เครื่องปลูกผักอัจฉริยะขนาดย่อม
Smart Mini Farm

วรเมธ บุญทศ
WORAMET BUNTHOD

อรรถวิท อวนหลี
ATTHAWIT UANLEE

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมสารสนเทศ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2561

เครื่องปลูกผักอัจฉริยะขนาดย่อม

Smart Mini Farm

วรเมธ บุญทศ
WORAMET BUNTHOD

อรรถวิท อวนหลี
ATTHAWIT UANLEE

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมสารสนเทศ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Smart Mini Farm

WORAMET BUNTHOD

ATTHAWIT UANLEE

THIS THESIS IS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF ENGINEERING IN INFORMATION ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2018

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	เครื่องปลูกผักอัจฉริยะขนาดย่อม			
รายชื่อนักศึกษา	นายวรเมธ	บุญทศ	รหัสนักศึกษา	58011103
	นายอรรถวิท	อวนหลี	รหัสนักศึกษา	58011425
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต			
สาขาวิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ			
พ.ศ.	2561			
อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์	ผศ.บุณย์ชนะ ภู่ระหงษ์			
	รศ.ดร.อรรถสิทธิ์ หล่าสกุล			

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ได้รับการอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

.....

(ผศ.บุณย์ชนะ ภู่ระหงษ์)

.....

(รศ.ดร.อรรถสิทธิ์ หล่าสกุล)

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	เครื่องปลูกผักอัจฉริยะขนาดย่อม	
รายชื่อนักศึกษา	นายวรเมธ บุญทศ	รหัสนักศึกษา 58011103
	นายอรรถวิท อวนหลี	รหัสนักศึกษา 58011425
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	
สาขาวิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ	
พ.ศ.	2561	
อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์	ผศ.บุณย์ชะ ภู่ระหงส์	
	รศ.ดร.อรรถสิทธิ์ หล่าสกุล	

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ในการปลูกผักสวนครัวไว้บริโภคภายในพื้นที่ที่จำกัดโดยนำระบบ IoT (Internet of thing) นำมาจัดการโดยทั่วไปในการปลูกผักสวนครัวมักจะปลูกโดยไม่ได้คำนึงถึงความชื้นและอุณหภูมิในการปลูก แต่จะทำการปลูกโดยใช้ความเข้าใจที่ไม่ครบถ้วน จึงมีการออกแบบอุปกรณ์สำหรับการปลูกผักสวนครัวโดยใช้ระบบ IoT มาเกี่ยวข้อง ซึ่งสามารถสั่งการผ่านเว็บไซต์ได้ เช่น การรดน้ำ, การเปลี่ยนน้ำ, และการนำน้ำเสียกลับมาหมุนเวียนใช้ใหม่ โดยทั้งสิ้นสามารถสั่งการผ่านเว็บไซต์ได้และระบบที่ออกแบบมาจะมีความเป็นระบบอัตโนมัติซึ่งสะดวกต่อผู้ใช้งานที่ไม่มีเวลาดูแลการปลูกผักสวนครัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Smart Mini Farm	
Student	Mr. Woramet Bunthod	Student ID. 58011103
	Mr. Atthawit Uanlee	Student ID. 58011425
Degree	Bachelor of Engineering	
Program	Information Engineering	
Year	2018	
Thesis Advisor	Asst.Prof. Boonchana Purahong	
	Assoc.Prof.Dr. Attasit Lasakul	

ABSTRACT

This research is intended to be used to grow vegetables in a limited area by using the IoT system (Internet of thing). Generally managed to grow vegetables usually grown without regard to humidity and temperature in planting, but will grow by using incomplete understanding. Therefore, the design of the equipment for the cultivation of vegetable garden by using the IoT system has been involved, which can be ordered through the website such as watering, changing water, and recycling wastewater. All can be ordered via the website and the system is designed to have an automated system which is convenient for users who do not have time to take care of vegetable garden planting.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การดำเนินโครงงานนี้ จะไม่สามารถสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี หากขาดการสนับสนุนจากหลายๆ ฝ่าย ได้แก่

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.บุณย์ชนะ ภู่ระหงษ์ และ รศ.ดร.อรรถสิทธิ์ หล่าสกุล ที่เป็นผู้ให้คำปรึกษาและแนะแนวทางในการจัดทำโครงงาน อีกทั้งยังช่วยปรับปรุงและนำเสนอวิธีการแก้ไขปัญหาต่างๆ ของโครงงานที่ทำออกมาเพื่อให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ผู้จัดทำขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ไว้ ณ โอกาสนี้

บิดา มารดา และเพื่อนๆ ทุกคนที่คอยช่วยเหลือ ให้คำปรึกษา และให้กำลังใจมาตลอดการทำโครงงาน

ผู้จัดทำขอขอบพระคุณทุกท่านเป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้ ที่ให้คำชี้แนะ ช่วยแก้ไขปัญหาตลอดจนการให้ความรู้และประสบการณ์ที่ดีแก่ผู้จัดทำโครงงานครั้งนี้

วรเมธ บุญทศ

อรรถวิท อวนหลี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง VIII

สารบัญรูป IX

บทที่ 1 เครื่องปลูกผักอัจฉริยะขนาดย่อม (Smart Mini Farm) 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 ภาพรวม หรือโครงสร้างรวมของโครงงาน 1

1.3 วัตถุประสงค์ 12

1.3.1 เพื่อศึกษาถึงวิธีการเพาะปลูกพืชผักสวนครัวภายในพื้นที่จำกัด 12

1.3.2 เพื่อศึกษาถึงวิธีการเพิ่มผลผลิตด้วย Smart Mini Farm 12

1.3.3 เพื่อเพิ่มความสะดวกสบายในการบริโภคพืชผักสวนครัว 12

1.3.4 เพื่อเพิ่มความปลอดภัยในการบริโภคพืชผักสวนครัว 12

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงานโครงงาน 12

1.4.1 เตรียมวัดระยะพื้นที่ว่างของระเบียงคอนโดหรือหอพัก 12

1.4.2 ออกแบบโมเดลของโครงงานเพื่อให้สะดวกต่อการใช้งาน 12

1.4.3 ทดสอบการทำงานของอุปกรณ์อินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่ง 12

1.4.4 นำโมเดลของโครงงานมาเชื่อมต่อให้เป็นระบบมากขึ้น 12

1.4.5 วัดค่าอุปกรณ์รับรู้ (Sensor) อุณหภูมิ ความชื้น โดยส่งผ่าน MQTT 12

1.4.6 ส่งโพรโทคอล MQTT เพื่อไปแสดงผลบนหน้าจอชุดคำสั่งโดย Paho 12

1.4.7 นำ Jquery เพื่อให้การแสดงผลบนชุดคำสั่งประยุกต์ตสวยขึ้น 12

1.4.8 สร้างระบบสมัครสมาชิกและเข้าสู่ระบบ โดยใช้ Firebase 12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

1.4.9 นำชุดคำสั่งประยุกต์ที่อยู่ในระบบอินเทอร์เน็ตเข้าสู่ Heroku 12

1.4.10 นำข้อมูลที่ได้รับจาก MQTT ส่งมาที่ node-red เพื่อประมวลผลต่างๆ 12

1.4.11 นำข้อมูลค่าอุณหภูมิและความชื้นมาจัดเก็บไว้ในฐานข้อมูล mongodb 12

1.5 แผนผัง หรือตารางเวลาการดำเนินงานโครงงาน 13

บทที่ 2 ทฤษฎีพื้นฐานที่ใช้ 14

2.1 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สมองกลฝังตัว (ESP32) 14

2.1.1 ชนิดของขาตัวชี้วัดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สมองกลฝังตัว (ESP32) 14

2.2 อุปกรณ์รับรู้ DHT11/22 15

2.2.1 ชนิดของขาอุปกรณ์รับรู้ DHT11/22 15

2.3 Relay 16

2.3.1 ส่วนประกอบของ Relay 16

2.4 อุปกรณ์จ่ายไฟ Power supply 16

2.5 MQTT 17

2.6 Paho 18

2.7 Jquery 18

2.8 Firebase 18

2.8.1 Firebase มีอะไรให้ใช้บ้าง 19

2.9 Node-red 19

2.10 mongoDB 20

2.11 เว็บชุดคำสั่งประยุกต์ 20

2.12 Heroku 20

บทที่ 3 การออกแบบ 21

3.1 ยูสเคสไดอะแกรม (Use case diagram) 21

3.1.1 แสดงการทำงานภาพรวมของการปลูกผักใน Smart Mini Farm 21

3.1.2 แสดงการทำงานของระบบสั่งการผ่านเว็บแอพพลิเคชั่น 22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.2 การออกแบบฮาร์ดแวร์ (Hardware) 23
3.2.1 ระบบลำเลียงน้ำ 23
3.2.2 การวางระบบฮาร์ดแวร์ 24
3.2.3 โครงสร้าง Smart Mini Farm 28
3.3 การออกแบบซอฟต์แวร์ (Software) 29
3.4 การออกแบบการทำงานของระบบ (Flow chart) 30
3.4.1 การส่งข้อมูลและการแจ้งเตือน 30
บทที่ 4 ผลการทดลอง 33
4.1 การสมัครสมาชิกในเว็บไซต์เพื่อดูบทความที่เป็นประโยชน์ 34
4.2 การตรวจสอบปริมาณน้ำในถังน้ำโดยมีการส่งการแจ้งเตือนให้ผู้ใช้งาน 35
4.3 การตรวจสอบอุณหภูมิความชื้นอากาศและความชื้นในดิน 37
4.4 การทำงานร่วมกันของระบบในการเปิดปิดปั๊มน้ำแบบผู้ใช้งานสั่งการ 38
4.5 การทำงานร่วมกันของระบบในการเปิดปิดปั๊มน้ำแบบอัตโนมัติ 39
4.6 การเก็บข้อมูลอุณภูมิความชื้นต่างๆลงในฐานข้อมูล 40
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง 42
5.1 สรุปผลการทดลอง 42
5.1.1 ระบบการลงทะเบียน 42
5.1.2 ระบบควบคุมการเปิดปิดปั๊มน้ำ 42
5.1.3 ระบบแจ้งเตือนเมื่อปริมาณน้ำในถังเต็มหรือหมด 42
5.2 ปัญหาที่พบระหว่างการทดลอง 43
5.3 แนวทางการปรับปรุงและพัฒนาต่อยอดในอนาคต 43
บรรณานุกรม 44
ภาคผนวก 46
ภาคผนวก ก โปสเตอร์ 47
ภาคผนวก ข การติดตั้ง Arduino IDE 49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก ค การติดตั้ง ESP32 ใน Arduino IDE 53
ภาคผนวก ง รูปภาพวันโปรเจคเดย์ 59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน....13

2.1 ชนิดของขาตัวชี้วัด ESP32....15

2.2 ชนิดขาของ DHT11/22....15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

1.1 แผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์สมองกลฝังตัว (ESP32) 3
1.2 ปั๊มน้ำขนาดเล็ก DC 12 โวลต์ 3
1.3 โครงสร้างท่อพีวีซีทั้ง 3 ชั้น 4
1.4 บอร์ดพลาสติกสำหรับใช้ต่อวงจรต้นแบบ (Breadboard) 5
1.5 อุปกรณ์จ่ายไฟ (PowerSupply) 5
1.6 อุปกรณ์รับรู้วัดอุณหภูมิและความชื้น (DHT11/22) 6
1.7 Arduino IDE 6
1.8 MQTT 7
1.9 Firebase 8
1.10 VScode 8
1.11 Heroku 9
1.12 Eclipse Paho 9
1.13 Node-Red 10
1.14 mongoDB 10
2.1 Relay 16
2.2 โครงสร้างโพรโทคอล MQTT 17
3.1 Use case diagram ของการปลูกผักในการ Smart Mini Farm 21
3.2 Use case diagram ของระบบสั่งการผ่านเว็บแอพพลิเคชั่น 22
3.3 การทำงานของระบบลำเลียงน้ำ 23
3.4 การวางระบบฮาร์ดแวร์วัดความชื้นในดินและวัดอุณหภูมิ 24
3.5 การเชื่อมต่อระบบควบคุมอุปกรณ์ 26
3.6 โครงสร้าง Smart Mini Farm 28
3.7 Sequence diagram ของ Software 29
3.8 โฟลชาร์ต (Flow chart) การส่งข้อมูลและการแจ้งเตือน 30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

3.9 โฟลชาร์ต (Flow chart) การสั่งการทำงาน 31
3.10 โฟลชาร์ต (Flow chart) การเก็บข้อมูล (Big Data)....32
4.1 การลงทะเบียนเพื่อเข้าใช้งานเว็บไซต์ 34
4.2 เข้าสู่ระบบสำเร็จ 34
4.3 ทางเข้าชมเนื้อหาเกี่ยวกับผักออแกนิกและไฮโดรโปนิกส์....35
4.4 อุปกรณ์รับรู้วัดระยะทาง (Ultrasonic HC-SR04) เพื่อตรวจสอบปริมาณน้ำในถัง 35
4.5 ปริมาณน้ำที่วัดได้จากอุปกรณ์รับรู้วัดระยะทาง (Ultrasonic HC-SR04) 36
4.6 แจ้งเตือนปริมาณน้ำในถังที่วัดได้จากรูปที่ 4.5 โดยแอพพลิเคชั่น LINE 36
4.7 วัดอุณหภูมิและความชื้นของอากาศ....37
4.8 วัดความชื้นในดินด้วยอุปกรณ์รับรู้วัดค่าความชื้นในดิน (YL69)....37
4.9 แสดงผลค่าความชื้นและอุณหภูมิอากาศและค่าความชื้นในดิน 38
4.10 หน้าควบคุมการสั่งการปั๊มน้ำ 3 ตัว....38
4.11 รูปแบบการทำงานแบบอัตโนมัติ....39
4.12 ปั๊มน้ำที่จ่ายน้ำให้กับผักออแกนิกจะถูกปิด 39
4.13 ฐานข้อมูลความชื้น (Humidity) 40
4.14 ฐานข้อมูลอุณหภูมิ (Temperature) 41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
เครื่องปลูกผักอัจฉริยะขนาดย่อม
Smart Mini Farm

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันการเลือกซื้อผักออแกนิกตามตลาดหรือตามห้างสรรพสินค้าอาจจะไม่ได้รับความปลอดภัยอย่างเต็มที่เนื่องจากอาจจะมีสารปนเปื้อนจากยาปฏิชีวนะต่างๆที่ป้องกันศัตรูพืชหรือแมลงชนิดต่างๆ ปัจจุบันจึงได้มีการเพาะปลูกพืชผักสวนครัวขึ้นเองตามที่อยู่อาศัยของแต่ละครัวเรือนแต่พื้นที่ของแต่ละครัวเรือนก็ไม่ได้มีขนาดที่ใหญ่พอในการเพาะปลูกจึงได้มีการศึกษาถึงวิธีการที่จะทำการเพาะปลูกให้กับครัวเรือนที่มีพื้นที่จำกัดเพิ่มความปลอดภัยให้กับการบริโภคพืชผักสวนครัวมากยิ่งขึ้น และเพิ่มผลผลิตจากการใช้ Smart Mini Farm

โดยการสร้างเครื่องมือ Smart Mini Farm นี้นั้นจะมีอยู่ 2 ระบบนั่นคือ ระบบที่เปิดปิดด้วยมือ และ ระบบอัตโนมัติ ซึ่งจะเหมาะกับการที่ผู้ใช้งานนั้นไม่อยู่ภายในบ้านหรือหอพักหรือตามคอนโด อุปกรณ์จะสามารถทำงานด้วยตัวของมันเองได้ หรือจะสามารถควบคุมด้วยตัวผู้ใช้งานเองก็ได้เช่นกัน ส่วนของการใช้งานตัวอุปกรณ์นี้จะมีเป็นเว็บชุดคำสั่งประยุกต์ไว้สำหรับมือใหม่ที่ต้องอ่านบทความในการปลูกผักสวนครัวนี้ โดยเว็บแอพพลิเคชั่นนี้จะให้สมัครสมาชิกเพื่อเข้าสู่ระบบอ่านบทความนั่นๆ

1.2 ภาพรวม หรือโครงสร้างรวมของโครงงาน

องค์ประกอบทางด้านฮาร์ดแวร์(Hardware)

อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สมองกลฝังตัว (ESP32) โดยจะมีหน้าที่ ควบคุมการตรวจสอบอุปกรณ์รับรู้ต่าง ๆในระบบเพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ โดยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สมองกลฝังตัว (ESP32) คือตัวชี้วัดไร้สายจากจีนที่มีความพิเศษตรงที่ตัวมันสามารถสร้างชุดคำสั่งลงไปได้ ทำให้สามารถนำไปใช้งานแทนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ควบคุมระบบสมองกลฝังตัวได้เลย และมีพื้นที่โปรแกรมที่มากถึง 16MB ทำให้มีพื้นที่เหลือมากในการเขียนโปรแกรมลงไปแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์สมองกลฝังตัว (ESP32) เป็นชื่อของชิปไอซีบนบอร์ดของตัวชี้วัดนี้ ซึ่งไอซีแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์สมองกลฝังตัว (ESP32) ไม่มีพื้นที่ชุดคำสั่ง (flash memory) ในตัว ทำให้ต้องใช้ไอซีภายนอก (external flash memory) ในการเก็บชุดคำสั่ง ที่ใช้การเชื่อมต่อผ่านโพรโทคอล SPI ซึ่งสาเหตุนี้เองทำให้ตัวชี้วัดแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์สมองกลฝังตัว (ESP32) มีพื้นที่ชุดคำสั่งมากกว่าไอซีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ควบคุมระบบสมองกลฝังตัวเบอร์อื่น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์สมองกลฝังตัว (ESP32) ทำงานที่แรงดันไฟฟ้า 3.3V - 3.6V การนำไปใช้งานร่วมกับอุปกรณ์รับรู้อื่น ๆที่ใช้แรงดัน 5V ต้องใช้วงจรแบ่งแรงดันมาช่วย เพื่อไม่ให้ตัวชี้วัดนี้พังเสียหาย กระแสที่ตัวชี้วัดนี้ใช้งานสูงสุดคือ 200mA ทำให้เมื่อนำไปใช้งานอุปกรณ์ที่ทำงานรวดเร็วตามความถี่ เช่น LCD ทำให้การแสดงผลข้อมูลรวดเร็วกว่าอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ควบคุมระบบสมองกลฝังตัวยอดนิยมอย่างอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สมองกลฝังตัว (Arduino) มาก ขาของโมดูลแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์สมองกลฝังตัว (ESP32) แบ่งได้ดังนี้

- มี GPIO จำนวน 32 ช่อง
- รองรับ UART จำนวน 3 ช่อง
- รองรับ SPI จำนวน 3 ช่อง
- รองรับ I^2C จำนวน 2 ช่อง
- รองรับ ADC จำนวน 12 ช่อง
- รองรับ DAC จำนวน 2 ช่อง
- รองรับ I^2S จำนวน 2 ช่อง
- รองรับ PWM / Timer ทุกช่อง
- รองรับการเชื่อมต่อกับ SD-Card

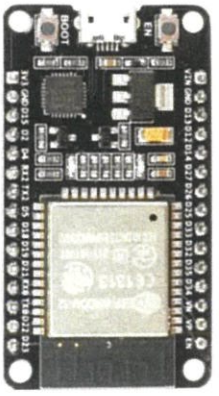
นอกจากนี้ ESP32 ยังรองรับฟังก์ชั่นเกี่ยวกับความปลอดภัยต่าง ๆ ดังนี้

- รองรับการเข้ารหัส WiFi แบบ WEP และ WPA/WPA2 PSK/Enterprise
- มีวงจรเข้ารหัส AES / SHA2 / Elliptical Curve Cryptography / RSA-4096 ในตัว

ในด้านประสิทธิ์ภาพการใช้งาน ตัว ESP32 สามารถทำงานได้ดี โดย

- รับ – ส่ง ข้อมูลได้ความเร็วสูงสุดที่ 150Mbps เมื่อเชื่อมต่อแบบ 11n HT40 ได้ความเร็วสูงสุด 72Mbps เมื่อเชื่อมต่อแบบ 11n HT20 ได้ความเร็วสูงสุดที่ 54Mbps เมื่อเชื่อมต่อแบบ 11g และได้ความเร็วสูงสุดที่ 11Mbps เมื่อเชื่อมต่อแบบ 11b
- เมื่อใช้การเชื่อมต่อผ่านโปรโตคอล UDP จะสามารถรับ – ส่งข้อมูลได้ที่ความเร็ว 135Mbps
- ในโหมด Sleep ใช้กระแสไฟฟ้าเพียง 2.5uA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.1 แผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์สมองกลฝังตัว (ESP32)
(อ้างอิงจาก https://www.robotics.org.za/ESP-32DEV)

ปั๊มน้ำขนาดเล็ก DC 12 โวลต์ โดยจะมีหน้าที่ในการสูบน้ำหรือเพิ่มแรงดันน้ำจากต้นทางไปยังปลายทาง โดยจะทำงานผ่านคำสั่งจากแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์สมองกลฝังตัว (ESP32) ซึ่งจะสั่งให้ตัวปั๊มน้ำ DC 12 โวลต์ นั้นให้ทำการปล่อยน้ำออกมาทางสายยางหรือหรือปิดน้ำในระยะเวลาหรือค่าอุณหภูมิที่กำหนดไว้

