

โรงเรียนจำลองการปลูกพืชอัจฉริยะ

Smart Greenhouse



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
ปีการศึกษา 2563

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

โรงเรียนจำลองการปลูกพืชอัจฉริยะ

Smart Greenhouse



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์

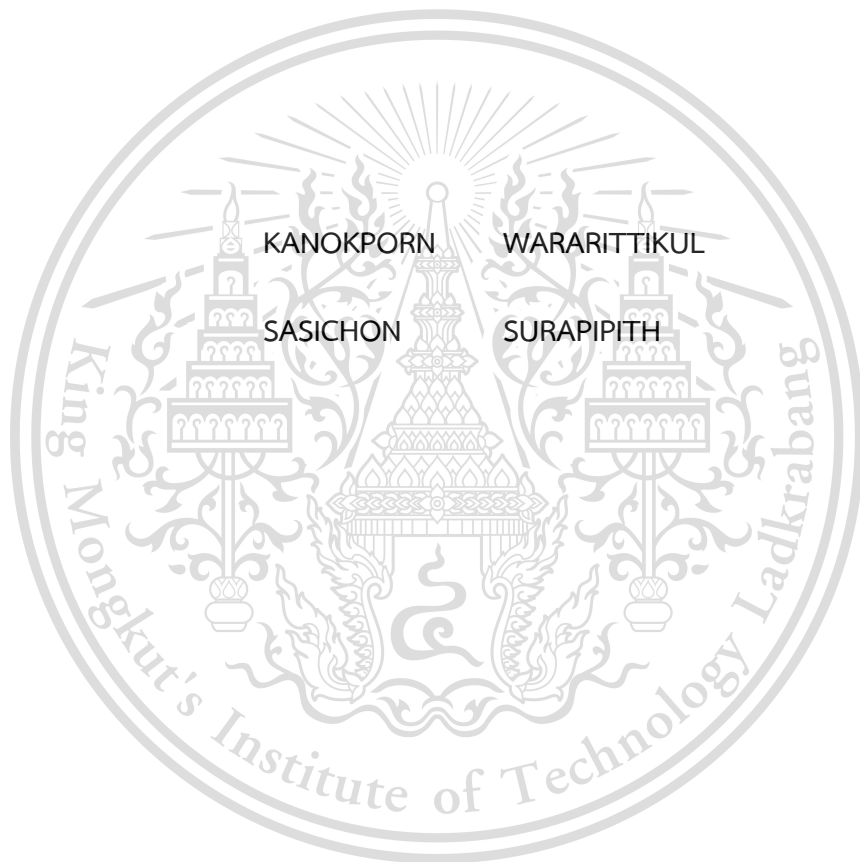
คณะวิศวกรรมศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
ปีการศึกษา 2563

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Smart Greenhouse



THIS THESIS IS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN MECHATRONICS ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
ACADEMIC YEAR 2020

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ปริญญาบัตรปีการศึกษา 2563

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง โรงเรือนจำลองการปลูกพืชอัจฉริยะ

ผู้จัดทำ นางสาวกนกพร วราฤทธิกุล 60010005

นางสาวศศิชล สุรพิพิธ 60010964



[Handwritten signature]

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นพดล มณีรัตน์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

โรงเรียนจำลองการปลูกพืชอัจฉริยะ

โดย

นางสาวกนกพร วราฤทธิกุล 60010005

นางสาวศศิชล สุรพิพิธ 60010964

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นพดล มณีรัตน์

ปีการศึกษา 2563

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและสร้างโรงเรียนอัจฉริยะโดยใช้ระบบปิด พบปัญหาว่า การปลูกพืชบางชนิดที่เจริญเติบโตได้ดีในสภาพอากาศเย็นและไม่สามารถเจริญเติบโตได้ตลอดทั้งปี การทำการเกษตรอัจฉริยะที่นำเทคโนโลยีเข้ามาบริหารจัดการระบบการเพาะปลูกในทุก ๆ ขั้นตอน และสามารถควบคุมทุกอย่างได้ด้วยเทคโนโลยี เพื่อทำการตรวจสอบ เก็บข้อมูล วิเคราะห์ และแก้ปัญหาการเพาะปลูก จากการสำรวจโรงเรียน พบปัญหาว่า การปลูกพืชบางชนิดที่เจริญเติบโตได้ดีในสภาพอากาศเย็นและไม่สามารถเจริญเติบโตได้ตลอดทั้งปี คณะผู้จัดทำจึงได้ทำโรงเรียนที่ปรับอุณหภูมิไฮโดรโปนิคส์ได้และสามารถกำหนดการรดน้ำและควบคุมอุณหภูมิได้ตามที่กำหนดไว้ได้ และศึกษาในส่วนโค้ดภาษาซี ที่ใช้ในการทำเซ็นเซอร์ควบคุมอุณหภูมิ และความชื้น ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์การใช้งานได้หลายด้านเพื่อนำความรู้ไปต่อยอดในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Smart Greenhouse

By

Ms. Kanokporn Wararittikul 60010005

Mr. Sasichon Surapipith 60010964

Advisor

Asst. Prof. Dr. Noppadol Maneerat

Academic Year 2020

ABSTRACT

The objective of this project is to study and build a smart greenhouse by using a closed system. It was found that some crops that grow well in cold climates and cannot grow all year round. Smart farming that brings technology to manage every step of the cultivation system and can control everything with technology to inspect, collect data, analyze and solve cultivation problems. From the survey of greenhouses, it was found that some plants that grow well in cold climates and cannot grow all year round. The researchers therefore have made a greenhouse that can adjust the temperature of hydroponics and can set watering and control the temperature as defined. Furthermore, knowledge that obtained from learning in C Programming language which is used to control temperature and humidity sensors can be applied to develop many applications in the future.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงได้ เนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์ช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นพดล มณีรัตน์ ที่กรุณาให้คำปรึกษาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง คอยแนะนำช่วยเหลือในการแก้ไขปัญหา คอยให้ความรู้ เอาใจใส่ ตลอดจนให้ความช่วยเหลือจนสำเร็จได้ด้วยดี พวกเราผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์จากท่านอาจารย์ และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ได้ให้ความรู้ในทุก ๆ รายวิชาที่ศึกษาเพื่อเป็นพื้นฐานสำหรับการทำปริญญาานิพนธ์เล่มนี้ โดยคณาจารย์ทุกท่าน ได้ถ่ายทอดความรู้ทั้งทางด้านวิชาการ ความรู้ทั่วไป และประสบการณ์ต่าง ๆ จนสามารถนำมาใช้ในการทำงานและการดำเนินชีวิตได้อย่างดียิ่ง

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ ในภาควิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ ที่คอยให้คำแนะนำ ช่วยเหลือซึ่งกันและกันในการทำปริญญาานิพนธ์ รวมถึงตลอดระยะเวลาที่ได้เรียนรู้และศึกษาในภาควิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์

สุดท้ายขอขอบพระคุณ บิดา มารดาอันเป็นที่เคารพรักยิ่ง ซึ่งเป็นผู้ให้ความรัก กำลังใจ และสนับสนุนการศึกษาของคณะผู้จัดทำมาโดยตลอด ทำให้คณะผู้จัดทำมีวันนี้ คณะผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งในพระคุณเป็นอย่างสูง

ผู้จัดทำ

นางสาวกนกพร วราฤทธิ์กุล

นางสาวศศิชล สุรพิพิธ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	i
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ii
กิตติกรรมประกาศ.....	iii
สารบัญ.....	iv
สารบัญรูป.....	vii
สารบัญตาราง.....	ix

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	1
1.3 ขอบเขตของโครงการ.....	2
1.4 แผนการปฏิบัติงาน.....	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบการทำความเย็นด้วยการระเหยของน้ำ (Evaporative Cooling System).....	3
2.2 เซนเซอร์ (Sensor).....	4
2.2.1 เซนเซอร์อุณหภูมิ (Temperature Sensor).....	4
2.2.2 เซนเซอร์แสง (Light Sensor).....	6
2.2.3 เซนเซอร์วัดความชื้น (Humidity Sensor).....	9
2.3 ปัจจัยในการเจริญเติบโตของพืช (Plant Growth Factors).....	12
2.3.1 ดิน (Soil).....	12
2.3.2 ชนิดของดินที่เหมาะสมกับการเพาะปลูกพืช (Soil Types for Plant Growth).....	12
2.3.3 ความชื้นของดิน (Soil Humidity).....	13
2.3.4 แรงดูดยึดความชื้นของดิน (Soil Humidity Force Absorption).....	14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ 2.3.5 น้ำ (Water) และปริมาณแสงที่ควรได้รับในแต่ละวัน ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ไปใช้ประโยชน์ใด ๆ การค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น 2.3.6 ธาตุอาหารหรือปุ๋ย (Nutrients / Fertilizer) ถึงถึงแล้วของเอกสารทุกครั้งที่ไม่การไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.3.7 ธาตุอาหารพืช (Plant Nutrients).....	15
2.3.8 อากาศ (Air).....	16
2.3.9 แสงสว่างหรือแสงแดด (Light / Sunlight).....	16
2.3.10 ความเข้มแสง ช่วงแสง และคุณภาพแสง (Light Intensity, Light Duration and Light Quality).....	16
2.3.11 อุณหภูมิ (Temperature).....	17
2.4. รายละเอียดอุปกรณ์ที่ใช้ (Used Tools in Coding Part).....	17
2.4.1 NodeMCU ESP8266.....	17
2.4.2 รีเลย์โมดูล (Relay Module).....	18
2.4.3 เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น (DHT11 : Temperature and Humidity Sensor Module).....	20
2.4.4 โพรโตบอร์ด (Protoboard).....	22
2.4.5 หน้าจอแอลซีดี 20x4 (LCD).....	23
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการ	
3.1 แนวคิดและการออกแบบ.....	4
3.1.2 การหาขนาดของ Cooling pad.....	28
3.1.3 การคำนวณขนาดถังพักน้ำ.....	29
3.1.4 คำนวณปั้มน้ำ.....	29
3.1.5 การวางแผนการทำงานในส่วน Arduino.....	30
3.1.7 การออกแบบหน้าเว็บควบคุม.....	31
บทที่ 4 ผลการดำเนินการ	
4.1 การสร้างโรงเรือน.....	25
4.2 การทำงานของโปรแกรม.....	25
4.2.1 การควบคุมพัดลมและปั้มน้ำ.....	33
4.2.2 การควบคุมด้วยปุ่มผ่านบนหน้าเว็บไซต์.....	34

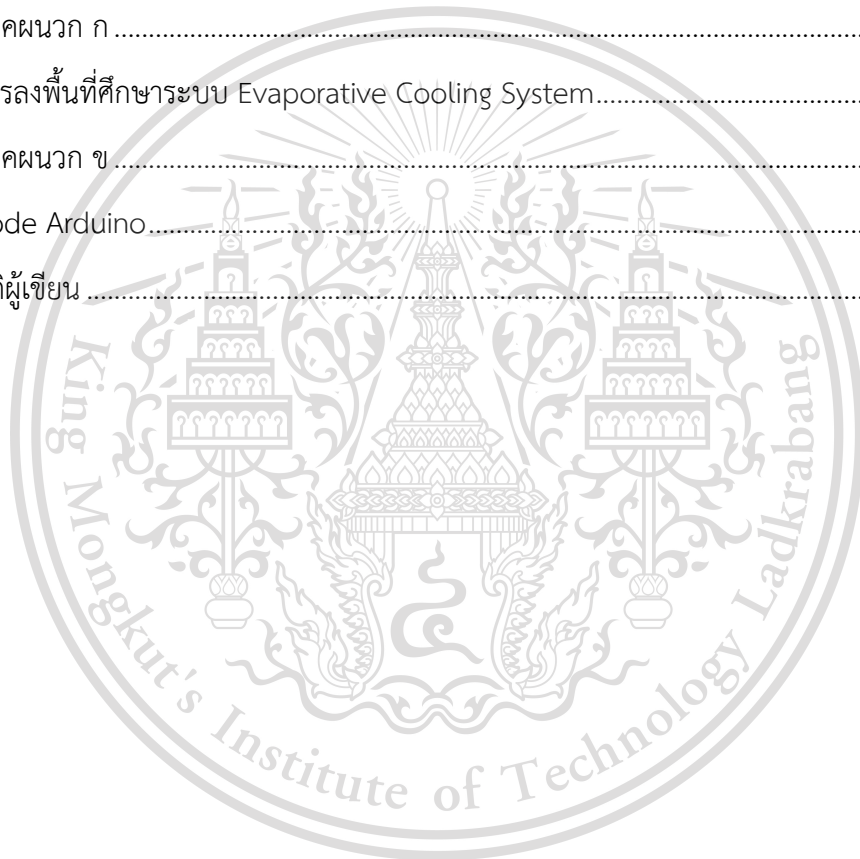
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามแก้ไขเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการดำเนินงาน	33
5.2 ข้อเสนอแนะ	33
เอกสารอ้างอิง.....	38
ภาคผนวก	39
ภาคผนวก ก	40
การลงพื้นที่ศึกษาระบบ Evaporative Cooling System.....	40
ภาคผนวก ข	42
Code Arduino.....	42
ประวัติผู้เขียน	59



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 แบบจำลองการทำงานของ Evaporative Cooling System	3
2.2 ภาพแสดงการวัดอุณหภูมิของ Thermocouple.....	5
2.3 วงจรเซนเซอร์แสงแบบทำงานเมื่อมีแสง	6
2.4 ภาพแสดงวงจรการทำงานของมอเตอร์ของเซ็นเซอร์แสง	7
2.5 หลักการใช้ LDR ในวงจรปิดเปิดสวิตช์	8
2.6 ตัวอย่างวงจรควบคุมสวิตช์โดยรีเลย์จะทำงานเมื่อไม่มีแสงสว่าง	8
2.7 Capacitive Humidity Sensor	9
2.8 Resistive Humidity Sensor	10
2.9 Thermal Conductivity.....	11
2.10 ภาพอุปกรณ์ NodeMCU ESP8266	17
2.11 ภาพอุปกรณ์ Relay Module	18
2.12 สัญลักษณ์ในวงจรไฟฟ้าภายในของรีเลย์	18
2.13 ภาพแสดงการไหลของกระแสไฟฟ้าสวิตช์ของคู่เปิดและคู่ปิด	19
2.14 ภาพอุปกรณ์โมดูลวัดอุณหภูมิและความชื้น.....	20
2.15 ภาพแสดงการต่อใช้งานอุปกรณ์โมดูล	21
2.16 ภาพแสดงการต่อสายของอุปกรณ์โมดูล	21
2.17 ภาพอุปกรณ์โปรโตบอร์ด (Protoboard).....	22
2.18 ภาพอุปกรณ์โปรโตบอร์ด (Protoboard).....	23
3.1 ภาพการออกแบบโครงสร้างของโรงเรือน	4
3.2 ภาพขนาดผนังฝั่งด้านพัดลม	25
3.3 ภาพขนาดผนังฝั่งด้าน Cooling Pad.....	25
3.4 ภาพของขนาดพัดลมที่เลือกใช้เพื่อให้สอดคล้องกับการออกแบบ.....	28
3.5 ภาพแสดงขนาด Cooling Pad จากการออกแบบ	29
3.6 ภาพของปั้มน้ำที่เลือกใช้เพื่อให้สอดคล้องกับการออกแบบ	29
3.7 รูปแผนผังการทำงานในส่วนของ Arduino.....	30
3.8 หน้าเว็บควบคุม.....	31
4.1 ภาพโรงเรือนหลังจากผ่านการออกแบบและสร้างขึ้นจริง	25
4.2 ภาพการต่อวงจรเมื่อความชื้นต่ำกว่าค่าที่ตั้งไว้ (ตั้งค่าไว้ที่ 55.0%).....	33
4.3 ภาพการตัดวงจรเมื่อความชื้นถึงในช่วงค่าที่ตั้งไว้ (ตั้งค่าไว้ที่ 55.0%).....	34

เอกสารนี้เป็นเอกสารต้นฉบับที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาและวิจัยเท่านั้น ไม่สามารถนำเอกสารนี้ไปใช้เพื่อการค้า

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.4 ภาพการเชื่อมต่อ NodeMCU ESP8266 กับมือถือ ผ่าน WIFI	34
4.5 ภาพการเชื่อมต่อ NodeMCU ESP8266 กับมือถือ ผ่าน WIFI	35
4.6 ภาพการเข้าหน้าเว็บที่มีปุ่มควบคุม	35
4.7 ภาพหน้าเว็บพร้อมปุ่มควบคุมการเปิดปิดพัดลมและปั้มน้ำ	36



