ตัวควบคุมเชิงไซเบอร์-กายภาพ สำหรับกระบวนการฟูมฟักสัตว์เลี้ยง
CYBER-PHYSICAL CONTROLLERS FOR PET INCUBATION

ทรงสิทธิ์ กองแก้ว
SONGSID KONGKAEW
ปฐมภพ พาชยมัย
PATHOMPOP PHACHAYAMAI

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมสารสนเทศ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2560

ตัวควบคุมเชิงไซเบอร์-กายภาพ สำหรับกระบวนการฟูมฟักสัตว์เลี้ยง

CYBER-PHYSICAL CONTROLLERS FOR PET INCUBATION

ทรงสิทธิ์ กองแก้ว

SONGSID KONGKAEW

ปฐมภพ พาชยมัย

PATHOMPOP PHACHAYAMAI

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมสารสนเทศ

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2560

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CYBER-PHYSICAL CONTROLLERS FOR PET INCUBATION

SONGSID KONGKAEW

PATHOMPOP PHACHAYAMAI

THESIS IS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF ENGINEERING IN INFORMATION ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2017

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

หัวข้อปริญญานิพนธ์	ตัวควบคุมเชิงไซเบอร์-กายภาพ สำหรับกระบวนการฟูมฟักสัตว์เลี้ยง
Thesis Title	CYBER-PHYSICAL CONTROLLERS FOR PET INCUBATION
ชื่อนักศึกษา	นายทรงสิทธิ์ กองแก้ว นายปฐมภพ พาชยมัย
ระดับปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ
ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา	2560

(..)

รศ.ดร.ปิติเขต สู้รักษา

อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TB00095

หัวข้อปริญญานิพนธ์	ตัวควบคุมเชิงไซเบอร์-กายภาพ ส หรับกระบวนการฟูมฟักสัตว์เลี้ยง
Thesis Title	CYBER-PHYSICAL CONTROLLERS FOR PET INCUBATION
ชื่อนักศึกษา	นายทรงสิทธิ์ กองแก้ว รหัสนักศึกษา 57010507
	นายปฐมภพ พาชยมัย รหัสนักศึกษา 57010724
ระดับปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ
ปีการศึกษา	2560
อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์	รศ.ดร.ปิติเขต สู้รักษา

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้จัดท ขึ้นโดยมีจุดประสงค์เพื่อใช้หลักการการควบคุมอากาศที่มีปัจจัยหลัก 3 ประการ คือ ลม อุณหภูมิ และความชื้น มาใช้สาหรับการฟักไข่ไก่ โดยมีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในตู้ฟักไข่ให้อยู่ในเกณฑ์ที่กาหนดไว้ ซึ่งมีหลักการทางานดังนี้ เมื่อเปิดเครื่องฟักไข่พัดลมก็จะทางานโดยอัตโนมัติเพื่อกระจายอากาศให้ทั่วถึงในตู้ฟักไข่ และจะมีเซนเซอร์สาหรับวัดอุณหภูมิและความชื้นทาหน้าที่อ่านค่าของอุณหภูมิและความชื้นในตู้ฟักไข่ แล้วส่งไปให้บอร์ด MCU ทาการประมวลผลเพื่อสั่งให้รีเลย์ทาการเปิดปิดฮีตเตอร์ และเครื่องทาความชื้นเพื่อรักษาระดับอุณหภูมิและความชื้นในตู้ฟักไข่ให้ได้ตามเกณฑ์ที่กาหนด และจะส่งค่าที่อ่านได้จากเซนเซอร์เข้าไปเก็บในฐานข้อมูลออนไลน์แล้วแสดงผลออกมาในรูปแบบกราฟให้ผู้ใช้งานสามารถดูค่าอุณหภูมิและความชื้นของตู้ฟักไข่ได้แบบเวลาจริงในระยะไกล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	CYBER-PHYSICAL CONTROLLERS FOR PET INCUBATION	
Student	Mr.Songsid Kongkaew	Student ID. 57010507
	Mr.Pathompop Phachayamai	Student ID. 57010724
Degree	Bachelor of Engineering	
Program	Information Engineering	
Academic Year	2017	
Thesis Advisor	Assoc.Prof.Dr.Pitikhate Sooraksa	

ABSTRACT

This thesis aims to use the principle of weather control which has 3 factors: airflow, temperature and humidity for hatching. Temperature and humidity in the incubator are controlled to meet the criteria. The working principle is as follows: when opening the incubator, the fan will automatically work to spread the air thoroughly in the incubator. And then sensors read the temperature and humidity values in the incubator and then send to the MCU board to process the command for the relay to on/off the heater and the humidifier. To maintain the temperature and humidity in the incubator to meet the criteria, the controller will send the readings from the sensor to the online database and then displays value, to plot a graph. Users can view the temperature and humidity values inside the incubator in real time from a remote distance.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เล่มนี้ส าเร็จได้ด้วยความกรุณาจาก รศ.ดร.ปิติเขต สู้รักษา อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ที่คอยให้ค าแนะน า ให้ค าปรึกษาในการท าโครงงานเป็นอย่างดีตลอดช่วงเวลาที่ท าโครงงาน คอยช่วยตรวจสอบโครงงานชิ้นนี้ และให้ค าชี้แนะในการแก้ปัญหาตลอดจนให้ความรู้และประสบการณ์ที่ดีให้แก่ผู้จัดท า ทางผู้จัดท าขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้

ขอบพระคุณคุณพ่อ   คุณแม่   และครอบครัวที่คอยอยู่เบื้องหลังในการเรียน   คอยให้ก าลังใจแก่ทางผู้จัดท าและสนับสนุนทางด้านการเรียนจนทุกอย่างส าเร็จไปได้ด้วยดีตลอดมา และอีกสิ่งหนึ่งที่ขาดไม่ได้เลยคือ ผู้จัดท าต้องขอบคุณเพื่อนๆทุกคนที่คอยช่วยเหลือ ให้ค าแนะน าต่างๆ ช่วยแก้ปัญหา และคอยให้ก าลังใจเสมอ มาจนท าให้โครงงานชิ้นนี้ออกมาส าเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ทรงสิทธิ์ กองแก้ว
ปฐมภพ พาชยมัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง IX

สารบัญรูป X

บทที่ 1 บทน า 1

1.1 แนวคิดและที่มาของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 2

1.3 ขอบเขตของโครงงาน 2

1.3.1 ขอบเขตด้านฮาร์ดแวร์ 2

1.3.2 ขอบเขตด้านซอฟต์แวร์ 3

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ 3

1.5 อุปกรณ์ที่ใช้ 3

1.5.1 ฮาร์ดแวร์ของระบบ 3

1.5.2 ซอฟต์แวร์ของระบบ 3

1.6 ขั้นตอนการด าเนินงานปริญญานิพนธ์ 4

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง 6

2.1 การฟักไข่ 6

2.1.1 ปัจจัยส าคัญในการฟักไข่ 6

2.1.2 การคัดเลือกไข่ฟัก 8

2.1.3 การรมควันไข่ฟัก (Fumigation) 9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.1.4 การเก็บรักษาไข่ 9

2.1.5 การน ไข่ฟักออกจากห้องเย็น 10

2.1.6 การน ไข่เข้าตู้ฟัก 10

2.1.7 การส่องไข่ฟัก 11

2.1.8 การเตรียมตู้เกิดและย้ายไข่ 11

2.1.9 ขั้นตอนการปฏิบัติต่อลูกไก่ที่ฟักออก 13

2.1.10 การเจริญของตัวอ่อนลูกไก่ 16

2.2 การเลี้ยงไก่ระยะแรกเกิด 19

2.2.1 ขั้นตอนการปฏิบัติการเลี้ยงดู 20

2.3 Wi-Fi 23

2.4 ThingSpeak 27

2.5 NodeMCU V3 Development Kit 28

2.5.1 คุณสมบัติของบอร์ด NodeMCU V3 29

2.5.2 ข้อแตกต่างของ NodeMCU V1 V2 และ V3 30

2.5.3 Pin Definition NodeMCU V3 30

2.6 Temperature & Humidity Sensor (DHT22) 31

2.6.1 คุณสมบัติของ DHT22 31

2.7 Doughnut Humidifier 32

2.7.1 คุณสมบัติของ Doughnut Humidifier 32

2.8 Heater 33

2.9 LCD Display 35

2.9.1 การเชื่อมต่อกับจอ Character LCD 35

2.10 Breadboard 36

2.11 Motor 37

2.11.1 ส่วนประกอบของมอเตอร์ 37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.11.2 การท งานของมอเตอร์ 39
2.12 Cooling Fan 40
2.12.1 พัดลมชนิดเป่าตามแนวแกน (Axial Flow Fans) 40
2.13 Relay 41
2.13.1 หน้าที่ของรีเลย์ 41
2.13.2 จุดต่อใช้งานมาตรฐาน 41
2.13.3 ประเภทของรีเลย์ 42
2.13.4 ชนิดของรีเลย์ 42
2.13.5 ประโยชน์ของรีเลย์ 43
2.13.6 รีเลย์ที่ดี 43
2.14 IP Camera 44
2.14.1 ประเภทของกล้อง IP Camera 45
2.14.2 เทคโนโลยีของกล้องไอพี (IP Camera) ในปัจจุบัน 45
2.14.3 การบันทึกภาพของกล้องไอพี (IP Camera) ในปัจจุบัน 45
2.14.4 ระบบกลางวันและกลางคืน (Day & Night System) 46
2.15 Arduino IDE 46
2.15.1 ลักษณะโดยทั่วไปของโปรแกรม Arduino IDE 47

บทที่ 3 โครงสร้างของระบบและการออกแบบ 48
3.1 บทน า.. 48
3.2 ภาพรวมการท างนของระบบ 48
3.3 การออกแบบทางด้านฮาร์ดแวร์ 48
3.3.1 Module NodeMCU V3 48
3.3.2 Module Temperature & Humidity Sensor (DHT22) 49
3.3.3 Relay Module 5V 4 Channel isolation High And Low Trigger 50
3.3.4 Strip Heater 50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.3.5 Doughnut Humidifier 51

3.4 โฟลวชาร์ตของระบบ 52

3.4.1 โฟลวชาร์ตการท างานและแสดงค่าอุณหภูมิของเครื่องฟักไข่ 52

3.4.2 โฟลวชาร์ตการท างานและแสดงค่าความชื้นของเครื่องฟักไข่ 53

3.5 การออกแบบทางระบบฐานข้อมูล 54

3.6 การออกแบบทางเว็บไซต์ 54

3.7 การเชื่อมต่อของวงจร 55

บทที่ 4 ผลการด าเนินโครงงาน 59

4.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างเครื่องฟักไข่และอุปกรณ์ควบคุมทั้งหมด 59

4.1.1 ส่วนเครื่องฟักไข่ 59

4.1.2 ส่วนอุปกรณ์ควบคุม 59

4.2 ทดลองการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในตู้ฟักไข่ 63

4.3 ทดลองส่งค่าที่วัดได้จากเซนเซอร์ไปแสดงผลยังเว็บไซต์ 63

4.4 ทดลองฟักไข่ไก่ในตู้ฟักไข่ 65

บทที่ 5 สรุปผลการด าเนินโครงงาน 74

5.1 สรุปผลการทดลอง 74

5.2 ปัญหาและอุปสรรคของการด าเนินโครงงาน 74

5.2.1 การจ่ายกระแสไฟฟ้า 74

5.2.2 สภาพแวดล้อม 74

5.2.3 อุปกรณ์ 74

5.2.4 การส่งผ่านข้อมูล 75

5.3 แนวทางการพัฒนาโครงงาน 75

5.3.1 การจ่ายกระแสไฟฟ้า 75

5.3.2 สภาพแวดล้อม 75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

5.3.3 อุปกรณ์ 75
5.3.4 การส่งผ่านข้อมูล 75

บรรณานุกรม 76

ภาคผนวก ก โค้ดค าสั่งที่ใช้ในการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในเครื่องฟักไข่ 78
ภาคผนวก ข ตารางบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นในตู้ฟักไข่ 81
ภาคผนวก ค การติดตั้ง Arduino IDE 103
ภาคผนวก ง การติดตั้ง Library ของ DHT Sensor DHT22 110
ภาคผนวก จ การติดตั้ง แพลตฟอร์ม ESP8266 ส าหรับ NodeMCU V3 119
ภาคผนวก ฉ การใช้บริการเว็บ Thingspeak 126
ภาคผนวก ช โปสเตอร์ของโครงงาน 130

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนการด ำเนินงานปริญญานิพนธ์ 5
ตารางที่ 2.1 ลักษณะภายในไข่ที่ส่องด้วยที่ส่องไข่ 12
ตารางที่ ข.1 ค่าอุณหภูมิและความชื้นในตู้ฟักไข่ของการฟักวันที่ 1 82
ตารางที่ ข.2 ค่าอุณหภูมิและความชื้นในตู้ฟักไข่ของการฟักวันที่ 2 83
ตารางที่ ข.3 ค่าอุณหภูมิและความชื้นในตู้ฟักไข่ของการฟักวันที่ 3 84
ตารางที่ ข.4 ค่าอุณหภูมิและความชื้นในตู้ฟักไข่ของการฟักวันที่ 4 85
ตารางที่ ข.5 ค่าอุณหภูมิและความชื้นในตู้ฟักไข่ของการฟักวันที่ 5 86
ตารางที่ ข.6 ค่าอุณหภูมิและความชื้นในตู้ฟักไข่ของการฟักวันที่ 6 87
ตารางที่ ข.7 ค่าอุณหภูมิและความชื้นในตู้ฟักไข่ของการฟักวันที่ 7 88
ตารางที่ ข.8 ค่าอุณหภูมิและความชื้นในตู้ฟักไข่ของการฟักวันที่ 8 89
ตารางที่ ข.9 ค่าอุณหภูมิและความชื้นในตู้ฟักไข่ของการฟักวันที่ 9 90
ตารางที่ ข.10 ค่าอุณหภูมิและความชื้นในตู้ฟักไข่ของการฟักวันที่ 10 91
ตารางที่ ข.11 ค่าอุณหภูมิและความชื้นในตู้ฟักไข่ของการฟักวันที่ 11 92
ตารางที่ ข.12 ค่าอุณหภูมิและความชื้นในตู้ฟักไข่ของการฟักวันที่ 12 93
ตารางที่ ข.13 ค่าอุณหภูมิและความชื้นในตู้ฟักไข่ของการฟักวันที่ 13 94
ตารางที่ ข.14 ค่าอุณหภูมิและความชื้นในตู้ฟักไข่ของการฟักวันที่ 14 95
ตารางที่ ข.15 ค่าอุณหภูมิและความชื้นในตู้ฟักไข่ของการฟักวันที่ 15 96
ตารางที่ ข.16 ค่าอุณหภูมิและความชื้นในตู้ฟักไข่ของการฟักวันที่ 16 97
ตารางที่ ข.17 ค่าอุณหภูมิและความชื้นในตู้ฟักไข่ของการฟักวันที่ 17 98
ตารางที่ ข.18 ค่าอุณหภูมิและความชื้นในตู้ฟักไข่ของการฟักวันที่ 18 99
ตารางที่ ข.19 ค่าอุณหภูมิและความชื้นในตู้ฟักไข่ของการฟักวันที่ 19 100
ตารางที่ ข.20 ค่าอุณหภูมิและความชื้นในตู้ฟักไข่ของการฟักวันที่ 20 101
ตารางที่ ข.21 ค่าอุณหภูมิและความชื้นในตู้ฟักไข่ของการฟักวันที่ 21 102

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1.1 การท างานของระบบ 2
รูปที่ 2.1 หน้าหลักของ ThingSpeak 28
รูปที่ 2.2 NodeMCU V3 ESP8266 Development Kit 29
รูปที่ 2.3 Pin Definition NodeMCU V3 30
รูปที่ 2.4 DHT22 32
รูปที่ 2.5 Doughnut Humidifier 32
รูปที่ 2.6 ฮีตเตอร์แผ่น ส าหรับให้ความร้อนในเครื่องฟักไข่ 34
รูปที่ 2.7 2004 LCD (Blue Screen) 20x4 36
รูปที่ 2.8 เบรดบอร์ดขนาด 400 จุด 36
รูปที่ 2.9 ส่วนประกอบของมอเตอร์ 39
รูปที่ 2.10 การท างานของมอเตอร์ 40
รูปที่ 2.11 พัดลมชนิดเป่าตามแนวแกน 40
รูปที่ 2.12 Relay 4 Channel ขนาด 5V 44
รูปที่ 2.13 IP Camera 46
รูปที่ 2.14 หน้าจอหลักของ Arduino IDE 47
รูปที่ 3.1 โมดูล NodeMCU V3 ที่ใช้งาน 49
รูปที่ 3.2 โมดูล Temperature & Humidity Sensor (DHT22) ที่ใช้งาน 49
รูปที่ 3.3 โมดูล Relay 5V 4 Channel ที่ใช้งาน 50
รูปที่ 3.4 Strip Heater ที่ใช้งาน 51
รูปที่ 3.5 Doughnut Humidifier ที่ใช้งาน 51
รูปที่ 3.6 โฟลวชาร์ตการท างานและแสดงค่าอุณหภูมิของเครื่องฟักไข่ 52
รูปที่ 3.7 โฟลวชาร์ตการท างานและแสดงค่าความชื้นของเครื่องฟักไข่ 53
รูปที่ 3.8 หน้าเว็บไซต์ 54
รูปที่ 3.9 แสดงการเชื่อมต่อโดยรวมของวงจร 55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 3.10 การเชื่อมต่อฮีตเตอร์แผ่นกับรีเลย์ 4 แชนเนล 56
รูปที่ 3.11 การเชื่อมต่อเครื่องท าความชื้นกับรีเลย์ 4 แชนเนล 56
รูปที่ 3.12 การเชื่อมต่อรีเลย์ 4 แชนเนลกับNodeMCU V3 57
รูปที่ 3.13 การเชื่อมต่อ NodeMCU V3กับเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น 58
รูปที่ 3.14 การเชื่อมต่อ NodeMCU V3กับหน้าจอแสดงผลแบบ LCD 58
รูปที่ 4.1 ภาพด้านหน้าของเครื่องฟักไข่ที่ติดตั้งเสร็จ 60
รูปที่ 4.2 ภาพด้านข้างของเครื่องฟักไข่ที่ติดตั้งเสร็จ 60
รูปที่ 4.3 ภาพด้านข้างของเครื่องฟักไข่ที่ติดตั้งเสร็จ 61
รูปที่ 4.4 ภาพด้านหลังของเครื่องฟักไข่ที่ติดตั้งเสร็จ 61
รูปที่ 4.5 ภาพด้านบนของเครื่องฟักไข่ที่ติดตั้งเสร็จ 62
รูปที่ 4.6 ภาพด้านในของเครื่องฟักไข่ที่ติดตั้งเสร็จ 62
รูปที่ 4.7 การท างานของโดนัทท าความชื้นเมื่อมีความชื้นต่ ากว่า 55.5 % 63
รูปที่ 4.8 ค่าของอุณหภูมิที่ถูกส่งมาแสดงผลบนเว็บไซต์ 64
รูปที่ 4.9 ค่าของความชื้นที่ถูกส่งมาแสดงผลบนเว็บไซต์ 64
รูปที่ 4.10 ไข่ไก่มีเชื้อที่จะน ามาฟักในตู้ฟักไข่ 65
รูปที่ 4.11 ใส่ไข่ไก่ในตู้ฟักไข่หลังวอร์มเครื่องแล้ว 30 นาที 65
รูปที่ 4.12 ไข่ไก่เมื่อท าการฟักไปแล้ว 1 วัน 66
รูปที่ 4.13 ไข่ไก่เมื่อท าการฟักไปแล้ว 3 วัน 66
รูปที่ 4.14 ไข่ไก่เมื่อท ากรฟักไปแล้ว 5 วัน 67
รูปที่ 4.15 ไข่ไก่เมื่อท ากรฟักไปแล้ว 6 วัน 67
รูปที่ 4.16 ไข่ไก่เมื่อท ากรฟักไปแล้ว 7 วัน 68
รูปที่ 4.17 ไข่ไก่เมื่อท าการฟักไปแล้ว 8 วัน 68
รูปที่ 4.18 ไข่ไก่เมื่อท ากรฟักไปแล้ว 10 วัน 69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4.19 ไข่ไก่เมื่อท าการฟักไปแล้ว 11 วัน 69