รูปที่ 1.2 ปั๊มน้ำขนาดเล็ก DC 12 โวลต์

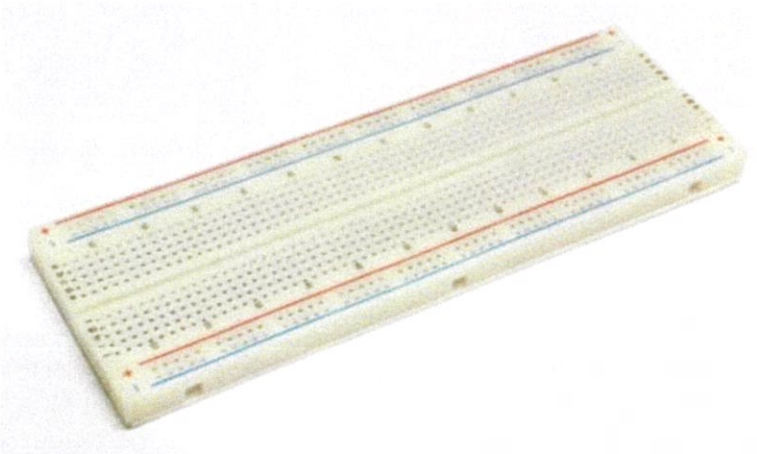
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างท่อพีวีซี มีหน้าที่รองรับการปลูกผักสวนครัว โดยจะมีโครงสร้างของท่อนี้อยู่ 3 ชั้นด้วยกัน คือ 1. ชั้นผักไฮโดรโปนิกส์ 2. ชั้นผักออแกนิก 3. ชั้นหินกรองน้ำ โดยโครงสร้างส่วนนี้จะเป็นส่วนที่รองรับที่มีประสิทธิภาพ เพราะสามารถทนต่อแรงแดดและฝน เหมาะกับการปลูกผักสวนครัว โดยตัวท่อที่ออกมานี้จะมีขนาดที่เหมาะสมซึ่งจะขนาดอยู่ที่ 6 หุล และมีข้อต่อรวมกันไม่ต่ำกว่า 10 ข้อ เพื่อที่จะนำมาเชื่อมต่อเข้าด้วยกันเป็นโครง และจะมีตะแกรงวางไว้สำหรับแต่ละชั้นของชั้นผักสำหรับเพาะปลูกได้

รูปที่ 1.3 โครงสร้างท่อพีวีซีทั้ง 3 ชั้น

บอร์ดพลาสติกสำหรับใช้ต่อวงจรต้นแบบ (Breadboard) มีหน้าที่ใช้ต่อวงจรต้นแบบบนผิวหน้าของ บอร์ดพลาสติกสำหรับใช้ต่อวงจรต้นแบบ (Breadboard) จะมีรูอยู่มากมายโดยแต่ละรูที่อยู่ในแถวเดียวกันจะมีการเชื่อมต่อกันอยู่ภายในเมื่อเรานำสายไฟสองเส้น มาเสียบลงบนบอร์ดพลาสติกสำหรับใช้ต่อวงจรต้นแบบ (Breadboard) ตรงตำแหน่งของรูที่อยู่ในแถวแนวนอนเดียวกัน จะทำให้สายไฟทั้งสองเส้นนั้นเชื่อมต่อต่อกัน ถือว่าเป็นสายไฟเส้นเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



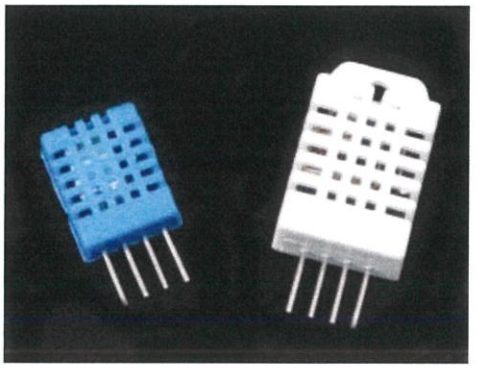
รูปที่ 1.4 บอร์ดพลาสติกสำหรับใช้ต่อวงจรต้นแบบ (Breadboard)
(อ้างอิงจาก https://www.gravitechthai.com/upload/guru/pictures/pic-261-6681803903.jpg)

อุปกรณ์จ่ายไฟ (Power Supply) มีหน้าที่แปลงกระแสไฟฟ้าจากกระแสสลับขนาด 220V เป็นกระแสตรง 5V, 12V ให้กับอุปกรณ์ต่าง ๆ โดยผ่านทางเมนบอร์ด เพื่อเลี้ยงไฟให้กับอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น แผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์สมองกลฝังตัว (ESP32), อุปกรณ์รับรู้วัดอุณหภูมิและความชื้น DHT11/22 เป็นต้น

รูปที่ 1.5 อุปกรณ์จ่ายไฟ (PowerSupply)
(อ้างอิงจาก http://itnews4u.com/upload/files/1449490624_power-supply.jpg)

อุปกรณ์รับรู้วัดอุณหภูมิและความชื้น DHT11/22 มีหน้าที่วัดอุณหภูมิและความชื้นในอากาศ ที่มีราคาถูก ใช้งานง่ายและสามารถใช้งานกับแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์สมองกลฝังตัว (ESP32) ได้ ซึ่งจะมีอยู่สองแบบ คือแบบที่มาเป็นตัวชี้วัดกับแบบที่มีแต่อุปกรณ์รับรู้มาให้อย่างเดียว โดยการรับส่งข้อมูลจาก DHT11 นั้นจะใช้สายสัญญาณเส้นเดียวกันและเป็นสัญญาณแบบดิจิทัล

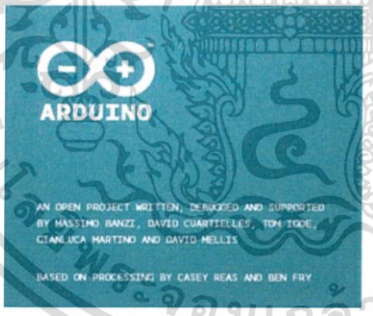
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.6 อุปกรณ์รับรู้วัดอุณหภูมิและความชื้น (DHT11/22)
(อ้างอิงจาก https://embed58.learninginventions.org/wp-content/uploads/2016/04/weather_dhtsensors-300x231.jpg)

องค์ประกอบทางด้านซอฟต์แวร์(Software)

ชุดคำสั่ง Arduino IDE คือชุดคำสั่งสำหรับใช้เขียนชุดคำสั่ง, แปลชุดคำสั่ง และบรรจุชุดคำสั่งลงแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์สมองกลฝังตัว (Arduino) หรือบอร์ดตัวอื่น ๆ ที่คล้ายกัน เช่น แผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์สมองกลฝังตัว (Generic ESP32 modules), แผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์สมองกลฝังตัว (NodeMCU) หรือ แผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์สมองกลฝังตัว (WeMos D1) เป็นต้น

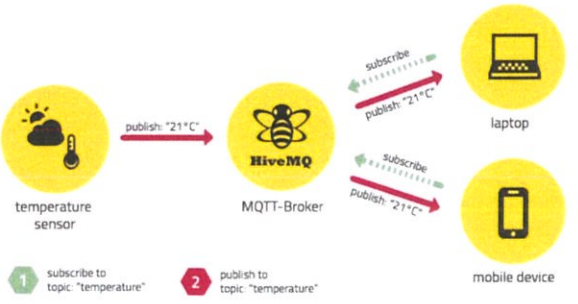


รูปที่ 1.7 Arduino IDE
(อ้างอิงจาก https://o.lnwfile.com/_/o/_raw/5f/ts/bd.jpg)

MQTT เป็น โพรโทคอล ที่ออกแบบมาเพื่อการเชื่อมต่อแบบ M2M (machine-to-machine) คืออุปกรณ์กับอุปกรณ์ สนับสนุนเทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตประสานสรรพสิ่ง (Internet of Things) คือเทคโนโลยีที่อินเทอร์เน็ตเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น โทรศัพท์มือถือ รถยนต์ โทรทัศน์ ตู้เย็น เข้ากับอินเทอร์เน็ตทำให้สามารถเชื่อมโยงสื่อสารกับอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้ โดยผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งจะทำให้มนุษย์สามารถ ควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ จากที่อื่นได้ เช่นการสั่งปิดเปิดไฟในบ้านจากที่อื่น ๆ



รูปที่ 1.8 MQTT

(อ้างอิงจาก https://cdn-images-1.medium.com/max/2000/1*p3XWHM0nLD0Klb94rpILbw.png)

Firebase โครงการที่ถูกออกแบบมาให้เป็นตัวกลางเชื่อมต่อโปรแกรมประยุกต์กับโปรแกรมประยุกต์ (API) และการเก็บข้อมูลโดยใช้พื้นที่แบบออนไลน์ (Cloud Storage) สำหรับพัฒนาระบบประยุกต์ตลอดเวลา รองรับหลายนโยบายทั้งชุดคำสั่งประยุกต์บนระบบปฏิบัติการบนอุปกรณ์ไอโฟน (IOS App), ชุดคำสั่งประยุกต์บนแอนดรอยด์ (Android App), ชุดคำสั่งประยุกต์ที่อยู่ในระบบอินเทอร์เน็ต (Web App)

Firebase ถูกสร้างขึ้นจากคุณสมบัติเสริมว่านักพัฒนาสามารถผสมและจับคู่เพื่อให้พอดีกับความต้องการของตน บริษัท ก่อตั้งขึ้นในปี 2011 โดยแอนดรูลีและเจมส์ เทมปลิน สินค้าเริ่มต้น Firebase เป็นฐานข้อมูลแบบตลอดเวลาซึ่งมีตัวกลางเชื่อมต่อโปรแกรมประยุกต์กับโปรแกรมประยุกต์ (API) ที่ช่วยให้นักพัฒนาในการจัดเก็บและติดต่อข้อมูล โดย Google Firebase 2.0 Google ได้ซื้อกิจการ Firebase และมีการพัฒนาให้สามารถ จากบริการหลังบ้าน (backend) เก็บข้อมูลอย่างเดียว มาเป็น นโยบาย ครบวงจรสำหรับนักพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ รองรับบริการแทบทุกอย่างที่นักพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ต้องใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 1.9 Firebase

(อ้างอิงจาก https://firebase.google.com/images/social.png)

VScode เป็นชุดคำสั่งแก้ไขโค้ด (Code Editor) ที่ใช้ในการแก้ไขและปรับแต่งโค้ด จากค่ายไมโครซอฟท์ มีการพัฒนาออกมาในรูปแบบของชุดคำสั่งที่เปิดให้ใช้ฟรี (OpenSource) จึงสามารถนำมาใช้งานได้แบบฟรี ๆ ที่ต้องการความเป็นมืออาชีพ ซึ่งชุดคำสั่ง Visual Studio Code นั้น เหมาะสำหรับนักพัฒนาชุดคำสั่งที่ต้องการใช้งานข้ามนโยบาย รองรับการใช้งานทั้งบนระบบปฏิบัติการ Windows, ระบบปฏิบัติการ mac และระบบปฏิบัติการ Linux สนับสนุนทั้งภาษา JavaScript, TypeScript และ Node.js สามารถเชื่อมต่อกับ Git ได้ นำมาใช้งานได้ง่ายไม่ซับซ้อน มีเครื่องมือส่วนขยายต่าง ๆ ให้เลือกใช้อย่างมากมาก

รูปที่ 1.10 VScode

(อ้างอิงจาก https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/2/2d/Visual_Studio_Code_1.18_icon.svg/1200pxVisual_Studio_Code_1.18_icon.svg.png)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Heroku เป็นนโยบายการบริการ (Platform as a Service (Paas)) ที่ให้เราใช้งานได้ฟรี โดยรองรับภาษาโปรแกรมที่หลากหลาย เช่น Ruby, PHP, Node.js, Python, Java, Clojure, Scala และยังสามารถสร้าง buildpack สำหรับภาษาอื่นๆได้

รูปที่ 1.11 Heroku
(อ้างอิงจาก https://camo.githubusercontent.com/30c7758f9ac63488d3c2814ed2dcd9dbb7e967f3/68747470733a2f2f63646e2e776f726c64766563746f726c6f676f2e636f6d2f6c6f676f732f6865726f6b752d312e737667)

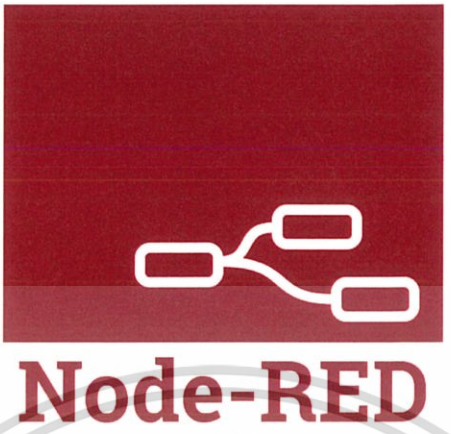
Eclipse Paho เป็นการให้ใช้งานผู้รับบริการของโปรโตคอลในการส่งข้อความ MQTT และ MQTT-SN โดยจะมุ่งใช้แอพพลิเคชั่นใหม่ที่มีอยู่และเกิดขึ้นใหม่สำหรับ Internet of Things (IoT)

รูปที่ 1.12 Eclipse Paho
(อ้างอิงจาก https://www.eclipse.org/paho/images/paho_logo_400.png)

Node-red เป็นเครื่องมือสำหรับนักพัฒนาโปรแกรมในการเชื่อมต่ออุปกรณ์ฮาร์ดแวร์เข้ากับ APIs (Application Programming Interface) ซึ่งเป็นการพัฒนาโปรแกรมแบบ Flow-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Based Programming ที่มีหน้า UI สำหรับนักพัฒนาให้ใช้งานผ่าน Web Browser ทำให้การเชื่อมต่อเส้นทางการไหลของข้อมูลนั้นเป็นเรื่องง่าย



รูปที่ 1.13 Node-Red
(อ้างอิงจาก http://www.eduthaieasyelec.com/16623242/%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B9%83%E0%B8%8A%E0%B9%89%E0%B8%87%E0%B8%B2%E0%B8%99-node-red-%E0%B8%9A%E0%B8%99-raspberry-pi)

mongoDB เป็น open-source document database โดยเป็นฐานข้อมูลแบบ NoSQL คือไม่มี relation (ความสัมพันธ์) ของตารางแบบ SQL ทั่วๆไป แต่จะเก็บข้อมูลเป็นแบบ JSON (JavaScript Object Notation) แทน การบันทึกข้อมูลทุกๆ record ใน MongoDB เราจะเรียกมันว่า Document ซึ่งจะเก็บค่าเป็น key และ value จะเห็นได้ว่าก็คือ JSON

รูปที่ 1.14 mongoDB
(อ้างอิงจาก https://devahoy.com/posts/getting-started-with-mongodb/

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพรวมการทำงานของระบบ

Business Term

โดยโครงงานโปรเจคเครื่องปลูกผักอัจฉริยะขนาดย่อม เป็นโครงงานสำหรับผู้ใช้งานที่ชื่นชอบการปลูกผักปลอดสารพิษด้วยตนเองโดยสามารถสั่งการผ่านชุดคำสั่งประยุกต์ที่อยู่ในระบบอินเทอร์เน็ตที่เราได้ทำขึ้นเพื่อสนองความต้องการของผู้ใช้งาน เราได้สร้างระบบที่สามารถนำไมโครคอนโทรลเลอร์ (ESP32) เป็นตัวควบคุมวัดระดับความสะอาดของน้ำที่นำมาหมุนเวียนการรดน้ำผักและสามารถตรวจสอบอุณหภูมิในขณะนั้นได้ทันทีและทำหน้าที่อีกมากมาย เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งาน ระบบการทำงานจะมีลักษณะของการหมุนเวียนของน้ำที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้อีกครั้งโดยจะมีปั๊มน้ำคอยดูดน้ำที่อยู่ส่วนล่างของระบบให้มารดน้ำจนส่วนบนเพื่อไหลลงมาสู่ส่วนล่างอีกครั้งเมื่อน้ำไม่สะอาดระบบก็แจ้งเตือนให้ผู้ใช้งานได้ทราบ โดยรูปแบบของชุดคำสั่งประยุกต์ที่อยู่ในระบบอินเทอร์เน็ตผู้ใช้งานสามารถซื้ออุปกรณ์ที่ผู้ใช้งานต้องการได้เช่น เมล็ดพืช อุปกรณ์ปลูกผัก อื่นๆ โดยสามารถสั่งผ่านชุดคำสั่งประยุกต์ที่อยู่ในระบบอินเทอร์เน็ตได้ โดยเราจะเป็นตัวกลางที่ทำหน้าที่ให้ผู้ใช้งานได้ซื้อของผ่านหุ้นส่วนซึ่งเราแนะนำว่ามีความปลอดภัยเชื่อถือได้

Technical Term

โดยการส่งข้อมูลผ่านระบบของโครงงานนี้จะเริ่มต้นจากการเขียนชุดคำสั่งให้ วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ (ESP32) ส่งข้อมูลความชื้น อุณหภูมิ ส่งผ่านโพรโทคอล MQTT เพื่อส่งผ่านให้แสดงผลบนหน้าชุดคำสั่งประยุกต์ที่อยู่ในระบบอินเทอร์เน็ตได้ กระบวนการส่งข้อมูลเพื่อแสดงผลบนหน้าชุดคำสั่งประยุกต์ที่อยู่ในระบบอินเทอร์เน็ตได้โดยใช้ Eclipse Paho เป็นการเขียนในรูปแบบ Javascript เพื่อให้รับค่าจากโพรโทคอล MQTT นั่นเอง และสามารถอ่านบทความของการปลูกผักได้ โดยการจะอ่านบทความเราได้ทำฐานข้อมูลรองรับโดยใช้ Firebase ซึ่งเป็นฐานข้อมูลแบบแสดงผลตลอดเวลา (Realtime) ซึ่งผู้ใช้งานต้องสมัครสมาชิกก่อนเพื่อที่จะอ่านบทความของชุดคำสั่งประยุกต์ที่อยู่ในระบบอินเทอร์เน็ตนี้ ผู้ใช้งานสามารถสั่งงานผ่านชุดคำสั่งประยุกต์ที่อยู่ในระบบอินเทอร์เน็ตเพื่อเปิดปิดน้ำได้หรือสามารถสั่งการทำงานของระบบแบบอัตโนมัติได้เพื่อสะดวกสบายมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังมีการเก็บข้อมูลความชื้นและอุณหภูมิ ณ เวลานั้น โดยการเก็บของเราจะใช้เทคโนโลยีที่มีชื่อว่า Node-red ซึ่งสามารถนำข้อมูลความชื้นและอุณหภูมิอื่นๆ ส่งไปยังฐานข้อมูลที่มีชื่อว่า mongoDB เพื่อใช้ข้อมูลให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นในอนาคตต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 วัตถุประสงค์

1.3.1 เพื่อศึกษาถึงวิธีการเพาะปลูกพืชผักสวนครัวภายในพื้นที่จำกัด

1.3.2 เพื่อศึกษาถึงวิธีการเพิ่มผลผลิตด้วย Smart Mini Farm

1.3.3 เพื่อเพิ่มความสะดวกสบายในการบริโภคพืชผักสวนครัว

1.3.4 เพื่อเพิ่มความปลอดภัยในการบริโภคพืชผักสวนครัว

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงานโครงงาน

1.4.1 เตรียมวัดระยะพื้นที่ว่างของระเบียงคอนโดหรือหอพักที่สามารถนำโครงงานโปรเจคไปติดตั้งเพื่อความสะดวกต่อการใช้งานและสะดวกสำหรับการติดตั้งอุปกรณ์ที่จำเป็น

1.4.2 ออกแบบโมเดลของโครงงานเพื่อให้สะดวกต่อการใช้งานและมีการออกแบบที่สวยงามเพื่อรองรับระยะพื้นที่ว่างของระเบียงคอนโด

1.4.3 ทดสอบการทำงานของอุปกรณ์อินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่ง (Internet of things) เช่น อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สมองกลฝังตัว (ESP32), อุปกรณ์รับรู้ (Sensor) อื่นๆ

1.4.4 นำโมเดลของโครงงานมาเชื่อมต่อให้เป็นระบบมากขึ้นโดยเชื่อมต่อกับ อุปกรณ์อินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่ง (Internet of things) โดยมีการตรวจวัดค่าอุปกรณ์รับรู้ (Sensor) ของน้ำเพื่อตรวจสอบความสะอาดนำมาวิเคราะห์ข้อมูลและมีการตรวจวัดค่าอุณหภูมิของโครงงานเพื่อจะได้สั่งให้น้ำเปิดปิดได้อัตโนมัติ อื่นๆ

1.4.5 วัดค่าอุปกรณ์รับรู้ (Sensor) อุณหภูมิ ความชื้น โดยส่งผ่านโดยใช้โพรโทคอล MQTT

1.4.6 ส่งโพรโทคอล MQTT เพื่อไปแสดงผลบนหน้าจอชุดคำสั่งประยุกต์ที่อยู่ในระบบอินเทอร์เน็ตโดยใช้ Eclipse Paho

1.4.7 นำ Jquery เพื่อให้การแสดงผลบนชุดคำสั่งประยุกต์ที่อยู่ในระบบอินเทอร์เน็ตสวยขึ้น

1.4.8 สร้างระบบสมัครสมาชิกและเข้าสู่ระบบ โดยใช้ Firebase

1.4.9 นำชุดคำสั่งประยุกต์ที่อยู่ในระบบอินเทอร์เน็ตเข้าสู่ Heroku

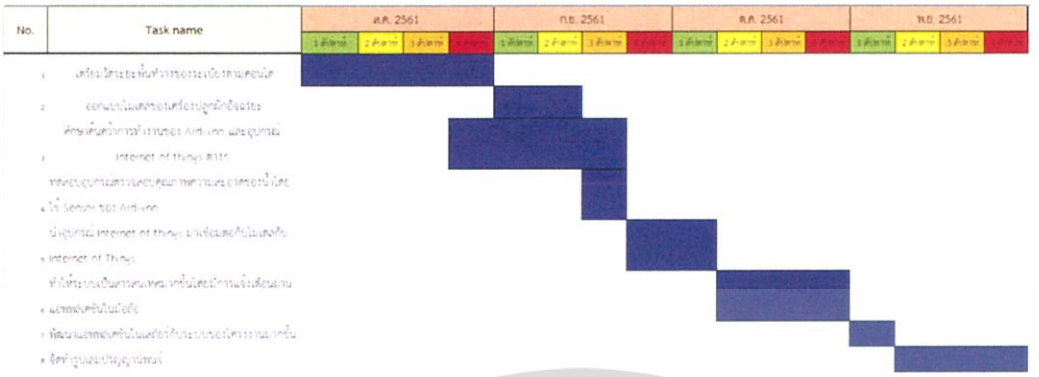
1.4.10 นำข้อมูลที่ได้รับจาก MQTT ส่งมาที่ node-red เพื่อประมวลผลต่างๆ