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

สารบัญตาราง

ตารางที่

หน้า

1.1 แผนการปฏิบัติงาน2



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ภาคเกษตรกรรมของประเทศไทยนับแต่อดีตจนปัจจุบันประสบปัญหาหลายด้าน กล่าวคือ ผลิตผลทางการเกษตรส่วนใหญ่ราคาตกต่ำ ต้นทุนการผลิตกลับมีราคาสูง สภาพดินฟ้าอากาศไม่มีความแน่นอน การเข้าถึงแหล่งเงินทุน และเทคโนโลยีด้านการเกษตรรวมทั้งนโยบายและมาตรการของภาครัฐขาดความต่อเนื่อง การขาดแคลนแรงงาน ดังนั้นเกษตรกรทั่วโลกจึงต้องเร่งปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการผลิตหันมาใช้เทคโนโลยีใหม่ๆ หาวิธีการเกษตรที่ลดการใช้แรงงาน ควบคุมต้นทุนค่าใช้จ่ายในการเพาะปลูกพืช อีกทั้งการเจริญเติบโตของพืชที่ต้องการการดูแลเอาใจใส่ แต่การปลูกพืชแบบเดิมมีวิธีการดูแลที่ยังต้องใช้แรงงานคนและใช้เวลานาน เช่น การรดน้ำบางครั้งอาจจะรดในช่วงเวลาที่ไม่เหมาะสมทำให้น้ำเยอะหรือน้อยเกินไป แล้วอาจให้ในปริมาณที่ไม่เหมาะสมกับพืชชนิดนั้น ทำให้การเจริญเติบโตของพืชไม่เป็นไปตามที่ต้องการส่งผลให้ผลผลิตไม่ได้ตามเป้าหมายที่ต้องการ

เนื่องจากในปัจจุบันอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เซนเซอร์ และเครื่องจักรกลอัตโนมัติ ถูกนำมาใช้เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว การทำการเกษตรอัจฉริยะที่นำเทคโนโลยีเข้ามาบริหารจัดการระบบการเพาะปลูกในทุกๆ ขั้นตอน และสามารถควบคุมทุกอย่างได้ด้วยเทคโนโลยี เพื่อทำการตรวจสอบ เก็บข้อมูล วิเคราะห์ และแก้ปัญหาการเพาะปลูก จากการสำรวจโรงเรียน พบปัญหาว่า การปลูกพืชบางชนิดที่เจริญเติบโตได้ดีในสภาพอากาศเย็นและไม่สามารถเจริญเติบโตได้ตลอดทั้งปี คณะผู้จัดทำจึงได้ทำโรงเรียนที่ปรับอุณหภูมิไฮโดรโปนิกส์ได้ และสามารถกำหนดการรดน้ำและควบคุมอุณหภูมิได้ตามที่กำหนดไว้ได้ และศึกษาในส่วนโค้ดภาษาซี ที่ใช้ในการทำเซนเซอร์ควบคุมอุณหภูมิและความชื้น ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์การใช้งานได้หลายด้านเพื่อนำความรู้ไปต่อยอดในอนาคต

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาและออกแบบโครงสร้างของโรงเรียนเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่โรงเรียนขนาดเล็กใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต และต้องอ้างอิงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรให้มากขึ้นตรงกับความต้องการของตลาด
3. เพื่อลดต้นทุนในการผลิตในส่วนของการลดค่าแรง และการประหยัดน้ำ

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

1.3 ขอบเขตของโครงการ

1. ออกแบบโรงเรือนระบบ Evaporative cooling system ขนาดเล็ก
2. ใช้โปรแกรม Arduino IDE และ Solidworks ในการปฏิบัติงานทาง Software

1.4 แผนการปฏิบัติงาน

ตารางที่ 1.1 แผนการปฏิบัติงาน

การดำเนินงาน	พ.ศ. 2563					พ.ศ. 2564		
	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
1. ศึกษาและค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้อง	←					→		
2. ออกแบบและทำการจำลองผลจากการออกแบบ		←		→				
3. สั่งทำและประกอบชิ้นงาน				←		→		
4. ทดสอบการใช้งานจริงและรวบรวมผล								
4.1 ทดสอบด้านอุณหภูมิ							←	→
4.2 ทดสอบระบบเซ็นเซอร์							←	→
4.3 ทดสอบเว็บไซต์							←	→
5. สรุปผลและประเมินผล							←	→
6. จัดทำเอกสารปริญา นินิพนธ์และเตรียมตัวนำเสนอ							←	→

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ช่วยในการเพิ่มผลผลิตการเพาะปลูกพืชที่เติบโตในอุณหภูมิต่ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีการควบคุมงบประมาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี การนำเอกสารนี้ไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตถือว่าผิดกฎหมาย การนำเอกสารนี้ไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตถือว่าผิดกฎหมาย การนำเอกสารนี้ไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตถือว่าผิดกฎหมาย

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

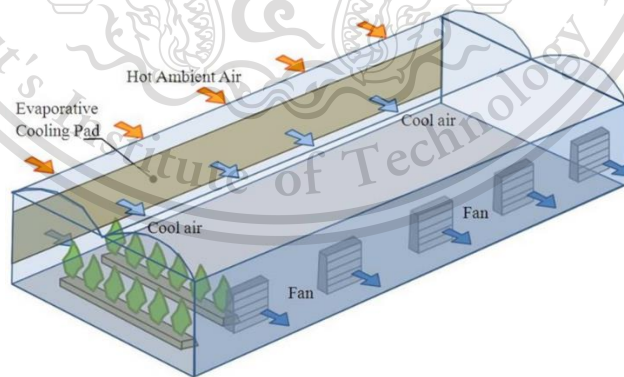
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบการทำความเย็นด้วยการระเหยของน้ำ (Evaporative Cooling System)

ระบบการทำความเย็นด้วยการระเหยของน้ำ คือ ระบบปรับอากาศที่อาศัยหลักการระเหยน้ำ ผ่านสื่อการระเหยน้ำ (Cooling Pad) ที่มีประสิทธิภาพสูง เมื่ออากาศร้อนผ่าน Cooling Pad น้ำจะดึงความร้อนจากอากาศเพื่อใช้เปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นไอ ทำให้อากาศที่ผ่าน Cooling Pad มีอุณหภูมิต่ำลง และเมื่อนำไปออกแบบการระบายอากาศที่ดี จะทำให้ได้อากาศบริสุทธิ์ที่มีความเย็นสบาย จุดเด่นของ Evaporative Cooling System คือ มีประสิทธิภาพสูงในการลดอุณหภูมิเมื่ออากาศภายนอกร้อน และมีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุด จะสามารถลดอุณหภูมิได้ถึง 8 ถึง 10°C เหมาะสำหรับการติดตั้งในโรงงานอุตสาหกรรมที่มีพื้นที่มาก เพื่อประหยัดต้นทุนในการติดตั้งระบบระบายอากาศแบบใช้เครื่องปรับอากาศ สามารถติดตั้งเพื่อระบายความร้อนให้ Air Compressor อีกทั้งยังประหยัดไฟฟ้ากว่าเครื่องปรับอากาศอีกหลายเท่าตัว รวมทั้งการนำไปติดตั้งเพื่อระบายความร้อนให้กับเครื่อง Chiller และ Condensing Unit ทำให้อายุการใช้งานของ Compressor และทำให้ประหยัดค่าไฟอีกด้วย



รูปที่ 2.1 แบบจำลองการทำงานของ Evaporative Cooling System

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ลักษณะการติดตั้งระบบระบายความร้อนด้วย Cooling Pad สำหรับอากาศ โรงงาน ฟาร์ม
ไม่ว่ากรณีใดก็ตาม ล้วนทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องถ้อยนี้เป็นอันขาด เอกสารทุกฉบับที่ได้นำไปใช้
เพื่อการระบายความร้อนภายในอาคาร ระบบทำความเย็นนี้เป็นการใช้ Cooling Pad สำหรับทำ

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ความเย็น โดยมีชั้นบางๆ ของน้ำที่เคลือบกับผิวกระดาษไฟเบอร์ที่มีลักษณะเป็นลูกฟูกกลับไปมา เมื่ออากาศจากภายนอกที่แห้งและร้อนถูกดูดจากพัดลมผ่านเข้ามาใน Cooling Pad น้ำที่ซึมซับอยู่บนเยื่อกระดาษจะดูดซับความร้อนในอากาศและระเหยออกไปโดยพาความร้อนจำนวนมากออกไปด้วย ดังนั้นอุณหภูมิของอากาศที่ผ่าน Cooling Pad ที่เปียกชื้นนี้จึงลดลง ตลอดการทำงานนั้นอากาศที่ชื้นและเย็นจะถูกนำเข้าไปในโรงเรือน หลังจากทีไปผสมกับอากาศภายในที่ร้อนมันจะถูกพัดลมระบายออกไป ในขณะที่เดียวกันในช่วงที่ทำความเย็นนั้นสิ่งสกปรกและฝุ่นละอองต่างๆ จากภายนอกก็จะถูกกำจัดไม่ให้เข้าไปด้วย อากาศที่เข้าไปจึงมีออกซิเจนมากและทำให้อากาศภายในเป็นอากาศที่บริสุทธิ์มีคุณภาพในการปรับปรุงสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือน

2.2 เซนเซอร์ (Sensor)

2.2.1 เซนเซอร์อุณหภูมิ (Temperature Sensor)

เซนเซอร์อุณหภูมิ เป็นเซนเซอร์เพื่อการรับรู้หรือตรวจวัดระดับอุณหภูมิ เริ่มแรกการพัฒนาเซนเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมินั้นมาจากความต้องการในอุตสาหกรรมเครื่องปรับอากาศ ต่อมาจึงได้มีการพัฒนาเซนเซอร์ตรวจวัดที่มีคุณสมบัติหลายอย่าง (Multi-Sensor) ทั้งนี้เพื่อตรวจวัดความสบาย (Comfort Sensor) โดยการนำเอาเซนเซอร์หลายชนิดรวมเข้าด้วยกัน เช่น เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ เซนเซอร์วัดความชื้น และเซนเซอร์วัดการไหลเวียนของอากาศ การตรวจวัดอุณหภูมิใช้รูปแบบการเปลี่ยนแปลงระดับแรงดันไฟฟ้าจากสัญญาณอนาล็อกไปสู่สัญญาณดิจิทัล โดยสัมพันธ์กับอุณหภูมิ โดยมีรูปแบบใหญ่ๆ ของเซนเซอร์อยู่ด้วยกัน 3 รูปแบบ คือ

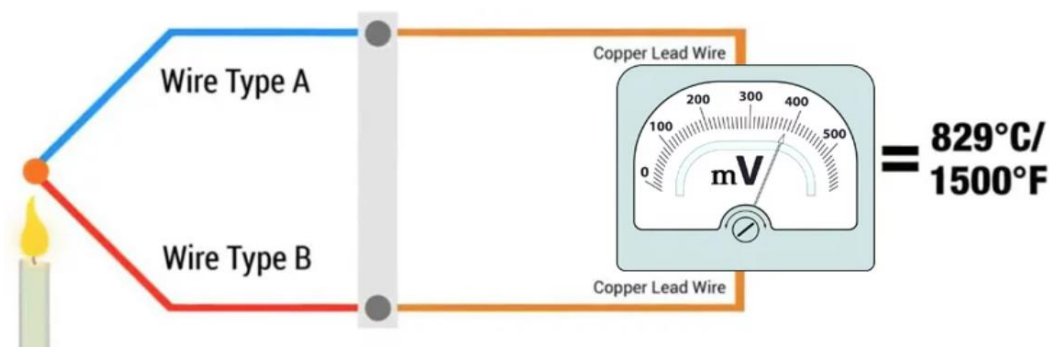
1. เทอร์โมคัปเปิล (Thermocouple)

เทอร์โมคัปเปิล เป็นอุปกรณ์เบื้องต้นในการวัดอุณหภูมิซึ่งสามารถเก็บอุณหภูมิได้ 273°K โดยใช้หลักการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเป็นแรงเคลื่อนไฟฟ้า ทำมาจากโลหะตัวนำที่ต่างชนิดกัน 2 ตัว มาเชื่อมต่อปลายทั้งสองเข้าด้วยกัน ที่ปลายด้านหนึ่ง เรียกว่า "จุดอุณหภูมิ" ส่วนปลายอีกด้านหนึ่งปล่อยให้เปิดไว้ เรียกว่า "จุดอ้างอิง" หากที่จุดวัดอุณหภูมิและจุดอ้างอิงมีอุณหภูมิต่างก็จะทำให้มีการนำกระแสในวงจรเทอร์โมคัปเปิล วัสดุที่ใช้ทำเทอร์โมคัปเปิลเป็นวัสดุที่มีคุณภาพ ทำให้ระดับแรงดันไฟฟ้าที่ได้มีความถูกต้องสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 2.2 ภาพแสดงการวัดอุณหภูมิของ Thermocouple

2. เซนเซอร์วัดระดับอุณหภูมิโดยอาศัยหลักการเปลี่ยนแปลงความต้านทานของเส้นลวด (RTD : Resistance Temperature Detector)

เซนเซอร์วัดระดับอุณหภูมิโดยอาศัยหลักการเปลี่ยนแปลงความต้านทานของเส้นลวด เป็นตัวเซนเซอร์อุณหภูมิที่ใช้หลักการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานของโลหะ ซึ่งค่าความต้านทานดังกล่าวจะมีค่าเพิ่มตามอุณหภูมิ ความต้านทานของโลหะที่เพิ่มขึ้นนี้ เรียกว่า “สัมประสิทธิ์การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิแบบบวก” นิยมนำไปใช้ในการวัดอุณหภูมิในช่วง -270 ถึง 850°C โดยวัสดุที่นำมาใช้จะเป็นโลหะที่มีความต้านทานจำเพาะต่ำ เช่น แพลตินัม, ทังสเตน และ นิกเกิล

3. เทอร์มิสเตอร์ (Thermistor)

เทอร์มิสเตอร์ เป็นอุปกรณ์ความต้านทานชนิดที่สามารถเปลี่ยนค่าความต้านทานเมื่อได้รับความร้อน โดยที่ค่าความต้านทานจะเปลี่ยนแปลงแบบไม่เป็นเชิงเส้นกับอุณหภูมิ แบ่งเป็น 2 ลักษณะคือ

1) Positive Temperature Coefficient (PTC) เป็นชนิดที่ปกติแล้วจะมีค่าความต้านทานต่ำ เมื่อได้รับความร้อนจะทำให้มีค่าความต้านทานสูงขึ้นตามลำดับอุณหภูมิ นำไปใช้ตรวจสอบระดับความร้อน หรือทำให้เกิดความร้อนขึ้นเพื่อควบคุมการจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับขดลวด เช่น วงจรล้างสนามแม่เหล็กอัตรโนมิติของเครื่องรับโทรทัศน์ (Degaussing Coil) เป็นต้น

2) Negative Temperature Coefficient (NTC) เป็นชนิดที่ปกติแล้วจะมีความต้านทานสูงเมื่อได้รับความร้อน ค่าความต้านทานจะต่ำลง ใช้งานด้านการตรวจสอบความร้อนเพื่อควบคุมระดับการทำงาน เช่น ในวงจรขยายเสียงที่ดีใช้ตรวจจับความร้อนที่เกิดจากการทำงานแล้วป้อนกลับไปลดการทำงานของวงจรให้น้อยลง เพื่ออุปกรณ์หลักจะไม่เกิดความร้อนมากเกินไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น มิอนุญาตให้เผยแพร่หรือใช้เพื่อการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

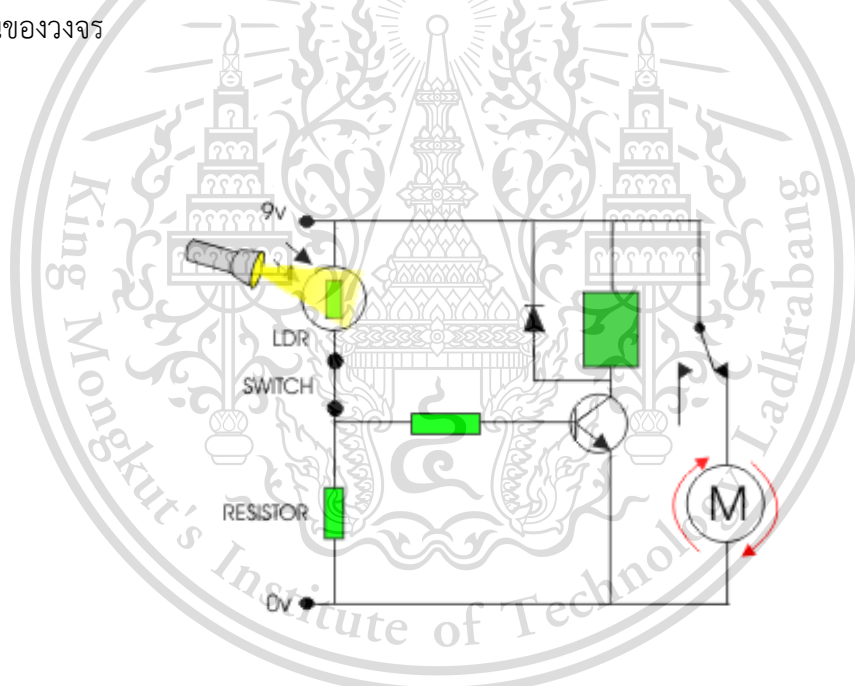
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.2.2 เซนเซอร์แสง (Light Sensor)

เซนเซอร์แสง เป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนความเข้มแสงให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้าเพื่อส่งสัญญาณให้กับส่วนควบคุมของเครื่องใช้ไฟฟ้า เซนเซอร์แสงนั้นภายในจะประกอบด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ แต่อุปกรณ์ที่สำคัญในการเปลี่ยนความเข้มแสงนั้นก็คืออุปกรณ์ที่มีชื่อว่า แอลดีอาร์ (LDR : Light Dependent Resistor)