รูปที่ 4.20 ไข่ไก่เมื่อท ากรฟักไปแล้ว 13 วัน 70

รูปที่ 4.21 ไข่ไก่เมื่อท ากรฟักไปแล้ว 15 วัน 70

รูปที่ 4.22 ไข่ไก่เมื่อท ากรฟักไปแล้ว 18 วัน 71

รูปที่ 4.23 ไข่ไก่ที่น มาวางในถาดเกิด 71

รูปที่ 4.24 ลูกไก่ตัวแรกที่เกิดหลังจากฟักไป 22 วัน 72

รูปที่ 4.25 ลูกไก่ตัวที่สองที่เกิดหลังจากฟักไป 22 วัน 72

รูปที่ 4.26 ที่อนุบาลลูกไก่แรกเกิด 73

รูปที่ ก.1 โปสเตอร์ของโครงงาน 79

รูปที่ ก.2 ผลงานจัดแสดงโชว์ที่งาน Project Day 2018 80

รูปที่ ค.1 หน้าส าหรับเลือกดาวน์โหลดโปรแกรม 104

รูปที่ ค.2 หน้าส หรับกดดาวน์โหลด 104

รูปที่ ค.3 หน้าต่างส าหรับกด RUN เพื่อติดตั้ง 105

รูปที่ ค.4 หน้าต่างข้อตกลงเรื่องลิขสิทธิ์ 105

รูปที่ ค.5 เลือกโปรแกรมที่จะติดตั้ง 106

รูปที่ ค.6 เลือกต แหน่งส หรับติดตั้ง 106

รูปที่ ค.7 ก าลังติดตั้ง 107

รูปที่ ค.8 ติดตั้ง Adafruit Industries LLC Ports 107

รูปที่ ค.9 ติดตั้ง Arduino USB Driver 108

รูปที่ ค.10 ติดตั้ง Linino Ports 108

รูปที่ ค.11 ติดตั้งเสร็จสมบูรณ์ 109

รูปที่ ง.1 หน้าหลักของโปรแกรม 111

รูปที่ ง.2 หน้ากดเพิ่มไลบรารี 111

รูปที่ ง.3 เลือกไฟล์ไลบรารี 112

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ ง.4 ไลบรารีที่ถูกเพิ่มมาแล้ว 112

รูปที่ ง.5 จัดการไลบรารี 113

รูปที่ ง.6 ค้นหา DHT 113

รูปที่ ง.7 กด More info 114

รูปที่ ง.8 กดเลือกเวอร์ชัน 114

รูปที่ ง.9 เลือกเวอร์ชันที่จะติดตั้ง 115

รูปที่ ง.10 กดติดตั้ง 115

รูปที่ ง.11 ติดตั้งเสร็จสมบูรณ์ 116

รูปที่ ง.12 เพิ่ม #include <DHT.h> 117

รูปที่ ง.13 เลือก Arduino/Genuino UNO 117

รูปที่ ง.14 กดคอมไพล์ 118

รูปที่ ง.15 ติดตั้งส าเร็จ 118

รูปที่ จ.1 เลือก Preferences 120

รูปที่ จ.2 ป้อน URL 120

รูปที่ จ.3 เลือก Boards Manager 121

รูปที่ จ.4 เลื่อนหา esp8266 by ESP8266 Community 121

รูปที่ จ.5 กด Online help แล้วกดติดตั้ง 122

รูปที่ จ.6 ก าลังติดตั้ง 122

รูปที่ จ.7 Platform ที่ถูกเพิ่มเข้ามา 123

รูปที่ จ.8 เพิ่มโค้ด #include <ESP8266WiFi.h> 123

รูปที่ จ.9 เลือก Board NodeMCU 1.0 (ESP-12E Module) 124

รูปที่ จ.10 กดคอมไพล์ 124

รูปที่ จ.11 ติดตั้งส าเร็จ 125

รูปที่ ฉ.1 เว็บแอพพลิเคชันที่ใช้ในโครงงาน 127

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ ฉ.2 หน้าส าหรับกรอกข้อมูล 127

รูปที่ ฉ.3 การตั้งค่า Channel 128

รูปที่ ฉ.4 หน้าส าหรับแสดง API Key 128

รูปที่ ฉ.5 กราฟแสดงค่าของเซนเซอร์บนเว็บแอพพลิเคชัน 129

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 แนวคิดและที่มาของปัญหา

ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพของการใช้เครื่องอบแห้ง โดยเฉพาะในกรณีศึกษาครั้งนี้คือ เครื่องฟักไข่ คือการควบคุม อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ ที่ต้องนิ่ง และสม่ำเสมอ เพื่อให้เหมาะสมกับการฟักไข่ให้ประสบผลสำเร็จ ซึ่งจะส่งผลต่อการกำเนิดของสัตว์ปีก ในระบบการผลิตแบบอุตสาหกรรมเกษตรในยุคประเทศไทย 4.0 ในปัจจุบันประเทศไทยมีอุตสาหกรรมต่างๆอยู่มากมาย โดยหนึ่งในอุตสาหกรรมที่อยู่ในอันดับต้นๆ ของประเทศไทยก็คือ อุตสาหกรรมอาหารและการเกษตร ซึ่งจะมีการใช้เครื่องจักรเกี่ยวกับทางด้านอาหารในการผลิต, แปรรูปอาหารหลากหลายรูปแบบ หนึ่งในนั้นก็คือ เครื่องอบแห้ง ซึ่งเป็นเครื่องจักรในการนำเอาน้ำออกจากวัสดุที่ต้องการ ทำให้ปริมาณน้ำในวัสดุนั้นลดลง โดยการควบคุมอุณหภูมิ และความชื้นให้เหมาะสมกับแต่ละชนิดผลิตภัณฑ์ที่ต้องการนำมาอบแห้ง ในปัจจุบันกระบวนการอบแห้ง ยังต้องใช้คนควบคุมความเร็วของพัดลมในเครื่องอบแห้ง จึงทำให้คนยังคงต้องคอยควบคุมเครื่องจักร อยู่ที่ด้านหน้าของเครื่องตลอดเวลา เพื่อให้การทำงานของเครื่องอบแห้ง สามารถดำเนินงานได้อย่างสอดคล้องกับผลิตภัณฑ์ที่ต้องการอบแห้ง ปัจจัยที่ต้องควบคุมคือ อุณหภูมิ และความชื้นในเครื่อง ที่ยังคงต้องใช้พนักงานหรือคนในการควบคุม และตัดสินใจตลอดเวลา ดังนั้นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ เข้ามาช่วยในการควบคุมการทำงานของเครื่องอบแห้ง จะทำให้การควบคุมเครื่องอบแห้งมีประสิทธิภาพมากขึ้น และสามารถสั่งการควบคุมได้ในระยะไกล ดังนั้นทางผู้จัดทำจึงได้ทำปริญญานิพนธ์เรื่อง ตัวควบคุมเชิงไซเบอร์-กายภาพ สำหรับกระบวนการฟูมฟักสัตว์เลี้ยง ที่ใช้หลักการของกระบวนการอบแห้งมาประยุกต์ใช้สำหรับทำการฟักไข่ โดยจะใช้ NodeMCU V3 ไปติดตั้งอยู่กับเครื่องฟักไข่ และจะมีการติดตั้งเซนเซอร์ภายในเครื่องฟักไข่คือ Temperature Sensor และ Humidity Sensor เมื่อเครื่องฟักไข่เริ่มทำงาน Temperature Sensor และ Humidity Sensor จะทำการอ่านค่าอุณหภูมิและความชื้นภายในเครื่องฟักไข่แล้วส่งค่าที่อ่านได้ไปยัง NodeMCU V3 จากนั้นจะทำการประมวลผลแล้วแสดงค่าของอุณหภูมิและความชื้นไปที่จอแสดงผล LCD ด้านหน้าเครื่องฟักไข่ และ NodeMCU V3 ก็จะสั่งงานให้รีเลย์ทำหน้าที่ในการเปิดปิดการทำงานของฮีตเตอร์และเครื่องทำความชื้นในเครื่องฟักไข่ เพื่อที่จะรักษาค่าอุณหภูมิและความชื้นในเครื่องฟักไข่ให้ได้ตามที่กำหนดไว้ จากนั้นจะทำการส่งค่าของอุณหภูมิและความชื้นที่อ่านได้ผ่าน Wi-Fi ไปยัง Database และนำไปแสดงผลบนเว็บไซต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นรูปแบบของกราฟแบบเรียลทาม เพื่อให้สามารถดูค่าของอุณหภูมิและความชื้นของเครื่องฟักไข่ในระยะไกลได้ตลอดเวลา ภาพรวมของระบบแสดงดังรูปที่ 1.1

รูปที่ 1.1 การทำงานของระบบ

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

- เพื่อนำความรู้ที่ได้ศึกษามาประยุกต์ใช้ และนำมาพัฒนาอุปกรณ์ให้มีประโยชน์และสามารถใช้งานได้อย่างสะดวกสบายมากขึ้น
- เพื่อพัฒนาเครื่องฟักไข่ให้มีความทันสมัยมากขึ้น
- เพื่ออำนวยความสะดวกในการบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้น โดยไม่ต้องบันทึกที่หน้าเครื่องตลอดเวลา

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1.3.1 ขอบเขตด้านฮาร์ดแวร์

- ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ NodeMCU V3 ในการควบคุมอุปกรณ์โดยรวม
- ใช้กล้อง IP Camera เป็นกล้องที่ใช้ในการตรวจดูการเกิดของไก่
- ใช้ฮีตเตอร์แผ่นเป็นตัวทำความร้อนในเครื่องฟักไข่
- ใช้โดนัททำความชื้นเป็นตัวเพิ่มความชื้นในเครื่องฟักไข่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3.2 ขอบเขตด้านซอฟต์แวร์

- ใช้ภาษาซีในการควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์
- ใช้ภาษา C/C++ สำหรับเขียนโปรแกรม
- ใช้เว็บไซต์ ThingSpeak ในการเก็บค่าอุณหภูมิและความชื้นของเครื่องฟักไข่

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

- สามารถดูการเกิดของไก่ผ่านกล้อง IP Camera แบบสตรีมมิ่งได้
- เครื่องฟักไข่ที่สามารถดูค่าอุณหภูมิและความชื้นผ่านระบบอินเทอร์เน็ตได้
- เรียนรู้การใช้งาน Arduino IDE และสามารถนำความรู้มาประยุกต์ใช้กับการทำงานได้
- สามารถทำการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในเครื่องฟักไข่ได้

1.5 อุปกรณ์ที่ใช้

1.5.1 ฮาร์ดแวร์ของระบบ

- NodeMCU V3
- Temperature & Humidity Sensor (DHT22)
- Doughnut Humidifier
- Strip Heater
- 2004 LCD (Blue Screen) 20x4
- Relay Module 5V 4 Channel
- Breadboard
- Egg Tray
- Motor AM-05
- Cooling Fan
- IP Camera

1.5.2 ซอฟต์แวร์ของระบบ

- โปรแกรม Arduino Software IDE
- ภาษาคอมพิวเตอร์ C, C++
- Thingspeak (เว็บไซต์ Real-Time)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6 ขั้นตอนการดำเนินงานปริญญานิพนธ์

1. ศึกษา รวบรวม ค้นหาหัวข้อ แนวคิด ความเป็นมา และความส่าคัญของปัญหา
2. ศึกษารวบรวม งานวิจัย และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง
3. ก่าหนดวัตถุประสงค์ ขอบเขตของการวิจัย
4. วางแผนงานการวิจัย
5. จัดหา และท่าการศึกษาระบบการท่างาน ระบบการควบคุมการท่างานของเครื่องอบแห้ง อุปกรณ์ต่างๆ ที่จะน่ามาท่าเป็นกรณีศึกษา
6. ศึกษา/วิจัย จัดหา ระบบ/ชุดการควบคุมการท่างานของอุณหภูมิ และความชิ้นสัมพัทธ์ของ เครื่องอบแห้ง เครื่องมือ/อุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ การพัฒนาและเขียนโปรแกรมภาษาซี ที่ใช้ส่าหรับการจัดเก็บฐานข้อมูลสารสนเทศ และการแสดงผลส่าหรับควบคุมเซนเซอร์อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ โดยผ่านการควบคุมความเร็วรอบของพัดลมในเครื่องอบแห้งส่าหรับการฟักไข่
7. พัฒนา และสร้างเว็บไซต์ การแสดงผล และฐานข้อมูลสารสนเทศ เพื่อการตัดสินใจในการควบคุม ระบบจากระยะไกล โดยใช้เทคโนโลยีการสื่อสารในระบบ 3G และอินเตอร์เน็ต
8. ท่าการติดตั้งอุปกรณ์ และท่าการทดลองการท่างานของ เครื่องอบแห้งส่าหรับการฟักไข่ โดยท่า การฟักไข่จ่านวน 15 ฟอง ท่าการเก็บข้อมูลเป็นระยะเวลา 21 วัน โดยใช้ระบบการท่างาน ระยะไกล และเทคโนโลยีการสื่อสาร
9. ท่าการบันทึกผล ปรับแก้ไขระบบให้สามารถด่าเนินการฟักไข่ได้จริง และมีการควบคุมใน ระยะไกลที่มีประสิทธิภาพ
10. ท่าการสรุปผล รายงานผลการวิจัย และน่าเสนองานวิจัย (การด่าเนินการทั้งหมดด่าเนินการ เป็นระยะเวลา 9 เดือน โดยเริ่มจากเดือนสิงหาคม 60 - เดือนเมษายน 2561)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนการดำเนินงานปริญญานิพนธ์

หัวข้อ	ส.ค.60				ก.ย.60				ต.ค.60				พ.ย.60				ธ.ค.60				ม.ค.61				ก.พ.61				มี.ค.61			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
ศึกษาหาข้อมูลหัวข้อที่จะทำ	■	■	■	■																												
จัดหาอุปกรณ์และดาวน์โหลดโปรแกรม					■	■	■	■																								
จัดการทำในส่วนของฮาร์ดแวร์และการเขียนโปรแกรมควบคุม								■	■	■	■	■																				
สร้างเว็บไซต์แบบ Real-Time													■	■	■	■																
ดึงข้อมูลจาก DHT22 มาแสดงผลบนเว็บไซต์																■	■	■	■	■												
ทดสอบระบบ																					■	■	■	■								
แก้ไขระบบ																									■	■	■	■				
จัดทำรูปเล่ม																													■	■	■	■

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 การฟักไข่

วิธีฟักไข่ในปัจจุบันแบ่งได้เป็น 2 วิธีใหญ่ ๆ คือ การให้แม่สัตว์ปีกฟักเองโดยธรรมชาติ วิธีนี้จะได้ลูกในปริมาณน้อยเนื่องจากในช่วงที่ไม่ฟักไข่นั้นจะไม่มีการวางไข่ ดังนั้นมนุษย์จึงหาวิธีท ให้แม่สัตว์ปีกผลิตไข่ได้คราวละมาก ๆ โดยไม่ต้องเสียเวลามาฟักเอง โดยการใช้เครื่องฟักไข่ไฟฟ้าเข้ามาช่วย

การฟักไข่ในปัจจุบันได้กลายเป็นการฟักในรูปแบบของอุตสาหกรรมที่มีการฟักไข่ครั้งละเป็นหมื่น ๆ จนถึงแสน ๆ ฟองด้วยโรงฟักไข่ที่ทันสมัย ใช้ระบบการฟักเป็นแบบเข้าออกทางเดียว (one way) คือ จะนาไข่ฟักเข้าโรงฟักทางด้านหนึ่ง และนาลูกไก่ออกจากโรงฟักอีกทางด้านหนึ่งโดยไม่มีการย้อนกลับ นอกจากนี้ระบบการฟักในโรงฟักที่มีขนาดใหญ่จะใช้แบบระบบต่อเนื่อง คือ นาไข่ฟักที่มีอายุต่างกัน เข้าฟักในตู้ฟักเดียวกัน มีการรมควันไข่ฟักที่เพิ่งนาเข้าฟักเช่นเดียวกัน โดยไม่ทาให้เกิดผลเสียต่อไข่ฟักที่ก าลังฟักอยู่เดิม ในการฟักไข่ด้วยตู้ฟักเป็นการพัฒนาวิธีการฟักมาจากการฟักไข่ตามวิธีธรรมชาติ ซึ่งวิธีการสภาพต่าง ๆ ภายในตู้ฟัก และระยะเวลาในการฟักจะแตกต่างกันไปตามชนิดของไข่ที่น าเข้าไปฟัก เช่น ไข่ไก่ใช้เวลาในการฟักนาน 21 วัน ไข่เป็ด 28 วัน ไข่ห่าน 28 วัน ไข่เป็ดเทศ 35 วัน ไข่นกกระทา 17 วัน ฯลฯ

