

ระบบควบคุมอุณหภูมิภายในโรงเรือนเพาะปลูก

TEMPERATURE CONTROLLED SYSTEM
FOR GREENHOUSES



ภาณุวงศ์ หมื่นฤทธิ์
ภาณุวัฒน์ ขอบทำกิจ

โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (ฟิสิกส์ประยุกต์)
ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ปีการศึกษา 2561
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TEMPERATURE CONTROLLED SYSTEM FOR GREENHOUSES

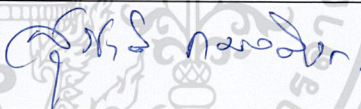


A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENT FOR
THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE (APPLIED PHYSICS)
DEPARTMENT OF PHYSICS, FACULTY OF SCIENCE
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายในเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ACADEMIC YEAR 2018
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงการพิเศษ	ระบบควบคุมอุณหภูมิภายในโรงเรือนเพาะปลูก
	Temperature Controlled System for Greenhouses
ชื่อนักศึกษา	นายภาณุวงศ์ หมื่นฤทธิ์ รหัสนักศึกษา 58051119
	นายภาณุวัฒน์ ขอบทำกิจ รหัสนักศึกษา 58051120
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (ฟิสิกส์ประยุกต์)
ภาควิชา	ฟิสิกส์
ปีการศึกษา	2561
อาจารย์ที่ปรึกษา	อ.สุรชาติ กมลติลก

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง(สจล.)
อนุมัติให้โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
(ฟิสิกส์ประยุกต์) ประจำปีการศึกษา 2561

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
ดร.วิฑูรย์ ยืนดีสุข ประธานกรรมการ	
อ.ธรรมรัตน์ แต่งตั้ง กรรมการ	
อ.สุรชาติ กมลติลก กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งมอบให้สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงการพิเศษ	ระบบควบคุมอุณหภูมิภายในโรงเรือนเพาะปลูก
ชื่อนักศึกษา	นายภาณุวงศ์ หมั่นฤทธิ์ รหัสนักศึกษา 58051119 นายภาณุวัฒน์ ชอบทำกิจ รหัสนักศึกษา 58051120
ปริญญา	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (ฟิสิกส์ประยุกต์)
ภาควิชา	ฟิสิกส์
คณะ	วิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัย	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.)
ปีการศึกษา	2561
อาจารย์ที่ปรึกษา	อ.สุรชาติ กมลติก

บทคัดย่อ

โครงการพิเศษนี้เป็นการสร้างระบบวัดและควบคุมอุณหภูมิภายในโรงเรือนเพาะปลูกให้สามารถลดอุณหภูมิได้ จากการวัดด้วยเซนเซอร์วัดอุณหภูมิภายในโรงเรือนและเปรียบเทียบกับอุณหภูมิภายนอกโรงเรือน นอกจากนี้ยังมีการวัดความเข้มแสงและความชื้นซึ่งเป็นปัจจัยที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช จากนั้นนำค่าอุณหภูมิที่วัดได้มาประมวลผลและควบคุมโดยใช้พัดลมระบายอากาศและแผงลดอุณหภูมิแบบรังผึ้งเพื่อให้อุณหภูมิภายในโรงเรือนลดต่ำกว่าภายนอกโดยใช้โปรแกรม Arduino ในการควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อสั่งการพัดลมระบายอากาศให้สามารถทำงานแบบอัตโนมัติและแสดงผลผ่านแพลตฟอร์ม NETPIE โดยระบบอัตโนมัตินี้สามารถลดอุณหภูมิภายในโรงเรือนได้ 4.5 องศาเซลเซียส

คำสำคัญ : ระบบวัดและควบคุมอุณหภูมิ ลดอุณหภูมิ โรงเรือนเพาะปลูก

Title	Temperature Controlled System for Greenhouses		
Students	Mr.Panuwong Muenrit	Student ID 58051119	
	Mr.Panuwat Chobtamgit	Student ID 58051120	
Degree	Bachelor of Science (Applied Physics)		
Department	Physics		
Faculty	Science		
University	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL)		
Academic Year	2018		
Advisor	Mr.Surachart Kamoldilok		

Abstract

This special project was created an automatic temperature controlled system for greenhouse. With Arduino controller, temperature, light intensity, and air humidity were measure to investigated the difference between inside and outside of greenhouse. These parameter were important to improve crops product. With Arduino controller, measured parameter were investigate and control a greenhouse extended devices. This automatic system was decreased inside temperature up to 4.5 °C with greenhouse extended device such cooling pad and fans.

Keywords : Greenhouse , Temperature Controlled System

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงการพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีเนื่องจากได้รับความกรุณาอย่างสูงจาก อาจารย์ สุรชาติ กมลติก อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการพิเศษที่ได้ให้ความช่วยเหลือให้คำแนะนำ และตรวจสอบแก้ไขการดำเนินการจัดโครงการพิเศษ ผู้วิจัยมีความซาบซึ้งและเป็นผู้มีพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้

ขอบพระคุณอาจารย์ในสาขาฟิสิกส์ทุกท่าน ที่ได้กรุณาให้ความรู้ให้คำแนะนำ และให้ความคิดเห็นเป็นอย่างดีเสมอมา ทำให้ได้ข้อมูลครบถ้วนในงานวิจัยครั้งนี้

คุณงามความดีอันพึงมีจากโครงการพิเศษฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแต่บิดา มารดาอันเป็นที่เคารพยิ่งและคณาจารย์ผู้ประสาทวิชาความรู้ตลอดจนทุกๆ ท่านที่ให้อำลัใจช่วยเหลือจนกระทั่งโครงการพิเศษฉบับนี้จบลงด้วยดี

ภาณุวงศ์ หมื่นฤทธิ์
ภาณุวัฒน์ ขอบทำกิจ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญรูป.....	ช
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....	1
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย.....	1
1.4 ขั้นตอนการวิจัย.....	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1 หลักการของโรงเรือน.....	3
2.1.1 โรงเรือนแบบเปิด.....	3
2.1.2 โรงเรือนแบบปิด.....	3
2.2 สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมของพืช.....	4
2.3 ทฤษฎีการถ่ายเทความร้อน.....	4
2.4 หลักการทำงานของแผงรังผึ้ง.....	5
2.5 หลักการทำงานของเซนเซอร์.....	5
2.5.1 Digital Temperature Temp Sensor Probe DS18B20.....	5
2.5.2 DHT11.....	6
2.5.3 LDR Photoresistor Sensor Module.....	7
2.6 NETPIE.....	7
2.7 NodeMCU ESP8266.....	8
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย.....	10
3.1 วัสดุและอุปกรณ์.....	10
3.2 การออกแบบวงจร.....	11
3.3 ออกแบบการทำงาน.....	12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
3.3.1 โปรแกรม Arduino.....	13
3.3.2 เซนเซอร์และอุปกรณ์ควบคุม.....	14
3.4 ออกแบบและสร้างโรงเรือน.....	16
3.5 ออกแบบการทดลอง.....	17
3.6 ตำแหน่งการติดตั้งเซนเซอร์.....	18
3.7 ขั้นตอนการทำงาน.....	18
บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล.....	20
4.1 ผลการทดลอง.....	20
4.2 อภิปรายผลการทดลอง.....	32
4.2.1 การเปรียบเทียบระหว่างอุณหภูมิภายในและภายนอกโรงเรือน.....	32
4.2.2 การเปรียบเทียบความชื้นภายในขณะปิดระบบและเปิดระบบ.....	32
4.2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงเทียบกับอุณหภูมิ.....	32
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	33
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	33
5.2 ปัญหาที่พบในงานวิจัย.....	33
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	34
เอกสารอ้างอิง.....	35
ภาคผนวก.....	36
ภาคผนวก ก.....	37
ภาคผนวก ข.....	43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 ข้อมูล Digital Temperature Temp Sensor Probe DS18B20.....	14
3.2 ข้อมูล DHT11.....	14
3.3 ข้อมูล LDR Photoresistor Sensor Module.....	15
3.4 ข้อมูลปั้มน้ำ.....	15
3.5 ข้อมูลพัดลมระบายความร้อน.....	16



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 แผงรังผึ้ง.....	5
2.2 เซนเซอร์ Digital Temperature Temp Sensor Probe DS18B20	6
2.3 เซนเซอร์ DHT11.....	6
2.4 เซนเซอร์ LDR Photoresistor Sensor Module.....	7
2.5 การเชื่อมต่อ NETPIE	8
2.6 ESP866.....	8
3.1 ออกแบบวงจรวัดเซนเซอร์.....	11
3.2 ภาพรวมของระบบ.....	12
3.3 โปรแกรม Arduino.....	13
3.4 การออกแบบโรงเรือเพาะปลูก.....	16
3.5 ตำแหน่งการติดตั้งเซนเซอร์.....	17
3.6 การทดสอบวัดค่าอุณหภูมิ ความชื้นและความเข้มแสงจากเซนเซอร์.....	18
3.7 วัดค่าอุปกรณ์จากเซนเซอร์ตรวจวัดและทำการควบคุมพัดลมระบายอากาศและปั้มน้ำ.....	19
3.8 ติดตั้งเซนเซอร์ตรวจวัดอุปกรณ์ควบคุมและติดพลาสติกคลุมโรงเรือน.....	19
4.1 ตั้งโรงเรือนเพาะปลูกไว้กลางแดด ทำการวัดข้อมูลทำการทดลอง.....	20
4.2 กราฟแสดงการเปรียบเทียบระหว่างอุณหภูมิภายในและภายนอกโรงเรือนวันที่ 1.....	20
4.3 กราฟแสดงการเปรียบเทียบระหว่างความชื้นภายในและภายนอกโรงเรือนวันที่ 1.....	21
4.4 กราฟแสดงการเปรียบเทียบระหว่างความเข้มแสงกับอุณหภูมิต่อเวลาวันที่ 1.....	21
4.5 กราฟแสดงการเปรียบเทียบระหว่างอุณหภูมิภายในและภายนอกโรงเรือนวันที่ 2.....	22
4.6 กราฟแสดงการเปรียบเทียบระหว่างความชื้นภายในและภายนอกโรงเรือนวันที่ 2	22
4.7 กราฟแสดงการเปรียบเทียบระหว่างความเข้มแสงกับอุณหภูมิต่อเวลาวันที่ 2.....	23
4.8 กราฟแสดงการเปรียบเทียบระหว่างอุณหภูมิภายในและภายนอกโรงเรือนวันที่ 3.....	23
4.9 กราฟแสดงการเปรียบเทียบระหว่างความชื้นภายในและภายนอกโรงเรือนวันที่ 3.....	24
4.10 กราฟแสดงการเปรียบเทียบระหว่างความเข้มแสงกับอุณหภูมิต่อเวลาวันที่ 3.....	24
4.11 กราฟแสดงการเปรียบเทียบระหว่างอุณหภูมิภายในและภายนอกโรงเรือนวันที่ 4.....	25
4.12 กราฟแสดงการเปรียบเทียบระหว่างความชื้นภายในและภายนอกโรงเรือนวันที่ 4.....	25
4.13 กราฟแสดงการเปรียบเทียบระหว่างความเข้มแสงกับอุณหภูมิต่อเวลาวันที่ 4.....	26
4.14 กราฟแสดงการเปรียบเทียบระหว่างอุณหภูมิภายในและภายนอกโรงเรือนวันที่ 5.....	26
4.15 กราฟแสดงการเปรียบเทียบระหว่างความชื้นภายในและภายนอกโรงเรือนวันที่ 5.....	27
4.16 กราฟแสดงการเปรียบเทียบระหว่างความเข้มแสงกับอุณหภูมิต่อเวลาวันที่ 5.....	27

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.17 กราฟแสดงการเปรียบเทียบระหว่างอุณหภูมิภายในและภายนอกโรงเรือนวันที่ 6.....	28
4.18 กราฟแสดงการเปรียบเทียบระหว่างความชื้นภายในและภายนอกโรงเรือนวันที่ 6.....	28
4.19 กราฟแสดงการเปรียบเทียบระหว่างความเข้มแสงกับอุณหภูมิต่อเวลาวันที่ 6.....	29
4.20 กราฟแสดงการเปรียบเทียบระหว่างอุณหภูมิภายในและภายนอกโรงเรือนวันที่ 7.....	29
4.21 กราฟแสดงการเปรียบเทียบระหว่างความชื้นภายในและภายนอกโรงเรือนวันที่ 7.....	30
4.22 กราฟแสดงการเปรียบเทียบระหว่างความเข้มแสงกับอุณหภูมิต่อเวลาวันที่ 7.....	30
4.23 กราฟแสดงการเปรียบเทียบระหว่างอุณหภูมิภายในและภายนอกโรงเรือน 1 อาทิตย์.....	31
4.24 กราฟแสดงการเปรียบเทียบระหว่างความชื้นภายในและภายนอกโรงเรือน 1 อาทิตย์.....	31
5.1 กราฟแสดงการเปรียบเทียบระหว่างอุณหภูมิภายในและภายนอกโรงเรือนไม้ไผ่แผ่นรังผึ้ง...	33
5.2 กราฟแสดงการเปรียบเทียบระหว่างอุณหภูมิภายในและภายนอกโรงเรือน ไม้ไผ่แผ่นรังผึ้ง.....	34



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ประเทศไทยเป็นประเทศที่ตั้งอยู่ใกล้เส้นศูนย์สูตร ภูมิอากาศของประเทศเป็นแบบร้อนชื้น มีอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 19 – 38 องศาเซลเซียส และมีแนวโน้มสูงขึ้นเรื่อยๆ ประชากรส่วนใหญ่ภายในประเทศมีอาชีพเกษตรกร มีการเพาะปลูกพืชผลทางการเกษตรในทุกภูมิภาคซึ่งมีสภาพอากาศที่แตกต่างกัน เนื่องจากฤดูร้อนที่กินระยะเวลานานหรือมรสุมที่เข้ามาและการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศจากสภาวะเรือนกระจกที่ทำให้อากาศร้อนมากขึ้นเป็นผลทำให้พืชเจริญเติบโตได้ยาก ส่งผลให้ผลผลิตทางการเกษตรลดปริมาณลงและไม่มีคุณภาพ

ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาระบบที่สามารถตรวจสอบสภาพอากาศภายในโรงเรือนเพื่อที่จะตรวจสอบอุณหภูมิ ความชื้น และความเข้มแสงภายในโรงเรือนโดย การตรวจสอบและวิเคราะห์รวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาใช้ในการควบคุมอุณหภูมิภายในโรงเรือนแบบอัตโนมัติและพัฒนาโรงเรือนที่สามารถเพาะปลูกและเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ในทุกฤดูกาล โดยการควบคุมอุณหภูมิที่เหมาะสมกับพืชชนิดนั้นๆ นอกจากนี้ระบบโรงเรือนเพาะปลูกพืชยังสามารถป้องกันแมลงศัตรูพืชจะช่วยลดการใช้สารเคมีกำจัดแมลง อันเป็นการช่วยลดต้นทุนการผลิตและทำให้พืชปราศจากสารเคมี

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อออกแบบระบบควบคุมอุณหภูมิภายในโรงเรือนให้สามารถลดอุณหภูมิต่ำกว่าภายนอกโรงเรือน 3 องศาเซลเซียส โดยการทำงานแบบอัตโนมัติ

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

- 1) ศึกษาหลักการทำงานและประยุกต์ใช้เซนเซอร์ชนิดต่างๆ
- 2) ศึกษาหลักการเขียนโปรแกรม Arduino
- 3) ศึกษาการส่งข้อมูลและระบบควบคุมโรงเรือนผ่านอินเทอร์เน็ตด้วย NETPIE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ขั้นตอนของการวิจัย

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาหลักการทำงานของเซนเซอร์สำหรับวัดค่าพารามิเตอร์ที่สนใจ ศึกษาหลักการทำงานของ Arduino และการเขียนโปรแกรมที่ใช้ในการวัดและควบคุม

ขั้นตอนที่ 2 เตรียมอุปกรณ์เซนเซอร์ ลงมือทำการทดลองตรวจวัดพารามิเตอร์ เขียนโปรแกรมตรวจวัดและควบคุม

ขั้นตอนที่ 3 ออกแบบโรงเรือนและตำแหน่งติดตั้งเซนเซอร์สำหรับตรวจวัดและควบคุมอุณหภูมิ

ขั้นตอนที่ 4 จัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ควบคุมและสร้างโรงเรือน

ขั้นตอนที่ 5 ทำการติดตั้งเซนเซอร์ตรวจวัดและเครื่องควบคุมในโรงเรือน

ขั้นตอนที่ 6 เขียนโปรแกรมตรวจวัดและควบคุม ทำการวิเคราะห์ข้อมูล สรุปผล

ขั้นตอนที่ 7 เขียนรายงาน

กิจกรรม	ระยะเวลา							
	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.
ขั้นตอนที่1								
ขั้นตอนที่2								
ขั้นตอนที่3								
ขั้นตอนที่4								
ขั้นตอนที่5								
ขั้นตอนที่6								
ขั้นตอนที่7								

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการทำงานของเซนเซอร์และภาษาที่ใช้ในการเขียนโค้ด
- 2) ศึกษาโปรแกรมควบคุม และการออกแบบโรงเรือน
- 3) สามารถเป็นต้นแบบที่สามารถนำไปใช้งานได้จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

โรงเรือนเพาะปลูกพืชช่วยควบคุมสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช ปกป้องพืชจากแมลงศัตรูพืชและสารเคมี ทำให้ผลผลิตมีคุณภาพ สามารถควบคุมปัจจัยที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืชได้ง่ายกว่าการปลูกนอกโรงเรือน ทำให้สามารถเพาะปลูกพืชได้หลายรอบต่อปี สามารถติดตั้งอุปกรณ์เซนเซอร์และเครื่องควบคุมต่างๆที่ใช้ในการวัดและควบคุมโรงเรือนเพาะปลูกพืชได้ในระยะยาว

2.1 หลักการของโรงเรือน

โรงเรือน คือ สิ่งที่สร้างขึ้นเพื่อควบคุมสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมกับพืชที่ต้องการปลูก โรงเรือนสำหรับปลูกพืชแบบควบคุมสภาพอากาศ อุณหภูมิและความชื้น ให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืช ทำให้ได้ผลผลิตเร็ว มีปริมาณเพิ่มมากขึ้น และมีคุณภาพสูง โดยส่วนมากหลังคาและผนังของโรงเรือนจะถูกสร้างด้วยวัสดุโปร่งใสเพื่อให้แสงสว่างที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชผ่านได้ โรงเรือนปลูกพืชสามารถแบ่งออกได้เป็นสองชนิดดังนี้

2.1.1 โรงเรือนแบบเปิด

ใช้ตาข่ายเป็นผนังและกำแพง สามารถถ่ายเทอากาศได้อย่างสะดวกและติดตั้งระบบให้น้ำกับพืชได้หลายแบบ ป้องกันฝนไม่ให้ปะทะกับพืชโดยตรงซึ่งจะทำให้เกิดความเสียหายแก่พืชผัก ใช้แสงกรองแสง 50% ซึ่งทับผ้าพลาสติก ช่วยลดแสงสว่างไม่ให้มากเกินไป

2.1.2 โรงเรือนแบบปิด

เป็นโรงเรือนที่มีหลังคาและผนังส่วนมากเป็นพลาสติกใสกรองแสง จะมีทั้งแบบอ่อนและแข็ง มีอุปกรณ์ต่างๆติดตั้ง เช่น แผงรังผึ้งสำหรับช่วยลดอุณหภูมิและเพิ่มความชื้นภายในโรงเรือน ระบบการถ่ายเทอากาศโดยพัดลมระบายอากาศ ทำให้มีอากาศถ่ายเทอยู่ตลอดเวลา และควบคุมทิศทางของลมให้เข้าผ่านทางแผงรังผึ้ง สามารถกันแมลงศัตรูพืชได้ โรงเรือนจะแยกตามชนิดของพลาสติกที่ใช้เป็นวัสดุก่อ

