แอพพลิเคชั่นบนสมาร์ทโฟนสำหรับควบคุมโรงเรือน
Smartphone application for greenhouse control

มาริษา ฉิมพะวัน
คชธร อ่างบุญพงษ์
จตุพงศ์ ศีลธรรมพิทักษ์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2559

แอพพลิเคชั่นบนสมาร์ทโฟนสำหรับควบคุมโรงเรือน

Smartphone application for greenhouse control

มาริษา ฉิมพะวัน

คชธร อ่างบุญพงษ์

จตุพงศ์ ศีลธรรมพิทักษ์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Smartphone application for greenhouse control

Marisa Chimpawan

Kochathorn Angboonphong

Jatupong Sillatumpitak

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF ENGINEERING IN AGRICULTURAL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2016

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2559

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

.....

หัวข้อปริญญานิพนธ์	แอพพลิเคชั่นบนสมาร์ทโฟนสำหรับควบคุมโรงเรือน			
นักศึกษาผู้จัดทำ	นางสาวมาริษา	ฉิมพะวัน	รหัสประจำตัว	56010976
	นายคชธร	อ่างบุญพงษ์	รหัสประจำตัว	56010113
	นายจตุพงศ์	ศีลธรรมพิทักษ์	รหัสประจำตัว	56010138
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมเกษตร)			
หลักสูตร	วิศวกรรมเกษตร			
สาขาวิชา	วิศวกรรมเครื่องกล			
ปีการศึกษา	2559			

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	**ลายมือชื่อ**
อาจารย์ภัทรชัย วิชัยยะ	
ดร.วสุ อุดมเพทายกุล	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	แอพพลิเคชั่นบนสมาร์ทโฟนสำหรับควบคุมโรงเรือน			
นักศึกษาผู้จัดทำ	นางสาวมาริษา	ฉิมพะวัน	รหัสประจำตัว	56010976
	นายคชธร	อ่างบุญพงษ์	รหัสประจำตัว	56010113
	นายจตุพงศ์	ศีลธรรมพิทักษ์	รหัสประจำตัว	56010138
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ ภัทรชัย วิชัยยะ			
	ดร.วสุ อุดมเพทายกุล			
ปีการศึกษา	2559			

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการสร้างแอพพลิเคชั่นบนสมาร์ทโฟนสำหรับการควบคุมโรงเรือน โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการประมวลผล เพื่อควบคุมคำสั่งการใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในโรงเรือนแบบอัตโนมัติ นอกจากนั้นผู้ใช้งานสามารถเป็นผู้ควบคุมคำสั่งเองได้ตามต้องการ แอพพิเคชั่นนี้ควบคุม 2 ระบบหลักของโรงเรือนได้แก่ ควบคุมอุณหภูมิ และ ความชื้น โดยมีเซนเซอร์วัดสภาพอากาศ 8 จุด แล้วนำค่าที่ได้มาประมวลผลเพื่อควบคุมพัดลมระบายอากาศ 2 ตัว และระบบอีวาโพเรทีฟคูลลิ่งเพื่อลดอุณหภูมิภายในโรงเรือน ส่วนระบบควบคุมที่ 2 คือระบบการให้น้ำพืชโดยใช้เซนเซอร์การตรวจวัดความชื้นในดิน โดยจะควบคุมความชื้นในดินให้ตรงกับค่าที่ตั้งไว้ในโปรแกรม. แอพพิเคชั่นนี้ออกแบบให้แสดงผลสภาพภายในโรงเรือนแบบ real time แล้วผู้ใช้ยังสามารถควบคุมอุปกรณ์ต่างๆภายในโรงเรือนได้ด้วยตัวเองผ่านแอพพิเคชั่นนี้ได้ด้วยนอกจากนั้นค่าที่วัดได้จะถูกเก็บไว้ใน sd card เพื่อการวิเคราะห์ผลด้วย

คำสำคัญ : ไมโครคอนโทรลเลอร์, โรงเรือน, แอพพลิเคชั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Smartphone application for greenhouse control		
Authors	Ms. Marisa	Chimpawan	56010976
	Mr. Kochathorn	Angboonphong	56010113
	Mr. Jatupong	Sillatumpitak	56010138
Thesis Advisors	Mr. Pattarachai	Vichaiya	
	Dr. Vasu	Udompetaikul	
Year	2016		

ABSTRACT

This study is intended to create a Smartphone application for automatic control greenhouses using a microcontroller furthermore, uses can also control the system manually. Two main controls of greenhouses are temperature and humidity control using 8 sensors for evaluation of setted temperature to open and close two fan and evaporative cooling system. Soil-moisture sensor detect soil moisture content and control watering system. All greenhouse conditions were record through SD card for later analysis.

Keyword : Microcontroller, Greenhouse, Application

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เรื่อง แอพพลิเคชั่นบนสมาร์ทโฟนสำหรับควบคุมโรงเรือน สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีทั้งนี้เกิดจากความอนุเคราะห์จากอาจารย์และเจ้าหน้าที่ประจำภาควิชาวิศกรรมเกษตรหลายท่าน

คณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ภัทรชัย วิชัยยะ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก และดร. วสุ
อุดมเพทายกุล อาจารย์ที่ปรึกษารอง รวมไปถึงอาจารย์ท่านอื่นๆที่ให้คำแนะนำในการทำปริญญานิพนธ์ในครั้งนี้

คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณ นายกฤษณ์ ผลโพธิ์ (พี่แอ๋) นายอภัย คลำทั่ง (พี่ตุ่ม)และนายแช่ม สมรูป (พี่อ็อด) เจ้าหน้าที่ประจำภาควิชาวิศวกรรมเกษตรที่คอยให้คำแนะนำและช่วยเหลือในด้านงานช่างต่างๆเป็นอย่างดี

สุดท้ายนี้คณะผู้จัดขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และขอขอบคุณเพื่อนๆพี่ๆน้อง ที่เป็นกำลังใจในการทำปริญญานิพนธ์ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี จึงขอขอบพระคุณไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

คณะผู้จัดทำ

นางสาวมาริษา ฉิมพะวัน

นายคชธร อ่างบุญพงษ์

นายจตุพงศ์ ศีลธรรมพิทักษ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ 1

1.2 วัตถุประสงค์ 1

1.3 ขอบเขตการศึกษา 1

1.4 แผนการดำเนินงาน 2

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 โรงเรือน 3

2.1.1 ความสามารถของโรงเรือน 3

2.1.2 ชนิดหรือประเภทของโรงเรือนเพาะปลูก 3

2.1.3 ส่วนประกอบของโรงเรือน 3

2.2 หลักการทำงานของการควบคุมอุณหภูมิภายในโรงเรือน 4

2.2.1 การลดอุณหภูมิด้วยวิธีการแบบแผ่นระเหยน้ำ 4

2.2.2 ระบบทำความเย็นแบบพ่นหมอก 4

2.3 การถ่ายเทความร้อน 4

2.4 การให้น้ำพืช 5

2.4.1 ความสำคัญของการให้น้ำพืช 5

2.4.2 ความชื้นที่พอเหมาะสำหรับพืช (Field Capacity) 5

2.4.3 จุดเหี่ยวเฉาถาวร (Permanent Wilting Point) 5

2.4.4 ระดับความชื้นวิกฤต (Critical Moisture Level)

หรือจุดวิกฤต (Critical Point) 5

2.4.5 แหล่งน้ำที่พืชใช้ได้ 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
2.5 ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Arduino)	6
2.6 แนวทางการใช้แอพพลิเคชั่นบนสมาร์ทโฟน	7
2.6.1 ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์	7
บทที่ 3 การออกแบบและการดำเนินงาน	
3.1 โครงสร้างระบบ	8
3.1.1 ระบบระบายความร้อนภายในโรงเรือน	8
3.1.2 ระบบการให้น้ำพืช	9
3.2 การทำงานของระบบ	9
3.3 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์	10
3.3.1 Arduino Mega 2560	10
3.3.2 DHT 11 Sensor	11
3.3.3 5V Relay Module	11
3.3.4 SD Card Module	11
3.3.5 LCD 2004 20x4 Character LCD Module 5V	12
3.3.6 DS3231 RTC	12
3.3.6 ESP8266	13
3.4 ขั้นตอนการประกอบอุปกรณ์	13
3.5 การออกแบบและสร้าง Smartphone application	16
3.5.1 การติดตั้งโปรแกรม Android Studio สำหรับการเขียนแอพพลิเคชั่น Android	17
บทที่ 4 ผลการทดลอง	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1 ค่าอุณหภูมิที่วัดได้ภายในโรงเรือน 21

4.2 ค่าอุณหภูมิที่วัดได้จากการทำงานของระบบควบคุมภายในโรงเรือน 22

4.3 ระบบการให้น้ำพืช 23

บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง วิจารณ์ผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง 25

5.2 ข้อเสนอแนะ 25

ภาคผนวก

ก. โค้ดคำสั่งที่ใช้ในโปรแกรมระบบการควบคุมโรงเรือน 26

ข. ตารางบันทึกผลอุณหภูมิที่วัดได้จาก Sensor DHT11 36

เอกสารอ้างอิง 38

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 3.1 อุปกรณ์ระบายความร้อนที่ใช้ภายในโรงเรือน ได้แก่ พัดลม และ evaporative cooling pad 8

รูปที่ 3.2 แผนผังการทำงานของระบบ 9

รูปที่ 3.3 แผนผังการทำงานของอุปกรณ์ในระบบการควบคุมโรงเรือน 9

รูปที่ 3.4 Arduino Mega 2560 10

รูปที่ 3.5 DHT11 Humidity and Temperature Sensor 10

รูปที่ 3.6 5V Relay Module 10

รูปที่ 3.7 SD Card Module 11

รูปที่ 3.8 LCD 2004 20x4 Character LCD Module 5V 11

รูปที่ 3.9 DS3231 RTC 12

รูปที่ 3.10 ESP8266 12

รูปที่ 3.11 แสดงการต่อ sensor เข้ากับตัว Arduino 13

รูปที่ 3.12 แสดงตำแหน่งในการติดตั้งเซนเซอร์ DHT11 13

รูปที่ 3.13 แสดงการต่อ SD card module กับอุปกรณ์ Arduino 13

รูปที่ 3.14 ภาพแสดงการต่อวงจรไปยังอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ 14

รูปที่ 3.15 ภาพแสงดงการต่อ Wi-Fi module เข้ากับ Arduino 14

รูปที่ 3.16 แสดงการอัพโปรแกรมไปยัง Arduino 14

รูปที่ 3.17 การออกแบบและสร้าง Smartphone application 15

รูปที่ 3.18 แสดงโปรแกรม Android Studio 16

รูปที่ 3.19 แสดงการติดตั้งโปรแกรม Android Studio[1] 16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.20 แสดงการติดตั้งโปรแกรม Android Studio[2] 16

รูปที่ 3.21 แสดงการติดตั้งโปรแกรม Android Studio[3] 17

รูปที่ 3.22 แสดงการติดตั้งโปรแกรม Android Studio[4] 17

รูปที่ 3.23 แสดงการติดตั้งโปรแกรม Android Studio[5] 18

รูปที่ 3.24 แสดงการติดตั้งโปรแกรม Android Studio[6] 18

รูปที่ 3.25 แสดงการติดตั้งโปรแกรม Android Studio[7] 19

รูปที่ 3.26 แสดงการติดตั้งโปรแกรม Android Studio[8] 19

รูปที่ 4.1 แสดงกราฟอุณหภูมิที่วัดได้ภายในและภายนอกโรงเรือนในช่วงเวลา 24 ชั่วโมง (ไม่มีการเปิดใช้ระบบการระบายความร้อน) 20

รูปที่ 4.2 แสดงกราฟอุณหภูมิและความชื้นที่วัดได้ภายในและภายนอกโรงเรือน ในช่วงเวลา 24 ชั่วโมง (ไม่มีการเปิดใช้ระบบการระบายความร้อน) 20

รูปที่ 4.3 แสดงกราฟอุณหภูมิที่วัดได้ภายในและภายนอกโรงเรือนในช่วงเวลา 24 ชั่วโมง 21

รูปที่ 4.4 แสดงกราฟอุณหภูมิและความชื้นที่วัดได้ภายในและภายนอกโรงเรือน ในช่วงเวลา 24 ชั่วโมง 21

รูปที่ 4.5 แสดงกราฟอุณหภูมิที่วัดได้ภายในและภายนอกโรงเรือนเมื่อมีการทำงาน ของ Evaporator ในช่วงเวลา 24 ชั่วโมง 22

รูปที่ 4.5 แสดงกราฟความชื้นในดินที่วัดจากแปลงปลูกพืช ในช่วงเวลา 24 ชั่วโมง 22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