1.4.11 นำข้อมูลค่าอุณหภูมิและความชื้นมาจัดเก็บไว้ในฐานข้อมูล mongodb

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 แผนผังหรือตารางเวลาการดำเนินงานโครงงาน

ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีพื้นฐานที่ใช้

ในระบบ Smart Mini Farm นี้ได้มีการใช้หลักการรับข้อมูลค่าอุณหภูมิ ความชื้น และปัจจัยที่ทำให้ผักสวนครัวที่ปลูกนั้นเจริญเติบโตได้ดีโดยการใช้ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุม โดยมีอุปกรณ์รับรู้(DHT11/22)โดยรับค่าอุณหภูมิและความชื้นเข้ามาประมวลผลและเราจะนำข้อมูลที่ผ่านการประมวลผลมาผ่านเว็บไซต์โดยผ่านโพรโทคอล MQTT และเราจะทำให้เว็บไซต์นั้นสวยงามขึ้นโดยการใช้ JQUERY เพื่อแสดงผลอุณหภูมิและความชื้นให้สวยงามยิ่งขึ้น การส่งข้อมูลจาก MQTT ไปยัง JQUERY เราต้องผ่านโพรโทคอลที่มีชื่อว่า PAHO โดยตัวเว็บไซต์ของเรานั้นจะมีฐานข้อมูลสำหรับเก็บข้อมูลที่ชื่อว่า FIREBASE ทำให้ผู้ใช้งานสามารถสมัครสมาชิกและล็อกอินเข้ามาในระบบได้สะดวกสบายมากขึ้น สร้างเว็บชุดคำสั่งประยุกต์ของเรานั้นก็ได้มี เว็บชุดคำสั่งบริการตัวหนึ่งที่ชื่อว่า Heroku นอกจากนี้ยังมีการเก็บข้อมูลความชื้นและอุณหภูมิ ณ เวลานั้น โดยการเก็บของเราจะใช้เทคโนโลยีที่มีชื่อว่า Node-red ซึ่งสามารถนำข้อมูลความชื้นและอุณหภูมิอื่นๆ ส่งไปยังฐานข้อมูลที่มีชื่อว่า mongoDB เพื่อใช้ข้อมูลให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นในอนาคตต่อไป

2.1 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สมองกลฝังตัว (ESP32)

โดยจะมีหน้าที่ ควบคุมการตรวจสอบอุปกรณ์รับรู้ ต่างๆในระบบเพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ โดย ESP32 คือตัวชี้วัดไร้สาย จากจีน ที่มีความพิเศษตรงที่ตัวมันสามารถชุดคำสั่งลงไปได้ ทำให้สามารถนำไปใช้งานแทนไมโครคอนโทรลเลอร์ได้เลย และมีพื้นที่ชุดคำสั่งที่มากถึง 16MB ทำให้มีพื้นที่เหลือมากในการเขียนชุดคำสั่งลงไปอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สมองกลฝังตัว(ESP32) เป็นชื่อของชิปไอซีบนบอร์ดของตัวชี้วัด ซึ่งไอซีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สมองกลฝังตัว(ESP32) พัฒนาเพิ่มเติมจาก ESP8266 ที่นิยมอย่างมาก เนื่องจากเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีราคาถูกและมี WIFI สำหรับเชื่อมต่อ อีกทั้งยังสามารถที่จะใช้ชุดคำสั่ง Arduino IDE ในการเขียนชุดคำสั่งได้ โดยสำหรับ ESP32 ตัวใหม่นี้ยังเพิ่มความสามารถเข้าไป คือการเชื่อมต่อ Bluetooth Low-Energy (BLE, BT4.0, Bluetooth Smart) และยังมี GPIO ที่มากถึง 30 ขา

2.1.1 ชนิดของขาตัวชี้วัดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สมองกลฝังตัว (ESP32)

- VCC เป็นขาสำหรับจ่ายไปเข้าเพื่อให้ตัวชี้วัดทำงานได้ ซึ่งแรงดันที่ใช้งานได้คือ 3.3 - 3.6V
- GND
- Reset และ CH_PD (หรือ EN) เป็นขาที่ต้องต่อเข้าไฟ + เพื่อให้ตัวชี้วัดสามารถทำงานได้ ทั้ง 2 ขานี้สามารถนำมาใช้รีเซ็ตตัวชี้วัดได้เหมือนกัน แตกต่างตรงที่ขา Reset สามารถลอยไว้ได้ แต่ขา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีพื้นฐานที่ใช้

ในระบบ Smart Mini Farm นี้ได้มีการใช้หลักการรับข้อมูลค่าอุณหภูมิ ความชื้น และปัจจัยที่ทำให้ผักสวนครัวที่ปลูกนั้นเจริญเติบโตได้ดีโดยการใช้ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุม โดยมีอุปกรณ์รับรู้(DHT11/22)โดยรับค่าอุณหภูมิและความชื้นเข้ามาประมวลผลและเราจะนำข้อมูลที่ผ่านการประมวลผลมาผ่านเว็บไซต์โดยผ่านโพรโทคอล MQTT และเราจะทำให้เว็บไซต์นั้นสวยงามขึ้นโดยการใช้ JQUERY เพื่อแสดงผลอุณหภูมิและความชื้นให้สวยงามยิ่งขึ้น การส่งข้อมูลจาก MQTT ไปยัง JQUERY เราต้องผ่านโพรโทคอลที่มีชื่อว่า PAHO โดยตัวเว็บไซต์ของเรานั้นจะมีฐานข้อมูลสำหรับเก็บข้อมูลที่ชื่อว่า FIREBASE ทำให้ผู้ใช้งานสามารถสมัครสมาชิกและล็อกอินเข้ามาในระบบได้สะดวกสบายมากขึ้น สร้างเว็บชุดคำสั่งประยุกต์ของเรานั้นก็ได้มี เว็บชุดคำสั่งบริการตัวหนึ่งที่ชื่อว่า Heroku นอกจากนี้ยังมีการเก็บข้อมูลความชื้นและอุณหภูมิ ณ เวลานั้น โดยการเก็บของเราจะใช้เทคโนโลยีที่มีชื่อว่า Node-red ซึ่งสามารถนำข้อมูลความชื้นและอุณหภูมิอื่นๆ ส่งไปยังฐานข้อมูลที่มีชื่อว่า mongoDB เพื่อใช้ข้อมูลให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นในอนาคตต่อไป

2.1 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สมองกลฝังตัว (ESP32)

โดยจะมีหน้าที่ ควบคุมการตรวจสอบอุปกรณ์รับรู้ ต่างๆในระบบเพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ โดย ESP32 คือตัวชี้วัดไร้สาย จากจีน ที่มีความพิเศษตรงที่ตัวมันสามารถชุดคำสั่งลงไปได้ ทำให้สามารถนำไปใช้งานแทนไมโครคอนโทรลเลอร์ได้เลย และมีพื้นที่ชุดคำสั่งที่มากถึง 16MB ทำให้มีพื้นที่เหลือมากในการเขียนชุดคำสั่งลงไปอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สมองกลฝังตัว(ESP32) เป็นชื่อของชิปไอซีบนบอร์ดของตัวชี้วัด ซึ่งไอซีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สมองกลฝังตัว(ESP32) พัฒนาเพิ่มเติมจาก ESP8266 ที่นิยมอย่างมาก เนื่องจากเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีราคาถูกและมี WIFI สำหรับเชื่อมต่อ อีกทั้งยังสามารถที่จะใช้ชุดคำสั่ง Arduino IDE ในการเขียนชุดคำสั่งได้ โดยสำหรับ ESP32 ตัวใหม่นี้ยังเพิ่มความสามารถเข้าไป คือการเชื่อมต่อ Bluetooth Low-Energy (BLE, BT4.0, Bluetooth Smart) และยังมี GPIO ที่มากถึง 30 ขา

2.1.1 ชนิดของขาตัวชี้วัดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สมองกลฝังตัว (ESP32)

- VCC เป็นขาสำหรับจ่ายไปเข้าเพื่อให้ตัวชี้วัดทำงานได้ ซึ่งแรงดันที่ใช้งานได้คือ 3.3 - 3.6V
- GND
- Reset และ CH_PD (หรือ EN) เป็นขาที่ต้องต่อเข้าไฟ + เพื่อให้ตัวชี้วัดสามารถทำงานได้ ทั้ง 2 ขานี้สามารถนำมาใช้รีเซ็ตตัวชี้วัดได้เหมือนกัน แตกต่างตรงที่ขา Reset สามารถลอยไว้ได้ แต่ขา

CH_PD (หรือ EN) จำเป็นต้องต่อเข้าไป + เท่านั้น เมื่อขานี้ไม่ต่อเข้าไฟ + ตัวชี้วัดจะไม่ทำงานทันที

- GPIO เป็นขาดิจิทัลอินพุต / เอาต์พุต ทำงานที่แรงดัน 3.3V

ตารางที่ 2.1 ชนิดของขาตัวชี้วัด ESP32

ขาตัวชี้วัด	**การใช้งาน**
VCC	สำหรับจ่ายไฟให้ตัวชี้วัด ใช้แรงดัน 3.3V - 3.6V
GND	สำหรับต่อไฟกระแสลบ
Reset และ CH_PD (หรือ EN)	สำหรับต่อไฟกระแสบวก
GPIO	เป็นขาดิจิทัล Input/Output ใช้แรงดัน 3.3V

2.2 อุปกรณ์รับรู้ DHT11/22

มีหน้าที่วัดอุณหภูมิและความชื้นในอากาศ ที่มีราคาถูก ใช้งานง่ายและสามารถใช้งานกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สมองกลฝังตัว(ESP32)ได้ ซึ่งจะมีอยู่สองแบบ คือแบบที่มาเป็นตัวชี้วัดกับแบบที่มีแต่อุปกรณ์รับรู้มาให้อย่างเดียว โดยการรับส่งข้อมูลจากอุปกรณ์รับรู้(DHT22) นั้นจะใช้สายสัญญาณเส้นเดียวกันและเป็นสัญญาณแบบดิจิทัล

2.2.1 ชนิดของขาอุปกรณ์รับรู้ DHT11/22

- VCC เป็นขาที่กระแสไฟบวก ใช้แรงดัน 5V
- DATA เป็นขาที่เชื่อมกับ pins GPIO ของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สมองกลฝังตัว (ESP32)
- NC
- GND

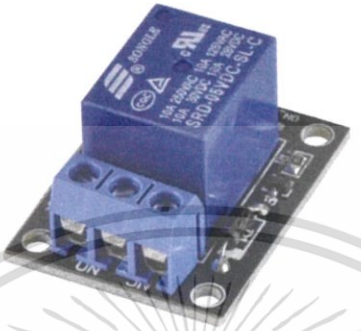
ตารางที่ 2.2 ชนิดขาของ DHT11/22

ชนิดของขา	**การใช้งาน**
VCC	ใช้แรงดันไฟ 5V
DATA	ใช้เชื่อมต่อกับขา GPIO ของ ESP32
NC	เป็นขา Normal Close มักจะต่อกับอุปกรณ์ที่ใช้งานอยู่ตลอดเวลา
GND	สำหรับต่อไฟกระแสลบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 Relay

เป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานแม่เหล็ก เพื่อใช้ในการดึงดูดหน้าสัมผัสของคอนแทคให้เปลี่ยนสภาวะ โดยการป้อนกระแสไฟฟ้าให้กับขดลวด เพื่อทำการปิดหรือเปิดหน้าสัมผัสคล้ายกับสวิตช์อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งเราสามารถนำรีเลย์ไปประยุกต์ใช้ ในการควบคุมวงจรต่าง ๆ ในงานช่างอิเล็กทรอนิกส์มากมาย



รูปที่ 2.1 Relay

(อ้างอิงจาก https://www.jaycar.com.au/arduino-compatible-5v-relay-board/p/XC4419)

2.3.1 ส่วนประกอบของ Relay

1. ส่วนของขดลวด (coil) เหนี่ยวนำกระแสต่ำ ทำหน้าที่สร้างสนามแม่เหล็กไฟฟ้าให้แกนโลหะไปกระทุ้งให้หน้าสัมผัสต่อกัน ทำงานโดยการรับแรงดันจากภายนอกต่อคร่อมที่ขดลวดเหนี่ยวนำนี้ เมื่อขดลวดได้รับแรงดัน(ค่าแรงดันที่รีเลย์ต้องการขึ้นกับชนิดและรุ่นตามที่ผู้ผลิตกำหนด) จะเกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าทำให้แกนโลหะด้านในไปกระทุ้งให้แผ่นหน้าสัมผัสต่อกัน
2. ส่วนของหน้าสัมผัส (contact) ทำหน้าที่เหมือนสวิตช์จ่ายกระแสไฟให้กับอุปกรณ์ที่เราต้องการนั่นเอง

2.4 อุปกรณ์จ่ายไฟ Power supply

มีหน้าที่แปลงกระแสไฟฟ้าจากกระแสสลับขนาด 220V เป็นกระแสตรง 5V, 12V ให้กับอุปกรณ์ต่างๆ โดยผ่านทางเมนบอร์ด เพื่อเลี้ยงไฟให้กับอุปกรณ์ต่างๆ เช่น อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ควบคุมระบบสมองกลฝังตัว ESP32, อุปกรณ์รับรู้วัดอุณหภูมิและความชื้น DHT11/22 เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

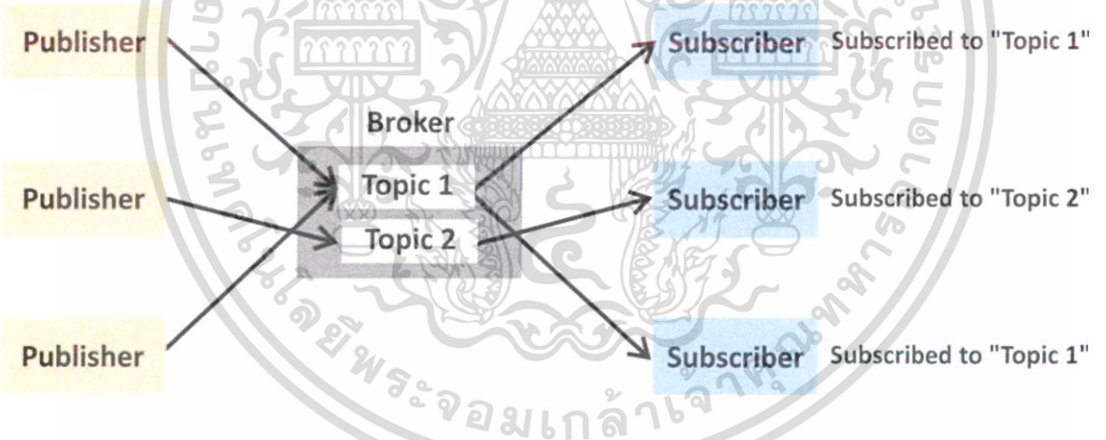
2.5 MQTT

MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) เป็นโพรโทคอลที่ออกแบบมาให้มีขนาดเล็กสำหรับการสื่อสารแบบ M2M (Machine to Machine) โดยเป็นสถาปัตยกรรมแบบ ระบบรับและให้บริการ ปลายทางจะทำหน้าที่เป็น ผู้รับบริการ ซึ่งทำการสร้างเชื่อมต่อแบบโพรโทคอล TCP ไปยัง ผู้ให้บริการ ที่มีชื่อเรียกอีกชื่อว่า Broker ซึ่งมีหน้าที่เป็นเสมือนท่อส่งข้อมูลในการรับส่งข้อความ ระหว่าง ผู้รับบริการ ที่เป็นได้ทั้ง Publisher และ Subscriber นั่นเอง

ผู้รับบริการ หมายถึง Publisher หรือ Subscriber ที่เชื่อมต่อแบบรวมศูนย์ไปยัง Broker ซึ่งสามารถเชื่อมต่อได้ทั้งแบบถาวรที่ทำการสร้างการเชื่อมต่อค้างไว้เปิดตลอดเวลาเพื่อติดต่อกับ Broker ซึ่งตรงข้ามกับ ผู้รับบริการ ที่เชื่อมต่อแบบการเชื่อมต่อแบบชั่วคราวซึ่ง Broker ไม่สามารถติดตามสถานะได้

Broker เป็นส่วนของชุดคำสั่งที่ทำหน้าที่รับข้อความทั้งหมดที่ได้จาก Publisher แล้วจึงส่งต่อไปให้ Subscriber ตามแต่การหัวเรื่องที่ผู้รับบริการได้ทำการ Subscribe ไว้

หัวข้อเรื่องเป็นเหมือนที่อยู่ ที่ผู้รับบริการทำการเชื่อมต่อเพื่อรับส่งข้อความระหว่างกัน



รูปที่ 2.2 โครงสร้างโพรโทคอล MQTT

(อ้างอิงจาก http://www.adslthailand.com/post/mqtt-coap-comparison-iot-protocol)

ข้อดีคือ MQTT คือเหมาะกับการนำไปใช้กับระบบคลาวด์ที่ให้บริการแบบรวมศูนย์เพราะถูกออกแบบให้เหมาะกับการกระจายข้อมูลแบบหลายอุปกรณ์ต่อกับตัวอย่างแอพพลิเคชั่นที่นำ MQTT ไปใช้อย่างแพร่หลายคงจะหนีไม่พ้นอินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่ง ที่มีตามท้องตลาดทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 Paho

โครงการ Paho ถูกสร้างขึ้นเพื่อให้สามารถใช้งานได้ฟรี ที่สามารถปรับขนาดได้ของโพรโทคอลการส่งข้อความแบบมาตรฐานและแบบเปิดที่มุ่งเป้าไปที่แอพพลิเคชั่นใหม่ ๆ ที่มีอยู่และที่เกิดขึ้นใหม่สำหรับอุปกรณ์เชื่อมต่อกันและอินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่ง

Paho สะท้อนถึงทางกายภาพและค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการเชื่อมต่ออุปกรณ์ วัตถุประสงค์รวมถึงระดับการแยกส่วนระหว่างอุปกรณ์และแอพพลิเคชันที่มีประสิทธิภาพซึ่งออกแบบมาเพื่อให้ตลาดเปิดกว้างขึ้นและส่งเสริมให้มีการขยายตัวของเว็บและมิดเดิลแวร์และแอพพลิเคชันของ Enterprise และเครือข่ายใยแมงมุม ที่ปรับขนาดได้ Paho เริ่มต้นด้วยการใช้งาน MQTT ในการเผยแพร่/สมัครสมาชิกเพื่อใช้กับนโยบายฝังตัวและในอนาคตจะให้การสนับสนุนเซิร์ฟเวอร์ที่สอดคล้องกันตามที่ชุมชนกำหนด

2.7 Jquery

jQuery คือ JavaScript Library ซึ่งถูกออกแบบมาเพื่อให้การเขียน JavaScript นั้นมีความสะดวกและง่ายขึ้น เพราะว่าการนำ JavaScript เอาไปประยุกต์กับงานจำพวกเว็บ (client-side JavaScript) นั้นเป็นสิ่งที่ยุ่งยาก ไม่ว่าจะเป็นเรื่องความไม่เข้ากันของโปรแกรมใช้สำหรับแสดงเว็บเพจแต่ละค่าย, DOM หรือ API เป็นต้น

ที่จำเป็นมารวบรวมไว้ในรูปแบบของ Library พอเป็นเช่นนี้แล้ว ไม่ว่าโค้ดที่คุณเขียนจะใช้ JavaScript หลายบรรทัดขนาดไหน ก็สามารถทำให้สั้นลงได้ อาจทำให้เหลือสั้นเพียงแค่บรรทัดเดียวเท่านั้น

2.8 Firebase

Firebase คือ โครงการที่ถูกออกแบบมาให้เป็นการเชื่อมต่อชุดคำสั่งแสดงผลโปรแกรมมิ่ง และฐานข้อมูลบนอินเทอร์เน็ตสำหรับพัฒนา ระบบประยุกต์ตลอดเวลา รองรับหลาย นโยบาย ทั้งชุดคำสั่งประยุกต์ระบบปฏิบัติการบนอุปกรณ์ไอโฟน (IOS App), ชุดคำสั่งประยุกต์บนแอนดรอยด์ (Android App), ชุดคำสั่งประยุกต์ที่อยู่ในระบบอินเทอร์เน็ต (Web App)

Firebase ถูกสร้างขึ้นจากคุณสมบัติเสริมว่านักพัฒนาสามารถผสมและจับคู่เพื่อให้พอดีกับความต้องการของตน บริษัท ก่อตั้งขึ้นในปี 2011 โดยแอนดรูลีและเจมส์ เทมปลิน สินค้าเริ่มต้น Firebase เป็นฐานข้อมูลเรียลไทม์ซึ่งมีชุดคำสั่งผลแสดงผลหน้าจอที่ช่วยให้นักพัฒนาในการจัดเก็บและซิงค์ข้อมูล โดย Google Firebase 2.0 Google ได้ซื้อกิจการ Firebaseและมีการพัฒนาให้สามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากบริการ เก็บข้อมูลอย่างเดียว มาเป็น นโยบาย ครบวงจรสำหรับนักพัฒนาแอพ รองรับบริการแทบทุกอย่างที่นักพัฒนาแอพต้องใช้งาน