1. การทำงานของวงจรเซนเซอร์แสง (Light Sensor Circuit Diagram with Working Operation)

วงจรเซนเซอร์แสงจะประกอบด้วยอุปกรณ์หลัก ๆ 3 ส่วน คือ ตัวแอลดีอาร์ (LDR) ตัวต้านทาน (RESISTOR) และทรานซิสเตอร์ (TRANSISTOR) โดยวงจรจะมีอยู่ 2 แบบ คือ ทำงานเมื่อมีแสง และทำงานเมื่อไม่มีแสง ซึ่งการทำงานของทั้งสองวงจรจะใช้งานต่างกันเพื่อความเข้าใจในการทำงานของวงจร



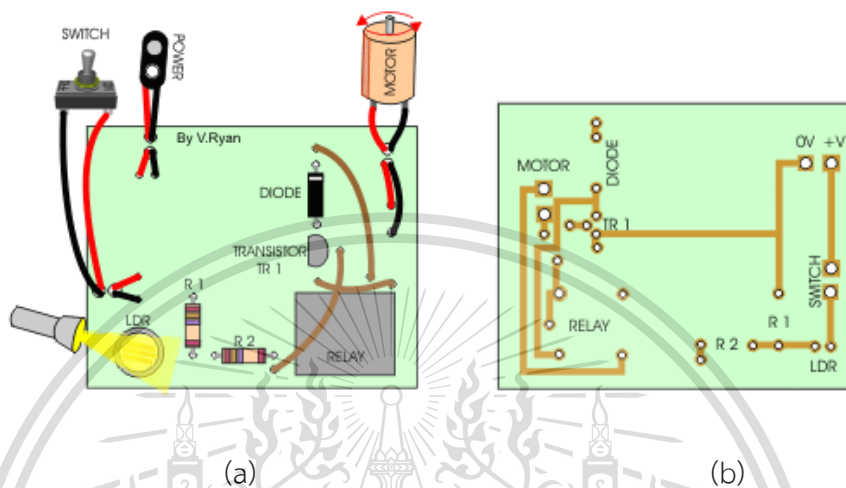
รูปที่ 2.3 วงจรเซนเซอร์แสงแบบทำงานเมื่อมีแสง

วงจรนี้ประยุกต์ใช้กับการทำงานของมอเตอร์ มีหลักการทำงานคือ ในสถานะที่ไม่มีแสงตกกระทบ LDR จะทำให้ตัว LDR มีความต้านทานสูงจึงทำให้มีกระแสไหลผ่าน RESISTOR น้อยมาก เป็นผลให้มีแรงดันและกระแสที่ไหลเข้าขาเบสของทรานซิสเตอร์ไม่เพียงพอทำให้ทรานซิสเตอร์ไม่เปิดปิดที่ให้มีมอเตอร์หมุน เมื่อไม่มีกระแสไหลผ่านรีเลย์ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ทำงานด้วยไฟฟ้าที่ทำหน้าที่เป็นเสมือนสวิตช์

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

แต่เมื่อมีแสงตกกระทบ LDR ก็จะทำให้มีกระแสไหลผ่าน RESISTOR ทำให้มีแรงดันและกระแสไหลเข้าขาเบสของ TRANSISTOR เพียงพอทำให้ TRANSISTOR นำกระแส จึงมีกระแสไหลผ่านรีเลย์ทำให้มอเตอร์หมุนได้



รูปที่ 2.4 ภาพแสดงวงจรการทำงานของมอเตอร์ของเซนเซอร์แสง

- (a) รูปแสดงลักษณะการต่ออุปกรณ์บนแผ่นปริ้นท์
(b) สายทองแดงด้านหลังแผ่นปริ้นท์

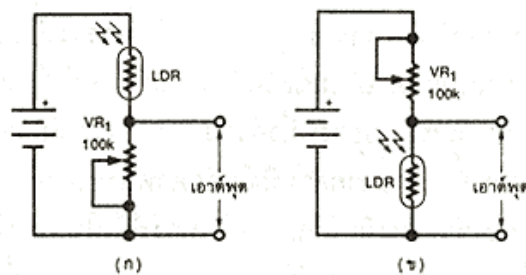
2. สวิตช์ทำงานด้วยแสง (Photo Switch)

การใช้ LDR ทำงานในวงจรปิดเปิดสวิตช์จะใช้เพียง 2 อย่างเท่านั้น คือ มีแสงหรือไม่มีแสง โดยทั่วไปจะใช้วิธีเอาอนุกรมกับตัวต้านทานตัวหนึ่งแล้วต่อเป็นวงจรแบ่งแรงดันออกมาตามรูปที่ 2.4 อย่างในรูป (a) จะทำงานดังนี้ คือถ้ามีแสงสว่าง LDR ทำงานจะมีความต้านทานต่ำทำให้แรงดันส่วนใหญ่มาตกคร่อม R1 แรงดันเอาต์พุตจึงสูงเกือบเท่าแรงดันไฟเลี้ยง แต่ถ้าไม่มีแสง LDR จะมีความต้านทานสูง แรงดันส่วนใหญ่จะไปตกที่ LDR ทำงาน แรงดันเอาต์พุตจึงเกือบเป็น 0 โวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

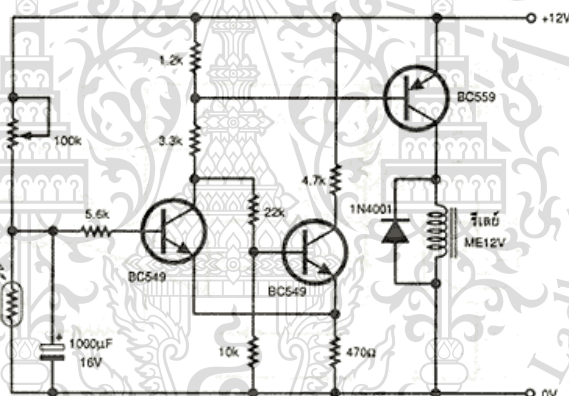
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 2.5 หลักการใช้ LDR ในวงจรปิดเปิดสวิตช์

ในรูปที่ 2.5 วงจรจะทำงานในทางตรงข้ามเพียงแต่สลับที่ระหว่าง LDR กับ R1 เวลาที่มีแสงสว่างเอาต์พุตก็จะเกือบเป็น 0 โวลต์ เวลาที่ไม่มีแสงสว่างเอาต์พุตก็เกือบเท่าแรงดันไฟเลี้ยงจะเห็นได้ว่ากลับกันกับกรณีแรก



รูปที่ 2.6 ตัวอย่างวงจรควบคุมสวิตช์โดยรีเลย์จะทำงานเมื่อไม่มีแสงสว่าง

ทั้ง 2 กรณี จะมีวงจรที่ต่อออกไปสำหรับจับสัญญาณว่ามีแสงสว่างหรือไม่ แล้วนำไปควบคุมสวิตช์อีกทีให้ทำงานในกรณีที่ต้องการในรูปที่ 2.6 เป็นตัวอย่างวงจรซึ่งรีเลย์จะทำงานเมื่อไม่มีแสงสว่าง ซึ่งถ้าเราไม่ต้องการแบบนี้และอยากให้รีเลย์ทำงาน เมื่อมีแสงสว่างก็เพียงแต่สลับที่ระหว่าง LDR กับความต้านทานปรับค่าได้ 100 kW เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.2.3 เซนเซอร์วัดความชื้น (Humidity Sensor)

1. เซนเซอร์แบบคาปาซิทีฟ (Capacitive Humidity Sensor)



รูปที่ 2.7 Capacitive Humidity Sensor

เซนเซอร์แบบคาปาซิทีฟ ใช้วัดค่าความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity) มีการใช้งานกันอย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรมเชิงพาณิชย์ งานวิจัยหรือทดลองทางฟิสิกส์ เซนเซอร์แบบนี้มีโครงสร้างที่ประกอบไปด้วยชั้นฐานแผ่นฟิล์มบางที่ทำจากโพลีเมอร์ หรือเมทัลออกไซด์ (Metal Oxide) ถูกวางอยู่ระหว่างอิเล็กโทรดทั้งสอง โดยพื้นผิวของฟิล์มบางดังกล่าวถูกเคลือบด้วยอิเล็กโทรดโลหะแบบมีรูพรุนเพื่อป้องกันฝุ่นละอองและปัญหาจากแสงแดด

เซนเซอร์แบบคาปาซิทีฟสามารถตรวจจับความชื้นสัมพัทธ์ในสภาพแวดล้อมได้เกือบจะเป็นเชิงเส้น หรือมีการตอบสนองได้อย่างเป็นสัดส่วนที่แน่นอน โดยเมื่อค่าความชื้นสัมพัทธ์เปลี่ยนไป 1 เปอร์เซ็นต์ ค่าความจุไฟฟ้า (Capacitive) ก็จะไปเปลี่ยนไป 0.2 ถึง 0.5 pF

เซนเซอร์แบบคาปาซิทีฟถูกกำหนดให้มีคุณลักษณะเฉพาะคือค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิต่ำจึงทำให้ทำงานได้ดี แม้อุณหภูมิสูงถึง 200°C การกลับสู่สภาวะเดิมจากสภาวะการควบแน่น และยังทนต่อไอระเหยของสารเคมีอีกด้วย ในขณะที่ช่วงเวลาการตอบสนองของเซนเซอร์คือ 30 ถึง 60 วินาที สำหรับการเปลี่ยนแปลงความชื้นในช่วง 63%

สำหรับข้อดีของเซนเซอร์แบบคาปาซิทีฟ ซึ่งเริ่มจากความผิดพลาดเท่ากับ 2%RH หรือผิดพลาดเท่ากับอัตราส่วนระหว่างแรงดันไอน้ำในอากาศต่อความดันไอน้ำอิ่มตัวคิดเป็นร้อยละ 2 ในช่วงการเปลี่ยนแปลงค่าความชื้น 5-95%RH หรือในช่วงที่อัตราส่วนระหว่างแรงดันไอน้ำในอากาศต่อความดันไอน้ำอิ่มตัวคิดเป็นร้อยละ 5-95

นอกจากนี้เซนเซอร์ยังถูกจำกัดความสามารถด้วยระยะระหว่างชั้นส่วนตรวจจับความชื้นกับวงจรแปลงสัญญาณ เพราะหากไกลกันมากจะทำให้เกิดผลกระทบของค่าความจุไฟฟ้า และในทางปฏิบัติจะต้องน้อยกว่า 10 ฟุต

คุณสมบัติที่สำคัญอย่างยิ่งของเซนเซอร์แบบค่าความจุก็คือจุดที่อุณหภูมิในอากาศจะเย็นลงจนถึงความอึมตัว (Dew Point) เนื่องจากจะเกิดการเปลี่ยนแปลงสัญญาณสอดคล้องกับค่าความชื้นที่เปลี่ยนไป แม้จะเปลี่ยนแปลงไปน้อย ๆ ก็ตาม และค่าดริฟต์ (Drift) ต่ำ คือค่าจริงที่ได้จากการวัดเมื่อเซนเซอร์ถูกใช้งานเวลานานมีค่าต่ำ ซึ่งถือว่าเป็นข้อดี แต่ถ้าค่าความชื้นที่เปลี่ยนไปต่ำกว่าในระดับที่กำหนดแล้ว เซนเซอร์ก็เริ่มที่จะทำงานไม่เป็นเชิงเส้น

2. เซนเซอร์แบบรีซิสตีฟ (Resistive Humidity Sensor)



รูปที่ 2.8 Resistive Humidity Sensor

เซนเซอร์แบบรีซิสตีฟ เป็นเซนเซอร์ความชื้นที่จะวัดการเปลี่ยนแปลงอิมพีแดนซ์ไฟฟ้าของตัวกลางดูดความชื้น (Hygroscopic Medium) อย่างเช่น โพลีเมอร์ เกลือหรือสารสังเคราะห์ ทั้งนี้ อิมพีแดนซ์ที่เปลี่ยนจะแปรผันกับค่าความความชื้นในลักษณะของกราฟเอกซ์โปเนนเชียลกลับด้าน โครงสร้างของเซนเซอร์ Resistive ประกอบด้วยอิเล็กโทรดโลหะ 2 ส่วนวางอยู่บนฐานด้วยเทคนิคการวางแบบโฟโตรีซิส (Photo resist) อิเล็กโทรดอาจมีขดลวดพันรอบ Wire-Wound Electrodes ใช้แกนเป็นพลาสติกหรือแท่งแก้วทรงกระบอกในส่วนของฐานนั้นถูกเคลือบด้วยเกลือ (Salt) หรือโพลีเมอร์ (Conductive Polymer) การทำงานของเซนเซอร์คือดูดซับไอน้ำและไอออนที่แตกตัวเป็นผลให้ค่าความนำไฟฟ้าของตัวกลางเพิ่มขึ้น โดยช่วงเวลาการตอบสนองของเซนเซอร์อยู่ในช่วง 10 ถึง 30 วินาทีสำหรับการเปลี่ยนแปลงในช่วง 63% โดยย่านของอิมพีแดนซ์ที่เปลี่ยนแปลงของเซนเซอร์ 1 kW ถึง 100 mW เซนเซอร์แบบ Resistive จะใช้วงจรวัดแบบสมมาตร (Symmetrical) ซึ่งใช้แหล่งกำเนิดกระแสสลับกระตุ้นอย่างเช่นวงจรบริดจ์ (Bridge) และสาเหตุที่เลือกใช้กระแสตรงก็เพื่อป้องกันการเกิดข้อผิดพลาดไฟฟ้าขึ้น เมื่อความต้านทานเปลี่ยนตามการเปลี่ยนของความชื้นเป็นผลให้เกิดกระแสไฟฟ้าไหลในวงจรวัดกระแสไฟนี้จะถูกแปลงเป็นสัญญาณแรงดันกระแสตรงเพื่อการส่งผ่านไปยังวงจรขยายย่านวัดวงจรรขยายแรงดัน วงจรปรับเชิงเส้นและวงจรแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอลต่อไป ซึ่งเมื่อผ่านกระบวนการต่าง ๆ แล้วจะทำให้เซนเซอร์และค่าความต้านทานมีการตอบสนองต่ออุณหภูมิได้ดีมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำเอกสารนี้ไปใช้ในการค้า

ข้อดีของเซนเซอร์แบบรีซิสตีฟคือการสับเปลี่ยนได้ (Interchangeability) หมายถึงหากตัวใดเสียก็

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สามารถนำอีกตัวหนึ่งมาแทนได้โดยผ่านการสอบเทียบด้วยการปรับค่าความต้านทาน ซึ่งจะทำให้ค่าความชื้นเปลี่ยนแปลงไปไม่เกิน $\pm 2\%RH$ อย่างไรก็ตามหากต้องการสอบเทียบเซนเซอร์แบบรีซิสตีฟได้อย่างแม่นยำก็สามารถทำได้โดยใช้ RH Calibration Chamber หรือสอบเทียบด้วยระบบ DA ซึ่งใช้คอมพิวเตอร์ร่วมด้วย ข้อควรจำอย่างหนึ่งของการใช้เซนเซอร์แบบ Resistive คืออ่านอุณหภูมิใช้งาน อยู่ในช่วง $-40\text{ }^{\circ}C$ ถึง $100\text{ }^{\circ}C$ แม้ว่าอายุการใช้งานของเซนเซอร์อยู่ในช่วง 5 ปี แต่การใช้งานในสภาพแวดล้อมของไอร่าเหยของสารเคมีหรือน้ำมันก็อาจทำให้อายุการใช้งานของเซนเซอร์สั้นลงกว่านี้ ข้อบกพร่องหรือข้อด้อยอีกอย่างของเซนเซอร์แบบรีซิสตีฟคือการเกิดค่าเบี่ยงเบนเมื่อเกิดสภาวะควบแน่นหากใช้สารเคลือบที่ละลายน้ำได้ เซนเซอร์แบบรีซิสตีฟจะทำงานได้ในสภาพแวดล้อมที่มีการผันแปรของอุณหภูมิไม่เกิน $10^{\circ}F$ หากเกินนี้ อุณหภูมิก็จะเริ่มส่งผลให้อ่านค่าความชื้นได้เพี้ยนไป อย่างไรก็ตามด้วยสาเหตุนี้เองจึงมีการเพิ่มระบบชดเชยอุณหภูมิเข้าไปด้วยเพื่อให้ความแม่นยำสูงขึ้น จากที่กล่าวมานี้ คุณลักษณะที่มีขนาดเล็ก ราคาถูก สามารถสับเปลี่ยนกันได้ และเสถียรภาพในช่วงเวลานาน จึงทำให้เหมาะใช้ในงานควบคุมอุปกรณ์แสดงผลในอุตสาหกรรมและใช้ในเครื่องใช้ต่างๆ ตามบ้าน

3. เซนเซอร์แบบเทอร์มอล คอนดักติวิตี (Thermal Conductivity)