การเกษตรกรรมเป็นอาชีพหลักของประชากรในประเทศไทย ส่วนใหญ่การทำเกษตรกรรมยังต้องพึ่งพาธรรมชาติ เนื่องจากสภาพอากาศมีความแปรปรวนเป็นอุปสรรคต่อการเพราะปลูกพืช ไม่ว่าจะเป็นฝนที่ตกมากเกินไป แสงแดดแรง อุณหภูมิสูง จึงทำให้คุณภาพและผลผลิตมักจะไม่ตรงตามที่หวังไว้ พืชมีความต้องการสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันในการเจริญเติบโตไม่ว่าจะเป็นอุณหภูมิ ความชื้น แสงแดด การนำโรงเรือน Greenhouse มาประยุกต์ใช้ในการเกษตรกรรมทำให้สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมให้แก่พืชได้ นอกจากนั้นการปลูกพืชในโรงเรือนยังสามารถลดความเสียหายที่จะเกิดขึ้นจาก แมลงศัตรูพืช ป้องกันฝนและโรคต่างๆ ได้ การควบคุมสภาพแวดล้อมโดยการใช้ไมโครคอลโทรลเลอร์จะทำให้ความสามารถควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการควบคุมปัจจัยได้อย่างเหมาะสมและเที่ยงตรง ผู้ใช้งานสามารถรับทราบข้อมูลต่างๆ เกี่ยวกับสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือนได้อย่างรวดเร็วจากการใช้แอพพลิเคชั่นบนสมาร์ทโฟนและยังสามารถควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ ภายในโรงเรือนจากระยะไกลได้

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการควบคุมสภาพแวดล้อมของโรงเรือน ได้แก่ อุณหภูมิ และความชื้น

1.2.2 ออกแบบระบบการตรวจวัดค่าปัจจัยที่มีผลต่อการควบคุมสภาพแวดล้อมและสร้างระบบควบคุมปัจจัยต่างๆภายในโรงเรือน

1.2.3 ออกแบบและสร้างแอพพลิเคชั่นบนสมาร์ทโฟน เพื่อการเฝ้าระวังและควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆในโรงเรือนในระยะไกล

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1.3.1 ออกแบบและสร้างระบบควบคุมสภาพอากาศภายในโรงเรือนแบบอัตโนมัติ

1.3.2 ใช้ไมโครคอลโทรลเลอร์ในการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ

1.3.3 รับส่งสัญญาณข้อมูลสภาพอากาศภายในโถงเรือนไปยังแอพพลิเคชั่นบนสมาร์ทโฟน

1.3.4 ใช้โรงเรือนระบบปิดขนาด สูง 2 เมตร กว้าง 6 เมตร ยาว 12 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 แผนการดำเนินงาน

1.4.1 ศึกษาข้อมูลและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1.4.2 วัดอุณหภูมิ ความชื้น โดยใช้เซนเซอร์ DHT11 และระบบการให้น้ำโดยควบคุมการทำงานของปั๊มน้ำ ในการตรวจจับค่าดังกล่าว หลังจากนั้นใช้เขียนโปรแกรมบน Arduino mega ในการควบคุมพัดลม, และ Evaporative cooling pad ให้เป็นไปตามเงื่อนไขของอุณหภูมิและความชื้นที่ต้องการ

1.4.3 ออกแบบและสร้างระบบการให้น้ำภายในโรงเรือนแบบอัตโนมัติโดยกำหนดอัตตาการให้น้ำตามความชื้นในดิน

1.4.4 ออกแบบและสร้างแอพพลิเคชั่นบนสมาร์ทโฟนเพื่อที่จะรับส่งสัญญาณไปยัง Arduino

1.4.5 ทดสอบและแก้ไขการทำงานของแอพพลิเคชั่นและเพื่อการควบคุมสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือน

1.4.6 ติดตั้งระบบควบคุมสภาพแวดล้อมในโรงเรือนและแอพพลิเคชั่นบนสมาร์ทโฟน และทดลองใช้งานจริง

1.4.7 วิเคราะห์ผลการทำงานและสรุปผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 โรงเรือน

โรงเรือน คือ สถานที่ที่ใช้ในการเพราะปลูกทางการเกษตร หรือ ทำฟาร์มปศุสัตว์ โดยมีการควบคุมสภาพแวดล้อมภายในพื้นที่ให้เหมาะสมกับความต้องการของการเจริญเติบโตของพืชและสัตว์เป็นแหล่งเพาะพันธุ์พืช

2.1.1 ความสามารถของโรงเรือน

2.1.1.1 สามารถป้องกันแมลงศัตรูพืชได้เป็นการลดปริมาณการใช้ยาฆ่าแมลงในการปลูกพืชลดสารเคมีซึมลงสู่ดิน

2.1.1.2 ในกรณีที่ปลูกพืชโดยใช้ดิน โรงเรือนจะสามารถป้องกันการชะล้างหน้าดินจากฝนที่ตกและการซึมของน้ำฝนที่จะทำให้แร่ธาตุในดินเจือจางเกินไปซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช

2.1.1.3 สามารถป้องปริมาณน้ำฝน ที่ล้นเกินเมื่อดินอมน้ำจะทำให้รากพืชเกิดการเน่าได้

2.1.1.4 สามารถควบคุมปัจจัยในการเจริญเติบโตของพืชได้ เช่น ความเข้มแสง อุณหภูมิ ความชื้น และการให้น้ำ

2.1.1.5 ลดการเกิดโรคของพืช เนื่องจากโรงเรือนเป็นระบบปิด จึงทำให้สิ่งสกปรกเข้ามาในตัวโรงเรือนได้น้อยกว่าในสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติ อีกทั้งยังสามารถตรวจพบโรคที่เกิดได้อย่างรวดเร็ว

2.1.1.6 สามารถปรับปรุงปรับหรือเปลี่ยนปัจจัยที่พืชต้องการให้เหมาะสมได้

2.1.2 ชนิดหรือประเภทของโรงเรือนเพาะปลูก

โรงเรือนที่ใช้เป็นโรงเรือนแบบปิด ทำให้สามารถลดอุณหภูมิและเพิ่มความชื้นภายในโรงเรือนมีระบบ Evaporative Cooling หลักการทำงานของ Evaporator และพัดลม โดยทั้งสองอย่างจะทำงานร่วมกัน คือ Evaporator จะทำการระเหยน้ำให้เป็นไอทำให้อุณหภูมิภายนอกโรงเรือนลดลง จากนั้นพัดลมจะทำการระบายอากาศร้อนภายในโรงเรือนออกไป เพื่อให้อากาศมีการถ่ายเทและลดอุณหภูมิภายในโรงเรือนให้ต่ำลงหรือตามที่เราต้องการ

2.1.3 ส่วนประกอบของโรงเรือน

อุปกรณ์ที่ใช้ภายในโรงเรือน ได้แก่ Evaporative cooling pad, พัดลมใช้ในการดูดอากาศ, เครื่องพ่นหมอก และระบบการให้น้ำพืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 หลักการทำงานของการควบคุมอุณหภูมิภายในโรงเรือน

ประเทศไทยมีสภาวะอากาศที่ร้อนเกือบทั้งปีและด้วยเหตุนี้ทำให้ตัวโรงเรือนเก็บสะสมความร้อนภายในโรงเรือนจากการแผ่รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์และการหายใจของต้นพืช เมื่ออุณหภูมิในโรงเรือนสูงก็จะส่งผลให้ความแข็งแรงของกิ่งก้านและลำต้นของพืชซึ่งทำให้ขนาดของดอกเล็กลงออกดอกช้าลงและอาจทำให้ตาของต้นพืชฝ่อตายได้ การลดอุณหภูมิภายในโรงเรือนมีสองระบบหลักๆ ได้แก่

2.2.1 การลดอุณหภูมิด้วยวิธีการแบบแผ่นระเหยน้ำ

เป็นการลดอุณหภูมิโดยการระเหยของน้ำ (Evaporative cooling) ประกอบด้วยแผงของแผ่นระเหยน้ำ (Evaporator cooling) อยู่ด้านหนึ่งของผนัง และพัดลมระบายอากาศติดตั้งอยู่ฝั่งตรงข้ามกับแผ่นระเหยน้ำ ด้านบนของแผ่นระเหยน้ำจะมีท่อส่งน้ำแบบหมุนเวียน และแผ่นกระจายน้ำทำให้น้ำไหลผ่านแผ่นระเหยน้ำอย่างสม่ำเสมอตลอดความยาวของแผง เมื่อเปิดพัดลมระบายอากาศ ลมภายในโรงเรือนจะถูกดูดออก และแผ่นระเหยน้ำจะทำให้น้ำระเหยกลายเป็นไอเย็น ส่งผลให้อากาศร้อนภายนอกมีอุณหภูมิลดลง อากาศร้อนภายในโรงเรือนจะถูกดูดโดยพัดลม อากาศเย็นจากแผ่นระเหยน้ำจะเข้ามาแทนที่ ทำให้อุณหภูมิภายในโรงเรือนลดลง อย่างไรก็ตามระบบแผ่นระเหยน้ำไม่สามารถทำความเย็นให้สม่ำเสมอกันทั้งโรงเรือนได้ โดยส่วนที่ใกล้กับแผ่นระเหยจะเย็นกว่าส่วนที่ใกล้กับพัดลมระบายอากาศ

2.2.2 ระบบทำความเย็นแบบพ่นหมอก

ใช้หลักการระเหยน้ำเช่นกันระบบจะประกอบไปด้วยปั๊มน้ำแรงดันสูง ท่อน้ำที่ทนแรงดันน้ำสูงและหัวพ่นหมอก หมอกจะเป็นรูปแบบละอองน้ำเล็กมากจะกระจายทั่วทั้งโรงเรือนขณะระเหยจะดึงความร้อนจากอากาศภายในโรงเรือน หลักการทำงานคือปั๊มน้ำจะทำการปั๊มน้ำด้วยแรงดันสูงและถูกผลักดันออกมาในหัวพ่นที่เป็นแบบ nozzle ซึ่งจะทำให้ละอองน้ำที่ฉีดออกมา โดยจะติดตั้งหัวฉีดให้ครอบคลุมทั้งโรงเรือน ทำให้อุณหภูมิในโรงเรือนเย็นลงอย่างทั่วถึง แต่จะต้องไม่ทำให้ผู้ปฏิบัติงานและต้นพืชในโรงเรือนเปียก จึงเหมาะที่จะใช้กับการเพาะเมล็ดและชำกิ่งก้าน พัดลมระบายอากาศที่ใช้ในการหมุนเวียนอากาศภายในโรงเรือนไม่จำเป็นต้องมีขนาดเล็ก

2.3 การถ่ายเทความร้อน

ความร้อมสามารถถ่ายเทได้ 3 แบบ ได้แก่ การนำความร้อน การพาความร้อนและการแผ่รังสี ในระบบโรงเรือนที่เป็นระบบปิด โรงเรือนจะได้รับความร้อนโดยการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์เมื่อรังสีเข้ามาภายในโรงเรือนก็จะเปลี่ยนเป็นความร้อนและสะสมไว้ภายในโรงเรือน ถ้าไม่มีการจัดการระบายอากาศ ความร้อนภายในโรงเรือนจะเพิ่มมากขึ้น จึงใช้ Evaporator และพัดลมมาช่วยในเรื่องถ่ายเทความร้อนพัดลมจะดึงอากาศผ่านตัว Evaporator และทำการแลกเปลี่ยนอากาศร้อนภายนอกให้เป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อากาศเย็น อากาศเย็นจะนำเข้าสู่ภายในโรงเรือน พัดลมจะทำการดูดเอาอากาศเย็นที่ Evaporator สร้างขึ้นกระจายไปในภายในโรงเรือน และผลักอากาศร้อนออกนอกตัวโรงเรือนด้วยพัดลม พัดลมจะติดตั้งในฝั่งตรงข้ามกับ Evaporator ทำให้อากาศเย็นมีการถ่ายเทจากภายนอกออกนอกในโรงเรือนได้

2.4 การให้น้ำพืช

(พงศ์ศักดิ์ ชลธนสวัสดิ์, 2544) การให้น้ำพืช คือการเติมน้ำลงในช่องว่างระหว่างเม็ดดิน เพื่อให้ดินมีความชุ่มชื้นพอเหมาะกับการเจริญเติบโตของพืช น้ำที่เติมลงไปจะต้องไม่มากเกินไปจนเป็นอันตรายต่อรากพืชโดยทั่วไปน้ำที่เติมลงไปจะต้องมีสัดส่วนที่เหมาะสมหรือประมาณร้อยละ 25 ขององค์ประกอบของดิน น้ำยังช่วยชะล้างหรือควบคุมความเข้มข้นของเกลือในดินบริเวณเขตรากพืช ไม่ให้มีความเข้มข้นมากเกินไปจนเป็นอันตรายต่อพืช และเพื่อให้ดินอ่อนนุ่มสะดวกต่อการไถเตรียมดินและรากพืชสามารถขยายตัวได้ดีในดิน

2.4.1 ความสำคัญของการให้น้ำพืช

เพื่อให้พืชมีน้ำใช้อย่างเพียงพอและทันต่อความต้องการอยู่ตลอดเวลาที่ทำการเพาะปลูก ป้องกันความเสียหายของพืชจากการขาดน้ำและเพิ่มผลผลิต พืชไม่ชะงักการเจริญเติบโตจากการขาดน้ำ และช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยของพืช เนื่องจากรากพืชจะดูดซึมแร่ธาตุอาหารในรูปของสารละลาย ซึ่งจำเป็นต้องใช้น้ำเป็นตัวทำละลาย

2.4.2 ความชื้นที่พอเหมาะสำหรับพืช (Field Capacity)

