clock module	10
2.12	เซนเซอร์ TDS	11
2.13	หลอดไฟแอลอีดี	12
2.14	3 Channel relay	13
2.15	4 Channel relay	13
2.16	สัญลักษณ์และการทำงานของเบื้องต้นของรีเลย์	14
2.17	การทำงานของเบื้องต้นของรีเลย์	14
2.18	ลักษณะภายนอกของรีเลย์	15
2.19	ขาของ Channel relay	15
2.20	พัดลมไอเย็น	16
2.21	ที่ทำความร้อน	17
2.22	กรีนโอ๊ค	18
2.23	เรดโอ๊ค	18
2.24	โหระพา	19
2.25	สระระแห่น	20
2.26	วอเตอร์เครส	21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า	
2.27	ปู้ย stock A และปู้ย stock B	24
2.28	โปรแกรม Arduino	25
2.29	Android Studio	26
2.30	Firebase	27
2.31	โครงสร้างภายในโดยทั่วไปของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ	30
2.32	โครงสร้างโดยทั่วไปของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	31
2.33	มอเตอร์กระแสตรง 12 โวลต์	33
2.34	Switching power supply	34
2.35	วงจรเบื้องต้นของ Switching power supply	34
3.1	บล็อกไดอะแกรมของโครงการระบบไฮโดรโปนิคส์อัตโนมัติ	35
3.2	แบบโครงสร้างโรงเรือนของสวนพืชไฮโดรโปนิคส์	36
3.3	แบบสวนพืชไฮโดรโปนิคส์อัตโนมัติ	37
3.4	ขนาดของสวนพืชไฮโดรโปนิคส์อัตโนมัติ	37
3.5	การเชื่อมต่ออุปกรณ์ของระบบสวนพืชไฮโดรโปนิคส์อัตโนมัติ	38
3.6	หน้าหลักแอปพลิเคชันของระบบไฮโดรโปนิคส์อัตโนมัติ	39
3.7	ลักษณะของแอปพลิเคชันเมื่อกดปุ่ม Manual	40
3.8	ลักษณะของแอปพลิเคชันเมื่อกดปุ่ม Setting	40
3.9	ลักษณะของแอปพลิเคชันเมื่อกดปุ่มกรีนโอ๊ค	41
3.10	ลักษณะของแอปพลิเคชันเมื่อกดปุ่มเรดโอ๊ค	41
3.11	ลักษณะของแอปพลิเคชันเมื่อกดปุ่มสระแห่น	42
3.12	ลักษณะของแอปพลิเคชันเมื่อกดปุ่มโหระพา	42
3.13	ลักษณะของแอปพลิเคชันเมื่อกดปุ่มมอเตอร์เครส	43
3.14	ลักษณะของแอปพลิเคชันเมื่อกดปุ่มอื่น ๆ	43
3.15	ลักษณะของแอปพลิเคชันเมื่อกดปุ่ม ADD ในหน้าอื่น ๆ	44
3.16	ลักษณะของแอปพลิเคชันเมื่อกดปุ่ม Dashboard	44
3.17	คู่มือสำหรับการใช้งานระบบไฮโดรโปนิคส์อัตโนมัติ	45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.18 การเพาะเมล็ดกรีนโอ๊คในฟองน้ำวันที่ 1	46
3.19 การเพาะเมล็ดกรีนโอ๊คในฟองน้ำวันที่ 7	47
3.20 การเพาะเมล็ดกรีนโอ๊คในฟองน้ำวันที่ 15	47
3.21 Flowchart การทำงานของระบบปั๊มสำหรับดูดน้ำเข้าและดูดน้ำออก	48
3.22 Flowchart การทำงานของเซนเซอร์ความเป็นกรด-ด่างของน้ำ	49
3.23 Flowchart การทำงานของเซนเซอร์ EC	51
3.24 Flowchart การทำงานของเซนเซอร์อุณหภูมิ	52
3.25 Flowchart การทำงานของเซนเซอร์ความชื้น	53
3.26 Flowchart การทำงานของ Clock module	54
4.1 ผลการอ่านค่าของ real time clock module	61
4.2 ผลการอ่านค่าของเซนเซอร์ระดับน้ำ	62
4.3 ผลเปรียบเทียบการวัดระดับน้ำที่ได้จากการวัดจริงและค่าที่ได้จากการวัดด้วยเซนเซอร์	62
4.4 ที่วัดอุณหภูมิและความชื้นรุ่น TH108	63
4.5 ผลการอ่านค่าของเซนเซอร์ DHT22 ภายในห้องแอร์	64
4.6 ผลการอ่านค่าของเซนเซอร์ DHT22 ภายในอาคาร	64
4.7 ผลการอ่านค่าของเซนเซอร์ DHT22 ภายนอกอาคาร	64
4.8 ผลการอ่านค่าของเซนเซอร์ DHT22 บนตาดฟ้า	64
4.9 ผลเปรียบเทียบการวัดอุณหภูมิที่ได้จากการวัดจริงและค่าที่ได้จากการวัดด้วยเซนเซอร์	65
4.10 ผลเปรียบเทียบการวัดความชื้นสัมพัทธ์ที่ได้จากการวัดจริงและค่าที่ได้จากการวัดด้วยเซนเซอร์	65
4.11 แอปพลิเคชัน LUX LIGHT METER PRO	66
4.12 ผลการอ่านค่าของเซนเซอร์ BH1750 ในตู้มีด	67
4.13 ผลการอ่านค่าของเซนเซอร์ BH1750 ในที่เปิดไฟสลัว	67
4.14 ผลการอ่านค่าของเซนเซอร์ BH1750 ในที่เปิดไฟจ้า	68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.15 ผลการอ่านค่าของเซนเซอร์ BH1750 ขณะเอาไฟส่อง	68
4.16 ผลเปรียบเทียบการวัดค่าความเข้มแสงที่ได้จากการวัดจริงและค่าที่ได้จากการวัดด้วยเซนเซอร์	69
4.17 ที่วัดค่า TDS และ EC รุ่น A8023	70
4.18 ผลการอ่านค่าของเซนเซอร์ TDS ในน้ำเปล่า 250 มิลลิลิตร	70
4.19 ผลการอ่านค่าของเซนเซอร์ TDS ในน้ำเปล่าผสมกับปุ๋ย A และ B อย่างละ 1 มิลลิลิตร	71
4.20 ผลการอ่านค่าของเซนเซอร์ TDS ในน้ำเปล่าผสมกับปุ๋ย A และ B อย่างละ 2 มิลลิลิตร	71
4.21 ผลการอ่านค่าของเซนเซอร์ TDS ในน้ำเปล่าผสมกับปุ๋ย A และ B อย่างละ 3 มิลลิลิตร	72
4.22 ผลเปรียบเทียบการวัดค่า EC ที่ได้จากการวัดจริงและค่าที่ได้จากการวัดด้วยเซนเซอร์	72
4.23 ที่วัดค่าพีเอชรุ่น A8022	73
4.24 ผลการอ่านค่าของเซนเซอร์พีเอช ในน้ำเปล่าผสมพีเอช Down 5 มิลลิลิตร	74
4.25 ผลการอ่านค่าของเซนเซอร์พีเอช ในน้ำเปล่าผสมพีเอช Down 1 มิลลิลิตร	74
4.26 ผลการอ่านค่าของเซนเซอร์พีเอช ในน้ำเปล่า 250 มิลลิลิตร	75
4.27 ผลการอ่านค่าของเซนเซอร์พีเอช ในน้ำเปล่าผสมพีเอช Up 5 มิลลิลิตร	75
4.28 ผลการอ่านค่าของเซนเซอร์พีเอช ในน้ำเปล่าผสมพีเอช Up 15 มิลลิลิตร	76
4.29 ผลเปรียบเทียบการวัดค่า pH ที่ได้จากการวัดจริงและค่าที่ได้จากการวัดด้วยเซนเซอร์	76
4.30 ปุ่มสำหรับคูดน้ำเข้าทำงาน	77
4.31 ระบบปรับค่าพีเอช	78

สารบัญญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.32 ระบบทำการปรับค่า EC	78
4.33 ป้อนน้ำวนจะเริ่มทำงาน	79
4.34 แอปพลิเคชันส่งค่า 1 ไปที่ Firebase	80
4.35 เซนเซอร์ทำการส่งค่าที่วัดได้ไปที่ Firebase	81
4.36 เซนเซอร์ทำการส่งค่าที่วัดได้ไปที่แอปพลิเคชันในหน้า Dashboard	81
4.37 แอปพลิเคชันทำการส่งข้อมูลไปที่ Firebase	82
4.38 แอปพลิเคชันส่งค่า 6 ไปที่ Firebase	83
4.39 เซนเซอร์ทำการส่งค่าที่วัดได้ไปที่ Firebase	83
4.40 เซนเซอร์ทำการส่งค่าที่วัดได้ไปที่แอปพลิเคชันในหน้า Dashboard	84
4.41 พีชไฮโดรโปนิคส์อายุ 15 วันที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิคส์อัตโนมัติ	85
4.42 พีชไฮโดรโปนิคส์อายุ 15 วันที่ไม่ได้ปลูกในระบบไฮโดรโปนิคส์อัตโนมัติ	85
4.23 พีชไฮโดรโปนิคส์อายุ 30 วันที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิคส์อัตโนมัติ	86
4.44 พีชไฮโดรโปนิคส์อายุ 30 วันที่ไม่ได้ปลูกในระบบไฮโดรโปนิคส์อัตโนมัติ	86
4.45 พีชไฮโดรโปนิคส์อายุ 45 วันที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิคส์อัตโนมัติ	87
4.46 พีชไฮโดรโปนิคส์อายุ 45 วันที่ไม่ได้ปลูกในระบบไฮโดรโปนิคส์อัตโนมัติ	87

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	ตารางควบคุมการไหลของกระแสภายในวงจร	3
2.2	คำอธิบายของ Channel relay	16
2.3	ค่าที่ต้องใช้ควบคุมในการปลุกพีช	21
5.1	ตารางค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยจากการทดสอบที่เซนเซอร์วัดได้	88



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

โครงการนี้เป็นโครงการการออกแบบสวนพืชไฮโดรโปนิกส์อัตโนมัติ จัดทำขึ้นเพื่อให้สามารถนำไปต่อยอดสำหรับคนที่อยากปลูกพืชไฮโดรโปนิกส์ไว้สำหรับรับประทานเองหรืออยากทำเป็นธุรกิจของตัวเอง แต่ไม่มีเวลาในการดูแลสวนพืชไฮโดรโปนิกส์ ทางคณะผู้จัดทำจึงได้คิดค้นและออกแบบสวนพืชไฮโดรโปนิกส์อัตโนมัติ เพื่อให้สามารถดูแลสวนพืชไฮโดรโปนิกส์ได้ง่ายขึ้น โดยสวนพืชไฮโดรโปนิกส์นี้สามารถเปิด-ปิด บำบัดน้ำ, บำบัดที่พ่นไอน้ำ, บำบัดตัวลดค่าพีเอช, บำบัดตัวเพิ่มค่าพีเอช, บำบัดใส่ปุ๋ย, พัฒลมลดอุณหภูมิ, พัฒลมเพิ่มอุณหภูมิ และการเปิด-ปิดไฟ แบบอัตโนมัติ โดยใช้ Arduino UNO Wi-Fi R3 ATmega328P ESP8266 เป็นศูนย์กลางในการควบคุมระบบคำสั่งต่าง ๆ และยังเชื่อมต่อกับ Wi-Fi เพื่อส่งข้อมูลไปที่ Firebase ทำให้ใช้งานผ่านแอปพลิเคชันมือถือได้ สามารถควบคุมโดยการใส่ข้อมูลให้ระบบไฮโดรโปนิกส์อัตโนมัติทำงานตามข้อมูลที่ป้อนเข้าไป ทำให้เกิดความสะดวกในการปลูกและดูแลสวนพืชไฮโดรโปนิกส์ อีกทั้งยังเหมาะสำหรับคนที่ไม่มีเวลาแต่ต้องการปลูกพืชไฮโดรโปนิกส์ไว้รับประทานเองหรืออยากทำเป็นธุรกิจ เพื่อหารายได้เสริมจากงานหลัก

1.2 วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อศึกษาทฤษฎีและหลักการควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ แบบอัตโนมัติ จากการสร้างระบบโดยการเขียนโปรแกรม
- 2) เพื่อสร้างระบบควบคุมการทำงานของสวนพืชไฮโดรโปนิกส์แบบอัตโนมัติ
- 3) เพื่ออำนวยความสะดวกให้กับผู้ที่ทำสวนพืชไฮโดรโปนิกส์

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

- 1) ออกแบบและสร้างระบบโดยเขียนโปรแกรมคำสั่งให้ระบบสวนพืชไฮโดรโปนิกส์สามารถเปิด-ปิดน้ำ, บำบัดที่พ่นไอน้ำ, บำบัดตัวลดค่าพีเอช, บำบัดตัวเพิ่มค่าพีเอช, บำบัดใส่ปุ๋ย, พัฒลมลดอุณหภูมิ, พัฒลมเพิ่มอุณหภูมิ และการเปิด-ปิดไฟ แบบอัตโนมัติ
- 2) ศึกษาวิธีการปลูกพืชไฮโดรโปนิกส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

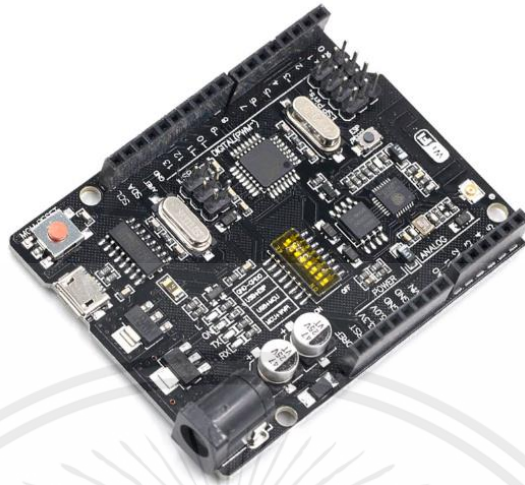
โครงการเรื่อง “ระบบไฮโดรโปนิกส์อัตโนมัติ” ได้ทำการออกแบบและสร้างระบบโดยเขียนโปรแกรมคำสั่งให้ใช้งานผ่านแอปพลิเคชันมือถือได้ สามารถควบคุมโดยการป้อนข้อมูลผ่านแอปพลิเคชันมือถือให้สวนพืชไฮโดรโปนิกส์อัตโนมัติทำตามคำสั่งที่ได้รับมา ระบบไฮโดรโปนิกส์อัตโนมัติสามารถควบคุมการเปิด-ปิดปั้มน้ำ, ปั้มน้ำที่พ่นไอน้ำ, ปั้มน้ำลดค่าพีเอช, ปั้มน้ำเพิ่มค่าพีเอช, ปั้มน้ำใส่ปุ๋ย, พัดลมลดอุณหภูมิ, พัดลมเพิ่มอุณหภูมิ และการเปิด-ปิดไฟ โดยทำการส่งการผ่านแอปพลิเคชันมือถือ ดังนั้นโครงการที่น่าเสนอจึงมีหลักการที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

2.1 Arduino UNO Wi-Fi R3 ATmega328P ESP8266

Arduino UNO Wi-Fi R3 ATmega328P ESP8266 ลักษณะของบอร์ดแสดงดังรูปที่ 2.1 บอร์ดจะมี MCU อยู่ 2 ตัว คือ ATmega328P กับ ESP8266 โดย บอร์ดนี้สามารถใช้ได้ 3 รูปแบบด้วยกัน คือ

- ใช้เป็น Arduino UNO ธรรมดา
- ใช้เป็น ESP8266
- ให้ ATmega328P กับ ESP8266 ทำงานร่วมกัน

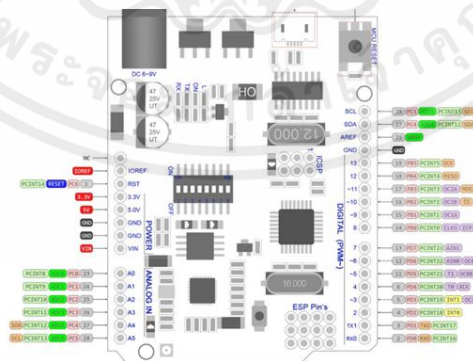
บอร์ดนี้มีโหมดการทำงานทั้งหมด 4 โหมด การกำหนดโหมดทำโดยการเซตที่ Dip Switch ที่อยู่บริเวณกลางบอร์ด แสดงดังตารางที่ 2.1 และขา Arduino UNO Wi-Fi R3 ATmega328P ESP8266 แสดงดังรูปที่ 2.2 [6]



รูปที่ 2.1 Arduino UNO Wi-Fi R3 ATmega328P ESP8266 [6]

ตารางที่ 2.1 ตารางควบคุมการไหลของกระแสภายในวงจร

	1	2	3	4	5	6	7	8
CH340 connect to ESP8266 (upload sketch)	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	ON	ON	NoUSE
CH340 connect to ESP8266 (connect)	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	ON	OFF	NoUSE
CH340 connect to ATmega328 (upload sketch)	OFF	OFF	ON	ON	OFF	OFF	OFF	NoUSE
Mega328+ESP8266	ON	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	NoUSE
All modules work Independent	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	NoUSE



รูปที่ 2.2 ขา Arduino UNO WiFi R3 ATmega328P ESP8266 [11]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 Ultrasonic Module HC-SR04

เซนเซอร์ (sensor) HC-SR04 แสดงดังรูปที่ 2.3 เป็น Ultrasonic Module (มีความถี่ 40 กิโลเฮิร์ตซ์) เป็นเซนเซอร์ใช้วัดระยะทางของวัตถุ หรือสิ่งกีดขวางที่อยู่ด้านหน้าเซนเซอร์โดยใช้หลักการส่งคลื่นเสียง Ultrasonic ออกไป และรับคลื่นเสียงที่สะท้อนกลับมา โดยใช้การจับเวลาที่ส่งคลื่นเสียงออกไป และสะท้อนกลับมา [7]

คุณสมบัติของเซนเซอร์ HC-SR04

- แรงดันที่ใช้ในการทำงาน 5 โวลต์
- กระแสไฟฟ้าที่ใช้ 15 มิลลิแอมแปร์
- คลื่นความถี่ในการทำงาน 40 กิโลเฮิร์ตซ์
- ระยะสูงสุดที่สามารถวัดได้ 4 เมตร (400 เซนติเมตร)
- ระยะต่ำสุดที่สามารถวัดได้ 0.02 เมตร (2 เซนติเมตร)
- ความแม่นยำ ± 3 มิลลิเมตร – องศาในการวัด 15 องศา
- Trigger Input Signal: 10 ไมโครวินาที TTL พัลส์ (Pulse)



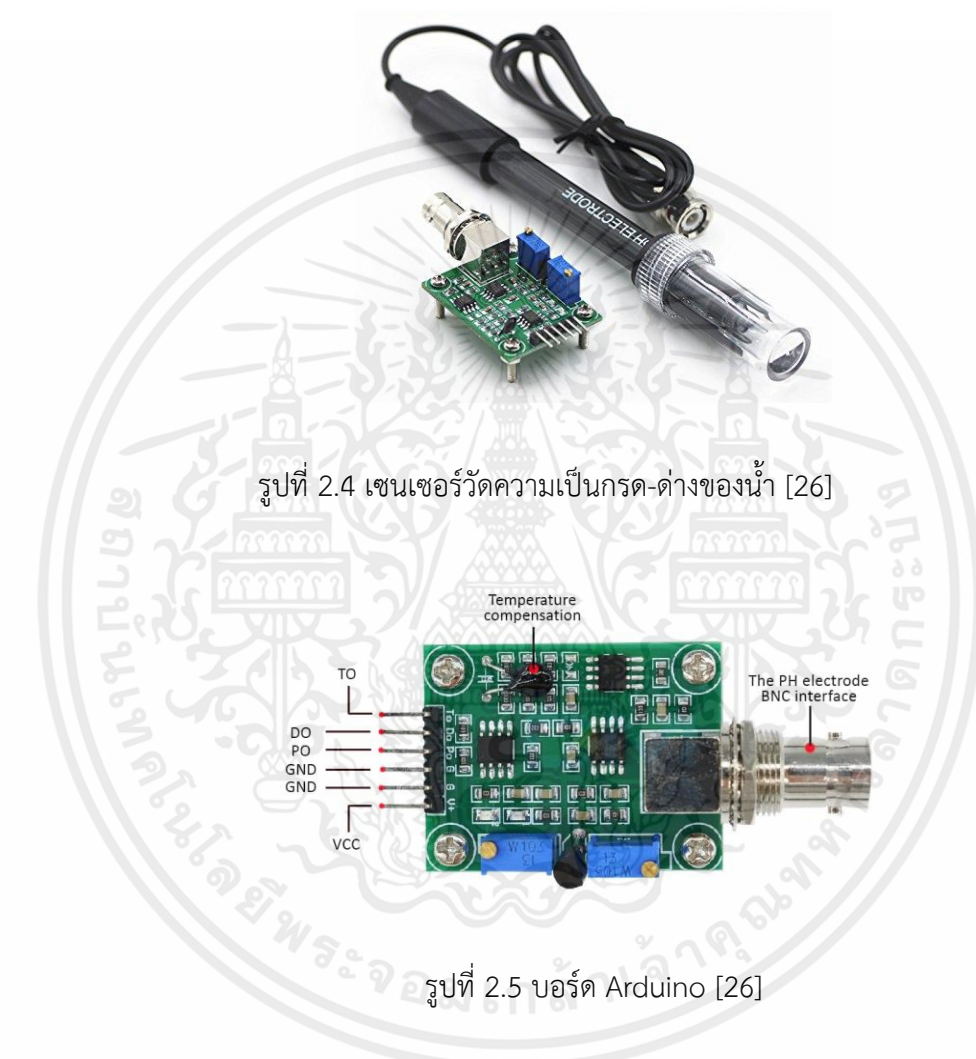
รูปที่ 2.3 Ultrasonic Module HC-SR04 [7]

2.3 เซนเซอร์วัดความเป็นกรด-ด่างของน้ำ (pH Sensor)

เครื่องวัดค่าพีเอชแบบแอนะล็อก (Analog) ลักษณะของเซนเซอร์ความเป็นกรด-ด่างของน้ำ แสดงดังรูปที่ 2.4 เป็นเซนเซอร์ไว้สำหรับวัดความเป็นกรด-เบส ของสารละลายโดยค่าที่วัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้จะอยู่ในช่วง 0 - 14 ผลผลิต (output) จะเป็นแบบแอนะล็อก 0-1023 ใช้ไฟเลี้ยง 5 โวลต์ เป็นโมดูล เซนเซอร์วัดความเป็นกรด-ด่างของน้ำ ที่ใช้ร่วมกับบอร์ด Arduino ได้ ลักษณะของบอร์ด Arduino จะแสดงดังรูปที่ 2.5 เหมาะสำหรับไปทำระบบควบคุมอัตโนมัติ [26]



ข้อมูลเชิงเทคนิคของเซนเซอร์วัดความเป็นกรด-ด่างของน้ำ

- TO – Temperature output
- DO – 3.3 โวลต์ pH limit trigger
- PO – pH analog output
- Gnd – Gnd for pH probe
- Gnd – Gnd for board

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- VCC – 5 โวลต์ DC
- POT 1 – Analog reading offset (Nearest to BNC connector)
- POT 2 – pH limit setting

2.4 DHT22 เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น

โมดูล DHT22 / AM2302 มีราคาถูก ให้ค่าเป็นแบบดิจิทัล (digital) ใช้ขาสัญญาณดิจิทัล (digital signal) เพียงเส้นเดียวในการเชื่อมต่อแบบบิตอนุกรมสองทิศทาง (Serial Data, Bi-Rirectional) โดยนำมาเชื่อมต่อกับ Arduino เพื่ออ่านค่าจากเซนเซอร์ [10] ลักษณะของ DHT22 เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นแสดงดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 DHT22 เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น [10]

ข้อมูลเชิงเทคนิคของ DHT22 เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น

- ใช้แรงดันไฟเลี้ยงได้ในช่วง 3.3 โวลต์ ถึง 5.5 โวลต์ DC
- วัดอุณหภูมิได้ในช่วง -40 to 80 องศาเซลเซียส
- อัตราการวัดสูงสุด 0.5 เฮิร์ตซ์
- คอนเนกเตอร์แบบ 4 ขา

Pin 1 = VCC

Pin 2 = SDA (Serial data, bidirectional)

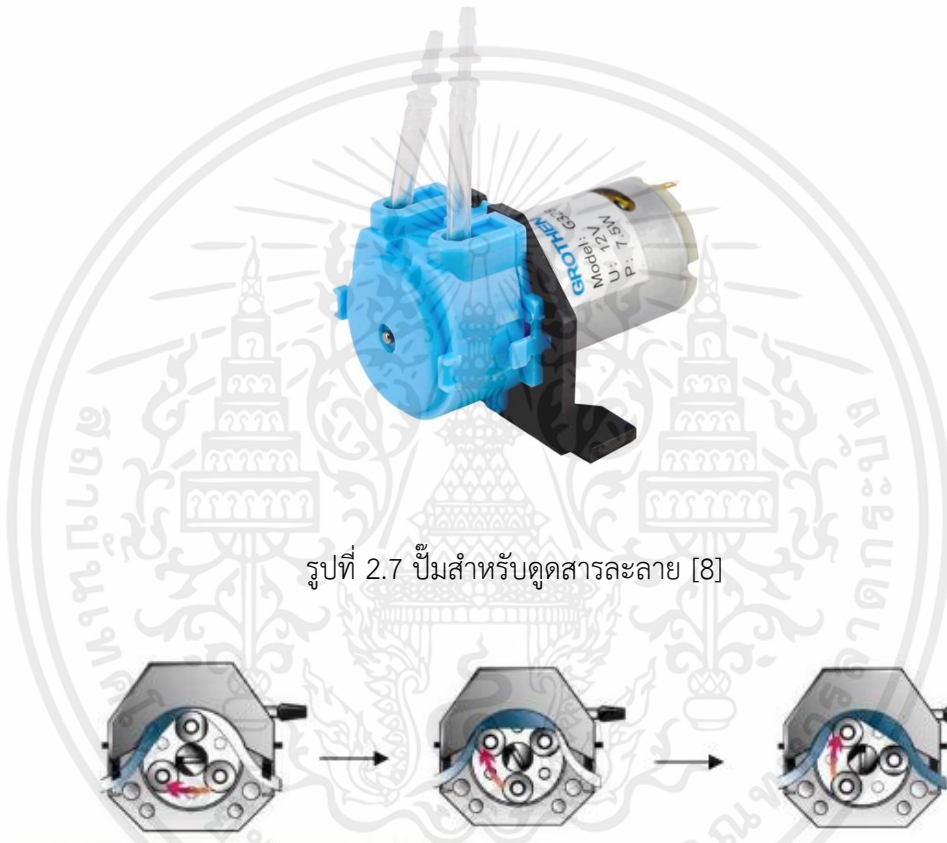
Pin 3 = N.C. (Not Connect)

Pin 4 = GND

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 ปัมป์สำหรับดูดสารละลาย

ปัมป์สูบ-จ่ายสารละลายน้ำผสมยา, สารเคมีมี ปุ๋ยน้ำไฮโดรโปนิกส์ สารปรับค่าพีเอช ในสระว่ายน้ำ หรือที่ต้องการควบคุมคุณภาพน้ำ ลักษณะของปัมป์ดูดสารละลายแสดงดังรูปที่ 2.7 หัวปัมป์ที่ออกแบบมาสำหรับการถอดประกอบได้ง่ายและง่ายต่อการทำความสะอาดและการบำรุงรักษา [8] ลักษณะการทำงานของปัมป์แสดงดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.7 ปัมป์สำหรับดูดสารละลาย [8]



รูปที่ 2.8 ลักษณะการทำงานของปัมป์ดูดสารละลาย [8]

คุณสมบัติของปัมป์สำหรับดูดสารละลาย

- มอเตอร์เส้นผ่าศูนย์กลาง 29 มิลลิเมตร
- หัวปัมป์เส้นผ่าศูนย์กลาง 40 มิลลิเมตร
- แรงดันไฟฟ้า DC 12 โวลต์
- น้ำหนัก 200 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- อัตราการไหล 0-100 มิลลิลิตร/นาที
- ท่อยาง 3/5 มิลลิเมตร

2.6 ปั้มน้ำ SONIC AP1600

ปั้มน้ำ คือ อุปกรณ์สำหรับส่งน้ำหรือถ่ายเทของเหลวจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง หรือ หมุนเวียนน้ำหรือของเหลวให้ผสมกันในบริเวณที่จำกัด ลักษณะของปั้มน้ำ SONIC AP1600 จะแสดงดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 ปั้มน้ำ SONIC AP1600 [9]

การปลูกพืชไฮโดรโปนิคส์มีหัวใจสำคัญคือ ใช้ปั้มน้ำสูบน้ำขึ้นหัวรางปลูกแล้วปล่อยให้ไหลกลับลงถึงสารอาหาร การทำระบบเริ่มต้นและดูแลแปลงผักได้ง่ายคือทำถังน้ำแยกกันคนละโต๊ะ และต้องใช้ปั้มน้ำโต๊ะละตัว ดังนั้นจึงต้องเลือกอัตราการจ่ายน้ำที่ให้เพียงพอกับจำนวนผักที่ปลูกบนโต๊ะ [9]

คุณสมบัติของปั้มน้ำ SONIC AP1600

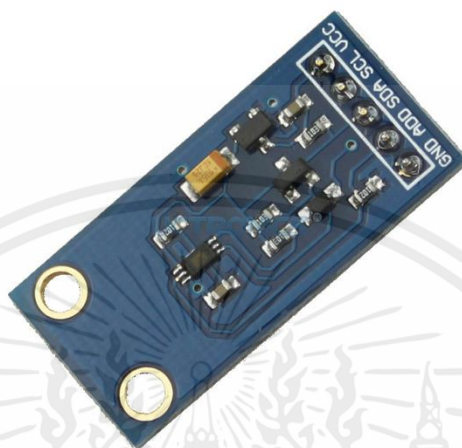
- ปั้มน้ำได้ 900 ลิตรต่อชั่วโมง
- กำลังไฟ 23 W
- ปั้มน้ำได้สูง 1 เมตร

2.7 เซนเซอร์ความเข้มของแสง (Light intensity sensor) : BH1750FVI

BH1750FVI เป็น IC เซนเซอร์ตรวจจับแสงโดยรอบแบบดิจิทัลสื่อสารแบบ I2C เซนเซอร์นี้เหมาะสำหรับการใช้วัดค่าแสงแวดล้อม ข้อมูลสำหรับปรับไฟหน้าจอ LCD แบบอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตามความเข้มของแสงแวดล้อม และหน้าจอของโทรศัพท์มือถือสามารถตรวจจับความสว่างได้ 1 – 54,612 ลักซ์ ลักษณะของเซนเซอร์วัดความเข้มของแสง BH1750FVI จะแสดงดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 เซนเซอร์วัดความเข้มของแสง BH1750FVI [27]

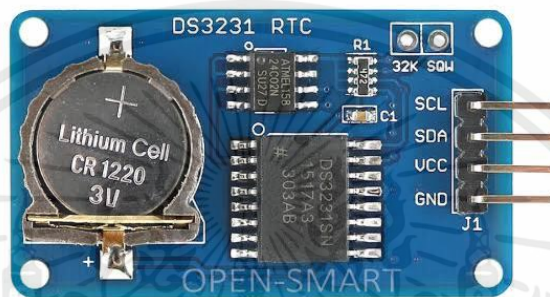
คุณสมบัติของ BH1750FVI

- แรงดันไฟเลี้ยงในช่วง 3-5 โวลต์
- เชื่อมต่อแบบ I2C (มีขา SCL และ SDA)
- ใช้งานและเชื่อมต่อแบบ I2C slave device
- ความเร็วบัส I2C ได้ถึง 400 กิโลเฮิร์ตซ์
- มีขา ADDR สำหรับต่อกับ LOW หรือ HIGH เพื่อใช้กำหนดเลขที่อยู่ของ I2C Slave (สามารถกำหนดเลขที่อยู่ได้สองค่า)
- เลือกโหมดการวัดได้ (Measurement Mode) เช่น H-resolution Mode, H-resolution Mode2, L-resolution Mode ซึ่งเป็นตัวกำหนดความละเอียดในการวัด รวมถึงระยะเวลาในการวัดและอ่านค่า (measurement time)
- ความละเอียด 16 บิต ได้ค่า 1-65536 หน่วยเป็นลักซ์ (step: 0.5 ลักซ์, 1 ลักซ์ หรือ 4 ลักซ์ ขึ้นอยู่กับโหมดการวัดที่เลือก)
- ระยะเวลาในการวัดแต่ละครั้ง ประมาณ 120 มิลลิวินาที (สำหรับ 0.5 ลักซ์ หรือ 1 ลักซ์), 16 มิลลิวินาที (สำหรับ 4 ลักซ์) ขึ้นอยู่กับโหมดการวัดที่เลือก [27]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 DS3231 RTC real time clock module

DS3231 real time clock module คือโมดูลนาฬิกาแบบเรียลไทม์ ใช้เป็นนาฬิกาให้กับบอร์ด Arduino ประยุกต์ใช้งานได้หลากหลาย เช่น การเกษตรใช้เพื่อตั้งเวลารดน้ำต้นไม้ การเลี้ยงสัตว์ใช้ในการให้อาหารแบบอัตโนมัติ เป็นต้น ลักษณะของ DS3231 RTC real time clock module แสดงดังรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11 DS3231 RTC real time clock module [23]

คุณสมบัติของ DS3231 RTC real time clock module

- รองรับแรงดัน DC 5 โวลต์
- แบตเตอรี่สำรองรองรับแรงดัน ในช่วง 2.5 โวลต์ถึง 3 โวลต์
- กินกระแสต่ำใช้พลังงานต่ำ
- การเชื่อมต่อ Interface แบบ I2C
- มีการชดเชยอุณหภูมิทำให้เวลาแม่นยำมากขึ้น
- สามารถตั้งการแจ้งเตือน Alarm ได้ 2 ชุด
- ความแม่นยำของนาฬิกา ช่วง 0-40 องศา
- ความแม่นยำ 2ppm
- ข้อผิดพลาดประมาณ 1 นาที
- เครื่องกำเนิดสัญญาณนาฬิกาแบบเรียลไทม์วินาทีชั่วโมงวันวันที่เดือนและปี และให้ใช้ได้จนถึงปี 2100
- เซ็นเซอร์อุณหภูมิชิป 7 ตัว
- ชิปหน่วยความจำ ± 3 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- อินเทอร์เฟซบัส 9.IIC ความเร็วในการรับส่งข้อมูลสูงสุด 400 กิโลเฮิร์ตซ์ [23]

2.9 เซนเซอร์ TDS

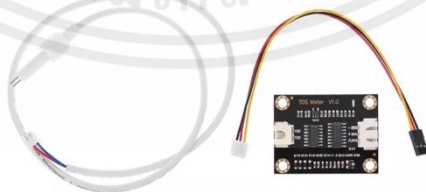
ลักษณะของเซนเซอร์ TDS แสดงดังรูปที่ 2.12 ใช้สำหรับวัดค่าการนำไฟฟ้าของน้ำ ตรวจสอบคุณภาพน้ำ หลักการทำงานของเครื่องมือนี้ใช้หลักการวัดค่าความนำไฟฟ้า (Conductivity) ของน้ำ เครื่องวัด TDS เป็นอุปกรณ์พกพาขนาดเล็กที่ใช้เพื่อระบุปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมดในสารละลาย ซึ่งมักจะเป็นน้ำ เนื่องจากของแข็งที่แตกตัวเป็นไอออนที่ละลายได้ เช่น เกลือและแร่ธาตุ ช่วยเพิ่มค่าการนำไฟฟ้าของสารละลาย เครื่องวัด TDS จะวัดค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายและประมาณค่า TDS จากการอ่านค่านั้น

ค่าการนำไฟฟ้าหรือค่าการนำไฟฟ้าเฉพาะของน้ำมีความสัมพันธ์โดยตรงกับความเข้มข้นของของแข็งที่แตกตัวเป็นไอออนที่ละลายในน้ำ ไอออนจากของแข็งที่ละลายในน้ำจะสร้างความสามารถให้น้ำนำกระแสไฟฟ้า ซึ่งสามารถวัดได้โดยใช้เครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้าแบบธรรมดาหรือเครื่องวัด TDS เมื่อสัมพันธ์กับการวัดค่า TDS ในห้องปฏิบัติการ ค่าการนำไฟฟ้าจะให้ค่าความเข้มข้น TDS โดยประมาณ โดยปกติจะมีความแม่นยำไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์

ความสัมพันธ์ของ TDS และความนำไฟฟ้าจำเพาะของน้ำใต้ดินสามารถประมาณได้โดยสมการต่อไปนี้

$$\text{TDS} = k * \text{EC} \quad (2.1)$$

โดยที่ TDS แสดงเป็นมิลลิกรัมต่อลิตร และ EC คือค่าการนำไฟฟ้าในหน่วยไมโครซีเมนส์ต่อเซนติเมตรที่ 25 องศาเซลเซียส ค่าสหสัมพันธ์ k ระหว่าง 0.55 ถึง 0.8 [13]



รูปที่ 2.12 เซนเซอร์ TDS [13]