1. พลาสติกแบบแข็ง (Rigid panel greenhouse) วัสดุที่นิยมใช้คือ อะคริลิก (Acrylic) และแผ่นโพลีคาร์บอเนต (Polycarbonate) ข้อดีของแผ่นอะคริลิกคือให้แสงผ่านได้ดีกว่าและอายุการใช้งานที่นานแต่สามารถติดไฟได้ง่าย ในขณะที่โพลีคาร์บอเนตจะได้รับความนิยมมากที่สุดในระดับอุตสาหกรรมเนื่องจากความทนทาน ติดไฟยาก และมีราคาถูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. พลาสติกแบบอ่อน (Flexible plastic films) ทำจากโพลีเอทิลีนหรือโพลีเอสเตอร์และโพลีไวนิลคลอไรด์ จุดเด่นคือราคาถูกแต่ระยะเวลาการใช้งานสั้น ถ้ามีสารป้องกันอุตราไวโอเล็ตจะมีอายุการใช้งาน 4 ปี สามารถลดแสง UV ได้ 87% แต่หากไม่มีจะมีอายุใช้งานเพียง 1 ปี โดยที่โพลีเอสเตอร์จะมีอายุการใช้งานนานที่สุด

2.2 สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับพืช

1. อุณหภูมิ อุณหภูมิของอากาศเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการคายน้ำของพืช ถ้าอุณหภูมิอากาศสูงจะทำให้พืชมีการคายน้ำที่เพิ่มขึ้นด้วย ทำให้ความต้องการน้ำของพืชก็จะยิ่งมากขึ้น อุณหภูมิที่เหมาะสมกับพืชนั้นจึงควรอยู่ที่ 15-40 องศาเซลเซียส

2. ความชื้น ความชื้นมีผลต่อการคายน้ำของพืช เมื่อมีความชื้นในอากาศมากเกินไปจะทำให้พืชเกิดเชื้อรา หากมีความชื้นน้อยพืชจะคายน้ำมากขึ้น พืชจึงมีความต้องการน้ำเพิ่มมากขึ้นตาม ความชื้นที่เหมาะสมคือต้องไม่น้อยแต่ก็ต้องไม่มากเกินไป

3. แสงสว่าง แสงเป็นปัจจัยสำคัญในการเจริญเติบโตและการสังเคราะห์แสงเพื่อสร้างอาหารของพืช พืชแต่ละชนิดจะมีความต้องการแสงที่ไม่เท่ากันและการได้รับแสงที่ไม่เพียงพอจะทำให้พืชนั้นไม่ออกดอกออกผล การสร้างโรงเรือนจึงต้องคำนึงถึงแสงสว่างที่เพียงพอต่อพืชด้วย

2.3 ทฤษฎีการถ่ายเทความร้อน

ทฤษฎีการถ่ายความร้อนมี 3 ประเภท ได้แก่

1. การนำความร้อน (Conduction) เป็นการถ่ายเทความร้อนภายในวัตถุหรือวัตถุต่อวัตถุที่อยู่ติดกัน จากอุณหภูมิสูงไปอุณหภูมิต่ำ เช่น การจับราวเหล็กที่อุณหภูมิต่ำ ความร้อนภายในร่างกายจะไหลผ่านไปสู่เหล็กทำให้ฝ่ามือที่สัมผัสกับเหล็กจะรู้สึกเย็นขึ้น

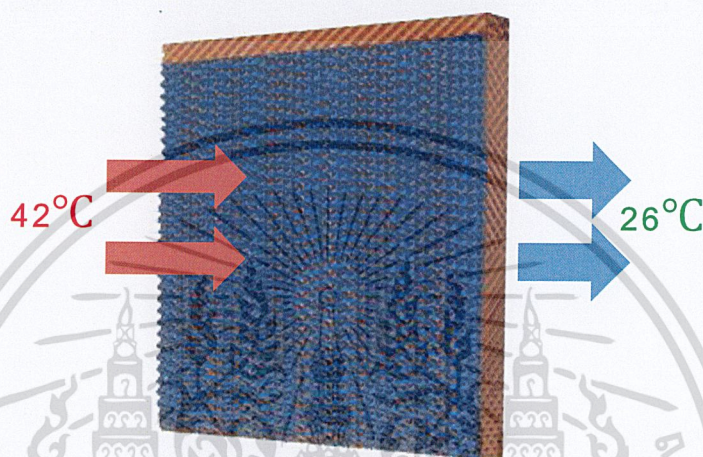
2. การพาความร้อน (Convection) เป็นการถ่ายเทความร้อนด้วยการเคลื่อนที่ของโมเลกุลของสาร ซึ่งมีสถานะเป็นของเหลวและแก๊ส การพาความร้อนส่วนมากมักเกิดขึ้นในบรรยากาศและมหาสมุทร เช่น การเกิดลมบกและลมทะเล

3. การแผ่รังสีความร้อน (Radiation) เป็นการถ่ายเทความร้อนในรูปของการแผ่รังสีความร้อนออกมาทุกทิศทางโดยไม่ต้องอาศัยตัวกลาง ตัวอย่างเช่นการแผ่รังสีความร้อนของดวงอาทิตย์

2.4 หลักการทำงานของแผงรังผึ้ง

ระบบระบายความร้อนสำหรับอากาศด้วยแผงรังผึ้งคูลิ่งแพด (Cooling pad) ในโรงเรือนเพาะปลูกเพื่อการระบายความร้อนภายในเป็นการใช้กระดาษคูลิ่งแพดสำหรับทำความเย็น โดยมีชั้นบางๆของน้ำที่เคลือบกับผิวกระดาษไฟเบอร์มีลักษณะเป็นลูกฟูกสลับไปมา เมื่ออากาศจากภายนอกที่อุณหภูมิถูกดูดจากพัดลมผ่านเข้ามาในแผ่นคูลิ่งแพด น้ำที่ซึมซับอยู่บนเยื่อกระดาษ

จะดูดซับความร้อนในอากาศและระเหยออกไปโดยพาความร้อนจำนวนมากออกไปด้วย ดังนั้น อุณหภูมิของอากาศที่ผ่าน쿨ลิ่งแพดที่เปียกชื้นนี้จึงลดลง อากาศที่ชื้นและเย็นจะถูกนำเข้าไปใน โรงเรือน สิ่งสกปรกและฝุ่นละอองต่างๆจากภายนอกก็จะถูกกำจัดไม่ให้เข้าไปภายในโรงเรือน อากาศที่เข้าไปจึงมีออกซิเจนมากและทำให้อากาศภายในโรงเรือนเป็นอากาศที่มีคุณภาพในโรงเรือน จุดเด่นของแผงรังผึ้งคือสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ถึง 40%



รูปที่ 2.1 แผงรังผึ้ง (Cooling pad)

(ที่มา: <https://shopee.co.th/> กระดาษ-Cooling-Padสำหรับพัดลมไอเย็น-HATARI-รุ่น-HT-AC10R1-i.7369235.223311029)

2.5 หลักการทำงานของเซนเซอร์

2.5.1 Digital Temperature Sensor Probe

ทฤษฎีการทำงานของ Digital Temp Sensor จะแปลงค่าความต้านทานภายในของวัสดุตามค่าของอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไปและค่าความต้านทานที่เปลี่ยนแปลงไปจะแปรผันตรงกับอุณหภูมิ หรือ ถ้าอุณหภูมิเพิ่มขึ้นค่าความต้านทานภายในจะเพิ่มขึ้นตาม การเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์สื่อสารข้อมูล I2C เพื่อประหยัดขา I/O ในการเชื่อมต่อสามารถสื่อสารข้อมูลด้วยสัญญาณข้อมูลเพียงเส้นเดียวได้โดยการต่อไอซีมาต่อกันหลายตัวแล้วแต่จำนวนต้องการของผู้ใช้งานเป็นบัส(Bus) โดยการสื่อสารที่เรียกว่า OneWire

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

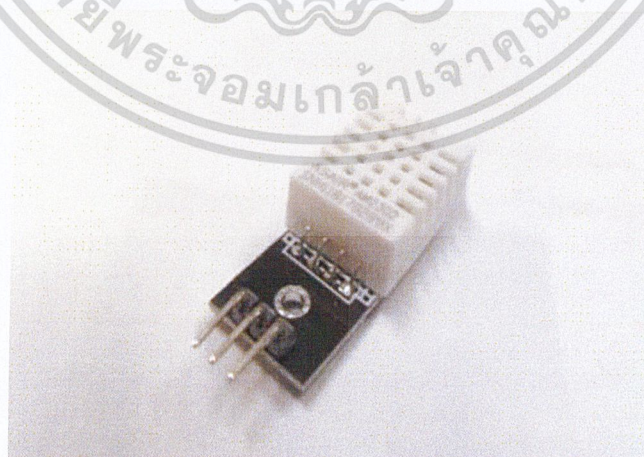


รูปที่ 2.2 เซนเซอร์ Digital Temperature Temp Sensor Probe DS18B20

2.5.2 DHT11

เป็นอุปกรณ์วัดความชื้นในอากาศ เซนเซอร์สร้างความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันและความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity หรือ RH) แสดงในรูปของร้อยละ (%) มีหน่วยเป็น %RH ค่าความชื้นที่ได้จะเป็นค่าความชื้นสัมพัทธ์ หมายถึง อัตราส่วนระหว่างปริมาณไอน้ำที่มีอยู่จริงในอากาศต่อปริมาณไอน้ำที่ทำให้อากาศอิ่มตัว ณ อุณหภูมิเดียวกัน

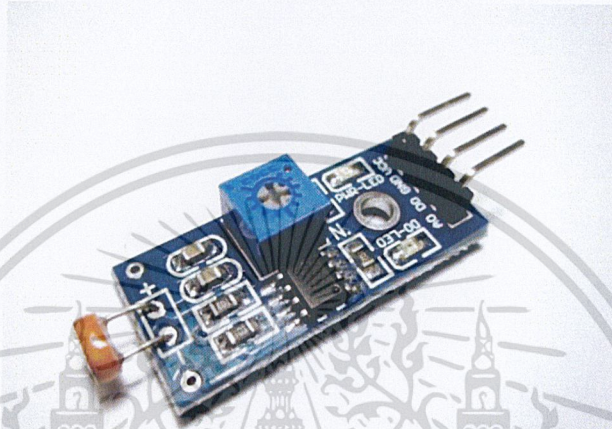
$$\text{สูตร ความชื้นสัมพัทธ์} = \left(\frac{\text{มวลของไอน้ำในอากาศ}}{\text{มวลของไอน้ำอิ่มตัว}} \right) \times 100$$



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับ **รูปที่ 2.3 เซนเซอร์ DHT11** ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.3 LDR Photoresistor Sensor Module

โมดูลสำหรับวัดแสงหลักการทำงานของ คือค่าความต้านทานภายในจะแปรผกผันกับความเข้มแสงที่ตกกระทบบ คือเมื่อมีแสงมาตกกระทบบที่ตัวเซนเซอร์ค่าความต้านทานภายในของ จะลดลงจนเกิดสภาพความนำไฟฟ้า ในขณะที่เดียวกันถ้าหากไม่มีแสงมาตกกระทบบค่าความต้านทานภายในก็จะสูงขึ้น

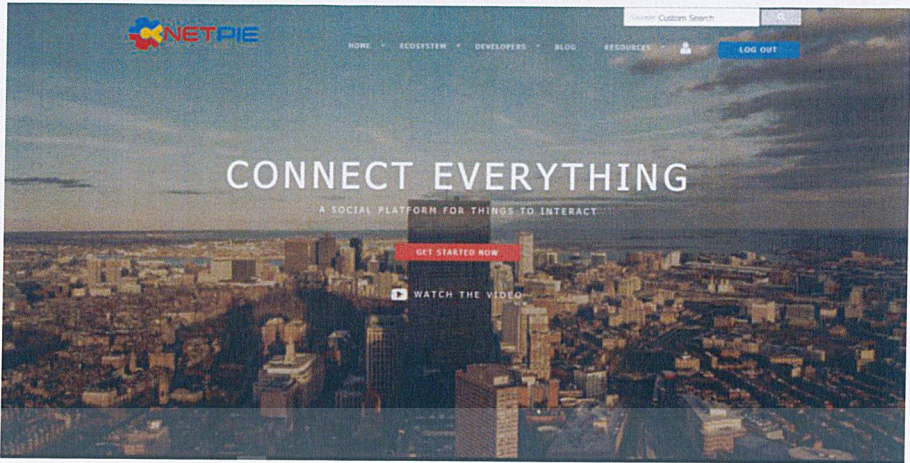


รูปที่ 2.4 เซนเซอร์ LDR Photoresistor Sensor Module
(ที่มา : https://www.gearbest.com/sensors/pp_485909.html)

2.6 NETPIE

NETPIE เป็นแพลตฟอร์มให้บริการสำหรับ Internet of Things(IoT) เปิดให้ผู้ใช้งานทั่วไปใช้งาน สามารถสื่อสารและเชื่อมต่อกันได้ทั้งแบบใช้สายและแบบไร้สาย มีวิธีการระบุตัวตน รับรู้สภาพแวดล้อมและโต้ตอบและทำงานร่วมกันได้ สามารถสื่อสารกับอุปกรณ์ได้ทุกอย่างโดยไม่ต้องกลัวว่าอุปกรณ์นั้นจะอยู่ที่ใด เพียงแค่นำ Microgear Library ซึ่งทำหน้าที่สร้างและดูแลช่องทางสื่อสารไปติดตั้งในอุปกรณ์ NETPIE ในปัจจุบันมี Microgear สำหรับ OS และ Embedded Board ที่เป็นที่ยอมรับสำหรับนักพัฒนาเกือบทุกชนิด

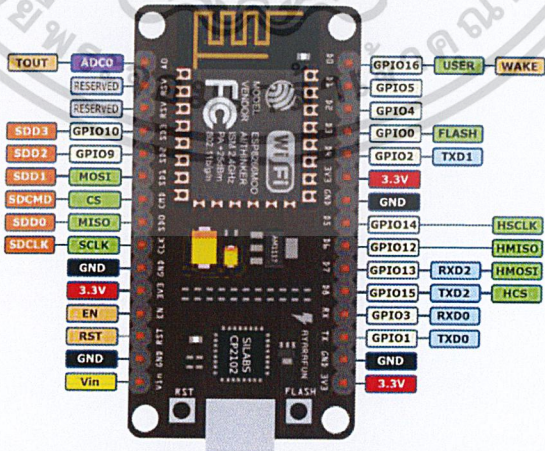
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 การเชื่อมต่อ NETPIE

2.7 NodeMCU ESP8266

NodeMCU เป็นแพลตฟอร์มที่ช่วยในการสร้างโปรเจกต์ Internet of Things(IoT) เป็น open source ใช้งานง่าย มาพร้อมโมดูล WiFi (ESP8266) มีพื้นที่โปรแกรมมากกว่าไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์บอร์ดอื่นๆ ใช้ในการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต เป็น NodeMCU version2 ใช้เป็น ESP-12E มีพอร์ต Input Output built-in มาในตัว สามารถเขียนโปรแกรมคอลโทรลอุปกรณ์ I/O ได้โดยไม่ต้องผ่านอุปกรณ์อื่นๆ NodeMCU ใช้งานร่วมกับ ArduinoIDE ใช้ภาษา C/C+ ในการเขียนโปรแกรม สามารถทำงานที่เกี่ยวข้องกับ IoT ในการรับข้อมูลและควบคุมระบบต่างๆผ่าน WiFi



รูปที่ 2.6 ESP866 version2

เอกสาร (ที่มา : <http://www.arduino.codemobiles.com/product/3/nodemcu-esp8266-wifi-development-kit-v2>)
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกหรือเผยแพร่ข้อมูลใดๆ อันถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขาของโมดูล

1. VCC เป็นขาสำหรับจ่ายไฟเข้าเพื่อให้โมดูลทำงาน มีแรงดันไฟฟ้า 3.3-3.6V
2. GND
3. Reset และ CH_PD(หรือ EN) เป็นขาต่อไฟเข้า+เพื่อให้โมดูลทำงานได้ ขา Reset สามารถลอยไว้ได้ แต่ขา CH_PD(หรือ EN)จำเป็นต้องต่อเข้า+เท่านั้น
4. GPIO เป็นขาดิจิตอลอินพุต/เอาต์พุต ทำงานที่แรงดัน 3.3V
5. GPIO15 เป็นขาต่อลง GND เพื่อให้โมดูลทำงาน
6. GPIO0 เป็นขาสำหรับเลือกโหมดทำงาน
7. ADC เป็นขานาล็อกอินพุต แรงดันได้สูงสุด 1V ขนาด 10 บิต



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

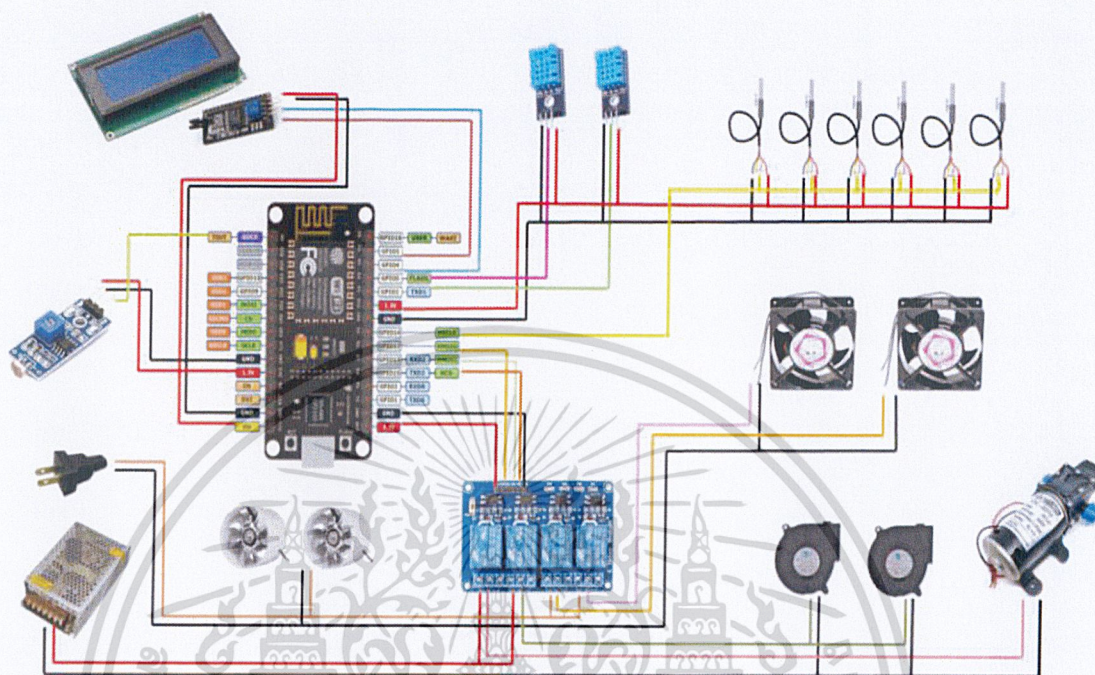
โครงงานนี้พิเศษนี้จะทำการวัดอุณหภูมิ ความชื้นและความเข้มแสงโดยใช้เซนเซอร์แต่ละชนิด เพื่อใช้ในการรวบรวมข้อมูลมาใช้ควบคุมอุณหภูมิภายในโรงเรือนให้ต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอกโรงเรือน โดยใช้โปรแกรม Arduino ในการวัดค่าและควบคุม