เป็นจุดที่ความชื้นในดินพอเหมาะกับการเจริญเติบโตของพืชมากที่สุด ไม่สามารถหาค่าเป็นตัวเลขได้แน่นอนเนื่องจากยังคงมีการเคลื่อนที่ของน้ำซับ โดยทั่วไปจะกำหนดให้ที่ความชื้นหลังฝนตกหนักหรือหยุดให้น้ำ 2-3 วันเป็นความชื้นที่พอเหมาะกับการเจริญเติบโตของพืชมากที่สุด

2.4.3 จุดเหี่ยวเฉาถาวร (Permanent Wilting Point)

เป็นความชื้นในดินเมื่อพืชไม่สามารถดูดมาใช้ได้เพียงพอกับการคายน้ำ พืชจะเริ่มมีการจากใบที่อ่อนที่สุดไปยังใบที่แก่ที่สุดจนกระทั่งเหี่ยวเฉาอย่าถาวรถึงแม้จะให้น้ำแก่พืชพืชก็จะไม่เจริญเติบโตเช่นเดิม โดยมากความชื้นที่จุดนี้เป็นความชื้นที่มีน้ำอยู่น้อยมากพืชดูดมาใช้ได้แต่เป็นปริมาณน้อยมากไม่เพียงพอกับการใช้น้ำของพืช จึงแสดงอาการเหี่ยวเฉาแต่เมื่อให้น้ำกับพืชอีกพืชก็ไม่ฟื้น ดังนั้นก่อนที่ความชื้นจะลดลงจนถึงจุดนี้จำเป็นจะต้องให้น้ำแก่พืช

2.4.4 ระดับความชื้นวิกฤต (Critical Moisture Level) หรือจุดวิกฤต (Critical Point)

คือ จำนวนความชื้นที่พืชนำไปใช้ได้ ที่ยังเหลืออยู่ในระดับที่เริ่มจะกระทบกระเทือน ต่อผลผลิตผลผลิตอาจลดต่ำลงหรือไม่ได้คุณภาพ ยกตัวอย่างเช่น ช่วงที่พืชต้องการน้ำมากในการเจริญเติบโต คือช่วงที่พืชเริ่มออกดอกออกผลซึ่งในช่วงนี้ถ้าพืชขาดน้ำหรือไม่มีการให้น้ำแก่พืชผลผลิตที่ได้ก็จะลดลง เนื่องจากเป็นช่วงหัวเลี้ยวหัวต่อในการให้ผลผลิต ส่วนจะลดลงมากน้อยแค่ไหนย่อมขึ้นอยู่กับว่าพืชที่ปลูกให้ผลผลิตอะไร เช่นดอก ผล หรือเมล็ดและระยะเวลาในการขาดน้ำด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตราการไหลซึมของน้ำผ่านผิวดิน (Infiltration Rate) อัตราของน้ำที่ขังอยู่บนผิวดินไหลซึมเข้าไปในดินต่อหนึ่งหน่วยเวลา ซึ่งจะเป็นค่าที่ใช้กำหนดในการออกแบบเลือกปริมาณการจ่ายน้ำของหัวจ่ายน้ำ โดยเฉพาะการเลือกหัวสปริงเกลอร์จำเป็นจะต้องเลือกหัวที่มีอัตราการจ่ายน้ำ ไม่มากกว่าความสามารถของดินที่จะซึมซับน้ำที่ให้ไว้ได้ทัน ถ้าหากอัตราการจ่ายน้ำของหัวสปริงเกลอร์ มากกว่าความสามารถที่ดินจะดูดซับไว้ได้ทัน ก็จะทำให้เกิดการขังบนผิวดินหรือไหลเลยต้นพืชไปทำให้เกิดการสูญเสียน้ำไปโดยเปล่าประโยชน์ ลักษณะที่พืชได้รับน้ำจากดินและการใช้น้ำของพืช (Consumptive Use of Water) พืชจะใช้น้ำจากดินด้วยสองลักษณะ คือน้ำจากที่ที่มีความชื้นสูงกว่าจะแพร่ไปสู่ที่ที่มีความชื้นต่ำกว่าหรือแห้งกว่ารอบๆ รากขนด้วยแรงดูดซับและอีกวิธีหนึ่งคือ รากพืชจะพยายามเจริญเข้าหาบริเวณที่มีความชื้นสูงหรือที่ที่มีน้ำอยู่มาก ส่วนการใช้น้ำของพืชก็จะมีสองลักษณะเช่นกัน คือ หนึ่งพืชใช้น้ำไปในการเจริญเติบโต หรือขบวนการลำเลียงแร่ธาตุอาหารจากรากขึ้นสู่ลำต้นแล้วคายออกที่ใบเราเรียกว่า "การคายน้ำหรือการหายใจ (Transpiration)" และอีกส่วนหนึ่งเกิดจากการระเหยของน้ำบริเวณรอบๆ ต้นพืชหรือน้ำที่เกาะอยู่ตามใบและลำต้นพืช เพื่อช่วยลดอุณหภูมิรอบๆต้นพืชซึ่งก็ถือเป็นการใช้น้ำของพืชด้วย เรียกว่า "การระเหย (Evaporation)" ทั้งสองส่วนรวมกันถือว่าเป็นการใช้น้ำของพืช เรียกว่า "การคายระเหย (Evapotranspiration)"

2.4.5 แหล่งน้ำที่พืชใช้ได้

2.4.5.1 ความชื้นหรือน้ำที่เหลืออยู่ในดินหลังจากทำการเก็บเกี่ยวพืชผลไปแล้ว

2.4.5.2 น้ำฝนที่ตกลงในพื้นที่เพาะปลูกในส่วนที่เป็นประโยชน์สำหรับพืชคือส่วนของน้ำในที่พืชสามารถดูดนำไปใช้ได้

2.4.5.3 แหล่งน้ำใต้ดินที่ไหลซึมขึ้นมาตามช่องว่างระหว่างเม็ดดิน

2.4.5.4 น้ำชลประทานหรือการให้น้ำพืชซึ่งเป็นน้ำที่ให้โดยมนุษย์เป็นปริมาณน้ำที่พืชต้องการเพิ่มเติมนอกเหนือจากสามส่วนแรก

2.5 ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Arduino)

(http://www.thaieasyelec.com) Arduino เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ตระกูล AVR ตัว บอร์ด Arduino ถูกออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่าย เหมาะสำหรับการเริ่มต้นศึกษาการเขียนโปรแกรม อีกทั้งสามารถพัฒนาต่อยอดได้ทั้งตัวบอร์ดและโปรแกรม การใช้งาน Arduino ผู้ใช้สามารถต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์จากภายนอกมาเชื่อมต่อกับขา I/O บอร์ด

Layout & Pin out Arduino Board

2.3.1 USBPort ใช้สำหรับต่อกับ Computer เพื่ออับโหลดโปรแกรมเข้า MCU และจ่ายไฟให้กับบอร์ด

2.3.2 Reset Button เป็นปุ่ม Reset ใช้กดเมื่อต้องการให้ MCU เริ่มการทำงานใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 ICSP Port ของ Atmega16U2 เป็นพอร์ตที่ใช้โปรแกรม Visual Com port บน Atmega16U2

2.3.4 I/OPort:Digital I/O ตั้งแต่ขา D0 ถึง D13 นอกจากนี้ บาง Pin จะทำหน้าที่อื่นๆ เพิ่มเติมด้วย เช่น Pin0,1 เป็นขา Tx, Rx Serial, Pin3,5,6,9,10 และ 11 เป็นขา PWM

2.3.5 ICSP Port Atmega328 เป็นพอร์ตที่ใช้โปรแกรม Bootloader

2.3.6 MCU Atmega328 เป็น MCU ที่ใช้บนบอร์ด Arduino

2.3.7 I/OPort นอกจากจะเป็น Digital I/O แล้ว ยังเปลี่ยนเป็น ช่องรับสัญญาณอนาล็อก ตั้งแต่ขา A0-A5

2.3.8 Power Port ไฟเลี้ยงของบอร์ดเมื่อต้องการจ่ายไฟให้กับวงจรภายนอก ประกอบด้วย ขาไฟเลี้ยง +3.3 V, +5V, GND, Vin

2.3.9 Power Jack: รับไฟจาก Adapter โดยที่แรงดันอยู่ระหว่าง 7-12 V

2.3.10 MCU ของ Atmega16U2 เป็น MCU ที่ทำหน้าที่เป็น USB to Serial โดย Atmega328 จะติดต่อกับ Computer ผ่าน Atmega16U2

2.6 แนวทางการใช้แอพพลิเคชั่นบนสมาร์ทโฟน

ปัจจุบันมีการใช้สมาร์ทโฟนกันอย่างแพร่หลาย ทำให้มีการพัฒนาแอพพลิเคชั่นใหม่ๆขึ้นมาเพื่อให้สอดคล้องกับการใช้สมาร์ทโฟน ซึ่งแอพพลิเคชั่นเหล่านี้สามารถพัฒนาให้ใช้ได้กับอุปกรณ์ต่างๆ มากมาย ให้ง่ายต่อการใช้งาน ที่สะดวกสบาย ตามความต้องการของผู้ใช้ โดยเราจะใช้แอพพลิเคชั่นในระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์มาประยุกต์ใช้กับการทำงานภายในโรงเรือน

2.6.1 ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เป็นระบบปฏิบัติการที่พัฒนามาจากการนำเอาแกนกลางของระบบปฏิบัติการลินุกซ์ (Linux Kernel) ซึ่งใช้ Android SDK (Software Development Kit) เป็นเครื่องมือสำหรับการพัฒนาแอพพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการ Android โดยใช้ภาษา JAVA ในการพัฒนา เพื่อให้กลายเป็นระบบปฏิบัติการบนอุปกรณ์พกพา (Mobile Operating System

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่3
การออกแบบและการดำเนินงาน

3.1 โครงสร้างระบบ

โครงสร้างของระบบจะมี ส่วนรับข้อมูล ประกอบไปด้วย sensor ต่างๆ ส่วนประมวลผล ประกอบไปด้วย ไมโครคอนโทลเลอร์ จอแสดงผลโทรศัพท์มือถือ และส่วนปฏิบัติการประกอบไปด้วย พัดลม evaporative cooling pad เครื่องให้น้ำแบบหยด และเครื่องพ่นหมอก ที่ทำงานต่อเนื่องกัน ส่วนรับข้อมูลจะส่งข้อมูลที่อ่านค่าได้ส่งไปยังส่วนประมวลผลให้ตัวไมโครคอนโทลเลอร์ทำการอ่านค่า และทำตามเงื่อนไขที่เราได้ตั้งเอาไว้จากนั้นจะส่งคำสั่งให้ส่วนปฏิบัติงานทำตามสิ่งที่เราต้องการ คือทำการเปิด-ปิดอุปกรณ์ในโรงเรือน

3.1.1 ระบบระบายความร้อนภายในโรงเรือน

ระบบระบายความร้อนจะมีอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำงานคือ 1. sensor DHT11 2. ไมโครคอลโทลเลอร์ 3. พัดลม 4. evaporative cooling pad และ 5. เครื่องพ่นหมอก sensor จะทำการวัดค่าอุณหภูมิภายในโรงเรือนค่าที่ได้จะส่งไปให้ไมโครคอลโทลเลอร์ทำการตรวจสอบเงื่อนไขที่เราได้ตั้งค่าไว้ ในกรณีนี้คือเมื่อโรงเรือนเริ่มมีอุณหภูมิสูงมาก ไมโครคอนโทลเลอร์ก็จะทำตามเงื่อนไขที่ได้ตั้งไว้คือ จ่ายไฟให้กับอุปกรณ์ระบายความร้อนคือ พัดลม evaporative cooling pad ส่งผลให้อุปกรณ์ทำงาน เมื่ออุณหภูมิในโรงเรือนลดลงจนถึงค่าที่ตรงตามเงื่อนไขได้กำหนดไว้ ไมโครคอนโทรเลอร์ทำการหยุดจ่ายไฟไปยังอุปกรณ์ อุปกรณ์ก็จะหยุดการทำงาน

โดยกำหนดเงื่อนไขให้พัดลมตัวที่ 1 ทำงานเมื่ออุณหภูมิที่วัดได้ภายในโรงเรือน(ส่วนหน้าของโรงเรือน)มีค่ามากกว่า 30 องศาเซลเซียส, พัดลมตัวที่ 2 ทำงานเมื่ออุณหภูมิที่วัดได้ภายในโรงเรือน(ส่วนท้ายของโรงเรือน)มีค่ามากกว่า 35 องศาเซลเซียส, Evaporator จะทำงานที่อุณหภูมิภายในทั้งโรงเรือนมีค่ามากกว่า 35 องศาเซลเซียส **ในกรณีที่อุณหภูมิภายในโรงเรือนมีค่าสูงเกินกว่าที่อุปกรณ์ทั้งสามตัวจะลดความร้อนได้นั้น ก็จะมีการเปิดเครื่องพ่นหมอกเข้ามาช่วยในการลดความร้อนภายในโรงเรือน