2.8.1 Firebase มีอะไรให้ใช้บ้าง

Firebase มีบริการหลายอย่างมาก ๆ จะขอยกตัวอย่างบางส่วน โดยแบ่งหัวข้อของ Firebase ดังนี้

- Cloud Firestore คือ บริการทางด้าน ฐานข้อมูล ที่เป็นลักษณะเป็น NoSQL โดยนำข้อดีของฐานข้อมูลตลอดเวลา ของ Firebase เช่นกัน มาต่อยอดอีกด้วย
- บริการที่จัดการความน่าเชื่อถือ ซึ่งคลอบคลุมมาก ๆ ทั้ง จดหมายอิเล็กทรอนิกส์-รหัสผ่าน, อุปกรณ์สื่อสารระยะไกล ไปจนถึง facebook, twitter, github สำหรับการเข้าสู่ระบบอีกด้วย
- Google Analytics คือ ตัวที่เก็บข้อมูลสถิติ พฤติกรรมของ User ที่ใช้งาน Mobile App (Web ก็ใช้ได้นะ) โดยสามารถแบ่งพฤติกรรมให้เราดูได้อย่างละเอียด
- การตั้งค่าระยะไกล คือ ส่วนที่จัดการรูปแบบของโปรแกรมบนมือถือในเรื่องของหน้าตา เช่น หากเราต้องการเปลี่ยนภาพพื้นหลังในหน้าหลักเราก็สามารถเปลี่ยนได้ที่การตั้งค่าเชื่อมตอระยะไกลนี้ได้เลย ไม่ต้องไปแก้ที่ชุดโปรแกรมของโปรแกรมมือถือ
- Cloud Messaging คือ ตัวที่จะทำให้ชุดคำสั่งมือถือของเรารับการแจ้งเตือนได้โดยส่งข้อความไปหา iOS และ Android รวมไปถึงเว็บไซต์ด้วย

2.9 Node-red

เป็นเครื่องมือสำหรับนักพัฒนาโปรแกรมในการเชื่อมต่ออุปกรณ์ฮาร์ดแวร์เข้ากับ APIs (Application Programming Interface) ซึ่งเป็นการพัฒนาโปรแกรมแบบ Flow-Based Programming ที่มีหน้า UI สำหรับนักพัฒนาให้ใช้งานผ่าน Web Browser ทำให้การเชื่อมต่อเส้นทางการไหลของข้อมูลนั้นเป็นเรื่องง่าย

เนื่องจาก Node-RED เป็น Flow-Based Programming นั้นทำให้เราแทบจะไม่ต้องเขียน Code ในการพัฒนาโปรแกรมเลย แค่เพียงเลือก Node มาวางแล้วเชื่อมต่อก็สามารถควบคุม I/O ได้ โดย Node-RED จะมี Node ให้เลือกใช้งานอย่างหลากหลาย

สามารถสร้างฟังก์ชัน JavaScript ได้โดยใช้ Text Editor ที่มีอยู่ใน Node-RED และยังสามารถบันทึก Function, Templates, Flows เพื่อไปใช้งานกับงานอื่นต่อไป

Node-RED นั้นทำงานบน Node.js ทำให้เหมาะสำหรับการใช้งานกับ Raspberry Pi เนื่องจากใช้ทรัพยากรน้อย ขนาดไฟล์ไม่ใหญ่และ Node.js ยังทำหน้าที่เป็นตัวกลางให้ Raspberry Pi สามารถติดต่อกับ Web Browser และอุปกรณ์อื่นๆ ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10 mongoDB

เป็น open-source document database โดยเป็นฐานข้อมูลแบบ NoSQL คือไม่มี relation (ความสัมพันธ์) ของตารางแบบ SQL ทั่วๆไป แต่จะเก็บข้อมูลเป็นแบบ JSON (JavaScript Object Notation) แทน การบันทึกข้อมูลทุกๆ record ใน MongoDB เราจะเรียกมันว่า Document ซึ่งจะเก็บค่าเป็น key และ value จะเห็นได้ว่าก็คือ JSON

การเก็บข้อมูล document ใน MongoDB จะถูกเก็บไว้ใน Collections (เปรียบเทียบได้กับ Table ใน Relational Database ทั่วๆไป) แต่แตกต่างกันที่ collection ไม่จำเป็นที่จะต้องมี schema เหมือนกันก็สามารถบันทึกข้อมูลได้

2.11 เว็บชุดคำสั่งประยุกต์

เว็บชุดคำสั่งประยุกต์ คืออะไร? เว็บชุดคำสั่งประยุกต์ คือ โปรแกรมประยุกต์ที่ถูกเขียนขึ้นมาเพื่อเป็นโปรแกรมค้นดูเว็บสำหรับการใช้งาน เว็บเพจต่างๆ ซึ่งถูกปรับแต่งให้แสดงผลแต่ส่วนที่จำเป็น เพื่อเป็นการลดทรัพยากรในการประมวลผล ของตัวเครื่องสมาร์ทโฟน หรือ แท็บเล็ต ทำให้โหลดหน้าเว็บไซต์ได้เร็วขึ้น อีกทั้งผู้ใช้งานยังสามารถใช้งานผ่าน อินเทอร์เน็ตและอินทราเน็ตในความเร็วต่ำได้

ข้อดีของ เว็บชุดคำสั่งประยุกต์

ข้อดีของ เว็บชุดคำสั่งประยุกต์ นั้น คือ ในส่วนของการใช้งานที่สามารถใช้งานได้ง่าย สะดวกทุกที่ ทุกเวลา ถ้าหากไม่มีเครื่องคอมพิวเตอร์ แต่ต้องการใช้โปรแกรมค้นดูเว็บก็สามารถใช้โปรแกรมประยุกต์ประเภทนี้ได้ รวมถึงมีการปรับให้เป็นปัจจุบัน แก้ไขข้อผิดพลาดต่างๆ อยู่ตลอดเวลา และใช้งานได้ทุกนโยบาย

2.12 Heroku

Heroku เป็น นโยบายการให้บริการที่ให้เราใช้งานได้ฟรี (มีแบบเสียเงินด้วย) โดยรองรับภาษาชุดคำสั่งที่หลากหลาย เช่น Ruby, PHP, Node.js, Python, Java, Clojure, Scala

Heroku เหมาะกับใครบ้าง? จริงๆแล้ว มันเหมาะกับทุกคนแหละ เช่น นักศึกษาอยากลองเขียนเว็บด้วย PHP แต่ไม่ได้เช่า แม่ข่าย ก็สามารถใช้ Heroku ได้

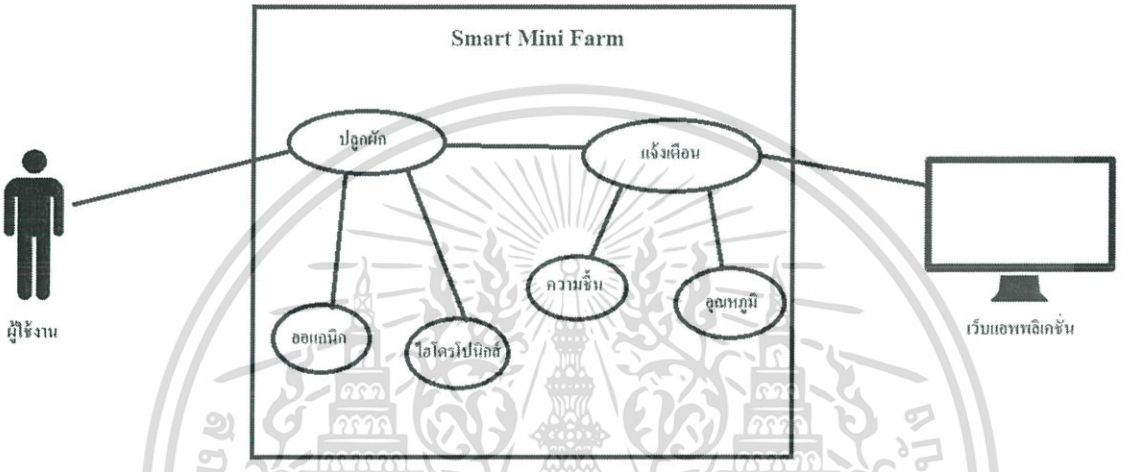
Heroku มี App Store ของมันด้วยเรียกว่า add-ons สำหรับเพิ่มเติมบริการอื่นๆ เข้าไปในแอพของเรา เช่น PostgreSQL, MongoDB, Redis เป็นต้น ซึ่งก็มีทั้งฟรี และไม่ฟรีให้เลือกใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบ

3.1 ยูสเคสไดอะแกรม (Use case diagram)

3.1.1 แสดงการทำงานภาพรวมของการปลูกผักใน Smart Mini Farm

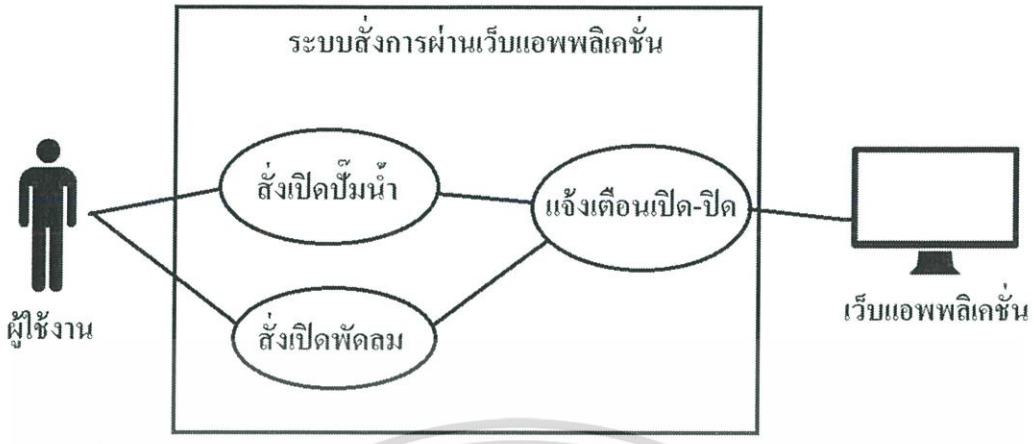


รูปที่ 3.1 Use case diagram ของการปลูกผักในการ Smart Mini Farm

จากรูปที่ 3.1 แสดง Use case diagram ของ Smart Mini Farm ภาพรวมของการปลูกผักในการ Smart Mini Farm เริ่มต้นจากผู้ใช้งานทำการปลูกผักสวนครัว โดยจะมี 2 ประเภท คือ 1. ออแกนิก 2. ไฮโดรโปนิกส์ จากนั้นระบบจะทำการแจ้งเตือนตามค่าต่างๆเช่น ความชื้น, อุณหภูมิ ไปยังเว็บแอพพลิเคชั่น ซึ่งถ้าระบบทำการส่งไปที่เว็บแอพพลิเคชั่นแล้ว ผู้ใช้งานสามารถดูผลลัพธ์ได้ทางหน้าจอคอมพิวเตอร์หรือหน้าจอโทรศัพท์สมาร์โฟนได้เลย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 แสดงการทำงานของระบบสั่งการผ่านเว็บแอพพลิเคชั่น



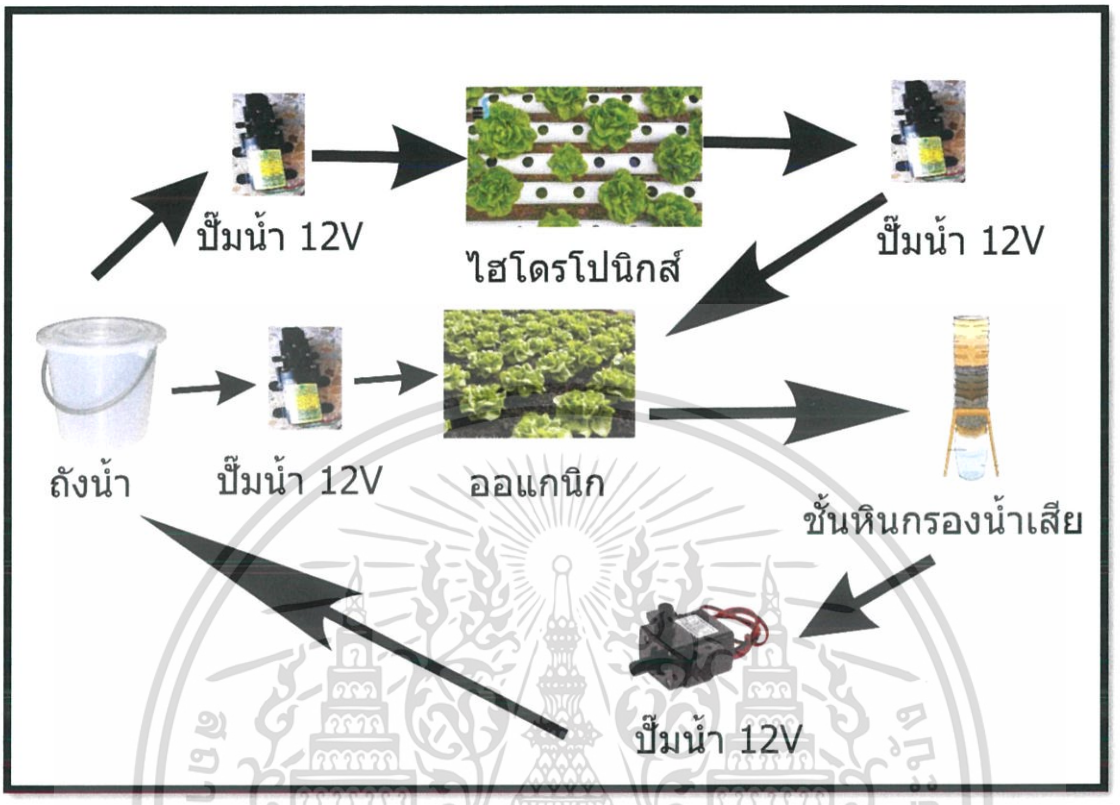
รูปที่ 3.2 Use case diagram ของระบบสั่งการผ่านเว็บแอพพลิเคชั่น

จากรูปที่ 3.2 แสดง Use case diagram ของระบบสั่งการผ่านเว็บแอพพลิเคชั่น โดยผู้ใช้งานจะทำการเปิดปั๊มน้ำหรือเปิดพัดลมสำหรับระบายอากาศผ่านเว็บแอพพลิเคชั่น ซึ่งจะมีการแสดงสถานะการเปิดและการปิดเพื่อแจ้งเตือนให้ผู้ใช้งานได้ทราบสถานะนั้นๆ ถ้าระดับอุณหภูมิหรือความชื้นถึงจุดที่กำหนดไว้ ผู้ใช้งานสามารถสั่งการเปิดปิดปั๊มน้ำหรือพัดลมระบายอากาศจากเว็บแอพพลิเคชั่นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การออกแบบฮาร์ดแวร์ (Hardware)

3.2.1 ระบบลำเลียงน้ำ

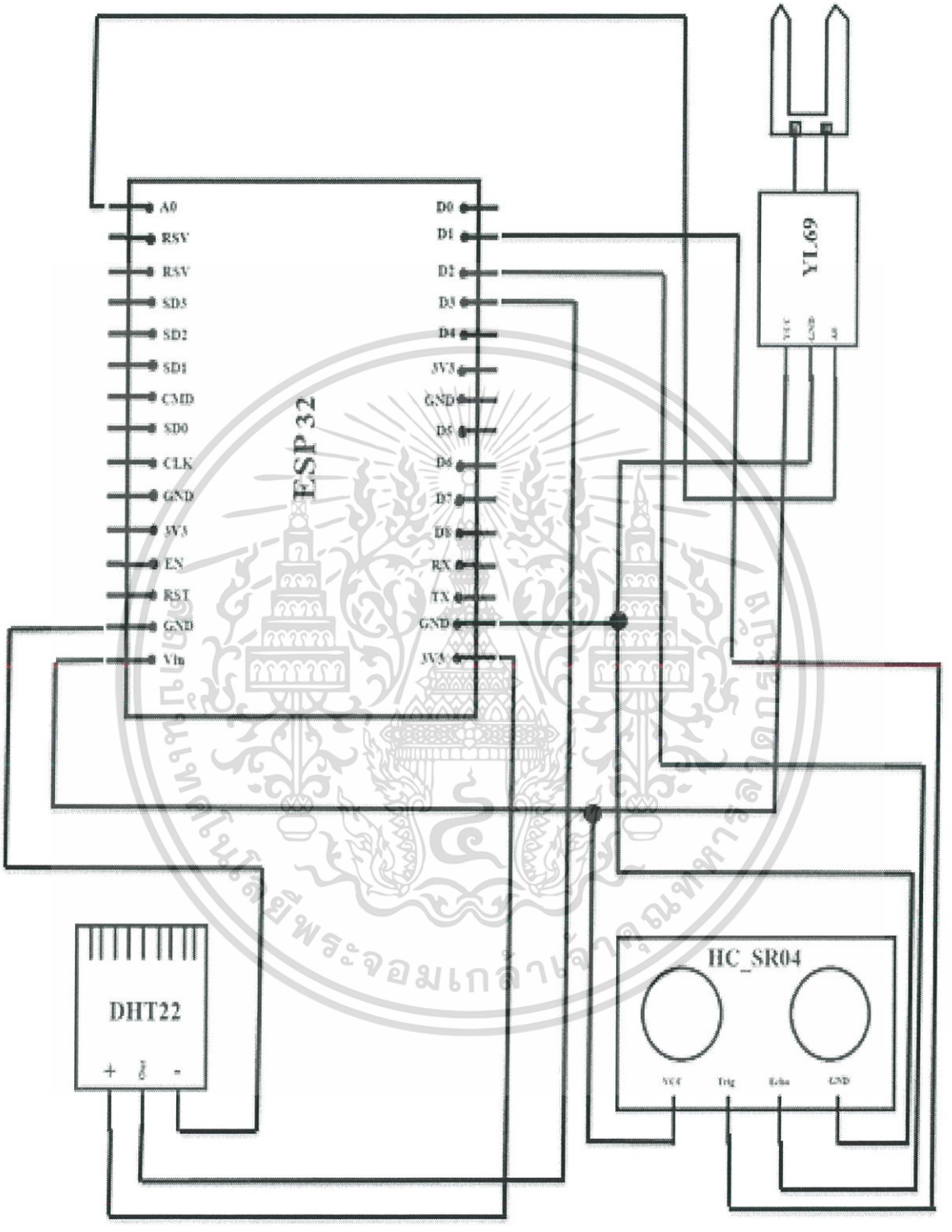


รูปที่ 3.3 การทำงานของระบบลำเลียงน้ำ

จากรูปที่ 3.3 แสดงระบบลำเลียงน้ำของ Smart Mini Farm ซึ่งมีอุปกรณ์ประกอบหลักคือ ถังใส่น้ำ และปั๊มน้ำ 12V โดยเริ่มต้นจากถังใส่น้ำที่เตรียมน้ำไว้ตั้งแต่เริ่มต้นและลำเลียงไปตามสายยางเพื่อเข้าสู่ปั๊มน้ำ 12V และทำการสูบน้ำเข้าไปยังแปลงผักไฮโดรโปนิกส์และออแกนิก และจะทำการลำเลียงน้ำเสียจากแปลงไฮโดรโปนิกส์ไปยังชั้นผักออแกนิก โดยเมื่อชั้นผักออแกนิกได้รับน้ำที่เพียงพอจะทำการระบายน้ำเสียออกมาจากด้านล่างของถาดที่ปลูก เพื่อไปยังชั้นหินกรองน้ำเสียเข้าไปยังปั๊มน้ำ 12V อีกตัวหนึ่งเพื่อนำไปรวมกับถังใส่น้ำเริ่มต้นก็จะเป็นระบบหมุนเวียนน้ำให้กับ Smart Mini Farm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 การวางระบบฮาร์ดแวร์