2.10 ไฟ

ไฟปลูกต้นไม้คือแสงเทียมจากการประดิษฐ์หลอดไฟ ด้วยหลักการเลียนแบบสเปกตรัมของแสง (Light spectrum) ในธรรมชาติ เพื่อให้พืชสามารถนำไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง เหมาะกับพื้นที่เพาะปลูกที่มีแสงจากดวงอาทิตย์ไม่เพียงพอ เช่น การปลูกผักในโรงเรือน การปลูกไม้ประดับในห้องพักอาศัยหรือคอนโด โดยหลอดไฟแอลอีดี (Light Emitting Diode: LED) มักจะได้รับความนิยมนำมาใช้เป็นหลอดไฟปลูกต้นไม้มากกว่าหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent Lamp) หรือหลอดไฟชนิดอื่น ๆ ลักษณะของหลอดไฟแอลอีดีแสดงดังรูปที่ 2.13

ตามปกติแสงธรรมชาติจะมีคลื่นความยาวที่แบ่งออกเป็นช่วงและเกิดสีที่แตกต่างกัน ซึ่งความยาวคลื่นแสงรังสีที่พืชใช้ในการสังเคราะห์แสง (Photosynthetically Active Radiation :PAR) นี้มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชแต่ละชนิด พืชแต่ละชนิดย่อมมีความต้องการคุณภาพของแสงที่ไม่เท่ากัน ดังนั้น แม้เราจะเลือกไฟปลูกต้นไม้ที่มีค่าปริมาณแสงในช่วงรังสีที่พืชใช้ในการสังเคราะห์แสง (Photosynthetic Photon Flux Density:PPFD) สูง แต่หากสเปกตรัมของแสงไม่ตรงตามที่พืชต้องการ อาจทำให้ต้นไม้ไม่เจริญเติบโตตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ อีกทั้งความยาวคลื่นแสงแต่ละช่วงย่อมส่งผลต่อการเจริญของพืชแตกต่างกัน เช่น หากพืชได้รับแสงสีแดงอย่างเพียงพอจะช่วยให้ผลดก ในขณะที่หากพืชได้รับแสงสีน้ำเงินในปริมาณที่เหมาะสมจะช่วยสร้างความสมบูรณ์ของใบนั่นเอง [14]



รูปที่ 2.13 หลอดไฟแอลอีดี [14]

2.11 Channel Relay

รีเลย์เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ชนิดหนึ่ง ทำหน้าที่เป็น switch ให้กับวงจรใช้กระแสไฟฟ้าเป็นตัวสั่งการ สามารถใช้งานได้ทั้งกับโหลดไฟฟ้ากระแสตรงและไฟฟ้ากระแสสลับ เป็นสวิตช์ตัดต่อหนึ่งชุดหรือมากกว่า ขึ้นอยู่กับจำนวนหน้าสัมผัสที่ รีเลย์ตัวหนึ่งๆ บรรจุอยู่ รีเลย์ที่ใช้ในโครงงานนี้มีทั้งแบบ 3 ช่อง และ 4 ช่อง ดังแสดงในรูปที่ 2.14 และรูปที่ 2.15 ตามลำดับ

รีเลย์มีสัญลักษณ์ตามรูปที่ 2.16 (ก) ภายในรีเลย์มีส่วนประกอบที่สำคัญ ๆ 2 ส่วนคือ ขดลวด (Coil) และหน้าสัมผัส (Contact) แบ่งเป็นหน้าสัมผัสปกติปิดวงจรหรือแบบต่อ (Normally Closed: NC) และปกติเปิดวงจรหรือไม่ต่อ (Normally Opened :NO)



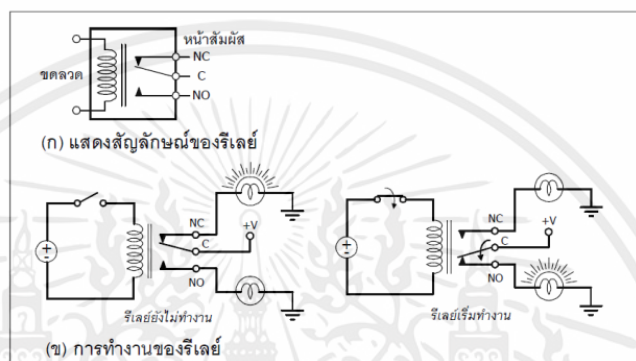
รูปที่ 2.14 3 Channel Relay [5]



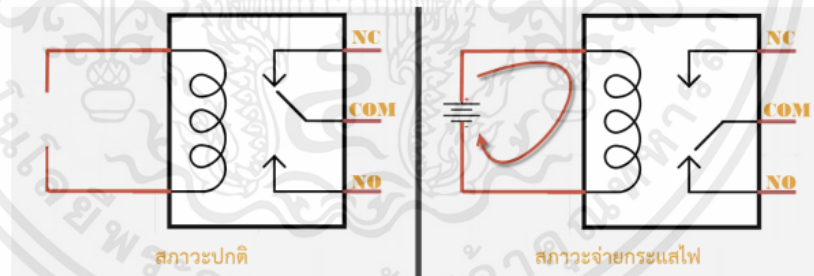
รูปที่ 2.15 4 Channel Relay [5]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การกระตุ้นให้รีเลย์ทำงาน คือ จ่ายแรงดันให้แก่ขดลวดในปริมาณที่ขดลวดต้องการ ทำให้แม่เหล็กไฟฟ้าเกิดขึ้นที่หน้าสัมผัสเกิดการดูดหน้าสัมผัสจากจุด NC มายังจุด NO ดังนั้นเมื่อรีเลย์ทำงานหน้าสัมผัส NO จะต่อวงจร ในขณะที่ NC จะเปิดวงจรแทน ในลักษณะนี้ทำงานเหมือนเป็นสวิตช์ 2 ทางที่ควบคุมด้วยแม่เหล็กไฟฟ้า ดังแสดงการทำงานในรูปที่ 2.16 (ข) และรูปที่ 2.17



รูปที่ 2.16 สัญลักษณ์และการทำงานเบื้องต้นของรีเลย์ [5]



รูปที่ 2.17 การทำงานเบื้องต้นของรีเลย์ [5]

คุณสมบัติที่สำคัญของรีเลย์ได้แก่

- แรงดันตกคร่อมขดลวดที่ทำให้รีเลย์ทำงาน (Vcoil หรือ Coil Voltage)
- ค่าความต้านทานของขดลวด (Coil Resistance)
- อัตราหนได้สูงสุดทั้งแรงดันและกระแสไฟฟ้าของหน้าสัมผัส (Contact Rating)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- อายุการใช้งาน (Operating Time)
- ตำแหน่งขาของหน้าสัมผัส NO, NC และ C รวมทั้งขาต่อใช้งานของขดลวด

หมายเลขในรูปที่ 2.18 มีความหมายดังนี้

1. ยี่ห้อและผู้ผลิต รวมถึงสัญลักษณ์มาตรฐานต่างๆ
2. รายละเอียดของไฟฟ้ากระแสสลับที่รองรับการทำงานได้ (VAC)
3. รายละเอียดของไฟฟ้ากระแสตรงที่รองรับการทำงานได้ (VDC)
4. โมเดลระดับแรงดันฝั่งขดลวด ชนิดและโครงสร้าง และข้อมูลด้าน Coil Sensitivity



รูปที่ 2.18 ลักษณะภายนอกของรีเลย์ [5]

ตำแหน่งขาของ Channel Relay แสดงดังรูปที่ 2.19 และขาแต่ละขาทำหน้าที่อะไรบ้างจะแสดงดังตารางที่ 2.2 [5]



รูปที่ 2.19 ขาของ Channel Relay [5]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 คำอธิบายขาของ Channel Relay

ขาที่	คำอธิบาย
1	ขาสัญญาณอินพุตรีเลย์ 1 (CH1)
2	ขาสัญญาณอินพุตรีเลย์ 2 (CH1)
3	ขาสัญญาณอินพุตรีเลย์ 3 (CH1)
4	GND
5	+VCC anal 5VDC
6	RGND
7	NC (Normal Close) หน้าสัมผัสแบบปกติปิด
8	COM (common) ที่จะตัดหรือต่อวงจรจากขา NC, NO
9	NO (Normal Open) หน้าสัมผัสแบบปกติเปิด

2.12 พัดลมไอเย็น (cooling fan)

ลักษณะของพัดลมไอเย็นแสดงดังรูปที่ 2.20 คือ พัดลมที่ทำงานด้วยระบบการนำอากาศร้อนผ่านแผงรังผึ้ง (Evaporative Cooling Systems) หรือแผ่นทำความเย็น (Cooling Pad) ที่มีน้ำเย็นหล่ออยู่ แล้วน้ำก็จะระเหยและเปลี่ยนเป็นไอเย็น เลยทำให้แรงลมที่ส่งผ่านออกมา ก็จะเย็น สดชื่นและรู้สึกเป็นธรรมชาติกว่าพัดลมทั่วไป โดยเราจะนำพัดลมไอเย็นมาช่วยลดอุณหภูมิภายในโรงเรือนของระบบไฮโดรโปนิคส์อัตโนมัติ [15]



รูปที่ 2.20 พัดลมไอเย็น [15]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.13 ที่ทำความร้อน (Heater)

ที่ทำความร้อนเป็นอุปกรณ์ที่เอาไว้ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม เป็นชิ้นส่วนชนิดหนึ่งที่มีคุณสมบัติให้ความร้อน หลักการทำงานจะมีการจ่ายกระแสไฟฟ้าตรงไปยังตัวนำที่เป็นลวด (ตัวต้านทาน R) ทำให้ลวดเกิดความร้อน แผลงจ่ายไฟดังกล่าวจะสามารถจ่ายไฟได้กับแรงดันที่ 220 VAC และ 380 VAC [16] ลักษณะของเครื่องทำความร้อน แสดงดังรูปที่ 2.21



รูปที่ 2.21 ที่ทำความร้อน [16]

2.14 ผักที่มีข้อมูลในระบบไฮโดรโปนิคส์อัตโนมัติ

2.14.1 กรีนโอ๊ค (Green Oak Lettuce)

ลักษณะของกรีนโอ๊คแสดงดังรูปที่ 2.22 เป็นผักตระกูลผักสลัด มีลักษณะเป็นผักใบหยักสีเขียวอ่อน รูปทรงสวยเป็นพุ่ม รสชาติหวานกรอบคล้ายผักกาดหอม ช่วงอายุที่เหมาะสมสำหรับการเก็บเกี่ยว 45-50 วัน ค่าที่เหมาะสมสำหรับการเพาะปลูกมีดังนี้ ค่า EC ควรมีค่า 1.2-1.8 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ค่า pH อยู่ระหว่าง 5.5-6.5 อุณหภูมิที่เหมาะสมคือ 18-25 องศาเซลเซียส ค่าความชื้นสัมพัทธ์อยู่ที่ 60-80 เปอร์เซ็นต์ ค่าความเข้มแสงควรอยู่ที่ 20,000-40,000 ลักซ์ นิยมทานสดเพราะมีคุณค่าทางสารอาหาร ช่วยในการสร้างเม็ดเลือด บำรุงสายตา บำรุงเส้นผม บำรุงประสาทและกล้ามเนื้อ [1]



รูปที่ 2.22 กรีนโอ๊ค [1]

2.14.2 เรดโอ๊ค (Red Oak Lettuce)

ลักษณะของเรดโอ๊คแสดงดังรูปที่ 2.23 เป็นผักตระกูลผักสลัด มีลักษณะเป็นผักใบสีแดง ช่วงอายุที่เหมาะสมสำหรับการเก็บเกี่ยว 45-50 วัน ค่าที่เหมาะสมสำหรับการเพาะปลูกมีดังนี้ ค่า EC ควรมีค่า 1.1-1.6 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ค่า pH อยู่ระหว่าง 5.5-6.5 อุณหภูมิที่เหมาะสมคือ 18-25 องศาเซลเซียส ค่าความชื้นสัมพัทธ์อยู่ที่ 60-80 เปอร์เซ็นต์ ค่าความเข้มแสงควรอยู่ที่ 20,000-40,000 ลักซ์ เป็นผักที่มีใบซ้อนกันเป็นชั้น ปลายใบหยิกแยกเป็นแฉก เป็นพุ่มหยักสีเขียวขุ่น นอกจากนี้ยังมีกากใยอาหารมากมาย ซึ่งช่วยในเรื่องระบบการย่อย บำรุงสายตา บำรุงกล้ามเนื้อ ป้องกันโรคปากนกกระจอก ช่วยล้างผนังลำไส้ กำจัดพวกไขมัน มีธาตุเหล็กและวิตามินซีสูง [1]



รูปที่ 2.23 เรดโอ๊ค [1]

2.14.3 โหระพา (Basil)

ลักษณะของโหระพาแสดงดังรูปที่ 2.24 เป็นพืชล้มลุก ลำต้นเป็นสี่เหลี่ยม แก่นด้านในเป็นไม้เนื้ออ่อน ผิวลำต้นอ่อนหรือกิ่งอ่อนมีสีม่วงแดง ลำต้นแตกกิ่งตั้งแต่ระดับต่ำของลำต้นจนแลดูเป็นทรงพุ่ม กิ่งแตกออกเป็นคู่ตรงข้ามกัน ใบโหระพา ออกเป็นใบเดี่ยว ทางออกบริเวณข้อของกิ่ง ใบมีรูปไข่ คล้ายใบกะเพรา ใบมีสีเขียวเข้ม หรือม่วงแดงหรือเขียวอมม่วง ช่วงอายุที่เหมาะสมสำหรับการเก็บเกี่ยว 35-40 วัน ค่าที่เหมาะสมสำหรับการเพาะปลูกมีดังนี้ ค่า EC ควรมีค่า 1.0-1.6 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ค่า pH อยู่ระหว่าง 5.5-6.0 อุณหภูมิที่เหมาะสมคือ 20-35 องศาเซลเซียส ค่าความชื้นสัมพัทธ์อยู่ที่ 60-80 เปอร์เซ็นต์ ค่าความเข้มแสงควรอยู่ที่ 20,000-40,000 ลักซ์ มีสรรพคุณทางยาสมุนไพรที่หลากหลาย ใบสดของโหระพามีสรรพคุณแก้ท้องอืด ท้องเฟ้อ ขับลมจากลำไส้ ต้มดื่มแก้ลมวิงเวียน ช่วยย่อยอาหาร ใช้ตำพอกหรือประคบ แก้ไขข้ออักเสบ แผลอักเสบ [3]



รูปที่ 2.24 โหระพา [3]

2.14.4 สะระแหน่ (Mint)

ลักษณะของสะระแหน่แสดงดังรูปที่ 2.25 เป็นพืชล้มลุก ลำต้นแตก กิ่งก้านสาขามากและเลื้อยคลานไปตามดิน มีขนสั้นนุ่มปกคลุมทุกส่วนของลำต้นมี กลิ่นหอม ลำต้นสี่เหลี่ยม สีเขียวแกมม่วงน้ำตาล ใบเดี่ยว ออกตรงข้ามกัน ผิวใบย่น ก้านใบสั้น ปลายใบกลมมน ขอบใบหยักแบบซี่ฟัน ดอกช่อ ออกเป็นกระจุกที่ซอกใบ

ผลเป็นผลแห้ง ไม่แตก ช่วงอายุที่เหมาะสมสำหรับการเก็บเกี่ยว 40-45 วัน ค่าที่เหมาะสมสำหรับการเพาะปลูกมีดังนี้ ค่า EC ควรมีค่า 2.0-2.4 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ค่า pH อยู่ระหว่าง 5.5-6.0 อุณหภูมิที่เหมาะสมคือ 18-25 องศาเซลเซียส ค่าความชื้นสัมพัทธ์อยู่ที่ 60-80 เปอร์เซ็นต์ ค่าความเข้มแสงควรอยู่ที่ 20,000-40,000 ลักซ์ สรรพคุณขับเห็้อ แก้หืด แก้ปวดท้อง ขับลมในกระเพาะลำไส้ แก้จุกเสียดแน่นเพื่อปวดท้อง แก้อาการเกร็งของกระเพาะอาหารและลำไส้ ปอกหรือทา แก้ปวดบวม ผื่นคัน ฆ่าเชื้อโรค [2]



รูปที่ 2.25 สะระแหน่ [2]

2.14.5 วอเตอร์เครส (Watercress)

วอเตอร์เครส (Watercress) ลักษณะแสดงดังรูปที่ 2.26 ลำต้นและใบจะคล้ายผักเป็ดของไทย ต่างกันตรงที่ขนาดความยาวของใบ โดยผักวอเตอร์เครสจะมีความยาวมากกว่า ช่วงอายุที่เหมาะสมสำหรับการเก็บเกี่ยว 50-60 วัน ค่าที่เหมาะสมสำหรับการเพาะปลูกมีดังนี้ ค่า EC ควรมีค่า 1.2-2.0 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ค่า pH อยู่ระหว่าง 5.5-6.8 อุณหภูมิที่เหมาะสมคือ 20-30 องศาเซลเซียส ค่าความชื้นสัมพัทธ์อยู่ที่ 60-80 เปอร์เซ็นต์ ค่าความเข้มแสงควรอยู่ที่ 20,000-40,000 ลักซ์

สรรพคุณช่วยต่อต้านอนุมูลอิสระ ช่วยชะลอความแก่ชรา ช่วยเสริมสร้างภูมิคุ้มกัน
ให้กับร่างกาย บำรุงสุขภาพ [4]



รูปที่ 2.26 วอเตอร์เครส [4]

2.15 ค่าที่ต้องใช้ควบคุมในการปลูกพืช

ค่าที่ทางผู้จัดทำใช้ควบคุมในการทำโครงการนี้จะแสดงดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ค่าที่ต้องใช้ควบคุมในการปลูกพืช

ค่าที่ควบคุม ชนิดของพืช	อายุเก็บเกี่ยว (วัน)	ค่า EC (mS/cm)	ค่า pH	อุณหภูมิ (°C)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	ความเข้มแสง (lux)
กรีนโอ๊ค	45-50	1.2-1.8	5.5-6.5	18-25	60-80	20,000-40,000
เรดโอ๊ค	45-50	1.1-1.6	5.5-6.5	18-25	60-80	20,000-40,000
สะระแหน่	40-45	2.0-2.4	5.5-6.0	18-25	60-80	20,000-40,000
โหระพา	35-40	1.0-1.6	5.5-6.0	20-35	60-80	20,000-40,000
วอเตอร์เครส	45-50	1.2-2.0	5.5-7.0	20-30	60-80	20,000-40,000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.16 วิธีการปลูกพืชไฮโดรโปนิคส์

การปลูกผักไฮโดรโปนิคส์หลักๆ แล้วจะมี 2 แบบ คือ

2.16.1 การปลูกผักไฮโดรโปนิคส์แบบน้ำวน

เป็นระบบที่ให้น้ำที่ผสมสารละลายธาตุอาหารพืชไหลผ่านรากพืช เป็นแผ่นบางๆ บนรางปลูกอย่างต่อเนื่อง รางปลูกจึงต้องมีความลาดเอียง เพื่อให้แผ่นน้ำที่ไหลผ่านมีความบางคล้ายฟิล์ม

ข้อดีของการปลูกผักไฮโดรโปนิคส์แบบน้ำวน

- ไม่ยุ่งยากต่อการดูแล และการจัดการ
- ผักมีอายุการเก็บเกี่ยวที่สั้นกว่าระบบน้ำนิ่ง
- ง่ายต่อการพยากรณ์ในการลงผักรอบต่อไป

ข้อเสียของการปลูกผักไฮโดรโปนิคส์แบบน้ำวน

- ยากต่อการตั้งโต๊ะให้ได้ระดับ
- อุปกรณ์ที่ใช้ส่วนมากเป็นอุปกรณ์เฉพาะ ราคาสูง
- ไฟฟ้ามีส่วนสำคัญต่อการปลูกพืชถ้าไฟดับนานๆ น้ำในระบบจะแห้ง

ชนบทขอพบปัญหา

2.16.2 การปลูกผักไฮโดรโปนิคส์แบบน้ำนิ่ง

เป็นระบบที่ปลูกพืชโดยรากแช่อยู่ในสารละลาย โดยจะมีการปลูกพืชบนแผ่นโฟมหรือวัสดุที่ลอยน้ำเพื่อยึดลำต้น ระบบนี้เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ระบบไฮโดรโปนิคส์ลอยน้ำ ระบบนี้นิยมปลูกโดยทั่วไปและสามารถประยุกต์รางปลูกได้จากวัสดุที่หลากหลาย เช่นท่อน้ำ กล่องโฟม ถังน้ำ หรือแม้กระทั่งขวดพลาสติก ซึ่งการปลูกผักไฮโดรโปนิคส์แบบน้ำนิ่งนี้ได้รับความนิยมจากผู้ที่สนใจอยากจะทำปลูกผักกินเองที่บ้านหรือปลูกเป็นงานอดิเรกพอสมควร เพราะไม่ยุ่งยากจนเกินไป

ข้อดีของการปลูกผักไฮโดรโปนิคส์แบบน้ำนิ่ง

- หาซื้อวัสดุที่นำมาปลูกได้ง่าย ประหยัด สามารถนำมาดัดแปลงเป็นอุปกรณ์ในการปลูก เช่น ถังพลาสติก กล่องโฟม อ่างน้ำพลาสติก ถังน้ำ ขวดน้ำ ฯลฯ
- ไม่มีปัญหาเมื่อเกิดไฟดับ หมดปัญหาเรื่องการขาดน้ำ และที่สำคัญ ประหยัดไฟ

- เหมาะสำหรับมือใหม่หัดปลูกที่ไม่ต้องการลงทุนเยอะในระบบปลูกสามารถทดลองทำได้ง่าย

ข้อเสียของการปลูกผักไฮโดรโปนิคส์แบบน้ำนิ่ง

- ต้องคอยปรับระดับน้ำให้เหมาะสมกับอายุพืช เพราะพืชต้องการปริมาณออกซิเจนที่รากมากขึ้น ทำให้ต้องปรับลดระดับน้ำที่ใช้เพื่อให้เกิดพื้นที่อากาศระหว่างรากกับผิวน้ำเพิ่มขึ้น ถ้าทำการปรับไม่เหมาะสม จะทำให้พืชชะงักการเจริญเติบโตได้
- ต้องมีควรเข้าใจเรื่องการใส่ปุ๋ยและเปลี่ยนน้ำ ตามความต้องการของพืชในแต่ละช่วงอายุมากขึ้นกว่าการปลูกด้วยระบบน้ำวน
- พืชจะเจริญเติบโตได้ช้ากว่าระบบน้ำวน ส่งผลให้ผลผลิตที่ได้ล่าช้าหรือไม่สมบูรณ์เท่ากับการปลูกพืชแบบน้ำวน [17]

โดยในโครงการนี้ทางผู้จัดทำเลือกวิธีการปลูกพืชไฮโดรโปนิคส์แบบน้ำวน เพราะไม่ยุ่งยากในการดูแลผักมีอายุการเก็บเกี่ยวที่สั้นกว่าระบบน้ำนิ่ง เหมาะกับการทดลองระบบของผู้จัดทำ

2.17 ปุ๋ยที่ใช้ในการปลูกพืชไฮโดรโปนิคส์

ปุ๋ย AB หรือปุ๋ย Stock A และปุ๋ย Stock B เป็นปุ๋ยที่ไว้ใช้สำหรับปลูกพืชไฮโดรโปนิคส์หรือพืชไร้ดิน จัดเป็นปุ๋ยเคมีชนิดหนึ่ง ใช้เป็นธาตุอาหารสำหรับพืชทดแทนแหล่งอาหารหลักที่มาจากดิน โดยสาเหตุที่จำเป็นต้องแยกปุ๋ยออกเป็น Stock A และ Stock B ก่อนจะนำมาผสมเพื่อใช้งานนั้น เพราะว่าสารเคมีบางตัวเมื่อผสมกันในความเข้มข้นที่สูง เช่น ธาตุแคลเซียมและฟอสเฟตเป็นต้น จะทำให้เกิดตะกอนจนพืชไม่สามารถดูดซึมธาตุอาหารเหล่านั้นเข้าไปใช้งานได้ ปุ๋ย Stock A และ Stock B สำหรับปลูกผักแบบไฮโดรโปนิคส์จะมีเคมีตัวเดียวที่สามารถสะสมจนเป็นอันตรายได้คือไนเตรท หากใช้ในปริมาณที่ไม่เหมาะสม เกินสัดส่วน แต่ด้วยการปลูกแบบไฮโดรโปนิคส์ จะมีการควบคุมปริมาณของสารละลายทั้ง 2 ชนิด ด้วยเครื่องมือที่เรียกว่าเครื่องวัดค่า EC อยู่แล้ว ทำให้สามารถควบคุมความเข้มข้นของสารละลายได้ [18] ปุ๋ย Stock A และปุ๋ย Stock B แสดงดังรูปที่

2.22



รูปที่ 2.27 ปุ๋ย Stock A และปุ๋ย Stock B

ส่วนผสมของปุ๋ย AB

Stock A ประกอบด้วย

- แคลเซียมไนเตรต
- เหล็ก EDTA
- เหล็ก EDDHA

Stock B ประกอบด้วย

- โพแทสเซียมไนเตรต
- โมโนโพแทสเซียมฟอสเฟต
- แมกนีเซียมซัลเฟต
- จุลธาตุรวมคีเลต
- แมงกานีส EDTA

ข้อดีอย่างหนึ่งของปุ๋ย AB นั้นคือความประหยัด เพราะการใช้ปุ๋ย AB นั้นเปรียบเสมือนการผสมปุ๋ยใช้เองในปริมาณครั้งละมาก ๆ ได้ปุ๋ยที่มีธาตุอาหารครบถ้วน ไม่จำเป็นต้อง

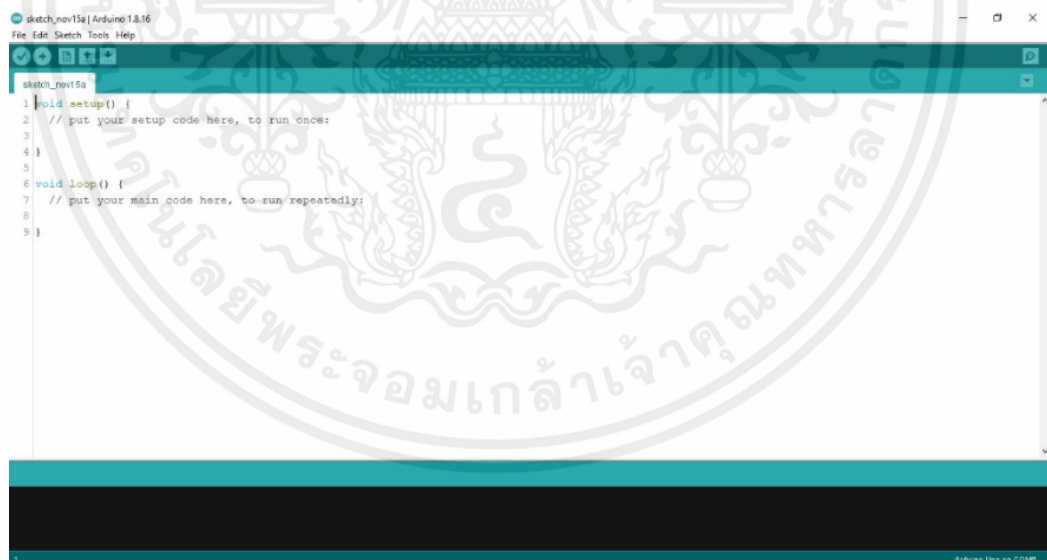
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อหลายครั้งหรือหลายชนิด แต่ก็มีข้อเสียอยู่บ้าง คือ ระยะเวลาในการเก็บ และหากผสมผัตวิธหรือไม่ได้อัตราส่วนที่ถูกต้อง ก็อาจจะทำให้เกิดตะกอนได้ ซึ่งไม่ได้เกี่ยวข้องกับหรือส่งผลกับเรื่องสารเคมีตกค้างแต่อย่างใด [19]

2.18 โปรแกรม Arduino

Arduino IDE ส่วน IDE ย่อมาจาก (Integrated Development Environment) คือ ส่วนเสริมของระบบการพัฒนา หรือตัวช่วยต่าง ๆ ที่จะคอยช่วยเหลือนักพัฒนาหรือช่วยเหลือคนที่พัฒนาแอปพลิเคชัน เพื่อเสริมให้เกิดความรวดเร็ว ถูกต้อง แม่นยำ ตรวจสอบระบบที่ทำได้ ทำให้การพัฒนางานต่าง ๆ เร็วมากขึ้น

ส่วนในการเขียนโปรแกรมและคอมไพล์ลงบอร์ด โดยขนาดของโปรแกรม Arduino โดยปกติแล้วจะใหญ่กว่าโค้ด AVR ปกติเนื่องจากโค้ด AVR เป็นการเข้าถึงจากรีจิสเตอร์โดยตรง แต่โค้ด Arduino เข้าถึงผ่านฟังก์ชัน เพื่อให้สามารถเขียนโค้ดได้ง่ายมากกว่าการเขียนโค้ดแบบ AVR หรือเวอร์ชันอื่นๆ ของ Arduino [12] ลักษณะของโปรแกรม Arduino แสดงดังรูปที่ 2.23



รูปที่ 2.28 โปรแกรม Arduino

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.19 Android Studio

Android Studio logo แสดงดังรูปที่ 2.29 เป็น IDE Tools ล่าสุดจาก Google ใต้พัฒนาโปรแกรม Android โดยเฉพาะ โดยพัฒนาจากแนวคิดพื้นฐานมาจาก IntelliJ IDEA คล้าย ๆ กับการทำงานของ Eclipse และ Android ADT Plugin โดยวัตถุประสงค์ของ Android Studio คือ ต้องการพัฒนาเครื่องมือ IDE ที่สามารถพัฒนาแอปพลิเคชันบน Android ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ทั้งด้านการออกแบบ GUI ที่ช่วยให้สามารถ Preview ตัวแอปพลิเคชัน มุมมองที่แตกต่างกันบน โทรศัพท์มือถือแต่ละรุ่น สามารถแสดงผลบางอย่างได้ทันทีโดยไม่ต้องทำการรันแอปพลิเคชันบน Emulator รวมทั้งยังแก้ไขปรับปรุงในเรื่องของความเร็วของ Emulator ที่ยังเจอปัญหาทั้งอยู่ในปัจจุบัน ในปัจจุบัน Android Studio ยังอยู่ในช่วง early access preview แต่สามารถดาวน์โหลดเพื่อใช้งานบน Platform ต่าง ๆ ได้เกือบทุก OS เช่น Windows , Mac และ Linux ความสามารถของ Android Studio โดยพื้นฐานแล้วจะคล้ายกับการเขียน Android บนโปรแกรม Eclipse พวกโครงสร้างไฟล์ หรือ Widgets ต่าง ๆ ก็คล้ายกัน แต่จะแปลกใหม่ตรงที่มี Preview ในส่วนของ Layout ที่มีความสามารถมากขึ้น Android Studio จะยังมีแนวคิดในการออกแบบและใช้งาน เช่นเดียวกับโปรแกรม Eclipse แต่จะเพิ่มความสามารถในการเขียนแอปพลิเคชันบน Android ให้มีความสะดวกและง่ายยิ่งขึ้น และเพิ่มความสามารถและข้อจำกัดที่อยู่บนโปรแกรม Eclipse [20]



รูปที่ 2.29 Android Studio [20]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.20 Firebase

Firebase logo แสดงดังรูปที่ 2.30 เป็นหนึ่งในผลิตภัณฑ์ของ Google โดย Firebase คือ Platform ที่รวบรวมเครื่องมือต่าง ๆ สำหรับการจัดการในส่วนของ Backend หรือ Server side ซึ่งทำให้สามารถ Build Mobile Application ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และยังคงลดเวลาและค่าใช้จ่ายของการทำ Server side หรือการวิเคราะห์ข้อมูลให้อีกด้วย โดยมีทั้งเครื่องมือที่ฟรีและเครื่องมือที่มีค่าใช้จ่าย



รูปที่ 2.30 Firebase [41]

Firebase ก่อตั้งขึ้นในปี 2011 โดยแอนดรูว์ลีและเจมส์ เทมปลิน สิ้นค้าเริ่มต้น Firebase เป็นฐานข้อมูลเรียลไทม์ซึ่งมี API ที่ช่วยให้นักพัฒนาในการจัดเก็บและซิงค์ข้อมูล โดย Google Firebase 2.0 Google ได้ซื้อกิจการ Firebase และมีการพัฒนาให้สามารถ จากบริการ backend เก็บข้อมูลอย่างเดียว มาเป็นแพลตฟอร์ม ครบวงจรสำหรับนักพัฒนาแอป รองรับบริการแทบทุกอย่างที่นักพัฒนาต้องใช้งาน Firebase มีบริการให้ใช้หลายอย่าง สามารถแบ่งเป็นหมวดหมู่ ดังนี้

2.20.1 Build Better Apps

- Cloud Firestore จัดเก็บและซิงค์ข้อมูลระหว่างผู้ใช้และอุปกรณ์ในระดับโลกโดยใช้ฐานข้อมูล NoSQL ที่โฮสต์บนคลาวด์ Cloud Firestore ให้การซิงโครไนซ์แบบสดและการสนับสนุนออฟไลน์พร้อมกับการสืบค้นข้อมูลที่มีประสิทธิภาพ การผสมรวมกับผลิตภัณฑ์ Firebase อื่น ๆ ช่วยให้ผู้สร้างแอปแบบไร้เซิร์ฟเวอร์ได้อย่างแท้จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Authentication จัดการผู้ใช้ด้วยวิธีที่ง่ายและปลอดภัย Firebase Auth มีหลายวิธีในการตรวจสอบสิทธิ์รวมถึงอีเมลและรหัสผ่านผู้ให้บริการบุคคลที่สามเช่น Google หรือ Facebook และใช้ระบบบัญชีที่มีอยู่โดยตรง สร้าง Interface เองหรือใช้ประโยชน์จาก Opensource UI ที่ปรับแต่งได้อย่างเต็มที่
- Hosting ลดความซับซ้อนของเว็บ Hosting ด้วยเครื่องมือที่สร้างขึ้นเฉพาะสำหรับเว็บแอปสมัยใหม่ เมื่ออัปเดตเนื้อหาเว็บแล้ว จะส่งเนื้อหาเหล่านั้นไปยัง CDN ทั่วโลกโดยอัตโนมัติและมอบใบรับรอง SSL ฟรีเพื่อให้ผู้ใช้ได้รับประสบการณ์ที่ปลอดภัยเชื่อถือได้และมีเวลาแฝงต่ำไม่ว่าจะอยู่ที่ใดก็ตาม
- Realtime Database คือฐานข้อมูลดั้งเดิมของ Firebase เป็น Solution ที่มีประสิทธิภาพและมีเวลาแฝงต่ำสำหรับแอปบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ที่ต้องการสถานะการซิงค์ระหว่าง Client แบบ Realtime แนะนำ Cloud Firestore แทน Realtime Database สำหรับนักพัฒนาส่วนใหญ่ที่เริ่มโปรเจกต์ใหม่

2.20.2 Improve app quality

- Crashlytics ลดเวลาในการแก้ไขปัญหา รับข้อมูลเชิงลึกที่ชัดเจนและนำไปปฏิบัติได้ว่าปัญหาใดที่ต้องจัดการก่อนโดยเห็นผลกระทบของผู้ใช้ใน Dashboard Crashlytics การแจ้งเตือนแบบ Realtime จะช่วยให้คุณมีความเสถียรแม้ในขณะเดินทาง Crashlytics เป็นตัวรายงานข้อขัดข้องหลักของ Firebase
- Performance Monitoring วินิจฉัยปัญหาประสิทธิภาพของแอปที่เกิดขึ้นบนอุปกรณ์ของผู้ใช้ ใช้การติดตามเพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพของบางส่วนของแอปและดูมุมมองสรุปใน Console Firebase อยู่เหนือเวลาเริ่มต้นของแอปและตรวจสอบคำขอ HTTP โดยไม่ต้องเขียนโค้ดใด ๆ
- Test Lab เรียกใช้การทดสอบอัตโนมัติและกำหนดเองสำหรับแอปบนอุปกรณ์เสมือนจริง โดย Google ใช้ Firebase Test Lab ตลอดวงจรการพัฒนาเพื่อค้นหาจุดบกพร่องและความไม่สอดคล้องกันเพื่อให้สามารถนำเสนอประสบการณ์ที่ยืดหยุ่นบนอุปกรณ์หลากหลายประเภท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.20.3 Grow your business

- Google Analytics วิเคราะห์คุณลักษณะและพฤติกรรมของผู้ใช้ใน Dashboard เดียวเพื่อทำการตัดสินใจอย่างชาญฉลาดเกี่ยวกับแผนงาน รับข้อมูลเชิงลึกแบบ Realtime จากรายงานหรือส่งออกข้อมูลเหตุการณ์ดิบไปยัง Google Big Query สำหรับการวิเคราะห์ที่กำหนดเอง
- Remote Config กำหนดวิธีการแสดงผลแอปสำหรับผู้ใช้แต่ละคน เปลี่ยนรูปแบบเปิดตัวฟีเจอร์ที่ละน้อยเรียกใช้การทดสอบ A/B ส่งมอบเนื้อหาที่กำหนดเองให้กับผู้ใช้บางรายหรือทำการอัปเดตอื่น ๆ โดยไม่ต้องปรับใช้เวอร์ชันใหม่ทั้งหมดนี้ ทำได้จาก Console Firebase ตรวจสอบผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงและทำการปรับเปลี่ยนในเวลาไม่กี่นาที
- Cloud Messaging ส่งข้อความและการแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้ข้าม Platform ทั้ง Android, iOS และเว็บได้ฟรี สามารถส่งข้อความไปยังอุปกรณ์เดียวกลุ่มอุปกรณ์หรือหัวข้อเฉพาะหรือกลุ่มผู้ใช้ Firebase Cloud Messaging (FCM) ปรับขนาดเป็นแอปที่ใหญ่ที่สุดโดยส่งข้อความหลายแสนล้านข้อความต่อวัน [41]