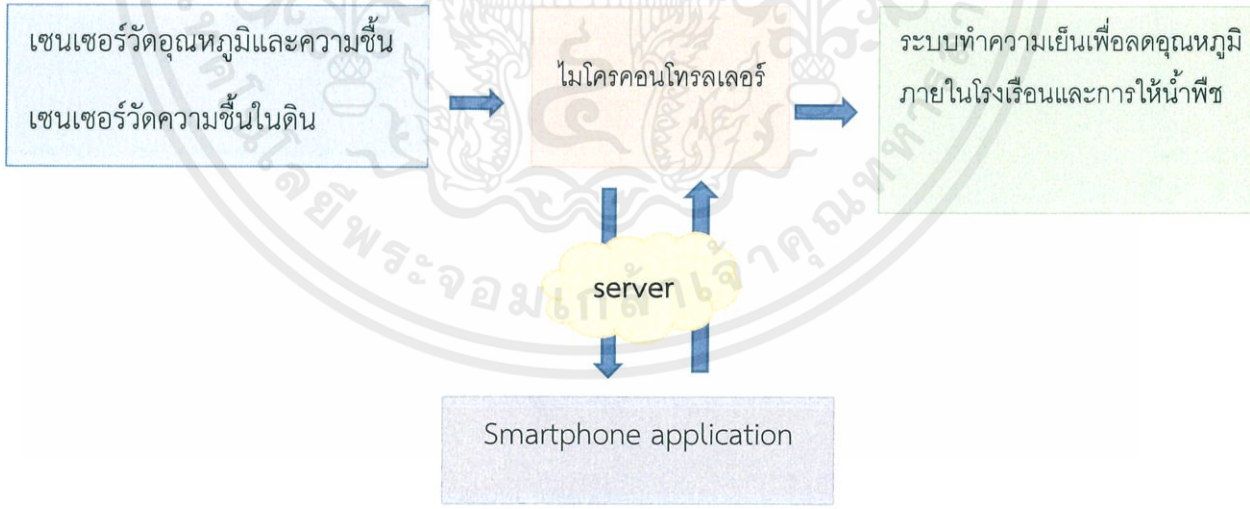
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.1 อุปกรณ์ระบายความร้อนที่ใช้ภายในโรงเรือน ได้แก่ พัดลม และ evaporative cooling pad

3.1.2 ระบบการให้น้ำพืช

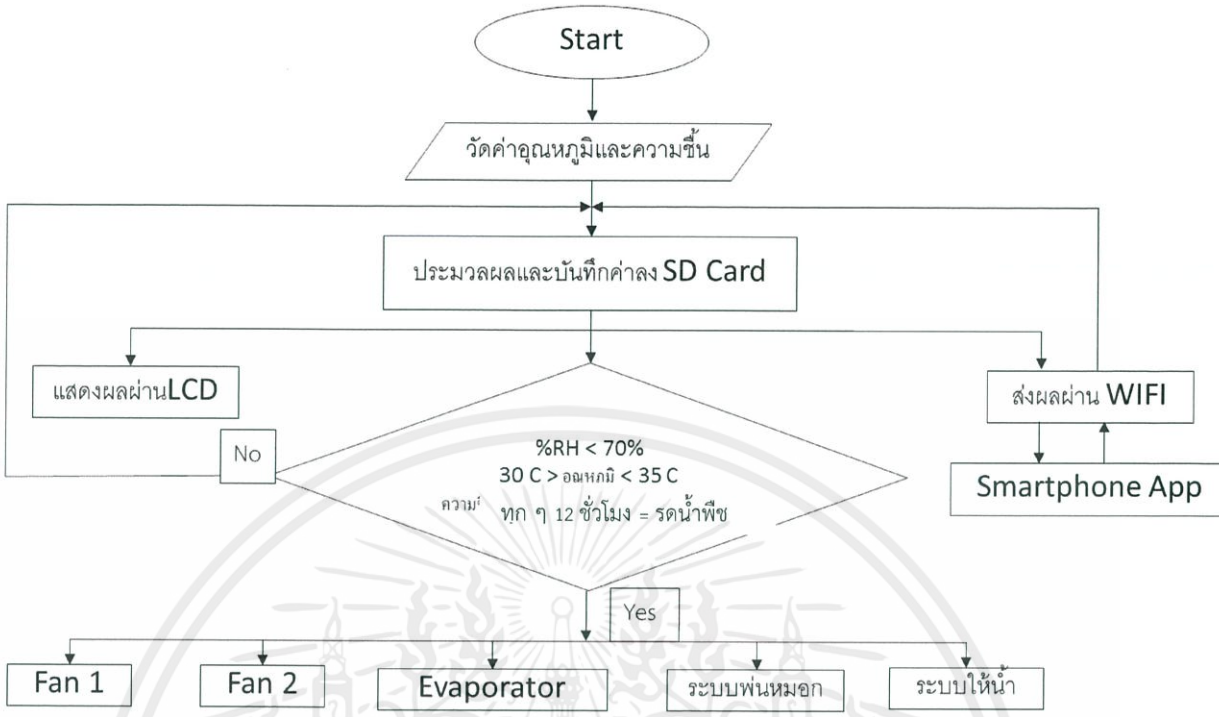
ระบบการให้น้ำพืชมีอุปกรณ์ 1. ปั๊มน้ำ 2. ท่อน้ำหยด โดยระบบการให้น้ำพืชจะมีการให้น้ำเป็นช่วงเวลา ช่วงเวลา เช้า-เย็น 9.00 น. และ 17.00 น. เป็นวลา 5 นาที โดยมีการควบคุมคำสั่งผ่านทางไมโครคอนโทรเลอร์ที่ได้กำหนดเงื่อนไขและเขียนคำสั่งลงไปในไมโครคอนโทรเลอร์นั้นๆ

3.2 การทำงานของระบบ



รูปที่ 3.2 แผนผังการทำงานของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 แผนผังการทำงานของอุปกรณ์ในระบบการควบคุมโรงเรือน

3.3 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

3.3.1 Arduino Mega 2560

รูปที่ 3.4 Arduino Mega 2560

(www.arduino.cc) Arduino เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ตระกูล AVR ตัว บอร์ด Arduino ถูกออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่าย ใช้ชิพ ATmega 2560 ที่มีหน่วยความจำแฟลช 256 KB แรม 8 KB ใช้ไฟเลี้ยง 7 ถึง 12 V แรงดันของระบบอยู่ที่ 5 V มี Digital Input / Output มากถึง 54 ขา (เป็น PWM ได้ 14 ขา) มี Analog Input 16 ขา Serial UART 4 ชุด I2C 1 ชุด SPI 1 ชุด เขียนโปรแกรมบน Arduino IDE และโปรแกรมผ่าน USB

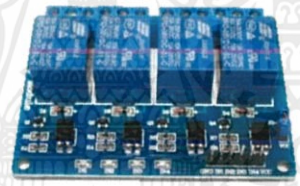
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 DHT11 Sensor

รูปที่ 3.5 DHT11 Humidity and Temperature Sensor

(www.arduitronics.com) อุปกรณ์ตัวนี้ใช้การสื่อสารกับ MCU ด้วยวิธี Single-wire Two-way Serial interface คือ การสื่อสารแบบนี้จะใช้สายสื่อสารเพียงเส้นเดียวและส่งข้อมูลได้ทั้งจาก MCU ไปที่ตัว DHT11 และในทางกลับกันได้ ข้อมูลที่ส่งมาจาก DH11 ตัว MCU รับข้อมูลแล้วจะต้องเอามาแปลงต่อ ว่าข้อมูลที่ส่งมาแปลว่าอะไร แต่ละชุดข้อมูลจะยาว 40 บิต และใช้เวลาส่งประมาณ 40 มิลลิวินาที ใน 40 บิตที่ส่งมา ประกอบด้วย 8bit integral RH data + 8bit decimal RH data + 8bit integral T data + 8bit decimal T data + 8bit check sum

3.3.3 5V Relay Module



รูปที่ 3.6 5V Relay Module

(www.arduitronics.com) เพื่อใช้งานในการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า รับกระแสได้สูงถึง 10 A ใช้งานได้ทั้งไฟฟ้ากระแสตรง และ กระแสสลับ รับแรงดันระดับ 5 V ตรงจาก Arduino board มี LED แสดงสถานะการทำงานของรีเลย์ ออกแบบให้ป้องกันวงจรด้านควบคุมออกจากด้านกำลังโดยการใช้การส่งผ่านด้วยแสง (Optocoupler) ในทุกตัวรีเลย์

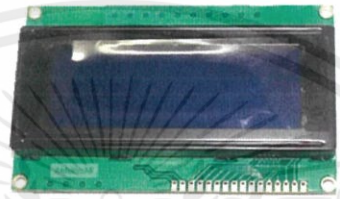
3.3.4 SD Card Module

รูปที่ 3.7 SD Card Module

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(www.arduino.cc) การสื่อสารระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์และการ์ด SD ใช้ SPI ซึ่งเกิดขึ้นกับ Digital PIN 11, 12 และ 13 (Arduino) หรือ 50, 51 และ 52 (Arduino Mega) นอกจากนี้ต้องใช้ PIN อื่นเพื่อเลือกการ์ด SD นี่อาจเป็นฮาร์ดแวร์ขา Pin SS 10 (ในบอร์ด Arduino) หรือ pin 53 (บน Mega) หรือ PIN อื่นที่ระบุไปยัง SD.begin () แม้ว่าจะไม่ได้ใช้ PIN SS ของฮาร์ดแวร์ แต่ต้องเป็น PIN Output ที่เหลืออยู่หรือไลบรารี SD จะไม่ทำงาน บอร์ดต่างๆจะใช้ Pin ที่แตกต่างกันสำหรับฟังก์ชันการทำงานนี้ดังนั้นให้แน่ใจว่าได้เลือก PIN ที่ถูกต้องใน SD.begin ()

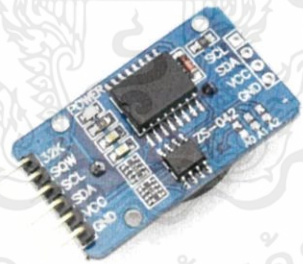
3.3.5 LCD 2004 20x4 Character LCD Module 5V



รูปที่ 3.8 LCD 2004 20x4 Character LCD Module 5V

(www.arduinoall.com) จอแสดงผล LCD ขนาด 20 ตัวอักษร 4 บรรทัด ใช้ไฟ 5 โวลต์ พร้อมไฟ blacklight เชื่อมต่อกับ Arduino ได้ง่ายใช้ library มาตรฐานพร้อมใช้งาน

3.3.6 DS3231 RTC



รูปที่ 3.9 DS3231 RTC

(www.arduinoall.com) DS3231 เป็นโมดูลนาฬิกาแบบเวลาจริง RTC Real Time Clock มาพร้อมกับ IC EEPROM AT24C32 ทำให้มีพื้นที่ในการเก็บข้อมูลที่ต้องการ เช่น การตั้งค่าต่าง ๆ ได้ โมดูล DS3231 มีความถูกต้องแม่นยำสูง เพราะข้างในยังมี วงจรวัดอุณหภูมิ เพื่อนำไปคำนวนปรับค่าเวลาให้ถูกต้องในวงจร ทำให้โมดูลนี้ มีความสามารถเป็น นาฬิกา RTC , หน่วยความจำ EEPROM สำหรับเก็บข้อมูล และ มีเซนเซอร์อุณหภูมิมาให้ด้วย มาพร้อมแบตสำรอง ทำให้ทำงานได้แม้บอร์ด Arduino จะถูกปิดไปแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

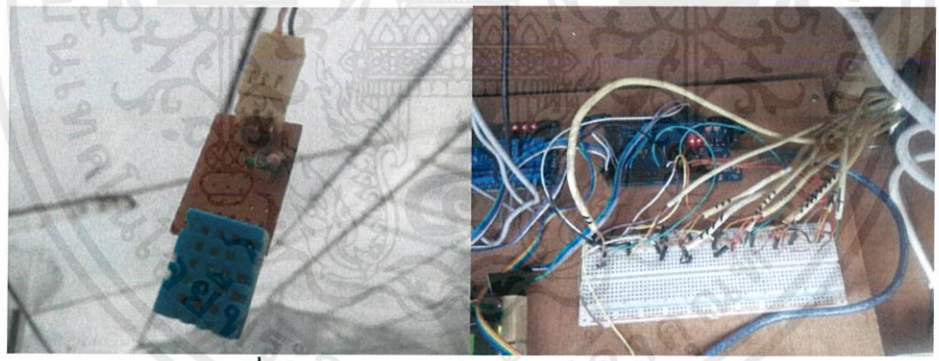
3.3.7 ESP8266 (WI-FI Module)

รูปที่ 3.10 ESP8266

(www.arduinoall.com) Wi-Fi Module ESP8266 เป็นโมดูล WI-FI ด้วยเป็นโมดูลขนาดเล็ก โมดูล ESP8266 นี้จะทำให้สามารถติดสัญญาณ Wi-Fi ให้กับอุปกรณ์ Arduino ได้ Wi-Fi Module ESP8266 ตัวชิปมาพร้อมกับ Firmware สั่งงานคำสั่งแบบ AT Command เพื่อเชื่อมต่อ TCP/IP ได้ทันที