2.1.1 ปัจจัยสำคัญในการฟักไข่

1. อุณหภูมิ (Temperature) อุณหภูมิเป็นปัจจัยสาคัญในการฟักไข่ อุณหภูมิฟักที่เหมาะสมมีความแตกต่างกันตามชนิดของสัตว์ปีก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิภายในตัวสัตว์นั้น ๆ ขนาดไข่ ความพรุนของเปลือกไข่ และระยะเวลาในการฟักไข่ อุณหภูมิฟักไข่ไก่แบ่งออกเป็น 2 ระยะ คือ ระยะ 18 วันแรกจะใช้อุณหภูมิประมาณ 99.5-100 °ฟ และในระยะ 3 วันหลังใช้อุณหภูมิประมาณ 99-99.5 °ฟ อุณหภูมิในฟองไข่ที่เพิ่งฟักใหม่ ๆ จะผันแปรไปตามอุณหภูมิของสภาพแวดล้อมภายในตู้ฟัก ในขณะที่ตัวอ่อนภายในฟองไข่ฟักเริ่มมีการพัฒนาจะมีความร้อนเกิดขึ้นภายในฟองไข่ ดังนั้นจึงต้องควบคุมอุณหภูมิภายในตู้ฟักไม่ให้สูงเกินไป โดยให้เพิ่มการระบายอากาศ และถ้าสามารถนาประโยชน์ของความร้อนจากไข่ฟักมาร่วมกับการใช้ความร้อนจากตู้ฟักได้ จะช่วยให้ประหยัดกระแสไฟได้ ในตู้ฟักบางชนิดมีชุดท าความเย็น (cooling unit) ไว้ป้องกันอุณหภูมิภายในตู้ฟักที่สูงเกินไป การควบคุมอุณหภูมิให้สม่ าเสมอจะต้องควบคุมการหมุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวียนของอากาศภายในตู้ฟัก เพราะถ้ามีการหมุนเวียน หรือการระบายอากาศมากเกินไป จะท ให้อุณหภูมิภายในตู้ฟักลดลง และยังมีผลต่อความชื้น, การระเหยของน้ าภายในตู้ฟักอีกด้วย

2. ความชื้น (Humidity) ในระหว่างการเจริญของตัวอ่อนจ าเป็นต้องได้รับความชื้นที่เหมาะสม เพื่อจะท ให้กระบวนการต่าง ๆ นั้นด าเนินไปได้ตามปกติ ไข่ฟักจะสูญเสียความชื้นตลอดเวลาในระหว่างการฟัก อัตราการสูญเสียความชื้นประมาณ 11-13% การสูญเสียความชื้นจะมากในระยะแรก และจะลดลงเรื่อย ๆ แล้วจะเพิ่มขึ้นอีกครั้งในช่วงท้ายของการฟัก โดยทั่วไปในช่วง 19 วันแรกของการฟัก ไข่ฟักจะต้องการความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 60% แต่ในช่วง 3 วันสุดท้ายของการฟัก ไข่ฟักจะต้องการความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 70-75% เพื่อให้ลูกไก่สามารถเจาะเข้าไปในช่องอากาศได้สะดวก และช่วยให้ขนฟูหลังจากฟักออกแล้ว อัตราการระเหยของน้ าถูกควบคุมโดยปริมาณของพื้นผิวเปลือกไข่ ลมที่พัดผ่านอุณหภูมิ และความอิ่มตัวของน้ ในอากาศในระหว่างการฟัก ดังนั้นในระหว่างการฟักจ าเป็นต้องมีการควบคุมการระเหยน้ โดยการปรับหรือเติมน้ ในถาดในตู้ฟัก เพื่อควบคุมความชื้นให้เหมาะสม คุณภาพของเปลือกไข่มีผลต่อการสูญเสียน้ าจากฟองไข่ด้วย ไข่เปลือกบางไม่แข็งแรงหรือมีรูพรุนมากเกินไปจะสูญเสียน้ าจากฟองไข่มากกว่าไข่ที่มีเปลือกหนา

3. อากาศและการถ่ายเทอากาศในตู้ฟัก (Ventilation) ปริมาณอากาศ และอัตราการไหลเวียนของอากาศในตู้ฟักจะต้องเหมาะสม ปริมาณของอากาศที่แลกเปลี่ยนในตู้ฟักนั้นจะถูกควบคุมโดยต าแหน่ง และขนาดของรูระบายอากาศในตู้ฟัก ซึ่งสามารถปรับขนาดได้ตามความต้องการ ความต้องการอากาศจะมากขึ้นในช่วงท้าย ๆ ของการฟักโดยในระยะแรกของการฟักการแลกเปลี่ยนก๊าซเกิดขึ้นน้อยแต่การแลกเปลี่ยนจะมากขึ้นเมื่อลูกไก่มีการเจริญมากขึ้น โดยในไข่ 100 ฟอง จะต้องการออกซิเจนที่ประมาณ 4.5 ลูกบาศก์ฟุต/วัน และปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาประมาณ 2.5 ลูกบาศก์ฟุต/วัน นอกจากนี้ยังเกิดความร้อนจากการเมตาบอลิซึมอีกด้วย ดังนั้นการเปิดรูระบายอากาศจึงช่วยในการระบายความร้อนออกด้วย ความเข้มข้นของก๊าซออกซิเจนในอากาศที่บริสุทธิ์มีค่าประมาณ 20% ซึ่งถ้าความเข้มข้นของก๊าซออกซิเจนลดลงเหลือ 17% จะมีผลให้อัตราการฟักออกลดลง ส่วนความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เหมาะสม คือ 0.4% ถ้าความเข้มข้นเพิ่มขึ้นถึง 2% จะมีผลทาให้ตัวอ่อนตายได้และถ้าสูงขึ้นจนถึง 5% ตัวอ่อนภายในไข่จะตายหมด ดังนั้นในตู้ฟักไข่จึงควรมีระบบระบายอากาศที่ดีสามารถระบายอากาศได้อย่างเพียงพอ จึงจะท ให้การฟักไข่ได้ผลดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การวางไข่ในตู้ฟัก (Egg positioning) โดยธรรมชาติแล้วการเจริญของลูกไก่ในฟองไข่นั้น ลูกไก่จะหันหัวขึ้นด้านบนเสมอ เมื่อไข่ฟักมีอายุมากขึ้นส่วนหัวและปากของลูกไก่จะ อยู่ใกล้ช่องอากาศมากขึ้น จึงควรวางไข่ให้เหมาะสมกับลักษณะทางธรรมชาติ คือ วางเอาด้านป้านขึ้นซึ่งจะให้ผลดี และจากการทดลองวางไข่ฟักโดยเอาด้านแหลมขึ้น จะทำให้การฟักออกลดลงประมาณ 10% อีกทั้งลูกไก่ที่ฟักออกจะมีคุณภาพต่ำลงประมาณ 35-40% ยกเว้นการวางในช่วงท้ายของการฟักควรวางไข่ในแนวนอน เพื่อให้ลูกไก่สามารถดันเปลือกออกได้สะดวกขึ้น สำหรับตู้ฟักที่ไม่มีช่องวางไข่ฟักจะใช้วิธีวางไข่แนวนอนเหมือนการฟักธรรมชาติจะให้ผลการฟักออกไม่แตกต่างกัน แต่ต้องมีการกลับไข่ให้ทั่วถึงทุกฟอง ซึ่งไม่สะดวกถ้าฟักไข่ครั้งละมาก ๆ

5. การกลับไข่ฟัก (Egg turning) โดยธรรมชาติของการฟักไข่ของแม่ไก่จะมีการกลับไข่โดยเฉลี่ยทุก ๆ 35 นาที และถ้าไม่มีการกลับไข่เลยจะทำให้ไข่นั้นฟักไม่ออก ดังนั้นอย่างน้อยที่สุดควรต้องมีการกลับไข่วันละ 3 ครั้ง แต่สำหรับตู้ฟักที่มีอุปกรณ์สำหรับกลับไข่อัตโนมัติ ควรกลับไข่ทุก ๆ ชั่วโมง การกลับไข่เป็นสิ่งที่จำเป็นมากสำหรับการฟักไข่ในระยะแรก ๆ และจะหยุดกลับไข่ใน 3 วันสุดท้าย การกลับไข่บ่อยครั้งเกินไปไม่มีผลทำให้การฟักออกสูงขึ้นแต่อย่างใด แต่จะทำให้สิ้นเปลืองเวลา และแรงงาน มุมของการกลับไข่ที่เหมาะสมคือ มุม 45 องศาจากแนวดิ่งกลับไปมา การใช้มุมกลับไข่ในระดับอื่นจะมีผลทำให้ผลการฟักออกลดลง

2.1.2 การคัดเลือกไข่ฟัก

สิ่งที่ควรพิจารณาในการคัดเลือกไข่ฟัก คือ

1. ไข่ฟักควรมีขนาดอยู่ระหว่าง 52-65 กรัม

2. ไข่ไม่บุบหรือแตกร้าว เพราะไข่ที่บุบมีโอกาสให้เชื้อจุลินทรีย์เข้าทำลายตัวอ่อนในไข่ได้ง่าย หรือความชื้นในไข่จะระเหยออกเร็วกว่าปกติ และไข่ที่มีเปลือกร้าวภายในจะเห็นได้เมื่อส่องดูด้วยเครื่องส่องไข่

3. ไข่ฟักควรมีรูปทรงปกติ ไม่บิดเบี้ยว

4. เปลือกไข่ปกติ ไม่ขรุขระหรือบาง เพราะไข่เปลือกบางมีโอกาสแตกง่าย หรือความชื้นภายในฟองไข่ระเหยออกได้ง่าย และลูกไก่มักมีขนติดเปลือก และไข่มีโอกาสแตกในระหว่างการฟักมากกว่าไข่ที่มีเปลือกปกติ

5. ช่องอากาศไม่หลุดลอย การตรวจสอบต้องใช้วิธีส่องไข่ดูกับแสงไฟ ไข่ที่มีช่องอากาศหลุดลอยมักจะฟักไม่ค่อยออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ไข่ที่มีก้อนเลือดใหญ่อยู่ภายในจะฟักออกได้น้อย เนื่องจากก้อนเลือดนี้ไปขัดขวางการเจริญเติบโตของลูกไก่

7. ไข่ที่มีไข่แดงแฝด ถึงแม้ว่าเชื้อจะเจริญได้ในระยะแรกของการฟัก แต่ตัวอ่อนมักจะตายก่อนฟักออก เพราะลูกไก่เติบโตอัดแน่นอยู่ภายในฟองไข่ ท ให้อาหาร และอากาศสาหรับการเจริญของตัวอ่อนไม่เพียงพอ

8. ไข่สกปรกเนื่องจากพื้นรังไข่เปียก หรือสกปรกจะฟักออกไม่ดี เพราะเชื้อจุลินทรีย์มีโอกาสเข้าท ลายตัวอ่อนได้ และยังอาจเป็นตัวน าเชื้อจุลินทรีย์ไปแพร่กระจายไปยังไข่ฟองอื่นในตู้ฟักด้วย การคัดเลือกไข่ฟักนี้อาจกระท ที่เล้าไก่แล้วจึงขนส่งเฉพาะไข่ที่ดีเข้าโรงฟักไข่ หรือถ้าเล้าไก่อยู่ไม่ห่างจากโรงฟักไข่มากนักอาจจะน มาคัดเลือกในห้องที่จัดไว้เฉพาะภายในโรงฟักไข่ก็ได้ แต่ควรระมัดระวังในเรื่องความสะอาดของไข่ เพราะถ้าภายในห้องคัดไข่มีตู้ฟักอยู่ด้วยอาจท ให้เกิดการแพร่กระจายเชื้อโรค ไข่ที่คัดเลือกแล้วจะผ่านขั้นตอนการรมควันเพื่อฆ่าเชื้อโรค แล้วน ไปเข้าตู้ฟักหรือเก็บรักษาเพื่อรอการฟักต่อไป

2.1.3 การรมควันไข่ฟัก (Fumigation)

การรมควันเพื่อฆ่าเชื้อโรคมักใช้ก๊าซฟอร์มัลดีไฮด์ โดยใช้ด่างทับทิมเข้มข้น 95% ท าปฏิกิริยากับฟอร์มาลินความเข้มข้น 37% ในอัตราส่วน 1:2 โดยใช้ด่างทับทิม 20 กรัมต่อฟอร์มาลิน 40 มิลลิลิตรต่อปริมาตรที่รมควัน 100 ลูกบาศก์ฟุต คิดเป็นความเข้มข้นเท่ากับ 1 เท่า อุณหภูมิที่เหมาะสมในการรมควันควรมากกว่า 75 °ฟ และความชื้นสัมพัทธ์มากกว่า 75% ในสภาพที่มีอากาศหมุนเวียนตลอดเวลา ระยะเวลาในการรมควันนาน 20 นาที หลังจากนั้นจึงระบายออก หรือท ให้เป็นกลางด้วยแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ (NH_4OH) เข้มข้น 30% ห้ามรมควันไข่ฟักเมื่อไข่ฟักมีอายุการฟักได้ 24-96 ชั่วโมง เพราะจะท ให้ตัวอ่อนตายได้ ไข่ฟักที่เพิ่งเก็บมาจากฟาร์มควรจะรมควันฆ่าเชื้อที่ระดับความเข้มข้น 3 เท่า อย่างไรก็ตาม การรมควันด้วยก๊าซฟอร์มาลดีไฮด์เป็นอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงาน หลายประเทศเลิกใช้แล้ว และเปลี่ยนมาใช้ยาฆ่าเชื้อโรคที่มีประสิทธิภาพสูงแทน

2.1.4 การเก็บรักษาไข่ฟัก

ในสภาพอากาศบ้านเรา อุณหภูมิทั่วไปอยู่ระหว่าง 85-100 °ฟ ซึ่งเป็นระดับอุณหภูมิที่ท ให้เชื้อที่ปฏิสนธิแล้วสามารถเจริญเติบโตได้ ระดับอุณหภูมิที่ตัวอ่อนลูกไก่ไม่สามารถเจริญเติบโต คือ ที่อุณหภูมิต่ากว่า 69 °ฟ หรือถ้ามีการเจริญอาจจะช้ามาก และการเจริญจะไม่ค่อยดี ถ้าเก็บไข่ไว้นานๆ ตัวอ่อนจะตาย หรืออ่อนแอหรืออาจจะไม่เจริญต่อไป ดังนั้น เพื่อที่จะรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณภาพไข่ไว้โดยไม่มีผลต่อการฟัก ควรเก็บไข่ไว้ในห้องปรับอากาศที่มีอุณหภูมิไม่เกิน 69 °ฟ จะสามารถเก็บไข่ไว้ได้หลายวันเพื่อรอการเข้าฟัก อุณหภูมิในการเก็บไข่ควรอยู่ระหว่าง 50-69 °ฟ ซึ่งถ้าเก็บไว้นาน เกิน 7 วัน ควรเก็บที่อุณหภูมิ 50-55 °ฟ แต่ไม่ควรต่ ากว่า 50 °ฟ เพราะจะท า ให้เกิดผลเสียต่อการฟัก แต่ถ้าเก็บไว้ไม่เกิน 7 วัน ควรเก็บที่อุณหภูมิ 60-65 °ฟ ความชื้นสัมพัทธ์ในห้องเก็บไข่ควรมีค่าประมาณ 75-80% ถ้าความชื้นต่ ามากจะทาให้ไข่ฟักสูญเสียความชื้นมาก แต่ถ้าความชื้นสูง เกินไปหรือมากกว่า 90% จะท าให้ไข่เปียกเชื้อราจะเจริญเติบโตได้ง่าย นอกจากนี้เชื้อจุลินทรีย์ยังสามารถที่จะผ่านเข้าไปในฟองไข่ได้ง่ายท าให้เกิดการเน่าเสีย การเก็บไข่ในห้องเย็นควรวางไข่โดยเอาด้านป้านขึ้น และไม่ควรเก็บไข่ไว้นานเกิน 7 วัน ถ้าเกิน 7 วัน ควรกลับไข่วันละ 1-2 ครั้ง เพื่อป้องกันไม่ให้ไข่แดงซึ่งมีความเข้มข้นน้อยลอยตัวไปติดเปลือกไข่ การกลับไข่จะช่วยท าให้อัตราการฟักออกดีขึ้น ไข่ฟักที่นามาเก็บควรแยกเก็บเป็นเล้าหรือเป็นฟาร์ม ไม่ควรวางไข่ติดกันหลาย ๆ แถวหรือเรียงซ้อนจนสูงเกินไปเพราะท าให้การหมุนเวียนของอากาศผ่านไข่ไม่ดี ไข่ฟักที่อยู่ใน ระหว่างการเก็บรักษาควรรมควันฆ่าเชื้อสัปดาห์ละ 2 ครั้ง

2.1.5 การนำไข่ฟักออกจากห้องเย็น

ไข่ฟักที่เก็บอยู่ในอุณหภูมิต่ าเมื่อน าออกสู่ภายนอกซึ่งมีอุณหภูมิสูงกว่าจะท าให้ไข่ฟักนั้นมีหยดน้ ามาเกาะ เนื่องมากจากไอน้ า และอากาศภายนอกอุ่นกว่าเมื่อกระทบกับความเย็นของเปลือกไข่จะรวมตัวกันเป็นหยดน้ าเกาะอยู่ที่เปลือกไข่ ท าให้เชื้อโรคสามารถเข้าไปท าลายตัวอ่อนในฟองไข่ได้ดังนั้นจึงควรมีการอุ่นไข่ (Pre-heating) เพื่อให้อุณหภูมิไข่ฟักค่อย ๆ สูงขึ้น อุณหภูมิที่ท าการอุ่นไข่ควรอยู่ระหว่าง 80-90 °ฟ นาน 4-6 ชั่วโมง การอุ่นไข่จะช่วยให้อุณหภูมิในฟองไข่ค่อย ๆ สูงขึ้น นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างกะทันหันจะท าให้เชื้อตาย ซึ่งเรียกว่า Temperature shock การอุ่นไข่อาจจะท าได้โดยการน าไข่มาผึ่งไว้ในอุณหภูมิห้องจนกว่าหยดน้ าบนฟองไข่หรือที่บางคนเรียกว่า เหงื่อไข่จะแห้ง ซึ่งจะใช้เวลานานประมาณ 4-6 ชั่วโมง แล้วจึงน าเข้าตู้ฟัก

2.1.6 การนำไข่เข้าตู้ฟัก

ไข่ที่ผ่านการอุ่นมาแล้วเมื่อถึงก าหนดที่จะต้องน าเข้าตู้ฟัก จะต้องตรวจสอบให้ไข่เข้าตู้ฟักตรงตามบันทึก ถ้าเป็นตู้ฟักขนาดเล็กให้จัดไข่ใส่ถาด และน าใส่ตู้ให้เหมาะสมตามความจุของตู้ ส่วนตู้ฟักขนาดใหญ่ให้ตัดไฟตู้ฟัก และเปิดแสงสว่างภายในตู้ เพื่อป้องกันการสูญเสียความร้อนและความชื้น ถ้าเป็นตู้ฟักที่ต้องเข็นรถเข้าไปจอดข้างในต้องตรวจสภาพรถให้เรียบร้อย อัดจาระบีล้อ และสภาพทั่ว ๆ ไป หลังจากน าถาดหรือรถไข่เข้าตู้ฟักเรียบร้อยแล้วให้ต่อสายไฟ สายลมตามแบบที่ก าหนดไว้ เมื่อจัดเข้าที่เรียบร้อยแล้ว ทดลองการกลับไข่ 1-2 ครั้งจนแน่ใจว่าปกติดีจากนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปิดประตูตู้ เปิดเครื่องฟักคอยตรวจเช็คอุณหภูมิ ความชื้น และพัดลม ว่าท างานได้ปกติ และเป็นไปตามก าหนดเวลา ในการน าไข่เข้าฟักขึ้นอยู่กับเวลาที่ต้องการจะน าลูกไก่ออกจากตู้ฟัก จึงควรเอาไข่เข้าฟักอย่างน้อย 5-6 ชั่วโมง ก่อนก าหนดเวลาเอาลูกไก่ออกจากตู้ เช่น ถ้าต้องตรวจเอาลูกไก่ออกจากตู้ฟักเวลา 18.00 น. ก็ควรเอาไข่เข้าฟักเวลา 13.00 น. ฯลฯ นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับอายุไข่ฟัก โดยไข่ที่เก็บไว้นานควรน าเข้าฟักก่อนไข่ที่มาจากเล้าใหม่ ๆ หรือฟาร์มเดียวกันควรเข้าพร้อมกันหรืออยู่ในรถคันเดียวกัน และฤดูหนาวไข่จะฟักออกช้ากว่าฤดูร้อน เมื่อน าไข่ฟักเข้าตู้ฟักเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไปเป็นการรมควันฆ่าเชื้อโรคโดยใช้ก๊าซฟอร์มัลดีไฮด์ เข้มข้น 1 เท่า เป็นเวลา 20 นาที