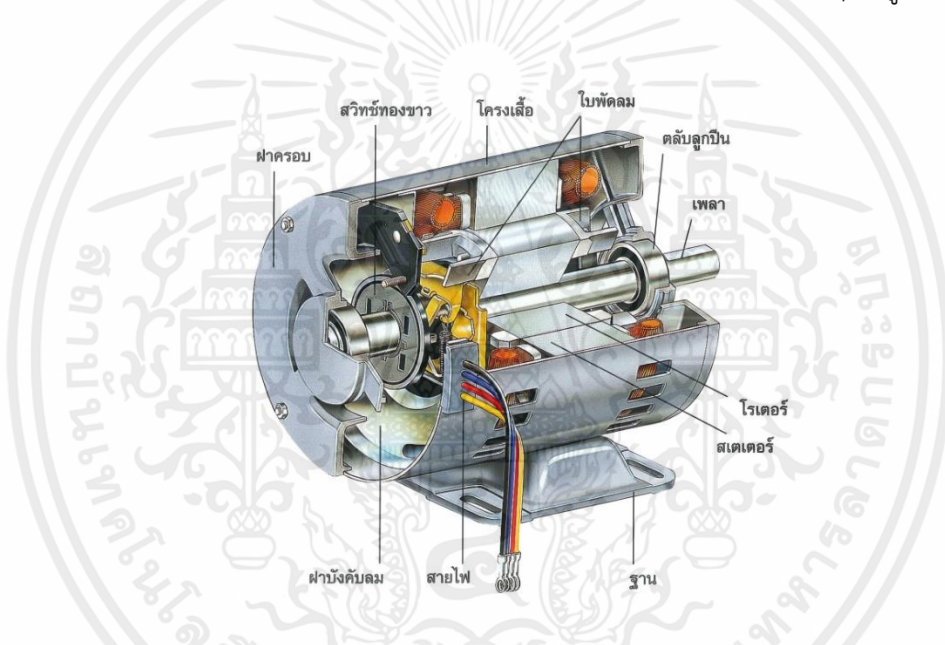
2.21 การเพาะผักไฮโดรโปนิคส์

ขั้นตอนการปลูกผักไฮโดรโปนิคส์อันดับแรกคือเริ่มจากการเพาะเมล็ดผัก วัสดุที่นำมาใช้ในการเพาะเมล็ดมีอยู่หลายชนิด แต่ที่นิยมใช้กันมากจะเป็นฟองน้ำ เพราะจะได้ผักที่สะอาด ไม่มีเศษผงร่วงใส่ใบผัก และที่สำคัญคือมีราคาถูก ฟองน้ำอุ้มน้ำแต่ไม่ดูดน้ำ เมื่อเรารดน้ำลงไปจะไม่ซึมเข้าไปในตัวฟองน้ำ ฟองน้ำจะลอยขึ้นมาซึ่งหากเอาไปเพาะเมล็ดจะทำให้เมล็ดไม่งอกเพราะว่าหน้าฟองน้ำจะแห้งเมล็ดผักจะไม่สามารถรับความชื้นมากพอ ก่อนหยอดเมล็ดเราต้องนวดฟองน้ำให้ช้าก่อน เมื่อเพาะเมล็ดได้ 2 วัน (48 ชั่วโมง) เมล็ดผักจะเริ่มงอกและต้องได้รับแสงแดด ไม่งั้นจะมีปัญหาต้นกล้าผักยึดจนนำมาใช้ปลูกไม่ได้ ต้องนำฟองน้ำออกมารับแดด ควรพรางแสงให้ได้แสงแดดรำไร เพราะกล้าผักที่เพิ่งงอกยังไม่แข็งแรง จึงไม่ควรให้รับแดดที่ร้อนจัดเกินไป ช่วงนี้ควรเริ่มให้ปุ๋ยแบบอ่อน ๆ เมื่อกำลังครบ 15 วัน ให้นำมาแยกลงรางปลูกผักต่อไป [43]

2.22 มอเตอร์ (Motor)

มอเตอร์ไฟฟ้า เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล มีหลายชนิดซึ่งแต่ละชนิดก็จะมีคุณสมบัติแตกต่างกันทั้งความเร็วรอบหรือกำลังงาน แบ่งได้เป็น 2 ชนิดตามลักษณะการใช้งาน คือ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ และมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ หรือ เอ.ซี. มอเตอร์ (A.C. motor) ย่อมาจาก Alternating Current Motor ใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับ ประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก ๆ คือ ส่วนที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าคือขดลวดในสเตเตอร์ และส่วนที่ทำหน้าที่ให้พลังงานกลคือตัวหมุนหรือโรเตอร์ โครงสร้างภายในโดยทั่วไปของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังรูปที่ 2.31



รูปที่ 2.31 โครงสร้างภายในโดยทั่วไปของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ [34]

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ดังนี้

- มอเตอร์ซิงโครนัส (Synchronous Motor) เหมาะกับงานที่ต้องการความเร็วรอบในการหมุนคงที่และความเร็วรอบย้อนกลับได้
- มอเตอร์อินดักชัน (Induction Motor) หรือมอเตอร์เหนี่ยวนำ นิยมใช้อย่างแพร่หลาย ทั้งในงานอุตสาหกรรมและในที่พักอาศัย แทบจะกล่าวได้ว่ามีใช้มากที่สุดเพราะมีขั้นตอนในการรับกระแสไฟฟ้าค่อนข้างง่าย ซึ่งแบ่งย่อยออกเป็น 3

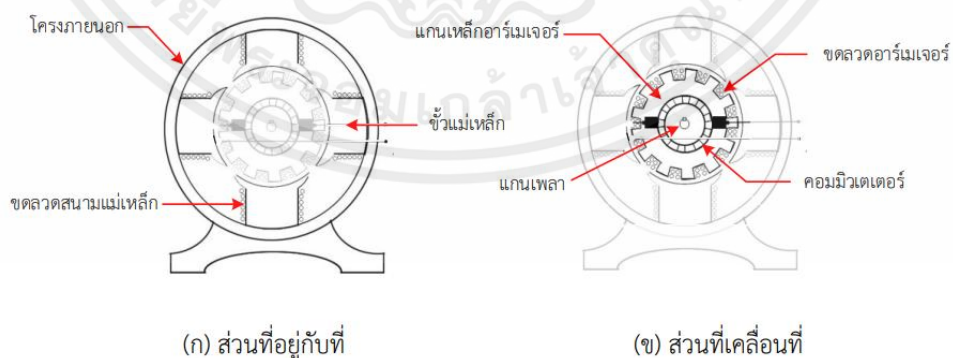
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิด คือมอเตอร์อินดักชันตัวหมุนกรงกระรอก มอเตอร์อินดักชันตัวหมุนฟันด้วย
ขดลวด มอเตอร์อินดักชันตัวหมุนแบบเหล็กตัน

การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ

- สามารถควบคุมความเร็วได้ 2 วิธีคือ แบบเลือกความเร็ว สามารถเลือกได้ว่าต้องการให้มอเตอร์หมุนด้วยความเร็วต่ำหรือความเร็วสูง แบบที่ 2 คือแบบควบคุมให้หมุนเรียงตามลำดับความเร็ว แบบนี้มอเตอร์จะหมุนที่ความเร็วต่ำก่อนเสมอแล้วจึงไปหมุนที่ความเร็วสูง ทำได้โดยการใช้รีเลย์ช่วยในการควบคุม ส่วนการลดความเร็วจากสูงมาต่ำ ต้องหยุดมอเตอร์ก่อนแล้วจึงเริ่มใหม่ที่ความเร็วต่ำเหมาะสมกับงานที่มีโหลดที่เพลามากของมอเตอร์มาก
- ส่วนการควบคุมทิศทางการหมุนนั้นทำได้หลายวิธี เช่น การใช้สวิตช์ต่อเข้ากับวงจรกำลังเพื่อเปลี่ยนทิศการหมุน

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง หรือ ดี.ซี. มอเตอร์ (D.C. motor) ย่อมาจาก Direct Current Motor ใช้กับไฟฟ้ากระแสตรง มีโครงสร้างภายในแตกต่างจากมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ ซึ่งประกอบด้วยส่วนหลัก ๆ 2 ส่วน คือ ส่วนที่อยู่กับที่ หรือ สเตเตอร์ที่มีขดลวดสนาม (Field Coil) และส่วนที่เคลื่อนที่ หรือโรเตอร์ โดยในส่วนนี้จะประกอบไปด้วยขดลวดอาร์เมเจอร์ (Armature) และแปรงถ่าน (Brush) โครงสร้างโดยทั่วไปของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังรูปที่ 2.32



รูปที่ 2.32 โครงสร้างโดยทั่วไปของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง [34]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขึ้นอยู่กับการทำงานระหว่างขดลวดสนาม (Field Coil) และ ขดลวดอาร์เมเจอร์ (Armature Coil) ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ชนิด ดังนี้

- Shunt DC Motor เป็นการต่อขดลวดสนามและขดลวดอาร์เมเจอร์แบบขนาน ดังนั้นกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านขดลวดทั้ง 2 จะไม่เท่ากัน มีข้อดีคือ มีแรงบิด Torque ปานกลาง และความเร็วรอบคงที่ นิยมใช้กับมอเตอร์ในเครื่องเจาะ เครื่องกลึง เป็นต้น
- Serie DC Motor เป็นการต่อขดลวดสนามและขดลวดอาร์เมเจอร์แบบอนุกรม ซึ่งกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านขดลวดทั้ง 2 นั้นจะมีค่าเท่ากัน โดยปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ไหลจะขึ้นอยู่กับภาระโหลด ความเร็วของมอเตอร์จะลดลงเมื่อโหลดเพิ่มขึ้น มีข้อดีคือ มีแรงบิด Torque สูง นิยมนำไปใช้กับมอเตอร์ในเครื่องยนต์ มอเตอร์ในงานยกของ มอเตอร์ขับเคลื่อนรถไฟ เป็นต้น
- Compound Motor เป็นมอเตอร์ที่มีขดลวดสนาม 2 ชุด ชุดที่ 1 ต่อแบบอนุกรมกับขดลวดอาร์เมเจอร์ก่อนและค่อยมาขนานกับขดลวดสนามชุดที่ 2 มีข้อดีคือ มีแรงบิด Torque มากกว่า Shunt DC Motor และมีความคงที่กว่า Serie DC Motor นิยมนำไปใช้กับมอเตอร์ในงานตัดโลหะ มอเตอร์เครื่องกดอัด เป็นต้น

การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงสามารถควบคุมความเร็วได้โดยการปรับแรงดันที่จ่ายให้มอเตอร์ โดยสามารถปรับได้ไม่เกินค่าแรงดันสูงสุดที่จ่ายให้มอเตอร์ ส่วนการควบคุมแรงบิดทำได้โดยการควบคุมกระแสที่ผ่านขดลวดอาร์เมเจอร์และขดลวดสเตเตอร์ ซึ่งในปัจจุบันนิยมใช้การควบคุมด้วยวงจร Pulse Width Modulator หรือ PWM (ใช้วิธีจ่ายไฟให้แก่มอเตอร์เป็นช่วง ๆ โดยการควบคุมแรงดัน คือการปรับช่วงกว้างของ Pulse ที่จ่ายให้) สำหรับการควบคุมทิศทางการหมุนนั้นสามารถทำได้โดยการสลับขั้วแหล่งจ่ายไฟที่จ่ายให้แก่มอเตอร์ อาจใช้วิธีสลับขั้วด้วยมือ ใช้วงจรอิเล็กทรอนิกส์หรือวงจรรีเลย์เข้าไปควบคุม [34] โดยในโครงการเล่มนี้ทางผู้จัดทำได้ใช้มอเตอร์กระแสตรง 12 โวลต์ แสดงดังรูปที่ 2.33



รูปที่ 2.33 มอเตอร์กระแสตรง 12 โวลต์ [34]

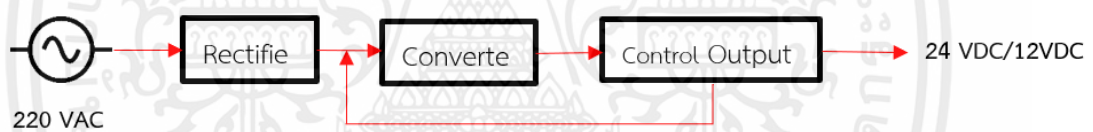
2.23 Switching Power Supply

ลักษณะของ Switching Power Supply แสดงดังรูปที่ 2.34 เป็นอุปกรณ์แปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับที่มีแรงดันสูง เช่น 220VAC ไปเป็นแรงดันไฟฟ้าที่มีแรงดันต่ำ โดย Switching Power Supply จะทำงานในลักษณะเดียวกันกับหม้อแปลงแรงดันทั่วไป แต่มีประสิทธิภาพที่ดีกว่าและมีขนาดเล็กกว่า โดยหลักการทั่วไปของ Switching Power Supply จะประกอบด้วย 3 ส่วนดังนี้

- เรกติไฟเออร์ (Rectifier) ทำหน้าที่ แปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง
- คอนเวอร์เตอร์ (Converter) ทำหน้าที่ แปลงความถี่แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงให้เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับที่ความถี่สูง และแปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง โดยมีความต้านทานทางด้านเอาต์พุตของแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงให้ได้ตามความต้องการอีกครั้ง
- วงจรควบคุม (Control Output) ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของคอนเวอร์เตอร์เพื่อให้ได้แรงดันเอาต์พุตตามต้องการ แสดงดังรูปที่ 2.35 [35]



รูปที่ 2.34 Switching Power Supply [35]



รูปที่ 2.35 วงจรเบื้องต้นของ Switching Power Supply

2.24 ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำในการปลูกพืชไฮโดรโปนิคส์

ความเป็นกรด-ด่างของน้ำมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของผักเป็นอย่างมาก หากค่าน้ำในถังสารละลายมีค่าเป็นกรดสูง ธาตุอาหารของพืชจะละลายน้ำได้ดี พืชดูดไปใช้งานได้ง่าย แต่รากพืชจะถูกกรดกัดกร่อนจนทำให้รากพืชอ่อนแอ ส่งผลให้เชื้อโรคเข้าทำลายได้ง่าย หากค่าน้ำในถังสารละลายมีค่าเป็นด่างสูง จะทำให้ธาตุอาหารพืชตกตะกอนจนพืชไม่สามารถดูดซึมไปใช้งานได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกลุ่มธาตุ เหล็ก ฟอสฟอรัส และแมงกานีส ซึ่งจะส่งผลให้พืชเกิดอาการแคระแกรน มีใบเหลืองดังนั้นการปรับค่าพีเอช จะต้องปรับให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมกับชนิดของพืชที่เราปลูกด้วย [43]

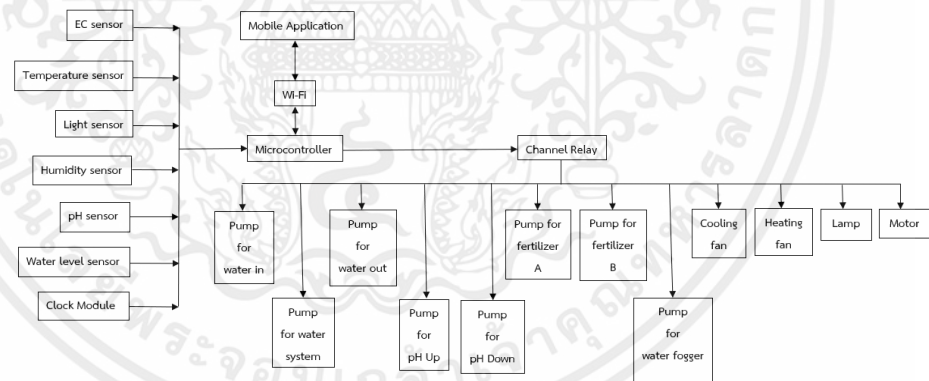
บทที่ 3

การออกแบบและการจัดทำปฏิญญานิพนธ์

3.1 การออกแบบ

3.1.1 การออกแบบการทำงานของระบบ

ระบบไฮโดรโปนิกส์อัตโนมัติประกอบไปด้วยปั๊มระบบน้ำวน, ปั๊มสำหรับดูดน้ำเข้า, ปั๊มสำหรับดูดน้ำออก, ปั๊มที่พ่นไอน้ำ, ปั๊มตัวลดค่าพีเอช, ปั๊มตัวเพิ่มค่าพีเอช, ปั๊มใส่ปุ๋ย, พัดลมลดอุณหภูมิ, พัดลมเพิ่มอุณหภูมิ และไฟ ระบบไฮโดรโปนิกส์อัตโนมัติ ออกแบบให้สามารถเปิด-ปิดปั๊มน้ำ, ปั๊มที่พ่นไอน้ำ, ปั๊มตัวลดค่าพีเอช, ปั๊มตัวเพิ่มค่าพีเอช, ปั๊มใส่ปุ๋ย, พัดลมลดอุณหภูมิ, พัดลมเพิ่มอุณหภูมิ และการเปิด-ปิดไฟ แบบอัตโนมัติ โดยใช้ Arduino UNO Wi-Fi R3 ATmega328P ESP8266 เป็นศูนย์กลางในการควบคุมระบบคำสั่งต่าง ๆ ดังแสดงให้เห็นการเชื่อมต่อของระบบในบล็อกไดอะแกรมดังรูปที่ 3.1



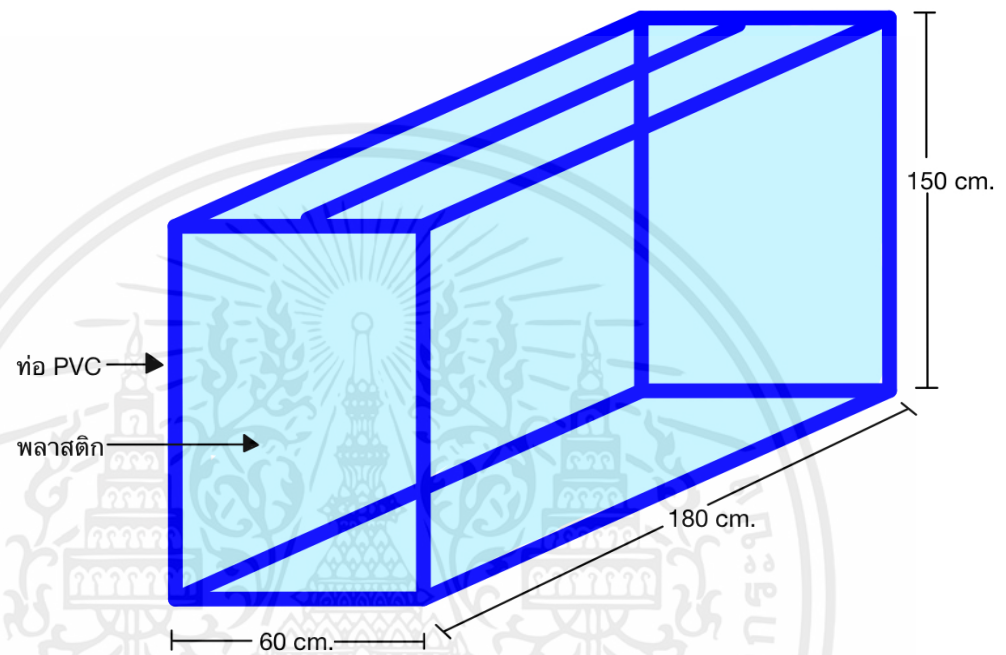
รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมของโครงการระบบไฮโดรโปนิกส์อัตโนมัติ

3.1.2 การออกแบบองค์ประกอบของระบบไฮโดรโปนิกส์อัตโนมัติ

การออกแบบสวนพืชไฮโดรโปนิกส์อัตโนมัติ ทางผู้จัดทำโครงการปลูกพืชเพียง 10 ต้น ทำให้ไม่จำเป็นต้องใช้พื้นที่กว้างมาก จึงเน้นขนาดที่กะทัดรัด การออกแบบขนาดต้องออกแบบให้เหมาะสมกับจำนวนพืชที่ปลูก โดยแบบโครงสร้าง

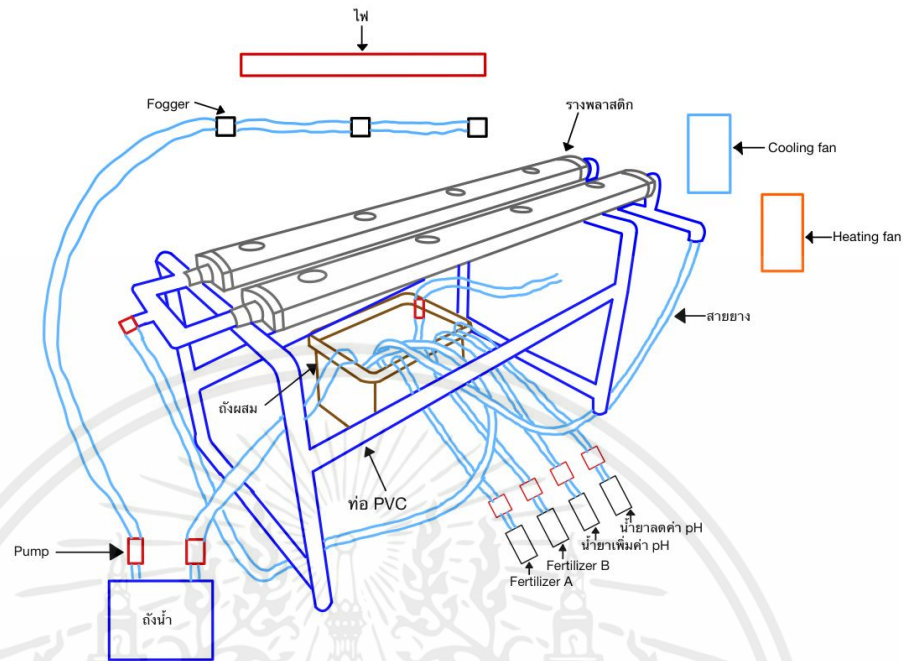
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โรงเรียนของสวนพืชไฮโดรโปนิกส์แสดงดังรูปที่ 3.2 แบบสวนพืชไฮโดรโปนิกส์อัตโนมัติแสดงดังรูปที่ 3.3 และขนาดของสวนพืชไฮโดรโปนิกส์อัตโนมัติแสดงดังรูปที่ 3.4

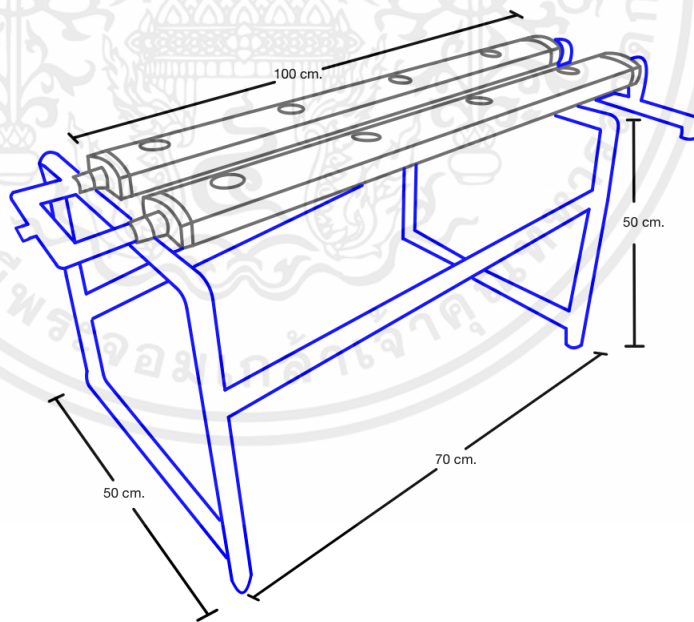


รูปที่ 3.2 แบบโครงสร้างโรงเรียนของสวนพืชไฮโดรโปนิกส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 แบบสวนพืชไฮโดรโปนิคส์อัตโนมัติ

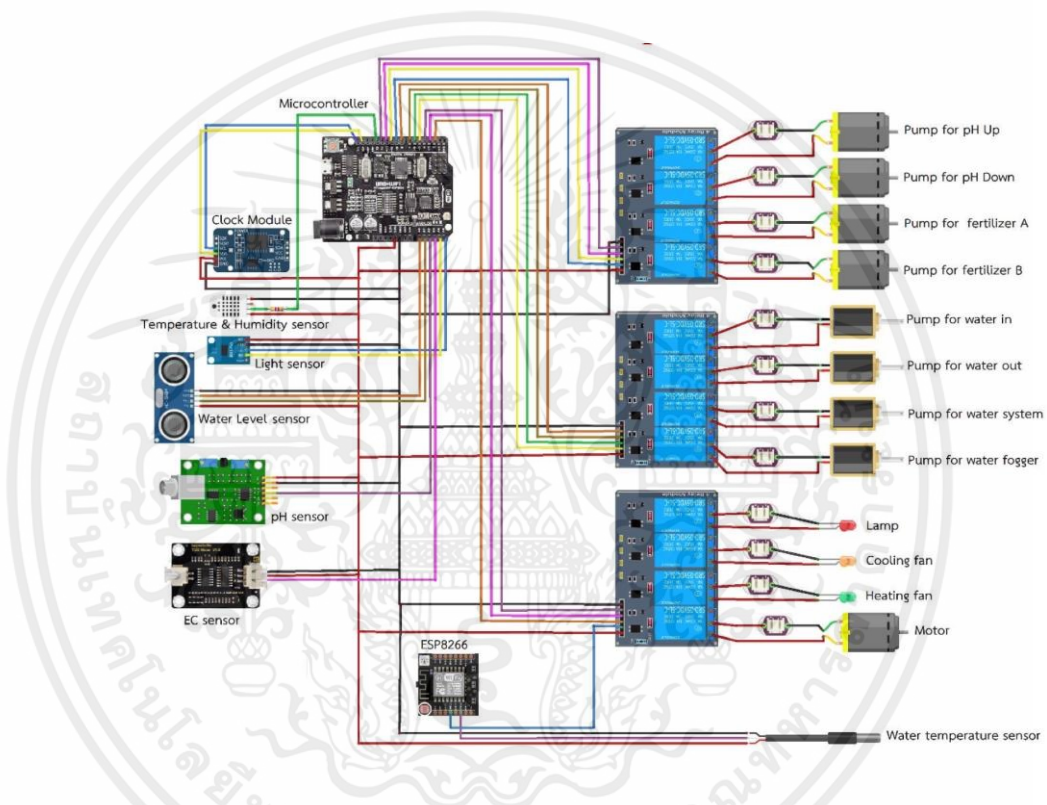


รูปที่ 3.4 ขนาดของสวนพืชไฮโดรโปนิคส์อัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 ออกแบบการเชื่อมต่ออุปกรณ์ของระบบสวนพืชไฮโดรโปนิคส์อัตโนมัติ

การเชื่อมต่ออุปกรณ์ของระบบสวนพืชไฮโดรโปนิคส์อัตโนมัติแสดงดังรูปที่ 3.5 ใช้ Microcontroller เป็น Arduino UNO Wi-Fi R3 ATmega328P ESP8266 คอยรับค่าจาก Sensor แล้วนำมาประมวลผลเพื่อส่งคำสั่งไปยังอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้ทำงานตามที่ได้ตั้งค่าระบบเอาไว้



รูปที่ 3.5 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ของระบบสวนพืชไฮโดรโปนิคส์อัตโนมัติ

3.1.4 ออกแบบแอปพลิเคชันโดยใช้ Android Studio

ออกแบบแอปพลิเคชันโดยใช้ Android Studio เป็นตัวช่วยในการออกแบบแอปพลิเคชัน Automate hydroponics system โดยหน้าหลักแอปพลิเคชันของระบบไฮโดรโปนิคส์อัตโนมัติแสดงดังรูปที่ 3.6 ลักษณะของแอปพลิเคชันเมื่อกดปุ่ม Manual แสดงดังรูปที่ 3.7 ลักษณะของแอปพลิเคชันเมื่อกดปุ่ม Setting แสดงดังรูปที่ 3.8 ลักษณะของแอปพลิเคชันเมื่อกดปุ่มกรีนโอ๊ค แสดงดังรูปที่ 3.9 ลักษณะของ

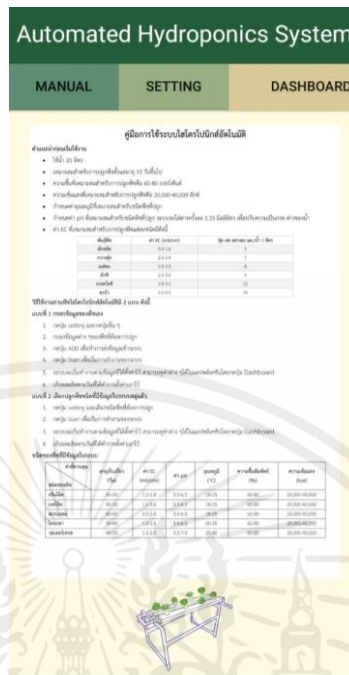
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แอปพลิเคชันเมื่อรดปุ๋ยเรตโธคแสดงดังรูปที่ 3.10 ลักษณะของแอปพลิเคชันเมื่อรดปุ๋ยสระแห่แสดงดังรูปที่ 3.11 ลักษณะของแอปพลิเคชันเมื่อรดปุ๋ยโหระพาแสดงดังรูปที่ 3.12 ลักษณะของแอปพลิเคชันเมื่อรดปุ๋ยวอเตอร์เครสแสดงดังรูปที่ 3.13 ลักษณะของแอปพลิเคชันเมื่อรดปุ๋ยอื่น ๆ แสดงดังรูปที่ 3.14 ลักษณะของแอปพลิเคชันเมื่อรดปุ๋ย ADD ในหน้าอื่น ๆ แสดงดังรูปที่ 3.15 และลักษณะของแอปพลิเคชันเมื่อรดปุ๋ย Dashboard แสดงดังรูปที่ 3.16



รูปที่ 3.6 หน้าหลักแอปพลิเคชันของระบบไฮโดรโปนิกส์อัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 ลักษณะของแอปพลิเคชันเมื่อกดปุ่ม Manual



รูปที่ 3.8 ลักษณะของแอปพลิเคชันเมื่อกดปุ่ม Setting

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 ลักษณะของแอปพลิเคชันเมื่อกดปุ่มกรีนโอ๊ค



รูปที่ 3.10 ลักษณะของแอปพลิเคชันเมื่อกดปุ่มเรดโอ๊ค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.11 ลักษณะของแอปพลิเคชันเมื่อกดปุ่มสะระแหน่

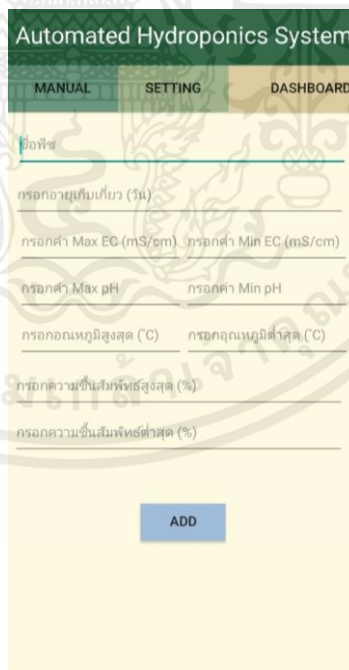


รูปที่ 3.12 ลักษณะของแอปพลิเคชันเมื่อกดปุ่มโหระพา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

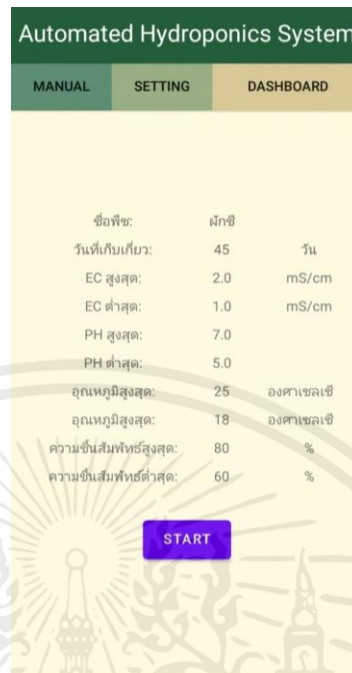


รูปที่ 3.13 ลักษณะของแอปพลิเคชันเมื่อกดปุ่มวอเตอร์เครส

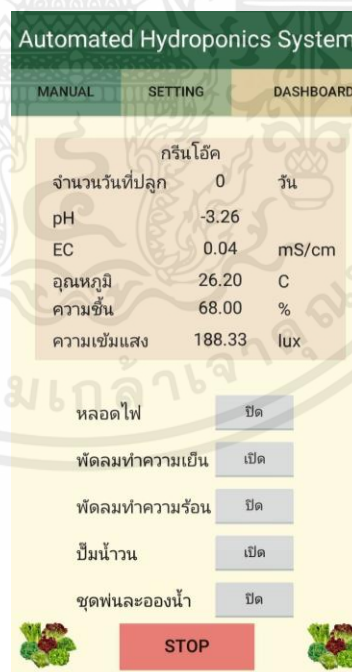


รูปที่ 3.14 ลักษณะของแอปพลิเคชันเมื่อกดปุ่มอื่น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.15 ลักษณะของแอปพลิเคชันเมื่อกดปุ่ม ADD ในหน้าอื่น ๆ



รูปที่ 3.16 ลักษณะของแอปพลิเคชันเมื่อกดปุ่ม Dashboard

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.5 ออกแบบคู่มือที่ใช้สำหรับสวนพืชไฮโดรโปนิคส์อัตโนมัติ

คู่มือสำหรับการใช้งานสวนพืชไฮโดรโปนิคส์อัตโนมัติแสดงดังรูปที่ 3.17 เป็นคู่มือสำหรับประกอบการใช้งานสวนพืชไฮโดรโปนิคส์อัตโนมัติที่ทางคณะผู้จัดทำได้ทำขึ้น โดยในคู่มือมีรายละเอียดการใช้งาน 2 แบบ แบบที่ 1 เป็นการกรอกข้อมูลของพืชเอง แบบที่ 2 เป็นแบบเลือกปลูกชนิดพืชที่มีข้อมูลในระบบอยู่แล้ว มีคำแนะนำก่อนเริ่มใช้งาน และมีรายละเอียดของพืชที่มีข้อมูลในระบบแล้ว

คู่มือการใช้งานระบบไฮโดรโปนิคส์อัตโนมัติ

คำแนะนำก่อนเริ่มใช้งาน

- ใช้น้ำ 20 ลิตร
- เหมาะสมสำหรับการปลูกพืชตั้งแต่อายุ 15 วันขึ้นไป
- ความชื้นที่เหมาะสมสำหรับการปลูกพืชคือ 60-80 เปอร์เซ็นต์
- ความเข้มแสงที่เหมาะสมสำหรับการปลูกพืชคือ 20,000-40,000 ลักซ์
- กำหนดค่าอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับชนิดพืชที่ปลูก
- กำหนดค่า pH ที่เหมาะสมสำหรับชนิดพืชที่ปลูก ระบบจะใส่สารครั้งละ 1.33 มิลลิกรัม เพื่อปรับความเป็นกรด-ด่างของน้ำ
- ค่า EC ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกพืชแต่ละชนิดมีดังนี้

พันธุ์พืช	ค่า EC (mS/cm)	ปุ๋ย AB อย่างละ นล.น้ำ 1 ลิตร
ผักสลัด	0.9-1.6	5
กวาดมั่ง	2.0-2.4	7
แมลงวัน	2.0-3.0	8
ผักชี	2.5-3.0	9
บรอกโคลี	2.8-3.5	12
คะน้า	3.5-4.5	14

วิธีใช้งานสวนพืชไฮโดรโปนิคส์อัตโนมัติ 2 แบบ ดังนี้

แบบที่ 1 กรอกข้อมูลของพืชเอง

- กดปุ่ม setting และกดปุ่มอื่น ๆ
- กรอกข้อมูลต่าง ๆ ของพืชที่ต้องการปลูก
- กดปุ่ม ADD เพื่อทำการส่งข้อมูลเข้าระบบ
- กดปุ่ม Start เพื่อเริ่มการทำงานของระบบ
- ระบบจะเริ่มทำงานตามข้อมูลที่ติดตั้งค่าไว้ สามารถดูค่าต่าง ๆ ได้ในแอปพลิเคชันโดยกดปุ่ม Dashboard
- เก็บผลผลิตตามวันที่ได้ทำการตั้งค่าเอาไว้