3.4 ขั้นตอนการประกอบอุปกรณ์

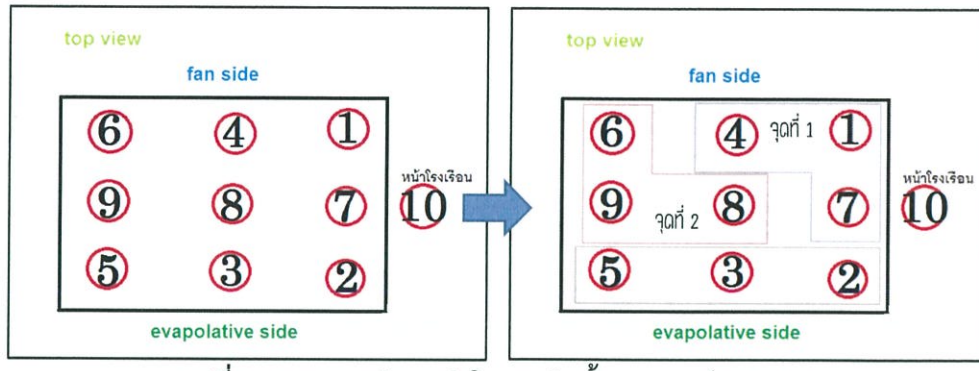
3.4.1 นำเซนเซอร์ DHT11 มาบัดกรีเข้ากับแผ่นปริ้นโดยต่อกับตัวต้านทาน 10k จากนั้นนำแผ่นปริ้นที่ต่อวงจรเรียบร้อยแล้วและ soil sensor ต่อเข้ากับตัว Arduino โดยใช้สายไฟในการเชื่อมต่อและให้ไฟกับแผงวงจร แล้วนำไปวัดค่าอุณหภูมิและความชื้นภายในโรงเรือน



รูปที่ 3.11 แสดงการต่อ sensor เข้ากับตัว Arduino

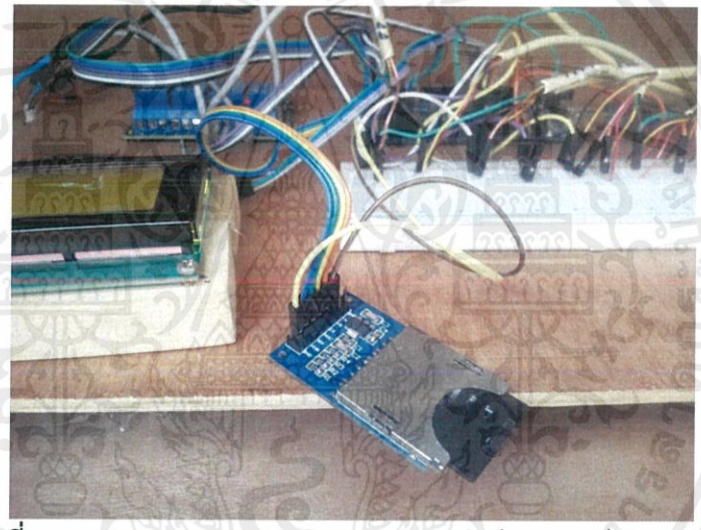
โดยตำแหน่งในการติดตั้งเซนเซอร์ DHT11 จะแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ได้แก่ TEMP1 คือ อุณหภูมิเฉลี่ยส่วนหน้าของโรงเรือน, TEMP2 คือ อุณหภูมิเฉลี่ยส่วนกลางของโรงเรือน, TEMP3 คือ อุณหภูมิเฉลี่ยส่วนท้ายของโรงเรือน และ ส่วนที่เป็นอุณหภูมิภายนอกโรงเรือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.12 แสดงตำแหน่งในการติดตั้งเซนเซอร์ DHT11

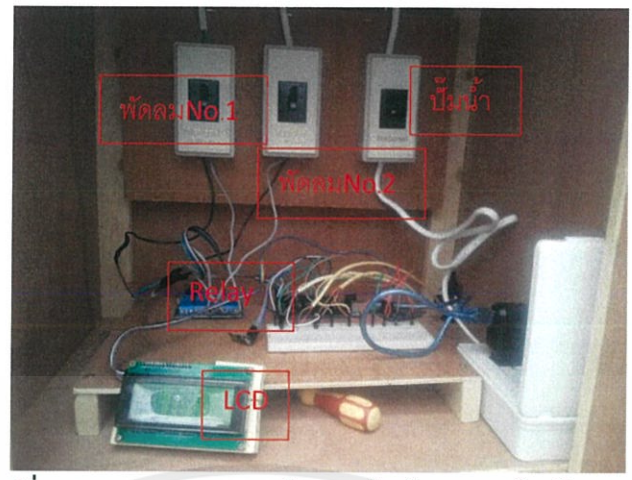
3.4.2 นำตัว DS3231 RTC และ SD card module ต่อเข้ากับอุปกรณ์ Arduino เพื่อนำข้อมูลที่ได้จาก DHT11 และ soil sensor ไปบันทึกลงตัว SD Card เพื่อหาค่าอุณหภูมิเฉลี่ยของแต่ละวัน



รูปที่ 3.13 แสดงการต่อ SD card module กับอุปกรณ์ Arduino

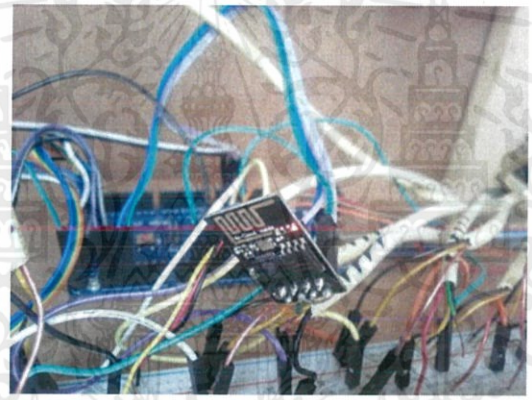
3.4.3 นำอุปกรณ์มาต่อเข้ากับตัว Relay เพื่อเป็นตัวกำหนดให้อุปกรณ์ทำงานทำงานบ้างจากการปล่อยไฟเข้าวงจรให้ไปยังตัวอุปกรณ์ได้แก่ พัดลม, evaporative cooling pad และปั๊มน้ำพ่นหมอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



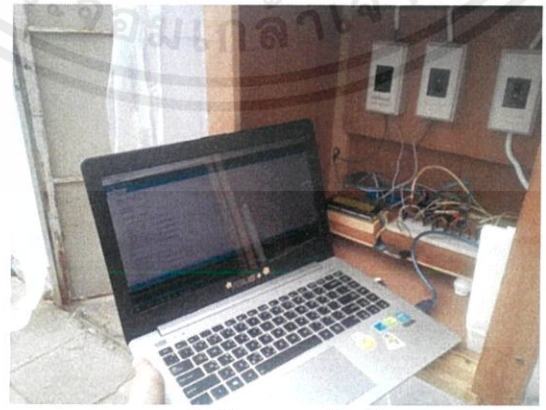
รูปที่ 3.14 ภาพแสดงการต่อวงจรไปยังอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ

3.4.4 นำตัว Wi-Fi module มาต่อเข้ากับแผงวงจร Arduino โดย Wi-Fi module จะเป็นตัวรับส่งสัญญาณจาก Arduino ไปยังตัว Smartphone application



รูปที่ 3.15 ภาพแสงดงการต่อ Wi-Fi module เข้ากับ Arduino

3.4.5 ทำการอัพโปรแกรมไปยัง Arduino เพื่อจะทำการทดสอบระบบควบคุมสภาพแวดล้อมโรงเรือน

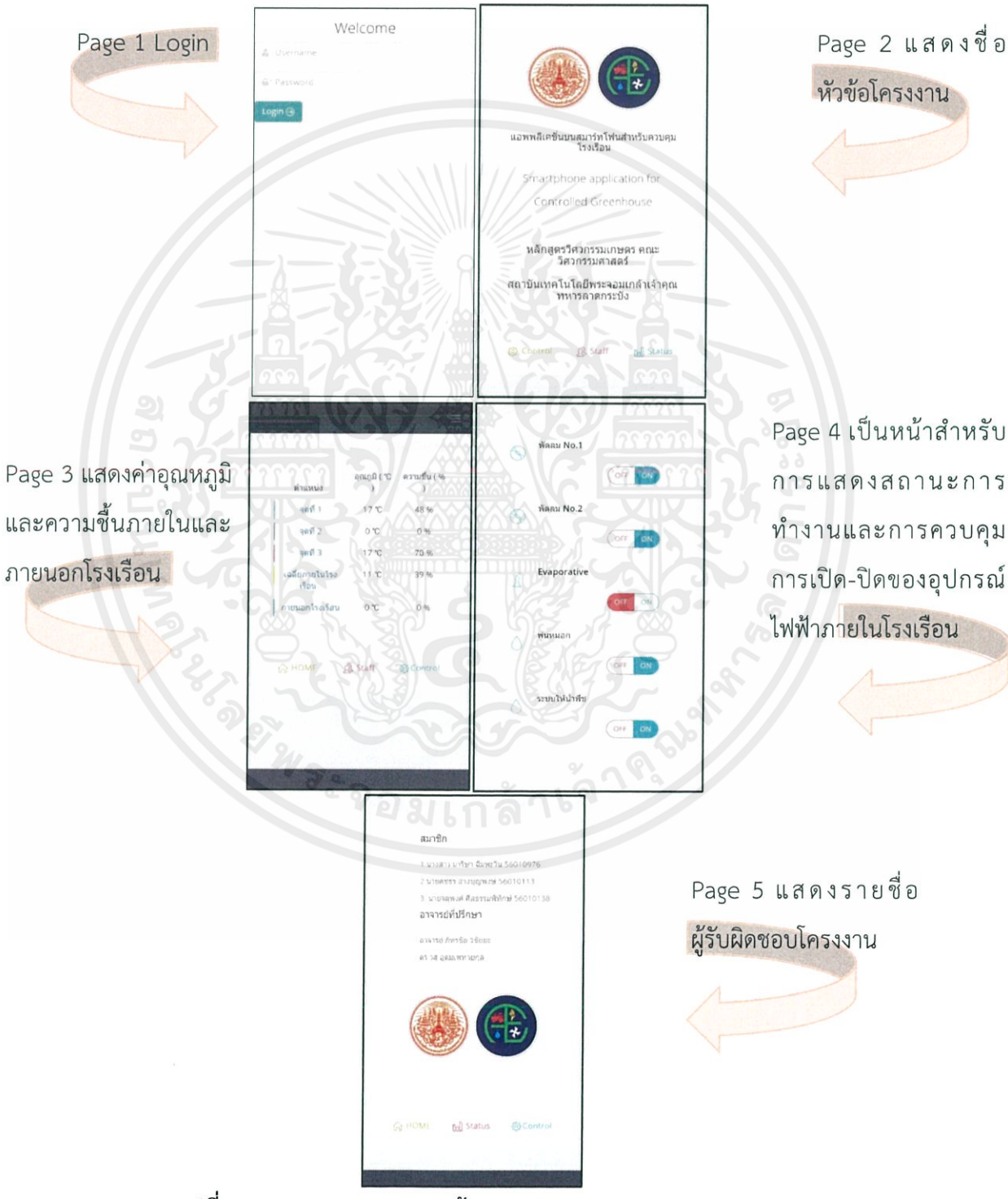


รูปที่ 3.16 แสดงการอัพโปรแกรมไปยัง Arduino

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 การออกแบบและสร้าง Smartphone application

การออกแบบและสร้าง Smartphone application โดยใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ในการเขียน Application ที่จะใช้สำหรับการควบคุมโรงเรือน



รูปที่ 3.17 การออกแบบและสร้าง Smartphone application

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

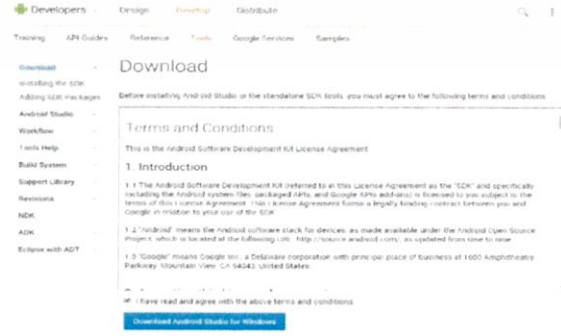
3.5.1 การติดตั้งโปรแกรม Android Studio สำหรับการเขียนแอพพลิเคชั่น Android

รูปที่ 3.18 แสดงโปรแกรม Android Studio

• ดาวน์โหลด Android Studio จาก Download Android Studio [Android Developer]

รูปที่ 3.19 แสดงการติดตั้งโปรแกรม Android Studio[1]

• ก่อนจะทำการดาวน์โหลดจะต้องยอมรับข้อตกลงการใช้งานเสียก่อน แล้วให้ติ๊กเลือกที่ I have read and agree with the above terms and conditions แล้วจึงจะกดปุ่มดาวน์โหลดได้