3.1 วัสดุและอุปกรณ์

1. ESP8266 V.2
2. Digital Temperature Temp Sensor Probe DS18B20
3. LDR Photoresistor Sensor Module
4. DHT11
5. พัดลมระบายอากาศ 220V
6. พัดลมดูดอากาศ 12V
7. พลาสติกคลุมโรงเรือน
8. ปั๊มน้ำ 12V
9. ท่อ PVC ขนาด ½ นิ้ว
10. แผงรังผึ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การออกแบบวงจร



รูปที่ 3.1 ออกแบบวงจรวัดเซนเซอร์

การเชื่อมต่ออุปกรณ์

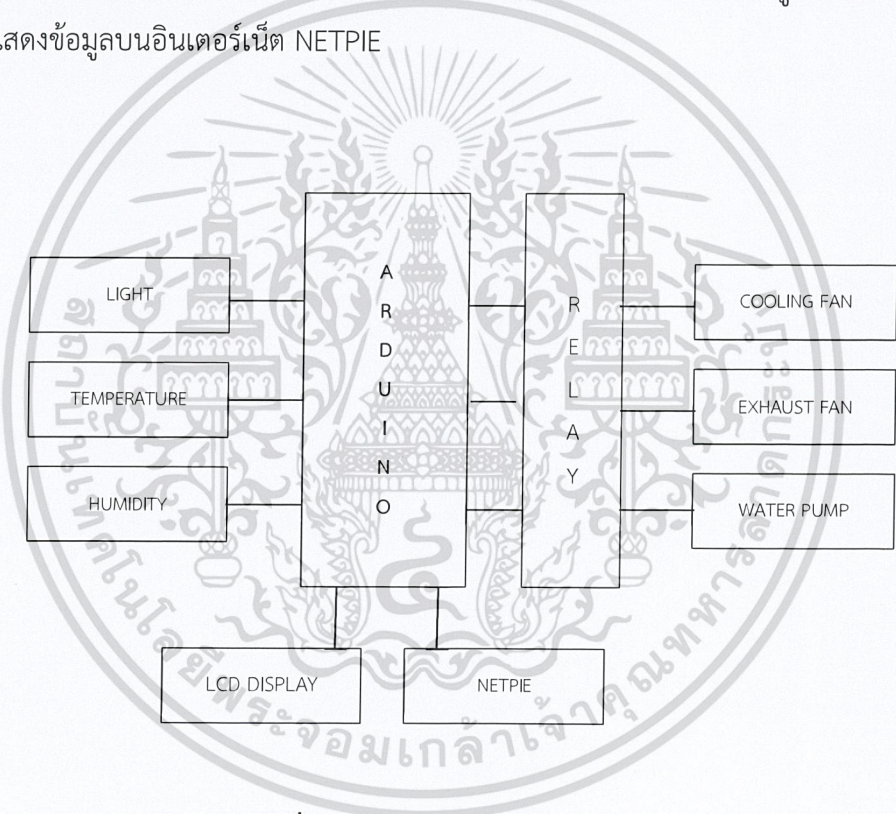
1. Digital Temperature Temp Sensor Probe DS18B20 วัดอุณหภูมิภายในโรงเรือนจำนวน 5 ตัวเปรียบเทียบกับนอกโรงเรือน 1 ตัว เชื่อมต่อกันแบบ I2C เชื่อมต่อขา Digital D4
2. DHT11 วัดความชื้นวัดเปรียบเทียบกับในโรงเรือนจำนวน 1 ตัวเชื่อมต่อข้อมูลขา Digital D3 ตัววัดนอกโรงเรือนจำนวน 1 ตัวเชื่อมต่อข้อมูลขา Digital D3
3. LDR Photoresistor Sensor Module วัดความเข้มแสงภายในโรงเรือนจำนวน 1 ตัวเชื่อมต่อข้อมูลขา Analog A0
4. หน้าจอแสดงผล LCD เชื่อมต่อขา Digital D1, D2
5. Relay เชื่อมต่อที่ขา Digital D5, D6, D7, D8
6. พัดลม 220V เชื่อมต่อกับ Relay5, Relay6
7. พัดลม 12V เชื่อมต่อกับ Relay7 และปั้มน้ำ 12V เชื่อมต่อกับ Relay8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ออกแบบการทำงาน

ระบบนำเสนอการตรวจวัดและควบคุมสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือน สำหรับโรงเรือนเพาะปลูกที่สามารถเพิ่มคุณภาพของผลผลิตในฤดูเก็บเกี่ยวหรือต่อสู้กับสภาพแวดล้อมของอากาศในปัจจุบันและแมลงที่เป็นศัตรูต่อพืช โครงสร้างการทำงานของระบบประกอบไปด้วยอุณหภูมิ ความชื้นและแสง Arduino และตัวควบคุม Relay

Arduino จะอ่านข้อมูลจากเซนเซอร์ตรวจจับการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อม ทำการประมวลผลและทำงานโดยถ่ายโอนข้อมูลไปยังรีเลย์เพื่อควบคุมการทำงานของพัดลมดูดอากาศ พัดลมระบายความร้อน และปั้มน้ำ Arduino เป็นส่วนสำคัญของระบบและมีความสะดวกในการตั้งค่าและสั่งการทำงานของระบบ มีจอแสดงผล LCD สำหรับแสดงสถานะข้อมูลและสามารถเชื่อมต่อแสดงข้อมูลบนอินเทอร์เน็ต NETPIE



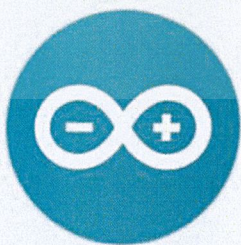
รูปที่ 3.2 ภาพรวมของระบบ

3.3.1 โปรแกรม Arduino

Arduino (Arduino IDE) โปรแกรมควบคุมการทำงานของบอร์ด Arduino Board เขียนด้วยภาษา C และเป็น Open Source ใช้งานง่าย ได้รับความนิยมสูง จึงทำให้มีแหล่งข้อมูลให้ศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมในเว็บบอร์ดหรือเว็บไซต์ในอินเทอร์เน็ตอีกมากมาย ภาษา C ของ Arduino จะจัดแบ่งรูปแบบโครงสร้างของการเขียนโปรแกรมออกเป็นส่วนย่อยๆ หลายๆ ส่วน โดยเรียกแต่ละส่วนว่า ฟังก์ชัน และ เมื่อนำฟังก์ชัน มารวมเข้าด้วยกัน ก็จะเรียกว่าโปรแกรม โดยโครงสร้างการเขียนโปรแกรมของ Arduino นั้น ทุกๆ โปรแกรมจะต้องประกอบไปด้วยฟังก์ชันจำนวน เท่าใดก็ได้ แต่อย่างน้อยที่สุดต้องมีฟังก์ชัน จำนวน 2 ฟังก์ชัน คือ `setup()` และ `loop()`

โครงสร้างพื้นฐานของภาษา C ที่ใช้กับ Arduino นั้นจะประกอบไปด้วย 3 ส่วนด้วยกัน คือ

1. Header ในส่วนนี้จะมีหรือไม่มีก็ได้ ถ้ามีต้องกำหนดไว้ในส่วนเริ่มต้นของโปรแกรม ซึ่งส่วนของ Header ได้แก่ ส่วนที่เป็น Compiler Directive ต่างๆ รวมไปถึงส่วนของการประกาศตัวแปร และค่าคงที่ต่างๆ ที่ใช้ในโปรแกรม
2. `setup()` ในส่วนนี้เป็นฟังก์ชันบังคับที่ต้องกำหนดให้มีในทุกๆ โปรแกรม ถึงแม้ว่าในบางโปรแกรมจะไม่ต้องการใช้งานก็ยังจำเป็นต้องประกาศไว้ด้วยเสมอ เพียงแต่ไม่ต้องเขียนคำสั่งใดๆ ไว้ในระหว่างวงเล็บปีกกา {} ที่ใช้เป็นตัวกำหนดขอบเขตของฟังก์ชัน โดยฟังก์ชันนี้จะใช้สำหรับบรรจุคำสั่งในส่วนที่ต้องการให้โปรแกรมทำงานเพียงรอบเดียวตอนเริ่มต้นทำงานของโปรแกรมครั้งแรกเท่านั้น ซึ่งได้แก่คำสั่งเกี่ยวกับการ Setup ค่าการทำงานต่างๆ
3. `loop()` เป็นส่วนฟังก์ชันบังคับที่ต้องกำหนดให้มีในทุกๆ โปรแกรมเช่นเดียวกันกับฟังก์ชัน `setup()` โดยฟังก์ชัน `loop()` นี้จะใช้บรรจุคำสั่งที่ต้องการให้โปรแกรมทำงานวนรอบซ้ำๆ กันไปไม่รู้จบ



ARDUINO 1.8.5

The open-source Arduino Software (IDE) makes it easy to write code and upload it to the board. It runs on Windows, Mac OS X, and Linux. The environment is written in Java and based on Processing and other open-source software.

This software can be used with any Arduino board. Refer to the [Getting Started](#) page for installation instructions.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับรูปที่ 3.3 โปรแกรม Arduino ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งหา(ที่มา: <https://arduino.th.softonic.com/>) องค์กรเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 เซนเซอร์และอุปกรณ์ควบคุม

3.3.2.1 Digital Temperature Temp Sensor Probe DS18B20

เป็นอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิใช้ IC DS18B20 เป็น IC สำหรับวัดอุณหภูมิเอาต์พุตเป็นแบบดิจิตอล จะมีวงจรประเภท ADC (Analog to Digital Converter) อยู่ภายใน การเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์จะสื่อสารข้อมูลแบบ I2C

ตารางที่ 3.1 ข้อมูล Digital Temperature Temp Sensor Probe DS18B20

ใช้แรงดันไฟเลี้ยง	3.0V ถึง 5.0V
ย่านการวัด	-55 °C ถึง +125 °C
ความแม่นยำ	±5°C
ขนาดโพรบ	6×50 mm
สายเชื่อมต่อ	แดง : VCC เหลือง : DATA ดำ : GND
ความยาวสายวัด	100 เซนติเมตร
สามารถกันน้ำได้	

3.3.3.2 DHT11

เป็นอุปกรณ์วัดความชื้นในอากาศ เซนเซอร์สร้างความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันและความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity หรือ RH) แสดงในรูปของร้อยละ (%) มีหน่วยเป็น %RH

ตารางที่ 3.2 ข้อมูล DHT11

ใช้แรงดันไฟเลี้ยง	3.0V ถึง 5.5V
ย่านการวัด	20 ถึง 90%RH
ความแม่นยำ	±5 %RH
ความละเอียด	1%
สายเชื่อมต่อ	1 : VCC 2 : DATA 3 : GND

3.3.2.3 LDR Photoresistor Sensor Module

โมดูลสำหรับวัดแสงโดยใช้ LDR ในการตรวจจับ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความเข้มแสงจะทำให้ความต้านทานเปลี่ยนแปลงตามแบบผกผัน ให้สัญญาณเอาต์พุตได้ทั้งแบบอนาล็อกระหว่าง 0-1024 และแบบดิจิตอล 0 กับ 1

ตารางที่ 3.3 ข้อมูล LDR Photoresistor Sensor Module

ใช้แรงดันไฟเลี้ยง	3.0V ถึง 5.0V
ย่านการวัด	แบบอนาลอก 0-1024 และแบบดิจิตอล 0 กับ1
ขนาด	3.2×1.4 เซนติเมตร
สายเชื่อมต่อ	1 : GND 2 : DATA 3 : VCC

3.3.2.4 ปั้มน้ำ

ปั้มน้ำแรงดันสูงแบบไดอะแฟรม เหมาะกับการใช้งานหลากหลายรูปแบบเช่นใช้ในการเกษตร ใช้ทำเครื่องพ่นยาฆ่าแมลง ใช้ร่วมกับเครื่องตั้งเวลาเปิดปิดรดน้ำ แปลงผัก ใช้ร่วมกับหัวสปริงเกอร์หรือหัวพ่นหมอกน้ำเพื่อพ่นหมอกน้ำระบายความร้อนให้กับโรงเรือน

ตารางที่ 3.4 ข้อมูลปั้มน้ำ

ใช้แรงดันไฟเลี้ยง	DC12V
การไหล	6 ลิตรต่อนาที
ความดันปั้ม	0.90MPA
ขนาดปั้มดูด	1-2 m
ขนาดหัวปั้ม	70 m
ขนาด	16.5×10×6 cm

3.3.2.5 พัฒนาระบายความร้อน

ใช้สำหรับระบายความร้อน ลดอุณหภูมิในโรงเรือน วัสดุกรอบทำด้วยโลหะ ส่วนใบพัดทำด้วยพลาสติก

ตารางที่ 3.5 ข้อมูลพัฒนาระบายความร้อน

ใช้แรงดันไฟเลี้ยง	220-240V
ความเร็วรอบ	2550 รอบ/นาที
กระแสไฟฟ้า	0.07 AMP
ขนาด	12x12 เซนติเมตร

3.4 ออกแบบและสร้างโรงเรือน



รูปที่ 3.4 ก.การออกแบบโรงเรือเพาะปลูก

- 1. โรงเรือนเป็นแบบหลังคาโค้งมีขนาด 60x150x70 เซนติเมตร ย่อจากขนาดจริง 6x15x4 เมตร ในอัตราส่วน 1:10 โครงสร้างเป็นท่อPVC ขนาด1/2 นิ้ว
- 2. ทางด้านหน้าเป็นตำแหน่งของพัฒนาระบายอากาศ ขนาด 3นิ้ว 220V จำนวน 4ตัวและพัดลมดูดอากาศ12V จำนวน 2ตัว

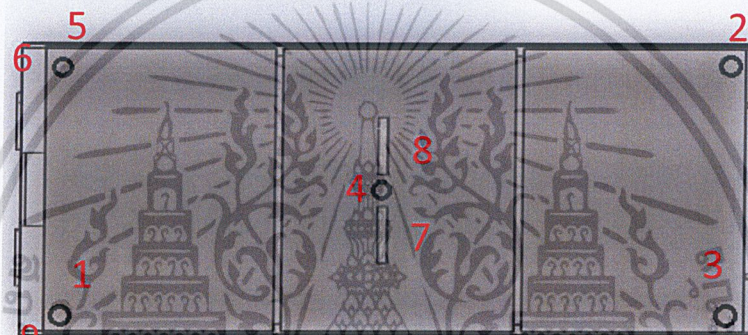
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ด้านหลังติดแผงรังผึ้ง (Cooling pad) สำหรับทำความเย็นขนาดขนาด 49×37×7 ซม. โดยมีปั๊ม DC 12V ดูดน้ำให้ไหลลงแผงรังผึ้ง โดยจะลดอุณหภูมิน้ำก่อนที่จะไหลลงแผงรังผึ้งเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการลดอุณหภูมิ

4. คลุมด้วยพลาสติกเคลือบสารป้องกันยูวี (UV3%) มีความหนา 150 ไมครอน

5. ประตูโรงเรือนเป็นประตูบานเปิดด้านหน้า

3.5 ตำแหน่งการติดตั้งเซนเซอร์



รูปที่ 3.5 ตำแหน่งการติดตั้งเซนเซอร์

1. หมายเลข 1, 2, 3, 4, 5 คือ เซนเซอร์ Temperature Temp Sensor Probe DS18B20 วัด อุณหภูมิภายในโรงเรือน

2. หมายเลข 6 คือ เซนเซอร์ Temperature Temp Sensor Probe DS18B20 วัด อุณหภูมิภายนอกโรงเรือน

3. หมายเลข 7 คือ เซนเซอร์ LDR Photoresistor Sensor Module วัดความเข้มแสงภายในโรงเรือน

4. หมายเลข 8 คือ เซนเซอร์ DHT11 วัดความชื้นภายในโรงเรือน

5. หมายเลข 9 คือ เซนเซอร์ DHT11 วัดความชื้นนอกโรงเรือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 ออกแบบการทดลอง

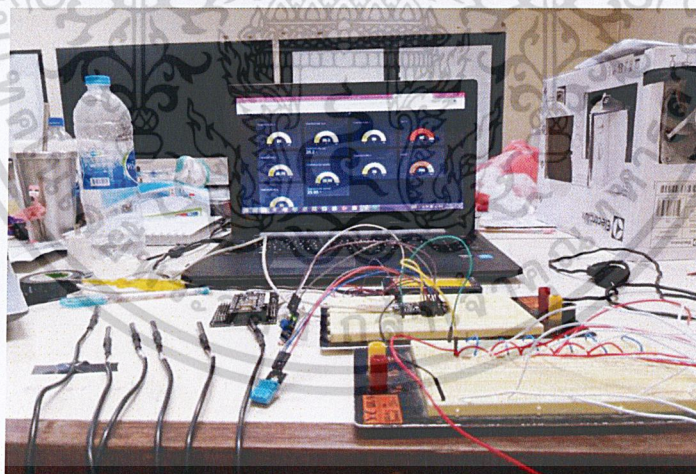
1. วัดอุณหภูมิระหว่างอุณหภูมิภายในโรงเรือนกับนอกโรงเรือนเพาะปลูกเมื่อทำการตั้งไว้กลางแดด เปรียบเทียบอุณหภูมิตอนทำการปิดระบบควบคุมและเปิดระบบควบคุม สามารถลดอุณหภูมิได้มากน้อยเท่าใด

2. วัดความชื้นระหว่างความชื้นภายในโรงเรือนกับนอกโรงเรือนเพาะปลูกเมื่อทำการตั้งไว้กลางแดด เปรียบเทียบความชื้นตอนทำการปิดระบบควบคุมและเปิดระบบควบคุม มีความแตกต่างกันมากน้อยเท่าใด

3. วัดความชื้นในโรงเรือนเพาะปลูกเมื่อทำการตั้งไว้กลางแดด เปรียบเทียบความเข้มแสงตอนทำการปิดระบบควบคุมและเปิดระบบควบคุม มีความแตกต่างกันมากน้อยเท่าใด

3.7 ขั้นตอนการทำงาน

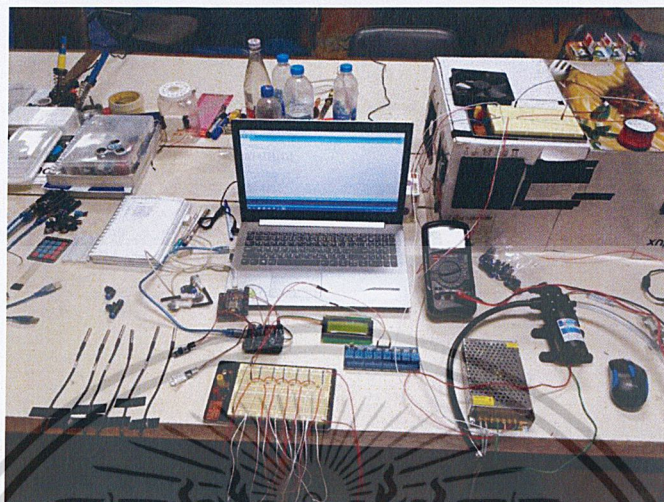
1. เขียนโปรแกรมคำสั่งวัดค่าอุณหภูมิ ความชื้นและความเข้มแสงจากเซนเซอร์ Digital Temperature Temp Sensor Probe DS18B20, LDR Photoresistor Sensor Module, DHT11 แสดงผลบนโปรแกรม Arduino หน้าจอแสดงผล Serial Monitor หน้าจอแสดงผล LCD และบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต NETPIE