แบบที่ 2 เลือกปลูกพืชชนิดที่มีข้อมูลในระบบอยู่แล้ว

- กดปุ่ม setting และเลือกชนิดพืชที่ต้องการปลูก
- กดปุ่ม Start เพื่อเริ่มการทำงานของระบบ
- ระบบจะเริ่มทำงานตามข้อมูลที่ติดตั้งค่าไว้ สามารถดูค่าต่าง ๆ ได้ในแอปพลิเคชันโดยกดปุ่ม Dashboard
- เก็บผลผลิตตามวันที่ได้ทำการตั้งค่าเอาไว้

ชนิดของพืชที่มีข้อมูลในระบบ

คำที่ควบคุม	อายุเก็บเกี่ยว (วัน)	ค่า EC (mS/cm)	ค่า pH	อุณหภูมิ (°C)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	ความเข้มแสง (Lux)
กรีนโอ๊ค	45-50	1.2-1.8	5.5-6.5	18-25	60-80	20,000-40,000
เรดโอ๊ค	45-50	1.1-1.6	5.5-6.5	18-25	60-80	20,000-40,000
สระแหน่	40-45	2.0-2.4	5.5-6.0	18-25	60-80	20,000-40,000
โหระพา	35-40	1.0-1.6	5.5-6.0	20-35	60-80	20,000-40,000
วอลเตอร์เครส	45-50	1.2-2.0	5.5-7.0	20-30	60-80	20,000-40,000

รูปที่ 3.17 คู่มือสำหรับการใช้งานระบบไฮโดรโปนิคส์อัตโนมัติ

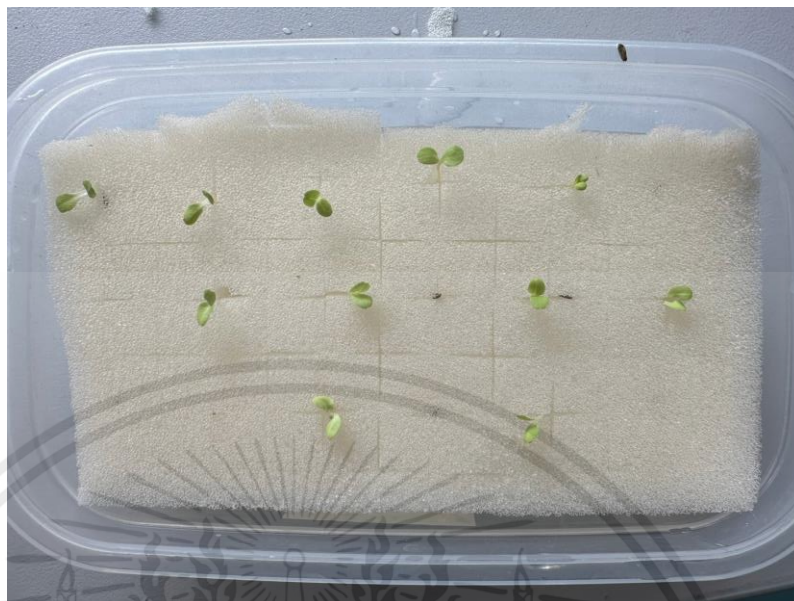
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.6 การเพาะเมล็ดผักไฮโดรโปนิคส์

ขั้นตอนการปลูกผักไฮโดรโปนิคส์อันดับแรกคือเริ่มจากการเพาะเมล็ดผัก วัสดุที่นำมาใช้ในการเพาะเมล็ดมีอยู่หลายชนิด แต่ที่นิยมใช้กันมากจะเป็นฟองน้ำ เพราะจะได้ผักที่สะอาดไม่มีเศษขี้ผึ้งใส่ใบผัก และที่สำคัญคือมีราคาถูก ฟองน้ำอุ้มน้ำแต่ไม่ดูดน้ำ เมื่อเรารดน้ำลงไปน้ำจะไม่ซึมเข้าไปในตัวฟองน้ำ ฟองน้ำจะลอยขึ้นมา ซึ่งหากเอาไปเพาะเมล็ดจะทำให้เมล็ดไม่งอกเพราะว่าหน้าฟองน้ำจะแห้งเมล็ดผักจะไม่ได้รับความชื้นมากพอ ก่อนหยอดเมล็ดเราต้องนวดฟองน้ำให้ซ้าก่อน เมื่อเพาะเมล็ดได้ 2 วัน (48 ชั่วโมง) เมล็ดผักจะเริ่มงอกและต้องได้รับแสงแดด ไม่งั้นจะมีปัญหา ต้นกล้าผักยัดจนนำมาใช้ปลูกไม่ได้ ต้องนำฟองน้ำออกปรับแดด ควรพรางแสงให้ได้ แสงแดดรำไร เพราะกล้าผักที่เพิ่งงอกยังไม่แข็งแรง จึงไม่ควรให้รับแดดที่ร้อนจัดเกินไป ช่วงนี้ควรเริ่มให้ปุ๋ยแบบอ่อน ๆ เมื่อกกล้าครบ 15 วัน ให้นำมาแยกลงรางปลูกผักต่อไป โดยการเพาะเมล็ดกรีนโอ๊คในฟองน้ำวันที่ 1 แสดงดังรูปที่ 3.18 การเพาะเมล็ดกรีนโอ๊คในฟองน้ำวันที่ 7 แสดงดังรูปที่ 3.19 การเพาะเมล็ดกรีนโอ๊คในฟองน้ำวันที่ 15 แสดงดังรูปที่ 3.20



รูปที่ 3.18 การเพาะเมล็ดกรีนโอ๊คในฟองน้ำวันที่ 1



รูปที่ 3.19 การเพาะเมล็ดกรีนโอ๊คในฟองน้ำวันที่ 7



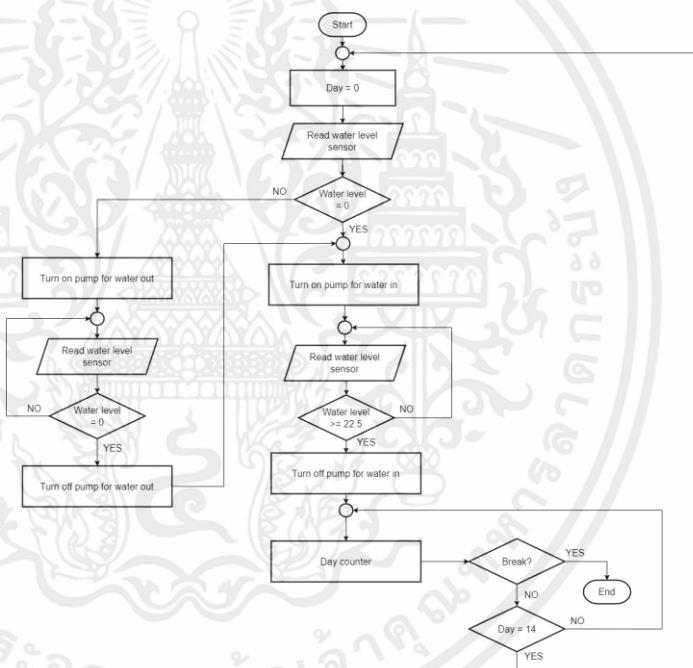
รูปที่ 3.20 การเพาะเมล็ดกรีนโอ๊คในฟองน้ำวันที่ 15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.4 Flowchart การทำงานของระบบไฮโดรโปนิคส์อัตโนมัติ

3.1.5.1 Flowchart การทำงานของระบบปั๊มสำหรับดูดน้ำเข้าและดูดน้ำออก

Flowchart การทำงานของระบบปั๊มสำหรับดูดน้ำเข้าและดูดน้ำออกแสดงดังรูปที่ 3.21 มีเซนเซอร์วัดระดับน้ำ ควบคุมปริมาณการใส่น้ำโดยใส่ประมาณ 20 ลิตร เมื่อถึงระยะที่ทำการตั้งค่าไว้ มอเตอร์จะหยุดทำงาน และมี clock module นับเวลาให้ในทุก ๆ 14 วัน ระบบจะทำการเปลี่ยนน้ำ



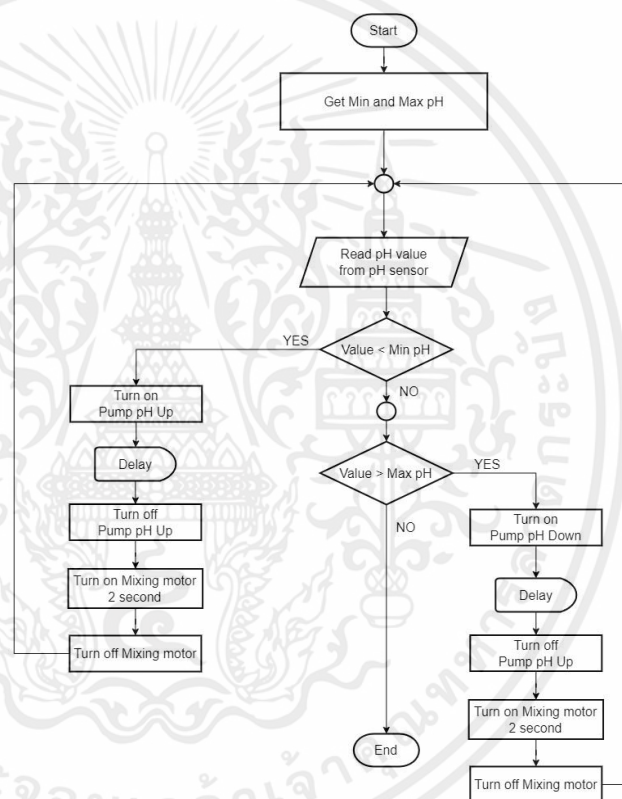
รูปที่ 3.21 Flowchart การทำงานของระบบปั๊มสำหรับดูดน้ำเข้าและดูดน้ำออก

3.1.5.2 Flowchart การทำงานของเซนเซอร์ความเป็นกรด-ด่างของน้ำ

Flowchart การทำงานของเซนเซอร์ความเป็นกรด-ด่างของน้ำแสดงดังรูปที่ 3.22 โดยจะควบคุมค่าความเป็นกรด-ด่างตามค่าที่ได้ตั้งค่าไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อน้ำมีค่าพีเอชน้อยกว่าค่าที่ได้ตั้งเอาไว้ ปัมป์จะทำการดูดสารละลาย pH up ปริมาณ 1.33 มิลลิลิตร จากนั้นมอเตอร์จะทำงาน 1 นาที เพื่อทำการผสมสารละลายกับน้ำ แต่ถ้ามีค่าพีเอชมากกว่าค่าที่ได้ตั้งเอาไว้ ปัมป์จะทำการดูดสารละลาย pH down ปริมาณ 1.33 มิลลิลิตร จากนั้นมอเตอร์จะทำงาน 1 นาที เพื่อทำการผสมสารละลายกับน้ำ แต่ถ้ามีค่าพีเอชอยู่ระหว่างค่าที่ได้ตั้งเอาไว้ ปัมป์สารละลายจะไม่เริ่มทำงาน



รูปที่ 3.22 Flowchart การทำงานของเซนเซอร์ความเป็นกรด-ด่างของน้ำ

3.1.5.3 Flowchart การทำงานของเซนเซอร์ EC

Flowchart การทำงานของเซนเซอร์ EC แสดงดังรูปที่ 3.23 โดยจะควบคุมค่า EC ให้อยู่ระหว่างค่าที่ได้ทำการตั้งค่าไว้ โดยคำนวณจากสูตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

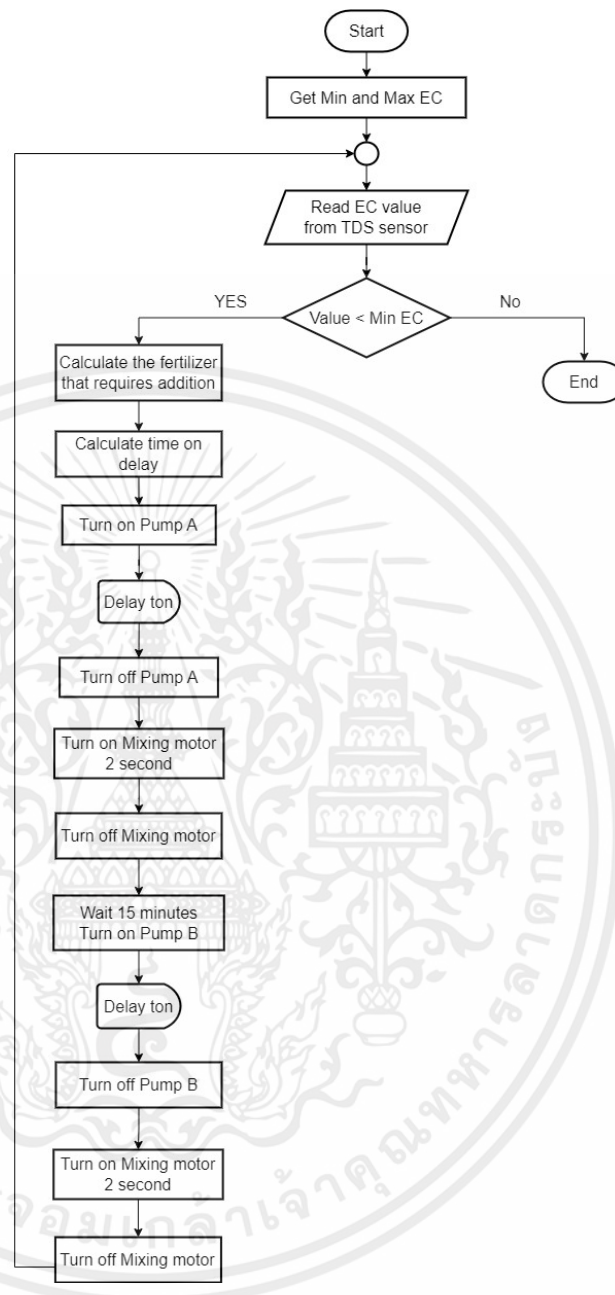
$$N = \frac{(1.8 - EC) \times 5}{1.8} \times V \quad (3.1)$$

เมื่อ N คือ ปริมาตรสารอาหารที่ต้องเติม

EC คือ ค่า EC ที่วัดได้

V คือ ปริมาตรของน้ำ

จากนั้นนำค่าที่ได้ไปคำนวณหา delay time โดยที่ปั๊มสามารถเติมสารได้ 1.33 มิลลิลิตรต่อวินาที เมื่อค่าที่อ่านได้น้อยกว่าค่าที่ได้ตั้งไว้ ปั๊มจะเริ่มทำการดูดปุ๋ย A ปริมาณขึ้นอยู่กับการคำนวณ จากนั้นมอเตอร์จะเริ่มทำการผสมปุ๋ยกับน้ำเป็นเวลา 1 นาที จากนั้นรออีก 15 นาที ปั๊มจะทำการดูดปุ๋ย B ปริมาณขึ้นอยู่กับการคำนวณ จากนั้นมอเตอร์จะเริ่มทำการผสมปุ๋ยกับน้ำเป็นเวลา 1 นาที แต่ถ้าน้ำมีค่า EC อยู่ระหว่างค่าที่ได้ตั้งเอาไว้ ปั๊มสารละลายจะไม่เริ่มทำงาน



รูปที่ 3.23 Flowchart การทำงานของเซนเซอร์ EC

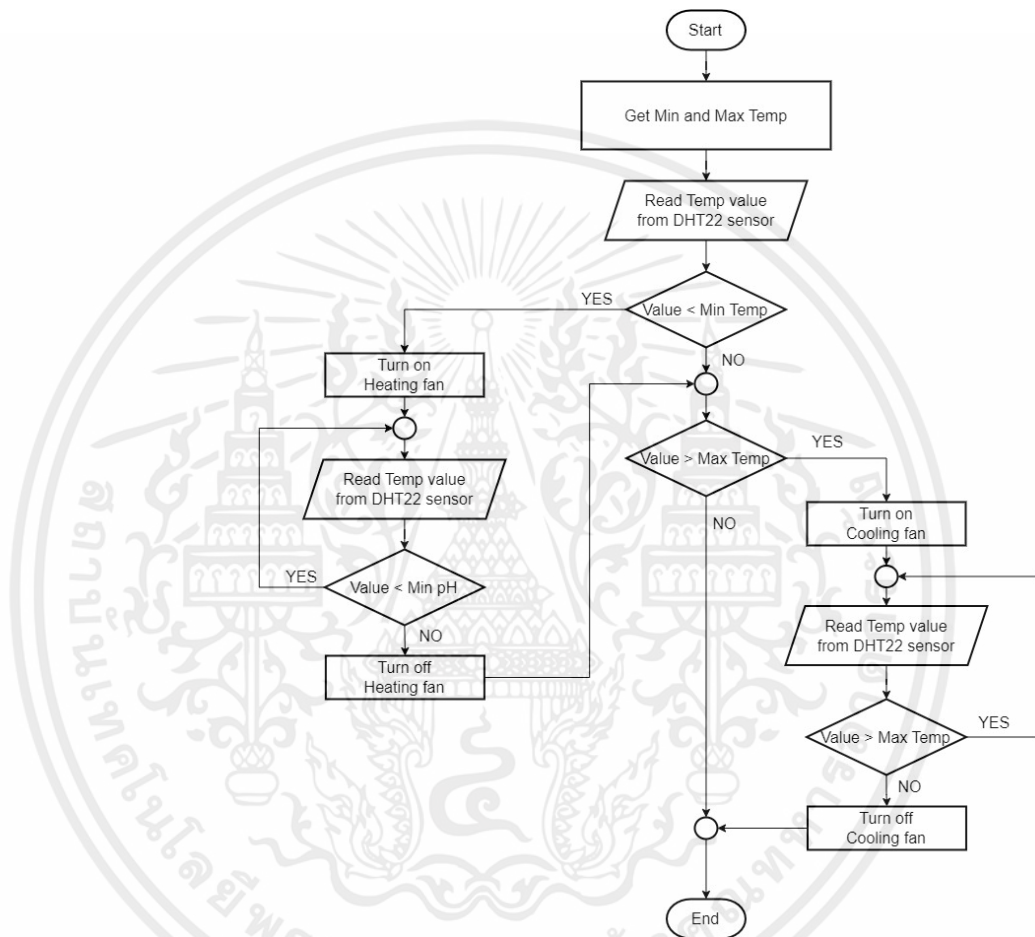
3.1.5.4 Flowchart การทำงานของเซนเซอร์อุณหภูมิ

Flowchart การทำงานของเซนเซอร์อุณหภูมิ แสดงดังรูปที่ 3.24

โดยจะควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ระหว่างค่าที่ได้ตั้งไว้ เมื่อค่าที่วัดได้น้อยกว่าค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ตั้งไว้ที่ทำความร้อนจะเริ่มทำงาน และถ้าค่าที่วัดได้มากกว่าค่าที่ตั้งไว้ที่พัดลมไอเย็นจะเริ่มทำงาน แต่ถ้าค่าที่วัดได้อยู่ระหว่างค่าที่ได้ทำการตั้งค่าไว้ที่ทำความร้อนและพัดลมไอเย็นจะไม่ทำงาน



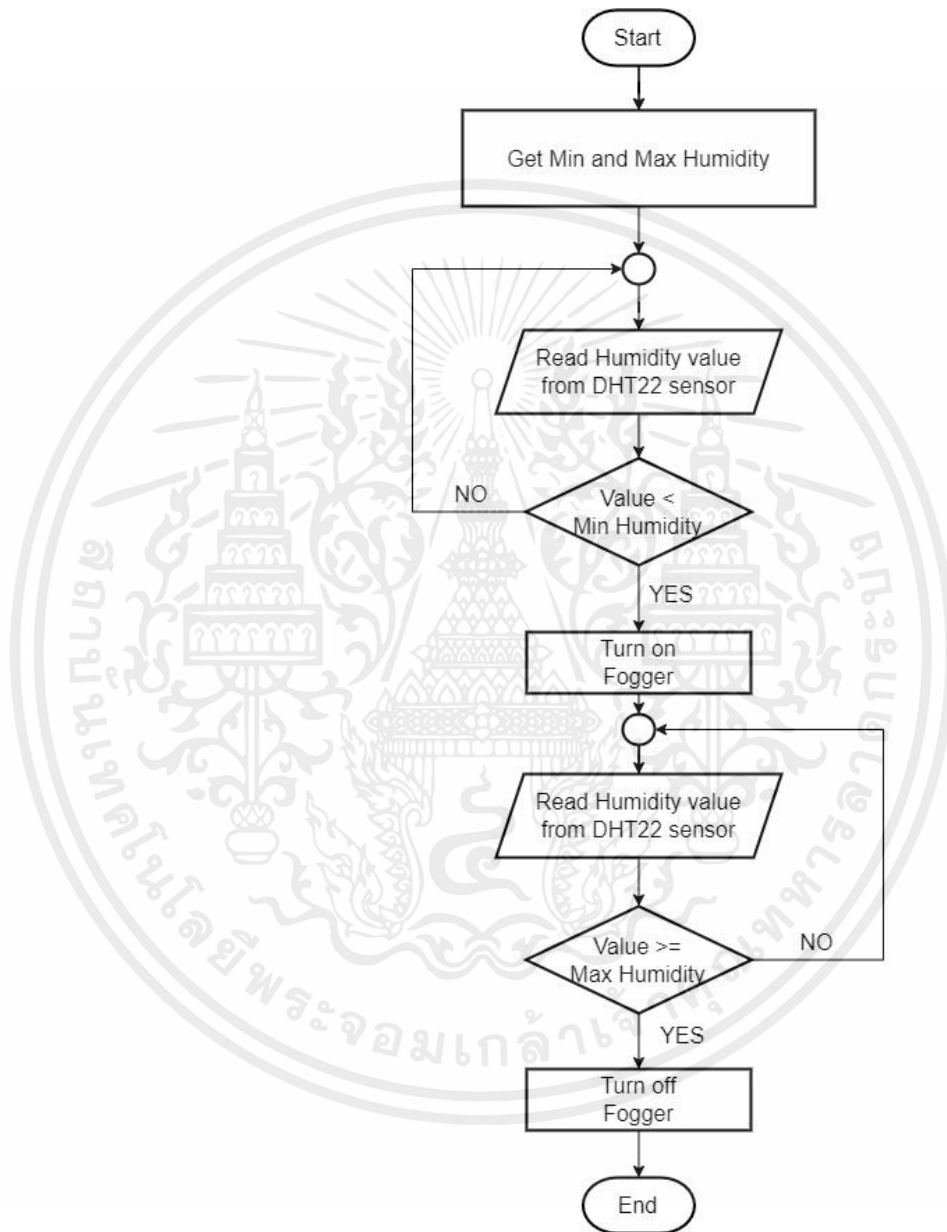
รูปที่ 3.24 Flowchart การทำงานของเซนเซอร์อุณหภูมิ

3.1.5.5 Flowchart การทำงานของเซนเซอร์ความชื้น

Flowchart การทำงานของเซนเซอร์ความชื้น แสดงดังรูปที่ 3.25 โดยจะควบคุมค่าความชื้นสัมพัทธ์ให้อยู่ระหว่างค่าที่ได้ทำการตั้งค่าไว้ โดยปกติความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสมกับการปลูกพืชจะอยู่ที่ 60-80 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าค่าที่ได้ น้อยกว่าค่าที่ตั้งไว้ ปุ่มตัวพ่นไอน้ำจะเริ่มทำงาน แต่ถ้าค่าที่ได้มากกว่าหรือมีค่าอยู่ระหว่างค่าที่ตั้งไว้ ปุ่มตัวพ่นไอน้ำจะไม่ทำงาน

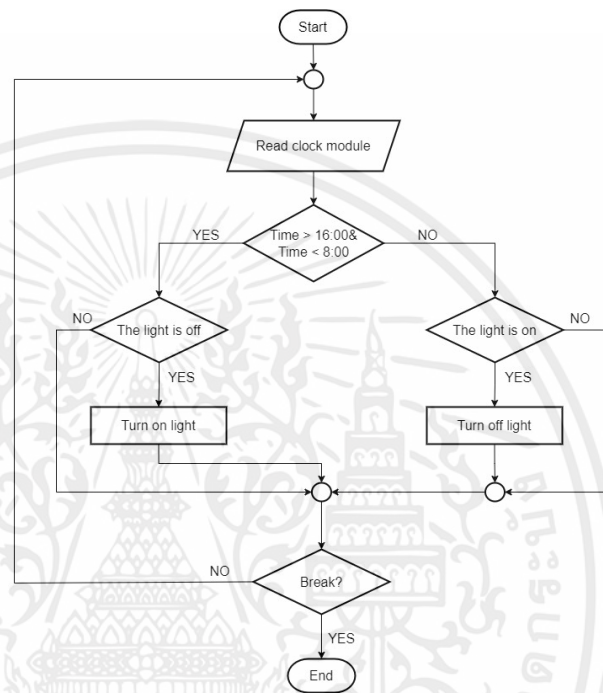


รูปที่ 3.25 Flowchart การทำงานของเซนเซอร์ความชื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.5.6 Flowchart การทำงานของโมดูลนาฬิกา

Flowchart การทำงานของโมดูลนาฬิกาที่ใช้ควบคุมการเปิด-ปิดไฟแสดงดังรูปที่ 3.26 โดยให้เปิดไฟ 16.00 น. และปิดไฟ 8.00 น.



รูปที่ 3.26 Flowchart การทำงานของ clock module

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

ในโครงการนี้ มีอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ดังนี้

3.2.1 Arduino UNO Wi-Fi R3 ATmega328P ESP8266

Arduino UNO Wi-Fi R3 ATmega328P ESP8266 เป็นอุปกรณ์ที่เป็นศูนย์กลางในการประมวลผลบอร์ดของ Arduino UNO Wi-Fi R3 ATmega328P ESP8266 จะแสดงดังรูปที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 Ultrasonic Module HC-SR04

Ultrasonic Module HC-SR04 เป็นเซนเซอร์ใช้วัดระยะทางของวัตถุ หรือ สิ่งกีดขวางที่อยู่ด้านหน้า นำมาวัดความสูงของน้ำในถังของสวนพีชไฮโดรโปนิคส์ ลักษณะของ Ultrasonic Module HC-SR04 จะแสดงดังรูปที่ 2.3

3.2.3 เซนเซอร์พีเอช

เซนเซอร์พีเอชเป็นเซนเซอร์ไว้สำหรับวัดความเป็นกรด-เบสระบบน้ำของสวนพีชไฮโดรโปนิคส์ โดยค่าที่วัดได้จะอยู่ในช่วง 0 - 14 ลักษณะของ เซนเซอร์พีเอช จะแสดงดังรูปที่ 2.4

3.2.4 DHT22

DHT22 เป็นเซนเซอร์อุณหภูมิและความชื้นภายในพีชไฮโดรโปนิคส์ ลักษณะของ DHT22 เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นแสดงดังรูปที่ 2.6

3.2.5 ปุ่มสำหรับคูดสารละลาย

ปุ่มสำหรับคูดสารละลาย เป็นปุ่มสับ-จ่ายปุ๋ยน้ำไฮโดรโปนิคส์ และสารปรับค่าพีเอช ใช้เชื่อมต่อกับช่องรีเลย์ที่ใช้เชื่อมต่อกับ Arduino UNO Wi-Fi R3 ATmega328P ESP8266 เพื่อให้สามารถรับคำสั่งจาก Arduino UNO Wi-Fi R3 ATmega328P ESP8266 ลักษณะของปุ่มคูดสารละลายแสดงดังรูปที่ 2.7

3.2.6 ปุ่มน้ำ SONIC AP1600

ปุ่มน้ำ SONIC AP1600 เป็นปุ่มสำหรับสับ-จ่ายน้ำเข้า-น้ำออก, ปุ่มที่พ่นไอน้ำ, ปุ่มระบบน้ำของสวนพีชไฮโดรโปนิคส์ ใช้เชื่อมต่อกับช่องรีเลย์ ที่ใช้เชื่อมต่อกับ Arduino UNO Wi-Fi R3 ATmega328P ESP8266 เพื่อให้สามารถรับคำสั่งจาก Arduino UNO Wi-Fi R3 ATmega328P ESP8266 ลักษณะของปุ่มน้ำ SONIC AP1600 จะแสดงดังรูปที่ 2.9

3.2.7 BH1750FVI

BH1750FVI เป็น IC เซนเซอร์ตรวจจับแสงภายในสวนพีชไฮโดรโปนิคส์ เพื่อที่จะได้สามารถควบคุมแสงให้เหมาะกับการปลูกพืชได้ ลักษณะของ BH1750FVI จะแสดงดังรูปที่ 2.10

3.2.8 DS3231 RTC real time clock module

DS3231 RTC real time clock module คือโมดูลนาฬิกาแบบเรียลไทม์ ใช้เพื่อนับเวลาในการเปลี่ยนน้ำของระบบสวนพืชไฮโดรโปนิคส์อัตโนมัติ ลักษณะของ DS3231 real time clock module แสดงดังรูปที่ 2.11

3.2.9 เซนเซอร์ TDS

เซนเซอร์ TDS ใช้สำหรับวัดค่า EC ในระบบไฮโดรโปนิคส์อัตโนมัติ ลักษณะของเซนเซอร์ TDS แสดงดังรูปที่ 2.12

3.2.10 ไฟ

ไฟใช้หลอดไฟแอลอีดี ในการให้แสงสว่างแก่ต้นไม้ เพราะเป็นหลอดไฟที่ได้รับความนิยมนำมาใช้เป็นหลอดไฟปลูกต้นไม้ ใช้เชื่อมต่อกับช่องรีเลย์ที่ใช้เชื่อมต่อกับ Arduino UNO Wi-Fi R3 ATmega328P ESP8266 เพื่อให้สามารถรับคำสั่งจาก Arduino UNO Wi-Fi R3 ATmega328P ESP8266 ลักษณะหลอดไฟแอลอีดี แสดงดังรูปที่ 2.13

3.2.11 ช่องรีเลย์

ช่องรีเลย์ทำหน้าที่เป็นสวิตช์แรงดันและกระแสไฟฟ้าสูง ในโครงการนี้ใช้เป็นสวิตช์เชื่อมต่อกับปั๊มระบบน้ำวน, ปั๊มสำหรับดูดน้ำเข้า, ปั๊มสำหรับดูดน้ำออก, ปั๊มที่พ่นไอน้ำ, ปั๊มตัวลดค่าพีเอช, ปั๊มตัวเพิ่มค่าพีเอช, ปั๊มใส่ปุ๋ย, พัดลมลดอุณหภูมิ, พัดลมเพิ่มอุณหภูมิ และไฟแอลอีดี รีเลย์ที่ใช้ในโครงการนี้มีทั้งแบบ 3 ช่อง และ 4 ช่อง ดังแสดงในรูปที่ 2.14 และรูปที่ 2.15 ตามลำดับ

3.2.12 พัดลมไอน้ำเย็น

พัดลมไอน้ำเย็น ทำหน้าที่ลดอุณหภูมิภายในโรงเรือนสวนพืชไฮโดรโปนิคส์ เมื่ออุณหภูมิสูงเกินไป ใช้เชื่อมต่อกับรีเลย์ที่ใช้เชื่อมต่อกับ Arduino UNO Wi-Fi R3 ATmega328P ESP8266 เพื่อให้สามารถรับคำสั่งจาก Arduino UNO Wi-Fi R3 ATmega328P ESP8266 ลักษณะของพัดลมไอน้ำเย็นแสดงดังรูปที่ 2.20

3.2.13 ที่ทำความร้อน

ที่ทำความร้อนทำหน้าที่เพิ่มอุณหภูมิภายในโรงเรือนสวนพืชไฮโดรโปนิคส์ เมื่ออุณหภูมิต่ำเกินไปใช้เชื่อมต่อกับช่องรีเลย์ที่ใช้เชื่อมต่อกับ Arduino UNO Wi-Fi R3 ATmega328P ESP8266 เพื่อให้สามารถรับคำสั่งจาก Arduino UNO Wi-Fi R3 ATmega328P ESP8266 ลักษณะของที่ทำความร้อนแสดงดังรูปที่ 2.21

3.2.14 โปรแกรม Arduino

โปรแกรม Arduino ใช้สำหรับออกแบบและพัฒนาโค้ดที่ใช้ในการทำงานของระบบไฮโดรโปนิคส์อัตโนมัติ ลักษณะของโปรแกรม Arduino จะแสดงดังรูปที่ 2.24

3.2.15 สายไฟ

สายไฟ ใช้เป็นตัวเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ต่าง ๆ เข้าด้วยกัน

3.2.16 ที่พ่นไอน้ำ

ที่พ่นไอน้ำใช้เป็นตัวพ่นไอน้ำออกมาเพื่อปรับค่าความชื้นสัมพัทธ์

3.2.17 ท่อพีวีซี

ท่อพีวีซีใช้ประกอบโครงตัวโรงเรือนไฮโดรโปนิคส์

3.2.18 แผ่นพลาสติก

แผ่นพลาสติกใช้คลุมในส่วนของตัวโรงเรือนไฮโดรโปนิคส์

3.2.19 สายยาง

สายยางใช้ในการลำเลียงน้ำรวมไปถึงสารละลายต่าง ๆ

3.2.20 ข้อต่อท่อพีวีซี

ข้อต่อท่อพีวีซีใช้ในการเชื่อมต่อท่อพีวีซีเข้าด้วยกันให้เป็นโครงสร้างตามต้องการ

3.2.21 มอเตอร์

มอเตอร์ใช้ในการคนน้ำเพื่อผสมสารละลายเข้าด้วยกัน ลักษณะของมอเตอร์จะแสดงดังรูปที่ 2.33

3.2.22 ถังน้ำ

ถังน้ำใช้ในการกักเก็บน้ำ เป็นถังผสมน้ำกับสารละลายและปุ๋ย และเป็นถังสำหรับพักน้ำที่ไม่ใช้แล้ว

3.2.23 Switching Power Supply

Switching Power Supply เป็นอุปกรณ์แปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับที่มีแรงดันสูง ลักษณะของ Switching Power Supply จะแสดงดังรูปที่ 2.34

3.2.24 ต้นกรีนโอ๊ค

ต้นกรีนโอ๊คเป็นพืชที่ใช้ในการทดสอบระบบไฮโดรโปนิคส์อัตโนมัติ ลักษณะของต้นกรีนโอ๊คจะแสดงดังรูปที่ 2.22

3.2.25 กระจกปลูกพืชไฮโดรโปนิคส์

กระจกปลูกพืชไฮโดรโปนิคส์เป็นที่ไว้ใส่พืชก่อนที่จะนำลงรางปลูกต่อไป

3.2.26 รางปลูกพืชไฮโดรโปนิคส์

รางปลูกพืชไฮโดรโปนิคส์เป็นรางไว้ปลูกพืชไฮโดรโปนิคส์

3.2.27 ปุ๋ยที่ใช้ในการปลูกพืชไฮโดรโปนิคส์

ปุ๋ยที่ใช้ในการปลูกพืชไฮโดรโปนิคส์ใช้เป็นธาตุอาหารสำหรับพืชทดแทนแหล่งอาหารหลักที่มาจากดิน ลักษณะของปุ๋ยที่ใช้ในการปลูกพืชไฮโดรโปนิคส์จะแสดงดังรูปที่ 2.27

3.2.28 สารละลายเพิ่ม-ลดค่าพีเอช

สารละลายเพิ่ม-ลดค่าพีเอชเป็นสารละลายไว้ควบคุมค่าพีเอชของน้ำที่ใช้ในการปลูกพืชไฮโดรโปนิคส์

3.3 การจัดเก็บผลการทดลองจากทดลองการใช้ระบบไฮโดรโปนิคส์อัตโนมัติ

3.3.1 ทดลองวัดค่าการทำงานของ real time clock module

ทดลองวัดค่าการทำงานของ real time clock module โดยทำการเขียนโค้ด เพื่อใช้ทดสอบการวัดค่าของ real time clock module แล้วทำการอ่านค่าที่ได้เพื่อทดสอบว่าโมดูลนาฬิกาแบบเรียลไทม์ สามารถทำงานได้

3.3.2 การทดสอบความแม่นยำของเซนเซอร์ระดับน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดสอบความแม่นยำของเซนเซอร์ระดับน้ำโดยทำการเขียนโค้ด เพื่อใช้ทดสอบการวัดค่าระดับน้ำของเซนเซอร์ โดยเทียบกับการวัดระดับน้ำจริงจากสายวัดทั้งหมด 5 ค่า

3.3.3 การทดสอบความแม่นยำของเซนเซอร์ DHT22

การทดสอบความแม่นยำของเซนเซอร์ DHT22 โดยทำการเขียนโค้ด เพื่อใช้ทดสอบการวัดค่าอุณหภูมิและค่าความชื้นของเซนเซอร์โดยเทียบกับการวัดจากเทอร์โมมิเตอร์และไฮโกรมิเตอร์ ตามสถานที่ต่าง ๆ ที่กำหนด

3.3.4 การทดสอบความแม่นยำของเซนเซอร์ BH1750

การทดสอบความแม่นยำของเซนเซอร์ BH1750 โดยทำการเขียนโค้ด เพื่อใช้ทดสอบการวัดค่า ความเข้มแสงของเซนเซอร์ โดยเทียบกับการวัดค่าความเข้มแสงจากแอปพลิเคชันวัดแสงตามค่าต่าง ๆ ที่กำหนด

3.3.5 ทดลองวัดค่าการทำงานของเซนเซอร์ TDS

ทดลองวัดค่าการทำงานของเซนเซอร์ TDS โดยทำการเขียนโค้ด เพื่อใช้ทดสอบการวัดค่า EC ของเซนเซอร์โดยเทียบกับการวัดค่า EC ของปุ๋ยจากที่วัด TDS และ EC ตามค่าต่าง ๆ ที่กำหนด