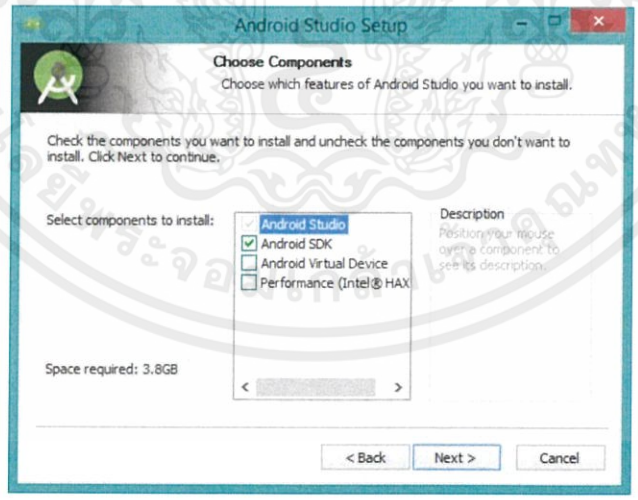
รูปที่ 3.20 แสดงการติดตั้งโปรแกรม Android Studio[2]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

• เมื่อทำการดาวน์โหลดเสร็จเรียบร้อยแล้วให้เปิดไฟล์ขึ้นมา ก็จะพบกับหน้า Welcome ให้กดปุ่ม Next เพื่อไปขั้นตอนต่อไป

รูปที่ 3.21 แสดงการติดตั้งโปรแกรม Android Studio[3]

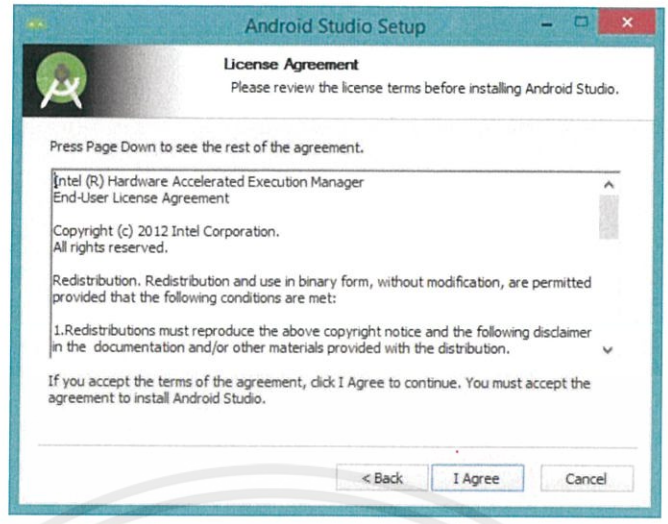
• หน้าต่อมาจะให้เลือกว่าต้องการติดตั้งอะไรบ้าง ถ้าผู้ที่เคยติดตั้ง Android SDK ไว้แล้วก็ให้ข้ามไปได้เลย เพราะโปรแกรมสามารถกำหนด Android SDK Path ที่มีอยู่ในเครื่องในภายหลังได้ แล้วกดปุ่ม Next เพื่อไปขั้นตอนต่อไป



รูปที่ 3.22 แสดงการติดตั้งโปรแกรม Android Studio[4]

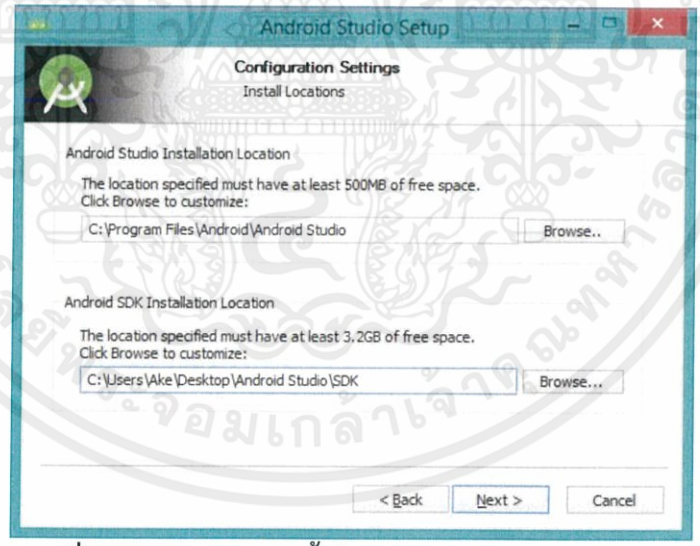
• หน้าต่อมาจะเป็นข้อตกลงการใช้งาน Android Studio ให้กดปุ่ม I Agree เพื่อไปขั้นตอนต่อไปได้เลย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.23 แสดงการติดตั้งโปรแกรม Android Studio[5]

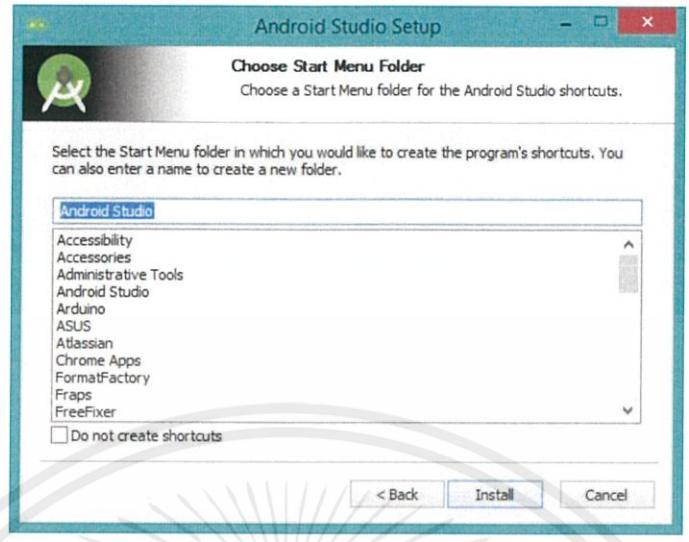
• ต่อมาจะเป็นหน้ากำหนด Path ที่ต้องการติดตั้ง ในการกำหนด Path ของ Android Studio และ Android SDK ห้ามเลือก Path ของ Android SDK ให้อยู่ใน Android Studio เพราะว่าจะทำให้ไม่สามารถอัพเดท Android Studio ได้ (โปรแกรมจะมีแจ้งเตือนอยู่) ดังนั้นควรแยกโฟลเดอร์ทั้งสองไว้เลย



รูปที่ 3.24 แสดงการติดตั้งโปรแกรม Android Studio[6]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

• กำหนด Start Menu Folder ซึ่งในขั้นตอนนี้ให้กด Install เพื่อเริ่มทำการติดตั้งได้เลย



รูปที่ 3.25 แสดงการติดตั้งโปรแกรม Android Studio[7]

• รอโปรแกรมทำการติดตั้งจนเสร็จ

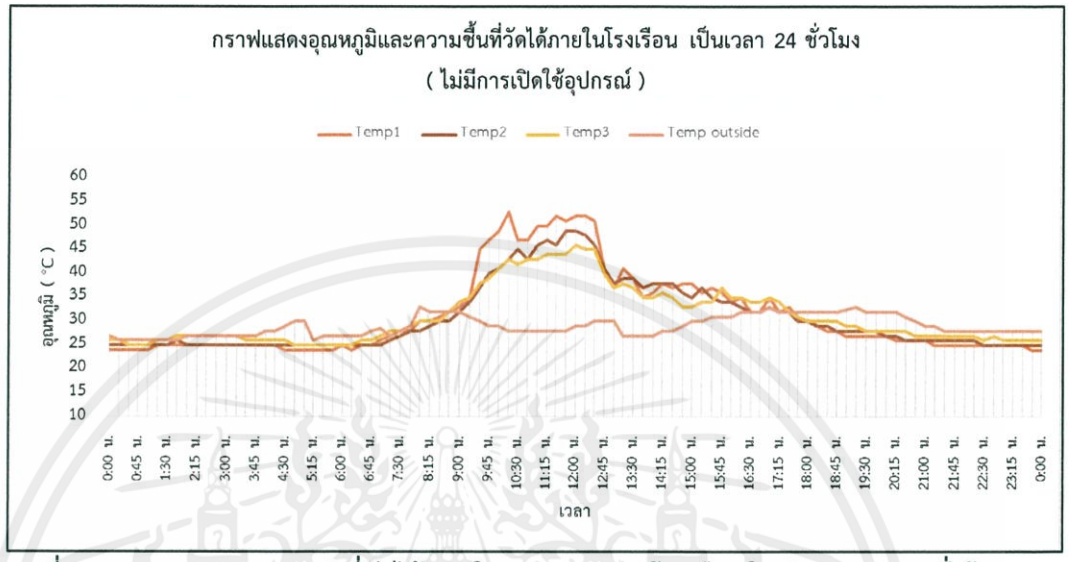
• ติดตั้งโปรแกรม Android Studio เสร็จเรียบร้อยแล้ว กดปุ่ม Finish เพื่อปิดหน้าต่างแล้วเปิด Android Studio ขึ้นมาได้เลย

รูปที่ 3.26 แสดงการติดตั้งโปรแกรม Android Studio[8]

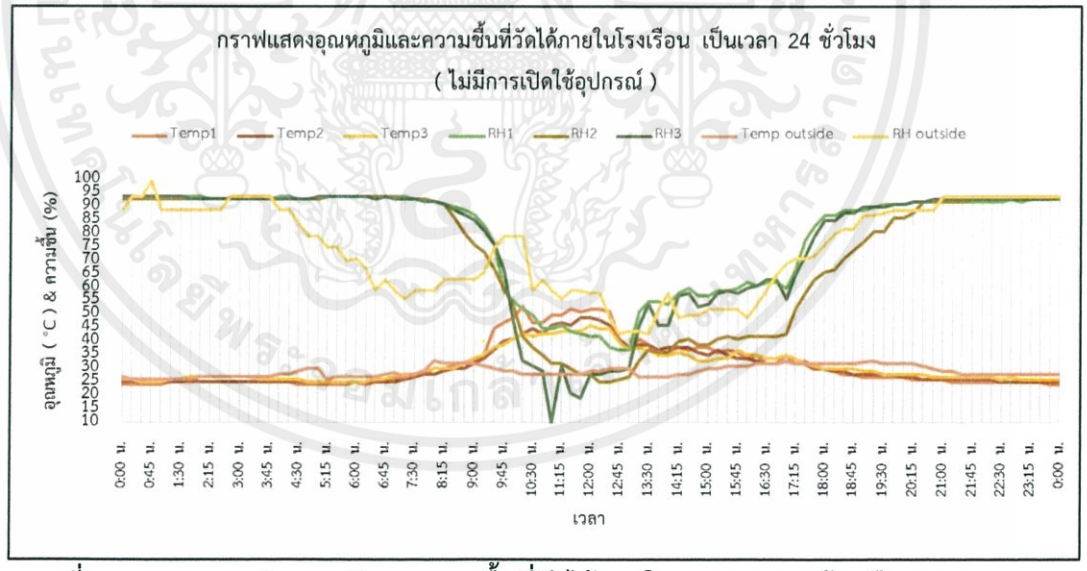
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลอง

4.1 ค่าอุณหภูมิที่วัดได้ภายในโรงเรือน



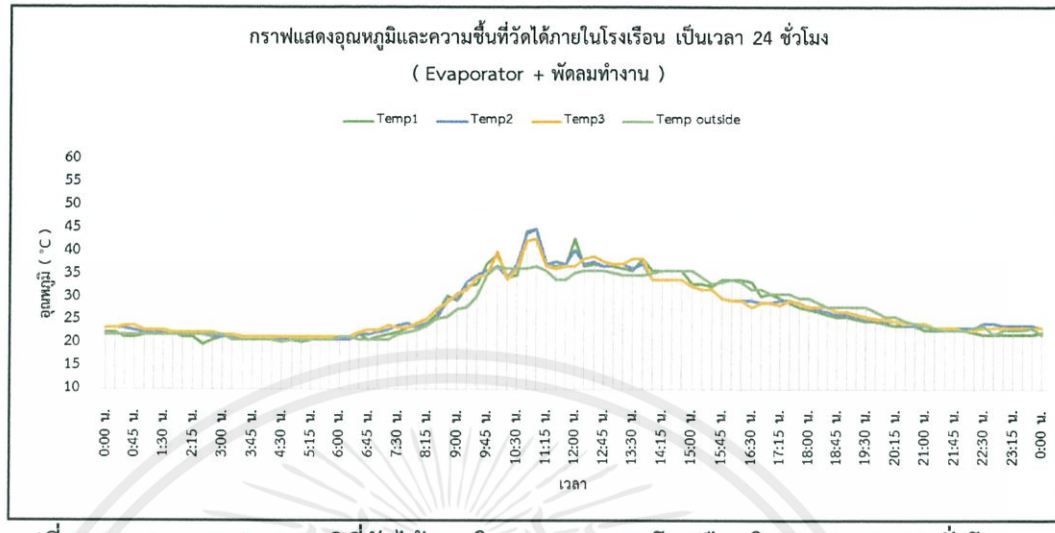
รูปที่ 4.1 แสดงกราฟอุณหภูมิที่วัดได้ภายในและภายนอกโรงเรือนในช่วงเวลา 24 ชั่วโมง (ไม่มีการเปิดใช้ระบบการระบายความร้อน)