2.1.7 การส่องไข่ฟัก

การตรวจสอบหาไข่มีเชื้อ ไข่เชื้อตาย หรือสิ่งผิดปกติในฟองไข่ จะใช้วิธีส่องไข่ที่ท าด้วยอุปกรณ์ง่าย ๆ เป็นเพียงแสงไฟจากหลอดไฟที่อยู่ในกล่อง หรือกระบอกที่สามารถบังคับให้มีแสงสว่างออกมาเพียงด้านเดียว เมื่อน าไข่ไปทาบรูที่แสงออกจะได้ไม่มีแสงสว่างมารบกวน และควรจะท าในที่มืด ส าหรับแสงสว่างที่ใช้จะมากหรือน้อยไม่มีปัญหา แต่ไม่ควรให้ร้อนเกินไป เพราะจะเกิดผลเสียต่อตัวอ่อนลูกไก่ได้ ไข่ฟักที่มีเปลือกไข่สีขาวนั้นสามารถส่องเห็นได้ง่ายกว่าไข่ที่มีเปลือกสีน้ าตาล การส่องไข่เพื่อแยกไข่มีเชื้อ และไม่มีเชื้อสามารถท าได้หลังจากน าไข่เข้าฟักไปแล้วเป็นเวลา 15-18 ชั่วโมง แต่ในทางปฏิบัติการส่องไข่จะท าในวันที่ 3 ของการฟักไข่ส าหรับไข่เปลือกสีขาว และสาหรับไข่เปลือกสีน้ าตาลนั้นควรส่องไข่ในช่วงวันที่ 5 ของการฟัก เนื่องจากไข่เปลือกสีน้ าตาลเมื่อส่องดูจะมีลักษณะทึบ จึงมองเห็นรายละเอียดต่าง ๆ ได้ยาก จ านวนครั้งที่จะส่องไข่นั้นมีหลายแบบทั้งนี้ย่อมขึ้นอยู่กับแรงงาน โดยอาจจะส่องวันที่ 3, 7 หรือ 18 แต่ในโรงฟักไข่ขนาดใหญ่ที่ทันสมัยในปัจจุบันนี้ จะส่องไข่ในวันที่ย้ายไข่เพียงครั้งเดียวคือ วันที่ 18-19 ของการฟัก การส่องไข่ไม่ว่าจะเป็นช่วงใดก็ตามจะมีผลกระทบกระเทือนต่อไข่ฟักไม่มากก็น้อย ซึ่งจะส่งผลถึงการฟักออกเป็นตัวของลูกไก่ได้ จึงควรท าด้วยความระมัดระวังและใช้เวลาให้น้อยที่สุดเท่าที่จะท าได้

2.1.8 การเตรียมตู้เกิดและย้ายไข่

ตู้เกิดจะต้องผ่านการล้าง และท าความสะอาดด้วยน้ายาฆ่าเชื้อรวมทั้งรถตู้เกิด และถาดตู้เกิดโดยเฉพาะถาดตู้เกิดจะต้องล้างให้สะอาด นารถตู้เกิดที่ล้างสะอาด และพ่นน้ายาฆ่าเชื้อแล้วเข้าจอดในตู้เกิดให้ตรงต าแหน่ง ตรวจสอบระบบไฟฟ้า น้ าสเปรย์ เทอร์โมมิเตอร์ เทอร์โมสแตต พัดลมดูดอากาศเข้าตู้ น้ ามันหล่อลื่นลิ้นปิดเปิดทางอากาศเข้า ตรวจน้ าในกล่องเทอร์โมมิเตอร์ตุ้มเปียก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 ลักษณะภายในไข่ที่ส่องด้วยที่ส่องไข่

อายุฟัก	ไข่ไม่มีเชื้อ	ไข่เชื้อตาย	ไข่เชื้อเป็น
3-7 วัน	- ใสเห็นภาพไข่แดงราง ๆ - หากเป็นไข่เก็บไว้นาน ๆ อาจเห็นไข่แดงค่อนข้างนอนก้น	- ขุ่น นอนก้น เส้นเลือดไม่ประสานกันเป็นร่างแห - อาจเป็นวงแหวน หรือจุดด า	- มีเส้นเลือดแดงสีสดประสานกันเป็นร่างแห - เชื้อเคลื่อนไหวได้ขณะส่อง
14 วัน	- จะเห็นภาพในไข่มีช่องอากาศโต - เงาไข่แดงอยู่ด้านข้างและสีซีดมาก	- ขนาดตัวอ่อนลูกไก่เจริญน้อย ไม่สดใสแจ่มชัด - ถ้าเชื้อตายใหม่ ๆ อาจเห็นเส้นเลือดเป็นร่างแหบ้างแต่เชื้อไม่เคลื่อนไหว	- ลูกไก่โตขึ้นดูค่อนข้างมืดทึบ - ช่องอากาศใหญ่ขึ้น - ลูกไก่เคลื่อนไหวได้และเห็นหัวใจเต้น
18 วัน		- เช่นเดียวกับที่ 14 วัน แต่เห็นตัวลูกไก่โตกว่า - สีเลือดซีด หรือจางมาก - เห็นเงาทึบบางส่วน	- เนื้อที่ครึ่งฟองไข่หรือมากกว่านั้น ทึบแสง - เห็นเส้นเลือดตอนล่างชัด - อาจเห็นลูกไก่ก สัง เคลื่อนไหว

ทดสอบหัวสเปรย์ รวมทั้งระบบเตือนภัย จากนั้นรมควันตู้เกิดทั้งตู้ และเดินเครื่องตู้เกิดก่อนย้ายไข่เข้ามา 2-3 ชั่วโมง ส หรับตู้ฟักที่มีตู้ฟัก และตู้เกิดเดียวกันให้ย้ายไข่จากถาดไข่ฟักลงถาดเกิด แล้วปิดตะแกรงด้านบนไม่ให้ลูกไก่กระโดดออก ตู้ฟักประเภทนี้ไม่สามารถรมควันตู้เกิดได้ จึงอาจมีการติดเชื้อกับตัวอ่อนลูกไก่ได้

การย้ายไข่เข้าตู้เกิดในการฟักไข่ไก่นั้นจะกระท ประมาณวันที่ 18-19 ของการฟักหรือเวลาที่เหมาะสมคือ ไก่มีการเจาะเปลือก (Pipping) ประมาณ 1% ของถาด ถาดไข่ฟัก และถาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกิดจะออกแบบมาให้มีขนาดพอดีกัน การปฏิบัติอาจแตกต่างกันไปตามประเภทของตู้ฟัก ตู้ฟักบางชนิดใช้เหล็กแผ่นดึงไข่ของรถตู้ฟักออกมาทั้งถาดตู้ฟัก แล้วดึงถาดตู้เกิดมาครอบ พลิกถาดตู้เกิดหงายขึ้นเพื่อย้ายไข่ไปยังถาดเกิด เลื่อนถาดไปยังไฟส่องบนโต๊ะส่องไข่ ไข่ที่ต้องหยิบออกคือไข่ที่แสงไฟส่องทะลุซึ่งเป็นไข่ไม่มีเชื้อหรือไข่ลม เมื่อมีไข่เน่าให้ทิ้งลงในถังน้ ายาฆ่าเชื้อ ไข่เน่าที่ระเบิดใส่ถาดตู้เกิดหรือไข่ลมแตกใส่ถาดต้องใช้ฟองน้ าเช็ดให้สะอาด และเช็ดด้วยน้ ายาฆ่าเชื้อโรคอีกครั้ง เพื่อหลีกเลี่ยงการมีอาหารให้เชื้อโรคเจริญเติบโตหรือเชื้อโรคจากไข่เน่าแพร่เข้าตู้เกิดและเข้าสู่ลูกไก่ที่เริ่มฟักออกได้ การย้ายไข่จะต้องท าอย่างรวดเร็วเพื่อไม่ให้อุณหภูมิของไข่ลดลงมากเกินไป

2.1.9 ขั้นตอนการปฏิบัติต่อลูกไก่ที่ฟักออก

เมื่อการฟักไข่ด าเนินมาจนถึงขั้นสุดท้ายที่ลูกไก่ฟักออกเป็นตัว ถ้าเป็นไก่เมื่อถึงวันที่ 21 ของการฟัก ลูกไก่ส่วนใหญ่จะออกจากเปลือกไข่ ขนลูกไก่ยังเปียกอยู่ นอกจากนั้นยังมีไข่ที่ฟักไม่ออกอีกจ านวนหนึ่ง ซึ่งต้องคัดออกไป ขั้นตอนการปฏิบัติต่อไก่ที่ฟักออกมีดังนี้

1. เตรียมอุปกรณ์ใส่ลูกไก่ก่อนที่จะถึงช่วงเวลาออกลูกไก่ตามก าหนด จะต้องเตรียมกล่องเตรียมถาดไข่สาหรับใส่ไข่ตายโคม โต๊ะคัดลูกไก่ หรือถาดที่ใส่ลูกไก่คัดทิ้ง

2. การรอให้ขนลูกไก่แห้ง เมื่อถึงเวลาที่จะเอาลูกไก่ออกจากตู้ ต้องเปิดตู้เกิดตรวจเช็คทุกตู้ว่าตู้เกิดใดลูกไก่แห้งดีแล้วก็ให้ออกลูกไก่ตู้นั้นก่อน แต่ไม่ควรปล่อยให้ลูกไก่ขนแห้งจนเกินไปเพราะจะท าให้ลูกไก่สูญเสียน้ าในตัวมาก เนื่องจากการระเหยน้ า ท าให้การเลี้ยงรอดต่ า ถาดใดที่ลูกไก่แห้งดีแล้วควรน าออกมาทีละถาด พร้อมทั้งแยกไข่ตายโคมออกมา และจดบันทึกไว้

3. การคัดลูกไก่ แยกลูกไก่ที่มีขนาดต่างกันไว้คนละพวก และคัดลูกไก่ที่มีคุณภาพต่าออกไป เช่น ลูกไก่พิการต่าง ๆ ท้องบวม สะดือเปียก ไข่แดงไม่เข้าช่องท้อง ปากเบี้ยว ตาบอด ขนที่หัวไม่มี นิ้วบิดเก ลูกไก่ตัวเล็กเกินไป หรือแห้งเกินไป สีไม่ตรงตามพันธุ์ และลูกไก่ไม่แข็งแรง ฯลฯ ถ้าสามารถแยกเพศได้ด้วยสีขนจะแยกเพศไปพร้อมกันเลย เปอร์เซ็นต์ลูกไก่ที่คัดทิ้งไม่ควรมากกว่า 1 % ถ้ามากกว่านี้ แสดงว่าตู้ฟักอาจทางานไม่ได้ประสิทธิภาพสูงสุด หรือฝูงไก่พันธุ์มีสุขภาพไม่ดีพอ การคัดลูกไก่ยังคงยึดหลักความแข็งแรงสม่ าเสมอเป็นเกณฑ์ ผลการคัดลูกไก่โดยทั่วไปจากฝูงไก่พันธุ์ที่มาตรฐานสูงควรอยู่ระหว่าง 80–90% เป็นส่วนใหญ่

4. การบรรจุลูกไก่ลงกล่อง กล่องใส่ลูกไก่ส่วนมากท าด้วยกระดาษแข็ง เจาะรูระบายอากาศใช้ขนส่งลูกไก่ไปยังฟาร์ม และใช้เพียงครั้งเดียว หรืออาจใช้กล่องพลาสติก ซึ่งนิยมใช้ในฟาร์มของตัวเองในกรณีที่อยู่ใกล้โรงฟักไข่ หลังจากใช้แล้วจะน ามาฆ่าเชื้อโรค และสามารถน ามาใช้ได้อีก ขนาดของกล่องใส่ลูกไก่มีขนาด และรูปแบบมาตรฐาน ที่นิยมใช้กันมีขนาดกว้าง 20 นิ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยาว 26 นิ้ว และสูง 6 นิ้ว บรรจุลูกไก่ได้ 100 ตัว หรือลูกเป็ดเนื้อ 80 ตัว แบ่งช่องเป็น 4 ช่องเท่าๆ กัน มีฝาปิด

ลูกไก่เมื่อท าการคัดลงกล่องใส่ลูกไก่แล้วต้องตั้งหลักเกณฑ์ก่อนว่าจะใส่กล่องละเท่าใด เช่น 102 ตัว หรือ 82 ตัว ฯลฯ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระบบขาย หรือระบบงานที่วางไว้จากนั้นให้ถือหลักเกณฑ์ ดังนี้

4.1. จับลูกไก่ครั้งละไม่เกิน 6 ตัว โดยให้ร่องนิ้วคีบตรงคอ และใช้อุ้งมือประคองตัวลูกไก่ไว้เพียงเบา ๆ แล้วยกขึ้นดูว่ามีลักษณะผิดปกติอะไรบ้าง ถ้าลูกไก่ปกติดีจึงใส่ลงกล่องได้เลย

4.2. ไก่ที่ยืนไม่ได้ เช่น ขาเก อ่อนแอจนต้องนอนราบ และขนเกรียนมาก เป็นไก่ที่ต้องจับคัดทิ้งไปก่อน

4.3. ในการคัดขนาดไก่เล็ก หรือใหญ่นั้น อาจใช้การทดสอบน้ำหนักลูกไก่ทั้งกล่อง และแยกขนาดตามน้ าหนักลงกล่อง

5. การคัดเพศ ในกรณีที่ต้องการเลี้ยงไก่แบบแยกเพศ เช่น การผลิตลูกไก่สายพ่อแม่พันธุ์ (parent stock) หรือการผลิตไก่ไข่จ าเป็นต้องคัดเพศเพื่อเลี้ยงแยกกัน ส่วนการเลี้ยงไก่กระทง เป็ดเนื้อ มีการเลี้ยงคละเพศ จึงไม่ต้องผ่านขั้นตอนการคัดเพศนี้ การคัดเพศในสัตว์ปีกนั้นมีด้วยกัน หลายวิธี คือ

5.1. การปลิ้นทวาร (vent sexing) เริ่มโดยชาวญี่ปุ่น โดยอาศัยความแตกต่างของตุ่มผสมพันธุ์หรืออวัยวะเพศ (rudimentary copulatory organ) ในสัตว์ปีกเพศผู้ ไก่ตัวผู้จะมีอวัยวะเพศที่มีขนาดเล็กโผล่ออกมาให้เห็น ส่วนตัวเมียนั้นจะมีขนาดเล็กกว่าเรียกคลิสตอริส (clitoris) ซึ่งมักจะเห็นไม่ชัดทุกวัน หรือบางครั้งอาจไม่พบ หรืออาจเล็กมาก หรือมีรูปร่างแตกต่าง กันออกไป ต าแหน่งของตุ่มผสมพันธุ์อยู่บนส่วนผิวด้านล่างของช่องทวารร่วม (cloaca) จ าเป็นต้องเปิดทวารออกก่อนจึงมองเห็นอวัยวะส่วนนี้ แต่ในเป็ด และห่านจะมีลักษณะเป็นเกลียวยื่นออกมา ดังนั้นจึงไม่จ าเป็นต้องเปิดทวารออก เพียงแต่อาศัยการบีบที่ก้นถ้ารู้สึกว่าเป็นจุดแข็ง ๆ แสดงว่าเป็นตัวผู้ วิธีนี้ต้องอาศัยการฝึกฝน และความช านาญ ระยะเวลาที่เหมาะสมในการปลิ้นก้นคือ 12–36 ชั่วโมง ความแม่นย าเมื่อเริ่มฝึกประมาณ 70% เมื่อมีความช านาญแล้วประมาณ 90% ความเร็วในการคัดเพศประมาณ 200 ตัวต่อชั่วโมง

5.2. การคัดเพศลูกไก่โดยใช้กล้อง (optical sexing instruments) วิธีนี้ต้องใช้อุปกรณ์ คือ กล้องส่องซึ่งมีราคาแพงประกอบด้วยหลอดแก้วที่มีขนาดเล็กสอดเข้าทางลาไส้ และอาศัยการสะท้อนของแสง สว่างไปยังปลายแท่งแก้ว ส่วนปลายอีกด้านหนึ่งของกล้องมีเลนส์ส าหรับส่อง วิธีนี้สามารถคัดเพศได้รวดเร็วประมาณ 1,000 ตัวต่อชั่วโมง และมีความถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มากกว่า 95% แต่ถ้ามีความช นาญมากอาจถึง 100 % วิธีการนี้อาศัยความแตกต่างของอวัยวะสืบพันธุ์ ดังนั้นจึงต้องรู้ต แหน่งของอัณฑะ และรังไข่ เมื่อสอดแท่งแก้วเข้าไปในทวาร และล ไส้ของลูกไก่แรกเกิดแล้วให้กดหลังลูกไก่ให้กระดูกสันหลังลูกไก่อยู่ชิดปลายแท่งแก้ว โดยประมาณให้ปลายแท่งแก้วอยู่พอดีต่อมหมวกไต ขยับลูกไก่ต่อไปจนเห็นอัณฑะ หรือรังไข่ ซึ่งจะสามารถสังเกตเห็นเงาของก้อนอัณฑะผ่านทางผนังล ไส้ทางด้านบน ขนาดเมล็ดข้าวสารมีสีขาว ค่อนข้างเหลือง 2 อัน ถ้าเป็นตัวเมียจะมองไม่เห็นเงาเม็ดอัณฑะ การใช้กล้องคัดเพศนี้ต้องมีความชานาญสูง และต้องระมัดระวังอันตรายที่อาจเกิดแก่ลูกไก่ได้ ซึ่งอาจจะท ให้ล ไส้บอบช้าหรือล ไส้ทะลุได้

5.3. การคัดเพศโดยอาศัยลักษณะทางพันธุกรรมที่ขึ้นอยู่กับโครโมโซมเพศ (sex-linked) ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น