รูปที่ 2.9 Thermal Conductivity

เซนเซอร์แบบนี้เป็นชนิดเดียวที่วัดค่าความชื้นสมบูรณ์ โดยอาศัยการคำนวณความแตกต่างระหว่างค่าการนำความร้อนของอากาศแห้ง (Thermal Conductivity) กับการนำความร้อนของอากาศที่มีไอน้ำอยู่ โดยเมื่ออากาศหรือก๊าซแห้ง มันจะมีความสามารถที่จะรับความจุความร้อนสูงกว่า ยกตัวอย่างเช่น สภาพอากาศในทะเลทราย ซึ่งจะร้อนจัดในเวลากลางวัน แต่พอตกกลางคืนอากาศจะลดลงอย่างรวดเร็วซึ่งเกิดจากสภาวะบรรยากาศแห้ง เมื่อเปรียบเทียบกันแล้ว อากาศที่มีความชื้นจะไม่เย็นลงอย่างรวดเร็วในตอนกลางคืนเพราะความร้อนยังแฝงอยู่ในไอน้ำของชั้นบรรยากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่หรือใช้เพื่อวัตถุประสงค์ทางการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

เซนเซอร์แบบเทอร์มอล คอนดักติวิตี หรือเซนเซอร์ความชื้นสมบูรณ์ (Absolute Humidity Sensor) ประกอบด้วยเทอร์มิสเตอร์ 2 ตัว ต่อกันในวงจรบริดจ์โดยเทอร์มิสเตอร์ตัวหนึ่งบรรจุอยู่ในแคปซูลที่มีก๊าซไนโตรเจน และเทอร์มิสเตอร์อีกตัวหนึ่งถูกวางอยู่ในบรรยากาศ กระแสไฟฟ้าจะถูกส่งผ่านเทอร์มิสเตอร์ทั้งสอง ส่งผลให้เกิดความร้อนสูงขึ้นในตัวเทอร์มิสเตอร์มากกว่า 200°C และความร้อนที่กระจายออกจากเทอร์มิสเตอร์ในแคปซูลจะมากกว่าเทอร์มิสเตอร์ที่อยู่ในบรรยากาศ ความแตกต่างของอุณหภูมิของเทอร์มิสเตอร์ทั้งสองนี้เป็นความต่างของการนำความร้อนของไอน้ำเทียบกับไนโตรเจนแห้ง ความแตกต่างของค่าความต้านทานของเทอร์มิสเตอร์จึงเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความชื้นสมบูรณ์

เซนเซอร์แบบเทอร์มอล คอนดักติวิตี จะมีความทนทานสูงและสามารถทำงานในสภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิสูงถึง 300°C และยังสามารถทนต่อไอระเหยสารเคมีได้เป็นอย่างดีจากคุณสมบัติที่ดีของวัสดุโครงสร้างเครื่องที่ไม่มีปฏิกิริยาทางสารเคมี เช่น แก้ว สารกึ่งตัวนำที่ใช้สร้างเทอร์มิสเตอร์ พลาสติกทนอุณหภูมิสูงหรืออะลูมิเนียม

โดยทั่วไปจะมีการใช้เซนเซอร์แบบเทอร์มอล คอนดักติวิตี ในงานอุตสาหกรรมอบผ้าทั้งแบบที่ใช้ไมโครเวฟ หรือแบบที่ใช้ไอน้ำ รวมทั้งอุตสาหกรรมอบไม้ อุตสาหกรรมผลิตกระดาษ และการผลิตสารเคมีต่างๆ ทั้งนี้เซนเซอร์แบบนี้มีความแยกแยะที่ดีกว่าเซนเซอร์แบบอื่น

2.3 ปัจจัยในการเจริญเติบโตของพืช (Plant Growth Factors)

2.3.1 ดิน (Soil)

ดิน เป็นปัจจัยสำคัญและดินที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชต้องเป็นดินที่อุ้มน้ำได้ดี ร่วนซุย มีอินทรีย์วัตถุมาก แต่เมื่อใช้ดินปลูกไปนานๆ ดินอาจเสื่อมสภาพ เช่น หมดแร่ธาตุจำเป็นต้องมีการปรับปรุงดินให้อุดมสมบูรณ์ ได้แก่ การไถพรวน การใส่ปุ๋ย การปลูกพืชหมุนเวียน เป็นต้น

2.3.2 ชนิดของดินที่เหมาะสมกับการเพาะปลูกพืช (Soil Types for Plant Growth)

ดินที่เหมาะสมกับการเพาะปลูกพืชได้แก่

1. ฮิวมัส (Humus)

ฮิวมัส คือ ซากพืชซากสัตว์ที่ตายและเน่าเปื่อยแล้ว อาจได้จากใบหญ้าหรือใบไม้ซึ่งกองทับถมกันอยู่นานจนเน่าเปื่อย มูลสัตว์ เช่น มูลวัว ควาย เป็ด ไก่ และหมู เมื่อใส่ไปในดินก็ทำให้ดินดีขึ้น

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

เพราะมูลสัตว์เมื่อปนอยู่ในดินก็เน่าเปื่อยกลายเป็นฮิวมัส ดินอุดมมักมีสีดำ เมื่อแห้งไม่แข็งเหมือนดินเหนียว น้ำซึมผ่านได้พอสมควรและเป็นดินที่พืชส่วนมากชอบ

2. ดินอุดม (Fertile Soil)

ดินอุดม เป็นดินที่อุ้มน้ำไว้ได้ดีพอสมควร เหมาะสมที่จะทำให้ต้นไม้เจริญงอกงามได้ดี

3. ดินร่วน (Loam)

ดินร่วน เป็นดินที่มีลักษณะซุยมีสีต่างกัน บางชนิดมีสีค่อนข้างดำมีน้ำหนักเบาเนื่องจากมีอินทรีย์วัตถุผสมอยู่มาก มีอาหารบริบูรณ์ การอุ้มน้ำของดินพอเหมาะแก่พืชอุ้มความร้อนไว้พอเพียง อากาศถ่ายเทได้สะดวก การระบายน้ำดี ไม่ชื้นเมื่อเกิดฝนตก

4. ดินเหนียว (Clay)

ดินเหนียว เป็นดินที่มีลักษณะเป็นเม็ดละเอียดมาก เวลาแห้งจะจับกันเป็นก้อนแข็งแตกกระแหง แต่เวลาถูกน้ำจะเป็นโคลนทำให้สมบัติของดินเปลี่ยนไป เวลาน้ำซึมลงช้าเพราะเม็ดดินละเอียดสามารถอุ้มน้ำได้ดีกว่าชนิดอื่นๆ อากาศถ่ายเทหรือผ่านเข้าออกระหว่างเม็ดดินไม่ได้ดี มีอาหารพืชบ้างเล็กน้อยแล้วแต่ชนิดของดิน ดินเหนียวมีหลายชนิดและมีสีต่างๆ กัน

5. ดินทราย (Sandy Soil)

ดินทราย เป็นดินที่มีทรายอยู่เป็นส่วนใหญ่ มีเนื้อหยาบร่วน ไม่จับกันเป็นก้อน น้ำซึมผ่านไปได้ง่าย

2.3.3 ความชื้นของดิน (Soil Humidity)

ความชื้นของดินประกอบด้วย 2 สถานะ คือ สถานะที่เป็นของเหลวเรียกว่า น้ำในดิน และ สถานะที่เป็นก๊าซเรียกว่า ไอน้ำในดิน ในประเทศที่มีอากาศหนาวจัด ความชื้นของดินจะอยู่ในรูปของน้ำแข็ง ส่วนประเทศในเขตร้อน ส่วนใหญ่น้ำในดินจะอยู่ในรูปของของเหลว

ดังนั้นความชื้นของดิน กับน้ำในดิน จึงมีความหมายเดียวกัน คือ ส่วนที่อยู่ในสถานะที่เป็นของเหลว ถ้าในส่วนช่องว่างในดินมีน้ำอยู่เต็มไม่มีก๊าซอยู่เลยเรียกว่า ดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ (saturated soil) แต่ถ้าในช่องว่างของดินมีทั้งน้ำและก๊าซอยู่ด้วยเรียกว่า ดินที่ไม่อิ่มตัว (unsaturated soil) ดังนั้น ดินที่ใช้ในการทำการเกษตรส่วนใหญ่ คือดินที่ไม่อิ่มตัว ความชื้นในดินมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารสำคัญเป็นอย่างยิ่งสำหรับสิ่งมีชีวิตในดิน ได้แก่ สัตว์ พืช หรือจุลินทรีย์ เนื่องจากน้ำเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของพืชและสัตว์ เพื่อใช้ในกระบวนการเมตาบอลิซึม (metabolism) ต่างๆ เช่น

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ขบวนการสังเคราะห์แสงของพืชและจุลินทรีย์ในดินบางชนิด พืชสามารถที่จะนำเอาธาตุอาหารไปใช้ได้ ธาตุอาหารเหล่านั้นจะต้องอยู่ในรูปของสารละลาย น้ำเป็นตัวทำละลายที่ดีและมีปริมาณมาก น้ำเป็นตัวกลางที่ดีในการเคลื่อนย้ายไอออนจากบริเวณหนึ่งไปยังอีกบริเวณหนึ่ง โดยความชื้นของดินสามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภท คือ

1. ความชื้นที่เป็นประโยชน์ (Available Humidity)

ความชื้นที่เป็นประโยชน์ หมายถึงความชื้นส่วนที่อยู่ภายใต้อำนาจดูดยึดของดินที่พืชดูดไปจากดินในอัตราส่วนที่ทัดเทียมกับอัตราการระเหยน้ำของพืช

2. ความชื้นที่ไม่เป็นประโยชน์ (Unavailable Humidity)

ความชื้นที่ไม่เป็นประโยชน์ หมายถึงความชื้นส่วนที่เกินอำนาจดูดยึดไว้ด้วยพลังงานที่มากกว่าที่จะให้พืชดูดไปใช้ในอัตราที่ทัดเทียมกับอัตราการระเหยน้ำของพืชได้

3. ความชื้นเกินจำเป็น (Superfluous Humidity)

ความชื้นเกินจำเป็น หมายถึงความชื้นส่วนที่เกินอำนาจดูดยึดตามปกติของดิน ซึ่งโดยปกติจะอยู่ในที่ว่างขนาดใหญ่ที่เป็นที่อยู่ของอากาศ และเมื่อมีโอกาสจะเคลื่อนผ่านบริเวณที่รากพืชลึกลงไปในหน้าตัดดินโดยอิทธิพลแรงดึงดูดของโลก

2.3.4 แรงดูดยึดความชื้นของดิน (Soil Humidity Force Absorption)

หลังจากฝนตก เมื่อน้ำส่วนหนึ่งระบายออกไปจากดินแล้ว ดินนั้นยังเป็นดินชื้นอยู่ต่อไปอีกระยะหนึ่ง การที่น้ำบางส่วนยังคงสามารถอยู่ในช่องว่างของดินโดยไม่ระบายออกไปจนหมด แสดงว่าดินมีแรงดูดยึดต่อน้ำจำนวนนั้น แรงดูดยึดนี้อาจแบ่งได้ 3 ลักษณะ คือ

1. การดูดซับ (Absorption)

การดูดซับโมเลกุลของน้ำบนผิวอนุภาคดินโดยเฉพาะผิวของอนุภาคที่มีประจุเกิดจากสมบัติมีขั้วของโมเลกุลของน้ำ การดูดซับนี้มักจะเกิดขึ้นในขณะที่ดินมีระดับความชื้นค่อนข้างต่ำ และอาจเกิดขึ้นได้ในอีกกรณี คือเมื่ออนุภาคดินมีไอออนบวกถูกดูดซับอยู่ และไอออนเหล่านั้นดูดซับโมเลกุลของน้ำเอาไว้ล้อมรอบตัวมันเอง (Water of Hydration)

2. การดูดผ่านช่องเล็กๆ (Osmotic Suction)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
น้ำในดินมีสารละลายอยู่หลายชนิดละลายหรือแขวนลอยอยู่ไอออนต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง
ไม่ว่ากรณีใดก็ตาม สิ่งเหล่านี้จะทำให้ดินเปลี่ยนแปลง และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
ไอออนบวกจะถูกดูดซับอยู่ที่ผิวหน้าของดินเหนียวที่มีประจุเป็นลบ และทำให้ความเข้มข้นของไอออน

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ในชั้นของไอออนบวกที่ถูกดูดซับสูงกว่าในสารละลายรวม (Bulk Solution) ถ้าความชื้นของดินค่อนข้างต่ำ อนุภาคดินเหนียวมีโอกาสสัมพันธ์ (Overlap) ซึ่งกันและกัน และทำให้สารละลายในระหว่างชั้นทั้งสองนั้นเข้มข้นยิ่งขึ้น โดยสารละลายที่เข้มข้นจะมีการดูดแบบออสโมติกสูงถ้านำมาสัมผัสกับน้ำบริสุทธิ์ผ่านเมมเบรนกึ่งซึมได้ (Semipermeable Membrane) และน้ำจะเคลื่อนตัวผ่านเมมเบรน

2.3.5 น้ำ (Water)

มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืชมาก น้ำช่วยละลายแร่ธาตุอาหารในดิน เพื่อให้รากดูดอาหารไปเลี้ยงส่วนต่างๆ ของลำต้นได้ และยังช่วยให้ดินมีความชุ่มชื้น พืชสดชื่นและการทำงานของกระบวนการต่างๆ ในพืชเป็นไปอย่างปกติ

2.3.6 ธาตุอาหารหรือปุ๋ย (Nutrients / Fertilizer)

เป็นสิ่งที่ช่วยให้พืชเจริญเติบโตดีขึ้น ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชมี 16 ธาตุ แต่ธาตุที่พืชต้องการมากและในดินมักมีไม่เพียงพอ คือ ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ธาตุอาหารเหล่านี้จะต้องอยู่ในรูปสารละลายที่พืชนำไปใช้ได้และต้องมีปริมาณที่พอเหมาะ จึงจะทำให้การเจริญเติบโตของพืชเป็นไปด้วยดี แต่ถ้ามีไม่เพียงพอต้องเพิ่มธาตุอาหารให้แก่พืชในรูปของปุ๋ย

2.3.7 ธาตุอาหารพืช (Plant Nutrients)

1. คาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H) และออกซิเจน (O) เป็นส่วนประกอบประมาณ 94 ถึง 99.5% ของน้ำหนักสดของพืชและได้รับจากอากาศและน้ำ
2. ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโปตัสเซียม (K) มักเรียกธาตุอาหารหลักหรือปุ๋ย เพราะพืชต้องการใช้มาก และดินมักจะขาดธาตุเหล่านี้ จึงมักใช้เป็นปุ๋ยสำหรับพืชในไร่นาทั่วไป
3. แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) และกำมะถัน (S) เรียกว่าธาตุรอง เพราะพืชต้องการใช้มากกว่ารองจาก N, P, K
4. เหล็ก (Fe) แมงกานีส (Mn) สังกะสี (Zn) ทองแดง (Cu) โบรอน (B) คลอรีน (Cl) พืชต้องการในปริมาณน้อยมากแต่ก็ขาดไม่ได้จึงเรียกกลุ่มนี้ว่าจุลธาตุ มักขาดในดินทรายและดินมี pH สูง หรือมีอินทรีย์วัตถุมาก และ N, P มักขาดในดินทั่วไป K มีมากยกเว้นในดินทราย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.3.8 อากาศ (Air)

ในอากาศมีแก๊สหลายชนิดแต่แก๊สที่พืชต้องการมากคือ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และแก๊สออกซิเจน ซึ่งใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสงเพื่อสร้างอาหารและหายใจ แก๊สทั้งสองชนิดนี้มีอยู่ในดินด้วย ในการปลูกพืชเราจึงควรทำให้ดินโปร่งร่วนซุยอยู่เสมอ เพื่อให้อาหารที่อยู่ในช่องว่างระหว่างเม็ดดินมีถ่ายเทได้

2.3.9 แสงสว่างหรือแสงแดด (Light / Sunlight)

พืชต้องการแสงแดดมาใช้ในการสร้างอาหาร ถ้าขาดแสงแดด พืชจะแคระแกรน ใบจะมีสีเหลืองหรือขาวซีดและตายในที่สุด พืชแต่ละชนิดต้องการแสงไม่เท่ากันพืชบางชนิดต้องการแสงแดดจัด แต่พืชบางชนิดก็ต้องการแสงรำไร

2.3.10 ความเข้มแสง ช่วงแสง และคุณภาพแสง (Light Intensity, Light Duration and Light Quality)

1. ความเข้มแสง (Light Intensity)

ความเข้มแสง มีปัจจัยโดยตรงต่อการสังเคราะห์แสงของพืช เช่น ในช่วงที่ฟ้าหลัวหรือในฤดูฝนที่มีกลุ่มเมฆหรือไอน้ำในอากาศมาบังแสง จากดวงอาทิตย์ พืชอาจแสดงอาการเครียด ชะงักการเจริญเติบโต ผลอ่อนหรือร่วง พืชแต่ละชนิดต้องการความเข้มแสงที่แตกต่างกัน

2. ช่วงแสง (Light Duration)

ความยาวของแสงมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชเช่นกัน เช่น เบญจมาศจะพัฒนาออกดอกต่อเมื่อได้รับช่วงแสงไม่เกิน 13 ชั่วโมงครึ่งต่อวัน หรือถ้าปลูกข้าวพันธุ์ไวแสงในฤดูร้อน ข้าวจะไม่ออกดอกและติตรวง พืชมีค่าความยาวแสงวิกฤต (Critical Day Length) ตัวอย่างที่ยกไปแล้ว เช่น เบญจมาศมีค่าความยาวแสงวิกฤตที่ 13.5 ชั่วโมง หากเบญจมาศได้รับแสงน้อยกว่านี้จะออกดอก เบญจมาศจึงจัดเป็นพืชวันสั้น และเป็นสาเหตุของการที่เรือนเพาะชำเบญจมาศมีทั้งโคมไฟและม่านพราง แสงอยู่ในโรงเรือน โดยหลอดไฟมีไว้ใช้เพิ่มช่วงแสงในกรณีที่ในช่วงการปลูกนั้นอยู่ในช่วงพัฒนาต้น หากสภาพแสงไม่เหมาะสมเช่นฤดูหนาวมืดเร็ว จึงจำเป็นต้องเปิดไฟเพื่อควบคุมไม่ให้เบญจมาศออกดอก ในทางกลับกันม่านพรางแสงจะใช้เพื่อลดช่วงแสงและช่วยกระตุ้นให้เบญจมาศหยุดการเติบโตและออกดอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.คุณภาพแสง (Light Quality)

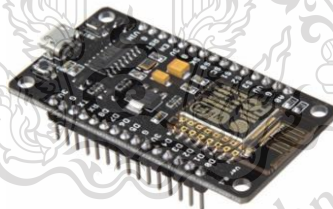
แสงที่มาจากแหล่งกำเนิดต่างกันทำให้มีคุณภาพต่างกัน โดยมากแล้วพืชมักต้องการแสงสีน้ำเงินและแดงเป็นหลัก แต่สัดส่วนของแสงสีน้ำเงินต่อแดงที่เหมาะสมก็ขึ้นอยู่กับชนิดพืชเป็นหลัก โดยทั่วไปพืชจะใช้แสงสีน้ำเงินและแสงสีแดงในการสังเคราะห์แสงในปริมาณที่พอๆ กัน แต่เนื่องจากแสงสีแดงถูกดูดซับจากน้ำได้ง่ายกว่าสีน้ำเงิน ช่วงของแสงสีแดงที่พืชใช้มากที่สุดคือช่วง 650-675 นาโนเมตร

2.3.11 อุณหภูมิ (Temperature)

มีส่วนช่วยในการงอกและเจริญเติบโตของพืชเช่นกัน จะเห็นได้ว่าพืชบางชนิดชอบขึ้นในที่ที่มีอากาศหนาวเย็น แต่พืชบางชนิดก็ชอบขึ้นในที่ที่มีอากาศร้อน การนำพืชมาปลูกจึงควรเลือกชนิดที่เหมาะสมกับอุณหภูมิที่เปลี่ยนไปตามฤดูกาล ในแต่ละท้องถิ่นด้วย ปัจจัยที่ไม่ส่งเสริมการเจริญเติบโต ได้แก่ โรค แมลง วัชพืช สารพิษ (ชะลอการเจริญเติบโต)

2.4. รายละเอียดอุปกรณ์ที่ใช้ (Used Tools in Coding Part)

2.4.1 NodeMCU ESP8266



รูปที่ 2.10 ภาพอุปกรณ์ NodeMCU ESP8266

NodeMCU (โหนด เอ็มซียู) คือ บอร์ดคล้าย Arduino ที่สามารถเชื่อมต่อกับ WiFi ได้, สามารถเขียนโปรแกรมด้วย Arduino IDE ได้เช่นเดียวกับ Arduino และบอร์ดมีราคาไม่แพง เหมาะแก่ผู้ที่คิดจะเริ่มต้นศึกษา หรือทดลองใช้งานเกี่ยวกับ Arduino, IoT, อิเล็กทรอนิกส์ หรือแม้แต่การนำไปใช้จริงในโปรเจกต์ต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ภายในบอร์ดของ NodeMCU ประกอบไปด้วย ESP8266 (ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่สามารถการตั้งค่าไม่ว่ากรณีใดเชื่อมต่อ WiFi ได้) พร้อมอุปกรณ์อำนวยความสะดวกต่างๆ เช่น พอร์ต micro USB สำหรับจ่ายไฟ/

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

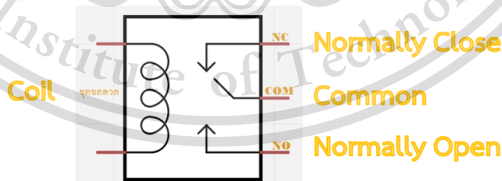
อัปโหลดโปรแกรม, ซิปสำหรับอัปโหลดโปรแกรมผ่านสาย USB, ซิปแปลงแรงดันไฟฟ้า และขาสำหรับเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอก เป็นต้น

2.4.2 รีเลย์โมดูล (Relay Module)



รูปที่ 2.11 ภาพอุปกรณ์ Relay Module

รีเลย์ (Relay) เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดหนึ่ง ซึ่งทำหน้าที่ตัดต่อวงจรแบบเดียวกับสวิตช์โดยควบคุมการทำงานด้วยไฟฟ้า รีเลย์มีหลายประเภทตั้งแต่รีเลย์ขนาดเล็กที่ใช้ในงานอิเล็กทรอนิกส์ทั่วไป จนถึงรีเลย์ขนาดใหญ่ที่ใช้ในงานไฟฟ้าแรงสูง โดยมีรูปร่างหน้าตาแตกต่างกันออกไป แต่มีหลักการทำงานที่คล้ายคลึงกัน สำหรับการนำรีเลย์ไปใช้งาน จะใช้ในการตัดต่อวงจร ทั้งนี้รีเลย์ยังสามารถเลือกใช้งานได้หลากหลายรูปแบบ



รูปที่ 2.12 สัญลักษณ์ในวงจรไฟฟ้าภายในของรีเลย์

สัญลักษณ์ในวงจรไฟฟ้าของรีเลย์ ภายในรีเลย์จะประกอบไปด้วยขดลวดและหน้าสัมผัส หน้าสัมผัส NC (Normally Close) เป็นหน้าสัมผัสปกติปิด โดยในสภาวะปกติหน้าสัมผัสนี้จะต่อเข้ากับขา COM (Common) และจะลดยหรือไม่สัมผัสกันเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

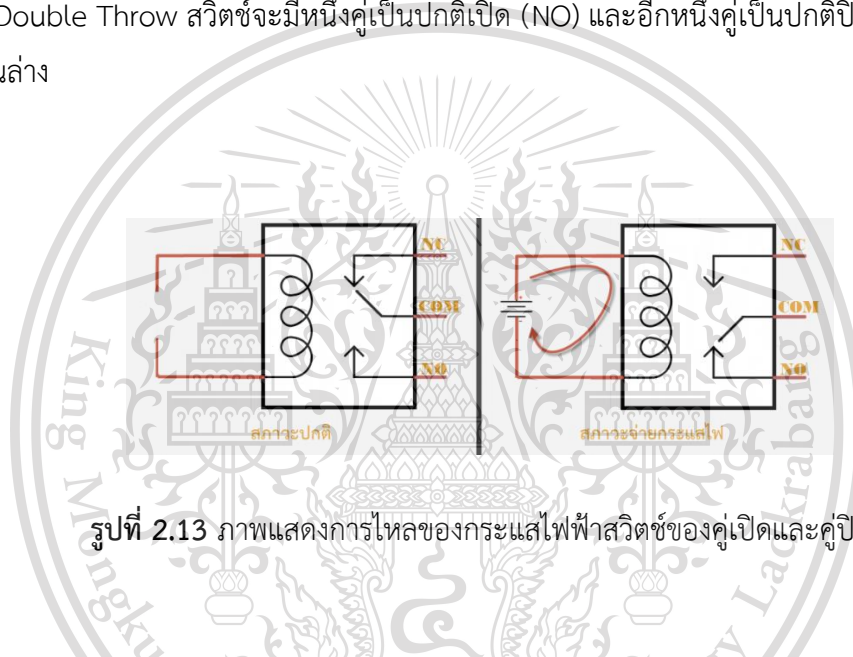
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ยกเว้นที่มีเหตุพิเศษแต่เพียงอย่างเดียว และต้องขออนุญาตจากเจ้าของสิทธิ์ทุกครั้งก่อนนำไปใช้
หน้าสัมผัส NO (Normally Open) เป็นหน้าสัมผัสปกติเปิด โดยในสภาวะปกติจะลดยอยู่ ไม่ถูกต่อกับขา COM (Common) แต่จะเชื่อมต่อกันเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวด

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ขา COM (Common) เป็นขาที่ถูกใช้งานร่วมกันระหว่าง NC และ NO ขึ้นอยู่กับว่า ขณะนั้นมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดหรือไม่ หน้าสัมผัสในรีเลย์ 1 ตัวอาจมีมากกว่า 1 ชุด ขึ้นอยู่กับผู้ผลิต และลักษณะของงานที่ถูกนำไปใช้ จำนวนหน้าสัมผัสถูกแบ่งออกดังนี้

สวิตช์จะถูกแยกประเภทตามจำนวน Pole และจำนวน Throw ซึ่งจำนวน Pole (SP-Single Pole, DP-Double Pole, 3P-Triple Pole, etc.) จะบอกถึงจำนวนวงจรที่ทำการเปิด-ปิด หรือจำนวนของขา COM นั้นเอง และจำนวน Throw (ST, DT) จะบอกถึงจำนวนของตัวเลือกของ Pole ตัวอย่างเช่น SPST- Single Pole Single Throw สวิตช์จะสามารถเลือกได้เพียงอย่างเดียวโดยจะเป็นปกติเปิด (NO-Normally Open) หรือปกติปิด (NC-Normally Close) แต่ถ้าเป็น SPDT- Single Pole Double Throw สวิตช์จะมีหนึ่งคู่เป็นปกติเปิด (NO) และอีกหนึ่งคู่เป็นปกติปิดเสมอ (NC) ดังรูปด้านล่าง



รูปที่ 2.13 ภาพแสดงการไหลของกระแสไฟฟ้าสวิตช์ของคู่เปิดและคู่ปิด

จากส่วนประกอบข้างต้นที่ได้กล่าวไป ในบทความนี้เราจะใช้งานรีเลย์แบบ SPDT (Single Pole Double Throw) หลักการทำงานของรีเลย์นั้น ในส่วนของขดลวด เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน จะทำให้ขดลวดเกิดการเหนี่ยวนำและทำหน้าที่เสมือนแม่เหล็กไฟฟ้า ส่งผลให้ขา COM ที่เชื่อมต่ออยู่กับหน้าสัมผัส NC (ในสถานะที่ยังไม่เกิดการเหนี่ยวนำ) ย้ายกลับเชื่อมต่อกับหน้าสัมผัส NO แทน และปล่อยให้ขา NC ลอย เมื่อมองที่ขา NC กับ COM และ NO กับ COM แล้วจะเห็นว่ามีการทำงานติดต่อบลักษณะคล้ายการทำงานของสวิตช์ เราสามารถนำคุณสมบัตินี้ไปประยุกต์ใช้งานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.4.3 เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น (DHT11 : Temperature and Humidity Sensor Module)



รูปที่ 2.14 ภาพอุปกรณ์โมดูลวัดอุณหภูมิและความชื้น

โมดูลวัดอุณหภูมิและความชื้น (DHT11 Temperature and Humidity Sensor Module) เป็นโมดูลที่สามารถวัดอุณหภูมิและความชื้นบริเวณรอบๆ ทั่วไปหรือในห้อง หรือประยุกต์ใช้งานอื่น เช่น Testing, Inspection Equipment, Automatic Control, Data Logger, Weather Station, Humidity Regulator ขึ้นอยู่กับการเขียนโปรแกรมและการต่อใช้งานภายนอก ผ่านการสอบเทียบตามมาตรฐาน มีความน่าเชื่อถือ ราคาถูก การตอบสนองที่รวดเร็ว และความแม่นยำในการวัดค่าสูง สามารถใช้งานกับไมโครคอนโทรลเลอร์ทั่วไปได้ ในโมดูลประกอบไปด้วย ส่วนวัดความชื้นแบบ Resistive Type และส่วนวัดอุณหภูมิแบบ NTC ให้สัญญาณเอาต์พุตแบบ Digital Output, การตรวจวัดคงที่กับ DHT11 Sensor, ย่านวัดอุณหภูมิ 0-50°C, ย่านวัดความชื้น 20-90%RH ซึ่งง่ายต่อการติดตั้งใช้งาน

1. Specification ของ DHT11

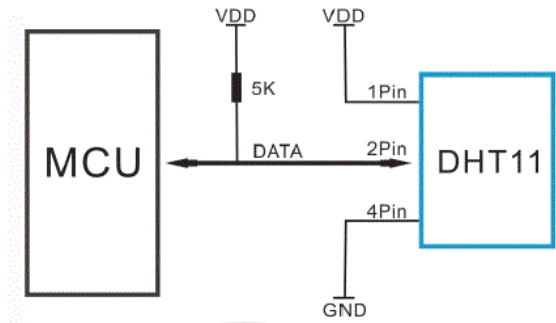
- ย่านวัดความชื้น 20 ถึง 90%RH โดยมีค่าความแม่นยำ +/- 5%RH ความละเอียดในการวัด 1% แสดงผลแบบ 8 บิต
- ย่านวัดอุณหภูมิ 0 ถึง 50°C โดยมีค่าความแม่นยำ +/- 2°C ความละเอียดในการวัด 1 องศาเซลเซียส แสดงผลแบบ 8 บิต
- สัญญาณเอาต์พุตแบบ Digital Output
- กินกระแส 0.5 ถึง 2.5 mA (ขณะทำการวัดค่า) ใช้งานกับระดับแรงดันไฟฟ้า 3 ถึง 5.5 VDC
- อ่านค่าสัญญาณ (Sample Rate) ทุก 1 วินาที
- โปรโตคอลในการสื่อสารกับตัวไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นแบบ Single-Wire Two-Way

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

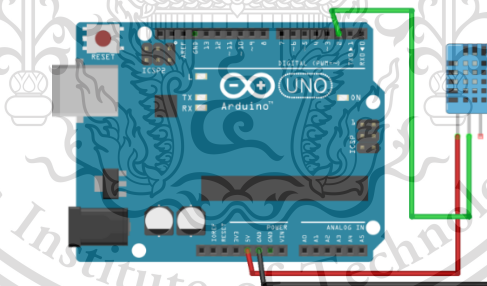
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2. การต่อใช้งาน (Module Connection Diagram)



รูปที่ 2.15 ภาพแสดงการต่อใช้งานอุปกรณ์โมดูล

ในการต่อวัดแบบปกติ คือ ระยะห่างระหว่าง Sensor กับตัว Arduino ห่างกันไม่เกิน 20 เมตร จะต้องใช้ Pull Up Resistor ขนาด 5kohm (คือต่อ R 5k ไว้กับแหล่งจ่ายแรงดันและต่อเข้าไปที่ขา DATA ด้วย) Pin 1 -> VDD, Pin 2 -> DATA, Pin 3 - และ Pin 4 -> GND



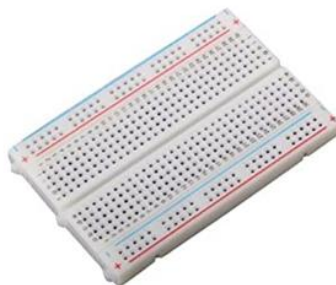
รูปที่ 2.16 ภาพแสดงการต่อสายของอุปกรณ์โมดูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.4.4 โพรโตบอร์ด (Protoboard)



รูปที่ 2.17 ภาพอุปกรณ์โพรโตบอร์ด (Protoboard)

โพรโตบอร์ด (Protoboard) หรืออาจจะเรียกทับศัพท์ว่า เบรดบอร์ด (Breadboard) สำหรับในประเทศไทยมักจะนิยมใช้คำว่า โพรโตบอร์ด หรือบางครั้งเพี้ยนเป็นคำว่า โฟโตบอร์ด แต่หากนำคำว่าโฟโตบอร์ด ไปค้นหาในเว็บต่างประเทศจะไม่พบข้อมูลใดๆ เลย เนื่องจากมีเพียงประเทศไทยประเทศเดียวที่ใช้คำว่าโฟโตบอร์ด ส่วนคำว่า โพรโตบอร์ด เป็นคำที่หลายๆ ประเทศนิยมใช้ แต่หากจะให้เป็นสากลเรียกว่าเบรดบอร์ด จะทำให้เข้าใจตรงกันได้ทุกชาติ

โพรโตบอร์ด เป็นอุปกรณ์ที่จะช่วยให้สามารถเชื่อมต่อวงจรเพื่อทดลองง่ายขึ้น ลักษณะของบอร์ดจะเป็นพลาสติกมีรูจำนวนมาก ภายใต้อุปกรณ์นั้นจะมีการเชื่อมต่อถึงกันอย่างไร้รูปแบบ เมื่อนำอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มาเสียบ จะทำให้พลังงานไฟฟ้าสามารถไหลจากอุปกรณ์หนึ่งไปยังอุปกรณ์หนึ่งได้ผ่านรูที่มีการเชื่อมต่อกันด้านล่างพื้นที่การเชื่อมต่อกันของโพรโตบอร์ด จะแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่คือ