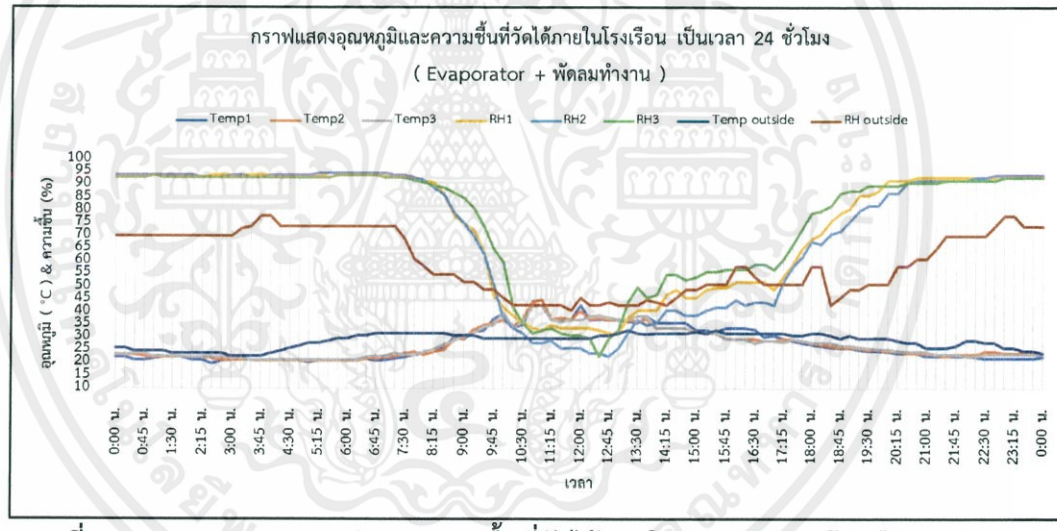
รูปที่ 4.2 แสดงกราฟอุณหภูมิและความชื้นที่วัดได้ภายในและภายนอกโรงเรือน ในช่วงเวลา 24 ชั่วโมง (ไม่มีการเปิดใช้ระบบการระบายความร้อน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ค่าอุณหภูมิที่วัดได้จากการทำงานของระบบควบคุมภายในโรงเรือน



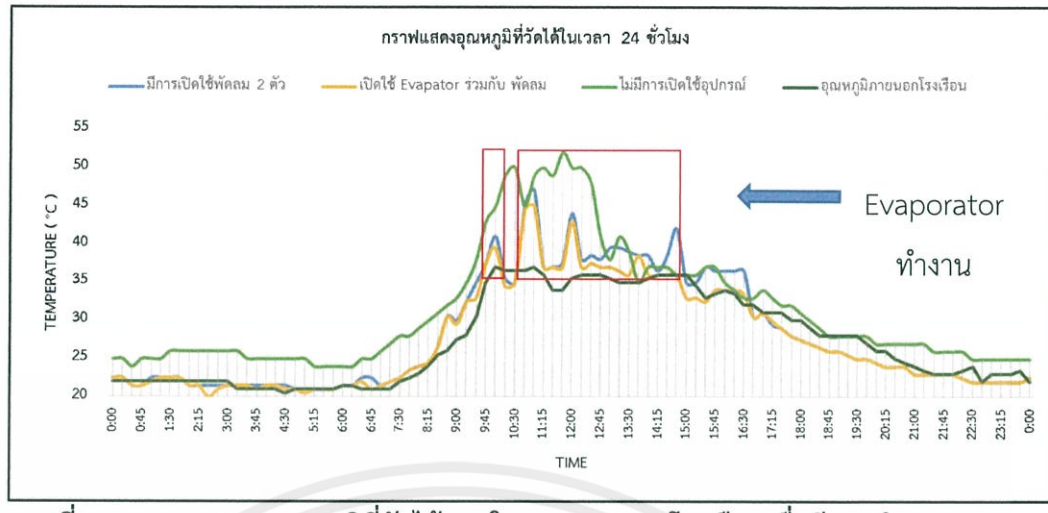
รูปที่ 4.3 แสดงกราฟอุณหภูมิที่วัดได้ภายในและภายนอกโรงเรือนในช่วงเวลา 24 ชั่วโมง



รูปที่ 4.4 แสดงกราฟอุณหภูมิและความชื้นที่วัดได้ภายในและภายนอกโรงเรือน ในช่วงเวลา 24 ชั่วโมง

จากรูป แสดงให้เห็นว่าจุดที่มีอุณหภูมิสูง ค่าความชื้นก็จะมีค่าต่ำ ซึ่งในขณะเดียวกัน ณ จุดที่มีอุณหภูมิต่ำ ค่าความชื้นก็จะมีค่าสูง เมื่อนำค่าอุณหภูมิภายในโรงเรือนมาเปรียบเทียบกับอุณหภูมิภายนอก ก็จะพบว่าในช่วงเวลา 9.00 น. ถึง 15.00 น. อุณหภูมิภายในโรงเรือนสูงกว่าค่อนข้างนอกโรงเรือน เนื่องจาก ภายในโรงเรือนเกิดการสะสมความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 แสดงกราฟอุณหภูมิที่วัดได้ภายในและภายนอกโรงเรือนเมื่อมีการทำงานของ Evaporator ในช่วงเวลา 24 ชั่วโมง

จากรูป 4.5 จะเห็นได้ว่าเมื่ออุณหภูมิภายในโรงเรือนมีค่าสูงกว่า 35 องศาเซลเซียส Evaporator ก็จะทำงาน เมื่อ Evaporator ทำงานร่วมกับพัดลม อุณหภูมิที่วัดได้จะลดต่ำลงมา Evaporator ก็หยุดทำงาน และเมื่อถึงจุดที่อุณหภูมิภายในโรงเรือนสูงกว่า 35 องศาเซลเซียส Evaporator ก็จะกลับมาทำงานอีกครั้ง เพื่อที่จะทำงานร่วมกับพัดลมในการลดความร้อนภายในโรงเรือน

***ช่วงเวลาที่ทำการทดลองในการวัดค่าอุณหภูมิและความชื้นภายในและภายนอกโรงเรือน จะเป็นช่วงเดือนมีนาคมซึ่งในช่วงนี้จะเป็นช่วงที่มีสภาพอากาศเริ่มที่จะร้อนจัด

4.3 ระบบการให้น้ำพืช

รูปที่ 4.6 แสดงกราฟความชื้นในดินที่วัดจากแปลงปลูกพืช ในช่วงเวลา 24 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับระบบการให้น้ำพืชนั้น จะกำหนดเวลาในการให้น้ำเป็นช่วงเวลา เช้า-เย็น ที เวลา 9.00 น. และ 17.00 น. เป็นวลา 5 นาที จากกราฟพบว่าความชื้นในดินที่วัดได้ทำให้ทราบว่า เวลาในการรดน้ำพืชตามที่กำหนดนั้นเพียงพอสำหรับความต้องการของพืช ที่ค่าความชื้นในดินที่เหมาะสม 60%-80%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง วิจารณ์ผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองวัดค่าอุณหภูมิและความชื้นจากเซนเซอร์ DHT11 ทำให้ทราบค่าอุณหภูมิและความชื้นภายในโรงเรือนที่มีการทำงานของระบบควบคุมภายในโรงเรือน จะพบว่าค่าอุณหภูมิที่วัดได้ภายในโรงเรือนมีค่าที่ใกล้เคียงกับอุณหภูมินอกโรงเรือน และในระบบการให้น้ำพืชได้ทำการวัดค่าความชื้นในดิน จะพบว่าค่าความชื้นในดินหลังจากที่ทำการให้น้ำพืชแล้วระหว่างเวลา 9.00 น. ถึง 17.00 น. ค่าความชื้นในดินที่วัดค่าได้อยู่ประมาณ 60% - 80%

สรุปได้ว่าจากการทำงานของอุปกรณ์ภายในโรงเรือนทำให้อากาศมีการหมุนเวียนอยู่ภายในโรงเรือนทำให้อุณหภูมิแต่ละที่ภายในโรงเรือนไม่แตกต่างกันมากและค่าอุณหภูมิภายในโรงเรือนใกล้เคียงกับอุณหภูมิข้างนอกโรงเรือน ในส่วนของระบบการให้น้ำพืชจากการกำหนดเวลาในการให้น้ำในช่วงเวลา 9.00 น. และ 17.00 น. ค่าความชื้นที่วัดได้แสดงให้เห็นว่าน้ำเพียงพอต่อการต้องการของพืช และสามารถทราบค่าต่างๆที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น รวมไปถึงสถานะการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในโรงเรือนผ่านทางแอพพลิเคชั่นได้จากระยะไกล

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการติดตั้งสแลนกันแดดบนหลังคาโรงเรือนที่โดนแสงแดดแรงในช่วง 11.00 - 15.00 น. เพื่อลดระดับรังสีที่ได้รับจากดวงอาทิตย์เพื่อลดความร้อน

2. ควรมีการระบายอากาศของตัวกล่องควบคุมที่อยู่ภายในโรงเรือนหรือทำที่บังแดดให้กล่องควบคุมเพื่อป้องกันการโดนแดดโดยตรงของกล่องควบคุม

3. รางปล่อยน้ำในระบบ Evaporator ควรมีการเจาะท่อที่เล็กและถี่กว่านี้ เพื่อให้น้ำไหลไปถึงท้ายโรงเรือนและโดนแผง Evaporator มากกว่านี้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเพิ่มความเย็นและการระบายความร้อน

4. ควรมีการครอบสายไฟวงจรของกล่องควบคุมให้มีความมิดชิดมิดชิดและมีการป้องกันละอองของน้ำที่ลงมาจากแผง Evaporator เพื่อป้องกันอุบัติเหตุที่เกิดจากไฟฟ้า

5. การทำงานของพัดลมภายในโรงเรือนควรมีการหยุด 10-20 นาที เพื่อให้มอเตอร์ได้พัก เพราะหากไม่ตั้ง อุณหภูมิจากที่ตั้งค่าจาก Arduino กับอุณหภูมิจริงมีค่าไม่แตกต่างกันมาก มอเตอร์อาจมีการเสียหายได้จากการทำงานติดๆดับๆเป็นจำนวนมากในแต่ละวัน