5.3.1. การถ่ายทอดลักษณะสีขนในไก่พันธุ์บาร์พลีมัทร็อค ลักษณะสีขนบาร์คือ ขนลายขาวสลับด าถูกควบคุมโดยยีน B เป็นลักษณะเด่นต่อขนไม่บาร์ คือขนสีด าหรือสีแดง ซึ่งถูกควบคุมโดยยีน b เมื่อท การผสมระหว่างตัวเมียขนบาร์ (X^BY) กับตัวผู้ขนไม่บาร์ (X^BX^B) จะได้ลูกตัวผู้ที่มีลักษณะขนบาร์ (X^BX^b) และมีจุดสีขาวบนหัว ส่วนตัวเมียจะมีลักษณะขนไม่บาร์ (X^bY) ท ให้สามารถคัดเพศเมื่อแรกเกิดได้ ตัวอย่างเช่น การผสมระหว่างพ่อโร๊ดไอซ์แลนด์เรด และแม่บาร์พลีมัทร็อคจะท ให้ลูกที่เกิดคัดเพศได้เมื่อแรกเกิด

5.3.2. การถ่ายทอดลักษณะการงอกของขน ลักษณะของขนงอกช้าจะถูกควบคุมด้วยยีน K เป็นลักษณะเด่นต่อลักษณะขนงอกเร็ว ซึ่งถูกควบคุมด้วยยีน k เมื่อผสมไก่ตัวผู้ที่มีขนงอกเร็ว (X^kX^k) กับไก่ตัวเมียที่มีขนงอกช้า (X^KY) ลูกตัวผู้ที่เกิดมาทั้งหมดจะได้ยีน K จากแม่จึงมีขนงอกช้า (X^KX^K) จึงสามารถจะแยกออกมาจากตัวเมียที่มีขนงอกเร็ว (X^kY) ได้ภายในระยะเวลาไม่กี่ชั่วโมงหลังจากฟักออกมา โดยสังเกตลักษณะของขนคือ ขนปีกบิน (primary) ของลูกไก่ตัวเมียจะยาวกว่าขนคลุมขนปีกบิน (primary covert) ส่วนตัวผู้ขนปีกบิน (primary) จะสั้นกว่าหรือเท่ากับขนคลุมขนปีกบิน (covert)

6. การท วัคซีน (vaccination) วัคซีนที่นิยมท ให้ลูกไก่อายุ 1 วัน คือ วัคซีนป้องกันโรคมาเร็กซ์ (Marek) เพื่อให้ลูกไก่สร้างภูมิคุ้มกันโรคตั้งแต่วันแรก โดยเฉพาะในไก่พันธุ์ และไก่ไข่ การท วัคซีนป้องกันโรคนี้ปัจจุบันถือเป็นการบริการอย่างหนึ่งของโรงฟัก นอกจากนี้บางโรงฟักจะท วัคซีนป้องกันโรคนิวคาสเซิล และหลอดลมอักเสบ โดยการสเปรย์ให้ลูกไก่หายใจเข้าไป ซึ่งโรงฟักจะท ให้ตามที่ลูกค้าสั่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.10 การเจริญของตัวอ่อนลูกไก่

อายุฟักวันที่ 1

ส่วนของเยื่อเพลลูซิดา (pellucida) และโอปากา (opaca) ที่จุดก าเนิด (blastoderm) จะเจริญขยายตัวใหญ่ขึ้น ต่อมาเมื่อได้รับอุณหภูมิฟัก ประมาณ 16 ชั่วโมง เยื่อเซลล์ชั้นบนจะเว้าเป็นร่องยาวเป็นแนวขวางกับความยาวของไข่ (primitive streak) ต่อมาระหว่างชั่วโมงที่ 16 ถึงชั่วโมงที่ 24 เริ่มมีการเจริญเป็นอวัยวะต่าง ๆ ดังนี้

อายุฟัก 4 ชั่วโมง	- หัวใจและเส้นเลือดเริ่มพัฒนา
อายุฟัก 18 ชั่วโมง	- เริ่มปรากฏส่วนของระบบทางเดินอาหาร
อายุฟัก 20 ชั่วโมง	- เริ่มปรากฏส่วนของกระดูกสันหลัง
อายุฟัก 21 ชั่วโมง	- เริ่มก าเนิดระบบประสาท
อายุฟัก 22 ชั่วโมง	- เริ่มก าเนิดส่วนหัวของเอ็มบริโอ
อายุฟัก 24 ชั่วโมง	- เริ่มก าเนิดลูกตาของเอ็มบริโอ

อายุฟักวันที่ 2

ตัวอ่อนลูกไก่เริ่มหันไปทางด้านข้างและเริ่มเกิดเส้นเลือดที่ถุงไข่แดง

อายุฟัก 25 ชั่วโมง	- เริ่มสร้างส่วนที่เป็นหู
อายุฟัก 42 ชั่วโมง	- หัวใจเริ่มเต้น ระบบหมุนเวียนโลหิตเริ่มท างานโดยมีการไหลเวียนของโลหิตระหว่างตัวอ่อนกับถุงไข่แดง ระยะนี้เป็นระยะอันตรายส าหรับเอ็มบริโอ

อายุฟักวันที่ 3

อายุฟัก 60 ชั่วโมง	- เริ่มสร้างส่วนที่เป็นจมูก
อายุฟัก 62 ชั่วโมง	- เริ่มสร้างส่วนของขา
อายุฟัก 64 ชั่งโมง	- เริ่มสร้างส่วนปีก ตัวอ่อนเริ่มเคลื่อนไหว มีการหมุนตัวโดยตัวอ่อนจะนอนอยู่บนด้านซ้ายของตัวเอง ระบบการหมุนเวียนโลหิตเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อการฟักด าเนินไปได้ 3 วัน ถุงน้ าคร่ า(amnion) จะหุ้มตัวอ่อนทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อายุฟักวันที่ 4

- เริ่มสร้างลิ้น อวัยวะต่าง ๆ ของร่างกายทั้งหมดเริ่มปรากฏ ระบบเส้นเลือดต่าง ๆ เริ่มเห็นชัดเจนได้ด้วยตาเปล่า เยื่อ allantois จะเจริญต่อไปจนห่อหุ้มภายในไข่ทั้งหมดแล้ว เชื่อมติดกับ serosa กลายเป็นเยื่อหุ้มชั้น chorion เส้นโลหิตฝอยของ allantois มาติดต่อกับเยื่อหุ้มไข่ใต้เปลือก

อายุฟักวันที่ 5

- อวัยวะสืบพันธุ์เริ่มเปลี่ยนแปลงสามารถแยกความแตกต่างระหว่างเพศผู้ และเพศเมียได้ หัวใจเริ่มมีรูปร่างชัดเจน และเส้นเลือดจะครอบคลุมเนื้อที่ของถุงไข่แดงถึง 2 ใน 3 ส่วน
- ส่วนของหน้า และจมูกเริ่มปรากฏมีรูปร่างชัดเจนเหมือนลูกไก่

อายุฟักวันที่ 6

- จะงอยปากเริ่มมีรูปร่างเหมือนลูกไก่ทั่วไป
- เริ่มสังเกตเห็นความเคลื่อนไหวของตัวอ่อน

อายุฟักวันที่ 7

- ส่วนของร่างกายมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว เมื่อเทียบกับการเจริญของส่วนหัว
- สามารถมองเห็นอวัยวะต่าง ๆ ของร่างกายได้

อายุฟักวันที่ 8

- เริ่มปรากฏขน และตุ่มขน

อายุฟักวันที่ 10

- จะงอยปากเริ่มแข็งตัว
- เริ่มปรากฏเกล็ดแข็งบนส่วนของขา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- นิ้วเท้าแต่ละนิ้วจะแยกออกจากกันอย่างเห็นได้ชัด

อายุฟักวันที่ 11

- เริ่มปรากฏผนังช่องท้อง สามารถมองเห็นลาไส้อยู่ในถุงหุ้มไข่แดงได้

อายุฟักวันที่ 13

- เริ่มมีขนอ่อนปกคลุมลาตัว กระดูกมีการสะสมแคลเซียม
- อวัยวะส่วนใหญ่เริ่มมีการเจริญเติบโตในช่วงสุดท้าย

อายุฟักวันที่ 14

- ตัวอ่อนเริ่มหมุนตัวไปอยู่ในแนวขนานกับความยาวของไข่ โดยส่วนหัวจะหันไปทางด้านป้าน

อายุฟักวันที่ 17

- ลูกไก่จะเคลื่อนไหวให้อยู่ในท่าปกติโดยจะงอยปากจะซุกอยู่ใต้ปีกขวา และชี้ไปทางด้านป้าน

อายุฟักวันที่ 19

- ถุงไข่แดงเริ่มเข้าสู่ช่องว่างในล ตัวทางสายสะดือ ไข่แดงนี้ถูกใช้เป็นอาหารในช่วง 2 - 3 วันแรกหลังจากเกิด

อายุฟักวันที่ 20

- ไข่แดงถูกดูดเข้าสู่ช่องท้องเรียบร้อย ลูกไก่จะขยายตัวเต็มเนื้อที่ภายในไข่ทั้งหมด ยกเว้น ช่องอากาศ สะดือเริ่มปิด จากนั้นลูกไก่จะใช้จะงอยปากเจาะเยื่อหุ้มเปลือกไข่ชั้นในและเข้าสู่ช่องอากาศ ทันทีที่จะงอยปากเจาะเข้าสู่ช่องอากาศ ลูกไก่จะเริ่มหายใจอย่างช้า ๆ ปอดเริ่มทางาน จากนั้นลูกไก่จะเริ่มเจาะเปลือกไข่เพื่อออกสู่ภายนอกท า ให้ได้รับอากาศมากขึ้น ปอดเริ่มท างานเต็มที่ ระยะนี้เป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะที่อันตรายอีกระยะหนึ่งส หรับลูกไก่

อายุฟักวันที่ 21

- ภายหลังการเจาะเปลือกไข่ครั้งแรกลูกไก่จะพักเป็นเวลาหลายชั่วโมง จากนั้นจึงเริ่มเจาะเปลือกออกเป็นแนววงกลมรอบตัว โดยทั่วไปแล้วถ้าลูกไก่อยู่ในต าแหน่งที่ถูกต้อง การเจาะเปลือกไข่จะอยู่ใกล้กับด้านป้าน ลูกไก่ใช้เวลาในการเจาะเปลือกไข่จนกระทั่งออกเป็นตัวลูกไก่นานถึง 10 - 20 ชั่วโมง

2.2 การเลี้ยงไก่ระยะแรกเกิด

การเลี้ยงไก่ระยะแรกเกิดนับว่าเป็นการเลี้ยงระยะที่ส าคัญมากที่สุด หากมีการเลี้ยงดูเอาใจใส่เป็นอย่างดีย่อมที่จะให้เนื้อ และไข่ที่ดีในโอกาสต่อไป เพราะไก่มีสุขภาพแข็งแรงสมบูรณ์ การแสดงลักษณะทางพันธุกรรมก็จะแสดงออกได้เต็มที่ตามสายพันธุ์ของไก่จึงจ าเป็นต้องค านึงถึง

1. วางแผนการเลี้ยงแบบเข้าพร้อมกัน - ออกพร้อมกัน เพื่อให้การเลี้ยงไก่ถูกต้องตามหลักสุขาภิบาล และการควบคุมโรคได้เป็นอย่างดี ระบบการเลี้ยงควรเป็น การเลี้ยงแบบ all - in, all - out system คือการเลี้ยงไก่อายุเดียวกัน ภายในโรงเรือนเดียวกัน และขายออกในเวลาเดียวกัน (เข้าพร้อมกัน - ออกพรอมกัน) นอกจากควบคุมโรคต่าง ๆ ได้ง่ายยังสามารถท าความสะอาดโรงเรือน และอุปกรณ์ พร้อมกับการพักโรงเรือนประมาณ 10 - 20 วัน เพื่อตัดวงจรชีวิตของเชื้อโรคต่าง ๆ ที่สะสมอยู่ในระหว่างการเลี้ยงก่อนน าไก่ชุดใหม่เข้าเลี้ยงในเวลาต่อมา

2. จ านวนไก่ที่สั่งจองเพื่อน าเข้าเลี้ยง มีปัจจัยเป็นตัวก าหนดจ านวนไก่ที่จะสั่งจองเข้าเลี้ยง คือ

2.1 ขนาดความจุของโรงเรือน แต่ละโรงเรือนสามารถน าเข้าไก่ได้มากน้อยเพียงใดจึงจะเหมาะสมที่สุด

2.2 อุปกรณ์ใส่อาหาร - ใส่น้ ามีจ านวนเพียงพอ และเหมาะสมกับจานวนไก่แต่ละประเภท

2.3 ฤดูกาล เป็นตัวก าหนดอัตราการเลี้ยงต่อพื้นที่ของโรงเรือนด้วย เช่น ฤดูหนาว อากาศเย็น จานวนไก่ต่อพื้นที่ย่อมมากกว่าฤดูร้อน

2.4 ประเภทของไก่ เช่น ไก่เนื้อ, ไก่ไข่, ไก่พันธุ์ ย่อมใช้อัตราส่วนของพื้นที่แตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 สภาพการถ่ายเทอากาศ ซึ่งจะมีอิทธิพลอย่างมากต่ออุณหภูมิภายในโรงเรือน

2.2.1ขั้นตอนการปฏิบัติการเลี้ยงดู

1. การเตรียมพร้อมก่อนลูกไก่จะมาถึง

ก่อนจะน าลูกไก่เข้าเลี้ยงภายใต้กกในโรงเรือน จะต้องเตรียมทุกอย่างให้พร้อม เช่น ทดสอบเครื่องกกปรับตั้งอุณหภูมิ เพื่อใช้ในการกกอย่างเหมาะสมคือสัปดาห์ที่ 1 อุณหภูมิประมาณ 32 - 34 C สัปดาห์ที่ 2 30 - 32 C และสัปดาห์ที่ 3 28 - 30 C ก่อนที่ลูกไก่จะมาถึงควรเปิดกกความร้อนไว้ ประมาณ 2 - 3 ชม. เพื่อให้ใต้กกอุ่นพอที่ลูกไก่จะได้รับ บนวัสดุรองพื้นหากเป็นไปได้ควรปูด้วยกระดาษหนังสือพิมพ์ซ้อนกันประมาณ 7 - 10 ชั้น ให้เต็มพื้นที่กกเพื่อใช้โปรยอาหารเพื่อลูกไก่จะได้เห็นอาหารได้ง่ายขึ้นในวันแรกและหยิบกระดาษหนังสือพิมพ์ออกวันละ 1 ชิ้น เพื่อให้พื้นสะอาดอยู่ตลอดยิ่งดี นอกจากนั้นยังป้อนกันแกลบเข้าปะปนกับอาหารและน้ าอีกด้วย

2. ปิดผ้าม่านด้านข้างรอบโรงเรือน เพื่อป้องกันลมโกรก

เนื่องจากลูกไก่ระยะกกซึ่งยังเล็กอยู่จะไม่ชอบให้ลมพัดมากระทบถูกโดยตรง เพราะลูกไก่ระยะนี้ยังต้องการความร้อนความอุ่นนั่นเอง ม่านนอกจากจะป้องกันลมแล้วยังช่วยรักษาอุณหภูมิภายในกกลูกไก่นั้นให้คงที่อีกด้วย และจะค่อย ๆ เปิดม่านขึ้นเพื่อให้อากาศถ่ายเทเมื่ออากาศร้อน และเปิดเมื่ออายุของลูกไก่มากขึ้น เมื่อพ้นระยะกก (3 สัปดาห์) ท าการเก็บผ้าม่านออกไม่มีความจ าเป็นต้องปิดอีกต่อไป

3. ขั้นตอนการปฏิบัติเมื่อลูกไก่มาถึง

1. รีบน าลูกไก่ลงจากรถทันที และน าไปวางไว้ตามกกแต่ละกก ตามจ านวนกก ๆ ละประมาณ 500 ถึง 600 ตัว และไม่ควรวางกล่องลูกไก่ซ้อนกัน

2. เปิดฝากล่องบรรจุลูกไก่ออกทันทีเพื่อตรวจสอบสภาพลูกไก่ และเพื่อระบายความร้อน

3. ปล่อยลูกไก่ลงกก ควรปล่อยอย่างระมัดระวังพร้อมนับจ านวนว่าถูกต้องหรือไม่ โดยปล่อยกระจายไปรอบ ๆ กก เพื่อให้ลูกไก่เกิดการเรียนรู้แล้วเข้าหาความอบอุ่นเอง ไม่ควรเทลูกไก่ออกจากกล่องลงกก เพราะไก่จะเครียดมากขึ้น

4. ให้น้ าที่ได้จัดเตรียมไว้เรียบร้อยแล้ว ให้ไก่ดื่มหลังจากปล่อยลูกไก่ลงกก และประมาณ 15 - 20 นาที (ลูกไก่หายจากอาการหอบเหนื่อยแล้ว) การวางควรวางไป รอบๆ กกสลับกับภาชนะใส่อาหาร และน้ าที่ให้ลูกไก่ดื่ม ควรผสมด้วยอีเล็กโทรไลท์ (ยาลดความเครียดจากการขน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ย้าย) หรือไวตามิน หรือ ยาปฏิชีวนะ เพื่อป้องกันโรคแทรกซ้อน และเพื่อให้ลูกไก่ฟื้นสภาพอ่อนเพลียได้เร็วขึ้น แข็งแรง และเจริญเติบโตตามปกติ

5. ให้อาหารที่จัดเตรียมไว้หลังจากให้น ้ ประมาณ 20 - 30 นาที ซึ่งอาหารในมื้อแรกของลูกไก่ควรเป็นพวกปลายข้าว หรือข้าวโพดป่น โดยให้ไก่กินอยู่นานประมาณ 1-2 ชม. เพื่อให้ระบบการย่อยอาหารของลูกไก่เกิดการเรียนรู้ และย่อยอาหารในขั้นแรกเสียก่อน เพราะว่าในสารอาหารจะประกอบด้วยวัตถุดิบหลายชนิดโดยเฉพาะ พวกปลาป่น และเกลือ ซึ่งมีความเค็มสูงอาจท ให้ลูกไก่ท้องเสียหรืออุจจาระติดกัน หลังจากลูกไก่กินข้าวโพดหรือปลายข้าว หมดแล้วจึงให้อาหาร

6. ตรวจความเรียบร้อยหลังจากปล่อยไก่ลงกกเพื่อกินน ้ าและอาหารจนเรียบร้อยทุกกกแล้ว ในบางครั้งอาจพบว่าลูกไก่บางตัวอ่อนเพลียจากการเดินทางควรจับลูกไก่บางตัวเอาปากจุ่มน ้ าเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ และกินน ้ ได้เองในเวลาต่อมา สังเกตการกระจายตัวอย่างสม่ าเสมอของลูกไก่แต่ละกก ว่าเป็นอย่างไรหากพบข้อบกพร่องต้องรีบแก้ไข

4. การปฏิบัติเลี้ยงดูลูกไก่ระยะแรก

การเลี้ยงไก่ในระยะกกผู้เลี้ยงจะต้องดูแลเอาใจใส่ลูกไก่อย่างใกล้ชิดตลอดระยะเวลาการกกโดยปฏิบัติดังนี้ คือ