รูปที่ 3.6 การทดสอบวัดค่าอุณหภูมิ ความชื้นและความเข้มแสงจากเซนเซอร์

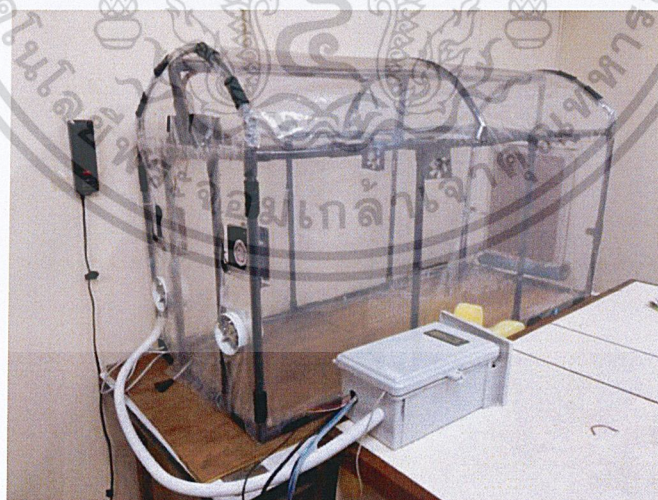
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ทดลองเขียนโปรแกรมใน Arduino IDE และออกแบบการควบคุมพัดลมและปั้มน้ำเพื่อใช้ในการลดอุณหภูมิ



รูปที่ 3.7 วัดค่าอุปกรณ์จากเซนเซอร์ตรวจวัด และทำการควบคุมพัดลมระบายอากาศและปั้มน้ำ

3. ติดตั้งเซนเซอร์ตรวจวัด อุปกรณ์ควบคุมและติดพลาสติกคลุมโรงเรือน



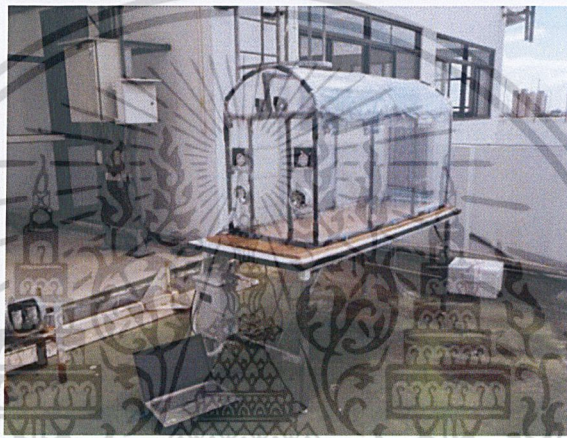
รูปที่ 3.8 ติดตั้งเซนเซอร์ตรวจวัด อุปกรณ์ควบคุมและติดพลาสติกคลุมโรงเรือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

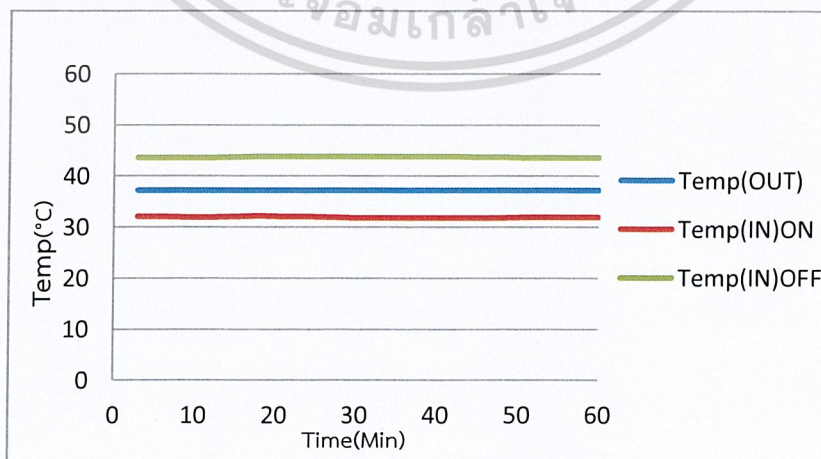
การทดลองวัดระบบควบคุมอุณหภูมิโดยใช้พัดลมระบายอากาศและแผงรังผึ้ง จัดทำการทดลองขึ้นทั้งหมด 7 วัน ใช้เวลาครั้งละ 1 ชม. โดยตั้งไว้กลางแจ้ง วัดอุณหภูมิภายในโรงเรือนเพาะปลูกและภายนอกโรงเรือน เมื่อปิดระบบควบคุมและเปิดระบบควบคุม ความชื้นและความเข้มแสง



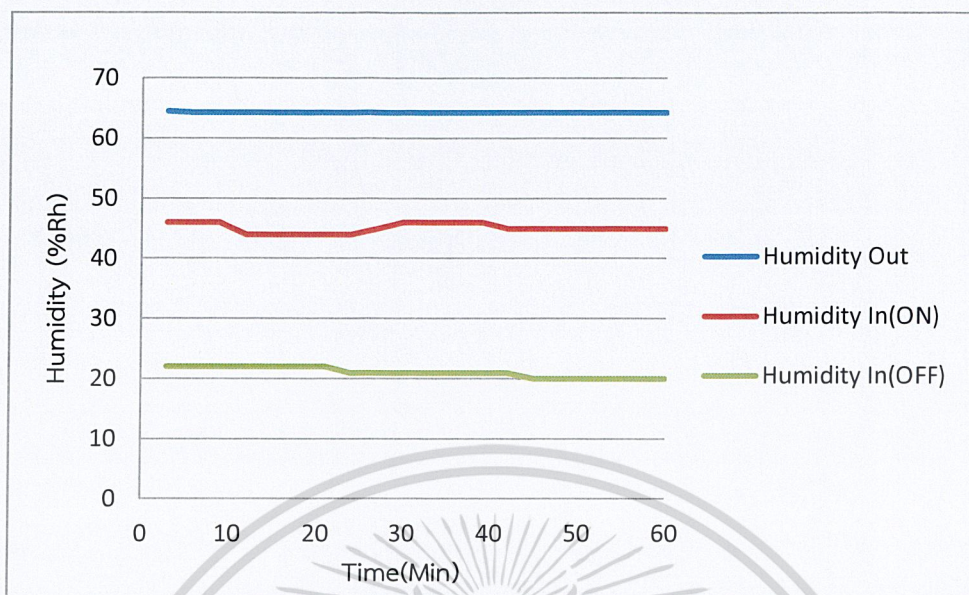
รูปที่ 4.1 ตั้งโรงเรือนเพาะปลูกไว้กลางแจ้ง ทำการวัดข้อมูลทำการทดลอง

4.1 ผลการทดลอง

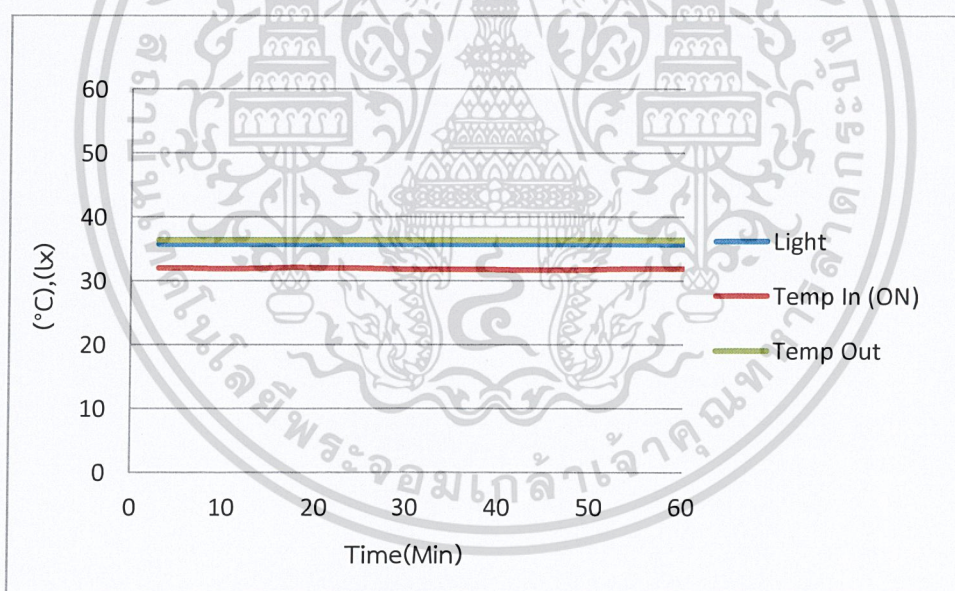
ผลการทดสอบวันที่ 1



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
รูปที่ 4.2 กราฟแสดงการเปรียบเทียบระหว่างอุณหภูมิภายในและภายนอกโรงเรือนวันที่ 1
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกกรณีการนำไปใช้



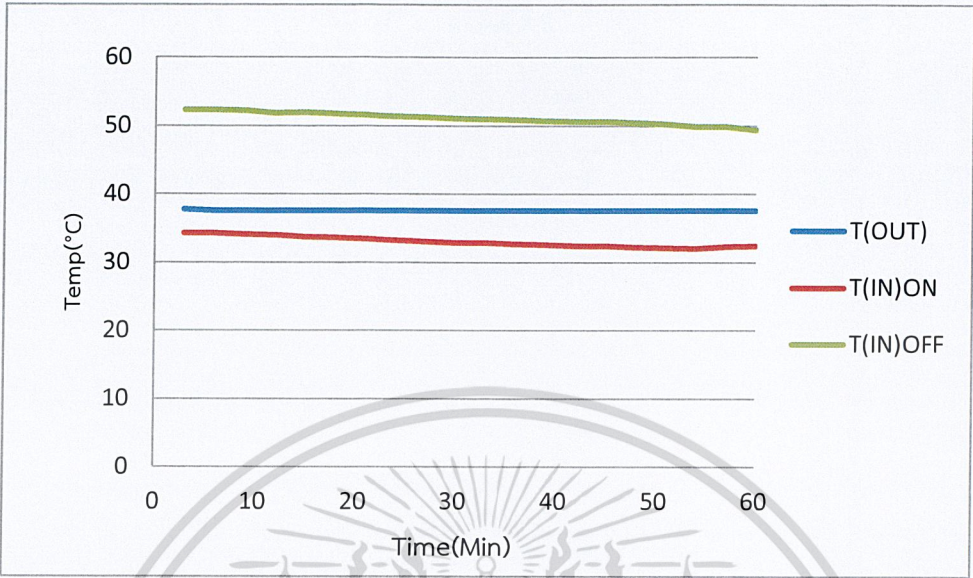
รูปที่ 4.3 กราฟแสดงการเปรียบเทียบระหว่างความชื้นภายในและภายนอกโรงเรือนวันที่ 1



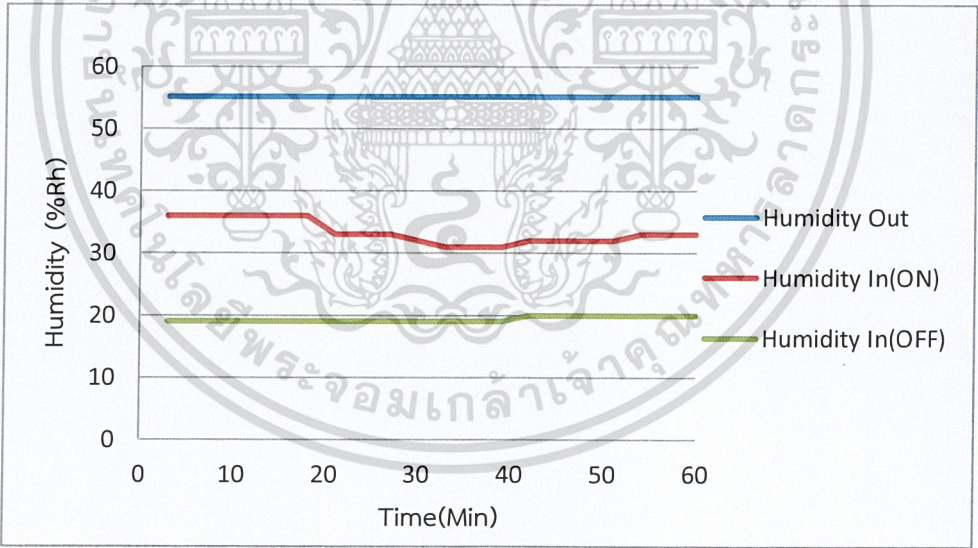
รูปที่ 4.4 กราฟแสดงการเปรียบเทียบระหว่างความเข้มแสงกับอุณหภูมิต่อเวลาวันที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบวันที่ 2

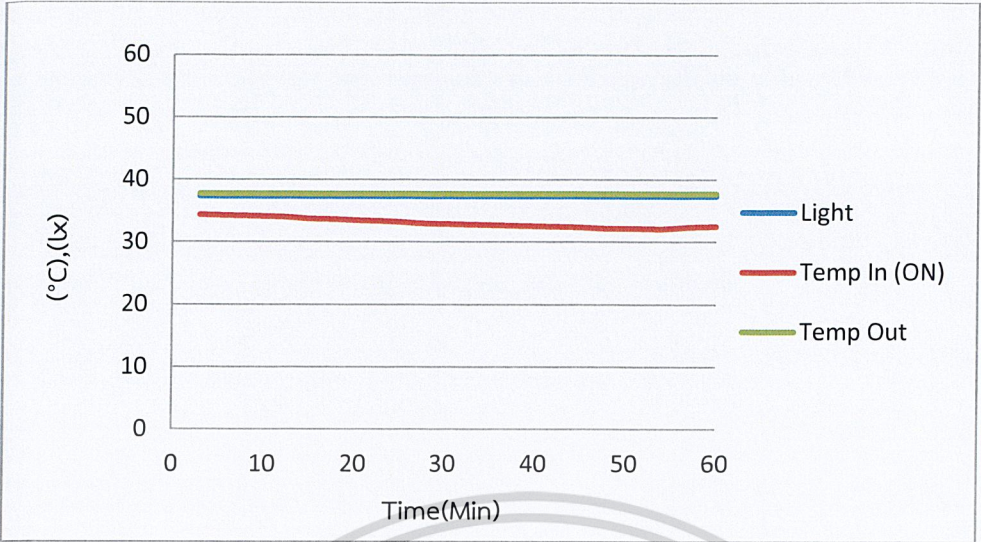


รูปที่ 4.5 กราฟแสดงการเปรียบเทียบระหว่างอุณหภูมิภายในและภายนอกโรงเรือนวันที่ 2



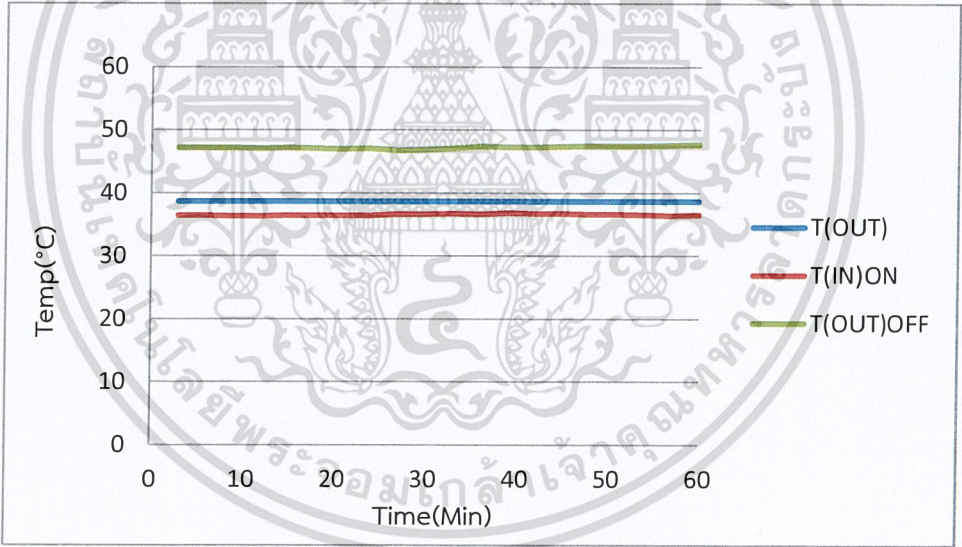
รูปที่ 4.6 กราฟแสดงการเปรียบเทียบระหว่างความชื้นภายในและภายนอกโรงเรือนวันที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



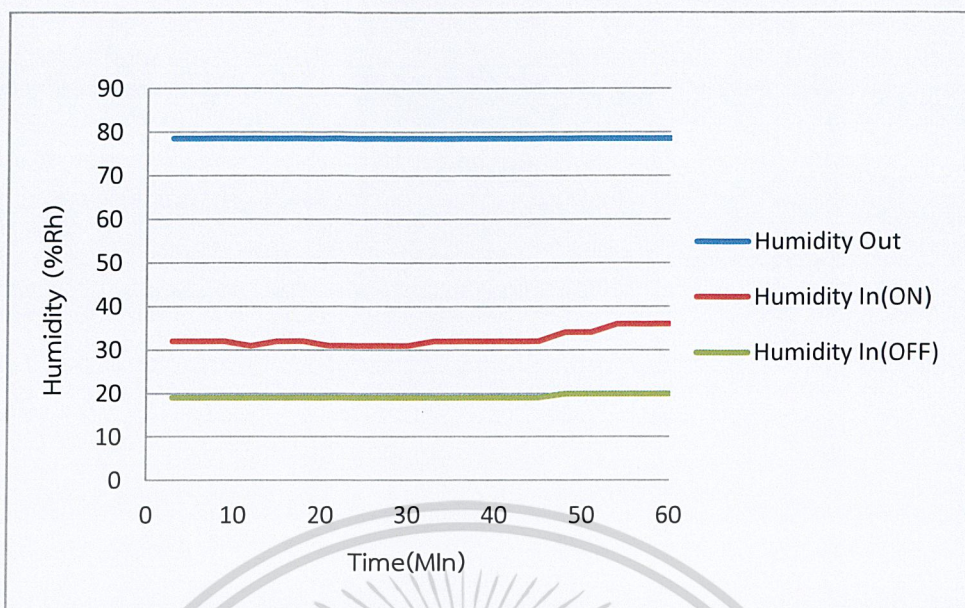
รูปที่ 4.7 กราฟแสดงการเปรียบเทียบระหว่างความเข้มแสงกับอุณหภูมิต่อเวลาวันที่ 2

ผลการทดสอบวันที่ 3

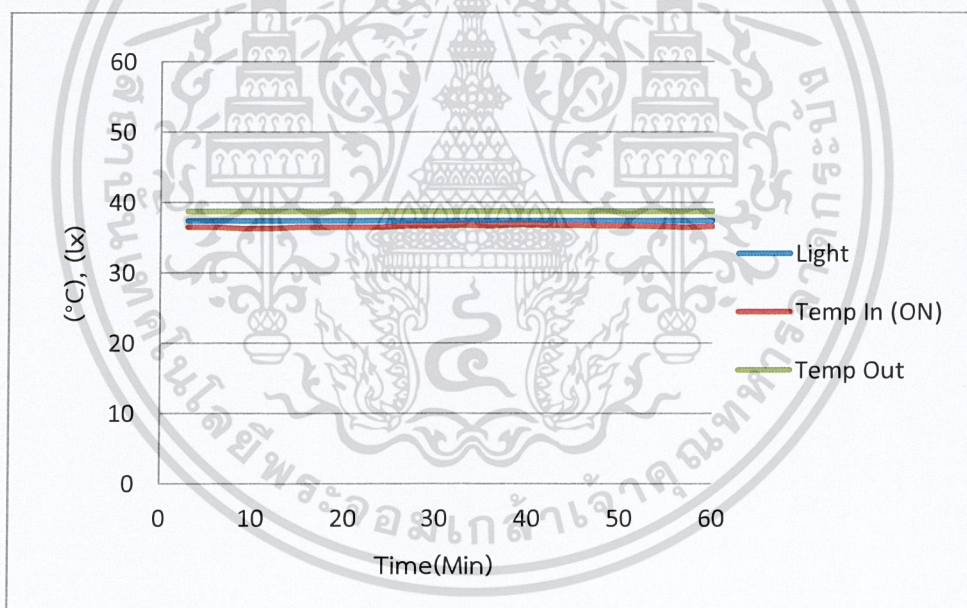


รูปที่ 4.8 กราฟแสดงการเปรียบเทียบระหว่างอุณหภูมิภายในและภายนอกโรงเรือนวันที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