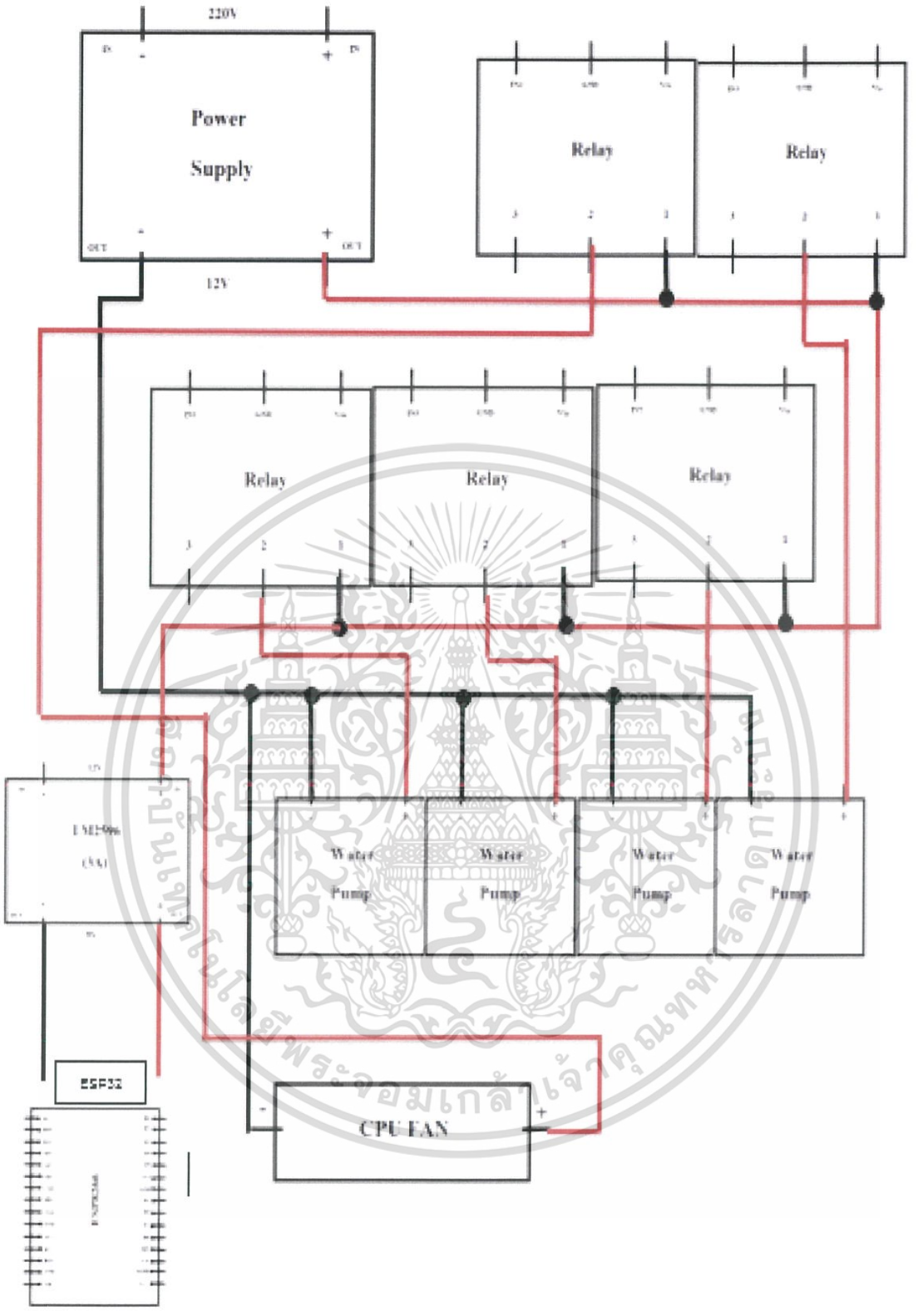


รูปที่ 3.4 การวางระบบฮาร์ดแวร์วัดความชื้นในดินและวัดอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.4 แสดงการวางระบบฮาร์ดแวร์วัดความชื้นในดินและวัดอุณหภูมิ ประกอบด้วย บอร์ดหลักคือ ESP32 และอุปกรณ์ย่อยต่างๆดังนี้ Soil Moisture Sensor YL69, Temperature Sensor DHT22, และ Ultrasonic Sensor HC_SR04 เชื่อมต่อกันดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



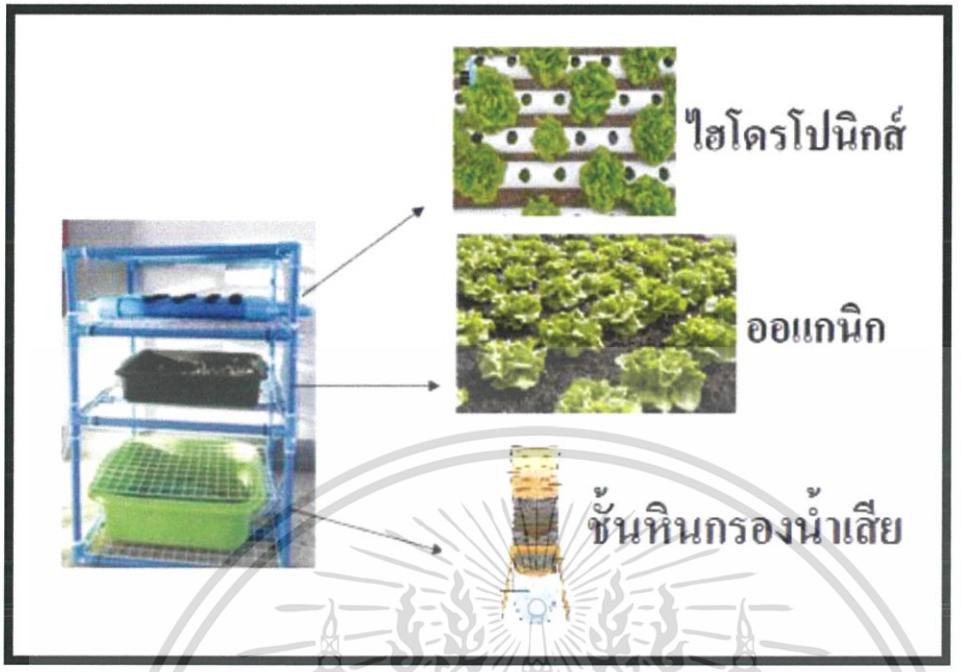
รูปที่ 3.5 การเชื่อมต่อระบบควบคุมอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.5 แสดงการเชื่อมต่อระบบควบคุมอุปกรณ์ โดยประกอบไปด้วยบอร์ดหลักคือ ESP32 และอุปกรณ์ย่อยต่างๆดังนี้ DC-to-DC Step down LM2596(3A), Power Supply, Relay, Water Pump, และ CPU Fan เชื่อมต่อกันดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 โครงสร้าง Smart Mini Farm

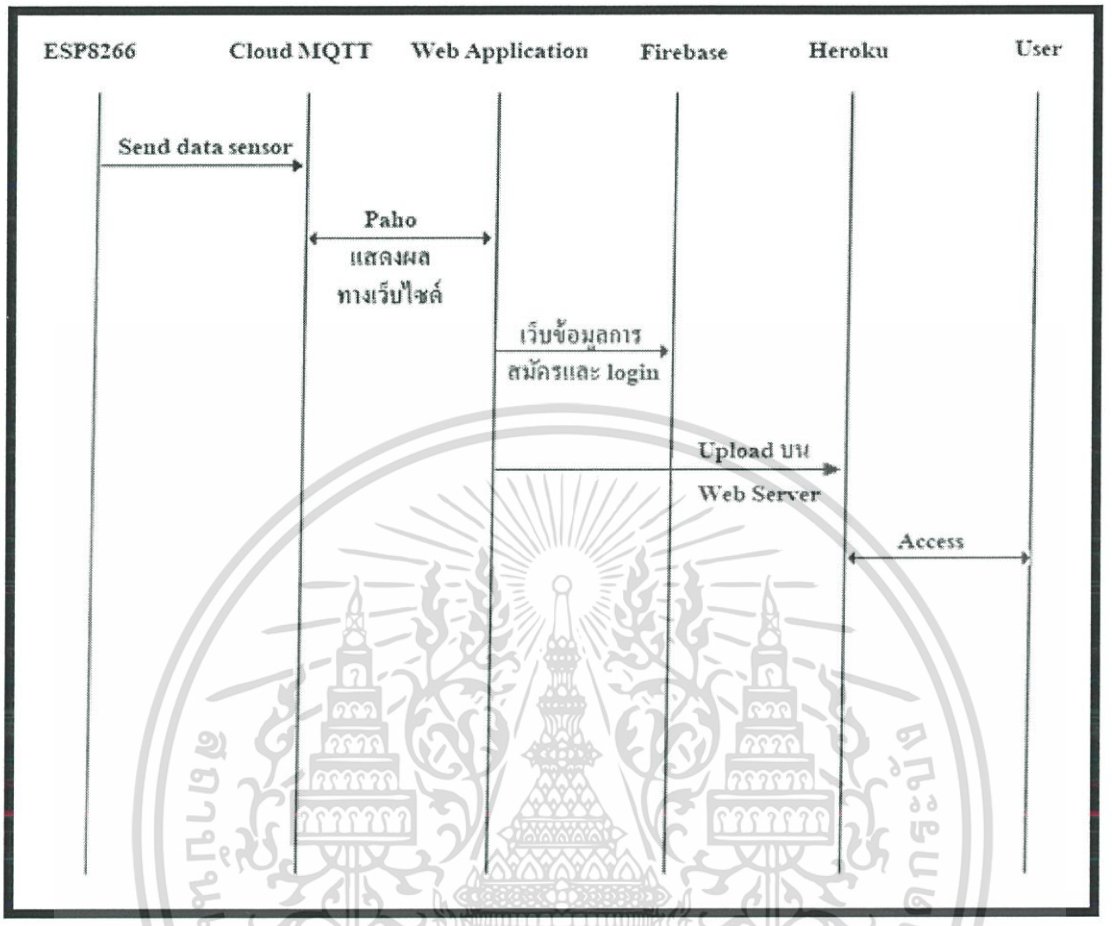


รูปที่ 3.6 โครงสร้าง Smart Mini Farm

จากรูปที่ 3.6 แสดงโครงสร้าง Smart Mini Farm โดยชั้นบนสุดจะเป็นแปลงผักไฮโดรโปนิกส์ ชั้นตรงกลางจะเป็นแปลงผักออแกนิก และชั้นล่างสุดจะเป็นชั้นหินกรองน้ำเสีย โดยการวางโครงสร้างดังกล่าวจะทำให้เกิดเป็นระบบหมุนเวียนของการลำเลียงน้ำได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การออกแบบซอฟแวร์ (Software)



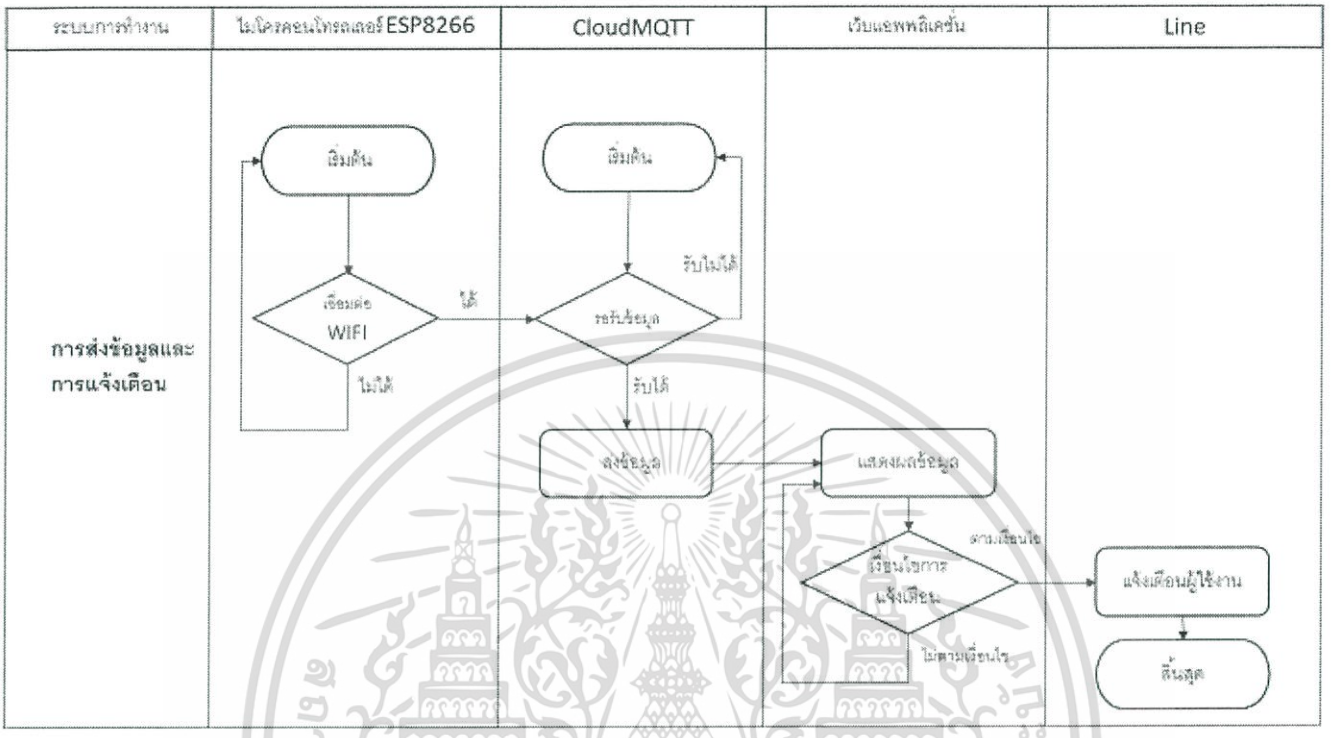
รูปที่ 3.7 Sequence diagram ของ Software

จากรูปที่ 3.7 Sequence diagram ของ Software แสดงให้เห็นถึงขั้นตอนการทำงานของระบบ โดยการทำงานจะเริ่มจาก ESP32 ทำการส่งข้อมูลที่ได้จากอุปกรณ์รับรู้ (sensor) ไปยัง cloud MQTT ซึ่งเป็นที่จัดเก็บข้อมูลบนอินเทอร์เน็ต เมื่อเก็บข้อมูลเสร็จสิ้นก็จะทำการแสดงผลข้อมูลไปยัง Web Application ผ่านโพรโทคอลที่มีชื่อว่า Paho อีกทั้งการสมัครสมาชิกละการ login เราจะใช้เทคโนโลยีที่มีชื่อว่า Firebase การแสดงผลในโลกอินเทอร์เน็ตเราจะใช้ Web server ที่เป็น opensource (ฟรี) ที่มีชื่อว่า Heroku ผู้ใช้งานทุกคนจึงสามารถที่จะเข้าถึงเว็บของเราได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การออกแบบการทำงานของระบบ (Flow chart)

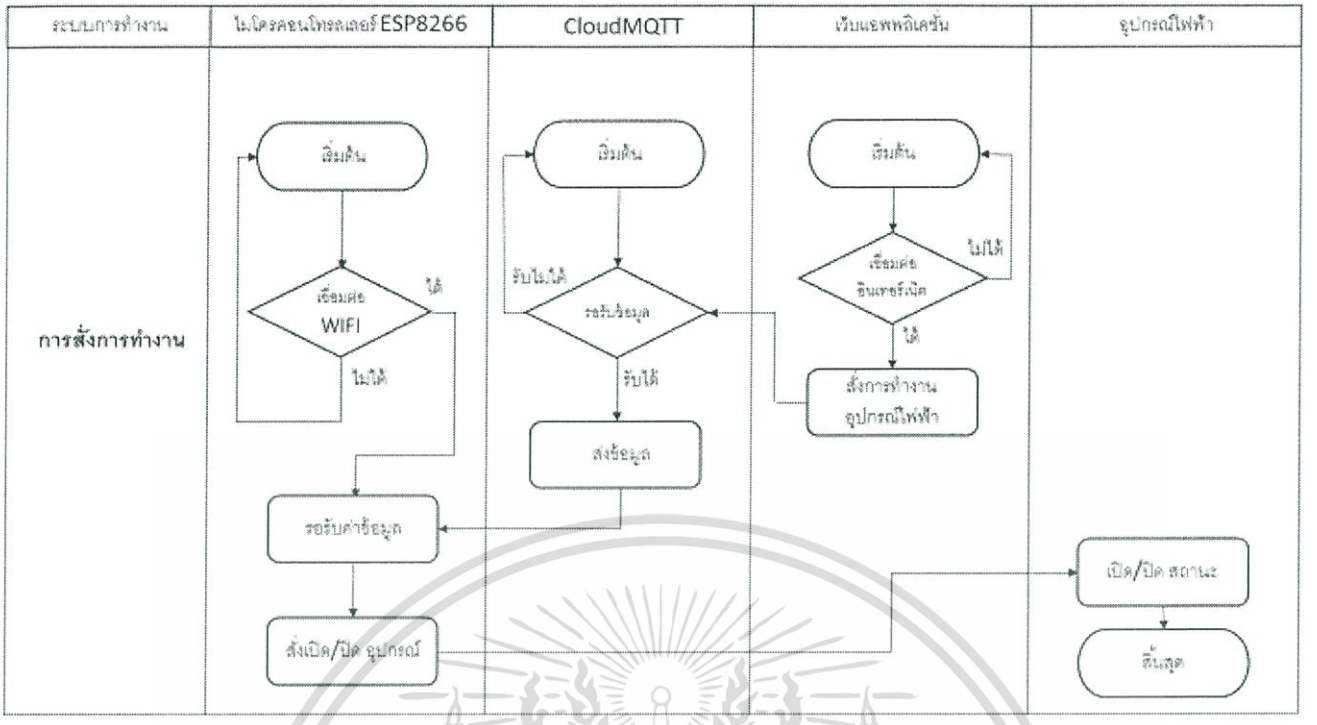
3.4.1 การส่งข้อมูลและการแจ้งเตือน



รูปที่ 3.8 โฟลชาร์ต (Flow chart) การส่งข้อมูลและการแจ้งเตือน

จากรูปที่ 3.8 โฟลชาร์ต (Flow chart) การส่งข้อมูลและการแจ้งเตือน แสดงให้เห็นถึงขั้นตอนการทำงานของระบบ โดยการทำงานจะเริ่มจากไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 ทำการเชื่อมต่อกับ WiFi ถ้าหากเชื่อมต่อไม่สำเร็จอุปกรณ์จะทำการเชื่อมต่อใหม่จนสำเร็จ ในขณะเดียวกัน CloudMQTT จะรอรับข้อมูลที่มาจากไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 ซึ่งถ้าหากรับข้อมูลไม่ได้ระบบก็จะทำการรีเซ็ตตัวเองใหม่ให้สามารถรับข้อมูลได้เพื่อส่งข้อมูลแสดงผลไปยังเว็บแอพลิเคชั่น ซึ่งถ้าหากตัวข้อมูลที่รับมาแสดงผลนั้นไม่ตรงกับเงื่อนไขในการแจ้งเตือนที่กำหนดไว้ระบบจะทำการตรวจสอบข้อมูลที่แสดงผลออกมาใหม่ให้ตรงกับเงื่อนไข และเมื่อตรงตามเงื่อนไขแล้วก็จะทำการแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้งานให้รับรู้

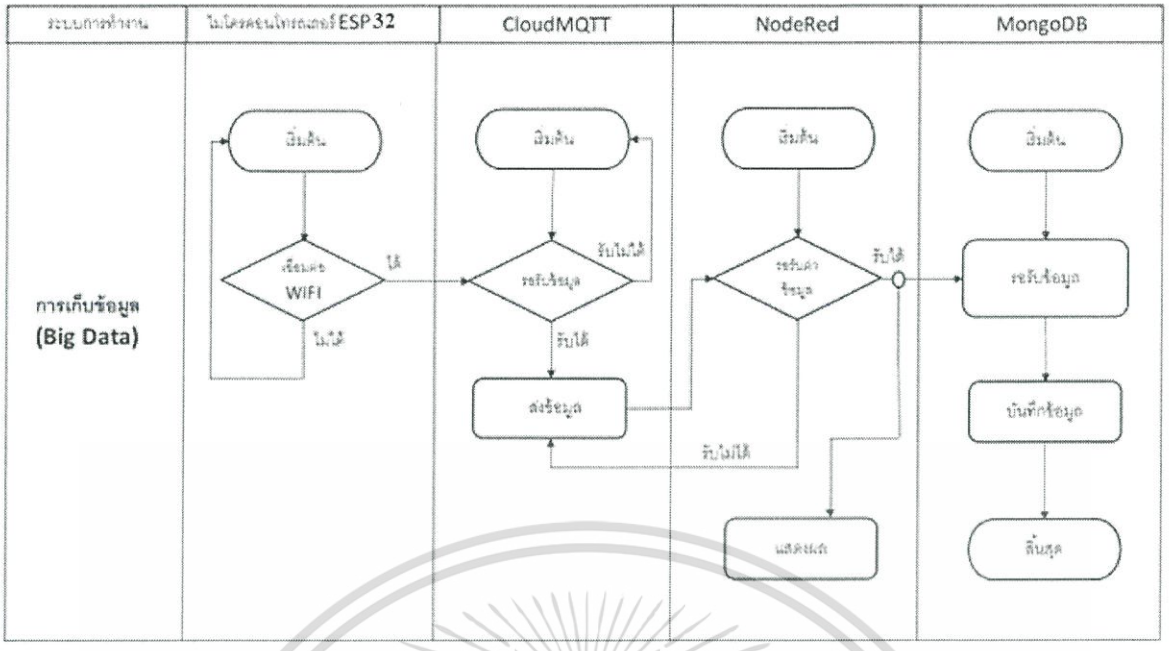
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 โฟลชาร์ต (Flow chart) การสั่งการทำงาน

จากรูปที่ 3.9 โฟลชาร์ต (Flow chart) การสั่งการทำงาน แสดงให้เห็นถึงขั้นตอนการทำงานของระบบ โดยจะเริ่มจากโดยการทำงานจะเริ่มจากไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 ทำการเชื่อมต่อกับ WiFi ถ้าหากเชื่อมต่อไม่สำเร็จอุปกรณ์จะทำการเชื่อมต่อใหม่จนสำเร็จ ในขณะเดียวกันเว็บแอพพลิเคชั่นจะมีการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต ถ้าหากเชื่อมต่อไม่ได้ระบบจะทำการรีเซ็ตตัวเองให้สามารถเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้ และทำการสั่งการทำงานอุปกรณ์ไฟฟ้าและทำการส่งข้อมูลไปยัง CloudMQTT ที่มีการรอรับข้อมูลไว้ในขณะเดียวกัน ถ้าหากรับข้อมูลไม่ได้ระบบจะทำการวนลูปให้สามารถรับข้อมูลได้ เพื่อที่จะส่งข้อมูลไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 ที่มีการรอรับค่าข้อมูลไว้ ก็จะเป็นการสั่งการทำงานให้อุกรณ์เปิดหรือปิดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.10 โฟลชาร์ต (Flow chart) การเก็บข้อมูล (Big Data)