1. อาหาร การให้อาหารลูกไก่ระยะกก ควรให้ครั้งละน้อย ๆ เพื่อให้ลูกไก่กินหมดภายในระยะเวลา 1 - 2 ชม. ซึ่งการให้น้อย ๆ แต่บ่อยครั้งเช่นนี้จะท ให้ลูกไก่มีความกระตือรือร้นในการแย่งกันกินอาหารมากขึ้น และได้กินอาหารใหม่ ๆ อยู่ตลอด ซึ่งการให้ครั้งละมาก ๆ อาหารจะถูกลูกไก่คุ้ยเขี่ย และเหยียบย่ า และมีอุจจาระ หรือแกลบปะปนอยู่ ลูกไก่จะเบื่ออาหารทาให้เจริญเติบโตไม่ดี ความแข็งแรงสมบูรณ์ต่ าลง

2. น ้ าน ้ ที่จัดให้ส หรับไก่ดื่มต้องสะอาดปราศจากเชื้อโรคต่าง ๆ ที่เป็นอันตรายต่อไก่ทั้งทางตรงและทางอ้อม และมีจ นวนเพียงพอกับความต้องการของไก่

3. อุปกรณ์ใส่อาหาร - ใส่น ้ าเมื่อไก่อายุการเลี้ยงมากขึ้นความต้องการอาหาร และน ้ าย่อมมีมากขึ้น อุปกรณ์ที่ใส่น ้ า และใส่อาหารจาเป็นต้องจัดให้เพียงพอต่อความต้องการของไก่และใช้ภาชนะใส่น ้ าและอาหารให้เหมาะสมกับอายุของไก่โดยปรับระดับภาชนะตามความสูงของไก่ เพื่อลดการคุ้ยเขี่ยตกหล่น และการเปียกชื้นบริเวณที่ตั้งน ้ า ซึ่งอุปกรณ์ใส่น ้ าก็ต้องล้างให้สะอาดทุกวัน

4. การขยายพื้นที่ จ าเป็นต้องขยายพื้นที่กกให้กว้างขึ้น เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้พื้นที่ของลูกไก่ การขยายพื้นที่นั้นจะต้องกระท าทุก 3 วัน โดยขยายแผงล้อมกก ออกครั้งละประมาณ 3 - 5 นิ้ว เป็นรัศมีโดยรอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การเปิดผ้าม่าน ผ้าม่านที่ปิดไว้รอบ ๆ โรงเรือนจะต้องเปิดออกเมื่ออากาศภายในโรงเรือนร้อน และกกที่ใช้กกลูกไก่ร้อน โดยค่อย ๆ เปิดออก การเปิดจะเปิดด้านบนลงสู่ด้านล่างเพื่อป้องกันมิให้ลมพัดกระทบตัวไก่โดยตรง

6. การปรับความร้อนของเครื่องกกให้เหมาะสม เมื่อไก่โตขึ้นการสร้างความอบอุ่นให้ร่างกายของตัวเองมีมากขึ้น ฉะนั้นเครื่องกกที่ให้ความอบอุ่นก็จะมีความจ าเป็นน้อยลงตามลาดับเพื่อให้ลูกไก่ได้รับความอบอุ่นอย่างเหมาะสม ซึ่งลูกไก่ที่ได้รับความร้อน ความอบอุ่นที่เหมาะสมลูกไก่จะนอนกระจายเรียงรายภายใต้กก บางตัวนอนยืดคอพาดไปตามพื้นอย่างสบาย และมีความกระปรี้กระเปร่าในการกินน้ ากินอาหาร ถ้าความร้อนสูงเกินไป ลูกไก่จะหนีห่างจากเครื่องกกไปอยู่รอบ ๆ แผงล้อมกก ส่งเสียงร้องดังอยู่ตลอดเวลา และถ้าความร้อนมากเกินไปเป็นระยะเวลานาน ๆ ลูกไก่จะแสดงอาการโผเผ ไม่กระปรี้กระเปร่า เนื่องจากร่างกายสูญเสียน้ ามากเกินไป บางตัวปีกตกขนไม่เรียบร้อย ลักษณะของอุจจาระแห้งมากกว่าปกติด้วย แต่ถ้าความอบอุ่นไม่เพียงพอ ลูกไก่จะเบียดเสียดยัดเยียดกันเป็นกลุ่มเป็นก้อนอยู่ใต้เครื่องกก เพื่อให้ได้ความอบอุ่นจนมีการสุ่มทับกันตาย หากขาดความอบอุ่นเป็นระยะเวลานานลักษณะของลูกไก่ที่ได้รับความอบอุ่นไม่เพียงพอจะมีลักษณะ ยืนตัวสั่น, ปีกตก, อุจจาระติดกัน, ท้องเสีย และลักษณะของอุจจาระจะเปียกมากกว่าปกติ ดังนั้นการปรับความร้อนเพื่อใช้ในการกกจึงมีความส าคัญ และจ าเป็นต่อการเลี้ยงลูกไก่ ซึ่งในทางปฏิบัติการปรับความร้อนให้พอเหมาะกับความต้องการของลูกไก่ที่จะได้รับความอบอุ่นอย่างเพียงพอจะท าควบคู่กันไปกับการขยายพื้นที่กกโดยยกเครื่องกกได้สูงขึ้น 1 นิ้ว ทุก 3 วัน กระท าเช่นนี้จนกว่าจะพ้นระยะการกก

7. การสังเกตุ

7.1 หลังจากให้อาหารแต่ละมื้อควรสังเกตลูกไก่ ภายในกกทุกตัวว่าเป็นอย่างไร โดยทั่วไปลูกไก่ที่สุขภาพแข็งแรง หลังจากให้อาหารความสนใจของลูกไก่จะอยู่ที่อาหาร แย่งกันกินอาหารอย่างเพลิดเพลินทุกตัว หากการให้อาหารมื้อใด ลูกไก่บางตัวหรือส่วนใหญ่ไม่ค่อยสนใจอาหารที่ให้ใหม่ แสดงถึงความผิดปกติเกิดขึ้นกับลูกไก่ฝูงดังกล่าวต้องรีบค้นหาสาเหตุ และรีบแก้ไขทันที

7.2 สังเกตการกินน้ า โดยทั่ว ๆ ไปการกินน้ าของไก่จะเพิ่มปริมาณมากขึ้นตามล าดับ ยกเว้นสภาพอากาศเปลี่ยนแปลงอย่างกระทันหัน เช่น หนาว หรือร้อน ผิดปกติ การกินน้ าจะน้อยหรือมากตามสภาวะกาลนั้น ๆ หากพบว่าสภาพอากาศปกติ แต่การกินน้ าของไก่ลดลง ลูกไก่ไม่ค่อยกระปรี้กระเปร่า ซึ่งเป็นอาการเริ่มต้นของลูกไก่ที่จะแสดงอาการป่วยให้เห็นในวัน เวลา ถัดมา เมื่อสังเกตพบการกินน้ าน้อยลงผิดปกติ จึงควรรีบแก้ไขก่อนจะเกิดผลเสียหาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.3 การสังเกตทั่ว ๆ ไป เช่น สภาพกกร้อนเกินไป, หนาวเกินไป, จ นวนไก่แน่นเกินไป, จ นวนที่ใส่น ้ ใส่อาหารเพียงพอ หรือไม่, ลักษณะของอุจจาระ, วัสดุรองพื้น ชื้นเกินไป แห้งเกินไปหรือไม่ หากพบปัญหาใดก็ตามที่เกิดขึ้นต้องรีบแก้ไขทันทีทันใด เพื่อลดสภาวะเครียดของลูกไก่ได้ทันท่วงที จะได้ไม่ก่อให้เกิดความเสีย

7.4 การจดบันทึก การเลี้ยงไก่จะประสบผลส ำเร็จ มากน้อยเพียงใดต้องอาศัยการจดบันทึกข้อมูลต่าง ๆ เช่น อุณหภูมิโรงเรือน, ปริมาณอาหารที่ใช้ทั้งหมดในการเลี้ยง, น้ หนักตัว, การท ำวัคซีน, ประวัติการเจ็บป่วย เป็นต้น ซึ่งข้อมูลที่มีการบันทึกไว้อย่างละเอียดในระหว่างการเลี้ยงจะเป็นประโยชน์อย่างมาก เมื่อสิ้นสุดการเลี้ยงแล้วน ำข้อมูลเหล่านั้นมาวิเคราะห์ เพื่อหาทางป้องกัน และแก้ไขปัญหาข้อบกพร่องอันที่สามารถเตรียมการป้องกันไว้ล่วงหน้าในลักษณะเช่นเดิมที่เคยประสบมาย่อมเป็นผลดีต่อการเลี้ยงไก่ ในรุ่นต่อ ๆ ไป

2.3 Wi-Fi

Wi-Fi ย่อมาจาก wireless fidelity หมายถึงชุดผลิตภัณฑ์ต่างๆ ที่สามารถใช้ได้กับมาตรฐานเครือข่ายคอมพิวเตอร์แบบไร้สาย (WLAN) ซึ่งอยู่บนมาตรฐาน IEEE 802.11

เดิมที Wi-Fi ออกแบบมาใช้ส ำหรับอุปกรณ์พกพาต่างๆ และใช้เครือข่าย LAN เท่านั้น แต่ปัจจุบันนิยมใช้ Wi-Fi เพื่อต่อกับอินเทอร์เน็ต โดยอุปกรณ์พกพาต่างๆ สามารถเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตได้ผ่านอุปกรณ์ที่เรียกว่าแอคเซสพอยต์ และบริเวณที่ระยะท ำการของแอคเซสพอยต์ครอบคลุม เรียกว่าฮอตสปอต แต่เดิมค ำว่า Wi-Fi เป็นชื่อที่ตั้งแทนตัวเลข IEEE 802.11 ซึ่งง่ายกว่าในการจดจ ำโดยน ำมาจากเครื่องขยายเสียง Hi-Fi อย่างไรก็ตามในปัจจุบันใช้เป็นค ำย่อของ Wireless-Fidelity โดยมีแสดงในเว็บไซต์ของ Wi-Fi Alliance โดยใช้ชื่อ Wi-Fi เป็นเครื่องหมายการค้า ปัจจุบัน Wi-Fi ถูกใช้งานอย่างแพร่หลาย เครื่องเล่นวิดีโอเกม นินเทนโด ดีเอส และ พีเอสพี มีความสามารถในการเล่มเกมกับเครื่องอื่นผ่าน Wi-Fi เช่นกัน

Wi-Fi หรือ เทคโนโลยีเครือข่ายไร้มาตรฐาน IEEE 802.11 ถือก ำเนิดขึ้นในปี พ.ศ. 2528 จัดตั้งโดยองค์การไอทริปเปิ้ลอี (สถาบันวิศวกรรมทางด้านไฟฟ้าและอิเล็กโทรนิคส์) มีความเร็ว 1 Mbps ในยุคเริ่มแรกนั้นให้ประสิทธิภาพการท ำงานที่ค่อนข้างต่ ำ ทั้งไม่มีการรับรองคุณภาพของการให้บริการที่เรียกว่า QoS (Quality of Service) และมาตรฐานความปลอดภัยต่ ำ จากนั้นทาง IEEE จึงจัดตั้งคณะท ำงานขึ้นมาปรับปรุงหลายกลุ่มด้วยกัน โดยที่กลุ่มที่มีผลงานเป็นที่น่าพอใจและได้รับการยอมรับอย่างเป็นทางการว่า ได้มาตรฐานได้แก่กลุ่ม 802.11a , 802.11b และ 802.11g

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาตรฐาน IEEE 802.11b เสร็จสมบูรณ์เมื่อปี พ.ศ. 2542 ใช้เทคโนโลยีที่เรียกว่า CCK (Complimentary Code Keying) ผนวกกับ DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum) เพื่อปรับปรุงความสามารถของอุปกรณ์ให้รับส่งข้อมูลได้ด้วยความเร็วสูงสุดที่ 11 Mbps ผ่านคลื่นวิทยุความถี่ 2.4 GHz (เป็นย่านความถี่ที่เรียกว่า ISM (Industrial Scientific and Medical) ซึ่งถูกจัดสรรไว้อย่างสากลส หรับการใช้งานอย่างสาธารณะด้านวิทยาศาสตร์ อุตสาหกรรม และการแพทย์ โดยอุปกรณ์ที่ใช้ความถี่ย่านนี้ก็เช่น IEEE 802.11, Bluetooth, โทรศัพท์ไร้สาย, และเตาไมโครเวฟ) มีระยะการส่งสัญญาณได้ไกลมาก ถึง 100 เมตร ปัจจุบันผลิตภัณฑ์อุปกรณ์เครือข่ายไร้สายภายใต้มาตรฐานนี้ถูกผลิตออกมาเป็นจ นวนมาก และที่สาคัญแต่ละผลิตภัณฑ์มีความสามารถทางานร่วมกันได้ อุปกรณ์ของผู้ผลิตทุกยี่ห้อต้องผ่านการตรวจสอบจากสถาบัน Wi-Fi Alliance เพื่อตรวจสอบมาตรฐานของอุปกรณ์และความเข้ากันได้ของแต่ละผู้ผลิต ปัจจุบันนี้นิยมน าอุปกรณ์ WLAN ที่มาตรฐาน 802.11b ไปใช้ในองค์กรธุรกิจ สถาบันการศึกษา สถานที่สาธารณะ และก าลังแพร่เข้าสู่สถานที่พักอาศัยมากขึ้น มาตรฐานนี้มีระบบเข้ารหัสข้อมูลแบบ WEP ที่ 128 บิต

มาตรฐาน IEEE 802.11a เสร็จสมบูรณ์เมื่อปี พ.ศ. 2542 โดยออกเผยแพร่ช้ากว่าของมาตรฐาน IEEE 802.11b ใช้เทคโนโลยีที่เรียกว่า OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) เพื่อปรับปรุงความเร็วในการส่งข้อมูลให้วิ่งได้สูงถึง 54 Mbps บนความถี่ 5Ghz ซึ่งจะมีคลื่นรบกวนน้อยกว่าความถี่ 2.4 Ghz ที่มาตรฐานอื่นใช้กัน ที่ความเร็วนี้สามารถท าการแพร่ภาพและข่าวสารที่ต้องการความละเอียดสูงได้ อัตราความเร็วในการรับส่งข้อมูลสามารถปรับระดับให้ช้าลงได้ เพื่อเพิ่มระยะทางการเชื่อมต่อให้มากขึ้น แต่ทว่าข้อเสียก็คือ ความถี่ 5 Ghz นั้น หลายๆประเทศไม่อนุญาตให้ใช้ เช่นประเทศไทย เพราะได้จัดสรรให้อุปกรณ์ประเภทอื่นไปแล้ว และยิ่งไปกว่านั้น ระยะการส่งข้อมูลของ IEEE 802.11a ยังสั้นเพียง 30 เมตรเท่านั้น อีกทั้งอุปกรณ์ของ IEEE 802.11a ยังมีราคาสูงกว่า IEEE 802.11b ด้วย ดังนั้นอุปกรณ์ IEEE 802.11a จึงได้รับความนิยมน้อยกว่า IEEE 802.11b มาก จึงท าให้ไม่ค่อยเป็นที่ได้รับความนิยมเท่าที่ควร

มาตรฐาน IEEE 802.11g เสร็จสมบูรณ์ในปี พ.ศ. 2546 ทางคณะท างาน IEEE 802.11g ได้น าเอาเทคโนโลยี OFDM ของ 802.11a มาพัฒนาบนความถี่ 2.4 Ghz จึงท าให้ใช้ความเร็ว 36-54 Mbps ซึ่งเป็นความเร็วที่สูงกว่ามาตรฐาน 802.11b ซึ่ง 802.11g สามารถปรับระดับความเร็วในการสื่อสารลงเหลือ 2 Mbps ได้ตามสภาพแวดล้อมของเครือข่ายที่ใช้งาน มาตรฐานนี้เป็นที่ยอมรับจากผู้ใช้เป็นจ นวนมากและก าลังจะเข้ามาแทนที่ 802.11b ในอนาคตอันใกล้

นอกจากที่กล่าวมาข้างต้นนี้มีบางผลิตภัณฑ์ใช้เทคโนโลยีเฉพาะตัวเข้ามาเสริม ท าให้ความเร็วเพิ่มขึ้นจาก 54 Mbps เป็น 108 Mbps แต่ต้องท างานร่วมกันเฉพาะอุปกรณ์ที่ผลิตจากบริษัทเดียวกันเท่านั้น ซึ่งความสามารถนี้เกิดจากชิป (Chip) กระจายสัญญาณของตัวอุปกรณ์ที่ผู้ผลิตบางรายสามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพิ่มประสิทธิภาพการรับส่ง สัญญาณเป็น 2 เท่าของการรับส่งสัญญาณได้แต่ปัญหาของการกระจายสัญญาณนี้จะมีผลท ให้อุปกรณ์ ไร้สายในมาตรฐาน 802.11b มีประสิทธิภาพลดลงด้วยเช่นกัน[2]

มาตรฐาน IEEE 802.11e คณะท งานชุดนี้ได้รับมอบหมายให้ปรับปรุง MAC Layer ของ IEEE 802.11 เพื่อให้สามารถรองรับการใช้งานหลักการ Quality of Service ส หรับ application เกี่ยวกับมัลติมีเดีย (Multimedia) เนื่องจาก IEEE 802.11e เป็นการปรับปรุง MAC Layer ดังนั้นมาตรฐานเพิ่มเติมนี้จึงสามารถน าไปใช้กับอุปกรณ์ IEEE 802.11 WLAN ทุกเวอร์ชันได้ แต่อย่างไรก็ตามการท งานของคณะท งานชุดนี้ยังไม่แล้วเสร็จในขณะนี้

มาตรฐาน IEEE 802.11i คณะท งานชุดนี้ได้รับมอบหมายให้ปรับปรุง MAC Layer ของ IEEE 802.11 ในด้านความปลอดภัย เนื่องจากเครือข่าย IEEE 802.11 WLAN มีช่องโหว่อยู่มากโดยเฉพาะอย่างยิ่งการเข้ารหัสข้อมูล (Encryption) ด้วย key ที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลง คณะท งานชุด IEEE 802.11i จะน าเอาเทคนิคขั้นสูงมาใช้ในการเข้ารหัสข้อมูลด้วย key ที่มีการเปลี่ยนค่าอยู่เสมอและการตรวจสอบผู้ใช้ที่มีความปลอดภัยสูง มาตรฐานเพิ่มเติมนี้จึงสามารถน าไปใช้กับอุปกรณ์ IEEE 802.11 WLAN ทุกเวอร์ชันได้ แต่อย่างไรก็ตามการท งานของคณะท งานชุดนี้ยังไม่แล้วเสร็จในขณะนี้