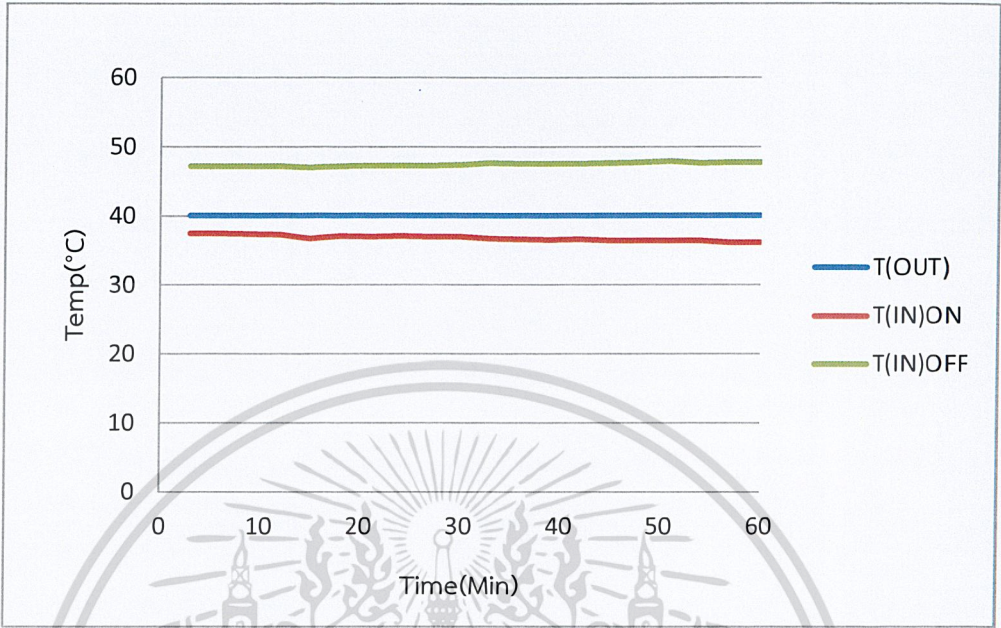
รูปที่ 4.9 กราฟแสดงการเปรียบเทียบระหว่างความชื้นภายในและภายนอกโรงเรือนวันที่ 3



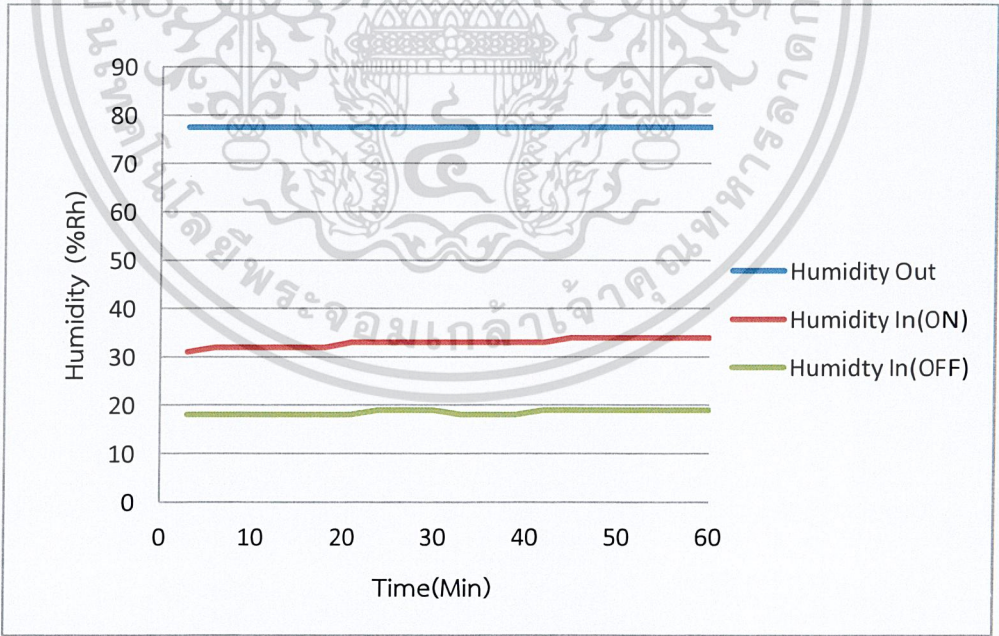
รูปที่ 4.10 กราฟแสดงการเปรียบเทียบระหว่างความเข้มแสงกับอุณหภูมิต่อเวลาวันที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบวันที่ 4

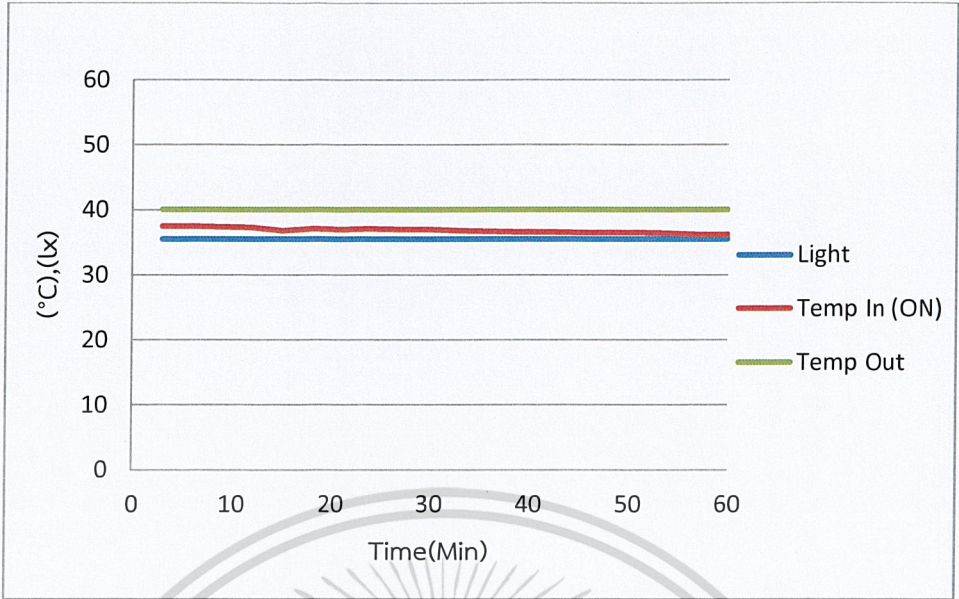


รูปที่ 4.11 กราฟแสดงการเปรียบเทียบระหว่างอุณหภูมิภายในและภายนอกโรงเรือนวันที่ 4



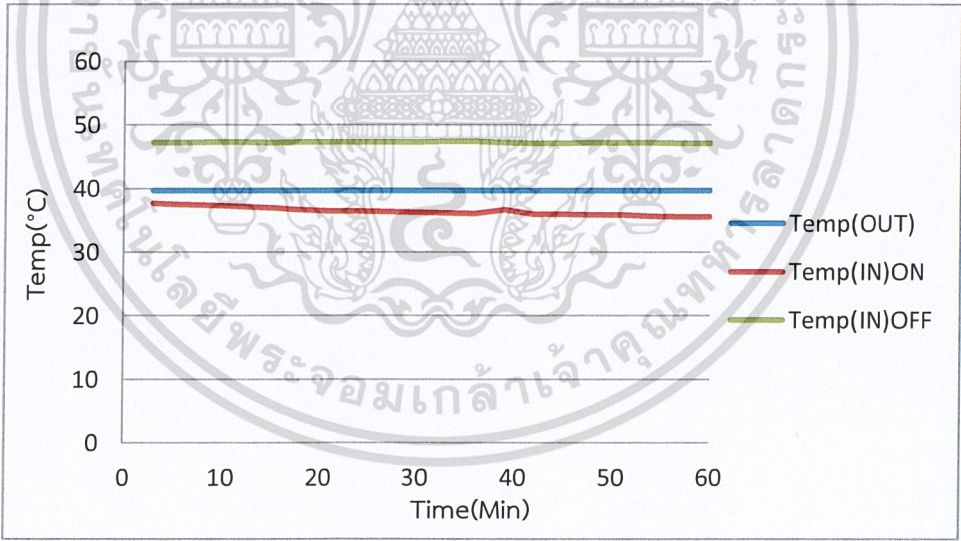
รูปที่ 4.12 กราฟแสดงการเปรียบเทียบระหว่างความชื้นภายในและภายนอกโรงเรือนวันที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



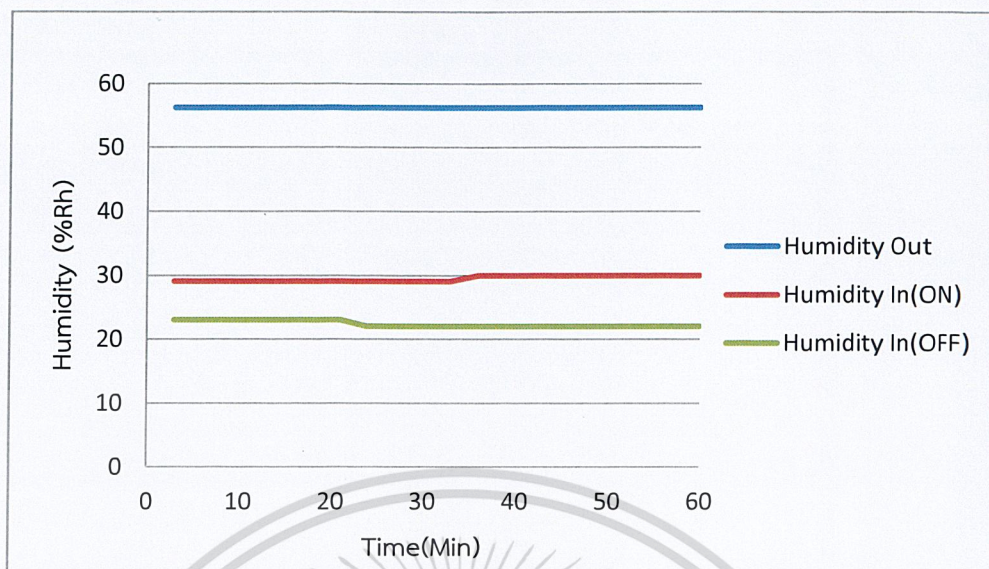
รูปที่ 4.13 กราฟแสดงการเปรียบเทียบระหว่างความเข้มแสงกับอุณหภูมิต่อเวลาวันที่ 4

ผลการทดสอบวันที่ 5

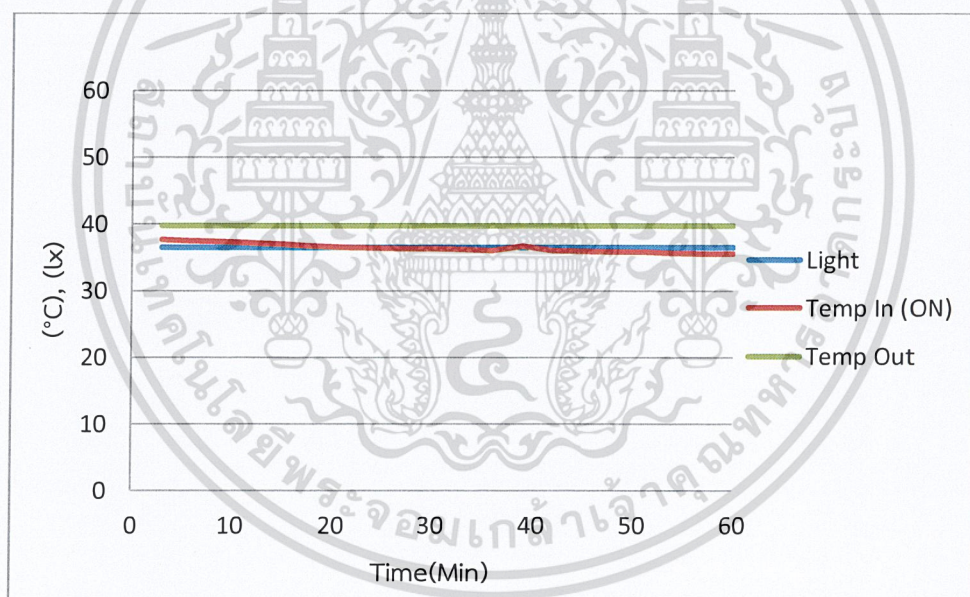


รูปที่ 4.14 กราฟแสดงการเปรียบเทียบระหว่างอุณหภูมิภายในและภายนอกโรงเรือนวันที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



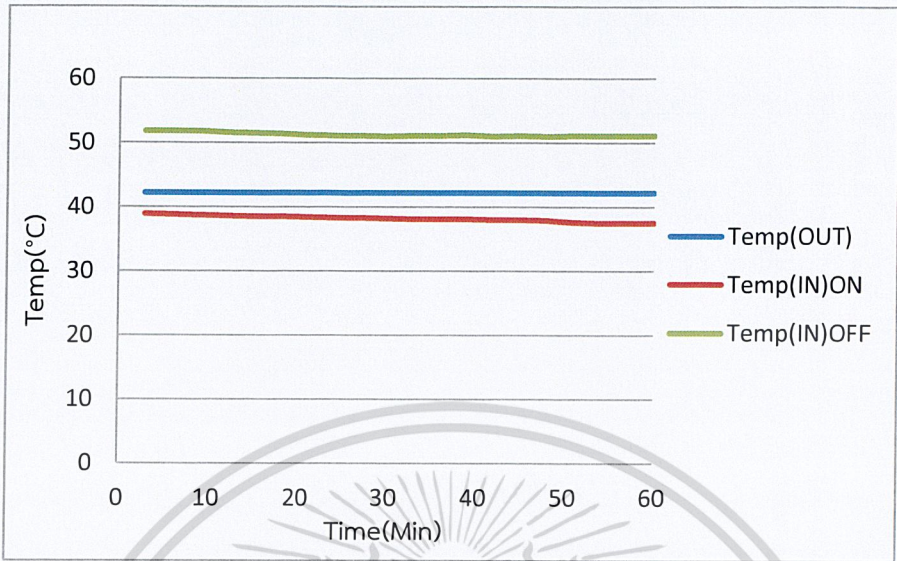
รูปที่ 4.15 กราฟแสดงการเปรียบเทียบระหว่างความชื้นภายในและภายนอกโรงเรือนวันที่ 5



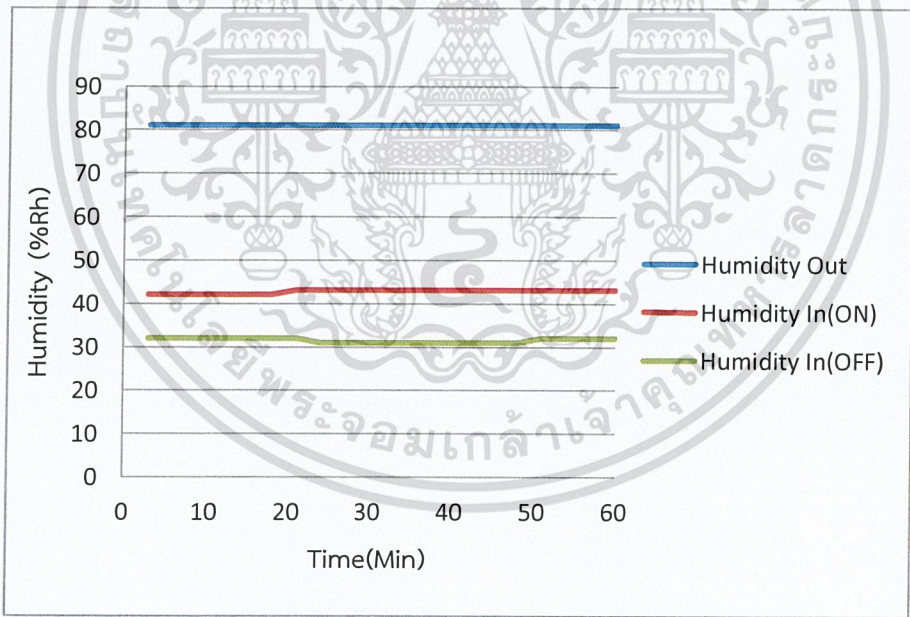
รูปที่ 4.16 กราฟแสดงการเปรียบเทียบระหว่างความเข้มแสงกับอุณหภูมิต่อเวลาวันที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองวันที่ 6

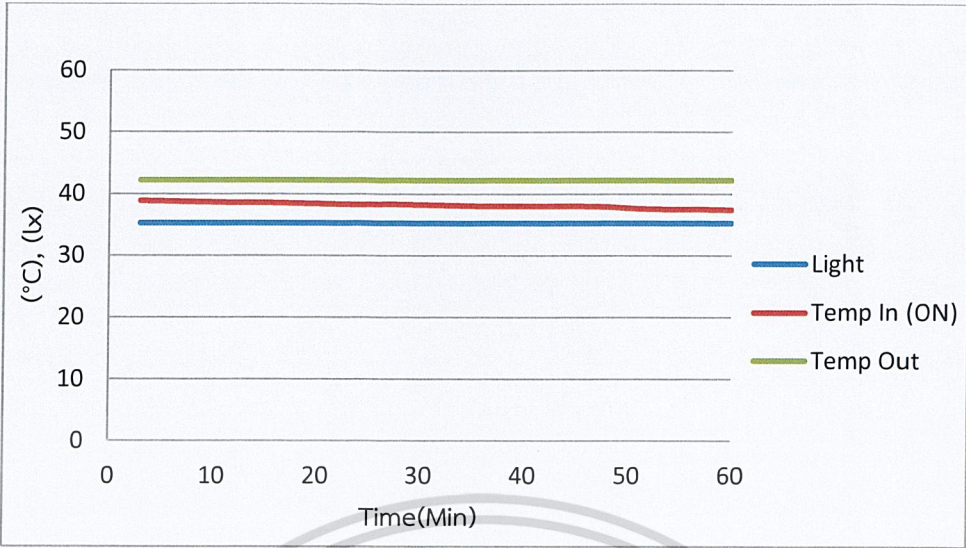


รูปที่ 4.17 กราฟแสดงการเปรียบเทียบระหว่างอุณหภูมิภายในและภายนอกโรงเรือนวันที่ 6

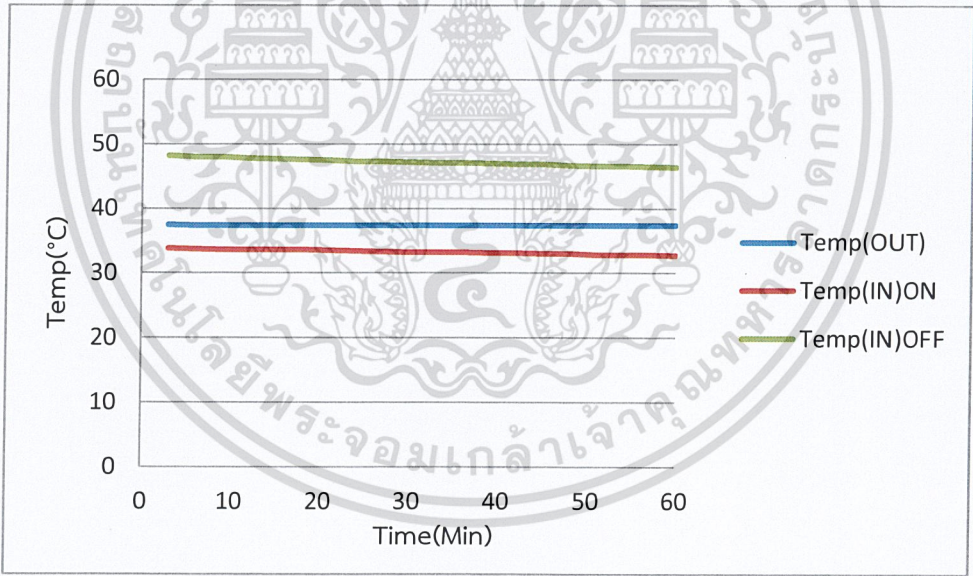


รูปที่ 4.18 กราฟแสดงการเปรียบเทียบระหว่างความชื้นภายในและภายนอกโรงเรือนวันที่ 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