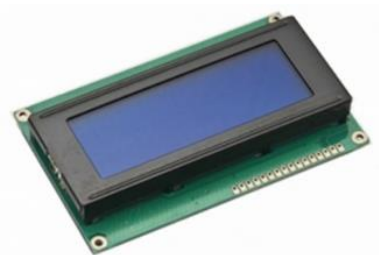
- กลุ่มแนวตั้ง เป็นกลุ่มที่เป็นพื้นที่สำหรับการเชื่อมต่อวงจร วางอุปกรณ์ จะมีช่องเว้นกลางกลุ่มสำหรับเสียบไอซีตัวถังแบบ DIP และบ่งบอกการแบ่งเขตเชื่อมต่อ
- กลุ่มแนวนอน เป็นกลุ่มที่มีการเชื่อมต่อกันในแนวนอน ใช้สำหรับพักไฟที่มาจากแหล่งจ่าย เพื่อใช้สำหรับเชื่อมต่อไฟจากแหล่งจ่ายเลี้ยงให้วงจรต่อไป และจะมีสัญลักษณ์สกรีนเพื่อบอกขั้วที่ของแหล่งจ่ายที่ควรนำมาพักไว้ โดยสีแดงหมายถึงขั้วบวก และสีดำ หรือสีน้ำเงินหมายถึงขั้วลบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.4.5 หน้าจอแอลซีดี 20x4 (LCD)



รูปที่ 2.18 หน้าจอแอลซีดี (LCD)

จอ Liquid Crystal Display (LCD) เป็นจอแสดงผลรูปแบบหนึ่งที่ยิมนำมาใช้งานกันกับระบบสมองกลฝังตัวอย่างแพร่หลาย โดยจอ LCD มีทั้งแบบแสดงผลเป็นตัวอักษรเรียกว่า Character LCD ซึ่งมีการกำหนดตัวอักษรหรืออักขระที่สามารถแสดงผลไว้ได้อยู่แล้ว และแบบที่สามารถแสดงผลเป็นรูปภาพหรือสัญลักษณ์ได้ตามความต้องการของผู้ใช้งานเรียกว่า Graphic LCD นอกจากนี้บางชนิดเป็นจอที่มีการผลิตขึ้นมาใช้เฉพาะงาน ทำให้มีรูปแบบและรูปร่างเฉพาะเจาะจงในการแสดงผล เช่น นาฬิกาดิจิตอล เครื่องคิดเลข หรือ หน้าปัดวิทยุ เป็นต้น โดยที่นำมาในการทดลองนี้จะเป็น LCD 20x4 คือมีการแสดงอักษร 20 อักขร จำนวน 4 แถว

1. โครงสร้างโดยทั่วไปของ LCD

โครงสร้างของ LCD ทั่วไปจะประกอบขึ้นด้วยแผ่นแก้ว 2 แผ่นประกบกันอยู่โดยเว้นช่องว่างตรงกลางไว้ 6 ถึง 10 ไมโครเมตร ผิวด้านในของแผ่นแก้วจะเคลือบด้วยตัวนำไฟฟ้าแบบใสเพื่อใช้แสดงตัวอักษร ตรงกลางระหว่างตัวนำไฟฟ้าแบบใสกับผลึกเหลวจะมีชั้นของสารที่ทำให้โมเลกุลของผลึกรวมตัวกันในทิศทางที่แสงส่องมากระทบเรียกว่า Alignment Layer และผลึกเหลวที่ใช้โดยทั่วไปจะเป็นแบบ Magnetic โดย LCD สามารถแสดงผลให้เรามองเห็นได้ทั้งหมด 3 แบบด้วยกันคือ

- แบบใช้การสะท้อนแสง (Reflective Mode) LCD แบบนี้ใช้สารประเภทโลหะเคลือบอยู่ที่แผ่นหลังของ LCD ซึ่ง LCD ประเภทนี้เหมาะกับการนำมาใช้งานในที่ที่มีแสงสว่างเพียงพอ
- แบบใช้การส่งผ่าน (Transitive Mode) LCD แบบนี้ว่างหลอดไฟไว้ด้านหลังจอ เพื่อให้การอ่านค่าที่แสดงผลทำได้ชัดเจน
- แบบส่งผ่านและสะท้อน (Transflective Mode) LCD แบบนี้เป็นการนำเอาข้อดีของจอแสดงผล LCD ทั้ง 2 แบบมารวมกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อดูเห็นใบเซป๊ะยื่นหาการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการ

โปรแกรมควบคุมผ่าน Arduino นั้น เริ่มต้นจากการออกแบบโครงสร้างโรงเรือน Evaporative Cooling system ที่ใช้ระบบ Hydroponic จากการคำนวณความสัมพันธ์ของระบบต่างๆ และเลือกอุปกรณ์ที่เหมาะสมตรงกับที่คำนวณเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพตามที่ต้องการ

3.1 แนวคิดและการออกแบบ

การออกแบบโครงสร้างของโรงเรือน เพื่อกำหนดตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ในโรงเรือนที่แม่นยำ จึงเริ่มต้นออกแบบโครงสร้างโรงเรือนด้วยโปรแกรม Solidworks และวางแผนที่จะใช้วัสดุจริงเป็นโครงโลหะเพราะเป็นวัสดุที่เบา สามารถเคลื่อนย้ายได้และรับแรงได้ โดยการออกแบบของโรงเรือนในโปรแกรม Solidworks จะได้ขนาดเป็นดังรูปที่ 3.1, 3.2 และ 3.3

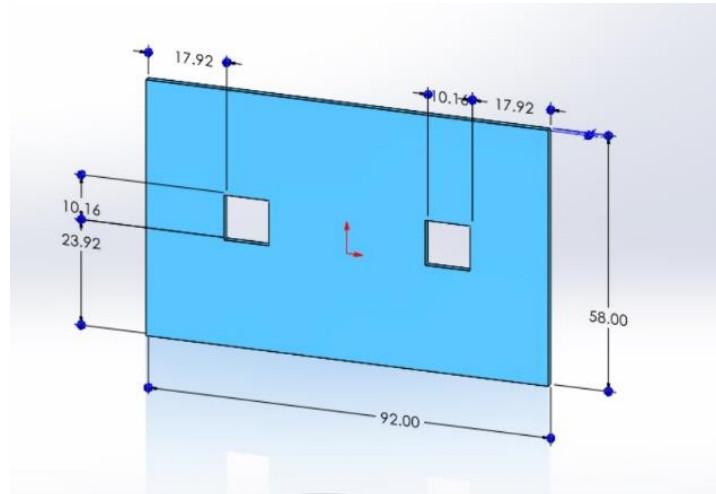


รูปที่ 3.1 ภาพการออกแบบโครงสร้างของโรงเรือน

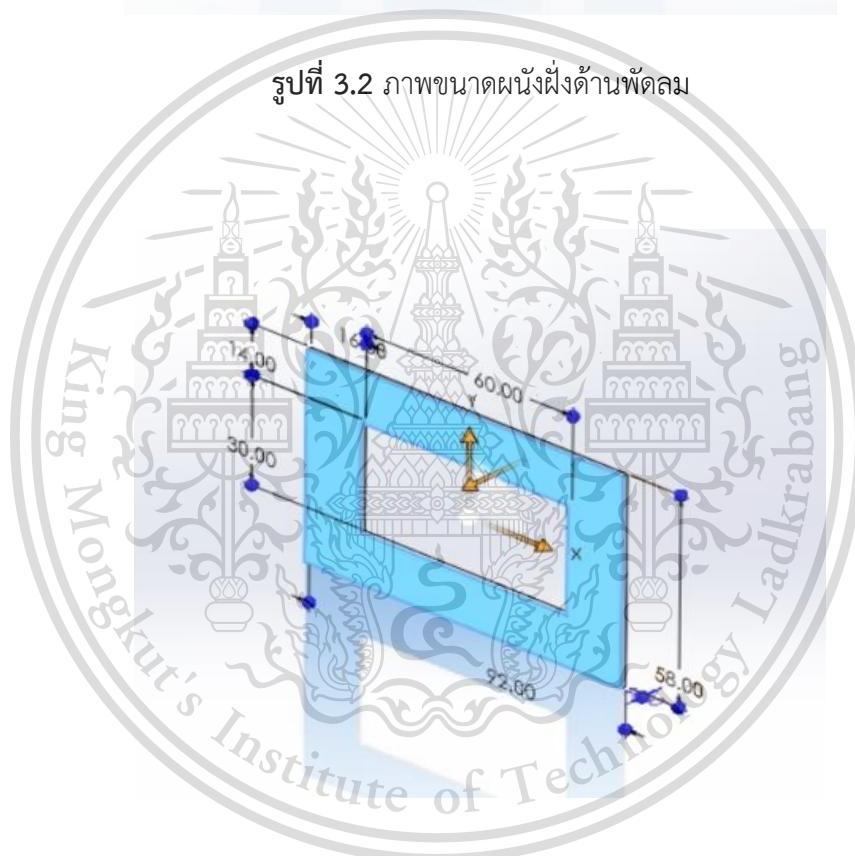
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.2 ภาพขนาดผนังฝั่งด้านพัดลม



รูปที่ 3.3 ภาพขนาดผนังฝั่งด้าน Cooling Pad

การคำนวณหาปริมาตรของโรงเรือนสามารถคำนวณได้ดังสมการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้เฉพาะที่ควรระวังว่าข้อมูลนี้ไม่ควรนำไปใช้ประโยชน์ (3.1) การค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

โดยที่ V = ปริมาตรของของโรงเรือน (m^3)

W = ความกว้างของโรงเรือน (m)

L = ความยาวของโรงเรือน (m)

H_1 = ความสูงอ้างอิง 1 (m)

H_2 = ความสูงอ้างอิง 2 (m)

จากสมการที่ 3.1 จะได้ $V = (0.92 * 1.82 * 0.58) + \left(\frac{1}{2} * 0.92 * 0.34\right) = 1.13 m^3$

ฉะนั้น ปริมาตรของโรงเรือนนี้ (V) จากการคำนวณเป็น $1.13 m^3$

เมื่อทราบปริมาตรของโรงเรือน สามารถนำมาหาอัตราการไหลของลมในโรงเรือนได้ดังสมการ

$$Q = ACH * V * 35.28 * \frac{1}{60} \quad (3.2)$$

โดยที่ Q = อัตราการไหลลมในโรงเรือน (cfm)

ACH = อัตราการหมุนเวียนอากาศของโรงเรือน (time/H)

V = ปริมาตรของของโรงเรือน (m^3)

อัตราการหมุนเวียนอากาศของโรงเรือน (ACH) เป็น 40 time/H จากสมการที่ 3.2

จะได้ว่า $Q = 40 * 1.13 * 35.28 * \frac{1}{60}$ ดังนั้นอัตราการไหลลมในโรงเรือน (Q) จะมีค่าเป็น 26.6 cfm แสดงว่าต้องใช้ปริมาณลมจากพัดลมไม่ต่ำกว่า 26.6 cfm หรือ 0.012 cms

การหาความเร็วลม (Air Velocity) สามารถหาได้ดังสมการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ (3.3) การค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

โดยที่ V = ความเร็วลม (m/s)

Q = อัตราการไหลลมในโรงเรือน (cms)

A = พื้นที่หน้าตัดของโรงเรือน (m²) = $0.58 \times 0.92 = 0.5336$ m²

จากสมการที่ 3.3 จะได้ $V = \frac{0.012}{0.5336} = 0.023$ m/s จึงสามารถคำนวณหาความเร็วลม (V) ได้เท่ากับ 0.023 m/s แสดงว่าเมื่อเลือกใช้พัดลมจะต้องเลือกที่ทำให้มีความเร็วลมไม่ต่ำกว่า 0.023 m/s

3.1.1 การคำนวณพัดลม

สามารถคำนวณได้ดังสมการ

$$N = \frac{V}{X}$$

(3.4)

โดยที่ N = จำนวนพัดลมที่ต้องการใช้ (ตัว)

V = ความเร็วลม (m/s)

X = ประสิทธิภาพการดึงอากาศของพัดลม (cms)

จากสมการที่ 3.4 จะได้ว่า $X = \frac{0.023}{2} = 0.012$ cms จึงสามารถคำนวณหาประสิทธิภาพการดึงอากาศของพัดลม (X) ได้ 0.012 cms หรือ 26.6 cfm ต่อ 1 ตัว เพราะฉะนั้นจึงเลือกพัดลม 220 V AC ขนาด (120*120*25mm) 4 นิ้ว กำลังไฟ 5.52 W ที่มีอัตราการไหลลมแต่ละ 100 cfm จำนวน 2 ตัว รวม 200 cfm หรือ 0.094 cms

เพราะฉะนั้นจากสมการที่ 3.3 จะได้ว่า $V = \frac{0.094}{0.5336} = 0.176$ m/s จึงสามารถหาความเร็วลมได้เป็น 0.176 m/s แต่เนื่องจากความเร็วลมที่จะทำให้เกิด wind chill effect มีประสิทธิภาพ ควรมากกว่า 2 m/s ดังนั้นค่าความเร็วลมที่ใช้ในการออกแบบคือ 2 m/s

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.4 ภาพของขนาดพัดลมที่เลือกใช้เพื่อให้สอดคล้องกับการออกแบบ

3.1.2 การหาขนาดของ Cooling pad

จากการคำนวณข้างต้น อัตราการไหลลมที่คำนวณได้คือ 0.094 cms และให้ความเร็วลมผ่าน Cooling Pad เป็นความเร็วที่ใช้ในการออกแบบ คือ 2 m/s ดังนั้นสามารถหาขนาดของ Cooling Pad ได้ดังสมการ

$$A = \frac{Q}{V} \quad (3.5)$$

โดยที่ A = พื้นที่หน้าตัดของคูลิ่งแพด (m²)

Q = อัตราการไหลลมในโรงเรือน (cms)

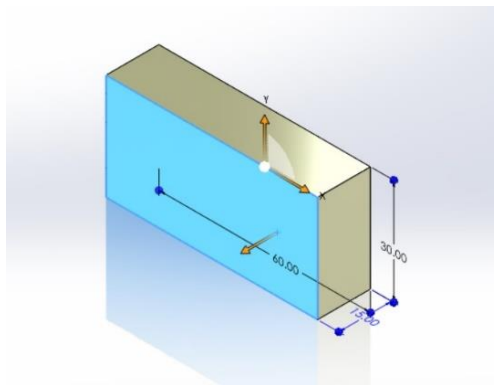
V = ความเร็วลม (m/s)

จากการคำนวณจากสมการที่ 3.5 จะได้ว่า $A = \frac{0.094}{2} = 0.047 \text{ m}^2$ ดังนั้นจะได้พื้นที่หน้าตัดของ Cooling Pad (A) เป็น 0.047 m² ฉะนั้นพื้นที่หน้าตัดของ Cooling Pad ที่ใช้จะต้องไม่น้อยกว่า 0.047 m² โดยควรเว้นระยะห่างจากด้านล่างและด้านบนเพื่อวางท่อน้ำ จึงกำหนดความกว้าง 30 cm และด้านยาว 60 cm จะได้พื้นที่หน้าตัดของ Cooling Pad คือ $A = 0.3 \times 0.6 = 0.18 \text{ m}^2$ และจะทำให้มีอัตราการไหลลมเป็น $Q = 0.18 \times 2 = 0.36 \text{ cms}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.5 ภาพของขนาด Cooling Pad จากการออกแบบ

3.1.3 การคำนวณขนาดถังพักน้ำ

ถังพักน้ำควรปริมาตร 30% ของ Cooling Pad

จากปริมาตรของ Cooling Pad มีขนาดเป็น $V = 0.3 * 0.6 * 0.15 = 0.027 \text{ m}^3$ หรือ 27 L ดังนั้นถังพักน้ำควรมีปริมาตรอย่างน้อย $0.3 * 27 = 8.1 \text{ L}$

3.1.4 คำนวณปั้มน้ำ

เลือกใช้ปั้มน้ำที่ 12 VDC โดยความต้องการใช้น้ำของ Cooling Pad คือ 60 L/min/m² ทำให้ที่พื้นที่หน้าตัดขนาด 0.18 m² จะต้องใช้อัตราการไหลของน้ำขั้นต่ำเป็น $60 * 0.18 = 10.8 \text{ L/min}$ ดังนั้นจึงเลือกขนาดปั้มน้ำ 35 W 220 V AC ที่มีอัตราการไหล 2500 L/H