มาตรฐาน IEEE 802.11n เป็นมาตรฐานใหม่ที่ทางWi-Fi Alliance ก าลังอยู่ในช่วงการทดสอบโดยคาดว่าจะมีความเร็วในการถ่ายโอนข้อมูลอยู่ที่ 74 Mbps และสูงสุดที่ 248 Mbps ซึ่งหมายถึงว่าความเร็วกว่ารุ่นก่อนถึงประมาณ 5 เท่า นอกจากนี้ก็ยังมีรัศมีท การภาย ในอาคารที่ 70 เมตร และนอกอาคารที่ 160 เมตร เพิ่มความสามารถในการกันสัญญาณกวนจากอุปกรณ์อื่นๆ ที่ใช้ความถี่ 2.4GHz เหมือนกัน และสามารถรองรับอุปกรณ์มาตรฐาน IEEE 802.11b และ IEEE 802.11g ได้ มาตรฐาน IEEE 802.11n นี้ได้เสร็จสมบูรณ์ในปี พ.ศ. 2552 แล้ว

ลักษณะการเชื่อมต่อของอุปกรณ์

Wi-Fi ได้ก าหนดลักษณะการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ภายในเครือข่ายแลนไว้จ นวน 2 ลักษณะ คือ โหมด Infrastructure และโหมด Ad-Hoc หรือ Peer-to-Peer

โหมด Infrastructure

โดยทั่วไปแล้วอุปกรณ์ในเครือข่ายวายฟาย จะเชื่อมต่อกันในลักษณะของโหมด Infrastructure ซึ่งเป็นโหมดที่อนุญาตให้อุปกรณ์ภายใน LAN สามารถเชื่อมต่อกับเครือข่ายอื่นได้ ในโหมด Infrastructure นี้จะประกอบไปด้วยอุปกรณ์ 2 ประเภทได้แก่ สถานีผู้ใช้ (Client Station) ซึ่งก็คืออุปกรณ์คอมพิวเตอร์ (Desktop, แล็ปท็อป, หรือ PDA ต่างๆ) ที่มีอุปกรณ์ Client Adapter เพื่อใช้รับส่งข้อมูลผ่านวายฟาย และสถานีแม่ข่าย (Access Point) ซึ่งท หน้าที่ต่อเชื่อมสถานีผู้ใช้เข้ากับเครือข่ายอื่น (ซึ่งโดยปกติจะเป็นเครือข่าย IEEE 802.3 Ethernet LAN) การท งานในโหมด Infrastructure มีพื้นฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาจากระบบเครือข่ายโทรศัพท์มือถือ กล่าวคือสถานีผู้ใช้จะสามารถรับส่งข้อมูลโดยตรงกับสถานีแม่ข่ายที่ให้บริการ แก่สถานีผู้ใช้นั้นอยู่เท่านั้น ส่วนสถานีแม่ข่ายจะท หน้าที่ส่งต่อ (forward) ข้อมูลที่ได้รับจากสถานีผู้ใช้ไปยังจุดหมายปลายทางหรือส่งต่อข้อมูลที่ได้ รับจากเครือข่ายอื่นมายังสถานีผู้ใช้

โหมด Ad-Hoc หรือ Peer-to-Peer

เครือข่าย Wi-Fi ในโหมด Ad-Hoc หรือ Peer-to-Peer เป็นเครือข่ายที่ปิดคือไม่มีสถานีแม่ข่ายและไม่มีการเชื่อมต่อกับเครือข่ายอื่น บริเวณของเครือข่ายวายฟายในโหมด Ad-Hoc จะถูกเรียกว่า Independent Basic Service Set (IBSS) ซึ่งสถานีผู้ใช้หนึ่งสามารถติดต่อสื่อสารข้อมูลกับสถานีผู้ใช้อื่นๆ ในเขต IBSS เดียวกันได้โดยตรงโดยไม่ต้องผ่านสถานีแม่ข่าย แต่สถานีผู้ใช้จะไม่สามารถรับส่งข้อมูลกับเครือข่ายอื่นๆได้

กลไกรักษาความปลอดภัย

Wi-Fi ได้ก าหนดให้มีทางเลือกส หรับสร้างความปลอดภัยให้กับเครือข่ายแลนแบบไร้สาย ด้วยกลไกซึ่งมีชื่อเรียกว่า WEP (Wired Equivalent Privacy) ซึ่งถูกออกแบบมาเพื่อเพิ่มความปลอดภัยกับเครือข่าย LAN แบบไร้สายให้ใกล้เคียงกับความปลอดภัยของเครือข่ายแบบที่ใช้สายน สัญญาณ (IEEE 802.3 Ethernet) บทบาทของ WEP แบ่งเป็น 2 ส่วนหลักๆ คือ การเข้ารหัสข้อมูล (Encryption) และการตรวจสอบผู้ใช้ (Authentication)

การเข้าและถอดรหัสข้อมูล

การเข้าและถอดรหัสข้อมูล (WEP Encryption/Decryption) ใช้หลักการในการเข้าและถอดรหัสข้อมูลที่เป็นแบบ symmetrical (นั่นคือรหัสที่ใช้ในการเข้ารหัสข้อมูลจะเป็นตัวเดียวกันกับรหัสที่ใช้ ส หรับการถอดรหัสข้อมูล)

การท งานของการเข้ารหัสข้อมูลในกลไก WEP Encryption

1. Key ขนาด 64 หรือ 128 บิต ถูกสร้างขึ้นโดยการน าอารหัสลับซึ่งมีความยาว 40 หรือ 104 บิต มาต่อรวมกับข้อความเริ่มต้น IV (Initialization Vector) ขนาด 24 บิตที่ถูกก หนดแบบสุ่มขึ้นมา

2. Integrity Check Value (ICV) ขนาด 32 บิต ถูกสร้างขึ้นโดยการค นวณค่า CRC-32 (32-bit Cyclic Redundant Check) จากข้อมูลดิบที่จะส่งออกไป (ICV ซึ่งจะถูกน ไปต่อรวมกับข้อมูลดิบ มีไว้ส หรับตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลหลังจากการถอดรหัสแล้ว)

3. ข้อความที่มีความสุ่ม (Key Stream) ขนาดเท่ากับความยาวของข้อมูลดิบที่จะส่งกับอีก 32 บิต (ซึ่งเป็นความยาวของ ICV) ถูกสร้างขึ้นโดยหน่วยสร้างข้อความที่มีความสุ่มหรือ PRNG (Pseudo-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Random Number Generator) ที่มีชื่อเรียกว่า RC4 ซึ่งจะใช้ Key ที่กล่าวมาข้างต้นเป็น Input (หรือ Seed) หมายเหตุ PRNG จะสร้างข้อความสุ่มที่แตกต่างกันส หรับ Seed แต่ละค่าที่ใช้

4. ข้อความที่ได้รับการเข้ารหัส (Ciphertext) ถูกสร้างขึ้นโดยการน ขอา ICV ต่อกับข้อมูลดิบแล้ว ท ฑาร XOR แบบบิตต่อบิตกับข้อความสุ่ม (Key Stream) ซึ่ง PRNG ได้สร้างขึ้น

5. สัญญาณที่จะถูกส่งออกไปคือ ICV และข้อความที่ได้รับการเข้ารหัส (Ciphertext)

การท งานของการเข้ารหัสข้อมูลในกลไก WEP Decryption

1. Key ขนาด 64 หรือ 128 บิต ถูกสร้างขึ้นโดยการน ขอารหัสลับซึ่งมีความยาว 40 หรือ 104 บิต (ซึ่งเป็นรหัสลับเดียวกับที่ใช้ในการเข้ารหัสข้อมูล) มาต่อรวมกับ IV ที่ถูกส่งมากับสัญญาณที่ได้รับ

2. PRNG สร้างข้อความสุ่ม (Key Stream) ที่มีขนาดเท่ากับความยาวของข้อความที่ได้รับการเข้ารหัสและถูกส่งมา โดยใช้ Key ที่กล่าวมาข้างต้นเป็น Input

3. ข้อมูลดิบและ ICV ถูกถอดรหัสโดยการน ขอาข้อความที่ได้รับมา XOR แบบบิตต่อบิตกับข้อความสุ่ม (Key Stream) ซึ่ง PRNG ได้สร้างขึ้น

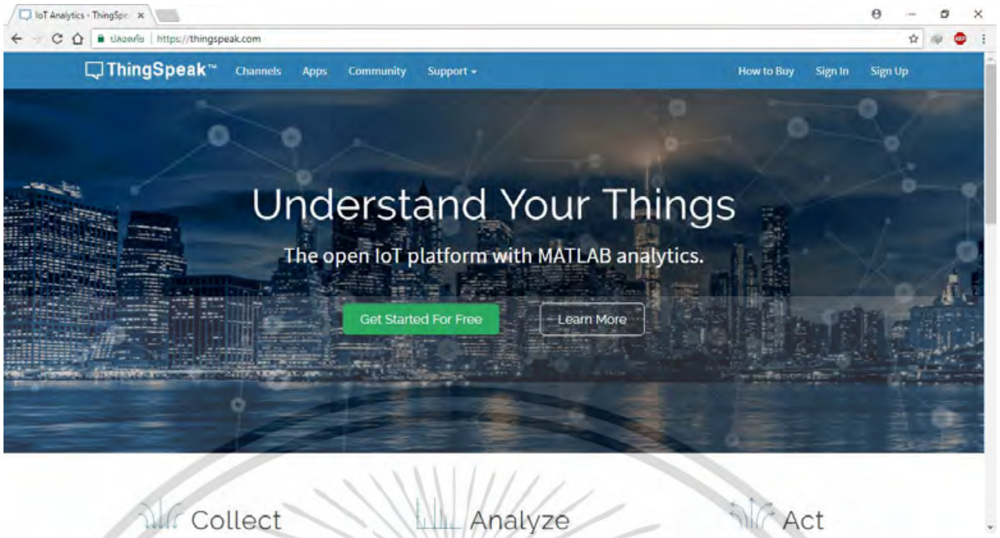
4. สร้าง ICV' โดยการค นวณค่า CRC-32 จากข้อมูลดิบที่ถูกถอดรหัสแล้วเพื่อน มาเปรียบเทียบกับค่า ICV ที่ได้ถูกส่งมา หากค่าทั้งสองตรงกัน (ICV' = ICV) แสดงว่าการถอดรหัสถูกต้องและผู้ที่ส่งมาได้รับอนุญาต (มีรหัสลับของเครือข่าย) แต่หากค่าทั้งสองไม่ตรงกันแสดงว่าการถอดรหัสไม่ถูกต้องหรือผู้ที่ส่งมาไม่ได้รับอนุญาต

2.4 ThingSpeak

ThingSpeak คือผู้ให้บริการ Cloud ชนิดหนึ่ง ที่อนุญาตให้สามารถส่งค่าต่างๆขึ้นเพื่อไปเก็บบนพื้นที่ ที่เปิดให้ใช้บริการ และยังเปิดให้สามารถเข้าถึงข้อมูลเหล่านี้ได้จากเว็บบราวเซอร์ทั่วๆไปจากที่ไหนก็ได้ที่มี Internet จึงนับเป็นการเข้าถึงข้อมูลในรูปแบบ IOT (Internet of Things) นั่นเอง

ปกติแล้ว ThingSpeak จะมี library ให้เรา download เพื่อใช้งานกับอุปกรณ์พวก microcontroller เช่น Arduino เป็นต้น แต่ในกรณีนี้ เราจะใช้ PLC เพื่อส่งค่าขึ้น ThingSpeak แทน โดยส่งค สั่งขึ้นไปตรงๆโดยที่ไม่ต้องใช้ Library พิเศษใดๆ จริงๆแล้ว ThingSpeak ให้บริการแบบมีค่าใช้จ่ายต่อปี แต่ก็เปิดให้ใช้งานฟรีแบบมีข้อจ กัดในด้านปริมาณข้อมูลและความถี่ในการส่งข้อมูลเช่นเดียวกัน จึงเหมาะกับผู้ที่ต้องการเริ่มต้นทดสอบการใช้งาน IOT ในระดับเริ่มต้นเป็นอย่างยิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 หน้าหลักของ ThingSpeak

2.5 NodeMCU V3 Development Kit

บอร์ด NodeMCU V3 Lua based ESP8266 CH340G WIFI Internet Development Board Module เป็นบอร์ดรุ่นถัดจาก NodeMCU v2 สามารถรองรับการใช้งานภาษา Lua ในการเขียนโปรแกรมควบคุมการท างาน NodeMCU V3 เป็นบอร์ดที่ใช้ ESP8266 เป็น CPU ส หรับประมวลผลโปรแกรมต่างๆ มีข้อดีกว่า Arduino ตรงที่มีขนาดเล็กกว่า มีพื้นที่เขียนโปรแกรมลงไปมากกว่า และสามารถเชื่อมต่อกับ WiFi ได้ บนบอร์ดรุ่นนี้ใช้ ESP8266 12e มีพื้นที่หน่วยความจ ขอมสูงถึง 4MB เพียงพอส หรับการเขียนโปรแกรมขนาดใหญ่ อีกทั้งภายในยังเป็น ARM ขนาดย่อมๆ ใช้ความถี่สูงถึง 40MHz ท ให้สามารถประมวลผลโค้ด โปรแกรมได้อย่างรวดเร็ว เหมาะมากส หรับงาน Smart Home และ IoT DevKit ตัวใหม่มาเป็นตัวสีด าเปลี่ยนชิพ USB to TTL ใหม่จาก CH340 เป็น CH340G ส่วนขนาดก็เล็กลง เสียบลง Breadboard ได้ ส่วน ESP8266 เปลี่ยนจาก ESP-12 เป็น ESP-12E เสียบสาย usb แล้วใช้งานได้เลย ส หรับการใช้งานก็เขียนภาษา lua ใน NodeMCU เหมือนเดิม

NodeMCU V3 มีเสาอากาศแบบ PCB Antenna เชื่อมต่อเฮดเดอร์สาหรับขาสัญญาณต่างๆ ได้แก่ GPIO, PWM, I2C, 1-wire, ADC และ มี SPI เพิ่มขึ้นมาจาก Version เดิม มีส่วนของ USB-to-TTL และพอร์ต micro USB ซึ่งใช้ชิพ USB to Serial ของ Silicon Lab CH340G เชื่อมต่อเข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อพัฒนาโปรแกรม สามารถติดตั้งเฟิร์มแวร์ NodeMCU ได้ มีรูปแบบค สั่งแบบ ATcommand และยังมีขนาดของ PCB ที่เล็กลง สามารถใช้งานกับ breadboard ได้ สามารถเลือกพัฒนาด้วยสคริปต์ LUA โดยใช้เฟิร์มแวร์ NodeMCU หรือใช้เป็นชุดพัฒนาด้วยโมดูล ESP8266 ซึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถเขียนด้วย Arduino IDE ได้ โมดูลมี GPIO ให้ใช้ถึง 10 พอร์ต สามารถน ามพัฒนาโปรเจคทางด้าน Internet of Things (IoTs) เชื่อมต่อเข้ากับอุปกรณ์อื่นๆ ได้ตามที่ต้องการ โดยภาพ NodeMCU V3 แสดงในรูปที่ 2.2

รูปที่ 2.2 NodeMCU V3 ESP8266 Development Kit

2.5.1 คุณสมบัติของบอร์ด NodeMCU V3

- ใช้โมดูล ESP-12E (ESP8266 SoC chip) ของบริษัท AI Thinker (ในขณะที่ NodeMCU v1 ใช้โมดูล ESP12) มีขาเพิ่มมาอีก 6 ขา เมื่อเปรียบเทียบกับ ESP-12
- ใช้ชิพ Flash ความจุ 32Mbits (4MBytes)
- มีขนาดแคบกว่า NodeMCU v1 ดังนั้นเมื่อเสียบขาลงบนเบรดบอร์ด จะมีช่องเหลือด้านข้าง ทาให้สะดวกในการต่อวงจรบนเบรดบอร์ด
- มีวงจรควบคุมแรงดัน 3.3V (@800mA max.) บนบอร์ด
- ใช้ไอซีที่จ่ายกระแสได้มากกว่าบอร์ด NodeMCU v1
- ใช้ชิพ CH340G ของ Silabs ท หน้าที่เป็นส่วนเชื่อมต่อ USB-to-Serial (แต่ NodeMCU v2 ใช้ชิพ CP2102)
- มีขาส หรับ SPI ส หรับต่อกับการ์ด SD (เพิ่มจากเดิมที่มีขาส หรับ HSPI)
- มีขา GPIO3/RXD0 และ GPIO1/TXD0 ที่ต่อกับขา TXD และ RXD ของชิพ CH340G ตามลาดับ
- มีขา GPIO13/RXD2 และ GPIO15/TXD2 (ใช้เป็นพอร์ต Serial เพิ่มอีกหนึ่งชุด)
- ใช้คอนเนกเตอร์แบบ micro-USB ส หรับจ่ายแรงดันไฟเลี้ยง (VUSB) เท่ากับ +5V และสาหรับดาวน์โหลดเฟิร์มแวร์ (แรงดัน VUSB ต่อผ่าน Schottky Diode 1N5819

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไปยัง VDD5V) สามารถจ่ายแรงดันไฟเลี้ยง +5V จากภายนอกได้ (ต่อเข้าที่ขา VDD5V)

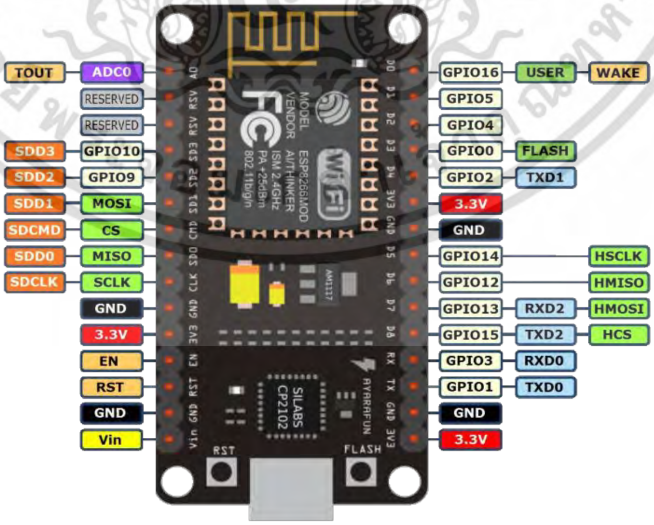
- มีปุ่มกด RST (รีเซตการท งาน) และ Flash (ส หรับโปรแกรมเฟิร์มแวร์ใหม่)
- มีขา A0 รับอินพุตแรงดันแบบอนาล็อกส หรับวงจร ADC (ขนาด 10 บิต) ที่อยู่ภายในชิพผ่านวงจรแบ่งแรงดันด้วยตัวต้านทาน 100k / 220k (ลดแรงดันอินพุตจาก 0..3.3V ลงมาให้อยู่ในช่วง 0V..1V)

2.5.2 ข้อแตกต่างของ NodeMCU V1 V2 และ V3

- V1 ใช้ Module WiFi เบอร์ ESP-12 และ USB to Serial เบอร์ CH340
- V2 เป็น Official NodeMCU โดยปรับปรุงให้มีขนาดเล็กลงและมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยใช้ Module WiFi เบอร์ ESP-12E และ USB to Serial เบอร์ CP2102 บอร์ดนั้นจะแคบกว่า V1
- V3 ไม่ได้เป็น Official NodeMCU ผลิตโดยบริษัท Lolin ใช้ Module WiFi เบอร์ ESP-12E เหมือน V2 แต่ใช้ USB to Serial เบอร์ CH340 เหมือน V1 บอร์ดมีขนาดใหญ่สุด คือ กว้างเท่า V1 แต่ยาวกว่า