3.3.6 ทดลองวัดค่าการทำงานของเซนเซอร์พีเอช

ทดลองวัดค่าการทำงานของเซนเซอร์พีเอช โดยทำการเขียนโค้ด เพื่อใช้ทดสอบการวัดค่าพีเอชของเซนเซอร์ โดยเทียบกับการวัดค่าพีเอช ของน้ำจากที่วัดค่าพีเอชตามค่าต่าง ๆ ที่กำหนด

3.3.7 การทดสอบการทำงานของระบบโดยรวม

ทดสอบการทำงานของระบบทั้งหมด โดยทำการทดสอบกับปั๊มระบบน้ำวน, ปั๊มสำหรับดูดน้ำเข้า, ปั๊มสำหรับดูดน้ำออก, ปั๊มที่พ่นไอน้ำ, ปั๊มตัวลดค่าพีเอช, ปั๊มตัวเพิ่มค่าพีเอช, ปั๊มใส่ปุ๋ย, พัดลมลดอุณหภูมิ, พัดลมเพิ่มอุณหภูมิ และไฟแอลอีดี

3.3.8 การทดสอบการทำงานของระบบโดยทดสอบร่วมกับแอปพลิเคชันมือถือ

ทดสอบการทำงานของระบบทั้งหมดโดยทดสอบร่วมกับแอปพลิเคชันมือถือ โดยทำการทดสอบกับปั๊มระบบน้ำวน, ปั๊มสำหรับดูดน้ำเข้า, ปั๊มสำหรับดูดน้ำออก, ปั๊มที่พ่นไอน้ำ, ปั๊มตัวลดค่าพีเอช, ปั๊มตัวเพิ่มค่าพีเอช, ปั๊มใส่ปุ๋ย, พัดลมลดอุณหภูมิ,

พัฒนาเพิ่มอุณหภูมิ และไฟแอลอีดี โดยมีการทดสอบ 2 แบบ คือ แบบที่ 1 ทดสอบการทำงานของระบบโดยที่มีข้อมูลของพืชอยู่ในระบบ และแบบที่ 2 ทดสอบการทำงานของระบบโดยการกรอกข้อมูลลงในระบบ

3.3.9 ทดลองเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของพืชไฮโดรโปนิคส์

ทดลองเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของพืชไฮโดรโปนิคส์ที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิคส์อัตโนมัติกับพืชไฮโดรโปนิคส์ที่ไม่ได้ปลูกในระบบไฮโดรโปนิคส์อัตโนมัติ โดยเปรียบเทียบเมื่อต้นพืชอายุ 15 วัน, 30 วัน และ 45 วัน โดยในการทดลองนี้ใช้ต้นกรีนโอ๊คเป็นพืชในการทดลอง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

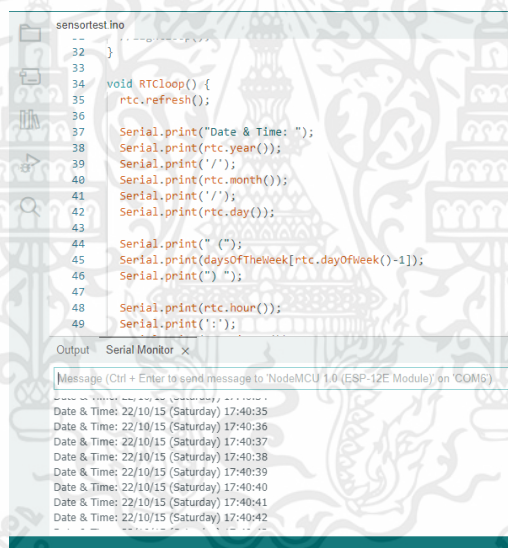
บทที่ 4

ผลการทดลอง

ผู้จัดทำได้ทำการเก็บผลการทำงานของระบบ โดยแบ่งการทดลองและจัดเก็บผลการทดลองเป็นส่วนๆ ดังต่อไปนี้

4.1 ทดลองวัดค่าการทำงานของ real time clock module

ทำการทดลองการทำงานของ real time clock module เพื่อทดสอบว่าสามารถใช้งานได้ โดยทำการเขียนโค้ด เพื่อใช้ทดสอบการวัดค่าของ real time clock module ผลการอ่านค่าของ real time clock module แสดงดังรูปที่ 4.1



```
sensortest.ino
--
32 }
33
34 void RTCLoop() {
35   rtc.refresh();
36
37   Serial.print("Date & Time: ");
38   Serial.print(rtc.year());
39   Serial.print('/');
40   Serial.print(rtc.month());
41   Serial.print('/');
42   Serial.print(rtc.day());
43
44   Serial.print(" ");
45   Serial.print(daysOfTheWeek[rtc.dayOfWeek()-1]);
46   Serial.print(" ");
47
48   Serial.print(rtc.hour());
49   Serial.print(':');
```

Output Serial Monitor x

Message (Ctrl + Enter to send message to 'NodeMCU 1.0 (ESP-12E Module)' on 'COM6')

Date & Time: 22/10/15 (Saturday) 17:40:35
Date & Time: 22/10/15 (Saturday) 17:40:36
Date & Time: 22/10/15 (Saturday) 17:40:37
Date & Time: 22/10/15 (Saturday) 17:40:38
Date & Time: 22/10/15 (Saturday) 17:40:39
Date & Time: 22/10/15 (Saturday) 17:40:40
Date & Time: 22/10/15 (Saturday) 17:40:41
Date & Time: 22/10/15 (Saturday) 17:40:42

รูปที่ 4.1 ผลการอ่านค่าของ real time clock module

4.2 การทดสอบความแม่นยำของเซนเซอร์ระดับน้ำ

ทำการทดลองการทำงานของเซนเซอร์ระดับน้ำ เพื่อทดสอบว่าสามารถใช้งานได้ โดยทำการเขียนโค้ด เพื่อใช้เปรียบเทียบการวัดค่าของเซนเซอร์กับไม้บรรทัด ผลการอ่านค่าของเซนเซอร์ระดับน้ำแสดงดังรูปที่ 4.2 เมื่อนำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบกับระดับน้ำจริงที่วัดได้ 7 เซนติเมตร, 6 เซนติเมตร, 5 เซนติเมตร, 4 เซนติเมตร, 3 เซนติเมตร ตามลำดับ นำค่าที่

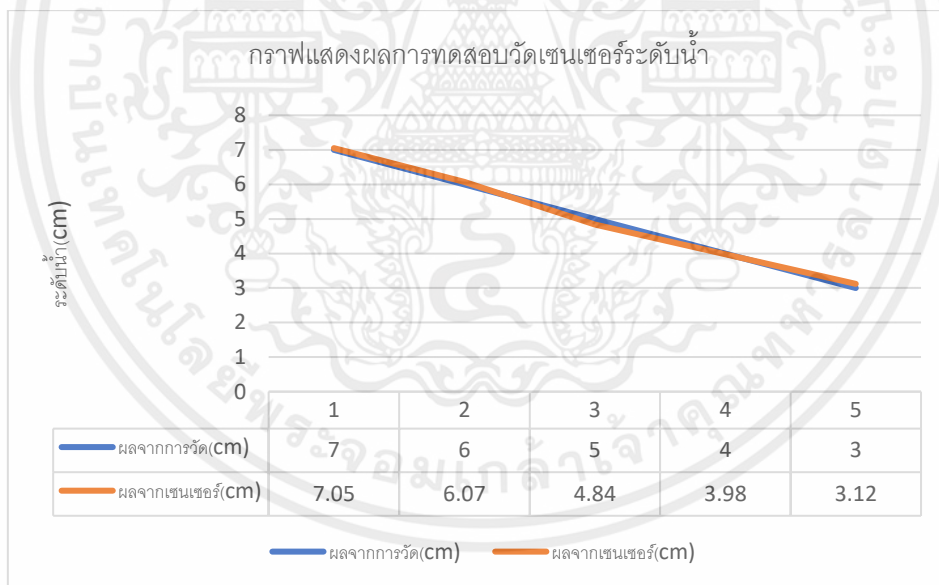
ได้จากการวัดจริงและค่าที่ได้จากการวัดด้วยเซนเซอร์มาทำการเขียนกราฟ กราฟที่ได้แสดงดังรูปที่ 4.3 เซนเซอร์วัดระดับน้ำมีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย 1.92 เปอร์เซ็นต์

```

sensortest.ino
59 float duration, cm ,level;
60 pinMode(trigPin, OUTPUT);
61 digitalWrite(trigPin, LOW);
62 delayMicroseconds(2);
63 digitalWrite(trigPin, HIGH);
64 delayMicroseconds(5);
65 digitalWrite(trigPin, LOW);
66 pinMode(echoPin, INPUT);
67 duration = pulseIn(echoPin, HIGH);
68 cm = microsecondsToCentimeters(duration);
69 level = 26.5 - cm ;
Output Serial Monitor x
water level : 7.05 cm
water level : 6.07 cm
water level : 4.84 cm
water level : 3.98 cm
water level : 3.12 cm

```

รูปที่ 4.2 ผลการอ่านค่าของเซนเซอร์ระดับน้ำ



รูปที่ 4.3 ผลเปรียบเทียบการวัดระดับน้ำที่ได้จากการวัดจริงและค่าที่ได้จากการวัดด้วยเซนเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การทดสอบความแม่นยำของเซนเซอร์ DHT22

ทำการทดลองการทำงานของเซนเซอร์ DHT22 เพื่อทดสอบว่าสามารถใช้งานได้ โดยทำการเขียนโค้ด เพื่อใช้เปรียบเทียบการวัดค่าของเซนเซอร์กับที่วัดอุณหภูมิและความชื้นรุ่น TH108 ลักษณะแสดงดังรูปที่ 4.4 ผลการอ่านค่าของเซนเซอร์ DHT22 ภายในห้องแอร์ แสดงดังรูปที่ 4.5 ได้ค่าอุณหภูมิ 25.38 องศาเซลเซียส ค่าความชื้นสัมพัทธ์ 81.20 เปอร์เซ็นต์ ผลการอ่านค่าภายในอาคาร แสดงดังรูปที่ 4.6 ได้ค่าอุณหภูมิ 27.73 องศาเซลเซียส ค่าความชื้นสัมพัทธ์ 82.65 เปอร์เซ็นต์ ผลการอ่านค่าภายนอกอาคาร แสดงดังรูปที่ 4.7 ได้ค่าอุณหภูมิ 32.63 องศาเซลเซียส ค่าความชื้นสัมพัทธ์ 69.45 เปอร์เซ็นต์ ผลการอ่านค่าบนดาดฟ้า แสดงดังรูปที่ 4.8 ได้ค่าอุณหภูมิ 31.75 องศาเซลเซียส ค่าความชื้นสัมพัทธ์ 71.83 เปอร์เซ็นต์ ผลการวัดค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่วัดได้จริงภายในห้องแอร์ ได้ค่าอุณหภูมิ 25.00 องศาเซลเซียส ค่าความชื้นสัมพัทธ์ 80.00 เปอร์เซ็นต์ ภายในอาคาร ได้ค่าอุณหภูมิ 28.20 องศาเซลเซียส ค่าความชื้นสัมพัทธ์ 82.65 เปอร์เซ็นต์ ภายนอกอาคาร ได้ค่าอุณหภูมิ 32.20 องศาเซลเซียส ค่าความชื้นสัมพัทธ์ 66.50 เปอร์เซ็นต์ บนดาดฟ้า ได้ค่าอุณหภูมิ 32.00 องศาเซลเซียส ค่าความชื้นสัมพัทธ์ 70.00 เปอร์เซ็นต์ นำค่าที่ได้จากการวัดจริงและค่าที่ได้จากการวัดด้วยเซนเซอร์มาทำการเขียนกราฟกราฟแสดงผลเปรียบเทียบการวัดอุณหภูมิที่ได้จากการวัดจริงและค่าที่ได้จากการวัดด้วยเซนเซอร์ แสดงดังรูปที่ 4.9 เซนเซอร์วัดอุณหภูมิมีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย 1.33 เปอร์เซ็นต์ กราฟแสดงผลเปรียบเทียบการวัดความชื้นสัมพัทธ์ที่ได้จากการวัดจริงและค่าที่ได้จากการวัดด้วยเซนเซอร์แสดงดังรูปที่ 4.10 เซนเซอร์วัดความชื้นสัมพัทธ์มีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย 3.29 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 4.4 ที่วัดอุณหภูมิและความชื้นรุ่น TH108

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Humidity:69.60% Temperature: 25.30 degree celsius

Humidity:69.40% Temperature: 25.40 degree celsius

Humidity:69.50% Temperature: 25.40 degree celsius

Humidity:69.30% Temperature: 25.40 degree celsius

รูปที่ 4.5 ผลการอ่านค่าของเซนเซอร์ DHT22 ภายในห้องแอร์

Humidity:72.20% Temperature: 27.50 degree celsius

Humidity:71.90% Temperature: 27.70 degree celsius

Humidity:71.70% Temperature: 27.80 degree celsius

Humidity:71.50% Temperature: 27.90 degree celsius

รูปที่ 4.6 ผลการอ่านค่าของเซนเซอร์ DHT22 ภายในอาคาร

Humidity:81.70% Temperature: 31.60 degree celsius

Humidity:81.40% Temperature: 31.70 degree celsius

Humidity:81.10% Temperature: 31.80 degree celsius

Humidity:81.60% Temperature: 31.90 degree celsius

รูปที่ 4.7 ผลการอ่านค่าของเซนเซอร์ DHT22 ภายนอกอาคาร

Humidity:83.20% Temperature: 32.50 degree celsius

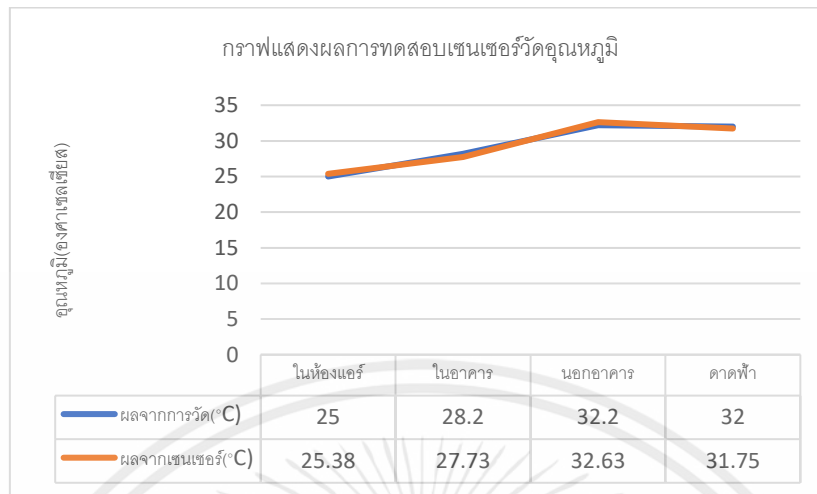
Humidity:83.00% Temperature: 32.60 degree celsius

Humidity:82.80% Temperature: 32.70 degree celsius

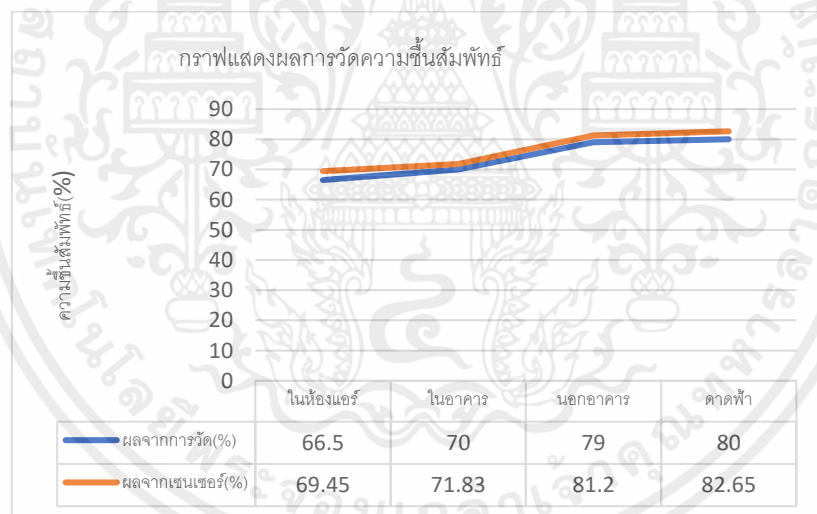
Humidity:82.20% Temperature: 32.70 degree celsius

รูปที่ 4.8 ผลการอ่านค่าของเซนเซอร์ DHT22 บนดาดฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.9 ผลเปรียบเทียบการวัดอุณหภูมิที่ได้จากการวัดจริงและค่าที่ได้จากการวัดด้วยเซนเซอร์



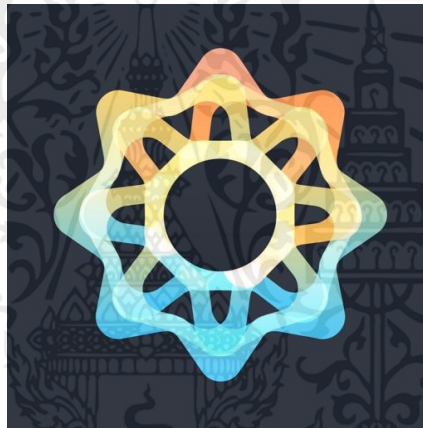
รูปที่ 4.10 ผลเปรียบเทียบการวัดความชื้นสัมพัทธ์ที่ได้จากการวัดจริงและค่าที่ได้จากการวัดด้วยเซนเซอร์

4.4 การทดสอบความแม่นยำของเซนเซอร์ BH1750

ทำการทดลองการทำงานของเซนเซอร์ BH1750 เพื่อทดสอบว่าสามารถใช้งานได้ โดยทำการเขียนโค้ด เพื่อใช้เปรียบเทียบการวัดค่าของเซนเซอร์กับแอปพลิเคชัน Lux

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

light meter pro แสดงดังรูปที่ 4.11 ผลการอ่านค่าของเซนเซอร์ BH1750 ภายในตู้มืด แสดงดังรูปที่ 4.12 ได้ค่าความเข้มแสง 0 ลักซ์ ในที่เปิดไฟสลัว แสดงดังรูปที่ 4.13 ได้ค่าความเข้มแสง 193.75 ลักซ์ ในที่เปิดไฟจ้า แสดงดังรูปที่ 4.14 ได้ค่าความเข้มแสง 216.25 ลักซ์ ขณะเอาไฟส่อง แสดงดังรูปที่ 4.15 ได้ค่าความเข้มแสง 1,608.33 ลักซ์ ผลการวัดค่าความเข้มแสงที่วัดได้จริงภายในตู้มืด ได้ค่าความเข้มแสง 0 ลักซ์ ในที่เปิดไฟสลัว ได้ค่าความเข้มแสง 191 ลักซ์ ในที่เปิดไฟจ้า ได้ค่าความเข้มแสง 211 ลักซ์ ขณะเอาไฟส่อง ได้ค่าความเข้มแสง 1,583 ลักซ์ กราฟแสดงผลเปรียบเทียบการวัดค่าความเข้มแสงที่ได้จากการวัดจริง และค่าที่ได้จากการวัดด้วยเซนเซอร์ แสดงดังรูปที่ 4.16 เซนเซอร์วัดความเข้มแสงมีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย 1.38 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 4.11 แอปพลิเคชัน Lux light meter pro

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

41  Serial.println(" BH1750 initialization FAILED ");
22  while (true) //flow trap
23  {}
24  }
25  }
26  }
27  }
28  }
29  void loop() {
30
31  if (BH1750Check) {
32  float lux = lightMeter.readLightLevel();
33  Serial.print("Light: ");
34  Serial.print(lux);
35  Serial.println(" lx");
36  Serial.println();
37  }
38  delay(5000);
39

```

Output Serial Monitor x

Message (Ctrl + Enter to send message to 'Arduino Uno' on 'COM3')

Light: 0.00 lx

Light: 0.00 lx

Light: 0.00 lx

Light: 0.00 lx

รูปที่ 4.12 ผลการอ่านค่าของเซนเซอร์ BH1750 ในตู้มืด

```

41  Serial.println(" BH1750 initialization FAILED ");
22  while (true) //flow trap
23  {}
24  }
25  }
26  }
27  }
28  }
29  void loop() {
30
31  if (BH1750Check) {
32  float lux = lightMeter.readLightLevel();
33  Serial.print("Light: ");
34  Serial.print(lux);
35  Serial.println(" lx");
36  Serial.println();
37  }
38  delay(5000);
39

```

Output Serial Monitor x

Message (Ctrl + Enter to send message to 'Arduino Uno' on 'COM3')

Light: 193.33 lx

Light: 193.33 lx

Light: 194.17 lx

Light: 194.17 lx

รูปที่ 4.13 ผลการอ่านค่าของเซนเซอร์ BH1750 ในที่เปิดไฟสลัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

sketch_nov17c.ino
41  Serial.println(" BH1750 INITIALIZATION FAILED ");
22  while (true) //flow trap
23  {}
24  }
25  }
26  }
27  }
28  }
29  void loop() {
30
31  if (BH1750Check) {
32  float lux = lightMeter.readLightLevel();
33  Serial.print("Light: ");
34  Serial.print(lux);
35  Serial.println(" lx");
36  Serial.println();
37  }
38  delay(5000);
39
Output Serial Monitor x
Message (Ctrl + Enter to send message to 'Arduino Uno' on 'COM3')
Light: 215.83 lx
Light: 215.83 lx
Light: 216.67 lx
Light: 216.67 lx

```

รูปที่ 4.14 ผลการอ่านค่าของเซนเซอร์ BH1750 ในที่ที่เปิดไฟจ้า

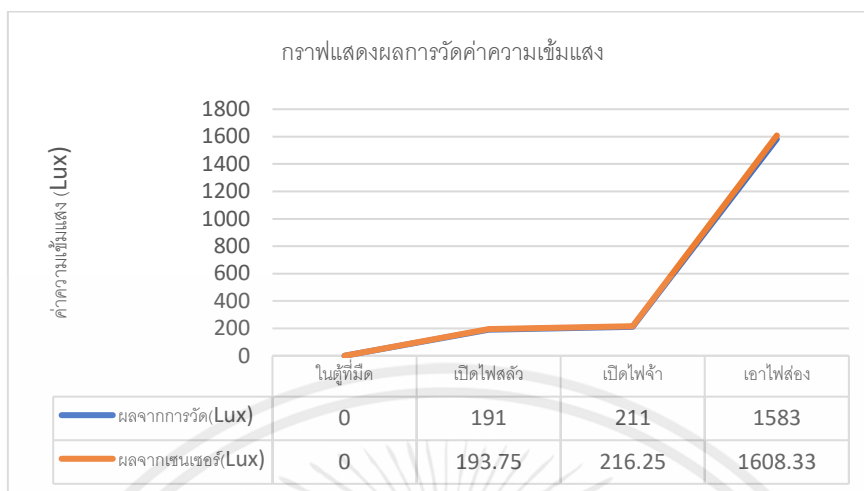
```

sketch_nov17c.ino
41  Serial.println(" BH1750 INITIALIZATION FAILED ");
22  while (true) //flow trap
23  {}
24  }
25  }
26  }
27  }
28  }
29  void loop() {
30
31  if (BH1750Check) {
32  float lux = lightMeter.readLightLevel();
33  Serial.print("Light: ");
34  Serial.print(lux);
35  Serial.println(" lx");
36  Serial.println();
37  }
38  delay(5000);
39
Output Serial Monitor x
Message (Ctrl + Enter to send message to 'Arduino Uno' on 'COM3')
Light: 1620.00 lx
Light: 1565.83 lx
Light: 1567.50 lx
Light: 1680.00 lx

```

รูปที่ 4.15 ผลการอ่านค่าของเซนเซอร์ BH1750 ขณะเอาไฟส่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.16 ผลเปรียบเทียบการวัดค่าความเข้มแสงที่ได้จากการวัดจริงและค่าที่ได้จากการวัดด้วยเซนเซอร์

4.5 ทดลองวัดค่าการทำงานของเซนเซอร์ TDS

ทำการทดลองการทำงานของเซนเซอร์ TDS เพื่อทดสอบว่าสามารถใช้งานได้ โดยทำการเขียนโค้ด เพื่อใช้เปรียบเทียบการวัดค่าของเซนเซอร์กับที่วัดค่า TDS และ EC รุ่น A8023 ผลการอ่านค่าของเซนเซอร์ TDS แสดงดังรูปที่ 4.17 ในน้ำเปล่า 250 มิลลิลิตร แสดงดังรูปที่ 4.18 ได้ค่า EC 0.54 ไมโครซีเมนส์ต่อเซนติเมตร ในน้ำเปล่าที่ผสมกับปุ๋ย A และ B อย่างละ 1 มิลลิลิตร แสดงดังรูปที่ 4.19 ได้ค่า EC 0.90 ไมโครซีเมนส์ต่อเซนติเมตร ในน้ำเปล่าที่ผสมกับปุ๋ย A และ B อย่างละ 2 มิลลิลิตร แสดงดังรูปที่ 4.20 ได้ค่า EC 1.32 ไมโครซีเมนส์ต่อเซนติเมตร ในน้ำเปล่าที่ผสมกับปุ๋ย A และ B อย่างละ 3 มิลลิลิตร แสดงดังรูปที่ 4.21 ได้ค่า EC 1.60 ไมโครซีเมนส์ต่อเซนติเมตร ผลการวัดค่า EC ที่วัดได้จริงในน้ำเปล่า 250 มิลลิลิตร ได้ค่า EC 0.53 ไมโครซีเมนส์ต่อเซนติเมตร ในน้ำเปล่าที่ผสมกับปุ๋ย A และ B อย่างละ 1 มิลลิลิตร ได้ค่า EC 0.94 ไมโครซีเมนส์ต่อเซนติเมตร ในน้ำเปล่าที่ผสมกับปุ๋ย A และ B อย่างละ 2 มิลลิลิตร ได้ค่า EC 1.35 ไมโครซีเมนส์ต่อเซนติเมตร ในน้ำเปล่าที่ผสมกับปุ๋ย A และ B อย่างละ 3 มิลลิลิตร ได้ค่า EC 1.61 ไมโครซีเมนส์ต่อเซนติเมตร

กราฟแสดงผลเปรียบเทียบการวัดค่า EC ที่ได้จากการวัดจริงและค่าที่ได้จากการวัดด้วยเซนเซอร์ แสดงดังรูปที่ 4.22 เซนเซอร์วัดค่า EC มีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย 2.25 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.17 ที่วัดค่า TDS และ EC รุ่น A8023

```

sketch_nov18c | Arduino IDE 2.0.0
File Edit Sketch Tools Help
Arduino Uno
sketch_nov18c.ino
56 for (j = 0; j < iFilterLen - 1; j++)
57 {
58   for (i = 0; i < iFilterLen - j - 1; i++)
59   {
60     if (bTab[i] > bTab[i + 1])
61     {
62       bTemp = bTab[i];
63       bTab[i] = bTab[i + 1];
64       bTab[i + 1] = bTemp;
65     }
66   }
67 }
68 if ((iFilterLen & 1) > 0)
69   bTemp = bTab[(iFilterLen - 1) / 2];
70 else
71   bTemp = (bTab[iFilterLen / 2] + bTab[iFilterLen / 2 - 1]) / 2;
72 return bTemp;
73 }
74
Output Serial Monitor x
Message (Ctrl + Enter) to send message to 'Arduino Uno' on 'COM3'
TDS Value : 277 ppm
EC Value : 0.55 millSiemens/cm
TDS Value : 282 ppm
EC Value : 0.56 millSiemens/cm
TDS Value : 251 ppm
EC Value : 0.50 millSiemens/cm

```

รูปที่ 4.18 ผลการอ่านค่าของเซนเซอร์ TDS ในน้ำเปล่า 250 มิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

sketch_nov18c | Arduino IDE 2.0.0
File Edit Sketch Tools Help

sketch_nov18c.ino
42 float ECValue = tdsValue*0.002;
43 Serial.print("EC Value : ");
44 Serial.print(ECValue);
45 Serial.println(" milliSemens/cm");
46 Serial.println();
47 }
48 }
49 int getMedianNum(int bArray[], int iFilterLen)
50 {
51 int bTab[iFilterLen];
52 for (byte i = 0; i < iFilterLen; i++)
53 bTab[i] = bArray[i];
54 int i, j, bTemp;
55 for (j = 0; j < iFilterLen - 1; j++)
56 {
57 for (i = 0; i < iFilterLen - j - 1; i++)
58 {
59 if (bTab[i] > bTab[i + 1])
60 {
61 bTemp = bTab[i];
62 bTab[i] = bTab[i + 1];
63 bTab[i + 1] = bTemp;
64 }
65 }
66 }
67 if ((iFilterLen & 1) > 0)
68 bTemp = bTab[(iFilterLen - 1) / 2];
69 else
70 bTemp = (bTab[iFilterLen / 2] + bTab[iFilterLen / 2 - 1]) / 2;
71 return bTemp;
72 }
73 }

Output Serial Monitor x
Message (Ctrl + Enter to send message to 'Arduino Uno' on 'COM3')
TDS Value : 448 ppm
EC Value : 0.90 milliSemens/cm

TDS Value : 448 ppm
EC Value : 0.90 milliSemens/cm

TDS Value : 448 ppm
EC Value : 0.90 milliSemens/cm

```

รูปที่ 4.19 ผลการอ่านค่าของเซนเซอร์ TDS ในน้ำเปล่าผสมกับปุ๋ย A และ B
อย่างละ 1 มิลลิลิตร

```

sketch_nov18c | Arduino IDE 2.0.0
File Edit Sketch Tools Help

sketch_nov18c.ino
55 for (j = 0; j < iFilterLen - 1; j++)
56 {
57 for (i = 0; i < iFilterLen - j - 1; i++)
58 {
59 if (bTab[i] > bTab[i + 1])
60 {
61 bTemp = bTab[i];
62 bTab[i] = bTab[i + 1];
63 bTab[i + 1] = bTemp;
64 }
65 }
66 }
67 if ((iFilterLen & 1) > 0)
68 bTemp = bTab[(iFilterLen - 1) / 2];
69 else
70 bTemp = (bTab[iFilterLen / 2] + bTab[iFilterLen / 2 - 1]) / 2;
71 return bTemp;
72 }
73 }

Output Serial Monitor x
Message (Ctrl + Enter to send message to 'Arduino Uno' on 'COM3')
TDS Value : 654 ppm
EC Value : 1.31 milliSemens/cm

TDS Value : 662 ppm
EC Value : 1.32 milliSemens/cm

TDS Value : 662 ppm
EC Value : 1.32 milliSemens/cm

```

รูปที่ 4.20 ผลการอ่านค่าของเซนเซอร์ TDS ในน้ำเปล่าผสมกับปุ๋ย A และ B
อย่างละ 2 มิลลิลิตร

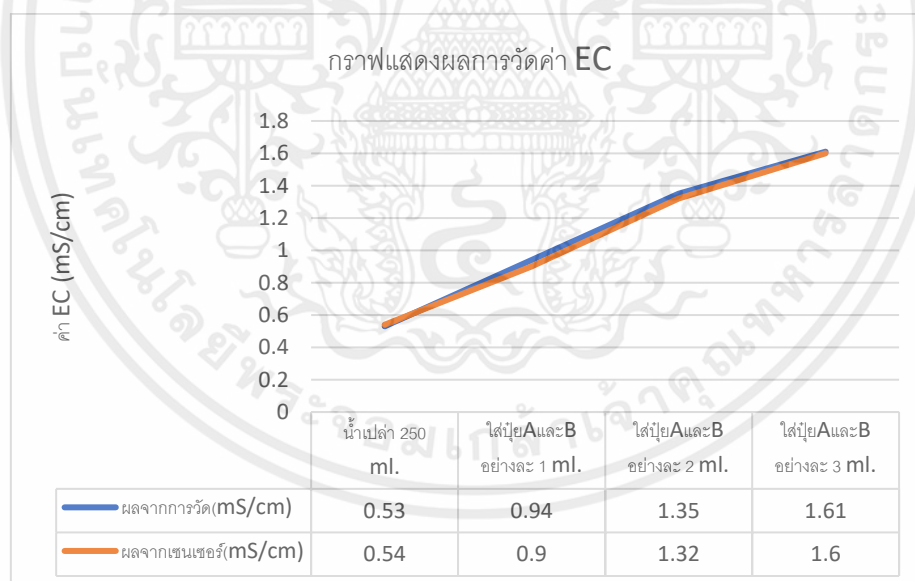
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

sketch_nov18c | Arduino IDE 2.0.0
File Edit Sketch Tools Help
Arduino Uno
sketch_nov18c.ino
55 for (j = 0; j < iFilterLen - 1; j++)
56 {
57   for (i = 0; i < iFilterLen - j - 1; i++)
58   {
59     if (bTab[i] > bTab[i + 1])
60     {
61       bTemp = bTab[i];
62       bTab[i] = bTab[i + 1];
63       bTab[i + 1] = bTemp;
64     }
65   }
66 }
67 if ((iFilterLen & 1) > 0)
68   bTemp = bTab[(iFilterLen - 1) / 2];
69 else
70   bTemp = (bTab[iFilterLen / 2] + bTab[iFilterLen / 2 - 1]) / 2;
71 return bTemp;
72 }
73
Output Serial Monitor x
[Message (Ctrl + Enter) to send message to 'Arduino Uno' on 'COM3']
TDS Value : 794 ppm
EC Value : 1.59 millSiemens/cm
TDS Value : 797 ppm
EC Value : 1.59 millSiemens/cm
TDS Value : 803 ppm
EC Value : 1.61 millSiemens/cm

```

รูปที่ 4.21 ผลการอ่านค่าของเซนเซอร์ TDS ในน้ำเปล่าผสมกับปุ๋ย A และ B อย่างละ 3 มิลลิเมตร



รูปที่ 4.22 ผลเปรียบเทียบการวัดค่า EC ที่ได้จากการวัดจริงและค่าที่ได้จากการวัดด้วยเซนเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 ทดลองวัดค่าการทำงานของเซนเซอร์พีเอช

ทำการทดลองการทำงานของเซนเซอร์พีเอช เพื่อทดสอบว่าสามารถใช้งานได้ โดยทำการเขียนโค้ด เพื่อใช้เปรียบเทียบการวัดค่าของเซนเซอร์กับที่วัดค่าพีเอชรุ่น A8022 แสดงดังรูปที่ 4.23 ผลการอ่านค่าของเซนเซอร์พีเอช ในน้ำเปล่าผสมพีเอช down 5 มิลลิลิตร แสดงดังรูปที่ 4.24 ได้ค่าพีเอช 0.16 ในน้ำเปล่าที่ผสมพีเอช down 1 มิลลิลิตร แสดงดังรูปที่ 4.25 ได้ค่าพีเอช 0.78 ในน้ำเปล่า 250 มิลลิลิตร แสดงดังรูปที่ 4.26 ได้ค่าพีเอช 7.72 ในน้ำเปล่าที่ผสมพีเอช up 5 มิลลิลิตร แสดงดังรูปที่ 4.27 ได้ค่าพีเอช 12.47 ในน้ำเปล่าที่ผสมพีเอช up 15 มิลลิลิตร แสดงดังรูปที่ 4.28 ได้ค่า พีเอช 13.33 ผลการวัดค่าพีเอช ที่วัดได้จริงในน้ำเปล่าผสมพีเอช down 5 มิลลิลิตร ได้ค่า พีเอช 0.16 ในน้ำเปล่าที่ผสมพีเอช down 1 มิลลิลิตร ได้ค่าพีเอช 0.71 ในน้ำเปล่า 250 มิลลิลิตร ได้ค่าพีเอช 7.68 ในน้ำเปล่าที่ผสมพีเอช up 5 มิลลิลิตร ได้ค่า พีเอช 12.38 ในน้ำเปล่าที่ผสมพีเอช up 15 มิลลิลิตร ได้ค่าพีเอช 13.44 กราฟแสดงผลเปรียบเทียบการวัดค่าพีเอช ที่ได้จากการวัดจริง และค่าที่ได้จากการวัดด้วยเซนเซอร์ แสดงดังรูปที่ 4.29 เซนเซอร์วัดค่าพีเอชมีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย 2.39 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 4.23 ที่วัดค่าพีเอชรุ่น A8022

```

pH.ino
<=
26   }
27   float temAvg = temTot/10;
28   float pHAvg = temTot/10;
29   // float temVoltage = temAvg * (5000.0 / 1023.0); //convert sensor reading into milli volt
30   float pHVoltage = pHAvg * (5.0 / 1023.0); //convert sensor reading into milli volt
31
32   // float Etemp = temVoltage*0.1; //convert milli volt to temperature degree Celsius
33   float pHValue = pHVoltage*mC+0.25;
34
35   Serial.print("pH voltage = ");
36   Serial.print(pHVoltage);
37   Serial.print(" ");
38   Serial.print("pH=");
39   Serial.println(pHValue);
40   Serial.println();
41
42   delay(500000);
43 }

```

Output Serial Monitor x

Message (Ctrl + Enter) to send message to 'Arduino Uno' on 'COM3'

pH voltage = 3.91 pH=0.16
pH voltage = 3.91 pH=0.16
pH voltage = 3.91 pH=0.16
pH voltage = 3.91 pH=0.16