รูปที่ 3.6 ภาพของปั้มน้ำที่เลือกใช้เพื่อให้สอดคล้องกับการออกแบบ

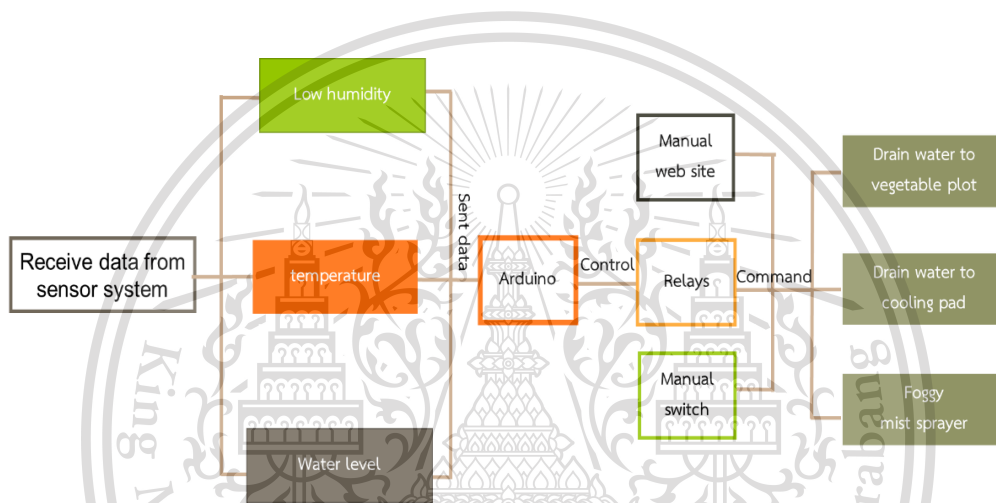
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.1.5 การวางแผนการทำงานในส่วน Arduino

ในส่วนของการควบคุมโรงเรือนจะต้องควบคุมผ่านโปรแกรม Arduino IDE ซึ่งจะต้องเขียนโปรแกรมควบคุมในหลายอุปกรณ์ จึงต้องวางแผนการทำงานและลำดับขั้นตอนการทำงานการเขียนโปรแกรมเพื่อให้เห็นภาพชัดเจนว่าในโรงเรือนนี้ต้องควบคุมอะไรบ้าง รวมไปถึงต้องใช้อุปกรณ์อะไรบ้าง และใช้องค์ความรู้ของภาษาคอมพิวเตอร์มากน้อยเพียงใด ซึ่งสามารถสรุปการได้ดังแผนผังการทำงาน ดังรูปที่ 3.4 ที่จะแสดงว่าจะต้องใช้ Arduino ในการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมในส่วนใดบ้างของโรงเรือนให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ที่ตั้งไว้



รูปที่ 3.7 แผนผังการทำงานในส่วนของ Arduino

3.1.6 การศึกษาและการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมอุปกรณ์ในโรงเรือน

เนื่องจากผู้จัดทำมีประสบการณ์ในการใช้งานโปรแกรม Arduino น้อย ประกอบกับยังไม่ชำนาญในการเขียนโปรแกรม จึงเริ่มศึกษาการเขียนโปรแกรมภาษา C เพื่อเปิดปิดหลอดไฟผ่าน Arduino

จากนั้นวางแผนการเขียนโปรแกรมในแต่ละส่วนที่ต้องควบคุมในโรงเรือน เริ่มจากการเขียนโปรแกรมควบคุมเซนเซอร์เพื่อให้ทำงานตามค่าที่ตั้งไว้ เพื่อให้สามารถนำไปควบคุมการปิดเปิดของพัดลมและปั้มน้ำอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.1.7 การออกแบบหน้าเว็บควบคุม

หลังจากที่ทำการเขียนโปรแกรมในแต่ละส่วน จึงได้ทำการศึกษาการเขียนเว็บ และการเขียนโปรแกรมใน Arduino ให้ควบคุมโรงเรือนผ่านเว็บได้ และได้ออกแบบหน้าเว็บควบคุมออกมาดังรูป



รูปที่ 3.8 หน้าเว็บควบคุม

โดยวางแผนว่าจะทำการควบคุมผ่าน 2 ปุ่ม ควบคุม โดยปุ่มแรกจะเป็นปุ่มเปิดปิดพัดลมทั้งสองตัวที่ต่อวงจรเชื่อมกัน และปุ่มที่สองจะเป็นปุ่มเปิดปิดวาล์วที่เชื่อมต่อกับปั้มน้ำ โดยในตอนแรกทั้งสองปุ่มจะขึ้นสถานะ OFF อยู่ และจะ ON เมื่อมีการกดปุ่ม โดยสองปุ่มนี้จะใช้ในกรณีที่ต้องการควบคุมการเปิดปิดแบบ Manual ผ่านเว็บไซต์ หรือต้องการปิดการทำงาน ซึ่งโดยปกติแล้วพัดลมและปั้มน้ำจะมีการทำงานอัตโนมัติจากการตั้งค่าในการเขียนโปรแกรมให้ทำงานเมื่อถึงค่าที่กำหนด ถ้าไม่มีสองปุ่มนี้ปิดการทำงานก็จะมีอีกวิธีหนึ่งคือการถอดปลั๊กไฟที่จ่ายไฟเลี้ยง Arduino อยู่เพื่อตัดวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 4

ผลการดำเนินการ

4.1 การสร้างโรงเรือน

เนื่องจากโรงเรือนมีหลายส่วนประกอบกัน จึงมีการในการออกแบบจำลองการวางตำแหน่งและอุปกรณ์ต่างๆ โดยใช้ Solidworks ก่อนที่จะสร้างจริงเพราะวัสดุโครงสร้างภายนอกที่เป็นส่วนโครงของโรงเรือนจริงจะเป็นเหล็กและอลูมิเนียมที่นำมาเชื่อมเพื่อให้เป็นฐานสำหรับส่วนประกอบต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นการแขวนพัดลมและรางน้ำพร้อมทั้งคูลิ่งแพด และคลุมด้วยพลาสติกเพื่อป้องกันอากาศข้างนอกเข้าไปภายในโรงเรือน โดยหลังจากที่ออกแบบโรงเรือนผ่าน Solidworks แล้ว ก็สามารถนำไปสร้างเป็นโรงเรือนจริงตามขนาดที่ได้ออกแบบไว้ ดังรูปที่ 4.1 และมีการเชื่อมต่อ NodeMCU ESP8266 กับอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยการแปลงไฟจาก AC เป็น DC ผ่าน Adapter 9V DC



รูปที่ 4.1 ภาพโรงเรือนหลังจากผ่านการออกแบบและสร้างขึ้นจริง

4.2 การทำงานของโปรแกรม

ใช้ภาษา C ในการเขียนควบคุมอุณหภูมิและความชื้นจาก Arduino IDE ผ่านบอร์ด NodeMCU ESP8266 และจะใช้เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น (DHT 11) วัดค่าตามสภาพแวดล้อมในโรงเรือนจริงแล้วแสดงผลทางจอแอลซีดี โดยถ้าค่าที่วัดได้สูงหรือน้อยกว่าช่วงที่เราไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตั้งจะส่งผลให้รีเลย์หยุดทำงาน ในที่นี้ใช้รีเลย์สามตัวเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ไฟฟ้า โดยสองตัวแรกใช้เชื่อมต่อกับพัดลม และตัวสุดท้ายใช้เชื่อมต่อกับปั้มน้ำ ซึ่งโดยปกติรีเลย์จะเป็นแบบ Normally Open หรือเปิดวงจร แต่เมื่ออุณหภูมิหรือความชื้นต่ำหรือสูงเกินกว่าค่าที่ตั้งไว้จะทำให้รีเลย์เป็น Normally Close หรือต่อวงจร ส่งผลให้พัดลมดูดอากาศทั้งสองตัวรวมถึงปั้มน้ำหยุดทำงานเพื่อรักษาอุณหภูมิของโรงเรือนให้อยู่ในช่วงที่กำหนดไว้ นอกเหนือจากนี้ยังสามารถทำการตัดต่อวงจรได้ผ่านปุ่มควบคุมบนหน้าเว็บไซต์ได้อีกด้วย

4.2.1 การควบคุมพัดลมและปั้มน้ำ

เมื่อตั้งค่าอุณหภูมิและความชื้นที่ต้องการผ่านการเขียนโปรแกรมใน Arduino IDE แล้วทำการอัปโหลดลง NodeMCU ESP8266 จากนั้นจะแสดงผลค่าอุณหภูมิและความชื้นของสภาพแวดล้อมในโรงเรือนจริงในขณะนั้นผ่านทางจอแอลซีดี ซึ่งค่าอุณหภูมิและความชื้นที่ตั้งไว้สามารถปรับได้ตามความเหมาะสมขึ้นอยู่กับชนิดของพืชที่จะปลูกในโรงเรือนว่าต้องอยู่ในสภาพแวดล้อมแบบใดแล้วจะเจริญเติบโตได้ดีที่สุด ซึ่งอุณหภูมิที่ตั้งไว้ในการทำงานนี้จะยกตัวอย่างอุณหภูมิที่สามารถทดลองแล้วเห็นการเปลี่ยนแปลงของการทำงานของวงจรได้ชัดเจน เพราะอยู่ในช่วงสภาพอากาศโดยเฉลี่ยของประเทศไทย และโรงเรือนตั้งอยู่ภายในอาคารทำให้อุณหภูมิและความชื้นไม่สูงมาก จึงตั้งไว้ในช่วงอุณหภูมิ 25.0 °C ถึง 28.0 °C และช่วงความชื้น 53.0% ถึง 55.0%

1. ตัวอย่างการทำงานในส่วนการควบคุมพัดลมและปั้มน้ำ



รูปที่ 4.2 ภาพการต่อวงจรเมื่อความชื้นต่ำกว่าค่าที่ตั้งไว้ (ตั้งค่าไว้ที่ 55.0%)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

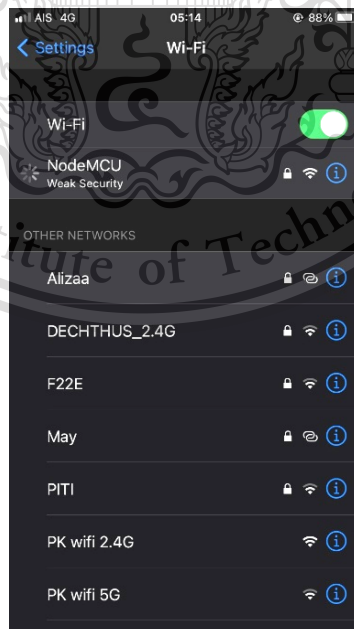


รูปที่ 4.3 ภาพการตัดวงจรเมื่อความชื้นถึงในช่วงค่าที่ตั้งไว้ (ตั้งค่าไว้ที่ 55.0%)

4.2.2 การควบคุมด้วยปุ่มผ่านบนหน้าเว็บไซต์

ในส่วนนี้จะแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนการเชื่อมต่อ NodeMCU ESP8266 กับมือถือ โดยผ่าน WIFI และส่วนการเข้าถึงหน้าเว็บที่มีปุ่มควบคุมการเปิดปิดพัดลมและปั้มน้ำ

1. ส่วนการเชื่อมต่อ NodeMCU ESP8266 กับมือถือ ผ่าน WIFI ดังรูปที่ 4.4 และ 4.5

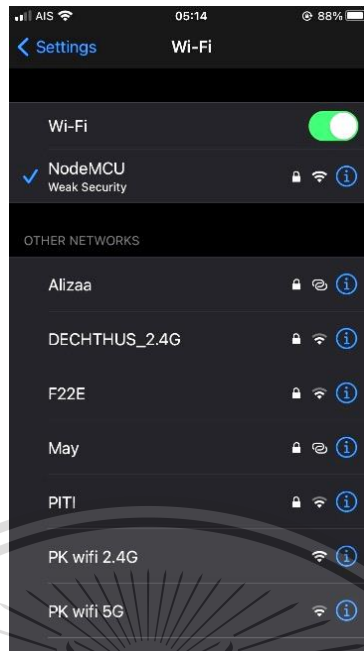


รูปที่ 4.4 ภาพการเชื่อมต่อ NodeMCU ESP8266 กับมือถือ ผ่าน WIFI

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในการเรียนการสอนที่อาคารศึกษาท่งชั้น ไม่อนุยควาให้ทำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

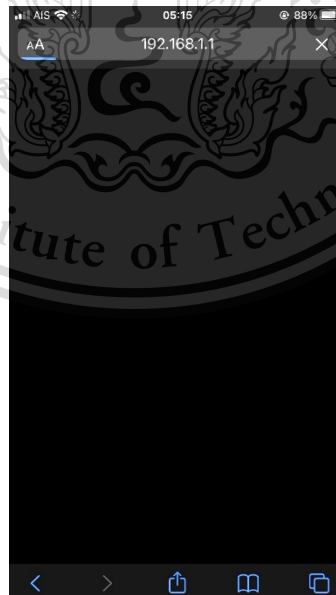
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.5 ภาพการเชื่อมต่อ NodeMCU ESP8266 กับมือถือ ผ่าน WIFI

2. ส่วนการเข้าถึงหน้าเว็บควบคุมการเปิดปิดพัดลมและปั้มน้ำดังรูปที่ 4.6 และ 4.7



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับก **รูปที่ 4.6** ภาพการเข้าหน้าเว็บที่มีปุ่มควบคุมให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



SMART GREENHOUSE CONTROL

FAN1 Status: OFF

ON

VALVE Status: OFF

ON

รูปที่ 4.7 ภาพหน้าเว็บพร้อมปุ่มควบคุมการเปิดปิดพัดลมและปั้มน้ำ

โดยปุ่มที่ใช้เปิดปิดทั้งพัดลมและปั้มน้ำจะขึ้นสถานะ OFF จนกว่าจะกดปุ่ม ON ถึงจะสั่งให้พัดลมและปั้มน้ำมีสถานะ ON หรือเริ่มทำงาน และเมื่อต้องการปิด ก็สามารถกดปุ่มที่ต้องการปิดได้อีกครั้งที่ปุ่มเดิมเพื่อทำการตัดวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 5

สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

ปริญญาานิพนธ์นี้ได้นำเสนอการทำงานของ Evaporative Cooling system โดยทำโรงเรือนที่ปรับอุณหภูมิให้เย็นลงเพื่อการปลูกพืชไฮโดรโปนิคส์ได้และสามารถกำหนดการรดน้ำและควบคุมอุณหภูมิได้ตามที่กำหนดไว้ได้ และศึกษาในส่วนโค้ดภาษาซี ที่ใช้ในการทำเซนเซอร์ควบคุมอุณหภูมิและความชื้น โดยมีข้อสรุปได้ดังนี้

- การเชื่อมต่อเว็บที่ใช้เปิดปิดพัดลมกับปั้มน้ำยังไม่เสถียรและไม่คลอบคลุม เนื่องจากผู้เขียนยังไม่ชำนาญในภาษา HTML จึงทำให้เกิดข้อบกพร่องในการทำงานล่าช้ามาก
- การทำงานจริงไม่สมบูรณ์ เพราะตัวโรงเรือนไม่เสร็จสิ้นเนื่องด้วยสถานการณ์ COVID-19

5.2 ข้อเสนอแนะ

- ควรรู้พื้นฐานในการเขียนโปรแกรมและตัวอย่างการเขียนโปรแกรมให้มากกว่านี้ทั้งในภาษา C และ HTML เพื่อให้ง่ายต่อการศึกษา อีกทั้งยังทำให้เราประหยัดเวลาในการศึกษาและทดลองเองอีกด้วย
- ควรเลือกใช้ปั้ลมที่มีแรงดันลมที่มากกว่าที่ใช้อยู่ เพื่อที่จะไม่เกิดข้อผิดพลาดในการทำงานคัดแยก
- ในส่วนของตัวโรงเรือนมีการต่อท่อจากถังน้ำในส่วนพลาสติกที่คลุมโรงเรือนที่แน่นหนาเพื่อไม่ให้อากาศภายในออก
- การวาง Cooling Pad เข้ามาด้านในทำให้โรงเรือนมีปริมาตรลดลง
- ควรติดตั้งระบบไฟสำรองฉุกเฉิน เนื่องจากข้อเสียของระบบน้ำวน เมื่อเกิดไฟดับนั้น ปั้มน้ำจะไม่สามารถวนน้ำเข้าสู่แปลงผักได้จะส่งผลเสียต่อผัก จะทำให้เมื่อเวลาผ่านไปผักก็จะทำให้ใบเหี่ยว
- การจ่ายไฟให้กับ Arduino โดยตรง เช่นในการทดลองนี้ใช้ NodeMCU ESP8266 สามารถทำได้โดยการนำ Adapter ที่มีขนาด 9V DC แปลงไฟได้อย่างปลอดภัย และควรมีสวิตซ์ตัดวงจรเพื่อป้องกันอันตรายที่จะเกิดกับอุปกรณ์ไฟฟ้ารวมไปถึงตัวผู้ทดลองเองด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานี้เท่านั้น มิใช่ผู้ใดเห็นว่าเป็นประโยชน์ในการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่เนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