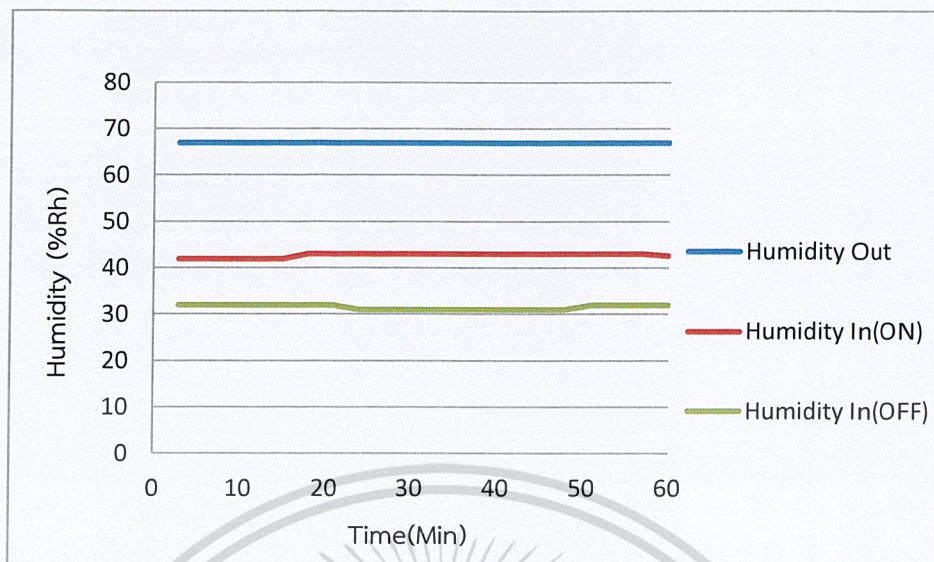


รูปที่ 4.19 กราฟแสดงการเปรียบเทียบระหว่างความเข้มแสงกับอุณหภูมิต่อเวลาวันที่ 6 ผลการทดลองวันที่ 7

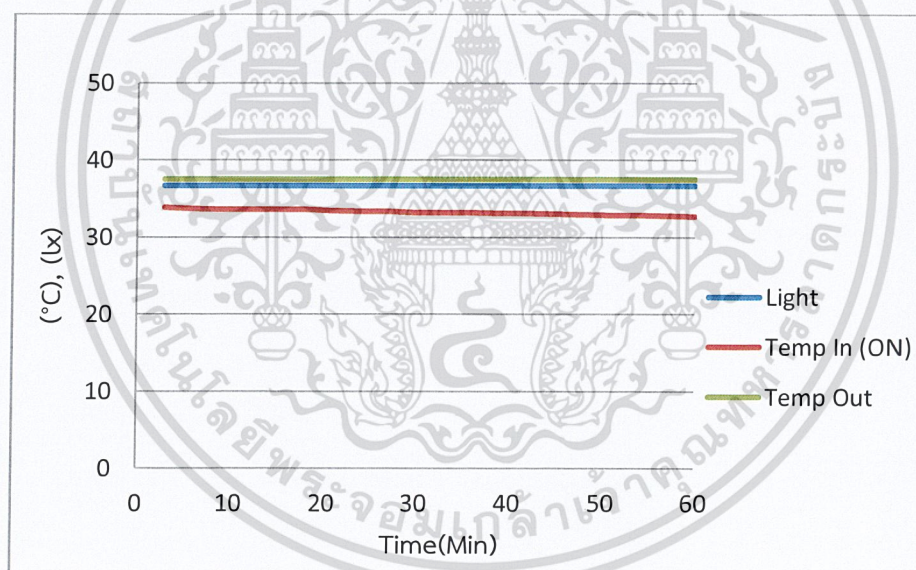


รูปที่ 4.20 กราฟแสดงการเปรียบเทียบระหว่างอุณหภูมิภายในและภายนอกโรงเรือนวันที่ 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



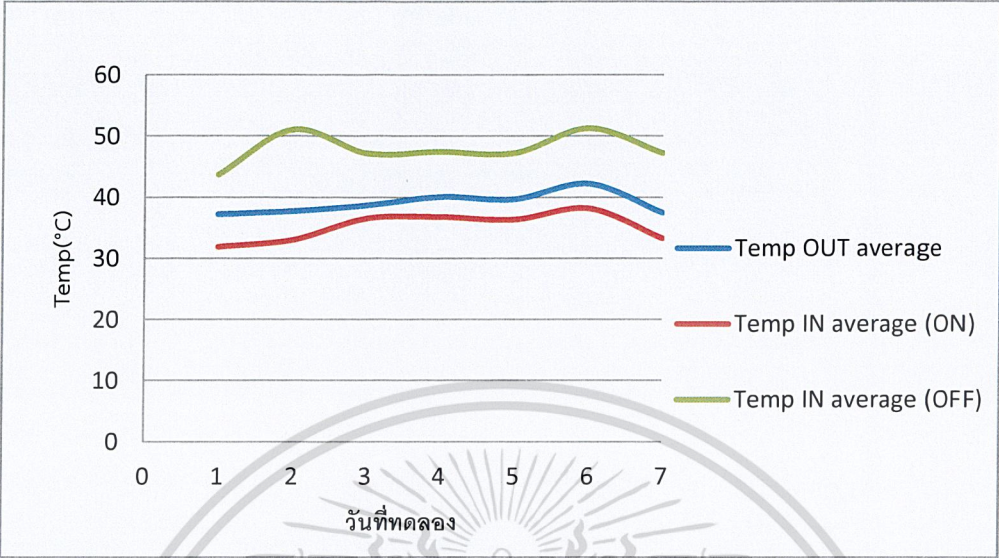
รูปที่ 4.21 กราฟแสดงการเปรียบเทียบระหว่างความชื้นภายในและภายนอกโรงเรือนวันที่ 7



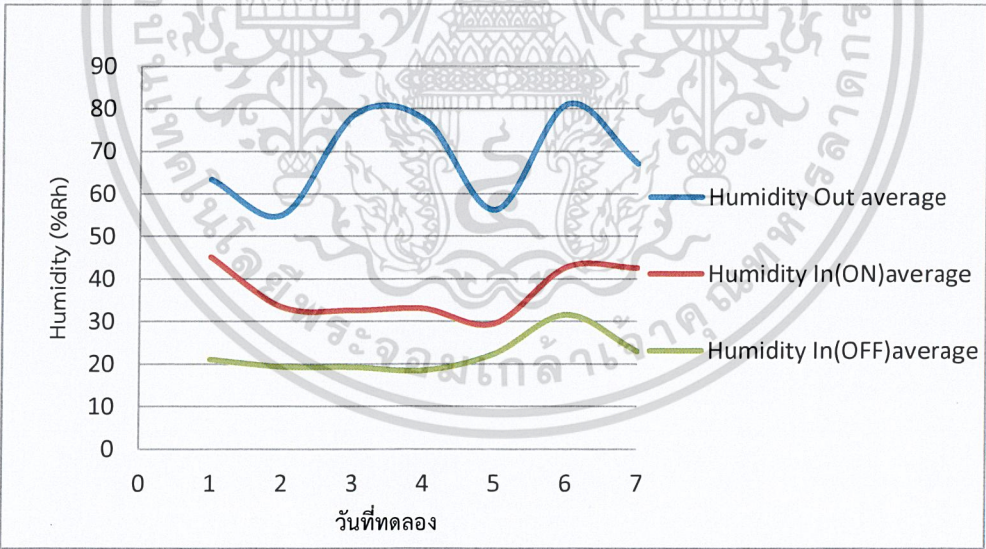
รูปที่ 4.22 กราฟแสดงการเปรียบเทียบระหว่างความเข้มแสงกับอุณหภูมิต่อเวลาวันที่ 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองเฉลี่ย 1 อาทิตย์



รูปที่ 4.23 กราฟแสดงการเปรียบเทียบระหว่างอุณหภูมิภายในและภายนอกโรงเรือน 1 อาทิตย์



รูปที่ 4.24 กราฟแสดงการเปรียบเทียบระหว่างความชื้นภายในและภายนอกโรงเรือน 1 อาทิตย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 อภิปรายผลการทดลอง

4.2.1 การเปรียบเทียบระหว่างอุณหภูมิภายในและภายนอกโรงเรือน

ทำการทดลอง 7 วัน วันละ 1 ชั่วโมง วัดเปรียบเทียบความแตกต่างของอุณหภูมิภายในโรงเรือนเพาะปลูกและนอกโรงเรือนตอนตั้งไว้กลางแจ้ง ขณะปิดระบบควบคุมพบว่า อุณหภูมิภายในโรงเรือนเพาะปลูกนั้นมีค่าสูงกว่าภายนอกโรงเรือน 8-12 องศาเซลเซียส ค่าที่วัดได้เซนเซอร์วัดอุณหภูมิภายในโรงเรือนมีค่าที่แตกต่างกัน เมื่อเปิดระบบควบคุมอุณหภูมิภายในโรงเรือนเพาะปลูกมีค่าต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอกโรงเรือน 3-5 องศาเซลเซียส และระบบควบคุมช่วยให้อุณหภูมิบริเวณภายในโรงเรือนเพาะปลูกมีค่าที่ใกล้เคียงกัน

4.2.2 การเปรียบเทียบความชื้นภายในขณะปิดระบบและเปิดระบบ

จากการทดลองวัดความชื้นภายในโรงเรือนขณะปิดระบบเปรียบเทียบกับความชื้นภายในขณะเปิดระบบ พบว่าความชื้นภายในโรงเรือน ณ ขณะที่ปิดระบบควบคุมอุณหภูมิจะมีค่าต่ำมากเนื่องจากความร้อนที่สะสมภายในโรงเรือน พืชที่อยู่ในสภาพที่ความชื้นต่ำ พืชจะคายน้ำเยอะขึ้น ทำให้สิ้นเปลืองน้ำเพื่อทำให้พืชรักษาระดับน้ำภายในลำต้นเพิ่มมากขึ้น แต่เมื่อทำการเปิดระบบควบคุมอุณหภูมิ ความชื้นภายในโรงเรือนจะเพิ่มขึ้นเนื่องจากแผงรังผึ้งที่ใช้น้ำในการลดอุณหภูมิซึ่งความชื้นที่เพิ่มขึ้นมาจะเป็นความชื้นที่เหมาะสมต่อพืช

4.2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงเทียบกับอุณหภูมิ

การทดลองในครั้งนี้มีการวัดความเข้มแสงเพื่อดูความเป็นไปได้ของอุณหภูมิ ณ ขณะนั้น จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงเทียบกับอุณหภูมิแสดงให้เห็นว่า เมื่อความเข้มแสงที่อ่านได้จากเซนเซอร์มีค่าน้อยจะหมายความว่าค่าความเข้มแสงจริงๆ ตอนนั้นมีค่าสูง อุณหภูมิที่ได้จึงควรสูงตาม และยังแสดงอุณหภูมิภายในโรงเรือนที่สามารถลดได้ ณ เวลานั้นด้วย

บทที่ 5

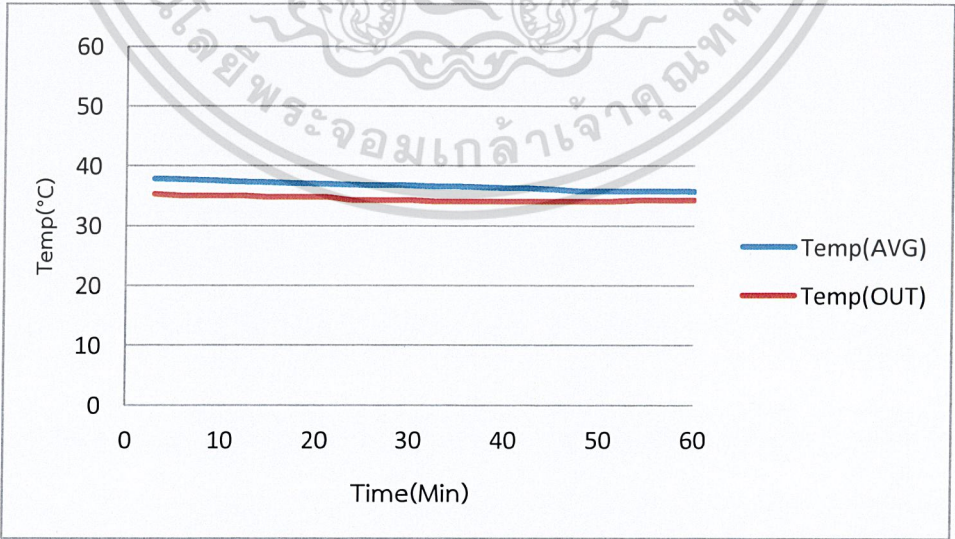
สรุปผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการวิจัย

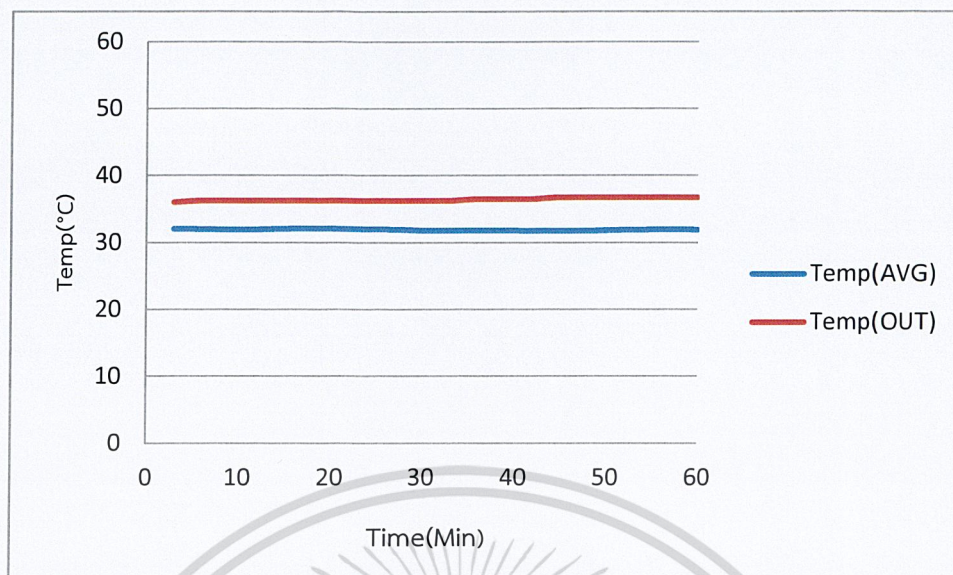
ผลการสร้างระบบควบคุมอุณหภูมิภายในเพาะปลูก สรุปผลได้ดังนี้ ระบบควบคุมอุณหภูมิภายในโรงเรือนเพาะปลูกประกอบด้วยเซนเซอร์ Digital Temperature Temp Sensor Probe DS18B20 วัดอุณหภูมิภายในโรงเรือนเพาะปลูกเปรียบเทียบกับอุณหภูมิภายนอกเมื่อตั้งอยู่บริเวณกลางแจ้ง อุณหภูมิภายในโรงเรือนสูงกว่าภายนอกโรงเรือนประมาณ 8-12 องศาเซลเซียส เมื่อเปิดระบบควบคุมสามารถลดอุณหภูมิภายในโรงเรือนต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอกเรือนได้ 3-5 องศาเซลเซียส เซนเซอร์ DHT11 วัดความชื้นภายในโรงเรือนเพาะปลูกเปรียบเทียบกับความชื้นภายนอกเมื่อตั้งอยู่บริเวณกลางแจ้ง ความชื้นภายในโรงเรือนมีค่าประมาณ 17-18% เมื่อเปิดระบบควบคุมสามารถเพิ่มความชื้นภายในโรงเรือนได้เป็น 31-42%

5.2 ปัญหาที่พบในงานวิจัย

โครงการพิเศษการควบคุมอุณหภูมิภายในโรงเรือนเพาะปลูกได้มีปัญหที่พบในงานวิจัย ในช่วงแรกมีการใช้พัดลมดูดอากาศอย่างเดียว สามารถลดอุณหภูมิได้ประมาณ 1-2 องศา ทำให้ลดอุณหภูมิได้ไม่ถึงวัตถุประสงค์ตามที่ตั้งเป้าไว้ จึงได้ทำการเพิ่มแผ่นรังผึ้ง ช่วยทำให้ลดอุณหภูมิได้ 3-5 องศาเซลเซียส



รูปที่ 5.1 กราฟแสดงการเปรียบเทียบระหว่างอุณหภูมิภายในและภายนอกโรงเรือน ยังไม่ได้ใส่แผ่นรังผึ้ง



รูปที่ 5.2 กราฟแสดงการเปรียบเทียบระหว่างอุณหภูมิภายในและภายนอกโรงเรือน
ใส่แผ่นรังผึ้ง

5.3 ข้อเสนอแนะ

1. ในการปรับปรุงตัวระบบควบคุมอุณหภูมิ การเพิ่มประสิทธิภาพการลดอุณหภูมิ เนื่องจากอุณหภูมิของน้ำมีผลต่อการลดอุณหภูมิภายในโรงเรือน ดังนั้นหากลดอุณหภูมิของน้ำที่ไหลเข้าสู่แผ่นรังผึ้ง ประสิทธิภาพของระบบจะเพิ่มขึ้น
2. การนำไปประยุกต์ใช้งานในโรงเรือนขนาดจริง ขนาดโมเดลโรงเรือน 60X150X70 ซม. จะใช้แผงรังผึ้งขนาด 50X40X10 ซม. ดังนั้นเมื่อนำไปประยุกต์ใช้จริงในโรงเรือนขนาด 6X15X7 ม. จึงจำเป็นต้องใช้แผงรังผึ้งขนาด 5X4X1 เมตรเพื่อจะสามารถลดอุณหภูมิได้เต็มประสิทธิภาพ
3. จากข้อที่ 2 การปรับใช้ระบบในโรงเรือนขนาดจริง ในส่วนของการลดอุณหภูมิ น้ำสามารถใช้เครื่องทำความเย็น (water cooled chiller) มาช่วยลดอุณหภูมิของน้ำได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