6. Application บน Smartphone ควรจะสร้างเพื่อใช้ในระบบ IOS ด้วย เพื่อจะได้สะดวกแก่การทำงานบนมือถือของทั้ง Android และ ISO

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก. โค้ดคำสั่งที่ใช้ในโปรแกรมระบบการควบคุมโรงเรือน

```
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C  lcd(0x3F,2,1,0,4,5,6,7);
#include <Time.h>
#include <DS3232RTC.h>
#include "DHT.h"
#include <FlexiTimer2.h>
#include <SdFat.h>
SdFat sd;
SdFile myFile;
String date_time;

DHT dht1(2, 11);
DHT dht2(3, 11);
DHT dht3(4, 11);
DHT dht4(5, 11);
DHT dht5(6, 11);
DHT dht6(7, 11);
DHT dht7(8, 11);
DHT dht8(9, 11);
DHT dht9(10, 11);
DHT dht10(11, 11);

int t[11];
int h[11];
int tavg[4];
int havg[4];
int tavg_in;
int tavg_out;
int havg_in;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
int havg_out;

int r_active[6];
int relay_pin[6]={0,22,24,26,28,30};

unsigned long previousMillis = 0;
static const long interval = 1000;

int check_count;

String command = "";
char commandStart = '<';
char commandEnd = '>';
String ssid="*********";
String password="************";

String data[7];
String data_send;

void setup() {
 lcd.begin (20,4);
 lcd.setBacklightPin(3,POSITIVE);
 lcd.setBacklight(HIGH);
 Serial.begin(9600);
 Serial2.begin(115200);
 setSyncProvider(RTC.get);
  if(timeStatus() != timeSet){
      Serial.println("Unable to sync with the RTC");
  } else{
      Serial.println("RTC has set the system time");
  }
  if (!sd.init(SPI_HALF_SPEED, 53)) {
lcd.setCursor(6,1);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    lcd.print("SD Failed");
    }else{
    lcd.setCursor(6,1);
    lcd.print("SD Active");
    }
    delay(1000);
    lcd.clear();
    pinMode(22,OUTPUT);
    pinMode(24,OUTPUT);
    pinMode(26,OUTPUT);
    pinMode(28,OUTPUT);
    pinMode(30,OUTPUT);

    dht1.begin();
    dht2.begin();
    dht3.begin();
    dht4.begin();
    dht5.begin();
    dht6.begin();
    dht7.begin();
    dht8.begin();
    dht9.begin();
    dht10.begin();
   FlexiTimer2::set(60000, wsd);
   FlexiTimer2::start();
}
void loop() {
    while (Serial2.available() > 0) {
     int input = Serial2.read();
     if (input == commandStart) {
       command = "";
     } else if (input == commandEnd) {
       handle(command);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    command = "";
  } else {
    command += (char)input;
  }
}
t[1]=dht1.readTemperature();
t[2]=dht2.readTemperature();
t[3]=dht3.readTemperature();
t[4]=dht4.readTemperature();
t[5]=dht5.readTemperature();
t[6]=dht6.readTemperature();
t[7]=dht7.readTemperature();
t[8]=dht8.readTemperature();
t[9]=dht9.readTemperature();
t[10]=dht10.readTemperature();

h[1]=dht1.readHumidity();
h[2]=dht2.readHumidity();
h[3]=dht3.readHumidity();
h[4]=dht4.readHumidity();
h[5]=dht5.readHumidity();
h[6]=dht6.readHumidity();
h[7]=dht7.readHumidity();
h[8]=dht8.readHumidity();
h[9]=dht9.readHumidity();
h[10]=dht10.readHumidity();

tavg[1]=(t[2]+t[4]+t[8])/3;
tavg[2]=(t[6]+t[9]+t[10])/3;
tavg[3]=(t[1]+t[3]+t[5])/3;

havg[1]=(h[2]+h[4]+h[8])/3;
havg[2]=(h[6]+h[9]+h[10])/3;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
havg[3]=(h[1]+h[3]+h[4])/3;

tavg_in=(tavg[1]+tavg[2]+tavg[3])/3;
tavg_out=t[7];
havg_in=(havg[1]+havg[2]+havg[3])/3;
havg_out=h[7];

show_time();

lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("T1:");
lcd.print(tavg[1]);

lcd.setCursor(0,2);
lcd.print("T2:");
lcd.print(tavg[2]);

lcd.setCursor(0,3);
lcd.print("T3:");
lcd.print(tavg[3]);

lcd.setCursor(6,1);
lcd.print("H1:");
lcd.print(havg[1]);

lcd.setCursor(6,2);
lcd.print("H2:");
lcd.print(havg[2]);

lcd.setCursor(6,3);
lcd.print("H3:");
lcd.print(havg[3]);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 lcd.setCursor(12,1);
 lcd.print("TAv");
 lcd.setCursor(12,2);
 lcd.print(tavg_in);
 lcd.setCursor(12,3);
 lcd.print(tavg_out);

 lcd.setCursor(16,1);
 lcd.print("HAv");
 lcd.setCursor(16,2);
 lcd.print(havg_in);
 lcd.print(" I");
 lcd.setCursor(16,3);
 lcd.print(havg_out);
 lcd.print(" O");

data_send="t1="+String(tavg[1])+"&t2="+String(tavg[2])+"&t3="+String(ta
vg[3])+"&h1="+String(havg[1])+"&h2="+String(havg[2])+"&h3="+String(hav
g[3])+"&tin="+String(tavg_in)+"&tout="+String(tavg_out)+"&hin="+String(h
avg_in)+"&hout="+String(havg_out)+"";

date_time=""+String(year())+"/"+String(month())+"/"+String(day())+","+Stri
ng(hour())+":"+String(minute())+":"+String(second())+"";

 if(hour()==9 || hour()==17  && data[5]=="1"){
  if(minute()>=0 && minute()<=20){
   digitalWrite(relay_pin[5],HIGH);
  }else{
   digitalWrite(relay_pin[5],LOW);
  }
 }else{
  digitalWrite(relay_pin[5],LOW);
 }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  unsigned long currentMillis = millis();
if (currentMillis - previousMillis >= interval) {
  previousMillis = currentMillis;
Serial2.print("<");
 Serial2.print(ssid);
 Serial2.print(",");
 Serial2.print(password);
 Serial2.print(",");
 Serial2.print(server);
 Serial2.print(",");
 Serial2.print(folder);
 Serial2.print(",");
 Serial2.print(data_send);
 Serial2.println(",>");
}
check_count+=1;
if(check_count>=300){

 if(tavg[1]>30 && data[1]=="1"){
   digitalWrite(relay_pin[1],HIGH);
 }else{
   digitalWrite(relay_pin[1],LOW);
 }
 if(tavg[2]>35 && data[2]=="1"){
   digitalWrite(relay_pin[2],HIGH);
 }else{
   digitalWrite(relay_pin[2],LOW);
 }
 if(tavg[3]>35 && data[3]=="1"){
   digitalWrite(relay_pin[3],HIGH);
 }else{
   digitalWrite(relay_pin[3],LOW);
 }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  if(tavg_in[4]>40 && data[4]=="1"){
    digitalWrite(relay_pin[4],HIGH);
  }else{
    digitalWrite(relay_pin[4],LOW);
  }
  check_count=0;
}
}
void wsd(){
    if (!myFile.open("log.txt", O_RDWR | O_CREAT | O_AT_END)){
    }else{
    myFile.print(date_time);
    myFile.print(",");
    myFile.print(tavg[1]);
    myFile.print(",");
    myFile.print(tavg[2]);
    myFile.print(",");
    myFile.print(tavg[2]);
    myFile.print(",");
    myFile.print(havg[1]);
    myFile.print(",");
    myFile.print(havg[2]);
    myFile.print(",");
    myFile.print(havg[3]);
    myFile.print(",");
    myFile.print(tavg_in);
    myFile.print(",");
    myFile.print(tavg_out);
    myFile.print(",");
    myFile.print(havg_in);
    myFile.print(",");
    myFile.print(havg_out);
    myFile.println("");
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  myFile.close();
  Serial.println("SD Write");
   }
}
String getStringPartByNr(String data, char separator, int index)
{
    int stringData = 0;
    String dataPart = "";

    for(int i = 0; i<data.length()-1; i++) {
     if(data[i]==separator) {
       stringData++;
     }else if(stringData==index) {
       dataPart.concat(data[i]);
     }else if(stringData>index) {
       return dataPart;
       break;
     }
    }
   return dataPart;
}
void handle(String command) {
 Serial.println("Received: '" + command + "'");
 data[1]=getStringPartByNr(command, ',', 1);
 data[2]=getStringPartByNr(command, ',', 2);
 data[3]=getStringPartByNr(command, ',', 3);
 data[4]=getStringPartByNr(command, ',', 4);
 data[5]=getStringPartByNr(command, ',', 5);

if(data[4]=="1"){
  digitalWrite(relay_pin[4],HIGH);
  }else{
  digitalWrite(relay_pin[4],LOW);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    }
}
void show_time(){
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print(year());
printDigits_d(month());
printDigits_d(day());
lcd.print(" ");
printDigits_t(hour());
printDigits_t(minute());
printDigits_t(second());
}
void printDigits_s(int digits)
{
   if(digits < 10)
      lcd.print('0');
   lcd.print(digits);
}
void printDigits_t(int digits)
{
   lcd.print(':');
   if(digits < 10)
      lcd.print('0');
   lcd.print(digits);
}
void printDigits_d(int digits)
{
   lcd.print('/');
   if(digits < 10)
      lcd.print('0');
   lcd.print(digits);
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. ตารางบันทึกผลอุณหภูมิที่วัดได้จาก Sensor DHT11

TIME	Temparature (°C)			TIME	Temparature (°C)		
	TEMP1	TEMP2	TEMP3		TEMP1	TEMP2	TEMP3
16:30	33.5	31	32.5	4:45	21	21	21.5
16:45	30.5	30	31	5:00	21	21	21.5
17:00	31	31	31.5	5:15	21	21	21.5
17:15	29.5	31	30	5:30	21	21	21.5
17:30	29	29.5	29.5	5:45	21	21	21.5
17:45	28	29	29	6:00	21.5	21	21.5
18:00	27.5	28	28	6:15	21.5	21	21.5
18:15	27	27.5	28	6:30	22.5	22	22.5
18:30	26.5	27	28	6:45	22.5	22	23
18:45	26	26.5	27	7:00	21.5	22.5	23
19:00	26	26.5	27	7:15	22	23	24
19:15	25.5	26	26.5	7:30	22.5	24	23.5
19:30	25	25.5	26	7:45	23.5	24.5	23.5
19:45	25	25.5	25.5	8:00	24	23.5	24.5
20:00	24.5	25	25.5	8:15	24.5	24.5	25.5
20:15	24	25	25	8:30	26.5	25.5	27.5
20:30	24	24	24.5	8:45	30.5	29.5	29
20:45	24	24	24.5	9:00	30	32	31
21:00	23	24	24.5	9:15	32.5	34.5	33
21:15	23	23.5	23.5	9:30	35	36	35.5
21:30	23	23	23.5	9:45	37.5	37	38
21:45	23	23.5	23.5	10:00	41	37.5	41
22:00	23	23.5	23	10:15	35.5	35	35
22:15	22.5	23.5	23	10:30	35	37.5	36.5
22:30	22	24.5	23.5	10:45	45	44	42.5
22:45	22	24.5	23.5	11:00	47	45	44
23:00	22	24	23.5	11:15	37	38.5	37
23:15	22	24	23.5	11:30	37	38	36.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางบันทึกผลอุณหภูมิที่วัดได้จาก Sensor DHT11 (ต่อ)

TIME	Temparature (°C)			TIME	Temparature (°C)		
	TEMP1	TEMP2	TEMP3		TEMP1	TEMP2	TEMP3
23:30	22	24	23.5	11:45	37.5	38.5	37
23:45	22	24	23.5	12:00	44	40.5	38
0:00	22.5	23.5	23.5	12:15	38	38.5	39.5
0:15	22.5	23.5	23.5	12:30	38.5	39	40.5
0:30	21.5	23.5	24	12:45	38	38	39
0:45	21.5	23.5	24	13:00	39.5	37.5	37.5
1:00	22.5	22.5	23	13:15	39.5	37.5	37.5
1:15	22.5	22.5	23	13:30	39	36.5	38.5
1:30	22.5	22.5	23	13:45	38.5	37.5	38.5
1:45	22.5	22.5	22.5	14:00	38.5	36.5	36.5
2:00	21.5	22.5	22.5	14:15	36.5	35.5	35.5
2:15	21.5	22.5	22.5	14:30	38.5	34	35.5
2:30	21.5	22	22.5	14:45	42	36	39.5
2:45	21.5	21.5	22.5	15:00	35	34.5	33.5
3:00	21.5	21.5	22	15:15	35	33.5	34
3:15	21.5	21.5	22	15:30	37	36	34.5
3:30	21.5	21.5	21.5	15:45	36.5	35.5	34.5
3:45	21.5	21	21.5	16:00	36.5	35.5	34.5
4:00	21.5	21	21.5	16:15	36.5	35.5	34.5
4:15	21.5	21	21.5	16:30	36.5	35.5	34.5
4:30	21.5	21	21.5				

*หมายเหตุ TEMP1 คือ อุณหภูมิเฉลี่ยส่วนหน้าของโรงเรือน

TEMP2 คือ อุณหภูมิเฉลี่ยส่วนกลางของโรงเรือน

TEMP3 คือ อุณหภูมิเฉลี่ยส่วนท้ายของโรงเรือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

Drupal. (2559). **แสงแดด - ระยะการให้แสงแดด ความเข้มของแสงแดด และคุณภาพของแสงที่มีผลต่อกุหลาบ**, 15 สิงหาคม 2559. http://www.allaboutrose.com/rose-care/lighting

Jump startinnovation. (2556). **ไมโครคอนโทรลเลอร์...มันคืออะไร**, 19 สิงหาคม 2559. http://jumpstartinnovation.blogspot.com/2013/07/blog-post.html

Thaiware. (2556). **รีวิว [Lesson 1] เริ่มต้นเขียน แอพพลิเคชั่น Android ต้องทำอย่างไรบ้าง?,** 19 สิงหาคม 2559. http://review.thaiware.com/384.html

Venus Supply Company Limited, Thailand. (2555), **บทความArduinoตอนที่1 แนะนำเพื่อนใหม่ที่ชื่อArduino**, 16 สิงหาคม 2559. http://www.thaieasyelec.com/article-wiki/basic-electronics/บทความ-Arduino-คืออะไร-เริ่มต้นใช้งาน-arduino.html

ฐากิจจ์ และคณะ. 2557. **ระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นอัตโนมัติโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ในโรงเรือนแบบปิดเพื่อเพาะเลี้ยงเห็ดนางฟ้าภูฐาน**. ปริญญานิพนธ์สาขาวิศวกรรมเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพมหานคร.

ศุภกิจ ทองดี. (2556). **บทที่ 1รู้จักกับแอนดรอยด์**, 16 สิงหาคม 2559. http://www.sourcecode.in.th/articles.php?id=7

Greenhouse.(2558), **ประโยชน์ของการเพาะปลูกในโรงเรือน**, 10 มรกราคม 2560 . http://agri.wu.ac.th/msomsak/Soilless/Chapter07/Greenhouse.htm

Greenhouse in Plant Propagation and Growing media. (2558), **pad and fan cooling system**, 10 มกราคม 2560. http://web.agri.cmu.ac.th/hort/course/359301/pprop/2.greenhouse/glasshouse.html

กองบริรักษ์ที่ดิน. 2525. **คู่มือการวางแผนระบบการให้น้ำในไร่นาและความสัมพันธ์ระหว่างดิน พืช และน้ำ**. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 139 หน้า http://natres.psu.ac.th/Department/PlantScience/510-111web/book/book%20content.htm/chapter09/agri_09.htm

วิบูลย์ บุญยธโรกุล. 2526. **หลักการชลประทาน.** ภาควิศวกรรม ชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 274 หน้า.

Arduino esp 8266.(2558),**สอน วิธี ใช้งาน Arduino Wi-Fi Module ESP8266**, 10 มกราคม 2560. https://www.arduinoall.com

Venus Supply Company Limited, Thailand. (2555),**บทความ การใช้งาน Character LCD Display กับ Arduino**, 11 มกราคม 2560. http://www.thaieasyelec.com/article-wiki/review-product-article/-ตอนที่1 - รูปแบบการเชื่อมต่อแบบ Parallel.html

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้