จากรูปที่ 3.10 โฟลชาร์ต (Flow chart) การเก็บข้อมูล (Big Data) แสดงให้เห็นถึงขั้นตอนการทำงานของระบบโดยจะเริ่มจากโดยการทำงานจะเริ่มจากไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 ทำการเชื่อมต่อกับ WiFi ถ้าหากเชื่อมต่อไม่สำเร็จอุปกรณ์จะทำการเชื่อมต่อใหม่จนสำเร็จ เพื่อทำการส่งข้อมูลไปยัง ClodMQTT ที่มีการรอรับค่าข้อมูลไว้ ซึ่งถ้าหากรับข้อมูลไม่สำเร็จระบบจะทำการวนกลับไปยังจุดเริ่มต้นและรอการรับข้อมูลให้สำเร็จและทำการส่งข้อมูลไปยัง NodeRed ที่มีการรอรับค่าข้อมูลไว้ ถ้าหากรับข้อมูลไม่สำเร็จระบบจะทำการวนกลับไปตรวจสอบค่าข้อมูลใน cloudMQTT ใหม่ให้สามารถรับค่าข้อมูลได้สำเร็จ โดยจะส่งไปแสดงผลข้อมูลในรูปแบบ Web server ในขณะเดียวกันเมื่อ NodeRed ทำการรับค่าข้อมูลได้สำเร็จ ก็จะส่งไปยัง MongoDB ที่เป็นฐานเก็บข้อมูลแบบ NoSQL ที่ได้เปิดไว้ตั้งแต่ต้น เพื่อรอรับข้อมูลจาก NodeRed และจะบันทึกข้อมูลไว้เพื่อรอการวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลอง

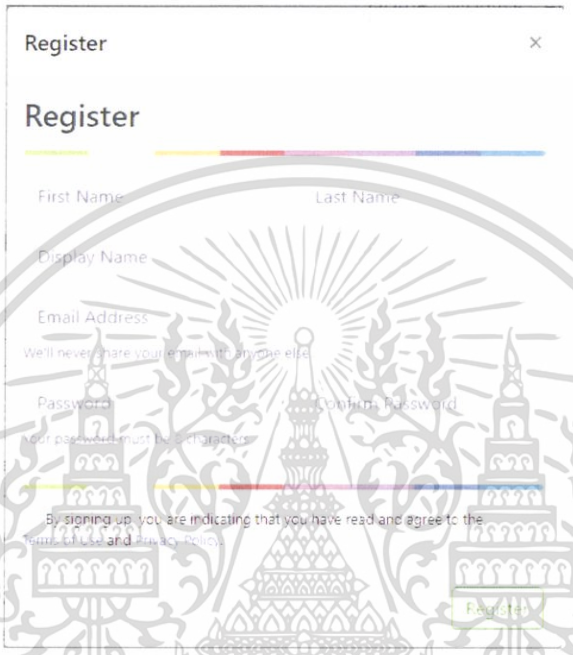
จากการพัฒนาระบบ Smart Mini Farm และการทำงานของระบบเพื่อตรวจสอบการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์และออแกนิก โดยใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่เพื่อให้ระบบสามารถทำงานร่วมกันได้ให้ผลลัพธ์ตามจุดประสงค์ของการพัฒนาละมีประสิทธิภาพเหมาะกับการนำไปใช้จริง

1. การสมัครสมาชิกในเว็บไซต์เพื่อดูบทความที่เป็นประโยชน์ในการปลูกออแกนิกและไฮโดรโปนิกส์
2. การตรวจสอบปริมาณน้ำในถังน้ำโดยมีการส่งการแจ้งเตือนให้ผู้ใช้งาน
3. การตรวจสอบอุณหภูมิความชื้นอากาศและความชื้นในดิน
4. การทำงานร่วมกันของระบบในการเปิดปิดปั๊มน้ำแบบอัตโนมัติ
5. การทำงานร่วมกันของระบบในการเปิดปิดปั๊มน้ำแบบผู้ใช้งานสั่งการ
6. การเก็บข้อมูลอุณภูมิความชื้นต่าง ๆ ลงในฐานข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

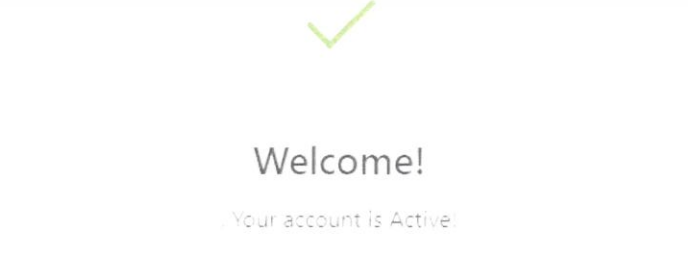
4.1 การสมัครสมาชิกในเว็บไซต์เพื่อดูบทความที่เป็นประโยชน์ในการปลูกออแกนิกและไฮโดรโปนิกส์

ก่อนที่จะเริ่มต้นระบบ ผู้ดูแลจะต้องลงทะเบียนชื่อจริงและนามสกุลของผู้ดูแลก่อน และกรอกชื่อที่ใช้ในการเข้าสู่ระบบของเว็บไซต์ พร้อมกรอกอีเมล์และรหัสผ่านในการเข้าใช้งานเว็บไซต์ ดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 การลงทะเบียนเพื่อเข้าใช้งานเว็บไซต์

ในรูปที่ 4.2 จะเห็นว่าเมื่อกรอกรายละเอียดเกี่ยวกับข้อมูลส่วนตัวเป็นที่เรียบร้อยแล้วก็ทำการเข้าสู่ระบบจากมุมขวาบนของหน้าเว็บไซต์แล้วทำการใส่อีเมล์และรหัสผ่านที่ได้ทำการลงทะเบียนไว้ หากเข้าสู่ระบบสำเร็จก็จะแสดงเครื่องหมายถูกสีเขียว



รูปที่ 4.2 เข้าสู่ระบบสำเร็จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในรูปที่ 4.3 เมื่อทำการเข้าสู่ระบบได้แล้วก็จะพบกับหน้าเว็บไซต์หลักที่มีบทความเนื้อหาที่เกี่ยวกับผักออแกนิกและไฮโดรโปนิกส์ ซึ่งสามารถเข้าชมเนื้อหาดังกล่าวได้โดยเลือกเข้าหน้าที่จะเข้ารับชมได้เลย

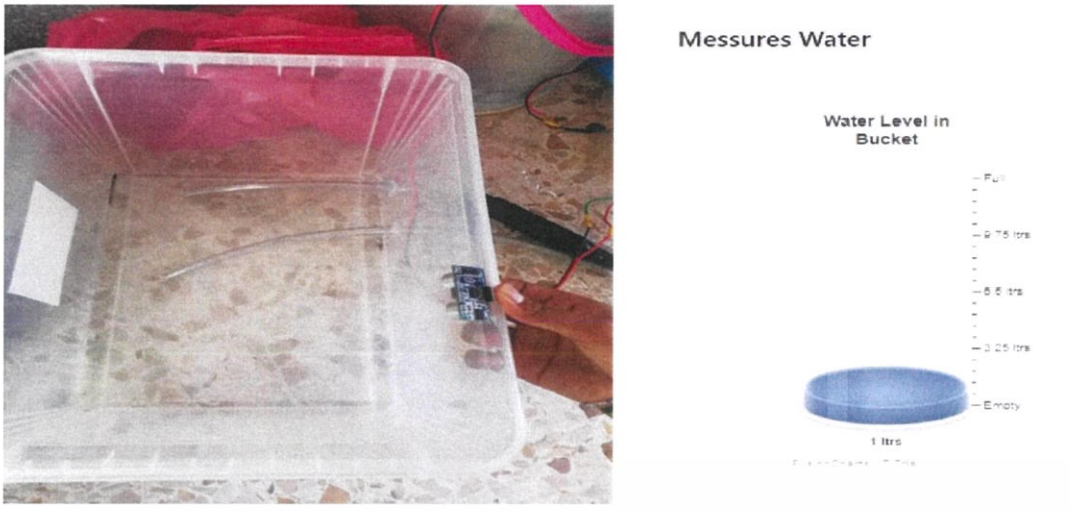
รูปที่ 4.3 ทางเข้าชมเนื้อหาเกี่ยวกับผักออแกนิกและไฮโดรโปนิกส์

4.2 การตรวจสอบปริมาณน้ำในถังน้ำโดยมีการส่งการแจ้งเตือนให้ผู้ใช้งาน

หลังจากที่ลงทะเบียนกับทางเว็บไซต์แล้วให้เข้าไปที่หัวข้อ Monitor ก็จะสามารถที่จะตรวจสอบปริมาณน้ำในถังน้ำได้ โดยจะมีอุปกรณ์รับรู้วัดระยะทาง (Ultrasonic HC-SR04) ในการวัดระยะห่างระหว่างตัวอุปกรณ์กับน้ำในถังดังรูปที่ 4.4 ซึ่งตัวอุปกรณ์จะรับค่ามาแล้วส่งค่าไปแสดงบนเว็บไซต์เป็นภาพเคลื่อนไหวแบบมาตรวัด เพื่อให้เห็นถึงปริมาณน้ำในถังว่ามีจำนวนอยู่เท่าใดดังรูปที่ 4.5

รูปที่ 4.4 อุปกรณ์รับรู้วัดระยะทาง (Ultrasonic HC-SR04) เพื่อตรวจสอบปริมาณน้ำในถัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 ปริมาณน้ำที่วัดได้จากอุปกรณ์รับรู้วัดระยะทาง (Ultrasonic HC-SR04)

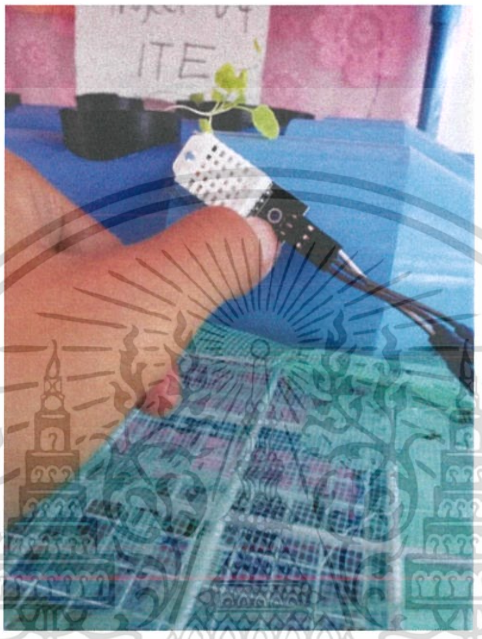
ในรูปที่ 4.6 จะทำการแจ้งเตือนให้ผู้ใช้งานรับรู้ถึงปริมาณน้ำในถัง โดยแจ้งส่งไปยังแอพพลิเคชั่น LINE โดยจะส่งแบบทันทีหรือตามเวลาจริง

รูปที่ 4.6 แจ้งเตือนปริมาณน้ำในถังที่วัดได้จากรูปที่ 4.5 โดยแอพพลิเคชั่น LINE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การตรวจสอบอุณหภูมิความชื้นอากาศและความชื้นในดิน

หลังจากลงทะเบียนกับทางเว็บไซต์เพื่อตรวจสอบปริมาณนในถังได้แล้ว ยังสามารถที่จะตรวจสอบอุณหภูมิ ความชื้นอากาศ และความชื้นในดินได้ โดยจะมีอุปกรณ์รับรู้วัดค่าอุณหภูมิ (DHT22) ในการวัดอุณหภูมิและความชื้นของอากาศดังรูปที่ 4.7 และมีอุปกรณ์รับรู้วัดค่าความชื้นในดิน (YL69) ในการวัดความชื้นในดินดังรูปที่ 4.8

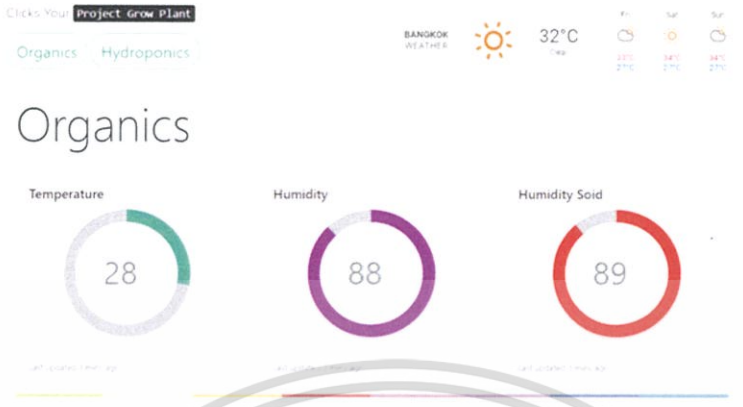


รูปที่ 4.7 วัดอุณหภูมิและความชื้นของอากาศด้วยอุปกรณ์รับรู้วัดค่าอุณหภูมิและความชื้น (DHT22)

รูปที่ 4.8 วัดความชื้นในดินด้วยอุปกรณ์รับรู้วัดค่าความชื้นในดิน (YL69)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

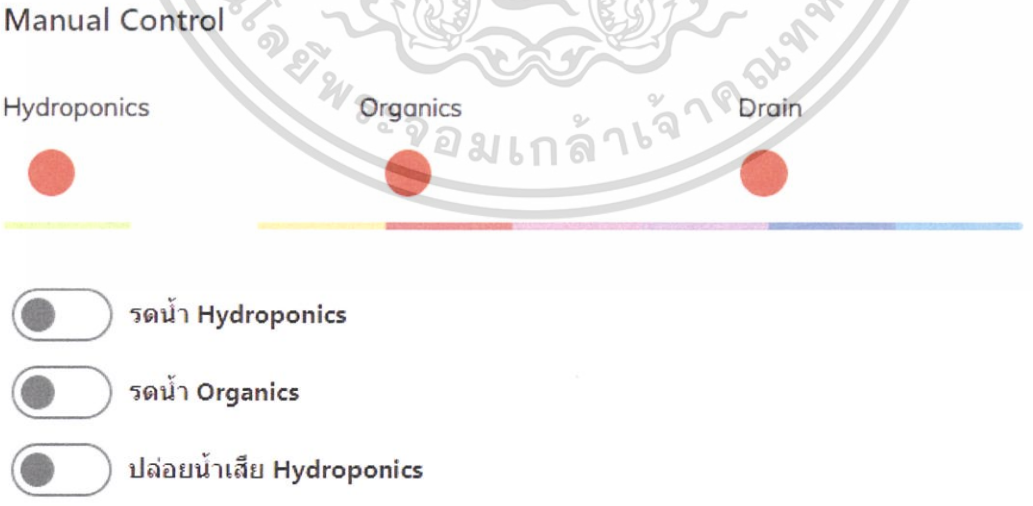
ในรูปที่ 4.9 เป็นการตรวจสอบค่าอุณหภูมิและความชื้นในอากาศ และค่าความชื้นในดินผ่านเว็บไซต์ ซึ่งจะแสดงค่าเป็นเปอร์เซ็น (%)



รูปที่ 4.9 แสดงผลค่าความชื้นและอุณหภูมิอากาศและค่าความชื้นในดินผ่านทางเว็บไซต์

4.4 การทำงานร่วมกันของระบบในการเปิดปิดปั๊มน้ำแบบผู้ใช้งานสั่งการ

จากการปลูกผักออแกนิกและไฮโดรโปนิกส์ จะมีการรดน้ำเพื่อทำให้พืชผักเจริญเติบโตได้อย่างสวยงามและบริโภคได้ โดยในระบบ Smart Mini Farm สามารถให้ผู้ใช้งานสามารถสั่งการรดน้ำผ่านทางเว็บไซต์ โดยจะเป็นการสั่งเปิดหรือปิดปั๊มน้ำของแต่ละตัว ซึ่งจะมีด้วยอยู่ 3 ตัวคือ 1. รดน้ำ Hydroponics, 2. รดน้ำ Organics 3. ปล่อยน้ำเสีย Hydroponics ดังรูปที่ 4.10

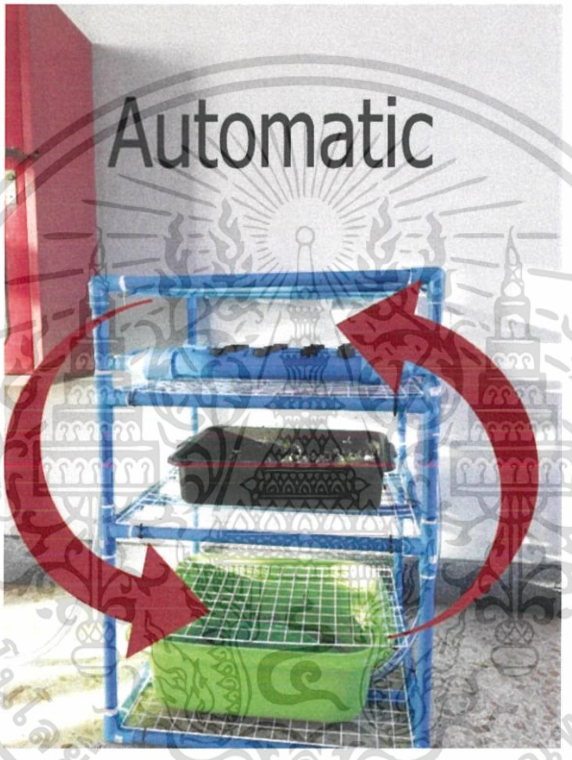


รูปที่ 4.10 หน้าควบคุมการสั่งการปั๊มน้ำ 3 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 การทำงานร่วมกันของระบบในการเปิดปิดปั๊มน้ำแบบอัตโนมัติ

จากระบบการรดน้ำผักออแกนิกและไฮโดรโปนิกส์ด้วยตัวผู้ใช้งานเองแล้ว ยังมีระบบการเปิดปิดปั๊มน้ำแบบอัตโนมัติเพื่อควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในดินได้อย่างมีเสถียรภาพ โดย Smart Mini Farm จะเริ่มต้นการใช้งานด้วยระบบอัตโนมัติ เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถที่จะควบคุมระดับอุณหภูมิและความชื้นในดินให้คงที่ได้โดยไม่มีความจำเป็นต้องสั่งการโดยผู้ใช้งานให้ยุ่งยาก และจะทำหน้าควบคุมปั๊มน้ำทั้ง 3 ตัวเช่นเดียวกับแบบผู้ใช้งานสั่งการเอง การทำงานของระบบอัตโนมัติดังรูปที่ 4.11 จะใช้ค่าของอุณหภูมิและความชื้นจากเว็บไซต์มาเป็นตัวตัดสินใจในการเปิดปิดปั๊มน้ำทั้ง 3 ตัว



รูปที่ 4.11 รูปแบบการทำงานแบบอัตโนมัติ

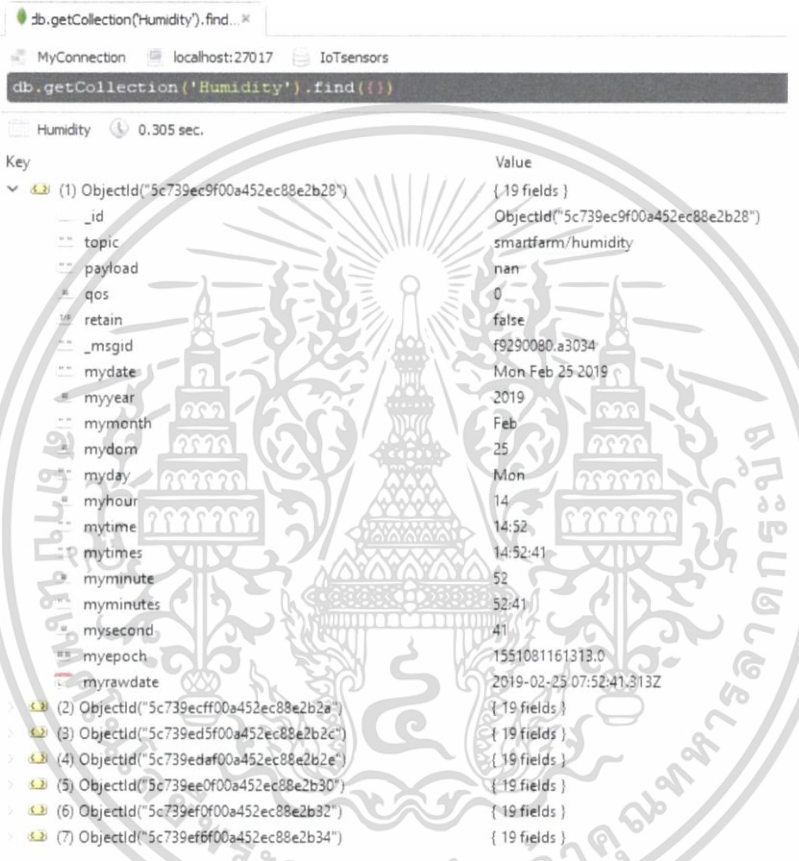
ในรูปที่ 4.12 เป็นตัวอย่างของการทำงานจากค่าอุณหภูมิและความชื้นเพื่อสั่งการให้ปั๊มน้ำปิดเมื่อค่าความชื้นในดินมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 80%

รูปที่ 4.12 ปั๊มน้ำที่จ่ายน้ำให้กับผักออแกนิกจะถูกปิดหากค่าความชื้นในดินมีค่า $\geq$ 80%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