รูปที่ 4.24 ผลการอ่านค่าของเซนเซอร์พีเอช ในน้ำเปล่าผสมพีเอช down 5 มิลลิลิตร

```

pH.ino
<=
26   }
27   float temAvg = temTot/10;
28   float pHAvg = temTot/10;
29   // float temVoltage = temAvg * (5000.0 / 1023.0); //convert sensor reading into milli volt
30   float pHVoltage = pHAvg * (5.0 / 1023.0); //convert sensor reading into milli volt
31
32   // float Etemp = temVoltage*0.1; //convert milli volt to temperature degree Celsius
33   float pHValue = pHVoltage*mC-0.1;
34
35   Serial.print("pH voltage = ");
36   Serial.print(pHVoltage);
37   Serial.print(" ");
38   Serial.print("pH=");
39   Serial.println(pHValue);
40   Serial.println();
41
42   delay(500000);
43 }

```

Output Serial Monitor x

Message (Ctrl + Enter) to send message to 'Arduino Uno' on 'COM3'

pH voltage = 3.69 pH=0.79
pH voltage = 3.69 pH=0.79
pH voltage = 3.69 pH=0.76
pH voltage = 3.69 pH=0.79

รูปที่ 4.25 ผลการอ่านค่าของเซนเซอร์พีเอช ในน้ำเปล่าผสมพีเอช down 1 มิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

pHino
26 }
27 float temAvg = temTot/10;
28 float phAvg = temTot/10;
29 // float temVoltage = temAvg * (5000.0 / 1023.0); //convert sensor reading into milli volt
30 float pHVoltage = phAvg * (5.0 / 1023.0); //convert sensor reading into milli volt
31
32 // float Etemp = temVoltage*0.1; //convert milli volt to temperature degree Celsius
33 float pHValue = pHVoltage*m+C+1.8;
34
35 Serial.print("pHVoltage = ");
36 Serial.print(pHVoltage);
37 Serial.print(" ");
38 Serial.print("pH=");
39 Serial.println(pHValue);
40 Serial.println();
41 | delay(5000);
42 }
43 }

```

Output Serial Monitor x

Message (Ctrl + Enter to send message to 'Arduino Uno' on 'COM3')

pHVoltage = 2.94 pH=7.64
pHVoltage = 2.94 pH=7.64
pHVoltage = 2.92 pH=7.81
pHVoltage = 2.92 pH=7.78

รูปที่ 4.26 ผลการอ่านค่าของเซนเซอร์พีเอช ในน้ำเปล่า 250 มิลลิลิตร

```

pHino
1 const int analogPHPin = A0; //PH module pin P0 connected to analog pin A0
2 long pHTot, temTot;
3 float pHAvg, temAvg;
4 int xi;
5 float C = 25.85; //Constant of straight line (Y = mx + C)
6 float m = -6.80; // Slope of straight line (Y = mx + C)
7
8 void setup() {
9
10 // sensors.begin(); //Start the DS18B20 library
11 Serial.begin(9600);
12 }
13 void loop() {
14 pHTot = 0;
15 temTot = 0;
16 pHAvg = 0;
17 temAvg = 0;
18
19 //taking 10 sample and adding with 10 milli second delay
20

```

Output Serial Monitor x

Message (Ctrl + Enter to send message to 'Arduino Uno' on 'COM3')

pHVoltage = 2.43 pH=12.30
pHVoltage = 2.41 pH=12.43
pHVoltage = 2.38 pH=12.70
pHVoltage = 2.41 pH=12.46

รูปที่ 4.27 ผลการอ่านค่าของเซนเซอร์พีเอช ในน้ำเปล่าผสมพีเอช up 5 มิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

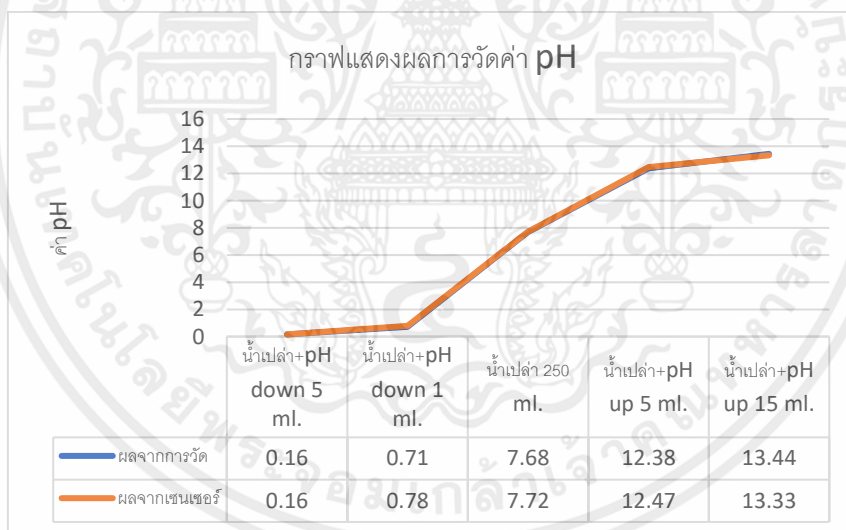
pH.ino
<?
26 }
27 float temAvg = temTot/10;
28 float pHAvg = temTot/10;
29 // float temVoltage = temAvg * (5000.0 / 1023.0); //convert sensor reading into milli volt
30 float pHVoltage = pHAvg * (5.0 / 1023.0); //convert sensor reading into milli volt
31
32 // float Etem = temVoltage*0.1; //convert milli volt to temperature degree Celsius
33 float pHValue = pHVoltage*m+C+3.5;
34
35 Serial.print("pHVoltage = ");
36 Serial.print(pHVoltage);
37 Serial.print(" ");
38 Serial.print("pH=");
39 Serial.println(pHValue);
40 Serial.println();
41
42 | delay(2000000);
43 }
  
```

Output Serial Monitor x

Message (Ctrl + Enter to send message to 'Arduino Uno' on 'COM3')

pHVoltage = 2.34 pH=13.43
 pHVoltage = 2.39 pH=13.13
 pHVoltage = 2.36 pH=13.30
 pHVoltage = 2.34 pH=13.46

รูปที่ 4.28 ผลการอ่านค่าของเซนเซอร์พีเอช ในน้ำเปล่าผสมพีเอช up 15 มิลลิลิตร



รูปที่ 4.29 ผลเปรียบเทียบการวัดค่า pH ที่ได้จากการวัดจริงและค่าที่ได้จากการวัดด้วยเซนเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7 การทดสอบการทำงานของระบบโดยรวม

ทดสอบการทำงานของระบบทั้งหมด โดยทำการทดสอบจากโค้ดที่ได้ทำการออกแบบร่วมกับอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้แก่ ปุ่มระบบน้ำวน, ปุ่มสำหรับดูน้ำเข้า, ปุ่มสำหรับดูน้ำออก, ปุ่มที่พ่นไอน้ำ, ปุ่มตัวลดค่าพีเอช, ปุ่มตัวเพิ่มค่าพีเอช, ปุ่มใส่ปุ๋ย, พัดลมลดอุณหภูมิ, พัดลมเพิ่มอุณหภูมิและไฟ พบว่าเมื่อทำการเริ่มคำสั่งการทำงาน ปุ่มจะดูน้ำเข้าถึงผสม 20 ลิตรแสดงดังรูปที่ 4.30 จากการวัดของเซนเซอร์วัดระดับน้ำ ต่อด้วยการปรับค่า pH แสดงดังรูปที่ 4.31 และใส่ปุ๋ยเพื่อปรับค่า EC แสดงดังรูปที่ 4.32 ตามลำดับ ให้เหมาะสมกับชนิดพืชที่ปลูกตามการวัดของเซนเซอร์พีเอชและเซนเซอร์ TDS เมื่อผสมได้ค่าที่เหมาะสมแล้วปุ่มระบบน้ำวนจะเริ่มทำงานแสดงดังรูปที่ 4.33 จากนั้นเซนเซอร์ DHT22 จะเริ่มทำการวัดค่าอุณหภูมิและค่าความชื้นสัมพัทธ์ ถ้าอุณหภูมิสูงพัดลมลดอุณหภูมิจะเริ่มทำงาน ถ้าอุณหภูมิต่ำพัดลมเพิ่มอุณหภูมิจะเริ่มทำงาน ค่าความชื้นสัมพัทธ์ถ้าในสวนไฮโดรโปนิคส์มีค่าต่ำกว่าที่ระบบตั้งค่าไว้ปุ่มที่พ่นไอน้ำจะเริ่มทำงาน เมื่อมากกว่าหรือเท่ากับค่าที่ระบบตั้งค่าไว้ปุ่มที่พ่นไอน้ำจะหยุดทำงาน ไฟแอลอีดี จะเริ่มทำงานตามเวลาที่ได้ตั้งค่าไว้ในระบบ โดยในระบบตั้งค่าให้ไฟทำงานเวลา 16:00-08:00 น. รวม 16 ชั่วโมง มีเซนเซอร์ BH1750 เป็นตัววัดเพื่อบันทึกค่าปริมาณแสงในแต่ละวันที่พืชได้รับ และทุก ๆ 14 วัน ปุ่มสำหรับดูน้ำออกจะทำงานเพื่อเปลี่ยนน้ำในระบบไฮโดรโปนิคส์ และวนกลับไปเริ่มระบบใหม่

```

lastcode222.ino
257 {
258   digitalWrite (water_system, LOW);
259   Serial.println("Water system ON");
260 }
261 else if ((dt.hour() == TIME1 || TIME2 || TIME3) && pHValue < min_pH)
262 {
263   digitalWrite (pH_Up, LOW);
264   Serial.println("pH Up ON");
265   delay (pH_Up_time*1000);
266   digitalWrite (pH_Up, HIGH);
267   Serial.println("pH Up OFF");
268   delay (pH_Up_time*1000);
269 }
270 else if ((dt.hour() == TIME1 || TIME2 || TIME3) && (pHValue > max_pH))
271 {
272   digitalWrite (pH_Down, LOW);
273   Serial.println("pH Down ON");
274   delay (pH_Down_time*1000);
275   digitalWrite (pH_Down, HIGH);
276 }
277 }
278 }
279 }
280 }
281 }
282 }
283 }
284 }
285 }
286 }
287 }
288 }
289 }
290 }
291 }
292 }
293 }
294 }
295 }
296 }
297 }
298 }
299 }
300 }
301 }
302 }
303 }
304 }
305 }
306 }
307 }
308 }
309 }
310 }
311 }
312 }
313 }
314 }
315 }
316 }
317 }
318 }
319 }
320 }
321 }
322 }
323 }
324 }
325 }
326 }
327 }
328 }
329 }
330 }
331 }
332 }
333 }
334 }
335 }
336 }
337 }
338 }
339 }
340 }
341 }
342 }
343 }
344 }
345 }
346 }
347 }
348 }
349 }
350 }
351 }
352 }
353 }
354 }
355 }
356 }
357 }
358 }
359 }
360 }
361 }
362 }
363 }
364 }
365 }
366 }
367 }
368 }
369 }
370 }
371 }
372 }
373 }
374 }
375 }
376 }
377 }
378 }
379 }
380 }
381 }
382 }
383 }
384 }
385 }
386 }
387 }
388 }
389 }
390 }
391 }
392 }
393 }
394 }
395 }
396 }
397 }
398 }
399 }
400 }
401 }
402 }
403 }
404 }
405 }
406 }
407 }
408 }
409 }
410 }
411 }
412 }
413 }
414 }
415 }
416 }
417 }
418 }
419 }
420 }
421 }
422 }
423 }
424 }
425 }
426 }
427 }
428 }
429 }
430 }
431 }
432 }
433 }
434 }
435 }
436 }
437 }
438 }
439 }
440 }
441 }
442 }
443 }
444 }
445 }
446 }
447 }
448 }
449 }
450 }
451 }
452 }
453 }
454 }
455 }
456 }
457 }
458 }
459 }
460 }
461 }
462 }
463 }
464 }
465 }
466 }
467 }
468 }
469 }
470 }
471 }
472 }
473 }
474 }
475 }
476 }
477 }
478 }
479 }
480 }
481 }
482 }
483 }
484 }
485 }
486 }
487 }
488 }
489 }
490 }
491 }
492 }
493 }
494 }
495 }
496 }
497 }
498 }
499 }
500 }
501 }
502 }
503 }
504 }
505 }
506 }
507 }
508 }
509 }
510 }
511 }
512 }
513 }
514 }
515 }
516 }
517 }
518 }
519 }
520 }
521 }
522 }
523 }
524 }
525 }
526 }
527 }
528 }
529 }
530 }
531 }
532 }
533 }
534 }
535 }
536 }
537 }
538 }
539 }
540 }
541 }
542 }
543 }
544 }
545 }
546 }
547 }
548 }
549 }
550 }
551 }
552 }
553 }
554 }
555 }
556 }
557 }
558 }
559 }
560 }
561 }
562 }
563 }
564 }
565 }
566 }
567 }
568 }
569 }
570 }
571 }
572 }
573 }
574 }
575 }
576 }
577 }
578 }
579 }
580 }
581 }
582 }
583 }
584 }
585 }
586 }
587 }
588 }
589 }
590 }
591 }
592 }
593 }
594 }
595 }
596 }
597 }
598 }
599 }
600 }
601 }
602 }
603 }
604 }
605 }
606 }
607 }
608 }
609 }
610 }
611 }
612 }
613 }
614 }
615 }
616 }
617 }
618 }
619 }
620 }
621 }
622 }
623 }
624 }
625 }
626 }
627 }
628 }
629 }
630 }
631 }
632 }
633 }
634 }
635 }
636 }
637 }
638 }
639 }
640 }
641 }
642 }
643 }
644 }
645 }
646 }
647 }
648 }
649 }
650 }
651 }
652 }
653 }
654 }
655 }
656 }
657 }
658 }
659 }
660 }
661 }
662 }
663 }
664 }
665 }
666 }
667 }
668 }
669 }
670 }
671 }
672 }
673 }
674 }
675 }
676 }
677 }
678 }
679 }
680 }
681 }
682 }
683 }
684 }
685 }
686 }
687 }
688 }
689 }
690 }
691 }
692 }
693 }
694 }
695 }
696 }
697 }
698 }
699 }
700 }
701 }
702 }
703 }
704 }
705 }
706 }
707 }
708 }
709 }
710 }
711 }
712 }
713 }
714 }
715 }
716 }
717 }
718 }
719 }
720 }
721 }
722 }
723 }
724 }
725 }
726 }
727 }
728 }
729 }
730 }
731 }
732 }
733 }
734 }
735 }
736 }
737 }
738 }
739 }
740 }
741 }
742 }
743 }
744 }
745 }
746 }
747 }
748 }
749 }
750 }
751 }
752 }
753 }
754 }
755 }
756 }
757 }
758 }
759 }
760 }
761 }
762 }
763 }
764 }
765 }
766 }
767 }
768 }
769 }
770 }
771 }
772 }
773 }
774 }
775 }
776 }
777 }
778 }
779 }
780 }
781 }
782 }
783 }
784 }
785 }
786 }
787 }
788 }
789 }
790 }
791 }
792 }
793 }
794 }
795 }
796 }
797 }
798 }
799 }
800 }
801 }
802 }
803 }
804 }
805 }
806 }
807 }
808 }
809 }
810 }
811 }
812 }
813 }
814 }
815 }
816 }
817 }
818 }
819 }
820 }
821 }
822 }
823 }
824 }
825 }
826 }
827 }
828 }
829 }
830 }
831 }
832 }
833 }
834 }
835 }
836 }
837 }
838 }
839 }
840 }
841 }
842 }
843 }
844 }
845 }
846 }
847 }
848 }
849 }
850 }
851 }
852 }
853 }
854 }
855 }
856 }
857 }
858 }
859 }
860 }
861 }
862 }
863 }
864 }
865 }
866 }
867 }
868 }
869 }
870 }
871 }
872 }
873 }
874 }
875 }
876 }
877 }
878 }
879 }
880 }
881 }
882 }
883 }
884 }
885 }
886 }
887 }
888 }
889 }
890 }
891 }
892 }
893 }
894 }
895 }
896 }
897 }
898 }
899 }
900 }
901 }
902 }
903 }
904 }
905 }
906 }
907 }
908 }
909 }
910 }
911 }
912 }
913 }
914 }
915 }
916 }
917 }
918 }
919 }
920 }
921 }
922 }
923 }
924 }
925 }
926 }
927 }
928 }
929 }
930 }
931 }
932 }
933 }
934 }
935 }
936 }
937 }
938 }
939 }
940 }
941 }
942 }
943 }
944 }
945 }
946 }
947 }
948 }
949 }
950 }
951 }
952 }
953 }
954 }
955 }
956 }
957 }
958 }
959 }
960 }
961 }
962 }
963 }
964 }
965 }
966 }
967 }
968 }
969 }
970 }
971 }
972 }
973 }
974 }
975 }
976 }
977 }
978 }
979 }
980 }
981 }
982 }
983 }
984 }
985 }
986 }
987 }
988 }
989 }
990 }
991 }
992 }
993 }
994 }
995 }
996 }
997 }
998 }
999 }
1000 }
1001 }
1002 }
1003 }
1004 }
1005 }
1006 }
1007 }
1008 }
1009 }
1010 }
1011 }
1012 }
1013 }
1014 }
1015 }
1016 }
1017 }
1018 }
1019 }
1020 }
1021 }
1022 }
1023 }
1024 }
1025 }
1026 }
1027 }
1028 }
1029 }
1030 }
1031 }
1032 }
1033 }
1034 }
1035 }
1036 }
1037 }
1038 }
1039 }
1040 }
1041 }
1042 }
1043 }
1044 }
1045 }
1046 }
1047 }
1048 }
1049 }
1050 }
1051 }
1052 }
1053 }
1054 }
1055 }
1056 }
1057 }
1058 }
1059 }
1060 }
1061 }
1062 }
1063 }
1064 }
1065 }
1066 }
1067 }
1068 }
1069 }
1070 }
1071 }
1072 }
1073 }
1074 }
1075 }
1076 }
1077 }
1078 }
1079 }
1080 }
1081 }
1082 }
1083 }
1084 }
1085 }
1086 }
1087 }
1088 }
1089 }
1090 }
1091 }
1092 }
1093 }
1094 }
1095 }
1096 }
1097 }
1098 }
1099 }
1100 }
1101 }
1102 }
1103 }
1104 }
1105 }
1106 }
1107 }
1108 }
1109 }
1110 }
1111 }
1112 }
1113 }
1114 }
1115 }
1116 }
1117 }
1118 }
1119 }
1120 }
1121 }
1122 }
1123 }
1124 }
1125 }
1126 }
1127 }
1128 }
1129 }
1130 }
1131 }
1132 }
1133 }
1134 }
1135 }
1136 }
1137 }
1138 }
1139 }
1140 }
1141 }
1142 }
1143 }
1144 }
1145 }
1146 }
1147 }
1148 }
1149 }
1150 }
1151 }
1152 }
1153 }
1154 }
1155 }
1156 }
1157 }
1158 }
1159 }
1160 }
1161 }
1162 }
1163 }
1164 }
1165 }
1166 }
1167 }
1168 }
1169 }
1170 }
1171 }
1172 }
1173 }
1174 }
1175 }
1176 }
1177 }
1178 }
1179 }
1180 }
1181 }
1182 }
1183 }
1184 }
1185 }
1186 }
1187 }
1188 }
1189 }
1190 }
1191 }
1192 }
1193 }
1194 }
1195 }
1196 }
1197 }
1198 }
1199 }
1200 }
1201 }
1202 }
1203 }
1204 }
1205 }
1206 }
1207 }
1208 }
1209 }
1210 }
1211 }
1212 }
1213 }
1214 }
1215 }
1216 }
1217 }
1218 }
1219 }
1220 }
1221 }
1222 }
1223 }
1224 }
1225 }
1226 }
1227 }
1228 }
1229 }
1230 }
1231 }
1232 }
1233 }
1234 }
1235 }
1236 }
1237 }
1238 }
1239 }
1240 }
1241 }
1242 }
1243 }
1244 }
1245 }
1246 }
1247 }
1248 }
1249 }
1250 }
1251 }
1252 }
1253 }
1254 }
1255 }
1256 }
1257 }
1258 }
1259 }
1260 }
1261 }
1262 }
1263 }
1264 }
1265 }
1266 }
1267 }
1268 }
1269 }
1270 }
1271 }
1272 }
1273 }
1274 }
1275 }
1276 }
1277 }
1278 }
1279 }
1280 }
1281 }
1282 }
1283 }
1284 }
1285 }
1286 }
1287 }
1288 }
1289 }
1290 }
1291 }
1292 }
1293 }
1294 }
1295 }
1296 }
1297 }
1298 }
1299 }
1300 }
1301 }
1302 }
1303 }
1304 }
1305 }
1306 }
1307 }
1308 }
1309 }
1310 }
1311 }
1312 }
1313 }
1314 }
1315 }
1316 }
1317 }
1318 }
1319 }
1320 }
1321 }
1322 }
1323 }
1324 }
1325 }
1326 }
1327 }
1328 }
1329 }
1330 }
1331 }
1332 }
1333 }
1334 }
1335 }
1336 }
1337 }
1338 }
1339 }
1340 }
1341 }
1342 }
1343 }
1344 }
1345 }
1346 }
1347 }
1348 }
1349 }
1350 }
1351 }
1352 }
1353 }
1354 }
1355 }
1356 }
1357 }
1358 }
1359 }
1360 }
1361 }
1362 }
1363 }
1364 }
1365 }
1366 }
1367 }
1368 }
1369 }
1370 }
1371 }
1372 }
1373 }
1374 }
1375 }
1376 }
1377 }
1378 }
1379 }
1380 }
1381 }
1382 }
1383 }
1384 }
1385 }
1386 }
1387 }
1388 }
1389 }
1390 }
1391 }
1392 }
1393 }
1394 }
1395 }
1396 }
1397 }
1398 }
1399 }
1400 }
1401 }
1402 }
1403 }
1404 }
1405 }
1406 }
1407 }
1408 }
1409 }
1410 }
1411 }
1412 }
1413 }
1414 }
1415 }
1416 }
1417 }
1418 }
1419 }
1420 }
1421 }
1422 }
1423 }
1424 }
1425 }
1426 }
1427 }
1428 }
1429 }
1430 }
1431 }
1432 }
1433 }
1434 }
1435 }
1436 }
1437 }
1438 }
1439 }
1440 }
1441 }
1442 }
1443 }
1444 }
1445 }
1446 }
1447 }
1448 }
1449 }
1450 }
1451 }
1452 }
1453 }
1454 }
1455 }
1456 }
1457 }
1458 }
1459 }
1460 }
1461 }
1462 }
1463 }
1464 }
1465 }
1466 }
1467 }
1468 }
1469 }
1470 }
1471 }
1472 }
1473 }
1474 }
1475 }
1476 }
1477 }
1478 }
1479 }
1480 }
1481 }
1482 }
1483 }
1484 }
1485 }
1486 }
1487 }
1488 }
1489 }
1490 }
1491 }
1492 }
1493 }
1494 }
1495 }
1496 }
1497 }
1498 }
1499 }
1500 }
1501 }
1502 }
1503 }
1504 }
1505 }
1506 }
1507 }
1508 }
1509 }
1510 }
1511 }
1512 }
1513 }
1514 }
1515 }
1516 }
1517 }
1518 }
1519 }
1520 }
1521 }
1522 }
1523 }
1524 }
1525 }
1526 }
1527 }
1528 }
1529 }
1530 }
1531 }
1532 }
1533 }
1534 }
1535 }
1536 }
1537 }
1538 }
1539 }
1540 }
1541 }
1542 }
1543 }
1544 }
1545 }
1546 }
1547 }
1548 }
1549 }
1550 }
1551 }
1552 }
1553 }
1554 }
1555 }
1556 }
1557 }
1558 }
1559 }
1560 }
1561 }
1562 }
1563 }
1564 }
1565 }
1566 }
1567 }
1568 }
1569 }
1570 }
1571 }
1572 }
1573 }
1574 }
1575 }
1576 }
1577 }
1578 }
1579 }
1580 }
1581 }
1582 }
1583 }
1584 }
1585 }
1586 }
1587 }
1588 }
1589 }
1590 }
1591 }
1592 }
1593 }
1594 }
1595 }
1596 }
1597 }
1598 }
1599 }
1600 }
1601 }
1602 }
1603 }
1604 }
1605 }
1606 }
1607 }
1608 }
1609 }
1610 }
1611 }
1612 }
1613 }
1614 }
1615 }
1616 }
1617 }
1618 }
1619 }
1620 }
1621 }
1622 }
1623 }
1624 }
1625 }
1626 }
1627 }
1628 }
1629 }
1630 }
1631 }
1632 }
1633 }
1634 }
1635 }
1636 }
1637 }
1638 }
1639 }
1640 }
1641 }
1642 }
1643 }
1644 }
1645 }
1646 }
1647 }
1648 }
1649 }
1650 }
1651 }
1652 }
1653 }
1654 }
1655 }
1656 }
1657 }
1658 }
1659 }
1660 }
1661 }
1662 }
1663 }
1664 }
1665 }
1666 }
1667 }
1668 }
1669 }
1670 }
1671 }
1672 }
1673 }
1674 }
1675 }
1676 }
1677 }
1678 }
1679 }
1680 }
1681 }
1682 }
1683 }
1684 }
1685 }
1686 }
1687 }
1688 }
1689 }
1690 }
1691 }
1692 }
1693 }
1694 }
1695 }
1696 }
1697 }
1698 }
1699 }
1700 }
1701 }
1702 }
1703 }
1704 }
1705 }
1706 }
1707 }
1708 }
1709 }
1710 }
1711 }
1712 }
1713 }
1714 }
1715 }
1716 }
1717 }
1718 }
1719 }
1720 }
1721 }
1722 }
1723 }
1724 }
1725 }
1726 }
1727 }
1728 }
1729 }
1730 }
1731 }
1732 }
1733 }
1734 }
1735 }
1736 }
1737 }
1738 }
1739 }
1740 }
1741 }
1742 }
1743 }
1744 }
1745 }
1746 }
1747 }
1748 }
1749 }
1750 }
1751 }
1752 }
1753 }
1754 }
1755 }
1756 }
1757 }
1758 }
1759 }
1760 }
1761 }
1762 }
1763 }
1764 }
1765 }
1766 }
1767 }
1768 }
1769 }
1770 }
1771 }
1772 }
1773 }
1774 }
1775 }
1776 }
1777 }
1778 }
1779 }
1780 }
1781 }
1782 }
1783 }
1784 }
1785 }
1786 }
1787 }
1788 }
1789 }
1790 }
1791 }
1792 }
1793 }
1794 }
1795 }
1796 }
1797 }
1798 }
1799 }
1800 }
1801 }
1802 }
1803 }
1804 }
1805 }
1806 }
1807 }
1808 }
1809 }
1810 }
1811 }
1812 }
1813 }
1814 }
1815 }
1816 }
1817 }
1818 }
1819 }
1820 }
1821 }
1822 }
1823 }
1824 }
1825 }
1826 }
1827 }
1828 }
1829 }
1830 }
1831 }
1832 }
1833 }
1834 }
1835 }
1836 }
1837 }
1838 }
1839 }
1840 }
1841 }
1842 }
1843 }
1844 }
1845 }
1846 }
1847 }
1848 }
1849 }
1850 }
1851 }
1852 }
1853 }
1854 }
1855 }
1856 }
1857 }
1858 }
1859 }
1860 }
1861 }
1862 }
1863 }
1864 }
1865 }
1866 }
1867 }
1868 }
1869 }
1870 }
1871 }
1872 }
1873 }
1874 }
1875 }
1876 }
1877 }
1878 }
1879 }
1880 }
1881 }
1882 }
1883 }
1884 }
1885 }
1886 }
1887 }
1888 }
1889 }
1890 }
1891 }
1892 }
1893 }
1894 }
1895 }
1896 }
1897 }
1898 }
1899 }
1900 }
1901 }
1902 }
1903 }
1904 }
1905 }
1906 }
1907 }
1908 }
1909 }
1910 }
1911 }
1912 }
1913 }
1914 }
1915 }
1916 }
1917 }
1918 }
1919 }
1920 }
1921 }
1922 }
1923 }
1924 }
1925 }
1926 }
1927 }
1928 }
1929 }
1930 }
1931 }
1932 }
1933 }
1934 }
1935 }
1936 }
1937 }
1938 }
1939 }
1940 }
1941 }
1942 }
1943 }
1944 }
1945 }
1946 }
1947 }
1948 }
1949 }
1950 }
1951 }
1952 }
1953 }
1954 }
1955 }
1956 }
1957 }
1958 }
1959 }
1960 }
1961 }
1962 }
1963 }
1964 }
1965 }
1966 }
1967 }
1968 }
1969 }
1970 }
1971 }
1972 }
1973 }
1974 }
1975 }
1976 }
1977 }
1978 }
1979 }
1980 }
1981 }
1982 }
1983 }
1984 }
1985 }
1986 }
1987 }
1988 }
1989 }
1990 }
1991 }
1992 }
1993 }
1994 }
1995 }
1996 }
1997 }
1998 }
1999 }
2000 }
2001 }
2002 }
2003 }
2004 }
2005 }
2006 }
2007 }
2008 }
2009 }
2010 }
2011 }
2012 }
2013 }
2014 }
2015 }
2016 }
2017 }
2018 }
2019 }
2020 }
2021 }
2022 }
2023 }
2024 }
2025 }
2026 }
2027 }
2028 }
2029 }
2030 }
2031 }
2032 }
2033 }
2034 }
2035 }
2036 }
2037 }
2038 }
2039 }
2040 }
2041 }
2042 }
2043 }
2044 }
2045 }
2046 }
2047 }
2048 }
2049 }
2050 }
2051 }
2052 }
2053 }
2054 }
2055 }
2056 }
2057 }
2058 }
2059 }
2060 }
2061 }
2062 }
2063 }
2064 }
2065 }
2066 }
2067 }
2068 }
2069 }
2070 }
2071 }
2072 }
2073 }
2074 }
2075 }
2076 }
2077 }
2078 }
2079 }
2080 }
2081 }
2082 }
2083 }
2084 }
2085 }
2086 }
2087 }
2088 }
2089 }
2090 }
2091 }
2092 }
2093 }
2094 }
2095 }
2096 }
2097 }
2098 }
2099 }
2100 }
2101 }
2102 }
2103 }
2104 }
2105 }
2106 }
2107 }
2108 }
2109 }
2110 }
2111 }
2112 }
2113 }
2114 }
2115 }
2116 }
2117 }
2118 }
2119 }
2120 }
2121 }
2122 }
2123 }
2124 }
2125 }
2126 }
2127 }
2128 }
2129 }
2130 }
2131 }
2132 }
2133 }
2134 }
2135 }
2136 }
2137 }
2138 }
2139 }
2140 }
2141 }
2142 }
2143 }
2144 }
2145 }
2146 }
2147 }
2148 }
2149 }
2150 }
2151 }
2152 }
2153 }
2154 }
2155 }
2156 }
2157 }
2158 }
2159 }
2160 }
2161 }
2162 }
2163 }
2164 }
2165 }
2166 }
2167 }
2168 }
2169 }
2170 }
2171 }
2172 }
2173 }
2174 }
2175 }
2176 }
2177 }
2178 }
2179 }
2180 }
2181 }
2182 }
2183 }
2184 }
2185 }
2186 }
2187 }
2188 }
2189 }
2190 }
2191 }
2192 }
2193 }
2194 }
2195 }
2196 }
2197 }
2198 }
2199 }
2200 }
2201 }
2202 }
2203 }
2204 }
2205 }
2206 }
2207 }
2208 }
2209 }
2210 }
2211 }
2212 }
2213 }
2214 }
2215 }
2216 }
2217 }
2218 }
2219 }
2220 }
2221 }
2222 }
2223 }
2224 }
2225 }
2226 }
2227 }
2228 }
2229 }
2230 }
2231 }
2232 }
2233 }
2234 }
2235 }
2236 }
2237 }
2238 }
2239 }
2240 }
2241 }
2242 }
2243 }
2244 }
2245 }
2246 }
2247 }
2248 }
2249 }
2250 }
2251 }
2252 }
2253 }
2254 }
2255 }
2256 }
2257 }
2258 }
2259 }
2260 }
2261 }
2262 }
2263 }
2264 }
2265 }
2266 }
2267 }
2268 }
2269 }
2270 }
2271 }
2272 }
2273 }
2274 }
2275 }
2276 }
2277 }
2278 }
2279 }
2280 }
2281 }
2282 }
2283 }
2284 }
2285 }
2286 }
2287 }
2288 }
2289 }
2290 }
2291 }
2292 }
2293 }
2294 }
2295 }
2296 }
2297 }
2298 }
2299 }
2300 }
2301 }
2302 }
2303 }
2304 }
2305 }
2306 }
2307 }
2308 }
2309 }
2310 }
2311
```

```

lastcode222.ino
...
257 {
258   digitalWrite (water_system, LOW);
259   Serial.println("Water system ON");
260 }
261 else if((dt.hour() == TIME1 || TIME2 || TIME3) && pHValue <min_pH)
262 {
263   digitalWrite (pH_Up,LOW);
264   Serial.println("pH_Up ON");
265   delay(pH_Up_time*1000);
266   digitalWrite (pH_Up,HIGH);
267   Serial.println("pH_Up OFF");
268   delay(pH_Up_time*1000);
269 }
270 else if ((dt.hour() == TIME1 || TIME2 || TIME3) && (pHValue > max_pH))
271 {
272   digitalWrite (pH_Down,LOW);
273   Serial.println("pH_Down ON");
274   delay(pH_Down_time*1000);
275   digitalWrite (pH_Down,HIGH);
}

```

Output Serial Monitor x

Not connected: Select a board and a port to connect automatically.

DAY:0 DATE:2022/12/12 16:11:14
water level : 23.31 cm
pH = 8.27
EC Value : 0.36 milliSemens/cm
pH_Down ON
pH_Down OFF
Humidity: 75.00 % Temperature: 25.80 degree celsius
Cooling Fan ON

รูปที่ 4.31 ระบบปรับค่าพีเอช

```

lastcode222.ino
180 Serial.print(dt.month(), DEC);
181 Serial.print('/');
182 Serial.print(dt.day(), DEC);
183 Serial.print(' ');
184 Serial.print(dt.hour(), DEC);
185 Serial.print(':');
186 Serial.print(dt.minute(), DEC);
187 Serial.print(':');
188 Serial.print(dt.second(), DEC);
189 Serial.println("");
190 delay(10000);
191 Serial.print("water level : ");
192 Serial.print(level);
193 Serial.print(" cm");
194 Serial.println();
195 Serial.print("pH = ");
196 Serial.println(pHValue);
197 Serial.print("EC Value : ");
198 Serial.println(ECValue);

```

Output Serial Monitor x

Not connected: Select a board and a port to connect automatically.

DAY:0 DATE:2022/12/12 16:51:54
water level : 23.31 cm
pH = 6.03
EC Value : 0.86 milliSemens/cm
Pump_A ON
39.30Pump_B ON
Humidity: 75.00 % Temperature: 25.80 degree celsius
Cooling Fan ON

รูปที่ 4.32 ระบบทำการปรับค่า EC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

lastcode222.ino
180 Serial.print(dt.month(), DEC);
181 Serial.print('/');
182 Serial.print(dt.day(), DEC);
183 Serial.print(' ');
184 Serial.print(dt.hour(), DEC);
185 Serial.print(':');
186 Serial.print(dt.minute(), DEC);
187 Serial.print(':');
188 Serial.print(dt.second(), DEC);
189 Serial.println("");
190 delay(10000);
191 Serial.print("water level : ");
192 Serial.print(level);
193 Serial.print(" cm");
194 Serial.println();
195 Serial.print("pH = ");
196 Serial.println(pHValue);
197 Serial.print("EC Value : ");
198 Serial.println(ECValue);

Output Serial Monitor x
Not connected. Select a board and a port to connect automatically.