- [1] ระยองบริษัทจากญี่ปุ่น. โรงเรือนปลูกพืช. [Online]. Available : <https://www.hellofarming.com/14486131/%E0%B9%80%E0%B8%81%E0%B8%B5%E0%B9%88%E0%B8%A2%E0%B8%A7%E0%B8%81%E0%B8%B1%E0%B8%9A%E0%B9%80%E0%B8%A3%E0%B8%B2>
- [2] ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ. คู่มือการใช้งาน NETPIE. [Online]. Available : http://203.159.154.241/innogoth/wp-content/uploads/2017/09/NETPIE-WS_v23.pdf
- [3] ครูประภาส สุวรรณเพชร. เรียนรู้และลองเล่น Arduino เบื้องต้น. [Online]. Available : <http://www.thephyllconnect.com/images/Arduino/KruPraphasArduinoBook.pdf>
- [4] ArduinoAll. IC DS18B20 TO92 เซนเซอร์อุณหภูมิ 18B20. [Online]. Available : <https://www.arduinoall.com/product/88/ic-ds18b20>
- [5] May 21,2013 by Arduitonic การใช้งาน DHT11 Humidity and Temperature Sensor. [Online]. Available : <https://www.arduitronics.com/article/13/%0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B9%83%E0%B8%8A%E0%B9%89%E0%B8%87%E0%B8%B2%E0%B8%99-dht11-humidity-and-temperature-sensor-%E0%B8%81%E0%B8%B1%E0%B8%9A%E0%B8%9A%E0%B8%AD%E0%B8%A3%E0%B9%8C%E0%B8%94-arduino>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ตัวอย่างตารางบันทึกผลการวัดอุณหภูมิ ความชื้นและความเข้มแสง
ตารางที่ 1 ตารางบันทึกผลการทดลองวัดอุณหภูมิและความเข้มแสง(ปีระบบ 1 วัน)

Time (Min)	Temp1 (°C)	Temp2 (°C)	Temp3 (°C)	Temp4 (°C)	Temp5 (°C)	Temp(AVG) (°C)	Temp(OUT) (°C)
3.00	43.25	42.25	46.50	42.50	43.50	43.60	38.25
6.00	43.25	42.25	46.50	42.50	43.50	43.60	38.25
9.00	43.25	42.25	46.50	42.50	43.50	43.60	38.25
12.00	43.25	42.25	46.50	42.50	43.50	43.60	38.25
15.00	43.50	42.25	46.50	42.50	43.75	43.70	38.25
18.00	43.50	42.50	46.50	42.50	43.75	43.75	38.25
21.00	43.50	42.50	46.50	42.50	43.75	43.75	38.25
24.00	43.50	42.50	46.75	42.50	44.00	43.85	38.00
27.00	43.50	42.50	46.75	42.50	44.00	43.85	38.00
30.00	43.50	42.50	46.75	42.25	43.75	43.75	38.00
33.00	43.50	42.50	46.75	42.25	43.75	43.75	38.00
36.00	43.75	42.50	46.75	42.25	43.75	43.80	38.00
39.00	43.75	42.50	46.75	42.25	43.75	43.80	38.00
42.00	43.75	42.50	46.75	42.25	43.75	43.80	38.00
45.00	43.75	42.50	46.50	42.25	43.50	43.70	38.00
48.00	43.75	42.50	46.50	42.25	43.50	43.70	37.75
51.00	43.50	42.50	46.50	42.00	43.50	43.60	37.75
54.00	43.50	42.50	46.50	42.00	43.50	43.60	37.75
57.00	43.50	42.50	46.50	42.00	43.50	43.60	37.50
60.00	43.50	42.50	46.50	42.00	43.25	43.55	37.50

ตารางที่ 2 ตัวอย่างตารางบันทึกผลการทดลองวัดความชื้น(ปิดระบบ) 1 วัน

Time (Min)	Humidity In (%)	Humidity Out (%)	Light lx
3.00	19.00	57.20	35.00
6.00	19.00	57.00	34.00
9.00	19.00	56.90	35.00
12.00	19.00	56.90	35.00
15.00	19.00	57.20	35.00
18.00	19.00	57.20	35.00
21.00	19.00	57.00	36.00
24.00	19.00	56.70	36.00
27.00	19.00	56.50	35.00
30.00	19.00	56.30	35.00
33.00	19.00	56.00	35.00
36.00	19.00	55.70	35.00
39.00	19.00	55.20	36.00
42.00	20.00	55.00	36.00
45.00	20.00	55.10	36.00
48.00	20.00	55.00	37.00
51.00	20.00	54.20	37.00
54.00	20.00	54.40	37.00
57.00	20.00	53.40	36.00
60.00	20.00	53.20	36.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 ตัวอย่างตารางบันทึกผลการทดลองวัดอุณหภูมิและความเข้มแสง(เปิดระบบ)

1 วัน

Time (Min)	Temp1 (°C)	Temp2 (°C)	Temp3 (°C)	Temp4 (°C)	Temp5 (°C)	Temp(AVG) (°C)	Temp(OUT) (°C)
3.00	33.00	29.75	32.25	32.50	32.75	32.05	36.00
6.00	33.00	29.75	32.25	32.50	32.50	32.00	36.25
9.00	32.75	29.75	32.25	32.50	32.50	31.95	36.25
12.00	32.75	29.75	32.25	32.50	32.50	31.95	36.25
15.00	33.25	29.75	32.25	32.50	32.50	32.05	36.25
18.00	33.25	29.75	32.25	32.75	32.50	32.10	36.25
21.00	33.25	29.75	32.25	32.75	32.25	32.05	36.25
24.00	33.25	29.75	32.00	32.75	32.25	32.00	36.25
27.00	33.25	29.75	32.00	32.50	32.25	31.95	36.25
30.00	32.50	29.75	32.00	32.50	32.25	31.80	36.25
33.00	32.50	29.75	32.00	32.50	32.25	31.80	36.25
36.00	32.50	29.75	32.00	32.50	32.25	31.80	36.50
39.00	32.50	29.75	32.00	32.50	32.25	31.80	36.50
42.00	32.50	29.75	32.00	32.50	32.00	31.75	36.50
45.00	32.50	29.75	32.00	32.50	32.00	31.75	36.75
48.00	32.50	29.75	32.00	32.50	32.00	31.75	36.75
51.00	32.50	29.75	32.00	32.75	32.25	31.85	36.75
54.00	32.50	30.00	32.00	32.75	32.25	31.90	36.75
57.00	32.50	30.00	32.00	33.00	32.25	31.95	36.75
60.00	32.50	30.00	32.00	33.00	32.00	31.90	36.75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 ตัวอย่างตารางบันทึกผลการทดลองวัดความชื้น(เปิดระบบ) 1 วัน

Time (Min)	Humidity In (%)	Humidity Out (%)	Light (lx)
3.00	36.00	55.20	35.00
6.00	36.00	54.40	35.00
9.00	36.00	54.20	35.00
12.00	36.00	53.40	35.00
15.00	36.00	53.70	35.00
18.00	36.00	53.60	36.00
21.00	33.00	52.90	36.00
24.00	33.00	52.80	36.00
27.00	33.00	53.50	37.00
30.00	32.00	53.20	37.00
33.00	31.00	53.60	37.00
36.00	31.00	54.10	36.00
39.00	31.00	53.90	36.00
42.00	32.00	54.60	36.00
45.00	32.00	55.10	35.00
48.00	32.00	55.50	35.00
51.00	32.00	56.30	35.00
54.00	33.00	56.30	36.00
57.00	33.00	56.50	36.00
60.00	33.00	56.80	36.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 ตัวอย่างตารางบันทึกผลการทดลองวัดอุณหภูมิและความเข้มแสง(ปิดระบบ)

1 อาทิตย์

วันที่ทดลอง	Temp OUT average (°C)	Temp IN average (OFF) (°C)
1	37.21	43.70
2	37.79	51.09
3	38.68	47.23
4	40.09	47.47
5	39.70	47.25
6	42.24	51.28
7	37.53	47.24

ตารางที่ 6 ตัวอย่างตารางบันทึกผลการทดลองวัดอุณหภูมิและความเข้ม(เปิดระบบ) 1

อาทิตย์

วันที่ทดลอง	Temp OUT average (°C)	Temp IN average (ON) (°C)
1	37.21	31.91
2	37.79	33.05
3	38.68	36.53
4	40.09	36.80
5	39.70	36.37
6	42.24	38.21
7	37.53	33.28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 ตัวอย่างตารางบันทึกผลการทดลองวัดความชื้น(ปิดระบบ) 1 อาทิตย์

วันที่ทดลอง	Humidity Out average (%)	Humidity In (OFF)average (%)	Light (lx)
1	63.41	21.05	35.60
2	55.14	19.35	35.30
3	78.55	19.25	35.45
4	77.46	18.50	35.45
5	56.26	22.35	35.95
6	81.10	31.55	35.50
7	67.05	23.00	35.85

ตารางที่ 8 ตัวอย่างตารางบันทึกผลการทดลองวัดความชื้น(เปิดระบบ) 1 อาทิตย์

วันที่ทดลอง	Humidity Out average (%)	Humidity In(ON)average (%)	Light (lx)
1	63.41	45.10	35.75
2	55.14	33.35	37.45
3	78.55	32.55	37.5
4	77.46	32.95	35.5
5	56.26	29.45	35.95
6	81.10	42.70	35.8
7	67.05	42.55	35.85

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

การเขียนโปรแกรม Arduino

ส่วนการเขียนวัดค่าอุณหภูมิ ความชื้นและความเข้มแสง

```

24-04 | Arduino 1.8.5
File Edit Sketch Tools Help

24-04
1 #include <DHT.h>
2 #include <OneWire.h>
3 #include <DallasTemperature.h>
4 #include <Wire.h>
5 #include <LiquidCrystal_I2C.h>
6 LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,20,4);
7 #define ONE_WIRE_BUS 10
8 OneWire oneWire(ONE_WIRE_BUS);
9 DallasTemperature sensor(&oneWire);
10 DHT dht1;
11 DHT dht2;
12 int analogPin = A0;
13 int val = 0;
14 int FAN0 = 2;
15 int FANP = 3;
16 int FANL = 4;
17 int FAN2 = 5;
18
19 DeviceAddress T1 = { 0x28, 0xFF, 0x86, 0x86, 0x3, 0x17, 0x04, 0x03 };
20 DeviceAddress T2 = { 0x28, 0xFF, 0x4B, 0x42, 0x3, 0x17, 0x05, 0x04 };
21 DeviceAddress T3 = { 0x27, 0xFF, 0x85, 0x33, 0x04, 0x17, 0x04, 0x0E };
22 DeviceAddress T4 = { 0x27, 0xFF, 0x84, 0x85, 0x2, 0x17, 0x04, 0x08 };
23 DeviceAddress T5 = { 0x28, 0xFF, 0x28, 0x85, 0x3, 0x17, 0x04, 0x08 };
24 DeviceAddress T6 = { 0x28, 0xFF, 0x2D, 0x81, 0x3, 0x17, 0x05, 0x02 };
25
26 float X1 = 0;
27 float X2 = 0;
28 float X3 = 0;
29 float X4 = 0;
30 float X5 = 0;
31 float AVG = 0;
32 float X6 = 0;
33
34 void setup(void)
35 {