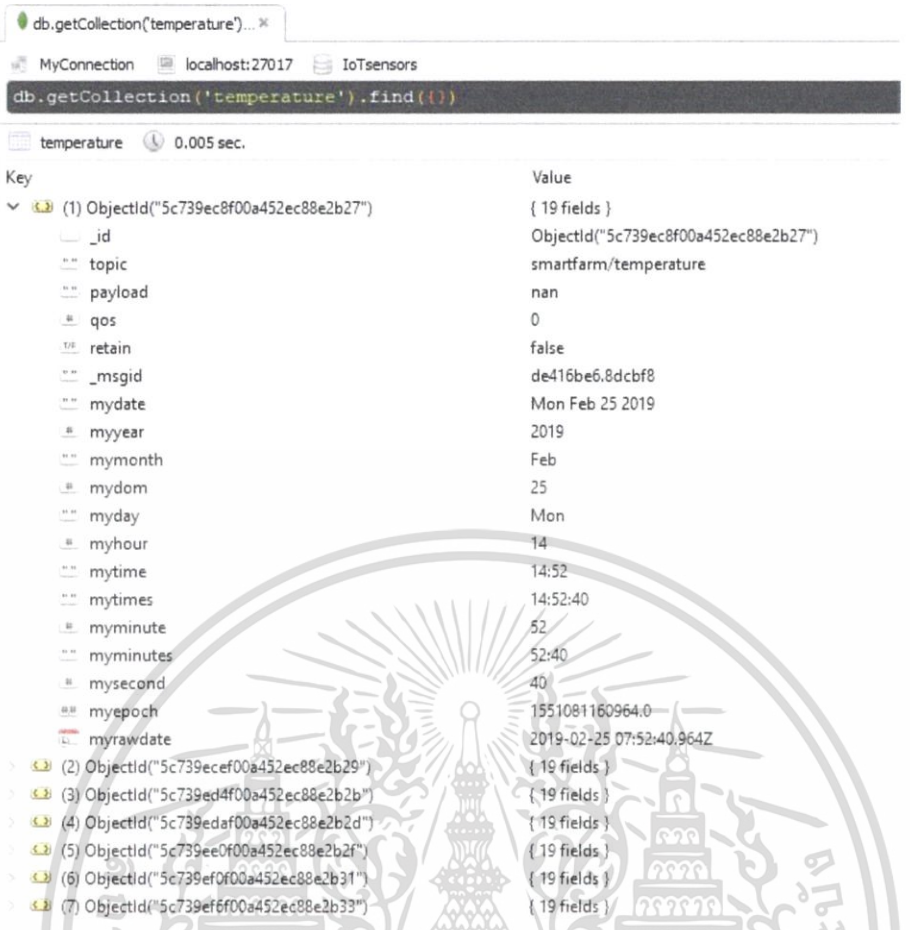
4.6 การเก็บข้อมูลอุณภูมิความชื้นต่างๆลงในฐานข้อมูล

ในการทำงานของระบบหมุนเวียนน้ำหรือการสั่งเปิดปิดปั๊มน้ำใน Smart Mini Farm จะมีการเก็บค่าข้อมูลในฐานข้อมูล โดยใช้ฐานข้อมูลที่ชื่อว่า MongoDB ซึ่งเป็นฐานข้อมูลแบบ NoSQL มีรูปแบบไฟล์ที่ชื่อ .json ที่สามารถเรียกข้อมูลมาใช้ได้อย่างรวดเร็ว โดยจะมีข้อมูลแยกกัน 2 ข้อมูล คือ 1. ข้อมูลความชื้น (Humidity) 2. ข้อมูลอุณหภูมิ (Temperature) ดังรูปที่ 4.13 และ รูปที่ 4.14 ตามลำดับ



รูปที่ 4.13 ฐานข้อมูลความชื้น (Humidity)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.14 ฐานข้อมูลอุณหภูมิ (Temperature)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการทดลอง

ระบบเครื่องปลูกผักอัจฉริยะขนาดย่อม สามารถควบคุมระดับอุณหภูมิและความชื้นในการปลูกผักออแกนิกและไฮโดรโปนิกส์ให้อยู่ในระดับคงที่ และมีระบบการกรองน้ำเสียให้นำกลับมาใช้ใหม่ได้ โดยจะมีการแจ้งเตือนปริมาณน้ำในถังผ่านแอพพลิเคชั่น LINE โดยได้แบ่งระบบการทำงานออกเป็น 3 ขั้นตอนดังนี้

5.1.1 ระบบการลงทะเบียน จะเป็นการสร้างหน้าเว็บไซต์สำหรับผู้ใช้งานที่ทำการควบคุมเครื่องปลูกผัก โดยกด Register และใส่ข้อมูลอีเมล์ ชื่อจริงและนามสกุลให้ครบถ้วน ถ้าหากสมัครถูกต้องจะขึ้นแจ้งเตือนเพื่อยืนยันการลงทะเบียนสำเร็จ จากนั้นก็จะสามารถใช้งานเว็บไซต์เพื่อควบคุมการเปิดปิดปั๊มน้ำต่อไปได้ หรือผู้ใช้งานจะทำการลงชื่อเข้าใช้แล้วปล่อยให้ระบบทำงานในตัวเองตามค่าอุณหภูมิและความชื้นที่วัดได้ โดยข้อมูลผู้ใช้งานที่มีการลงทะเบียนไว้จะถูกจัดเก็บไว้ในฐานข้อมูล Firebase

5.1.2 ระบบควบคุมการเปิดปิดปั๊มน้ำ ประกอบด้วยอุปกรณ์ทั้งหมด 4 ตัว ได้แก่ ปั๊มน้ำที่ 1 สำหรับปล่อยน้ำจากถังน้ำเริ่มต้นให้กับผักไฮโดรโปนิกส์, ปั๊มน้ำที่ 2 สำหรับปล่อยน้ำเสียจากชั้นผักไฮโดรโปนิกส์ให้กับชั้นผักออแกนิก, ปั๊มน้ำที่ 3 สำหรับปล่อยน้ำจากถังน้ำเริ่มต้นให้กับผักออแกนิก, และปั๊มน้ำที่ 4 สำหรับปล่อยน้ำที่กรองจากน้ำเสียของชั้นผักออแกนิกผ่านชั้นหินออกมาเข้าไปสู่ถังน้ำเริ่มต้น ซึ่งหลังจากที่เสร็จขั้นตอนการลงทะเบียนแล้ว ตัวระบบ Smart Mini Farm จะทำงานแบบอัตโนมัติทันทีเมื่อตัวรับค่าอุณหภูมิและความชื้นรับค่าได้ โดยจะประกอบไปด้วยอุปกรณ์รับรู้วัดอุณหภูมิและความชื้น (DHT22) และอุปกรณ์รับรู้วัดความชื้นในดิน (YL69) จากนั้นระบบจะทำการส่งค่าไปยัง MQTT เพื่อทำการส่งต่อไปยังฐานข้อมูล MongoDB เพื่อให้อุปกรณ์สามารถทำงานแบบอัตโนมัติหรือทำการปล่อยน้ำได้ทันที หรือผู้ใช้งานสามารถที่จะควบคุมการเปิดปิดปั๊มน้ำแต่ละตัวได้ด้วยตัวเอง โดยการลงชื่อเข้าใช้เข้าเว็บไซต์แล้วไปที่หน้า Monitor ก็จะสามารถตรวจสอบอุณหภูมิและความชื้นแล้วทำการควบคุมการเปิดปิดปั๊มน้ำด้วยตัวผู้ใช้งานเอง

5.1.3 ระบบแจ้งเตือนเมื่อปริมาณน้ำในถังเต็มหรือหมด โดยจะประกอบไปด้วยอุปกรณ์รับรู้วัดระยะทาง (Ultrasonic HC-SR04) ในการวัดระดับน้ำในถังกับตัวอุปกรณ์ โดยค่าที่วัดได้จะถูกส่งต่อไปยังอุปกรณ์แผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์สมองกลฝังตัว (ESP32) แล้วตัวแผงวงจรจะทำการรับค่าแล้วส่งต่อไปยังแอพพลิเคชั่น LINE ของตัวผู้ใช้งานว่าปริมาณน้ำในถังเต็มหรือหมด ซึ่งจะทำให้ผู้ใช้งานทราบว่าควรจะเติมน้ำในถังเวลาใดหรือเปลี่ยนน้ำในถังเวลาใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ปัญหาที่พบระหว่างการทดลอง

1) สายไฟที่ใช้เชื่อมต่อกับอุปกรณ์เกิดความเสียหายระหว่างการทดลอง
2) ผักที่ปลูกตายเป็นจำนวนมากเนื่องจากสถานที่ปลูกนั้นมีความชื้นมากเกินไป
3) บางพื้นที่สัญญาณ WIFI ไม่เสถียร ทำให้บางครั้งเกิดปัญหาในการส่งข้อมูลไปยังอุปกรณ์
4) กล่องใส่อุปกรณ์ IoT มีขนาดเล็กเกิน ไม่พอดีกับการจัดเก็บให้เป็นระเบียบ
5) แผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์สมองกลฝังตัว (ESP32) มีการทำงานที่ Pin ไม่หลากหลาย

5.3 แนวทางการปรับปรุงและพัฒนาต่อยอดในอนาคต

1) ทำระบบใส่ปุ๋ยแบบอัตโนมัติเมื่อทำการปลูกครั้งแรก
2) เพิ่มระบบการคลุมผ้าใบกันแมลงแบบอัตโนมัติ
3) ทำระบบล้อรถเข็นเพื่อให้ง่ายต่อการเคลื่อนย้าย
4) พัฒนาการแจ้งเตือนเรื่องการเจริญเติบโตของผักว่าผักพร้อมเก็บเกี่ยวหรือไม่
5) ศึกษาการปลูกพืชชนิดต่างๆ เช่น ผักชี, ผักกาด หรืออื่นๆ เช่น อุณหภูมิที่ใช้, ปริมาณน้ำที่ต้องการ การป้องกันแมลงต่างๆ ในช่วงอายุจนถึงระยะเก็บเกี่ยว เพื่อการพัฒนาการระบบควบคุมปลูกพืชชนิดนั้นๆ เป็นโปรแกรมอย่างอัตโนมัติเลือกได้โดยผู้ใช้งานส่งผลให้ผู้ใช้งานง่าย, สะดวกมากขึ้น ทำให้ผู้ใช้งานคนเดียวสามารถควบคุมดูแลระบบปลูกพืชอัตโนมัตินี้ในแบบขนาดพื้นที่ใหญ่ๆได้แทนที่จะเป็นขนาด มินิ อย่างในปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] **คุณมัฆวาล หอสุวรรณ์.** (2546). **ตัวอย่างผักที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิกส์.** [ออนไลน์]. **เข้าถึงได้จาก** : http://www.bangsaiagro.com/article/5/ตัวอย่างผักที่ปลูกในระบบ-ไฮโดรโปนิกส์. **(วันที่ค้นข้อมูล : 2 กันยายน 2561).**

[2] **Amarin Newmedia.** (2559). **ตอบทุกปัญหาคาใจ ไฮโดรโปนิกส์ VS ออร์แกนิก.** [ออนไลน์]. **เข้าถึงได้จาก** : https://goodlifeupdate.com/healthy-body/73481.html. **(วันที่ค้นข้อมูล : 2 กันยายน 2561).**

[3] **T.H.NIC Co., Ltd.** (2550). **การปลูกผักไทยแบบไฮโดรโปนิกส์.** [ออนไลน์]. **เข้าถึงได้จาก** : http://www.m-group.in.th/article/บทความ/ปลูกผักไทยแบบไฮโดรโปนิ.html. **(วันที่ค้นข้อมูล : 2 กันยายน 2561).**

[4] **สำนักงานมาตรฐานเกษตรอินทรีย์.** (2557). **ผักออแกนิก คืออะไร? + ประโยชน์ของผักออกแกนิก ที่มีต่อสุขภาพ.** [ออนไลน์]. **เข้าถึงได้จาก** : http://www.lady108.com/27302/ผักออแกนิก-คืออะไร-ประโยชน์ของผักออกแกนิก-ที่มีต่อสุขภาพ/. **(วันที่ค้นข้อมูล : 2 กันยายน 2561).**

[5] **Zen Hydroponics.** (2543). **สลัด กรีนคอส โรเมน (Cos Romaine Lettuce).** [ออนไลน์]. **เข้าถึงได้จาก** : http://zen-hydroponics.blogspot.com/2014/09/cos-lettuce-romaine-lettuce.html. **(วันที่ค้นข้อมูล : 4 กันยายน 2561).**

[6] **axiom_solution.** (2557). **คะน้า.** [ออนไลน์]. **เข้าถึงได้จาก** : http://oknation.nationtv.tv/blog/horti-asia/2012/11/05/entry-5. **(วันที่ค้นข้อมูล : 5 กันยายน 2561).**

[7] **สุรเดช นุธรรม.** (2543). **การศึกษาข้อูลเบื้องลึกของพืช (ผักกวางตุ้ง).** [ออนไลน์]. **เข้าถึงได้จาก** : https://suradetappblog.wordpress.com/2013/01/29/โครตสร้างภายในของผักกา/. **(วันที่ค้นข้อมูล : 5 กันยายน 2561).**

[8] **นายผัก.** (2546). **กระหล่ำดอก (Cauliflower).** [ออนไลน์]. **เข้าถึงได้จาก** : https://vegetweb.com/กะหล่ำดอก/. **(วันที่ค้นข้อมูล : 8 กันยายน 2561).**

[9] (2558). **ESP32 ตอนที่ 1 รู้จักกับ ESP และรุ่นที่นิยมใช้งาน.** [ออนไลน์]. **เข้าถึงได้จาก** : https://www.ioxhop.com/article/13/ESP32-ตอนที่-1-รู้จักกับ-esp-และรุ่นที่นิยมใช้งาน. **(วันที่ค้นข้อมูล : 8 กันยายน 2561).**

[10] (2559). **โหลดและปั๊มน้ำ.** [ออนไลน์]. **เข้าถึงได้จาก** : https://solarsmileknowledge.com/tag/ปั๊มน้ำดีซี/. **(วันที่ค้นข้อมูล : 9 กันยายน 2561).**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[11] EDITER. (2556). Arduino Startup kit บทที่ 4 : บอร์ดทดลอง. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก https://www.gravitechthai.com/guru2.php?p=261. (วันที่ค้นข้อมูล : 9 กันยายน 2561).

[12] (2557). Power Supply คืออะไร พร้อมแนะนำวิธีเลือกซื้อพาวเวอร์ซัพพลายอย่างมืออาชีพ. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก http://itnews4u.com/What-is-Power-Supply.html. (วันที่ค้นข้อมูล : 9 กันยายน 2561).

[13] PoundXI. (2560). วิธีใช้งานโปรแกรม Arduino IDE เบื้องต้น. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : https://poundxi.com/วิธีใช้งานโปรแกรม-arduino-ide-เบื้องต้น. (วันที่ค้นข้อมูล : 10 กันยายน 2561).

[14] (2554). Firebase คืออะไร และมีข้อดีอย่างไรบ้าง ?. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก https://www.softmelt.com/article.php?id=588. (วันที่ค้นข้อมูล : 10 กันยายน 2561).

[15] Tanakorn Piamsin. (2541). MQTT คืออะไร?. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : https://medium.com/@tanakornpiamsin/ติดตั้ง-mqtt-server-d31bcae85d0d. (วันที่ค้นข้อมูล : 11 กันยายน 2561).

[16] Akkachai Chusang. (2548). รู้จักกับ Visual Studio Code (วิชวล สตูดิโอ โค้ด). [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://mindphp.com/บทความ/microsoft/4829-visual-studio-code.html. (วันที่ค้นข้อมูล : 13 กันยายน 2561).

[17] THAIOPENSOURCE. (2543). รู้จัก และเริ่มต้นกับ Heroku. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://thaiopensource.org/รู้จัก-และเริ่มต้นกับ-heroku/. (วันที่ค้นข้อมูล : 13 กันยายน 2561).

[18] อภิชาติ ขัดสีทะลี. (2555). DHT 11/22 Relative Humidity and Temperature Sensor. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : https://embed58.learninginventions.org/หัวข้อนำเสนอ/g1-4/. (วันที่ค้นข้อมูล : 13 กันยายน 2561).

[19] พีเอสพี เทค จำกัด. (2555). รีเลย์ (Relay) คืออะไร?. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.psptech.co.th/รีเลย์relayคืออะไร-15696.page. (วันที่ค้นข้อมูล : 13 กันยายน 2561).

[20] สุรชัย บุญคง. (2544). การใช้ระบบรากหญ้าแฝกบำบัดน้ำเสีย. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : https://www.rakbankerd.com/agriculture/print.php?id=4257&s=tblplant. (วันที่ค้นข้อมูล : 14 กันยายน 2561).

[21] VIGOTECH. (2557). จำหน่ายปั๊มน้ำ. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.vigotech.co.th/index.php. (วันที่ค้นข้อมูล : 14 กันยายน 2561).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

โปสเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

โปสเตอร์

KMITL ENGINEERING PROJECT DAY 2019

Department of Computer Engineering
(Information Engineering)

CE 6148

Smart Mini Farm

Mr. Woramet Bunthod[1], Mr. Atthawit Uanlee[2]
Asst.Prof. Boonchana Purahong[3] and Assoc. Prof. Dr. Attasit Lasakul[4]
1,2 : student; 3: Ac... ; 4: co-aaa;

Abstract

This research aims to study how to grow vegetable gardens in a limited area for convenience in consuming various vegetable crops. By studying how to cultivate organic crops and hydroponics as well as the structure of the equipment used in planting automatically which is divided into 3 layers. The first layer is the hydroponics vegetables. The second layer is organic vegetables and the third layer is the stone layer wastewater from organic vegetable layers to be recycled.

Introduction

At present, choosing to buy organic vegetables according to the market or by department stores may not be fully safe because there may be contaminants from various antibiotics that protect pests or insects of various types. Therefore, studying how to cultivate households with limited space to increase the safety of vegetable garden vegetable consumption and increase productivity from using Smart Mini Farm by creating this Smart Mini Farm tool that will have 2 systems, which are systems that are turned off by hand and automatic system which is suitable for the user that is not inside the house or dormitory or condo. The device can operate on its own or can be controlled by the user itself as well as for the use of this device, there will be a set of instructions for novice users who have to read this vegetable gardening article. This web application will allow members to sign in to read the article.

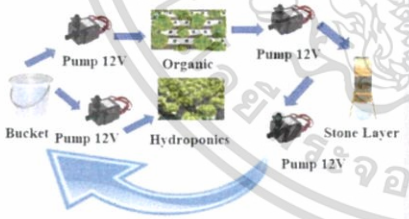


Fig. 1 The system of Smart Mini Farm

Methodology

The system consists of 4 steps.

1) ESP32 : starting with the use of sensors to measure temperature, soil moisture, and distance to measure in numbers and then forward to ESP32.
2) MQTT : used as an intermediary for receiving data from the microcontroller to be forwarded to the website so that users can manage that device.
3) NodeRed : used to store sensor data to send to the database and continue to analyze data.
4) LINE notification : notify when the water level in the bucket reaches the specified point.

Results

The Smart Mini Farm was tested and here some resulted to show below.

Fig. 2 Temperature, humidity and soil moisture display on the website screen

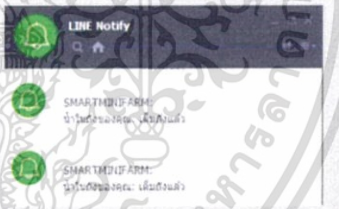


Fig. 3 Notify on the LINE application

Conclusion

From the result above, we can explain that :

Fig. 2 showed the transmission of temperature, humidity in the air and soil moisture to display on the website screen.
Fig. 3 showed a notification via the application LINE to indicate the water level in the bucket for users to know.