DAY:0 DATE:2022/12/12 16:59:24
water level : 23.00 cm
pH = 6.39
EC Value = 1.43 mS/cm
Water system 0
Humidity: 75.00 % Temperature: 25.80 degree celsius
Cooling Fan ON

```

รูปที่ 4.33 ป้อนน้ำวนจะเริ่มทำงาน

4.8 การทดสอบการทำงานของระบบโดยทดสอบร่วมกับแอปพลิเคชันมือถือ

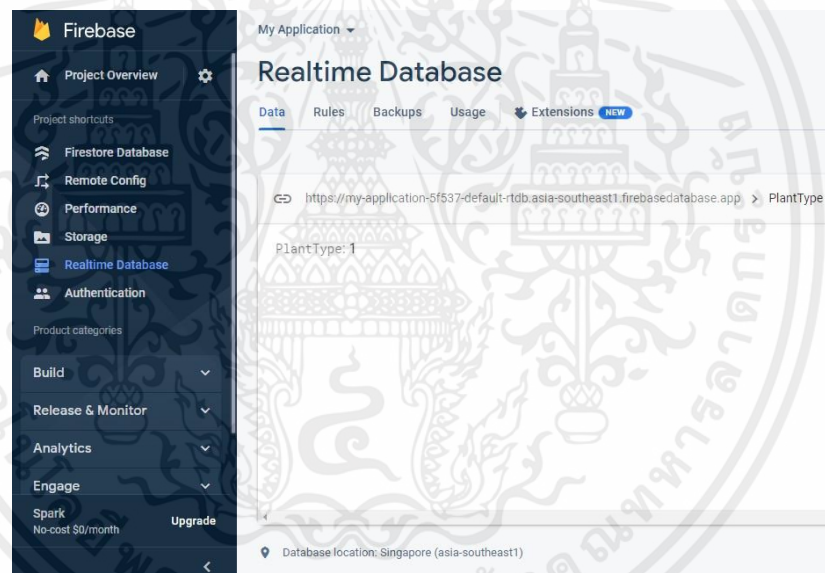
ทดสอบการทำงานของระบบทั้งหมดโดยทดสอบร่วมกับแอปพลิเคชันมือถือ โดยทำการทดสอบกับปั๊มระบบน้ำวน, ปั๊มสำหรับดูดน้ำเข้า, ปั๊มสำหรับดูดน้ำออก, ปั๊มที่พ่นไอน้ำ, ปั๊มตัวลดค่าพีเอช, ปั๊มตัวเพิ่มค่าพีเอช, ปั๊มใส่ปุ๋ย, พัดลมลดอุณหภูมิ, พัดลมเพิ่มอุณหภูมิ และไฟแอลอีดี โดยมีการทดสอบ 2 แบบ คือ แบบที่ 1 ทดสอบการทำงานของระบบโดยที่มีข้อมูลของพีชอยู่ในระบบ และแบบที่ 2 ทดสอบการทำงานของระบบโดยการกรอกข้อมูลลงในระบบ ผลที่ได้มีดังนี้

4.8.1 แบบที่ 1 ทดสอบการทำงานของระบบโดยที่มีข้อมูลของพีชอยู่ในระบบ

ทดสอบการทำงานของระบบโดยที่มีข้อมูลของพีชอยู่ในระบบ โดยทำการเปิดแอปพลิเคชันแล้วกดไปที่ปุ่ม Setting จากนั้นเลือกชนิดพืชที่ต้องการปลูก ในการทดสอบนี้จะใช้ต้นกรีนโอ๊คเป็นพืชในการทดสอบ จึงกดไปที่ปุ่มกรีนโอ๊ค และกด Start แอปพลิเคชันจะทำการส่งข้อมูลไปที่ Firebase ต้นกรีนโอ๊คเป็นต้นที่มีข้อมูลในระบบอยู่แล้ว แอปพลิเคชันจึงทำการส่งค่า 1 ไปที่ Firebase ดังรูปที่ 4.34 จากนั้น Firebase ส่งข้อมูลต่อไปที่ Arduino

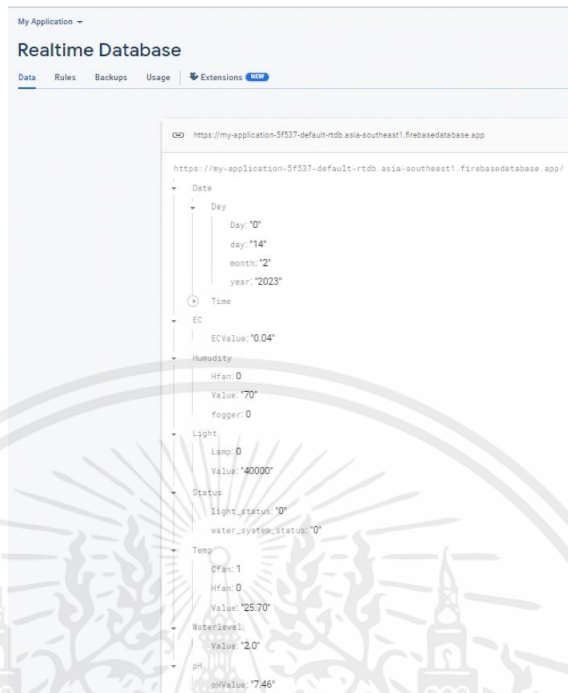
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

UNO Wi-Fi R3 ATmega328P ESP8266 ซึ่งเป็นศูนย์กลางในการควบคุมระบบคำสั่งต่าง ๆ จากนั้นศูนย์กลางในการควบคุมระบบจะสั่งการให้เซนเซอร์เริ่มทำการวัดค่า และทำการส่งค่าที่เซนเซอร์วัดได้ไปที่ Firebase ดังรูปที่ 4.35 Firebase จะทำการส่งค่าที่เซนเซอร์วัดได้ไปที่แอปพลิเคชันในหน้า Dashboard ดังแสดงดังรูปที่ 4.36 จากนั้นจะทำการตรวจสอบว่าค่าที่วัดได้ตรงกับค่าที่ระบบได้รับคำสั่งมาหรือไม่ ถ้าใช่ระบบจะสั่งการให้ปั๊มระบบน้ำวน, ปั๊มสำหรับดูดน้ำเข้า, ปั๊มสำหรับดูดน้ำออก, ปั๊มที่พ่นไอน้ำ, ปั๊มตัวลดค่าพีเอช, ปั๊มตัวเพิ่มค่าพีเอช, ปั๊มใส่ปุ๋ย, พัดลมลดอุณหภูมิ, พัดลมเพิ่มอุณหภูมิ และไฟแอลอีดีทำงานตามคำสั่งของระบบ

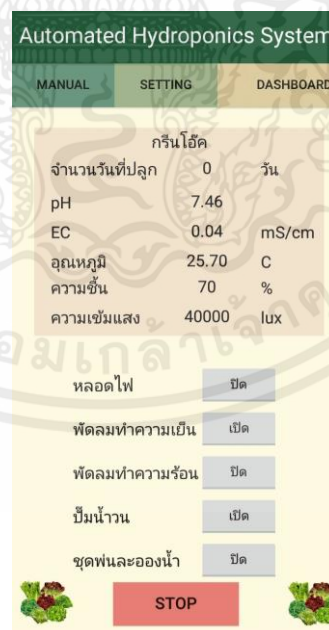


รูปที่ 4.34 แอปพลิเคชันส่งค่า 1 ไปที่ Firebase

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.35 เซนเซอร์ทำการส่งค่าที่วัดได้ไปที่ Firebase

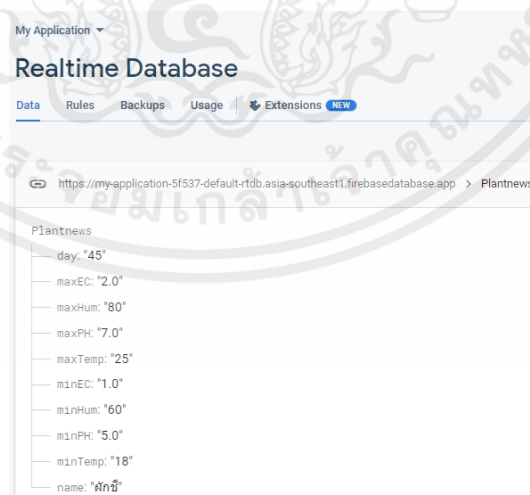


รูปที่ 4.36 เซนเซอร์ทำการส่งค่าที่วัดได้ไปที่แอปพลิเคชันในหน้า Dashboard

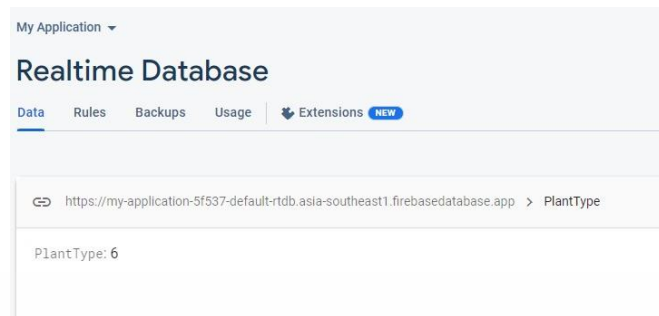
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.8.2 แบบที่ 2 ทดสอบการทำงานของระบบโดยการกรอกข้อมูลลงในระบบ

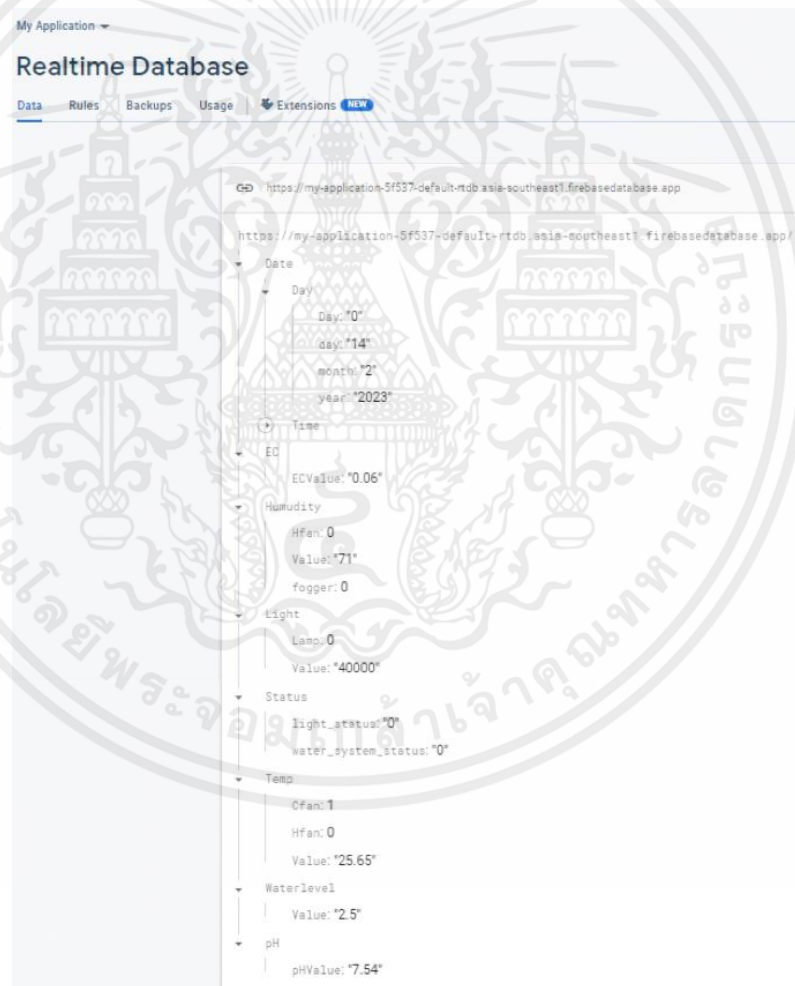
ทดสอบการทำงานของระบบโดยการกรอกข้อมูลลงในระบบ โดยทำการเปิดแอปพลิเคชันแล้วกดไปที่ปุ่ม Setting จากนั้นกดที่ปุ่มอื่น ๆ ทำการกรอกข้อมูลของพืชที่ต้องการปลูกตามที่ในแอปพลิเคชันกำหนด เมื่อกรอกข้อมูลจนครบให้กดปุ่ม ADD เพื่อทำการส่งข้อมูลไปเก็บไว้ในระบบก่อนดังรูปที่ 4.37 และกด Start แอปพลิเคชันจึงทำการส่งค่า 6 ไปที่ Firebase ดังรูปที่ 4.38 จากนั้น Firebase ส่งข้อมูลต่อไปที่ Arduino UNO Wi-Fi R3 ATmega328P ESP8266 ซึ่งเป็นศูนย์กลางในการควบคุมระบบคำสั่งต่าง ๆ จากนั้นศูนย์กลางในการควบคุมระบบจะสั่งการให้เซนเซอร์เริ่มทำการวัดค่า และทำการส่งค่าที่เซนเซอร์วัดได้ไปที่ Firebase ดังรูปที่ 4.39 Firebase จะทำการส่งค่าที่เซนเซอร์วัดได้ไปที่แอปพลิเคชันในหน้า Dashboard ดังแสดงดังรูปที่ 4.40 จากนั้นจะทำการตรวจสอบว่าค่าที่วัดได้ตรงกับค่าที่ระบบได้รับคำสั่งมาหรือไม่ ถ้าใช่ระบบจะสั่งการให้ปั๊มระบบน้ำวน, ปั๊มสำหรับดูดน้ำเข้า, ปั๊มสำหรับดูดน้ำออก, ปั๊มที่พ่นไอน้ำ, ปั๊มตัวลดค่าพีเอช, ปั๊มตัวเพิ่มค่าพีเอช, ปั๊มใส่ปุ๋ย, พัดลมลดอุณหภูมิ, พัดลมเพิ่มอุณหภูมิ และไฟแอลอีดีทำงานตามคำสั่งของระบบ



รูปที่ 4.37 แอปพลิเคชันทำการส่งข้อมูลไปที่ Firebase



รูปที่ 4.38 แอปพลิเคชันส่งค่า 6 ไปที่ Firebase



รูปที่ 4.39 เซนเซอร์ทำการส่งค่าที่วัดได้ไปที่ Firebase

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.40 เซนเซอร์ทำการส่งค่าที่วัดได้ไปที่แอปพลิเคชันในหน้า Dashboard

4.9 ทดลองเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของพืชไฮโดรโปนิคส์

ทดลองเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของพืชไฮโดรโปนิคส์ที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิคส์อัตโนมัติกับพืชไฮโดรโปนิคส์ที่ไม่ได้ปลูกในระบบไฮโดรโปนิคส์อัตโนมัติ แต่ปลูกโดยใช้ระบบน้ำนิ่ง ซึ่งควบคุมการปรับค่าพีเอชและทำการใส่ปุ๋ยเพียง 1 ครั้งตอนปลูกได้ 15 วัน และวางไว้ในที่ระเบียงที่ได้รับแสงแดดจัดแค่ช่วง 08.00-12.00 น. ทำการเปรียบเทียบเมื่อต้นพืชอายุ 15 วัน, 30 วัน และ 45 วัน โดยในการทดลองนี้ใช้ ต้นกรีนไค้เป็นพืชในการทดลอง ผลที่ได้คือ พืชไฮโดรโปนิคส์อายุ 15 วันทีปลูกในระบบไฮโดรโปนิคส์อัตโนมัติแสดงดังรูปที่ 4.41 กับพืชไฮโดรโปนิคส์อายุ 15 วันที่ไม่ได้ปลูกในระบบไฮโดรโปนิคส์อัตโนมัติแสดงดังรูปที่ 4.42 จะเห็นว่าขนาดของต้นพืชมีขนาดใกล้เคียงกัน เพราะเป็นการนำต้นที่ทำกาเพาะมาได้ 15 วัน มาย้ายลงกระถางปลูก พืชไฮโดรโปนิคส์อายุ 30 วันทีปลูกในระบบไฮโดรโปนิคส์อัตโนมัติแสดงดังรูปที่ 4.43 กับพืชไฮโดรโปนิคส์อายุ 30 วันที่ไม่ได้ปลูกในระบบไฮโดรโปนิคส์อัตโนมัติแสดงดังรูปที่ 4.44 จะเห็นว่าขนาดของ ต้นพืชไฮโดรโปนิคส์ทีปลูกในระบบมีขนาดใหญ่มากกว่า พืชไฮโดรโปนิคส์อายุ 45 วันทีปลูกในระบบไฮโดรโปนิคส์

อัตราโน้ตแสดงดังรูปที่ 4.45 กับพืชไฮโดรโปนิคส์อายุ 45 วันที่ไม่ได้ปลูกในระบบไฮโดรโปนิคส์อัตราโน้ตแสดงดังรูปที่ 4.46 จะเห็นว่าขนาดของต้นพืชไฮโดรโปนิคส์ที่ปลูกในระบบมีขนาดใหญ่กว่ามาก พืชไฮโดรโปนิคส์ที่ไม่ได้ปลูกในระบบจะโตช้าและยืดยาวเนื่องจากได้รับสารอาหารและแสงไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโต พืชไฮโดรโปนิคส์ที่ปลูกในระบบได้รับการดูแลอย่างดีได้รับสารอาหารเพียงพอต่อการเจริญเติบโต มีระบบคอยควบคุมค่าพีเอชของน้ำ, ค่าของปุ๋ย, ค่าความชื้น และค่าอุณหภูมิให้เหมาะสมกับพืชที่ปลูก รวมไปถึงการให้แสงเพียงพอต่อการเจริญเติบโตของพืช



รูปที่ 4.41 พืชไฮโดรโปนิคส์อายุ 15 วันทีปลูกในระบบไฮโดรโปนิคส์อัตราโน้ต



รูปที่ 4.42 พืชไฮโดรโปนิคส์อายุ 15 วันที่ไม่ได้ปลูกในระบบไฮโดรโปนิคส์อัตราโน้ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.43 พืชไฮโดรโปนิคส์อายุ 30 วันที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิคส์อัตโนมัติ



รูปที่ 4.44 พืชไฮโดรโปนิคส์อายุ 30 วันที่ไม่ได้ปลูกในระบบไฮโดรโปนิคส์อัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.45 พืชไฮโดรโปนิคส์อายุ 45 วันที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิคส์อัตโนมัติ



รูปที่ 4.46 พืชไฮโดรโปนิคส์อายุ 45 วันที่ไม่ได้ปลูกในระบบไฮโดรโปนิคส์อัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

โครงการเรื่องระบบไฮโดรโปนิคส์อัตโนมัติสร้างขึ้นมาเพื่ออำนวยความสะดวกให้กับผู้ที่ต้องการปลูกพืชไฮโดรโปนิคส์ ทั้งที่ทำเป็นธุรกิจหรือปลูกไว้รับประทานเอง แต่ไม่มีเวลาในการดูแลสวนพืชไฮโดรโปนิคส์ ทางผู้จัดทำจึงได้ทำการออกแบบระบบไฮโดรโปนิคส์อัตโนมัติ โดยใช้ Arduino UNO Wi-Fi R3 ATmega328P ESP8266 เป็นศูนย์กลางในการควบคุมระบบคำสั่งต่าง ๆ ได้แก่ การเปิด-ปิดปั้มน้ำ, ปั้มน้ำพ่นไอน้ำ, ปั้มตัวลดค่า pH, ปั้มตัวเพิ่มค่า pH, ปั้มใส่ปุ๋ย, พัดลมลดอุณหภูมิ, พัดลมเพิ่มอุณหภูมิ และการเปิด-ปิดไฟแบบอัตโนมัติ และยังสามารถควบคุมการใช้งานผ่านแอปพลิเคชันมือถือได้ โดยการใส่ข้อมูลให้ระบบไฮโดรโปนิคส์อัตโนมัติหรือเลือกปลูกพืชที่มีข้อมูลในระบบอยู่แล้วก็ตาม ระบบไฮโดรโปนิคส์อัตโนมัติจะทำงานตามข้อมูลที่ป้อนเข้าไป เมื่อทำการทดสอบระบบไฮโดรโปนิคส์อัตโนมัติที่ได้จัดทำขึ้น ระบบสามารถใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์และขอบเขตที่ผู้จัดทำได้วางแผนไว้ จากการทดสอบค่าที่เซนเซอร์วัดได้มีความคลาดเคลื่อนเพียงเล็กน้อยดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 ตารางค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยจากการทดสอบที่เซนเซอร์วัดได้

เซนเซอร์ที่ใช้ทดสอบ	ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)
เซนเซอร์วัดระดับน้ำ	1.92
เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ	1.33
เซนเซอร์วัดความชื้นสัมพัทธ์	3.29
เซนเซอร์วัดความเข้มแสง	1.38
เซนเซอร์วัดค่า EC	2.25
เซนเซอร์วัดค่าพีเอช	2.39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะ

ปุ๋ยของพืชไฮโดรโปนิคส์มี 2 ชนิด คือชนิด A และชนิด B และต้องใส่ชนิด A ก่อนชนิด B 15 นาที เพราะถ้าใส่พร้อมกันจะทำให้เกิดการตกตะกอน เป็นผลให้พืชไม่สามารถดูดซึมปุ๋ยได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

- [1] Farm Channel. วิธีการดูแลผักสลัด. (2563). สืบค้นเมื่อ 5 กันยายน 2565. สืบค้นจาก: <https://farmchannelthailand.com/main>
- [2] Michael. How to grow hydroponic mint. (2563). สืบค้นเมื่อ 5 กันยายน 2565. สืบค้นจาก: <https://www.nosoilsolutions.com/how-to-grow-hydroponic-mint/>
- [3] Vsaduidoma. ต้นโหระพา. (2560). สืบค้นเมื่อ 5 กันยายน 2565. สืบค้นจาก: <https://vsaduidoma.com/th/2017/01/25/vyrashhivanie-bazilika-domashnih-usloviyah-i-na-gryadke/>
- [4] Zen hydroponics. Watercress. (2557). สืบค้นเมื่อ 5 กันยายน 2565. สืบค้นจาก: <https://zen-hydroponics.blogspot.com/2014/06/water-cress.html>
- [5] ปิยะพร สายแสง. “ระบบอัจฉริยะควบคุมการใช้พลังงานในห้องประชุม” Relay. หลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการพลังงาน. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. ปี 2559.
- [6] Cybertice. Board Arduino UNO Wi-Fi R3 ATmega328P ESP8266. (2563). สืบค้นเมื่อ 12 กันยายน 2565. สืบค้นจาก: <https://www.cybertice.com/product/1723/arduino-unowifi-r3atmega328pesp8266-32mb-memory-usb-ttl-ch340g-compatible-for-arduino-uno-nodemcu-w>
- [7] The Invention. สอนการใช้งาน Ultrasonic Module HC-SR04 กับ Arduino UNO. (2564). สืบค้นเมื่อ 12 กันยายน 2565. สืบค้นจาก: <https://www.ai-corporation.net/2022/02/28/ultrasonic-module-hc-sr04-with-arduino-uno/>
- [8] Igetled. 12V DC ปั๊มสารเคมีขนาดเล็ก. (2564). สืบค้นเมื่อ 12 กันยายน 2565. สืบค้นจาก: <https://www.igetled.com/product/289/12v-dc>
- [9] Forfarm. ปั๊มน้ำสำหรับปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ ระบบน้ำวน แบบถ่วงน้ำแยกแต่ละโตะ. (2564). สืบค้นเมื่อ 12 กันยายน 2565. สืบค้นจาก: <https://forfarm.co/hydroponic-water-pump/>
- [10] Hwlibre. DHT22 – เซ็นเซอร์อุณหภูมิและความชื้นที่แม่นยำ. (2563). สืบค้นเมื่อ 13 กันยายน 2565. สืบค้นจาก: <https://www.hwlibre.com/th/dht22/>

- [11] Parede. DHT22 – พินไดอะแกรมวงจรและการใช้งาน. (2562). สืบค้นเมื่อ 14 กันยายน 2565. สืบค้นจาก: <https://th.jf-parede.pt/dht22-pin-diagram-circuit>
- [12] Arduinothai. สอนการใช้งานบอร์ด Arduino Uno R3 กับ Light intensity sensor : BH1750FVI และGY-30. (2564). สืบค้นเมื่อ 14 กันยายน 2565. สืบค้นจาก: <https://www.analogread.com/article/138>
- [13] Neonics. TDS SENSOR. (2560). สืบค้นเมื่อ 14 กันยายน 2565. สืบค้นจาก: <https://www.neonics.biz/water-quality/what-is-tds-meters/>
- [14] Mybest. 10 อันดับ ไฟเลี้ยงต้นไม้ แบบไหนดี ปี 2022 LED Light สีแดง สีน้ำเงิน สีขาว. (2563). สืบค้นเมื่อ 14 กันยายน 2565. สืบค้นจาก: <https://my-best.in.th/52184>
- [15] Kapok. 6 เรื่องน่ารู้ก่อนซื้อพัดลมไอเย็น ทางเลือกดี ร้อน ราคาไม่แพง พลังมเย็นไม่แพ้แอร์. (2564). สืบค้นเมื่อ 14 กันยายน 2565. สืบค้นจาก: <https://home.kapook.com/view65277.html>
- [16] Chiangmaiaircare. Heater. (2565). สืบค้นเมื่อ 14 กันยายน 2565. สืบค้นจาก: <https://www.chiangmaiaircare.com>
- [17] Tamfarmdee. วิธีการปลูกพืชไฮโดรโปนิคส์. (2563). สืบค้นเมื่อ 18 กันยายน 2565. สืบค้นจาก: <https://www.tamfarmdee.com/content>
- [18] Idesignorganic. ปุ๋ยที่ใช้ในการปลูกพืชไฮโดรโปนิคส์. (2563). สืบค้นเมื่อ 18 กันยายน 2565. สืบค้นจาก: <https://idesignorganic.com>
- [19] Blogspot. เรื่องน่ารู้!! “ปุ๋ย A B” สำหรับคนอยากลองปลูกผักสลัด Hydroponic และการปรับค่า EC pH ที่เหมาะสม. สืบค้นเมื่อ 18 กันยายน 2565. สืบค้นจาก: <https://reuangded.blogspot.com/2016/03/knowhow-hydroponics-atthome.html>
- [20] Mindphp. Android Studio แอนดรอยด์ สตูดิโอ คืออะไร. (2563). สืบค้นเมื่อ 18 กันยายน 2565. สืบค้นจาก: <https://www.mindphp.com/A3/3505-android-studio.html>
- [21] Cybertice. สอนใช้งาน NodeMCU ESP8266 วัดระยะทางด้วย เซ็นเซอร์วัดระยะทาง Ultrasonic Module HC-SR04. (2562). สืบค้นเมื่อ 18 กันยายน 2565. สืบค้นจาก: <https://www.cybertice.com/article/187>
- [22] Lungmaker. การใช้งาน UNO WiFi R3 ATmega328P ESP8266 เบื้องต้น. (2563). สืบค้นเมื่อ 18 กันยายน 2565. สืบค้นจาก: <http://www.lungmaker.com>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

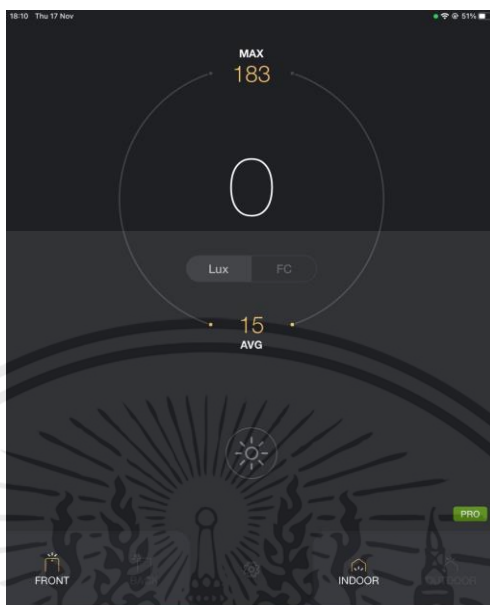
- [23] Cybertice. สอนใช้งาน Arduino UNO+WiFi R3 ATmega328P+ESP8266 Web Server Wi-Fi. (2563). สืบค้นเมื่อ 18 กันยายน 2565. สืบค้นจาก: <https://www.Cybertice.com/article/390>
- [24] Dfrobot. การใช้งาน TDS Sensor. (2563). สืบค้นเมื่อ 19 กันยายน 2565. สืบค้นจาก: <https://www.farnell.com/datasheets/3161977.pdf>
- [25] Cybertice. DHT22 Sensor. (2562). สืบค้นเมื่อ 19 กันยายน 2565. สืบค้นจาก: <https://www.cybertice.com/product/697/dht22-am2302-module->
- [26] Awsli. How to use a PH probe and sensor. (2561). สืบค้นเมื่อ 19 กันยายน 2565. สืบค้นจาก: <https://cdn.awsli.com.br/969/969921/arquivos/ph-sensor-ph-4502c.pdf>
- [27] ETT. คู่มือบอร์ดเซ็นเซอร์วัดความเข้มแสง BH1750 LUX SENSOR. (2560). สืบค้นเมื่อ 19 กันยายน 2565. สืบค้นจาก: <http://www.ett.co.th/productSensor/BH1750%20LUX%20SENSOR/man-th-BH1750.pdf>
- [28] Neonics. ค่า EC (Electrical Conductivity). (2561). สืบค้นเมื่อ 19 กันยายน 2565. สืบค้นจาก: <https://www.neonics.biz/conductivity-of-water/electricalconductivity/>
- [29] Juihuawittaya. 24 ประโยชน์ของพีซีไฮโดรโปนิกส์. (2562). สืบค้นเมื่อ 22 กันยายน 2565. สืบค้นจาก: [http://www.juihuawittaya.ac.th/newsdetail_19352_230452#:~: text](http://www.juihuawittaya.ac.th/newsdetail_19352_230452#:~:text)
- [30] Kasetgo. สูตรปุ๋ย AB ไฮโดรโปนิกส์สูตรนี้ใช้ได้กับการปลูกผักสลัดสูตร 10 ลิตร. (2564). สืบค้นเมื่อ 22 กันยายน 2565. สืบค้นจาก: <https://kasetgo.com/t/ab-10-3-5-stock-a-10-1/752605>
- [31] MarcusCode. ภาษา Java. (2559). สืบค้นเมื่อ 18 มกราคม 2566. สืบค้นจาก: <http://marcuscode.com/lang/java>
- [32] Palm. เริ่มต้นสร้าง Android Application พื้นฐานด้วย Android Studio. (2561). สืบค้นเมื่อ 18 มกราคม 2566. สืบค้นจาก: <https://medium.com>
- [33] Minseo. เขียนแอปแอนดรอยด์ตั้งแต่เริ่มต้น. (2565). สืบค้นเมื่อ 18 มกราคม 2566. สืบค้นจาก: <https://developers.ascendcorp.com>
- [34] Invention. มอเตอร์ไฟฟ้า. (2564). สืบค้นเมื่อ 18 มกราคม 2566. สืบค้นจาก: <https://www.ai-corporation.net/2021/11/16/what-is-a-motor/>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

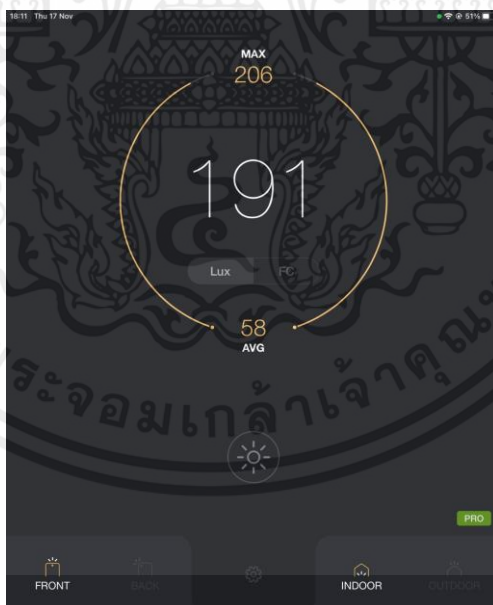
- [35] Factomart. Switching Power Supply. (2564). สืบค้นเมื่อ 18 มกราคม 2566. สืบค้นจาก:
<https://mall.factomart.com/principle-of-switching-power-supply/>
- [36] HydroponicSME. วิธีการปลูกพืชไร้ดิน. (2561). สืบค้นเมื่อ 29 มกราคม 2566. สืบค้นจาก:
<https://www.hydroponic-sme.com>
- [37] เรื่องเด็ด. ปู๋ยไฮโดรโปนิกส์. (2560). สืบค้นเมื่อ 30 มกราคม 2566. สืบค้นจาก:
<https://reuangedd.blogspot.com/2016/03/knowhow-hydroponics-at-home.html>
- [38] Spring green. การอนุบาลพืชไฮโดรโปนิกส์. (2560). สืบค้นเมื่อ 1 กุมภาพันธ์ 2566. สืบค้นจาก: <https://www.sgethai.com/article>
- [39] Prumus. หลักการทำงานของ Switching. (2563). สืบค้นเมื่อ 1 กุมภาพันธ์ 2566. สืบค้นจาก: <https://www.primusthai.com/primus/Knowledge/info?ID=224>
- [40] Mindphp. ความรู้เบื้องต้น Firebase. (2563). สืบค้นเมื่อ 2 กุมภาพันธ์ 2566. สืบค้นจาก:
<https://www.mindphp.com/-what-is-firebase-backend.html>
- [41] Techotopia. Firebase Essentials - Android Edition. (2560). สืบค้นเมื่อ 2 กุมภาพันธ์ 2566. สืบค้นจาก: https://www.techotopia.com/Index.Php/Firebase_Essentials_-_Android_Edition
- [42] Forfarm. การปลูกผักไฮโดรโปนิกส์. (2564). สืบค้นเมื่อ 8 กุมภาพันธ์ 2566. สืบค้นจาก:
<https://forfarm.co/how-to-use-sponge-in-hydroponics/>
- [43] HydroGroup. การปลูกผักไฮโดรโปนิกส์. (2564). สืบค้นเมื่อ 9 กุมภาพันธ์ 2566. สืบค้นจาก:
https://web.facebook.com/Hydroponic.ok/posts/2923307524548050/?_rdc=1&_rdr



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

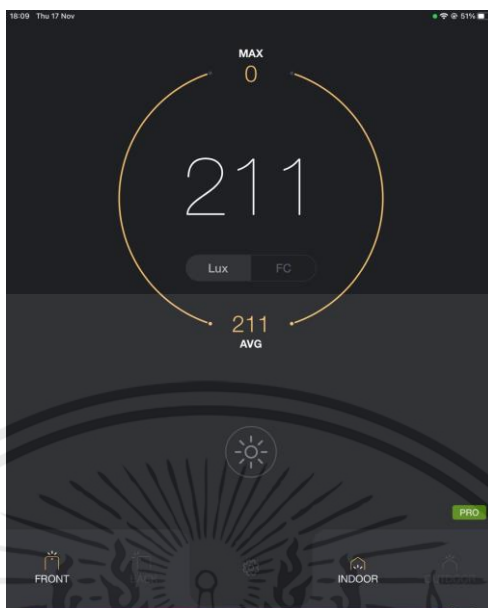


ผลการอ่านค่าความเข้มแสงที่วัดได้จริงในตู้ที่มีด



ผลการอ่านค่าความเข้มแสงที่วัดได้จริงในที่เปิดไฟสลัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ผลการอ่านค่าความเข้มแสงที่วัดได้จริงในที่เปิดไฟจ้า

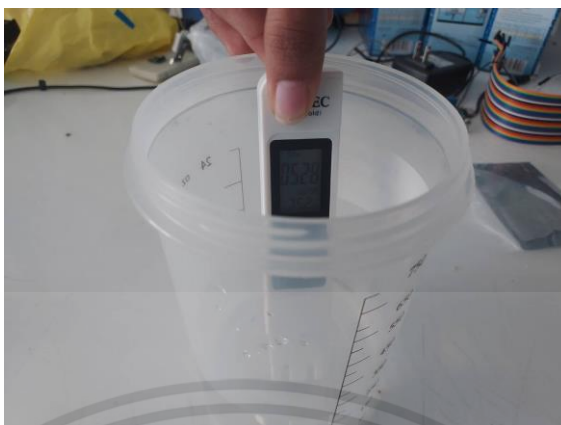


ผลการอ่านค่าความเข้มแสงที่วัดได้จริงขณะเอาไฟส่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ผลการอ่านค่า EC ที่วัดได้จริงในน้ำเปล่า 250 มิลลิลิตร



ผลการอ่านค่า EC ที่วัดได้จริงในน้ำเปล่าผสมกับปุ๋ย A และ B อย่างละ 1 มิลลิลิตร



ผลการอ่านค่า EC ที่วัดได้จริงในน้ำเปล่าผสมกับปุ๋ย A และ B อย่างละ 2 มิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



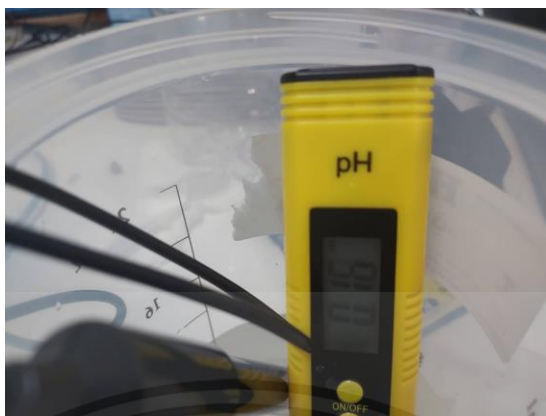
ผลการอ่านค่า EC ที่วัดได้จริงในน้ำเปล่าผสมกับปุ๋ย A และ B อย่างละ 3 มิลลิลิตร



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ผลการวัดค่า pH ที่วัดได้จริงในน้ำเปล่าผสม pH down 5 มิลลิลิตร



ผลการวัดค่า pH ที่วัดได้จริงในน้ำเปล่าผสม pH down 1 มิลลิลิตร



ผลการวัดค่า pH ที่วัดได้จริงในน้ำเปล่า 250 มิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ผลการวัดค่า pH ที่วัดได้จริงในน้ำเปล่าผสม pH up 5 มิลลิตร



ผลการวัดค่า pH ที่วัดได้จริงในน้ำเปล่าผสม pH up 15 มิลลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปโรงเรือนระบบไฮโดรโปนิคส์อัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โค้ดที่ใช้สั่งงานระบบไฮโดรโบนิกส์อัตโนมัติ

โค้ดสำหรับ Arduino