```

ส่วนในการแสดงผลของค่าอุณหภูมิ ความชื้นและความเข้มแสงผ่านทาง Serial Monitor

```

COM5
Temp1 = 52.00 C Temp2 = 51.25 C Temp3 = 51.00 C Temp4 = 51.50 C Temp5 = 54.00 C Temp IN (Average) = 45.76 C Temp OUT = 45.50 C Humidity1 = 22.0 % Humidity2 = 72.6 % Light = 32 lx
Temp1 = 52.00 C Temp2 = 51.00 C Temp3 = 51.00 C Temp4 = 51.50 C Temp5 = 54.25 C Temp IN (Average) = 45.60 C Temp OUT = 46.50 C Humidity1 = 22.0 % Humidity2 = 72.6 % Light = 32 lx
Temp1 = 52.00 C Temp2 = 51.00 C Temp3 = 51.00 C Temp4 = 51.25 C Temp5 = 54.25 C Temp IN (Average) = 45.55 C Temp OUT = 46.00 C Humidity1 = 22.0 % Humidity2 = 72.7 % Light = 32 lx
Temp1 = 51.75 C Temp2 = 50.75 C Temp3 = 51.00 C Temp4 = 51.25 C Temp5 = 54.25 C Temp IN (Average) = 45.35 C Temp OUT = 39.75 C Humidity1 = 22.0 % Humidity2 = 72.9 % Light = 33 lx
Temp1 = 51.50 C Temp2 = 50.75 C Temp3 = 50.75 C Temp4 = 51.25 C Temp5 = 54.25 C Temp IN (Average) = 45.20 C Temp OUT = 39.50 C Humidity1 = 22.0 % Humidity2 = 72.9 % Light = 33 lx
Temp1 = 51.25 C Temp2 = 50.50 C Temp3 = 50.75 C Temp4 = 51.00 C Temp5 = 54.25 C Temp IN (Average) = 45.00 C Temp OUT = 39.25 C Humidity1 = 22.0 % Humidity2 = 73.0 % Light = 33 lx
Temp1 = 51.00 C Temp2 = 50.25 C Temp3 = 50.75 C Temp4 = 51.00 C Temp5 = 54.00 C Temp IN (Average) = 48.85 C Temp OUT = 39.25 C Humidity1 = 22.0 % Humidity2 = 73.2 % Light = 33 lx
Temp1 = 51.00 C Temp2 = 50.25 C Temp3 = 50.75 C Temp4 = 50.85 C Temp5 = 53.75 C Temp IN (Average) = 48.00 C Temp OUT = 39.00 C Humidity1 = 22.0 % Humidity2 = 73.4 % Light = 34 lx
Temp1 = 50.75 C Temp2 = 50.00 C Temp3 = 50.25 C Temp4 = 50.85 C Temp5 = 53.75 C Temp IN (Average) = 48.00 C Temp OUT = 39.00 C Humidity1 = 22.0 % Humidity2 = 73.2 % Light = 34 lx
Temp1 = 50.50 C Temp2 = 49.75 C Temp3 = 50.50 C Temp4 = 50.50 C Temp5 = 53.75 C Temp IN (Average) = 48.45 C Temp OUT = 39.00 C Humidity1 = 22.0 % Humidity2 = 73.2 % Light = 30 lx
Temp1 = 50.50 C Temp2 = 49.75 C Temp3 = 50.50 C Temp4 = 50.80 C Temp5 = 53.75 C Temp IN (Average) = 48.45 C Temp OUT = 39.00 C Humidity1 = 22.0 % Humidity2 = 73.4 % Light = 29 lx
Temp1 = 50.50 C Temp2 = 49.75 C Temp3 = 50.50 C Temp4 = 50.50 C Temp5 = 53.50 C Temp IN (Average) = 48.60 C Temp OUT = 39.00 C Humidity1 = 22.0 % Humidity2 = 73.3 % Light = 29 lx
Temp1 = 50.75 C Temp2 = 50.00 C Temp3 = 50.25 C Temp4 = 50.75 C Temp5 = 53.50 C Temp IN (Average) = 48.45 C Temp OUT = 39.25 C Humidity1 = 22.0 % Humidity2 = 73.3 % Light = 29 lx
Temp1 = 50.75 C Temp2 = 50.00 C Temp3 = 50.25 C Temp4 = 50.75 C Temp5 = 53.50 C Temp IN (Average) = 48.45 C Temp OUT = 39.25 C Humidity1 = 22.0 % Humidity2 = 73.4 % Light = 29 lx
Temp1 = 50.50 C Temp2 = 50.00 C Temp3 = 50.25 C Temp4 = 50.50 C Temp5 = 53.50 C Temp IN (Average) = 48.50 C Temp OUT = 39.25 C Humidity1 = 22.0 % Humidity2 = 73.5 % Light = 29 lx
Temp1 = 50.50 C Temp2 = 49.75 C Temp3 = 50.25 C Temp4 = 50.50 C Temp5 = 53.50 C Temp IN (Average) = 48.45 C Temp OUT = 39.25 C Humidity1 = 22.0 % Humidity2 = 73.6 % Light = 30 lx
Temp1 = 50.25 C Temp2 = 49.75 C Temp3 = 50.25 C Temp4 = 50.25 C Temp5 = 53.50 C Temp IN (Average) = 48.35 C Temp OUT = 39.00 C Humidity1 = 22.0 % Humidity2 = 73.4 % Light = 30 lx
Temp1 = 50.00 C Temp2 = 49.75 C Temp3 = 50.25 C Temp4 = 50.25 C Temp5 = 53.50 C Temp IN (Average) = 48.25 C Temp OUT = 39.00 C Humidity1 = 22.0 % Humidity2 = 73.7 % Light = 30 lx
Temp1 = 49.75 C Temp2 = 49.50 C Temp3 = 50.25 C Temp4 = 50.25 C Temp5 = 53.50 C Temp IN (Average) = 48.25 C Temp OUT = 39.25 C Humidity1 = 22.0 % Humidity2 = 73.7 % Light = 29 lx
Temp1 = 49.75 C Temp2 = 49.50 C Temp3 = 51.75 C Temp4 = 49.75 C Temp5 = 53.00 C Temp IN (Average) = 47.65 C Temp OUT = 39.00 C Humidity1 = 22.0 % Humidity2 = 73.5 % Light = 30 lx
Temp1 = 49.50 C Temp2 = 49.25 C Temp3 = 51.75 C Temp4 = 49.50 C Temp5 = 53.00 C Temp IN (Average) = 47.65 C Temp OUT = 39.25 C Humidity1 = 21.0 % Humidity2 = 74.0 % Light = 31 lx
Temp1 = 49.50 C Temp2 = 49.25 C Temp3 = 51.75 C Temp4 = 49.50 C Temp5 = 53.00 C Temp IN (Average) = 47.65 C Temp OUT = 39.25 C Humidity1 = 21.0 % Humidity2 = 74.4 % Light = 31 lx
Temp1 = 49.50 C Temp2 = 49.00 C Temp3 = 51.50 C Temp4 = 49.50 C Temp5 = 53.00 C Temp IN (Average) = 47.40 C Temp OUT = 39.25 C Humidity1 = 21.0 % Humidity2 = 74.4 % Light = 31 lx
Temp1 = 49.75 C Temp2 = 49.00 C Temp3 = 51.50 C Temp4 = 49.50 C Temp5 = 52.75 C Temp IN (Average) = 47.40 C Temp OUT = 39.25 C Humidity1 = 21.0 % Humidity2 = 74.6 % Light = 30 lx
Temp1 = 49.75 C Temp2 = 49.00 C Temp3 = 51.50 C Temp4 = 49.50 C Temp5 = 52.75 C Temp IN (Average) = 47.35 C Temp OUT = 39.25 C Humidity1 = 21.0 % Humidity2 = 74.7 % Light = 30 lx
Temp1 = 49.75 C Temp2 = 49.00 C Temp3 = 51.50 C Temp4 = 49.50 C Temp5 = 52.75 C Temp IN (Average) = 47.35 C Temp OUT = 39.25 C Humidity1 = 21.0 % Humidity2 = 74.9 % Light = 31 lx
Temp1 = 49.50 C Temp2 = 49.75 C Temp3 = 51.50 C Temp4 = 49.50 C Temp5 = 52.75 C Temp IN (Average) = 47.30 C Temp OUT = 39.25 C Humidity1 = 21.0 % Humidity2 = 74.9 % Light = 31 lx
Temp1 = 49.75 C Temp2 = 49.75 C Temp3 = 51.50 C Temp4 = 49.50 C Temp5 = 52.75 C Temp IN (Average) = 47.30 C Temp OUT = 39.25 C Humidity1 = 21.0 % Humidity2 = 74.9 % Light = 31 lx
Temp1 = 49.50 C Temp2 = 49.75 C Temp3 = 51.50 C Temp4 = 49.50 C Temp5 = 52.75 C Temp IN (Average) = 47.30 C Temp OUT = 39.25 C Humidity1 = 21.0 % Humidity2 = 74.8 % Light = 31 lx
Temp1 = 49.50 C Temp2 = 49.50 C Temp3 = 51.25 C Temp4 = 49.25 C Temp5 = 52.50 C Temp IN (Average) = 47.15 C Temp OUT = 39.00 C Humidity1 = 21.0 % Humidity2 = 75.2 % Light = 31 lx
Temp1 = 49.25 C Temp2 = 49.50 C Temp3 = 51.00 C Temp4 = 49.50 C Temp5 = 52.50 C Temp IN (Average) = 46.95 C Temp OUT = 39.00 C Humidity1 = 21.0 % Humidity2 = 75.5 % Light = 31 lx
Temp1 = 49.00 C Temp2 = 49.25 C Temp3 = 50.75 C Temp4 = 49.50 C Temp5 = 52.25 C Temp IN (Average) = 46.75 C Temp OUT = 39.00 C Humidity1 = 20.0 % Humidity2 = 75.9 % Light = 31 lx
Temp1 = 49.00 C Temp2 = 49.25 C Temp3 = 50.50 C Temp4 = 49.75 C Temp5 = 52.25 C Temp IN (Average) = 46.65 C Temp OUT = 39.00 C Humidity1 = 20.0 % Humidity2 = 76.0 % Light = 31 lx
Temp1 = 49.00 C Temp2 = 49.25 C Temp3 = 50.50 C Temp4 = 49.75 C Temp5 = 51.75 C Temp IN (Average) = 46.70 C Temp OUT = 39.25 C Humidity1 = 20.0 % Humidity2 = 75.4 % Light = 31 lx
Temp1 = 47.75 C Temp2 = 49.25 C Temp3 = 50.50 C Temp4 = 49.50 C Temp5 = 51.50 C Temp IN (Average) = 46.65 C Temp OUT = 39.00 C Humidity1 = 20.0 % Humidity2 = 75.1 % Light = 31 lx
Temp1 = 47.50 C Temp2 = 49.00 C Temp3 = 50.50 C Temp4 = 49.50 C Temp5 = 51.50 C Temp IN (Average) = 46.50 C Temp OUT = 39.00 C Humidity1 = 20.0 % Humidity2 = 75.5 % Light = 31 lx
Temp1 = 47.50 C Temp2 = 49.00 C Temp3 = 50.25 C Temp4 = 49.50 C Temp5 = 51.50 C Temp IN (Average) = 46.45 C Temp OUT = 39.00 C Humidity1 = 20.0 % Humidity2 = 75.5 % Light = 31 lx
Temp1 = 47.25 C Temp2 = 49.00 C Temp3 = 50.25 C Temp4 = 49.50 C Temp5 = 51.00 C Temp IN (Average) = 46.40 C Temp OUT = 39.25 C Humidity1 = 19.0 % Humidity2 = 75.5 % Light = 32 lx
Temp1 = 47.25 C Temp2 = 49.00 C Temp3 = 50.25 C Temp4 = 49.50 C Temp5 = 50.75 C Temp IN (Average) = 46.45 C Temp OUT = 39.25 C Humidity1 = 19.0 % Humidity2 = 75.2 % Light = 32 lx

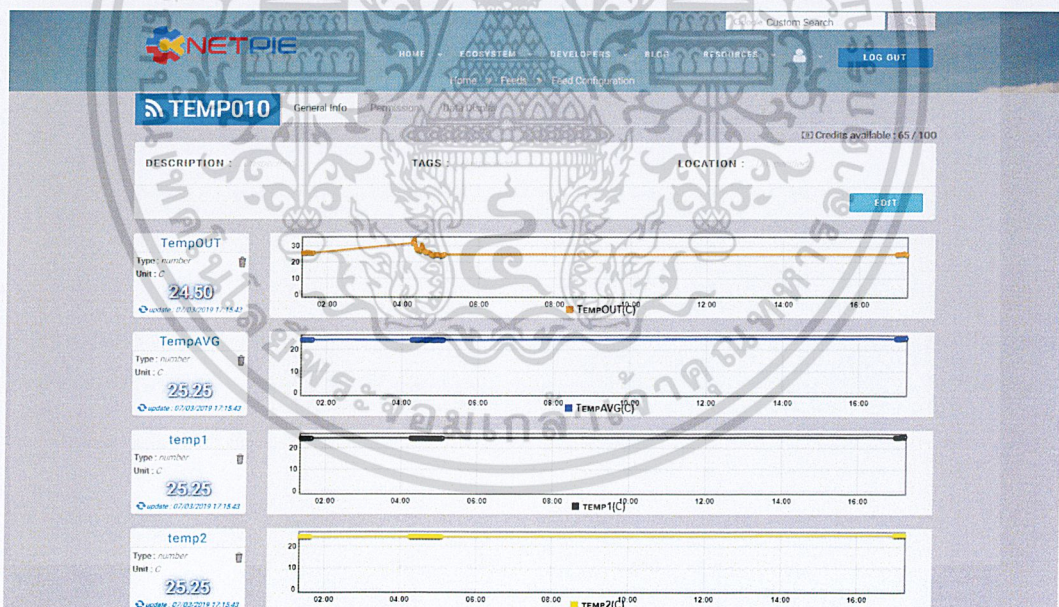
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนในการแสดงผลของค่าอุณหภูมิ ความชื้นและความเข้มแสงผ่านทาง Freeboard NETPIE



ส่วนในการแสดงผลของค่าอุณหภูมิ ความชื้นและความเข้มแสงผ่านทาง Feeds NETPIE



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DS18B20 Waterproof Temperature Sensor Cable



Product Description

This Maxim-made item is a digital thermo probe or sensor that employs DALLAS DS18B20. Its unique 1-wire interface makes it easy to communicate with devices. It can convert temperature to a 12-bit digital word in 750ms (max). Besides, it can measure temperatures from -55°C to $+125^{\circ}\text{C}$ (-67°F to $+257^{\circ}\text{F}$). In addition, this thermo probe doesn't require any external power supply since it draws power from data line. Last but not least, like other common thermo probe, its stainless steel probe head makes it suitable for any wet or harsh environment.

The datasheet of this DS18B20 Sensor can be found from:

<https://dlnmh9ip6v2uc.cloudfront.net/datasheets/Sensors/Temp/DS18B20.pdf>

Feature:

Power supply range:	3.0V to 5.5V
Operating temperature range:	-55°C to $+125^{\circ}\text{C}$ (-67°F to $+257^{\circ}\text{F}$)
Storage temperature range:	-55°C to $+125^{\circ}\text{C}$ (-67°F to $+257^{\circ}\text{F}$)
Accuracy over the range of -10°C to $+85^{\circ}\text{C}$:	$\pm 0.5^{\circ}\text{C}$
3-pin 2510 Female Header Housing	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



HK Shan Hai Group Limited

Room 620, Yutian building, Sailing road, Futian district, Shenzhen

Waterproof Stainless steel sheath	
Stainless steel sheath	
Size of Sheath:	6*50mm
Connector:	RJ11/RJ12, 3P-2510, USB.
Pin Definition:	RED: VCC Yellow: DATA Black: GND
Cable length:	1meter, 2m, 3m, 4m are available upon request.

Application:

The DS18B20 Digital Temperature Probe provides 9 to 12 bit (configurable) temperature readings which indicate the temperature of the device. Information is sent to/from the DS18B20 over a 1-Wire interface, so that only one wire (and ground) needs to be connected from a central microprocessor to a DS18B20. Power for reading, writing, and performing temperature conversions can be derived from the data line itself with no need for an external power source.

Because each DS18B20 contains a unique silicon serial number, multiple DS18B20s can exist on the same 1Wire bus. This allows for placing temperature sensors in many different places. Applications where this feature is useful include HVAC environmental controls, sensing temperatures inside buildings, equipment or machinery, and process monitoring and control.

Details:



Figure 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

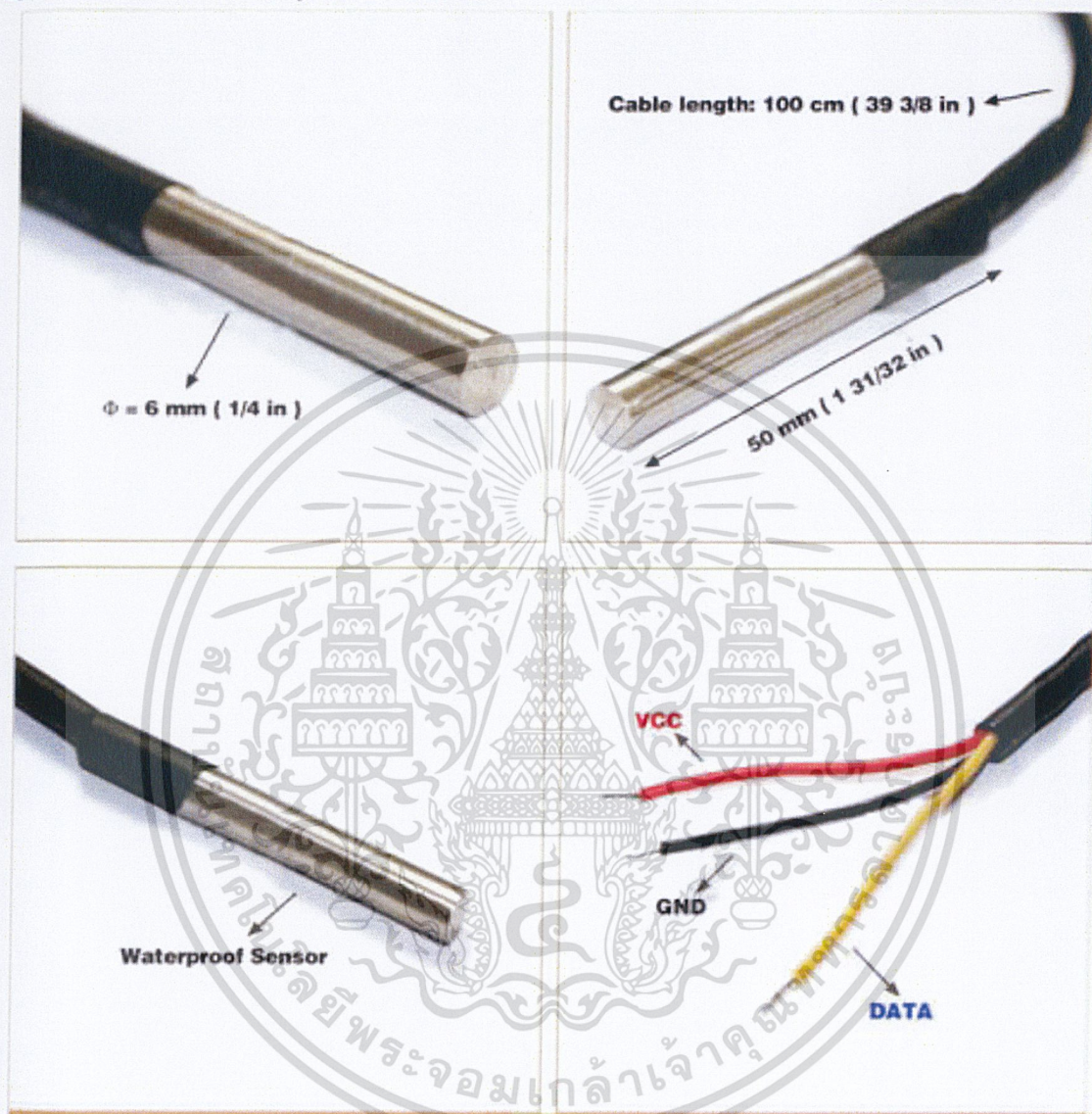


Figure 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

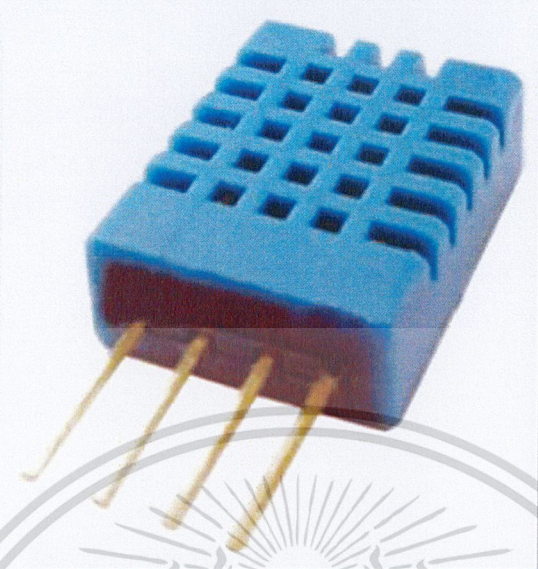
DHT 11 Humidity & Temperature Sensor



1. Introduction

This DFRobot DHT11 Temperature & Humidity Sensor features a temperature & humidity sensor complex with a calibrated digital signal output. By using the exclusive digital-signal-acquisition technique and temperature & humidity sensing technology, it ensures high reliability and excellent long-term stability. This sensor includes a resistive-type humidity measurement component and an NTC temperature measurement component, and connects to a high-performance 8-bit microcontroller, offering excellent quality, fast response, anti-interference ability and cost-effectiveness.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Each DHT11 element is strictly calibrated in the laboratory that is extremely accurate on humidity calibration. The calibration coefficients are stored as programmes in the OTP memory, which are used by the sensor's internal signal detecting process. The single-wire serial interface makes system integration quick and easy. Its small size, low power consumption and up-to-20 meter signal transmission making it the best choice for various applications, including those most demanding ones. The component is 4-pin single row pin package. It is convenient to connect and special packages can be provided according to users' request.

2. Technical Specifications:

Overview:

Item	Measurement Range	Humidity Accuracy	Temperature Accuracy	Resolution	Package
DHT11	20-90%RH 0-50 °C	± 5%RH	± 2°C	1	4 Pin Single Row

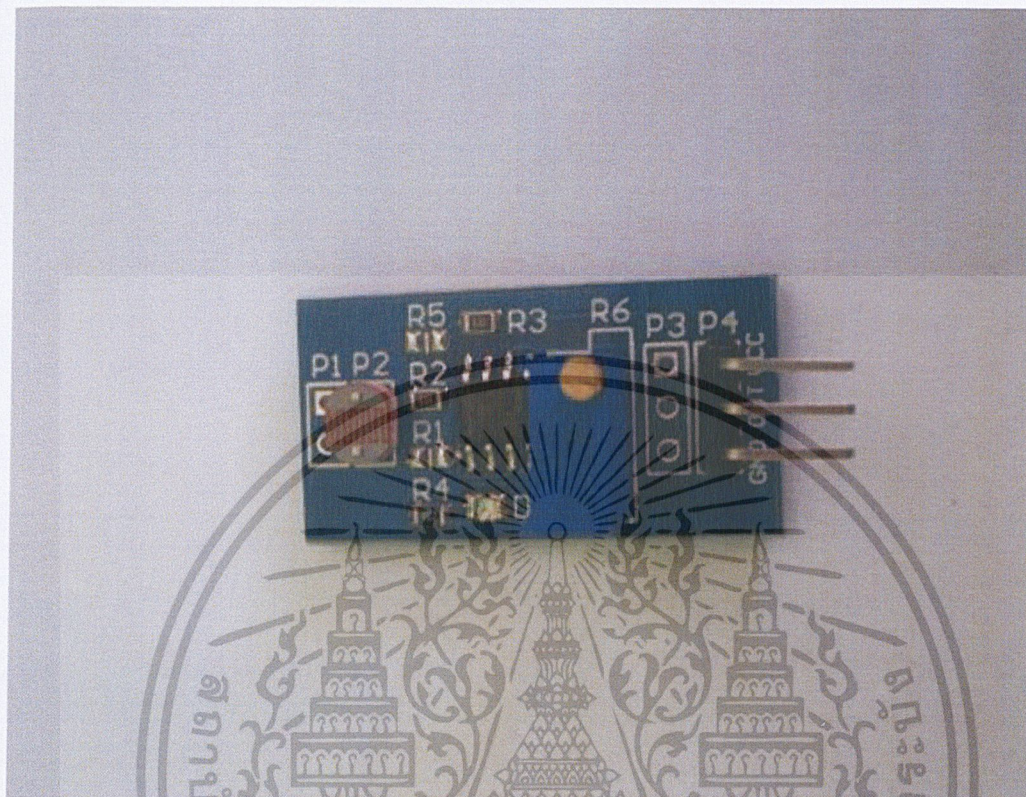
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Detailed Specifications:

Parameters	Conditions	Minimum	Typical	Maximum
Humidity				
Resolution		1%RH	1%RH	1%RH
			8 Bit	
Repeatability			± 1%RH	
Accuracy	25°C		± 4%RH	
	0-50°C			± 5%RH
Interchangeability	Fully Interchangeable			
Measurement Range	0°C	30%RH		90%RH
	25°C	20%RH		90%RH
	50°C	20%RH		80%RH
Response Time (Seconds)	1/e(63%)25°C , 1m/s Air	6 S	10 S	15 S
Hysteresis			± 1%RH	
Long-Term Stability	Typical		± 1%RH/year	
Temperature				
Resolution		1°C	1°C	1°C
		8 Bit	8 Bit	8 Bit
Repeatability			± 1°C	
Accuracy		± 1°C		± 2°C
Measurement Range		0°C		50°C
Response Time (Seconds)	1/e(63%)	6 S		30 S

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PHOTOSENSITIVE SENSOR MODULE



General Description:

Photosensitive sensor module is the most sensitive for the environmental light intensity and it is generally used for detecting the ambient brightness and intensity of the environment. Without light intensity it will not reach the threshold resulting for low level output but, when the external environment light intensity exceeds the set threshold it will result for a high level output.

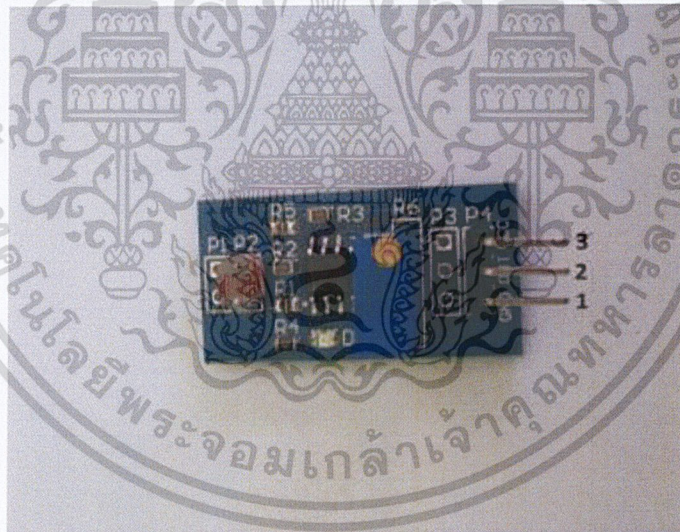
The output is directly connected with the microcontroller, for the microcontroller to detect the light level, thereby to detect environmental intensity change. Small digital

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

output can directly drive the relay module, which can be composed of a photoelectric switch. Small analog output, through the AD conversion, can obtain more accurate numerical value of environmental light intensity.

Specifications:

- Input Voltage: 3.3V-5V
- Output: Analog voltage form
Digital Switching form
- Main chip: LM393 Photosensitive sensor
- Output can be directly connected to the microcontroller I/O port.
- The sensitivity of the signal detection can be adjusted.
- Reserve a line voltage to compare circuit.
- PCB size: 30mm x 15mm.



Pin Configuration:

1. Ground
2. Output
3. VCC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้