References

[1] "Overview of ESP32 features." found on website : https://bit.ly/2BYDLnO
[2] "What is MongoDB?" found on website : https://www.mongodb.com/what-is-mongodb
[3] "DHT11 & DHT22 Sensors." found on website : https://bit.ly/2KyJI0p

1 ENGINEERS LADKRABANG

E-mail: kpboonch@kmitl.ac.th[3], klattasit@kmitl.ac.th[4]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
การติดตั้ง Arduino IDE

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
การติดตั้ง Arduino IDE

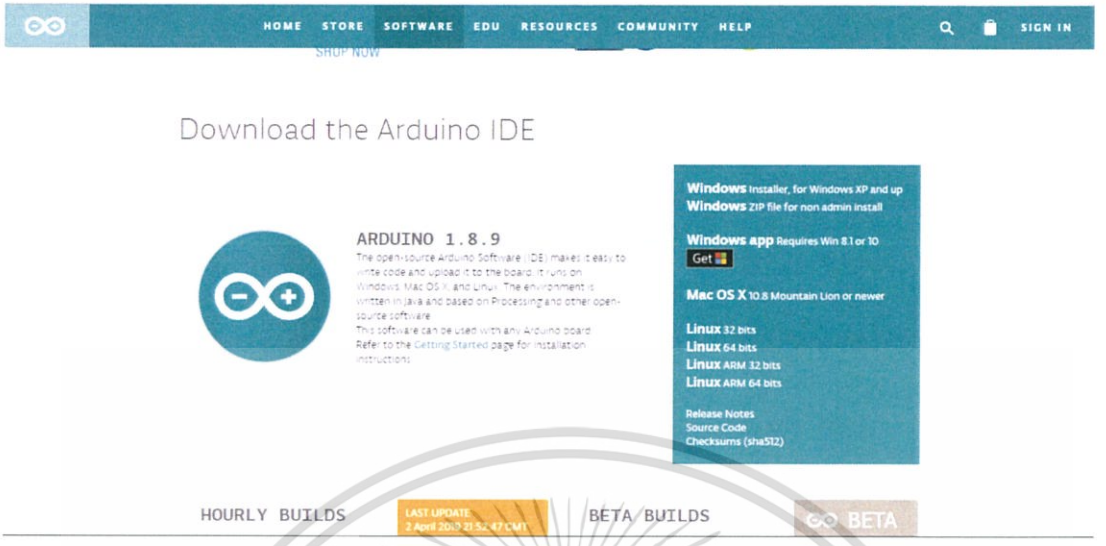
เหตุผลในการเลือกใช้โปรแกรม Arduino IDE ในการพัฒนาระบบที่มีบอร์ด ซึ่งใช้ชิป ESP32 ในการโปรแกรม คือ โปรแกรม Arduino IDE เป็นโปรแกรมที่ใช้ภาษา C ในการเขียน ทำให้ง่ายในการทำความเข้าใจ ใช้งานสะดวก รวมไปถึงตัวโปรแกรมเป็น Open Source ที่ทุกคนสามารถใช้งานได้ โดยไม่มีค่าใช้จ่ายในการพัฒนา อีกทั้งโปรแกรมนี้ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย ทำให้สามารถค้นหาข้อมูลเพิ่มเติมได้ง่ายจากอินเทอร์เน็ต

1. ดาวน์โหลดโปรแกรม Arduino IDE ที่ https://www.arduino.cc/ ดังรูปที่ ข.1

รูปที่ ข.1 หน้าต่างเว็บ https://www.arduino.cc/

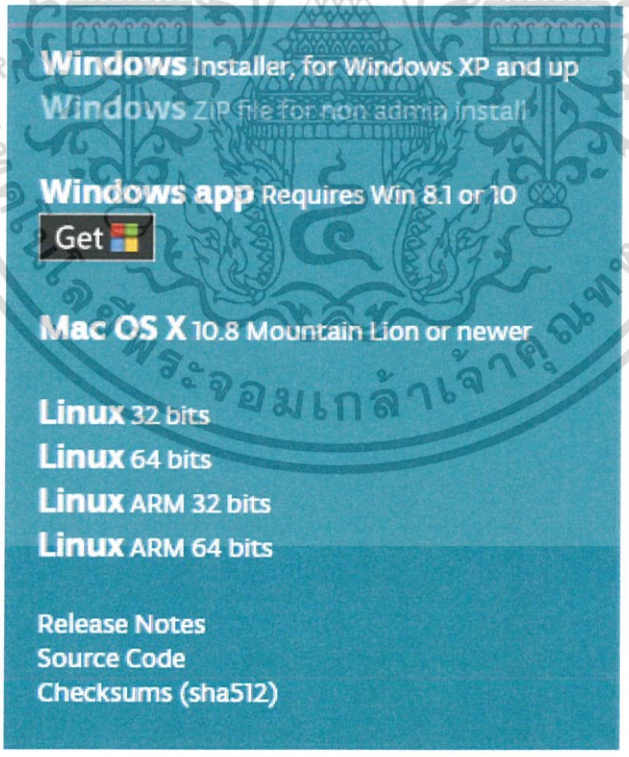
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. กดที่เมนู Software แล้วตามด้วย Downloads ดังรูปที่ ข.2



รูปที่ ข.2 หน้าต่างเว็บ https://www.arduino.cc/

3. เลือกระบบปฏิบัติการที่เหมาะสมกับคอมพิวเตอร์ที่จะใช้ในการเขียนโปรแกรม ดังรูปที่ ข.3



รูปที่ ข.3 หน้าต่างในการเลือกระบบปฏิบัติการก่อนดาวน์โหลด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. จากนั้นกด JUST DOWNLOAD เพื่อเริ่มต้นการดาวน์โหลด ดังรูปที่ ข.4

รูปที่ ข.4 หน้าต่างก่อนเริ่มดาวน์โหลดโปรแกรม

5. เมื่อดาวน์โหลดเสร็จสิ้น จะได้ไฟล์ Arduino-1.8.9-windows.exe มา หลังจากนั้นเปิดไฟล์ติดตั้งและกดดำเนินการจนเสร็จ หน้าต่างโปรแกรมจะรันขึ้นมา ดังรูปที่ ข.5

รูปที่ ข.5 หน้าต่างโปรแกรม Arduino IDE หลังจากติดตั้งเสร็จ

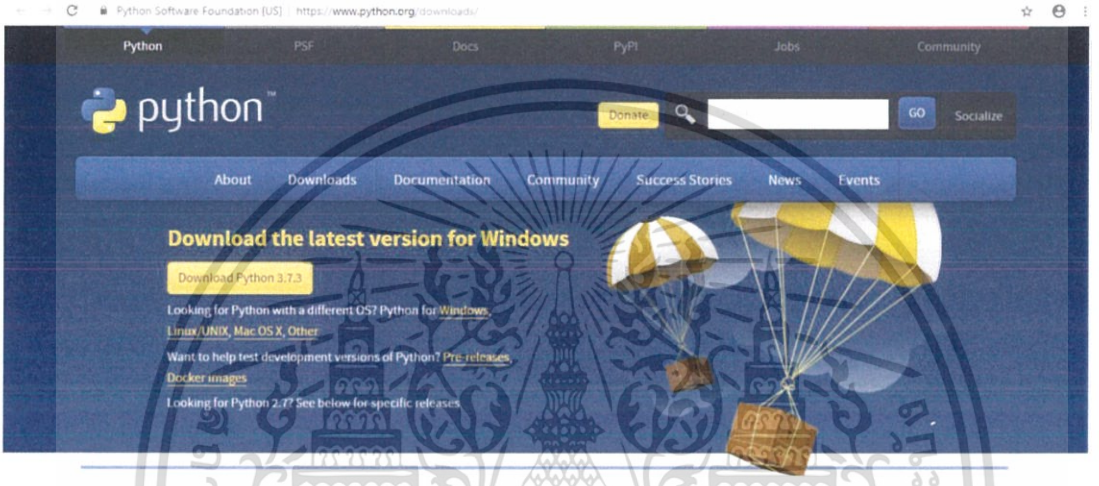
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค
การติดตั้ง ESP32 ใน Arduino IDE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค
การติดตั้ง ESP32 ใน Arduino IDE

1. ทำการดาวน์โหลด python บน windows แล้วทำการติดตั้งให้เรียบร้อย โดยโหลดได้จาก https://www.python.org/downloads/ ดังรูปที่ ค.1



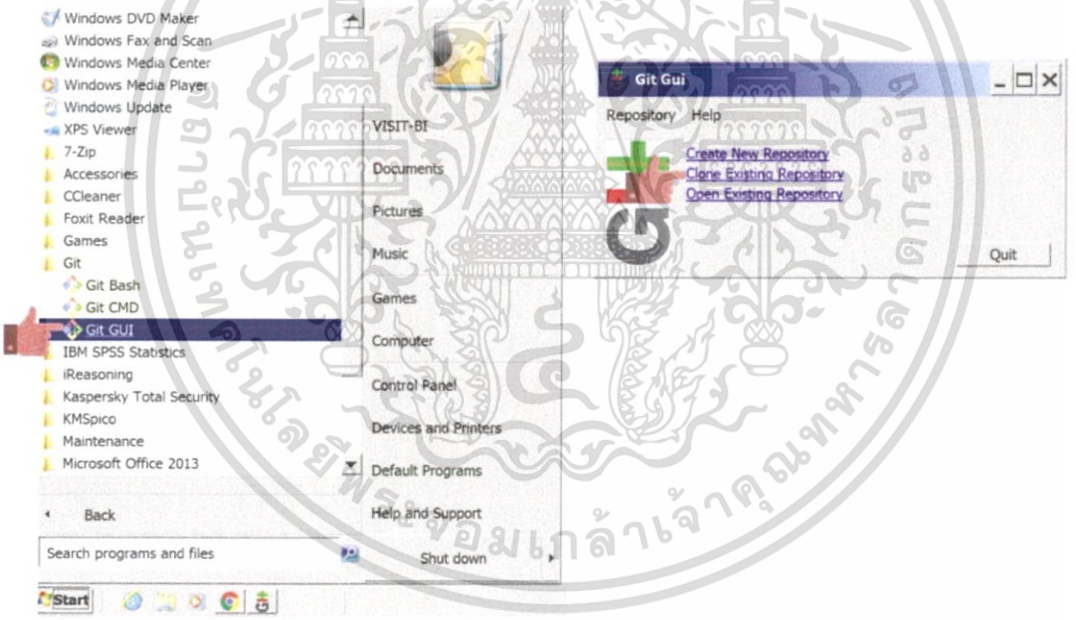
รูปที่ ค.1 หน้าต่างดาวน์โหลด python

2. ทำการดาวน์โหลด git บน windows แล้วทำการติดตั้งให้เรียบร้อย โดยโหลดได้จาก https://git-scm.com/download ดังรูปที่ ค.2

รูปที่ ค.2 หน้าต่างดาวน์โหลด git

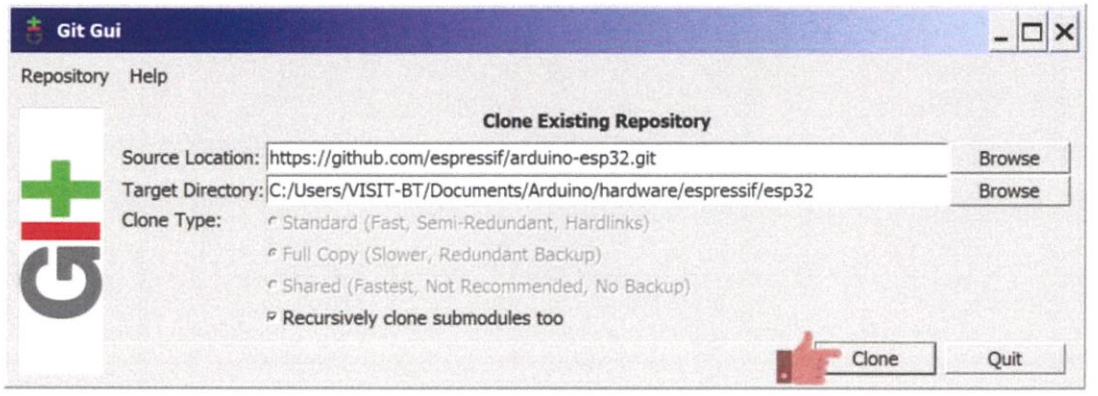
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. หลังจากติดตั้ง git บน windows เรียบร้อยแล้ว ให้ทำการเพิ่มบอร์ด ESP32 ด้วย Git GUI โดยไปที่ Start >> Git GUI >> Clone Existing Repository >> ตรง Source Location ป้อน URL: https://github.com/espressif/arduino-esp32.git และตรง Target Directory ป้อน URL: C:/Users/YOUR_USER_NAME/Documents/Arduino/hardware/espressif/esp32 แล้วทำการกดปุ่ม Clone >> รอจน Git ดาวน์โหลดไฟล์จนสำเร็จ >> ปิดหน้าต่าง Git Gui >> เข้าไปที่ C:/Users/YOUR_USER_NAME/Documents/Arduino/hardware/espressif/esp32/tools แล้ว double-click get.exe จะแสดงหน้าต่างออกมา ถ้าเสร็จแล้วหน้าต่างจะปิดเอง >> หลังจากหน้าต่างปิดแล้วจะมีโฟล์เดอร์ xtensa-esp32-elf เพิ่มเข้ามาเป็นอันเสร็จสิ้นขั้นตอนการติดตั้ง ESP32 ดังรูปที่ ค.3, รูปที่ ค.4, รูปที่ ค.5, รูปที่ ค.6, รูปที่ ค.7, และรูปที่ ค.8 ตามลำดับ

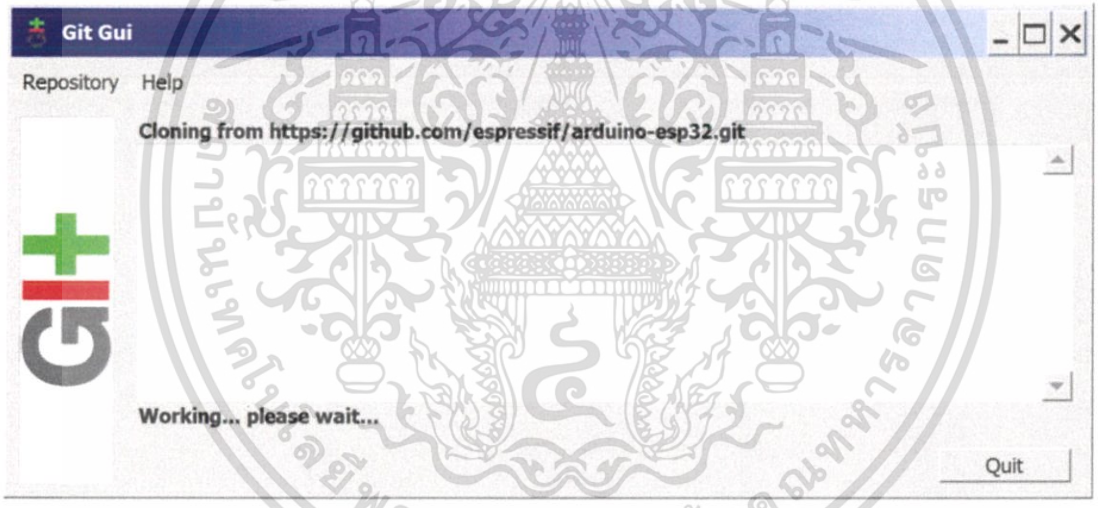


รูปที่ ค.3 หน้าต่างเมนูของ Git Gui

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

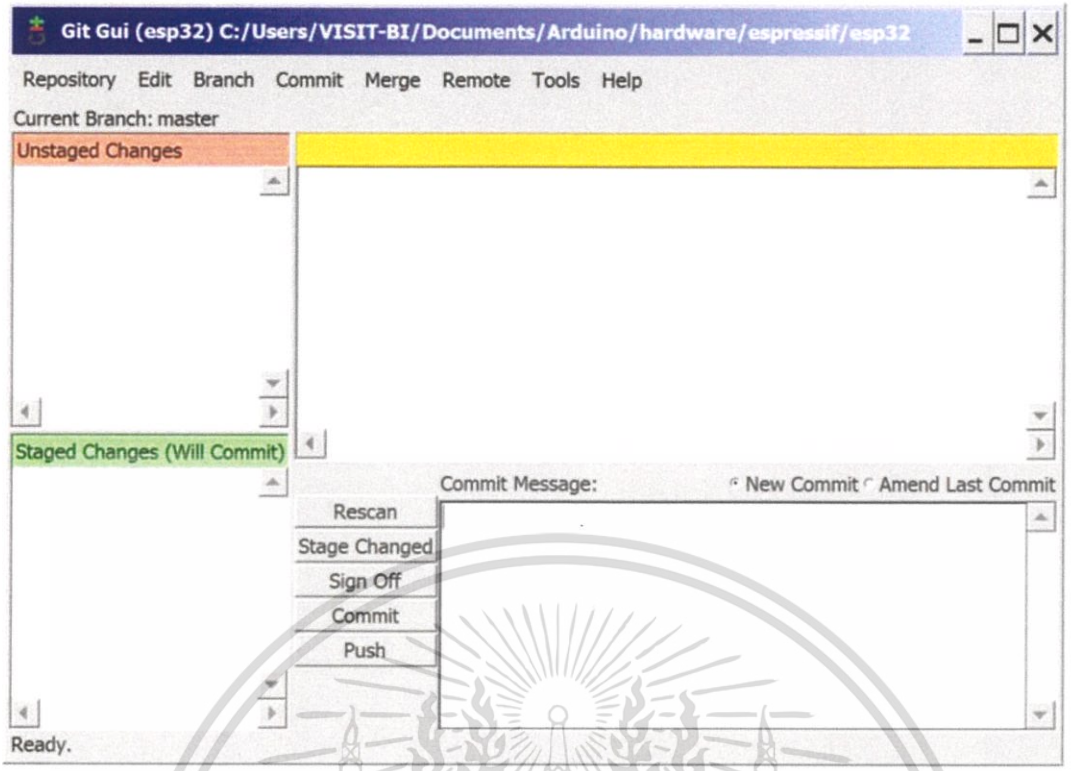


รูปที่ ค.4 หน้าต่างการใส่ URL ในการ Clone Git Gui

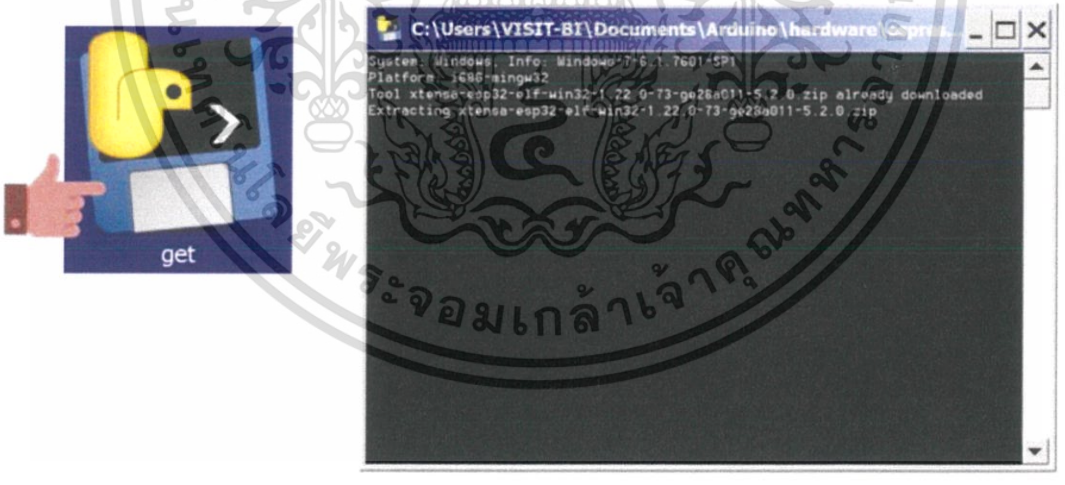


รูปที่ ค.5 รอ Git ทำการดาวน์โหลดไฟล์จนสำเร็จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

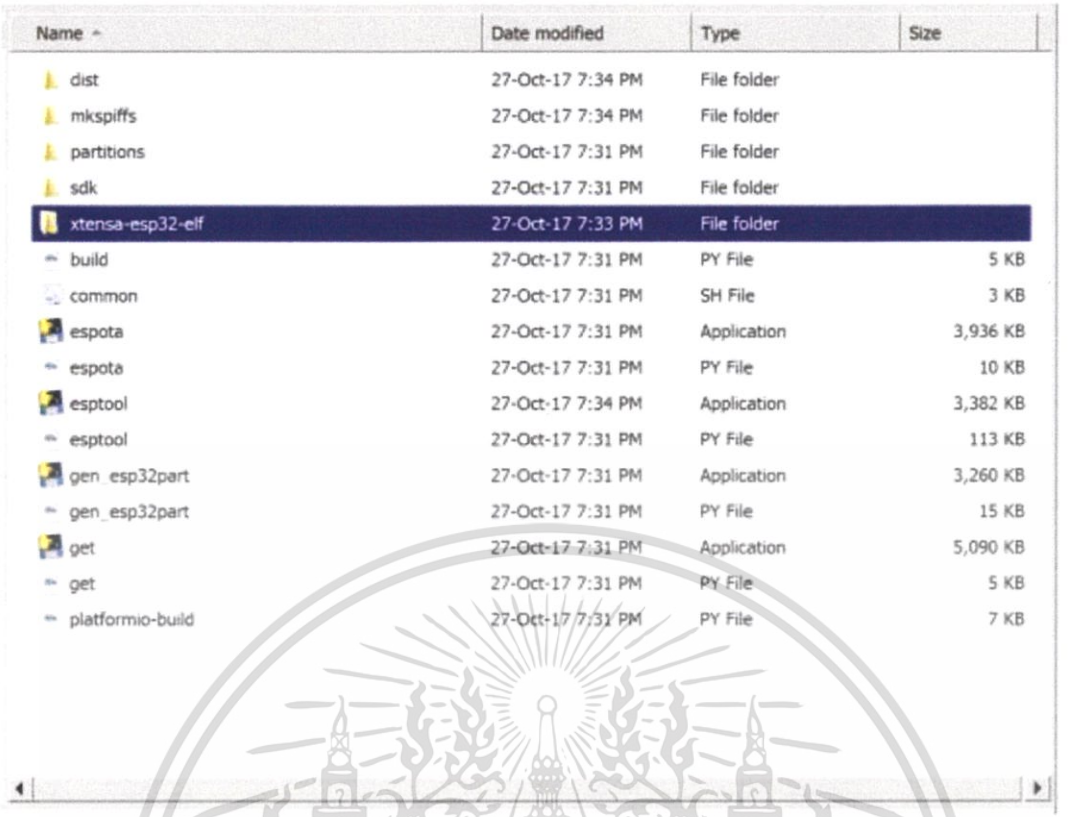


รูปที่ ค.6 Git ดาวน์โหลดไฟล์สำเร็จ



รูปที่ ค.7 หน้าต่างการแตกไฟล์ที่โหลดจาก Git

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Name	Date modified	Type	Size
dist	27-Oct-17 7:34 PM	File folder	
mkspiffs	27-Oct-17 7:34 PM	File folder	
partitions	27-Oct-17 7:31 PM	File folder	
sdk	27-Oct-17 7:31 PM	File folder	
xtensa-esp32-elf	27-Oct-17 7:33 PM	File folder	
build	27-Oct-17 7:31 PM	PY File	5 KB
common	27-Oct-17 7:31 PM	SH File	3 KB
espota	27-Oct-17 7:31 PM	Application	3,936 KB
espota	27-Oct-17 7:31 PM	PY File	10 KB
esptool	27-Oct-17 7:34 PM	Application	3,382 KB
esptool	27-Oct-17 7:31 PM	PY File	113 KB
gen_esp32part	27-Oct-17 7:31 PM	Application	3,260 KB
gen_esp32part	27-Oct-17 7:31 PM	PY File	15 KB
get	27-Oct-17 7:31 PM	Application	5,090 KB
get	27-Oct-17 7:31 PM	PY File	5 KB
platformio-build	27-Oct-17 7:31 PM	PY File	7 KB

รูปที่ ค.8 แตกไฟล์ที่โหลดมาจาก Git สำเร็จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

รูปภาพวันโปรเจคเดย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง
รูปภาพวันโปรเจคเดย์

รูปที่ ง.1 รูปภาพที่ 1 วันโปรเจคเดย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ง.2 รูปภาพที่ 2 วันโปรเจคเดย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ง.3 รูปภาพที่ 3 วันโปรเจคเดย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ง.4 รูปภาพที่ 4 วันโปรเจคเดย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ง.5 รูปภาพที่ 5 วันโปรเจคเดย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้