```
#include <RTClib.h>
#include <Wire.h>
#include <BH1750.h>
#include <GravityTDS.h>
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>
#include <DHT.h>
#define pH_Up 12
#define pH_Down 11
#define light 4
#define water_system 6
#define water_out 7
#define Pumpwaterin 8
#define Pump_A 10
#define Pump_B 9
#define TdsSensorPin A0
#define ONE_WIRE_BUS A1
#define mixmotor 3
#define DHTPIN 5
#define DHTTYPE DHT22
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
RTC_DS3231 RTC;
BH1750 lightMeter;
DateTime dtBegin (0, 0, 0, 0, 0, 0);
TimeSpan DAY;
#define trigPin 2
#define echoPin 13
OneWire oneWire(ONE_WIRE_BUS);
GravityTDS gravityTds;
DallasTemperature sensorstemp(&oneWire);
String Sensor, FromESP, data;
int light_s = 0 ;
int water_status = 0 ;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

const int analogPhPin = 13;
long phTot, temTot;
float phAvg, temAvg;

int x;
float C = 26.1157;
float m = -6.93846;

float duration, cm ,level;
    const int OnHour = 16;
    const int OffHour = 8;
    const int TIME1 = 6;
    const int TIME2 = 13;
    const int TIME3 = 20;
float max_water = 22.5;
int min_water = 0;
int pH_Up_time = 1;
int pH_Down_time = 1;
float lux;
float tdsValue,ECValue,phVoltage,pHValue;
float h,t;
int DAYS,Hour,Minute,Second,day,Month,Year;
    float max_EC;
    float min_EC;
    float max_pH;
    float min_pH;
int Year2, Month2, DDay2;

void setup() {
    Serial.begin(115200);
    Wire.begin();
    RTC.begin();
    dht.begin();
    DateTime now = RTC.now();
    //RTC.adjust(DateTime(__DATE__, __TIME__));
    lightMeter.begin();
    delay(1000);
    pinMode(light, OUTPUT);
    digitalWrite(light, HIGH);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

pinMode (Pumpwaterin,OUTPUT);
digitalWrite(Pumpwaterin, HIGH);
pinMode (Pump_A,OUTPUT);
digitalWrite(Pump_A, HIGH);
pinMode (Pump_B,OUTPUT);
digitalWrite(Pump_B, HIGH);
pinMode (water_out,OUTPUT);
digitalWrite(water_out, HIGH);
pinMode (water_system,OUTPUT);
digitalWrite(water_system, HIGH);
pinMode (pH_Up,OUTPUT);
digitalWrite(pH_Up, HIGH);
pinMode (pH_Down,OUTPUT);
digitalWrite(pH_Down, HIGH);
pinMode (mixmotor,OUTPUT);
digitalWrite(mixmotor, HIGH);
  sensorstemp.begin(); //EC
  gravityTds.setPin(TdsSensorPin);
  gravityTds.setAref(5.0);
  gravityTds.setAdcRange(1024);
  gravityTds.begin();}
void loop(){
  while (Serial.available()){
    const String dateESP = Serial.readString();
    const String data1 = dateESP;
    const int fristCommalIndex = data1.indexOf(',');
    const int secondCommalIndex = data1.indexOf(',', fristCommalIndex + 1);
    const int thirdCommalIndex = data1.indexOf(',', secondCommalIndex + 1);
    int fourthCommalIndex = data1.indexOf(',', thirdCommalIndex + 1);
    const String DDay = data1.substring(0, fristCommalIndex);
    const String Month = data1.substring(fristCommalIndex + 1, secondCommalIndex);
    const String Year = data1.substring(secondCommalIndex + 1, thirdCommalIndex);
    String PlantType2 = data1.substring(thirdCommalIndex + 1, fourthCommalIndex);
    const int DDay2 = DDay.toInt();
    const int Month2 = Month.toInt();
    const int Year2 = Year.toInt();
  }
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

const DateTime dtBegin (Year2, Month2, DDay2, 0, 0, 0);
int PlantType = PlantType2.toInt();
DateTime now = RTC.now();
DAY = now-dtBegin;
if (PlantType == 1) {
DateTime now = RTC.now();
delay(2000);
    h = dht.readHumidity();
    t = dht.readTemperature();
lux = lightMeter.readLightLevel();
pinMode(trigPin, OUTPUT);
digitalWrite(trigPin, LOW);
delayMicroseconds(2);
digitalWrite(trigPin, HIGH);
delayMicroseconds(5);
digitalWrite(trigPin, LOW);
pinMode(echoPin, INPUT);
duration = pulseIn(echoPin, HIGH);
cm = microsecondsToCentimeters(duration);
level = 30-cm ;
sensorstemp.requestTemperatures();
gravityTds.setTemperature(sensorstemp.getTempCByIndex(0));
gravityTds.update();
tdsValue = 0;
tdsValue = gravityTds.getTdsValue();
ECValue = tdsValue*0.002;
phTot = 0;
temTot = 0;
phAvg = 0;
temAvg = 0;
for(x=0; x<10 ; x++){
    phTot += analogRead(A2);
    temTot += analogRead(A3);
    delay(10);
}temAvg = temTot/10;
phAvg = phTot/10;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

phVoltage = phAvg * (5.0 / 1023.0);
pHValue = phVoltage*m+C;
DAYS = DAY.days();
Hour = now.hour();
Minute = now.minute();
Second = now.second();
day = now.day();
Month = now.month();
Year = now.year();
max_EC = 1.8;
min_EC = 1.2;
max_pH = 6.5;
min_pH = 5.5;
Sensor = (String(DAYS) + ',' + String(Hour) + ',' + String(Minute) + ',' + String(Second) + ',' + String(day) + ',' +
String(Month) + ',' + String(Year) + ',' + String(level) + ',' + String(pHValue) + ',' + String(ECValue) + ',' +
String(light_s) + ',' + String(lux) + ',' + String(t) + ',' + String(h) + ',' + String(water_status));
delay(10);
Serial.flush();
delay(50);
Serial.print(Sensor);
delay(50);
Plant(lux, h, t, level, ECValue, pHValue, max_EC, min_EC, max_pH, min_pH,DAYS);
}else if (PlantType == '2'){ //mint
DateTime now = RTC.now();
DAY = now-dtBegin;
delay(2000);
    h = dht.readHumidity();
    t = dht.readTemperature();
float lux = lightMeter.readLightLevel();
pinMode(trigPin, OUTPUT);
digitalWrite(trigPin, LOW);
delayMicroseconds(2);
digitalWrite(trigPin, HIGH);
delayMicroseconds(5);
digitalWrite(trigPin, LOW);
pinMode(echoPin, INPUT);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

duration = pulseIn(echoPin, HIGH);
cm = microsecondsToCentimeters(duration);
level = 30-cm ;
sensortemp.requestTemperatures();
gravityTds.setTemperature(sensortemp.getTempCByIndex(0));
gravityTds.update();
tdsValue = 0;
tdsValue = gravityTds.getTdsValue();
ECValue = tdsValue*0.002;
delay(1000);
phTot = 0;
temTot = 0;
phAvg = 0;
temAvg = 0;
for(x=0; x<10 ; x++){
    phTot += analogRead(A2);
    temTot += analogRead(A3);
    delay(10);
}temAvg = temTot/10;
phAvg = phTot/10;
phVoltage = phAvg * (5.0 / 1023.0);
pHValue = phVoltage*m+C;
delay(500);
DAYS = DAY.days();
Hour = now.hour();
Minute = now.minute();
Second = now.second();
day = now.day();
Month = now.month();
Year = now.year();
max_EC = 2.4;
min_EC = 2.0;
max_pH = 6.0;
min_pH = 5.5;
Sensor = (String(DAYS) + ';' + String(Hour) + ';' + String(Minute) + ';' + String(Second) + ';' + String(day) + ';' +
String(Month) + ';' + String(Year) + ';' + String(level) + ';' + String(pHValue) + ';' + String(ECValue) + ';' +

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

String(light_s) + ',' + String(lux) + ',' + String(t) + ',' + String(h) + ',' + String(water_status));
delay(10);
Serial.flush();
delay(1000);
Serial.print(Sensor);
delay(1000);
Plant(lux, h, t, level, ECValue, pHValue, max_EC, min_EC, max_pH, min_pH,DAYS);
}else if (PlantType == '3'){ //basil
  DateTime now = RTC.now();
  DAY = now-dtBegin;
  lux = lightMeter.readLightLevel();
  pinMode(trigPin, OUTPUT);
  digitalWrite(trigPin, LOW);
  delayMicroseconds(2);
  digitalWrite(trigPin, HIGH);
  delayMicroseconds(5);
  digitalWrite(trigPin, LOW);
  pinMode(echoPin, INPUT);
  duration = pulseIn(echoPin, HIGH);
  cm = microsecondsToCentimeters(duration);
  level = 30-cm ;
  delay(2000);
  h = dht.readHumidity();
  t = dht.readTemperature();
  sensorstemp.requestTemperatures();
  gravityTds.setTemperature(sensorstemp.getTempCByIndex(0));
  gravityTds.update();
  tdsValue = 0;
  tdsValue = gravityTds.getTdsValue();
  ECValue = tdsValue*0.002;
  delay(1000);
  pH_Tot = 0;
  tem_Tot = 0;
  pH_Avg = 0;
  tem_Avg = 0;
  for(x=0; x<10 ; x++) {

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    phTot += analogRead(A2);
    temTot += analogRead(A3);
    delay(10);
}temAvg = temTot/10;
phAvg = temTot/10;
phVoltage = phAvg * (5.0 / 1023.0);
pHValue = phVoltage*m+C;
delay(500);

DAYS = DAY.days();
Hour = now.hour();
Minute = now.minute();
Second = now.second();
day = now.day();
Month = now.month();
Year = now.year();
max_EC = 1.6;
min_EC = 1.0;
max_pH = 6.0;
min_pH = 5.5;
Sensor = (String(DAYS) + ' ' + String(Hour) + ' ' + String(Minute) + ' ' + String(Second) + ' ' + String(day) + ' ' +
String(Month) + ' ' + String(Year) + ' ' + String(level) + ' ' + String(pHValue) + ' ' + String(ECValue) + ' ' +
String(light_s) + ' ' + String(lux) + ' ' + String(t) + ' ' + String(h) + ' ' + String(water_status));
delay(10);
Serial.flush();
delay(1000);
Serial.print(Sensor);
delay(1000);
Plant(lux, h, t, level, ECValue, pHValue, max_EC, min_EC, max_pH, min_pH,DAYS);
}else if (PlantType == '4')
{ //water
DateTime now = RTC.now();
DAY = now-dtBegin;
lux = lightMeter.readLightLevel();
digitalWrite(trigPin, LOW);
delayMicroseconds(2);
digitalWrite(trigPin, HIGH);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

delayMicroseconds(5);
digitalWrite(trigPin, LOW);
duration = pulseIn(echoPin, HIGH);
cm = microsecondsToCentimeters(duration);
level = 30-cm ;
delay(2000);
    h = dht.readHumidity();
    t = dht.readTemperature();
sensorstemp.requestTemperatures();
gravityTds.setTemperature(sensorstemp.getTempCByIndex(0));
gravityTds.update();
tdsValue = 0;
tdsValue = gravityTds.getTdsValue();
ECValue = tdsValue*0.002;
delay(1000);
pHTot = 0;
temTot = 0;
pHAvg = 0;
temAvg = 0;
for(x=0; x<10 ; x++){
    pHTot += analogRead(A2);
    temTot += analogRead(A3);
    delay(10);
}temAvg = temTot/10;
pHAvg = pHTot/10;
pHVoltage = pHAvg * (5.0 / 1023.0);
pHValue = pHVoltage*m+C;
delay(500);
    DAYS = DAY.days();
    Hour = now.hour();
    Minute = now.minute();
    Second = now.second();
    day = now.day();
    Month = now.month();
    Year = now.year();
    max_EC = 2.0;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

min_EC = 1.2;
max_pH = 6.0;
min_pH = 5.5;

Sensor = (String(DAYS) + ',' + String(Hour) + ',' + String(Minute) + ',' + String(Second) + ',' + String(day) + ',' +
String(Month) + ',' + String(Year) + ',' + String(level) + ',' + String(pHValue) + ',' + String(ECValue) + ',' +
String(light_s) + ',' + String(lux) + ',' + String(t) + ',' + String(h) + ',' + String(water_status));

delay(10);
Serial.flush();
delay(1000);
Serial.print(Sensor);
delay(1000);
Plant(lux, h, t, level, ECValue, pHValue, max_EC, min_EC, max_pH, min_pH,DAYS);
}else if (PlantType == '5'){
DateTime now = RTC.now();
DAY = now-dtBegin;
lux = lightMeter.readLightLevel();
digitalWrite(trigPin, LOW);
delayMicroseconds(2);
digitalWrite(trigPin, HIGH);
delayMicroseconds(5);
digitalWrite(trigPin, LOW);
duration = pulseIn(echoPin, HIGH);
cm = microsecondsToCentimeters(duration);
level = 30-cm ;
delay(2000);
    h = dht.readHumidity();
    t = dht.readTemperature();
sensorstemp.requestTemperatures();
gravityTds.setTemperature(sensorstemp.getTempCByIndex(0));
gravityTds.update();
tdsValue = 0;
tdsValue = gravityTds.getTdsValue();
ECValue = tdsValue*0.002;
delay(1000);
phTot = 0;
temTot = 0;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

phAvg = 0;
temAvg = 0;
for(x=0; x<10 ; x++){
    phTot += analogRead(A2);
    temTot += analogRead(A3);
    delay(10);
} temAvg = temTot/10;
phAvg = temTot/10;
phVoltage = phAvg * (5.0 / 1023.0);
pHValue = phVoltage*m+C;
delay(500);
DAYS = DAY.days();
Hour = now.hour();
Minute = now.minute();
Second = now.second();
day = now.day();
Month = now.month();
Year = now.year();
max_EC = 1.8;
min_EC = 1.2;
max_pH = 1.8;
min_pH = 1.2;
Sensor = (String(DAYS) + ';' + String(Hour) + ';' + String(Minute) + ';' + String(Second) + ';' + String(day) + ';' +
String(Month) + ';' + String(Year) + ';' + String(level) + ';' + String(pHValue) + ';' + String(ECValue) + ';' +
String(light_s) + ';' + String(lux) + ';' + String(t) + ';' + String(h) + ';' + String(water_status));
delay(10);
Serial.flush();
delay(1000);
Serial.print(Sensor);
delay(1000);
Plant(lux, h, t, level, ECValue, pHValue, max_EC, min_EC, max_pH, min_pH,DAYS);
}else if (PlantType == '6'){ //other
    DateTime now = RTC.now();
    DAY = now-dtBegin;
    bool Sr = false;
    FromESP = Serial.readString();

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Sr = true;
if (Sr == true) {
data = FromESP;
float fifthCommaIndex = data.indexOf(',');
float sixthCommaIndex = data.indexOf(',', fifthCommaIndex + 1);
float seventhCommaIndex = data.indexOf(',', sixthCommaIndex + 1);
float eighthCommaIndex = data.indexOf(',', seventhCommaIndex + 1);
String maxPH = data.substring(0, fifthCommaIndex);
String minPH = data.substring(fifthCommaIndex + 1, sixthCommaIndex);
String maxEC = data.substring(sixthCommaIndex + 1, seventhCommaIndex);
String minEC = data.substring(seventhCommaIndex + 1, eighthCommaIndex);
DateTime now = RTC.now();
DAY = now-dtBegin;
lux = lightMeter.readLightLevel();
digitalWrite(trigPin, LOW);
delayMicroseconds(2);
digitalWrite(trigPin, HIGH);
delayMicroseconds(5);
digitalWrite(trigPin, LOW);
duration = pulseIn(echoPin, HIGH);
cm = microsecondsToCentimeters(duration);
level = 30-cm ;
delay(2000);
    h = dht.readHumidity();
    t = dht.readTemperature();
sensorstemp.requestTemperatures();
gravityTds.setTemperature(sensorstemp.getTempCByIndex(0));
gravityTds.update();
tdsValue = 0;
tdsValue = gravityTds.getTdsValue();
ECValue = tdsValue*0.002;
delay(1000);
phTot = 0;
temTot = 0;
phAvg = 0;
temAvg = 0;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

for(x=0; x<10 ; x++){
    phTot += analogRead(A2);
    temTot += analogRead(A3);
    delay(10);
}temAvg = temTot/10;
phAvg = temTot/10;
phVoltage = phAvg * (5.0 / 1023.0);
pHValue = phVoltage*m+C;
delay(500);
DAYS = DAY.days();
Hour = now.hour();
Minute = now.minute();
Second = now.second();
day = now.day();
Month = now.month();
Year = now.year();
max_EC = maxEC.toFloat();
min_EC = minEC.toFloat();
max_pH = maxPH.toFloat();
min_pH = minPH.toFloat();
Sensor = (String(DAYS) + ';' + String(Hour) + ';' + String(Minute) + ';' + String(Second) + ';' + String(day) + ';' +
String(Month) + ';' + String(Year) + ';' + String(level) + ';' + String(pHValue) + ';' + String(ECValue) + ';' +
String(light_s) + ';' + String(lux) + ';' + String(t) + ';' + String(h) + ';' + String(water_status));
delay(10);
Serial.flush();
delay(1000);
Serial.print(Sensor);
delay(1000);
Plant(lux, h, t, level, ECValue, pHValue, max_EC, min_EC, max_pH, min_pH,DAYS);
} else if (PlantType == '7'){
    digitalWrite(light, HIGH);
    light_s = 0 ;
    digitalWrite(Pumpwaterin, HIGH);
    digitalWrite(Pump_A, HIGH);
    digitalWrite(Pump_B, HIGH);
    digitalWrite(water_out, HIGH);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

digitalWrite(water_system, HIGH);
water_status = 0 ;
digitalWrite(pH_Up, HIGH);
digitalWrite(pH_Down, HIGH);
digitalWrite(mixmotor, HIGH);
Sensor = (String(0) + ',' + String(0) + ',' + String(0) + ',' + String(0) + ',' + String(0) + ',' +
String(0) + ',' + String(0) + ',' + String(0) + ',' + String(0) + ',' + String(0) + ',' +
String(light_s) + ',' + String(0) + ',' + String(0) + ',' + String(0) + ',' + String(water_status));
delay(10);
Serial.flush();
delay(1000);
Serial.print(Sensor);
delay(1000);}
} //Serial A
} //loop
float microsecondsToCentimeters(float microseconds){
return microseconds / 29 / 2;
}void lightON(){
digitalWrite(light, LOW);
light_s = 1 ;
}void lightOFF()
{digitalWrite(light, HIGH);
light_s = 0 ;
}void Check()
{digitalWrite (water_system, LOW);
water_status = 1 ;}
void waterchange(){
delay(1000);
digitalWrite (water_system, HIGH);
water_status = 0 ;
delay(5000);
digitalWrite (water_out, LOW);
}void wateroutOFF()
{digitalWrite (water_out, HIGH);
}void FirstDay()
{digitalWrite (Pumpwaterin,LOW);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

}void ChangeDay()
{digitalWrite (Pumpwaterin,LOW);
}void pHUp()
{ digitalWrite (Pumpwaterin,HIGH);
  digitalWrite (pH_Up,LOW);
  delay(pH_Up_time*1000);
  digitalWrite (pH_Up,HIGH);
  delay(pH_Up_time*1000);
  digitalWrite (mixmotor,LOW);
  delay(2000);
  digitalWrite (mixmotor,HIGH);
  delay(10000);
}void pHDown()
{ digitalWrite (Pumpwaterin,HIGH);
  digitalWrite (pH_Down,LOW);
  delay(pH_Down_time*1000);
  digitalWrite (pH_Down,HIGH);
  delay(pH_Down_time*1000);
  digitalWrite (mixmotor,LOW);
  delay(2000);
  digitalWrite (mixmotor,HIGH);
  delay(10000);
}void ECCheck(float max_EC, float ECValue)
{ int volume = 20 ;
  delay(2000);
  float nutrient = ((max_EC-ECValue)*5/max_EC)*volume;
  float Pump_A_time = nutrient/1.333; //1.33 ml / sec
  float Pump_B_time = nutrient/1.333;
  digitalWrite (Pump_A, LOW);
  delay(Pump_A_time*1000);
  digitalWrite (Pump_A, HIGH);
  digitalWrite (mixmotor,LOW);
  delay(2000);
  digitalWrite (mixmotor,HIGH);
  delay(900000);
  digitalWrite (Pump_B, LOW);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

delay(Pump_A_time*1000);
digitalWrite (Pump_B, HIGH);
delay(10000);
digitalWrite (mixmotor,LOW);
delay(2000);
digitalWrite (mixmotor,HIGH);
delay(10000);
} void pHUPONTime()
{ digitalWrite (water_system, HIGH);
water_status = 0 ;
delay (5000);
digitalWrite (pH_Up,LOW);
delay(pH_Up_time*1000);
digitalWrite (pH_Up,HIGH);
delay(pH_Up_time*1000);
digitalWrite (mixmotor,LOW);
delay(2000);
digitalWrite (mixmotor,HIGH);
delay(10000);
}void pHDownONTime()
{ delay(5000);
digitalWrite (water_system, HIGH);
water_status = 0 ;
digitalWrite (pH_Down,LOW);
delay(pH_Down_time*1000);
digitalWrite (pH_Down,HIGH);
delay(pH_Down_time*1000);
digitalWrite (mixmotor,LOW);
delay(2000);
digitalWrite (mixmotor,HIGH);
delay(10000);
}void ECcheckONTime(float max_EC, float ECValue)
{ int volume = 20 ;
delay(5000);
digitalWrite (water_system, HIGH);
water_status = 0 ;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

delay(10000);
float nutrient = ((max_EC-ECValue)*5/max_EC)*volume;
float Pump_A_time = nutrient/1.333; //1.33 ml / sec
float Pump_B_time = nutrient/1.333;
digitalWrite (Pump_A, LOW);
delay(Pump_A_time*1000);
digitalWrite (Pump_A, HIGH);
digitalWrite (mixmotor,LOW);
delay(2000);
digitalWrite (mixmotor,HIGH);
delay(900000);
digitalWrite (Pump_B, LOW);
delay(Pump_A_time*1000);
digitalWrite (Pump_B, HIGH);
delay(5000);
digitalWrite (mixmotor,LOW);
delay(2000);
digitalWrite (mixmotor,HIGH);
delay(10000);
}void Plant(float lux, float h, float t, float level, float ECValue, float pHValue, float max_EC, float min_EC, float
max_pH, float min_pH,int DAYS)
{ DateTime now = RTC.now();
  Hour = now.hour();
  Minute = now.minute();
  Second = now.second();
  day = now.day();
  Month = now.month();
  Year = now.year();
  if (now.hour() == OnHour)
  { lightON();
  } else if (now.hour() == OffHour)
  { lightOFF();
  } if ((DAYS == 1 || 14 || 28) && (now.hour() == 13) && (now.minute() > 30) && (now.minute() <= 39) && (level >
min_water))
  { waterchange();
  } else if ((DAYS == 1 || 14 || 28) && (now.hour() == 13) && (now.minute() == 40) && (level < max_water))

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

{ wateroutOFF();
} else if ((pHValue >= min_pH) && (pHValue <= max_pH) && (ECValue >= min_EC))
{ Check();
} else if ((DAYS == 0) && (level < max_water))
{ FirstDay();
} else if ((DAYS == 1 || 14 || 28) && (now.hour() == 13) && (now.minute() == 42) && (level < max_water))
{ ChangeDay();
} else if ((DAYS == 0 || 1 || 14 || 28) && (level >= max_water) && (pHValue > 0) && (pHValue < min_pH))
{ pHUp();
} else if ((DAYS == 0 || 1 || 14 || 28) && (level >= max_water) && (pHValue > max_pH))
{ pHDown();
} else if ((DAYS == 0 || 1 || 14 || 28) && (level >= max_water) && (pHValue <= max_pH) && (pHValue >= min_pH)
&& (ECValue < min_EC))
{ ECCheck(max_EC, ECValue);
} else if((pHValue < min_pH) && (pHValue > 0))
{ pHUPONTime();
} else if ((pHValue > max_pH))
{ pHDownONTime();
} else if ((pHValue <= max_pH) && (pHValue >= min_pH) && (ECValue < min_EC))
{ ECcheckONTime(max_EC, ECValue);
} if ((DAYS == 0 || 1 || 14 || 28) && (level >= max_water))
{ digitalWrite (Pumpwaterin,HIGH);
}
}

```

โค้ดสำหรับ ESP8266

```

#include <ESP8266WiFi.h> // esp8266 library
#include <FirebaseArduino.h> // firebase library
#define FIREBASE_HOST "*****" // firebase id
#define FIREBASE_AUTH "*****" // the secret key generated from firebase
#define WIFI_SSID "*****" //wifi name
#define WIFI_PASSWORD "*****" //password
#define coolingfan 4
#define heatingfan 12
#define fogger 16 //T&H
int PlantType;
String Sensor, FromA, news ,Date;
String DDay;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

String Month;
String Year;
int coolingfan_status = 0 ;
int heatingfan_status = 0 ;
int fogger_status = 0 ;
void setup() {
  Serial.begin(115200);
  WiFi.begin(WIFI_SSID, WIFI_PASSWORD);
  Serial.print("connecting");
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    Serial.print(".");
    delay(1000); }
  { Serial.println();
  Serial.print("connected: ");
  Serial.println(WiFi.localIP());
} pinMode (coolingfan,OUTPUT);
digitalWrite(coolingfan, HIGH);
pinMode (heatingfan,OUTPUT);
digitalWrite(heatingfan, HIGH);
pinMode (fogger,OUTPUT);
digitalWrite(fogger, HIGH);
Firebase.begin(FIREBASE_HOST, FIREBASE_AUTH);
if (Firebase.failed()) {
  Serial.println("Failed");
  return;
}}
void loop()
{ delay(20);
  DDay = Firebase.getString("Date2");
  delay(20);
  Month = Firebase.getString("Month2");
  delay(20);
  Year = Firebase.getString("Year2");
  delay(20);
  PlantType = Firebase.getInt("PlantType");
  delay(20);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Date = (String(DDay) + ',' + String(Month) + ',' + String(Year) + ',' + String(PlantType));
delay(20);
Serial.flush();
Serial.println(Date);
  if(PlantType==6) //other
    { float maxPH = Firebase.getString("Plantnews/maxPH").toFloat();
      float minPH = Firebase.getString("Plantnews/minPH").toFloat();
      float maxEC = Firebase.getString("Plantnews/maxEC").toFloat();
      float minEC = Firebase.getString("Plantnews/minEC").toFloat();
      float maxTemp = Firebase.getString("Plantnews/maxTemp").toFloat();
      float minTemp = Firebase.getString("Plantnews/minTemp").toFloat();
      float maxHum = Firebase.getString("Plantnews/maxHum").toInt();
      float minHum = Firebase.getString("Plantnews/minHum").toInt();
      news = (String(maxPH) + ',' + String(minPH) + ',' + String(maxEC) + ',' + String(minEC));
      delay(100);
      Serial.flush();
      delay(1000);
      Serial.println(news);
      delay(1000);
    } bool Sr = false;
while (Serial.available()) {
  delay(50);
  FromA = Serial.readString();
  Sr = true;
  yield();
} delay(500);
if (Sr == true) {
  Sensor = FromA;
  int fristCommaIndex = Sensor.indexOf(',');
  int secondCommaIndex = Sensor.indexOf(',', fristCommaIndex + 1);
  int thirdCommaIndex = Sensor.indexOf(',', secondCommaIndex + 1);
  int fourthCommaIndex = Sensor.indexOf(',', thirdCommaIndex + 1);
  int fifthCommaIndex = Sensor.indexOf(',', fourthCommaIndex + 1);
  int sixthCommaIndex = Sensor.indexOf(',', fifthCommaIndex + 1);
  int seventhCommaIndex = Sensor.indexOf(',', sixthCommaIndex + 1);
  float eighthCommaIndex = Sensor.indexOf(',', seventhCommaIndex + 1);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

float ninthCommalIndex = Sensor.indexOf(',', eighthCommalIndex + 1);
float tenthCommalIndex = Sensor.indexOf(',', ninthCommalIndex + 1);
int eleventhCommalIndex = Sensor.indexOf(',', tenthCommalIndex + 1);
int twelfthCommalIndex = Sensor.indexOf(',', eleventhCommalIndex + 1);
int thirteenthCommalIndex = Sensor.indexOf(',', twelfthCommalIndex + 1);
int fourteenthCommalIndex = Sensor.indexOf(',', thirteenthCommalIndex + 1);
int fifteenthCommalIndex = Sensor.indexOf(',', fourteenthCommalIndex + 1);
String DaysESP = Sensor.substring(0, fristCommalIndex);
String HourESP = Sensor.substring(fristCommalIndex + 1, secondCommalIndex);
String MinuteESP = Sensor.substring(secondCommalIndex + 1, thirdCommalIndex);
String SecondESP = Sensor.substring(thirdCommalIndex + 1, fourthCommalIndex);
String dayESP = Sensor.substring(fourthCommalIndex + 1, fifthCommalIndex);
String MonthESP = Sensor.substring(fifthCommalIndex + 1, sixthCommalIndex);
String YearESP = Sensor.substring(sixthCommalIndex + 1, seventhCommalIndex);
String levelst = Sensor.substring(seventhCommalIndex + 1, eighthCommalIndex);
String pHValuest = Sensor.substring(eighthCommalIndex + 1, ninthCommalIndex);
String ECValuest = Sensor.substring(ninthCommalIndex + 1, tenthCommalIndex);
String light_status = Sensor.substring(tenthCommalIndex + 1, eleventhCommalIndex);
String light_value = Sensor.substring(eleventhCommalIndex + 1, twelfthCommalIndex);
String temp = Sensor.substring(twelfthCommalIndex + 1, thirteenthCommalIndex);
String hum = Sensor.substring(thirteenthCommalIndex + 1, fourteenthCommalIndex);
String water_status = Sensor.substring(fourteenthCommalIndex + 1, fifteenthCommalIndex);
Firebase.setString("Date/Day/Day",DaysESP);
Firebase.setString("Date/Day/year",YearESP);
Firebase.setString("Date/Day/month",MonthESP);
Firebase.setString("Date/Day/day",dayESP);
Firebase.setString("Date/Time/hour",HourESP);
Firebase.setString("Date/Time/minute",MinuteESP );
Firebase.setString("Date/Time/second",SecondESP);
Firebase.setString("Waterlevel/Value",levelst);
Firebase.setString("EC/ECValue",ECValuest);
Firebase.setString("pH/pHValue",pHValuest);
Firebase.setString("Temp/Value",temp);
Firebase.setString("Humudity/Value",hum);
Firebase.setString("Light/Value",light_value);
Firebase.setString("Status/light_status",light_status);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Firebase.setString("Status/water_system_status",water_status);

float t = temp.toFloat();
float h = hum.toFloat();

tempcon(t,h);
} } void tempcon(float t,float h)
{if(PlantType==1) //greenoak
{ int max_temp = 25;
int min_temp = 18;
int max_humidity = 80;
int min_humidity = 60;
if (t >max_temp)
{ digitalWrite (coolingfan,LOW);
coolingfan_status = 1;
} else if (t <=max_temp)
{ digitalWrite (coolingfan,HIGH);
coolingfan_status = 0;
} else if (t <min_temp)
{ digitalWrite (heatingfan,LOW);
heatingfan_status = 1 ;
} else if (t >=min_temp)
{ digitalWrite (heatingfan,HIGH);
heatingfan_status = 0 ;
} if (h <min_humidity)
{ digitalWrite (fogger,LOW);
fogger_status = 1 ;
} else if (h >=max_humidity)
{ digitalWrite (fogger,HIGH);
fogger_status = 1 ;
} delay(20);

Firebase.setInt("Temp/Cfan",coolingfan_status);
delay(20);

Firebase.setInt("Temp/Hfan",heatingfan_status);
delay(20);

Firebase.setInt("Humudity/fogger",fogger_status);
} else if(PlantType==2) //redoak
{ int max_temp = 25;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

int min_temp = 18;
int max_humidity = 80;
int min_humidity = 60;
if (t >max_temp)
{ digitalWrite (coolingfan,LOW);
coolingfan_status = 1;
} else if (t <=max_temp)
{ digitalWrite (coolingfan,HIGH);
coolingfan_status = 0;
} else if (t <min_temp)
{ digitalWrite (heatingfan,LOW);
heatingfan_status = 1 ;
} else if (t >=min_temp)
{ digitalWrite (heatingfan,HIGH);
heatingfan_status = 0 ;
} if (h <min_humidity)
{ digitalWrite (fogger,LOW);
fogger_status = 1 ;
} else if (h >=max_humidity)
{ digitalWrite (fogger,HIGH);
fogger_status = 1 ;
} delay(20);
Firebase.setInt("Temp/Cfan",coolingfan_status);
delay(20);
Firebase.setInt("Temp/Hfan",heatingfan_status);
delay(20);
Firebase.setInt("Humidity/fogger",fogger_status);
} else if(PlantType==3) //mint
{ int max_temp = 25;
int min_temp = 18;
int max_humidity = 80;
int min_humidity = 60;
if (t >max_temp)
{ digitalWrite (coolingfan,LOW);
coolingfan_status = 1;
} else if (t <=max_temp)

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

{digitalWrite (coolingfan,HIGH);
coolingfan_status = 0;
} else if (t <min_temp)
{ digitalWrite (heatingfan,LOW);
heatingfan_status = 1 ;
} else if (t >=min_temp)
{ digitalWrite (heatingfan,HIGH);
heatingfan_status = 0 ;
} if (h <min_humidity)
{ digitalWrite (fogger,LOW);
fogger_status = 1 ;
} else if (h >=max_humidity)
{digitalWrite (fogger,HIGH);
fogger_status = 1 ;
}delay(20);
Firebase.setInt("Temp/Cfan",coolingfan_status);
delay(20);
Firebase.setInt("Temp/Hfan",heatingfan_status);
delay(20);
Firebase.setInt("Humidity/fogger",fogger_status);
} else if(PlantType==4) //basil
{int max_temp = 35;
int min_temp = 20;
int max_humidity = 80;
int min_humidity = 60;
if (t >max_temp)
{digitalWrite (coolingfan,LOW);
coolingfan_status = 1;
} else if (t <=max_temp)
{digitalWrite (coolingfan,HIGH);
coolingfan_status = 0;
} else if (t <min_temp)
{digitalWrite (heatingfan,LOW);
heatingfan_status = 1 ;
} else if (t >=min_temp)
{digitalWrite (heatingfan,HIGH);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

heatingfan_status = 0 ;
} if (h <min_humidity)
{ digitalWrite (fogger,LOW);
fogger_status = 1 ;
} else if (h >=max_humidity)
{digitalWrite (fogger,HIGH);
fogger_status = 1 ;
}delay(20);
Firebase.setInt("Temp/Cfan",coolingfan_status);
delay(20);
Firebase.setInt("Temp/Hfan",heatingfan_status);
delay(20);
Firebase.setInt("Humidity/fogger",fogger_status);
} else if(PlantType==5) //waster
{int max_temp = 30;
int min_temp = 20;
int max_humidity = 80;
int min_humidity = 60;
if (t >max_temp)
{digitalWrite (coolingfan,LOW);
coolingfan_status = 1;
} else if (t <=max_temp)
{digitalWrite (coolingfan,HIGH);
coolingfan_status = 0;
} else if (t <min_temp)
{digitalWrite (heatingfan,LOW);
heatingfan_status = 1 ;
} else if (t >=min_temp)
{digitalWrite (heatingfan,HIGH);
heatingfan_status = 0 ;
} if (h <min_humidity)
{digitalWrite (fogger,LOW);
fogger_status = 1 ;
} else if (h >=max_humidity)
{digitalWrite (fogger,HIGH);
fogger_status = 1 ;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

}delay(20);
Firebase.setInt("Temp/Cfan",coolingfan_status);
delay(20);
Firebase.setInt("Temp/Hfan",heatingfan_status);
delay(20);
Firebase.setInt("Humudity/fogger",fogger_status);
} else if(PlantType==6)
{ float maxTempN = Firebase.getString("Plantnews/maxTemp").toFloat();
float minTempN = Firebase.getString("Plantnews/minTemp").toFloat();
float maxHumN = Firebase.getString("Plantnews/maxHum").toInt();
float minHumN = Firebase.getString("Plantnews/minHum").toInt();
if (t >maxTempN)
{digitalWrite (coolingfan,LOW);
coolingfan_status = 1;
} else if (t <=maxTempN)
{digitalWrite (coolingfan,HIGH);
coolingfan_status = 0;
}else if (t <minTempN)
{digitalWrite (heatingfan,LOW);
heatingfan_status = 1 ;
} else if (t >=minTempN)
{digitalWrite (heatingfan,HIGH);
heatingfan_status = 0 ;
} if (h <minHumN)
{digitalWrite (fogger,LOW);
fogger_status = 1 ;
} else if (h >=maxHumN)
{digitalWrite (fogger,HIGH);
fogger_status = 0 ;
}delay(20);
Firebase.setInt("Temp/Cfan",coolingfan_status);
delay(20);
Firebase.setInt("Temp/Hfan",heatingfan_status);
delay(20);
Firebase.setInt("Humudity/fogger",fogger_status);
}else if(PlantType==7)

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

{   digitalWrite(coolingfan, HIGH);
    digitalWrite(heatingfan, HIGH);
    digitalWrite(fogger, HIGH);
    coolingfan_status = 0;
    heatingfan_status = 0;
    fogger_status = 0;
    delay(20);
    Firebase.setInt("Temp/Cfan",coolingfan_status);
    delay(20);
    Firebase.setInt("Temp/Hfan",heatingfan_status);
    delay(20);
    Firebase.setInt("Humudity/fogger",fogger_status);
}
}

```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้