เอกสารอ้างอิง

- [1] จีราวุธ วารินทร์. 2561. Arduino UNO พื้นฐานสำหรับงาน IOT. กรุงเทพฯ : บริษัท โปรดีไซน์ จำกัด.
- [2] นายชาคริต ฉัตรศานติกุล, นายวีรพงษ์ ทองบุญ, นางสาวทัศนีย์ เหมณี. 2547. การออกแบบและสร้างแบบจำลองโรงเรือนเลี้ยงสุกรอาคารปิด (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต). กรุงเทพฯ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. สืบค้นจาก http://www.lib.kps.ku.ac.th/SpecialProject/Agricultural_Engineering/2547/Bs/ChacitCh/ChacitChAll.pdf
- [3] “Evaporative Cooling System” (ออนไลน์). สืบค้นจาก <https://www.bloggang.com/viewdiary.php?id=picsri&group=8>
- [4] “เซนเซอร์แสง” (ออนไลน์). สืบค้นจาก https://sites.google.com/a/rsu.ac.th/karpeid-pid-fi-dwy-saeng/home_/2222/sensexr-saeng
- [5] “เซนเซอร์วัดความชื้น” (ออนไลน์). สืบค้นจาก <https://mall.factomart.com/principle-of-humidity-sensor/>
- [6] “ปัจจัยในการเจริญเติบโตของพืช” (ออนไลน์). สืบค้นจาก <https://sites.google.com/site/projectphysics122/--paccay-kar-ceriy-teibto-khxng-phuch>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ภาคผนวก ก

การลงพื้นที่ศึกษาระบบ Evaporative Cooling System



รูปที่ ก.1



รูปที่ ก.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ ก.3

รูปที่ ก.1, ก.2, ก.3 ลงสถานที่จริงศึกษาโรงเรือนระบบ Evaporative cooling system ใน
คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
ลาดกระบัง โดยมีนักศึกษาที่ดูแล



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ภาคผนวก ข

Code Arduino

ส่วนการควบคุมอุปกรณ์

```

#include "DHT.h"

#include <Wire.h>

#include <LiquidCrystal_I2C.h>

#define DHTTYPE DHT11

#define DHTPIN D4

#define FAN1 D5

#define FAN2 D6

#define VALVEPUMP1 D7 // พันทมอก

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,20,4);

DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);

void setup() {

  Serial.begin(115200);

  pinMode(FAN1,OUTPUT);

  pinMode(FAN2,OUTPUT);

  pinMode(VALVEPUMP1,OUTPUT);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น สิ่งนี้ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

lcd.backlight();

lcd.setCursor(0,0);

lcd.print("Temperature =   C");

lcd.setCursor(0,1);

lcd.print("Humidity   =   %");

lcd.setCursor(0,2);

lcd.print("ST(   ), SH(   )");

lcd.setCursor(0,3);

lcd.print("Set Time (   -   )");

delay(5000);
}

void loop() {

float humidity = dht.readHumidity();

float temperature = dht.readTemperature();

Serial.print("Temperature : ");

Serial.print(temperature, 1);

Serial.print("\t");

Serial.print("Humidity : ");

Serial.print(humidity, 1);

Serial.print("\n");

lcd.setCursor(14,0);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ลิขสิทธิ์นี้ถูกแก้ไขให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

lcd.print(temperature,1);

lcd.setCursor(14,1);

lcd.print(humidity,1);

delay(500);

if (isnan(humidity) || isnan(temperature) ) {

    Serial.println("Failed to read from DHT sensor!");

    return;

}

if ((( temperature >= 25 )&&( temperature <=28)) && ((humidity >= 53 )&&(humidity
<= 55))) {

    digitalWrite(VALVEPUMP1, HIGH);

    digitalWrite(FAN1, HIGH);

    digitalWrite(FAN2, HIGH);

}

else if(( temperature < 25 ) && ((humidity >= 28 )&&(humidity <= 55))) {

    digitalWrite(VALVEPUMP1, HIGH);

    digitalWrite(FAN1, HIGH);

    digitalWrite(FAN2, HIGH);

}

else if(( temperature > 28) && ((humidity >= 53 )&&(humidity <= 55))) {

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ยกเว้นที่มิมีเหตุพิเศษขออนุญาต และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

digitalWrite(FAN1, LOW);

digitalWrite(FAN2, LOW);

}

else if((( temperature >= 25 )&&( temperature <=28)) && (humidity < 53)) {

digitalWrite(VALVEPUMP1, LOW);

digitalWrite(FAN1, HIGH);

digitalWrite(FAN2, HIGH);

}

else if((( temperature >= 25 )&&( temperature <=28)) && (humidity > 55 )) {

digitalWrite(VALVEPUMP1, HIGH);

digitalWrite(FAN1, LOW);

digitalWrite(FAN2, LOW);

}

else if(( temperature < 25 ) && (humidity < 53 )) {

digitalWrite(VALVEPUMP1, LOW);

digitalWrite(FAN1, HIGH);

digitalWrite(FAN2, HIGH);

}

else if(( temperature > 28 ) && (humidity > 55 )) {

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ลีโอนัดดาให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

digitalWrite(FAN2, LOW);

}

else if(( temperature > 28) && (humidity < 53 )) {

digitalWrite(VALVEPUMP1, LOW);

digitalWrite(FAN1, LOW);

digitalWrite(FAN2, LOW);

}

else if(( temperature < 28) && (humidity > 53 )) {

digitalWrite(VALVEPUMP1, HIGH);

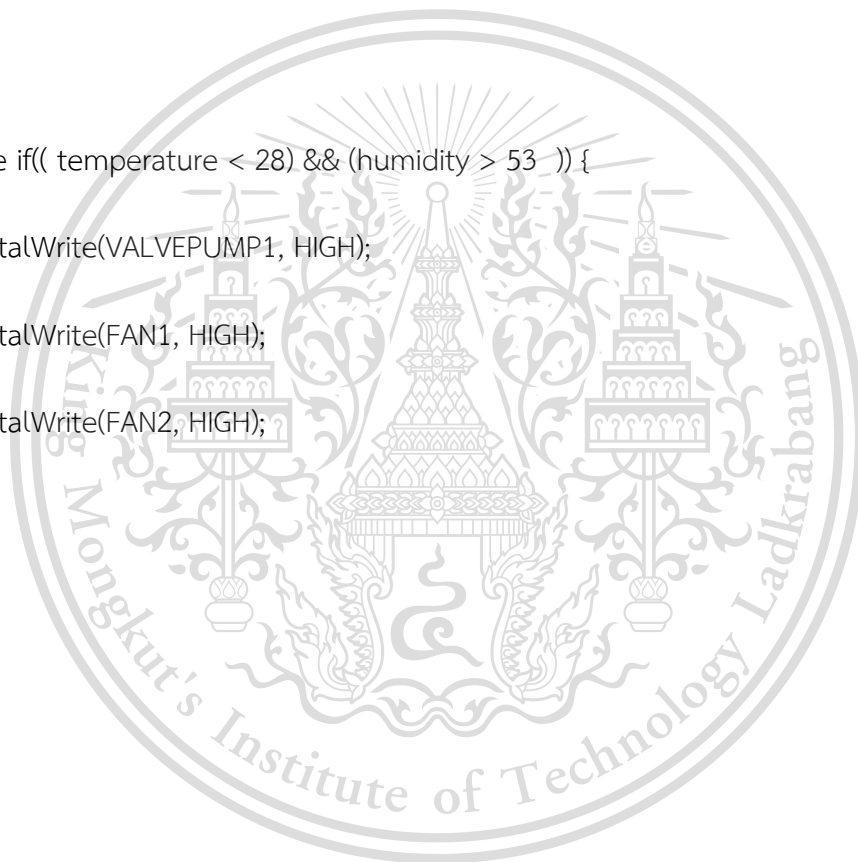
digitalWrite(FAN1, HIGH);

digitalWrite(FAN2, HIGH);

}

}

```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ส่วนการเชื่อมต่อหน้าเว็บไซต์

ส่วนที่ 1 เชื่อมต่อมอดูลกับ Node MCU

```
#include <ESP8266WiFi.h>

const char* ssid = "NodeMCU";

const char* password = "0881436692";

int ledPin1 = D1;

int ledPin2 = D2;

int ledPin3 = D3;

int ledPin4 = D4;

int ch1 = 0;

int ch2 = 0;

int ch3 = 0;

int ch4 = 0;

WiFiServer server(80);

void setup() {

  Serial.begin(9600);

  delay(100);

  pinMode(ledPin1, OUTPUT);

  pinMode(ledPin2, OUTPUT);

  pinMode(ledPin3, OUTPUT);

  pinMode(ledPin4, OUTPUT);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ถือว่าผิดกฎหมายให้ดำเนินการฟ้องร้องเอาผิด และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

digitalWrite(ledPin1, HIGH);

digitalWrite(ledPin2, HIGH);

digitalWrite(ledPin3, HIGH);

digitalWrite(ledPin4, HIGH);

Serial.println();

Serial.println();

Serial.print("Connecting to ");

Serial.println(ssid);

WiFi.begin(ssid, password);

while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {

  delay(500);

  Serial.print(".");

}

Serial.println("");

Serial.println("WiFi connected");

server.begin();

Serial.println("Server started");

Serial.print("Use this URL to connect: ");

Serial.print("http://");

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ถ้าหากมีให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

}

void loop() {

  WiFiClient client = server.available();

  if (!client) {

    return;

  }

  Serial.println("new client");

  while (!client.available()) {

    delay(1);

  }

  String request = client.readStringUntil('\r');

  Serial.println(request);

  client.flush();

  if (request.indexOf("/LED1=ON") != -1) {

    digitalWrite(ledPin1, LOW);

    ch1 = 1;

  }

  if (request.indexOf("/LED1=OFF") != -1) {

    digitalWrite(ledPin1, HIGH);

    ch1 = 0;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

if (request.indexOf("/LED2=ON") != -1) {

    digitalWrite(ledPin2, LOW);

    Serial.println("OK2");

    ch2 = 1;

}

if (request.indexOf("/LED2=OFF") != -1) {

    digitalWrite(ledPin2, HIGH);

    Serial.println("OK2");

    ch2 = 0;

}

if (request.indexOf("/LED3=ON") != -1) {

    digitalWrite(ledPin3, LOW);

    Serial.println("OK3");

    ch3 = 1;

}

if (request.indexOf("/LED3=OFF") != -1) {

    digitalWrite(ledPin3, HIGH);

    Serial.println("OK3");

    ch3 = 0;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ลีขงทั้งหมวบปให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

digitalWrite(ledPin4, LOW);

ch4 = 1;

}

if (request.indexOf("/LED4=OFF") != -1) {

digitalWrite(ledPin4, HIGH);

ch4 = 0;

}

client.println("HTTP/1.1 200 OK");
client.println("Content-Type: text/html");
client.println("");
client.println("");
client.println("");
client.println("");
client.print("Led pin D1 : ");
if (ch1 == 1) {
    client.print("On<br>");
} else {
    client.print("Off<br>");
}

client.print("Led pin D2 : ");

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ถ้าหากพบให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

} else {

    client.print("Off<br>");

}

client.print("Led pin D3 : ");

if (ch3 == 1) {

    client.print("On<br>");

} else {

    client.print("Off<br>");

}

client.print("Led pin D4 : ");

if (ch4 == 1) {

    client.print("On<br>");

} else {

    client.print("Off<br>");

}

client.println("");

client.println("CH1  <a href=\"/LED1=ON\"><button>  On  </button></a><a
href=\"/LED1=OFF\"><button> OFF </button></a><br>");

client.println("CH2  <a href=\"/LED2=ON\"><button>  On  </button></a><a
href=\"/LED2=OFF\"><button> OFF </button></a><br>");

client.println("CH3  <a href=\"/LED3=ON\"><button>  On  </button></a><a
href=\"/LED3=OFF\"><button> OFF </button></a><br>");

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น และต้องอ้างอิงถึงแหล่งเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

client.println("CH4  <a href=\"/LED4=ON\"><button> On </button></a><a
href=\"/LED4=OFF\"><button> OFF </button></a><br>");

client.println("");

delay(1);

Serial.println("Client disconnected");

Serial.println("");

}

```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ส่วนที่ 2 เชื่อมต่อ Node MCU กับหน้าเว็บไซต์ควบคุม

```
#include <ESP8266WiFi.h>

#include <ESP8266WebServer.h>

const char* ssid = "NodeMCU";

const char* password = "12345678";

IPAddress local_ip(192,168,1,1);

IPAddress gateway(192,168,1,1);

IPAddress subnet(255,255,255,0);

ESP8266WebServer server(80);

uint8_t FAN1pin = D5;

bool FAN1status = LOW;

uint8_t VALVEpin = D6;

bool VALVEstatus = LOW;

void setup() {

Serial.begin(115200);

pinMode(FAN1pin, OUTPUT);

pinMode(VALVEpin, OUTPUT);

WiFi.softAP(ssid, password);

WiFi.softAPConfig(local_ip, gateway, subnet);

delay(100);

server.on("/", handle_OnConnect);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่เผยแพร่ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดก็ตาม สิ่งนี้ทั้งห้าเว็บไซต์ให้ข้อมูลเบื้องต้น และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

server.on("/VALVEon", handle_VALVEon);

server.on("/VALVEoff", handle_VALVEoff);

server.on("/VALVEon", handle_VALVEon);

server.on("/VALVEoff", handle_VALVEoff);

server.onNotFound(handle_NotFound);

server.begin();

Serial.println("HTTP server started");

}

void loop() {
server.handleClient();

if(FAN1status)

{digitalWrite(VALVEpin, HIGH);}

else

{digitalWrite(VALVEpin, LOW);}

if(VALVEstatus)

{digitalWrite(VALVEpin, HIGH);}

else

{digitalWrite(VALVEpin, LOW);}

}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้ใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดก็ตาม ผู้ที่นำเอกสารนี้ไปใช้ให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

VALVEstatus = LOW;

Serial.println("GPIO7 Status: OFF | GPIO6 Status: OFF");

server.send(200, "text/html", SendHTML(FAN1status,VALVEstatus));

}

void handle_FAN1on() {

FAN1status = HIGH;

Serial.println("GPIO7 Status: ON");

server.send(200, "text/html", SendHTML(true,VALVEstatus));

}

void handle_FAN1off() {

FAN1status = LOW;

Serial.println("GPIO7 Status: OFF");

server.send(200, "text/html", SendHTML(false,VALVEstatus));

}

void handle_VALVEon() {

VALVEstatus = HIGH;

Serial.println("GPIO6 Status: ON");

server.send(200, "text/html", SendHTML(FAN1status,true));

}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดก็ตาม ลิขสิทธิ์ทั้งหมดให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

Serial.println("GPIO6 Status: OFF");

server.send(200, "text/html", SendHTML(FAN1status,false));

}

void handle_NotFound(){

server.send(404, "text/plain", "Not found");

}

String SendHTML(uint8_t FAN1status,uint8_t VALVE){

String ptr = "<!DOCTYPE html> <html>\n";

ptr += "<head><meta name=\"viewport\" content=\"width=device-width, initial-
scale=1.0, user-scalable=no\">\n";

ptr += "<title>Smart Greenhouse Control</title>\n";

ptr += "<style>html { font-family: Helvetica; display: inline-block; margin: 0px auto; text-
align: center;}\n";

ptr += "body{margin-top: 50px;} h1 {color: #444444;margin: 50px auto 30px;} h3 {color:
#444444;margin-bottom: 50px;}\n";

ptr += ".button {display: block;width: 80px;background-color: #1abc9c;border:
none;color: white;padding: 13px 30px;text-decoration: none;font-size: 25px;margin: 0px
auto 35px;cursor: pointer;border-radius: 4px;}\n";

ptr += ".button-on {background-color: #1abc9c;}\n";

ptr += ".button-on:active {background-color: #16a085;}\n";

ptr += ".button-off {background-color: #34495e;}\n";

ptr += ".button-off:active {background-color: #2c3e50;}\n";

ptr += "p {font-size: 14px;color: #888;margin-bottom: 10px;}\n";

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้ใช้เฉพาะในวงจำกัดเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

ptr += "</style>\n";

ptr += "</head>\n";

ptr += "<body>\n";

ptr += "<h1>SMART GREENHOUSE CONTROL</h1>\n";

if(FAN1status)

{ptr += "<p>FAN1      Status:   ON</p><a      class=\"button      button-off\"
href=\"/FAN1off\">OFF</a>\n";}

else

{ptr += "<p>FAN1      Status:   OFF</p><a      class=\"button      button-on\"
href=\"/FAN1on\">ON</a>\n";}

if(VALVEstatus)

{ptr += "<p>VALVE      Status:   ON</p><a      class=\"button      button-off\"
href=\"/FAN2off\">OFF</a>\n";}

else

{ptr += "<p>VALVE      Status:   OFF</p><a      class=\"button      button-on\"
href=\"/FAN2on\">ON</a>\n";}

ptr += "</body>\n";

ptr += "</html>\n";

return ptr;

}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวกนกพร วราฤทธิ์กุล
วัน เดือน ปีเกิด	2 มิถุนายน 2540
รหัสนักศึกษา	60010005
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ.2560	หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบัน เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ที่อยู่	10/6 หมู่ 5 ตำบลหลวงเหนือ อำเภองาว จังหวัดลำปาง 52110
E-mail	60010005@kmitl.ac.th
เบอร์โทรศัพท์	065-3282491



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวศศิขล สุรพิพิธ
วัน เดือน ปีเกิด	25 กรกฎาคม 2541
รหัสนักศึกษา	60010964
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ.2560	หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบัน เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ที่อยู่	113/19 หมู่ 12 ถนนเชียงใหม่-แม่อ่อน ตำบลสันกำแพง อำเภอสันกำแพง จังหวัดเชียงใหม่ 50130
E-mail	60010964@kmitl.ac.th
เบอร์โทรศัพท์	088-1436692

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.