2.5.3 Pin Definition NodeMCU V3

NodeMCU V3 นั้นมีพอร์ตหลายพอร์ต รายละเอียดของการต่อพอร์ตใช้งาน NodeMCU V3 สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 Pin Definition NodeMCU V3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 Temperature & Humidity Sensor (DHT22)

DHT22 เป็นเซ็นเซอร์ส หรับวัดอุณหภูมิและความชื้นที่มีความแม่นย สูง ในการวัดสามารถวัดได้ในย่านอุณหภูมิ ตั้งแต่ -40 องศาเซลเซียส ถึง +80 องศาเซลเซียส ความแม่นย น้อยกว่า +-0.5เซลเซียส และวัดความชื้นสัมพัทธ์ได้ในย่าน 0-100%RH ความแม่นย า+-2-5%RH สามารถวัดได้ละเอียดในระดับทศนิยม 1 ต แหน่ง (0.1) ใช้งานได้นานและทนทาน เหมาะส หรับน ไปใช้ในงานวัดที่ต้องการความแม่นย สูง

2.6.1 คุณสมบัติของ DHT22

Model	DHT22
Power supply	3.3-6V DC
Output signal	digital signal via single-bus
Sensing element	Polymer capacitor
Operating range	humidity 0-100%RH; temperature -40~80Celsius
Accuracy	humidity+-2%RH(Max +-5%RH); temperature <+-0.5Celsius
Resolution or sensitivity	humidity 0.1%RH; temperature 0.1Celsius
Repeatability	humidity +-1%RH; temperature +-0.2Celsius
Humidity hysteresis	+-0.3%RH
Long-term Stability	+-0.5%RH/year
Sensing period	Average: 2s
Interchangeability	fully interchangeable

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.4 DHT22

2.7 Doughnut Humidifier

เป็นอุปกรณ์ส หรับเพิ่มความชื้นในอากาศ โดยวัสดุท มาจาก Acrylonitrile Butadiene Styrene ใช้แรงดันไฟฟ้าแบบ DC ขนาด 5V ใช้พอร์ต USB ส หรับการเชื่อมต่อ มีลักษณะเป็นวงกลมคล้ายรูปทรงของโดนัท

2.7.1 คุณสมบัติของ Doughnut Humidifier

- ใช้พลังงานต่ า
- ขนาดเล็ก พกพาสะดวก
- มีไม้กวาดที่ท ให้ดูดซับน้ าได้อย่างรวดเร็ว ท ให้หมอกคายออกมาเร็วขึ้น
- มีการปิดการท งานของอุปกรณ์โดยอัตโนมัติทุก 3 หรือ 6 ชั่วโมง (สามารถตั้งค่าได้)
- สร้างความชื้นโดยคลื่นอัลตราโซนิก

รูปที่ 2.5 Doughnut Humidifier

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 Heater

ฮีตเตอร์ เป็นอุปกรณ์ให้ความร้อนแก่ชิ้นงานในโรงงานอุตสาหกรรม โดยใช้หลักการจ่ายกระแสไฟฟ้าไหลผ่านลวดตัวน า(ตัวความต้านทาน R) ซึ่งส่งผลให้ลวดตัวน มีความร้อนเกิดขึ้น โดยแหล่งจ่ายไฟสามารถใช้ได้กับแรงดัน 220VAC และ 380VAC ท ให้ผู้ใช้สามารถใช้งานฮีตเตอร์ (Heater) ได้ง่ายและสะดวก เนื่องจากการใช้งานฮีตเตอร์นั้นสามารถเข้าใจหลักการทางานได้ง่าย ซึ่งในปัจจุบันโรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่นิยมหันมาใช้ฮีตเตอร์ มากยิ่งขึ้น เนื่องจากราคาถูก และสั่งขนาด รูปทรง และวัตต์ได้ตามความต้องการ โดยส่วนประกอบส่วนใหญ่ของฮีตเตอร์ มีดังนี้

1. ฉนวนแมกนีเซียมอกไซด์ (MgO) : คุณสมบัติมีค่าความน ทางไฟฟ้าต่ า แต่น าความร้อนได้ดีมาก ซึ่งท หน้าที่กั้นกลางระหว่างลวดตัวน ฮีตเตอร์ กับปลอกโลหะ เพื่อป้องกันไม่ให้มีกระแสรั่วไหล (Leak Current) จากลวดฮีตเตอร์ออกไปยังผิวโลหะ จุดสาคัญคือห้ามมีความชื้นในฉนวนเด็ดขาด เนื่องจากจะท ให้ค่าความน ไฟฟ้าสูงขึ้น วิธีการแก้ไขคือ การน ฮีตเตอร์ไปอบในเตาอบเพื่อไล่ความชื้น

2. แสตนเลส (Stainless) : ที่น มาใช้ในการผลิตฮีตเตอร์มีอยู่หลายชนิด ซึ่งแต่ละชนิดจะมีคุณสมบัติแตกต่างกันไป ดังนี้

- Stainless 304 : ใช้ในงานที่ต้องการขึ้นรูปเพื่อการตกแต่งให้สวยงาม สามารถป้องกันสนิมได้เป็นอย่างดี
- Stainless 316 : ถูกออกแบบให้ป้องกันสนิมได้เป็นอย่างดี สามารถใช้ในงานอุตสาหกรรมหนัก และสถานที่ใกล้ทะเลที่มีความเป็นกรด-ด่างสูง
- Stainless 430 : เป็นแสตนเลสที่ใช้โครเมียมเป็นส่วนประกอบ 100% และมีโอกาสเกิดสนิมน้อยกว่าเบอร์ 300 ซึ่งแสตนเลสแบบนี้นิยมน มาตกแต่งภายในอาคารต่างๆ

3. ลวดฮีตเตอร์ (Heating wire) : ซึ่งเรียกว่า ลวด Nikrothal 80 หรือ Ni80 โดยมีส่วนผสมของนิเกิล 80% และโครเมียม 20% ซึ่งสามารถทนอุณหภูมิสูงสุดได้ถึง 1100 -1400 องศาเซลเซียส โดยมีคุณสมบัติเหนียวยืดหยุ่นสูง

ฮีตเตอร์ถูกแบ่งออกเป็นชนิดต่างๆ ตามคุณลักษณะรูปร่างภายนอกที่แตกต่างกันดังนี้

• ฮีตเตอร์แท่ง (Cartridge heater) : ลักษณะของฮีตเตอร์ชนิดนี้จะมีลักษณะเป็นแท่งกลม หรือเหลี่ยม

ขนาดเล็กเหมาะสาหรับใช้ให้ความร้อนกับชิ้นงานที่เป็นของแข็ง หรือแม่พิมพ์, โมลต่างๆ เช่น เหล็ก, อลูมิเนียม, ทองเหลือง, หรือโลหะต่างๆ ตัวอย่างการประยุกต์ใช้งาน เช่น งานบรรจุหีบห่อ, งานขึ้นรูปเซรามิกส์ พลาสติก เป็นต้น

• ฮีตเตอร์แผ่น (Stripheater) : ลักษณะของฮีตเตอร์ชนิดนี้จะมีลักษณะเป็นแผ่น สามารถออกแบบให้เป็นรูปทรงต่างๆ ได้ เช่น ทรงสี่เหลี่ยมจตุรัส, ทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า, ทรงกลม เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีสายออกมา หรือเป็นขั้วไฟฟ้าก็ได้ เหมาะส หรับใช้ให้ความร้อนกับชิ้นงานโดยแนบกับชิ้นงานโดยตรง

- ฮีตเตอร์รัดท่อ (Bandheater) : ลักษณะของฮีตเตอร์ชนิดนี้จะมีลักษณะเป็นวงแหวน เหมาะส หรับใช้ให้ความร้อนกับของเหลวที่อยู่ในท่อ หรือถังรูปทรงกระบอก โดยท าการรัดท่อจากภายนอก มีทั้งแบบเซรามิก สแตนเลส หรือแบบสังกะสีก็ได้
- ฮีตเตอร์อินฟราเรด (Infrared heater) : โดยฮีตเตอร์แบบนี้จะมีอยู่ 2 ชนิดด้วยกันคือ ฮีตเตอร์อินฟราเรดแบบ Black มีลักษณะเป็นแท่งอินฟราเรดสีดา สามารถติดตั้งได้ 360 องศา ภายในแท่งอินฟราเรดฮีตเตอร์สีด นี้จะมีลวดตัวน อยู่ภายใน และมีการกรอกผงแมกนีเซียมออกไซด์ (MgO) ซึ่งคุณสมบัติเป็นฉนวนไฟฟ้าน ความร้อนได้ดี แต่ไม่น ไฟฟ้า เมื่อมีการจ่ายกระแสไฟฟ้าผ่านลวดตัวน าตัวอินฟราเรดฮีตเตอร์จะให้ความร้อนโดยการแผ่รังสี โดยจะติดตั้งคู่กับโคมสังกะสี ซึ่งมีคุณสมบัติการสะท้อนท ให้ประสิทธิภาพในการให้ความร้อนแก่ชิ้นงานสูงขึ้น ฮีตเตอร์อินฟราเรดแบบ Quarzt มีลักษณะเป็นแท่งอินฟราเรดสีขาว สามารถติดตั้งได้แนวนอนเท่านั้น เนื่องจากฮีตเตอร์อินฟราเรดแบบนี้ จะไม่มีการกรอกผงแมกนีเซียมออกไซด์ ท ให้ลวดตัวน ที่อยู่ภายในตัวฮีตเตอร์นั้น เกิดการช รุด และฉีกขาดได้ง่าย ซึ่งเมื่อมีการจ่ายกระแสไฟฟ้าผ่านลวดตัวน าตัวอินฟราเรดฮีตเตอร์จะให้ความร้อนโดยการแผ่รังสี โดยสามารถติดตั้งคู่กับโคมสังกะสีเพื่อท ให้การกระจายความร้อนมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยการประยุกต์ใช้งานอินฟราเรดฮีตเตอร์แบบ Black เหมาะกับงานอบทั่วไป เช่น งานอบสี, อบเครื่องปั้นดินเผา, อบเซรามิกส์ เป็นต้น ส่วนอินฟราเรดฮีตเตอร์แบบ Quarztheater เหมาะกับงานอบอาหารและยาที่ต้องการความสะอาดในงานอบ เป็นต้น

รูปที่ 2.6 ฮีตเตอร์แผ่น ส หรับให้ความร้อนในเครื่องฟักไข่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9 LCD Display

จอ Liquid Crystal Display (LCD) เป็นจอที่ทามาจากผลึกคริสตอลเหลว หลักการคือด้านหลังจอจะมีไฟส่องสว่าง หรือที่เรียกว่า Backlight อยู่ เมื่อมีการปล่อยกระแสไฟฟ้าเข้าไปกระตุ้นที่ผลึก ก็จะท ให้ผลึกโปร่งแสง ท ให้แสงที่มาจากไฟ Backlight แสดงขึ้นมาบนหน้าจอ ส่วนอื่นที่โดนผลึกปิดกั้นไว้จะมีสีที่แตกต่างกันตามสีของผลึกคริสตอล เช่น สีเขียว หรือ สีฟ้า ทาให้เมื่อมองไปที่จอก็จะพบกับตัวหนังสือสีขาว แล้วพบกับพื้นหลังสีต่างๆกันโดยจอ LCD จะแบ่งเป็น 2 แบบใหญ่ๆตามลักษณะการแสดงผลดังนี้

1. Character LCD เป็นจอที่แสดงผลเป็นตัวอักษรตามช่องแบบตายตัว เช่น จอ LCD ขนาด 16x2 หมายถึงใน 1 แถว มีตัวอักษรใส่ได้ 16 ตัว และมีทั้งหมด 2 บรรทัดให้ใช้งาน ส่วน 20x4 จะหมายถึงใน 1 แถว มีตัวอักษรใส่ได้ 20 ตัว และมีทั้งหมด 2 บรรทัด

2. Graphic LCD เป็นจอที่สามารถก หนดได้ว่าจะให้แต่ละจุดบนหน้าจอกั้นแสง หรือปล่อยแสงออกไป ท ให้จอนี้สามารถสร้างรูปขึ้นมาบนหน้าจอได้ การระบุขนาดจะระบุในลักษณะของจ นวนจุด (Pixels) ในแต่ละแนว เช่น 128x64 หมายถึงจอที่มีจ นวนจุดตามแนวนอน 128 จุด และมีจุดตามแนวตั้ง 64 จุด

2.9.1 การเชื่อมต่อกับจอ Character LCD

การเชื่อมต่อจะมีด้วยกัน 2 แบบ คือ

1. การเชื่อมต่อแบบขนาน - เป็นการเชื่อมต่อจอ LCD เข้ากับบอร์ด Arduino โดยตรง โดยจะแบ่งเป็นการเชื่อมต่อแบบ 4 บิต และการเชื่อมต่อแบบ 8 บิต ใน Arduino จะนิยมเชื่อมต่อแบบ 4 บิต เนื่องจากใช้สายในการเชื่อมต่อน้อยกว่า

2. การเชื่อมต่อแบบอนุกรม - เป็นการเชื่อต่อกับจอ LCD ผ่านโมดูลแปลงรูปแบบการเชื่อมต่อกับจอ LCD จากแบบขนาน มาเป็นการเชื่อมต่อแบบอื่นที่ใช้สายน้อยกว่า เช่น การใช้โมดูล I2C Serial Interface จะเป็นการน โมดูลเชื่อมเข้ากับตัวจอ LCD แล้วใช้บอร์ด Arduino เชื่อมต่อกับบอร์ดโมดูลผ่านโปรโตคอล I2C ท ให้ใช้สายเพียง 4 เส้น ก็ท ให้หน้าจอแสดงผลข้อความต่างๆออกมาได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.7 2004 LCD (Blue Screen) 20x4

2.10 Breadboard

เป็นบอร์ดที่ใช้ทดลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ลักษณะเป็นแผ่นพลาสติกหนาสีขาว บนแผ่นมีรูเรียงกันจำนวนมาก ภายในรูจะมีตัวนำไฟฟ้าซึ่งเชื่อมต่อกันในรูปแบบที่มีการกำหนดไว้ เวลาทดลองก็ทำการเสียบขาของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ลงไปให้ตัวนำภายในเชื่อมวงจรถึงกัน และอาจใช้สายไฟเสียบลงรูเพื่อเชื่อมวงจรไฟฟ้าได้เช่นกัน ข้อดีของเบรดบอร์ดคือ ไม่ต้องออกแบบแผงวงจรและไม่ต้องบัดกรี แต่มีข้อเสียคือใช้ทดลองวงจรที่ทำงานที่ความถี่สูง ๆ ไม่ได้เนื่องจากมีปัญหาเรื่องสัญญาณรบกวนในวงจร

รูปที่ 2.8 เบรดบอร์ดขนาด 400 จุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11 Motor

มอเตอร์ไฟฟ้า เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังกล มอเตอร์ที่ใช้งานในปัจจุบัน แต่ละชนิดก็จะมีคุณสมบัติที่แตกต่างออกไปต้องการความเร็ว รอบหรือก าลังงานที่แตกต่างกัน ซึ่งมอเต์อร์แต่ละชนิด จะแบ่งได้เป็น 2 ชนิด ตามลักษณะการใช้งานกระแสไฟฟ้าดังนี้

1. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ (Alternating Current Motor) หรือเรียกว่าเอ.ซี มอเตอร์ (A.C. MOTOR) การแบ่งชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้าสลับแบ่งออกเป็น 3 ชนิดได้แก่

1. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 1 เฟส หรือเรียกว่าซิงเกิลเฟสมอเตอร์ (A.C. Sing Phase) จะใช้กับแรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์มีสายไฟ เข้า 2 สาย มีแรงม้าไม่สูง ส่วนใหญ่ตามบ้านเรือน

- สปลิทเฟส มอเตอร์(Split-Phase motor)
- คาปาซิเตอร ์มอเตอร์ (Capacitor motor)
- รีพัลชั่นมอเตอร์ (Repulsion-type motor)
- ยูนิเวอร์แวซลมอเตอร์ (Universal motor)
- เช็ดเดดโพล มอเตอร์ (Shaded-pole motor)

2. มอเตอร์ไฟฟ้าสลับชนิด 2 เฟส หรือเรียกว่าทูเฟสมอเตอร์ (A.C.Two phas Motor)

3. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 3 เฟส หรือเรียกว่า ทีเฟสมอเตอร์ (A.C. Three phase Motor) เป็นมอเตอร์ที่ใช้ในงานอุตสาหกรรมต้องใช้ระบบไฟฟ้า 3 เฟส ใช้แรงดัน 380 โวลต์ มีสายไฟเข้ามอเตอร์ 3 สาย

2. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (Direct Current Motor) หรือเรียกว่าดี.ซี มอเอตร์ (D.C. MOTOR) การแบ่งชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบ่งออกได้ดังนี้

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบ่งออกเป็น 3 ชนิดได้แก่

1.มอเตอร์แบบอนุกรมหรือเรียกว่าซีรีส์มอเตอร์ (Series Motor)

2.มอเตอร์แบบอนุขนานหรือเรียกว่าชันท์มอเตอร์ (Shunt Motor)

3.มอเตอร์ไฟฟ้าแบบผสมหรือเรียกว่าคอมเปาว์ดมอเตอร์ (Compound Motor)

2.11.1 ส่วนประกอบของมอเตอร์

ส่วนประกอบหลักๆ ของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

1.) **ขดลวดสนามแม่เหล็ก (Field Coil)** คือขดลวดที่ถูกพันอยู่กับขั้วแม่เหล็กที่ยึดติดกับโครงมอเตอร์ท าหน้าที่กาเนิดขั้วแม่เหล็กขั้วเหนือ (N) และขั้วใต้ (S) แทนแม่เหล็กถาวรขดลวดที่ใช้เป็นขดลวดอาบน้ ายาจานวน สนามแม่เหล็กจะเกิดขึ้นเมื่อจ่ายแรงดันไฟตรงให้มอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.) **ขั้วแม่เหล็ก (Pole Pieces)** คือแกนส หรับรองรับขดลวดสนามแม่เหล็กถูกยึดติดกับโครงมอเตอร์ด้านใน ขั้วแม่เหล็กท มาจากแผ่นเหล็กอ่อนบางๆ อัดซ้อนกัน (Lamination Sheet Steel) เพื่อลดการเกิดกระแสไหลวน (Edy Current) ที่จะท ให้ความเข้มของสนามแม่เหล็กลดลง ขั้วแม่เหล็กท หน้าที่ให้ก เนิดขั้วสนามแม่เหล็กมีความเข้มสูงสุดแทนขั้วสนามแม่เหล็กถาวร ผิวด้านหน้าของขั้วแม่เหล็กทาให้โค้งรับกับอาร์เมเจอร์พอดี

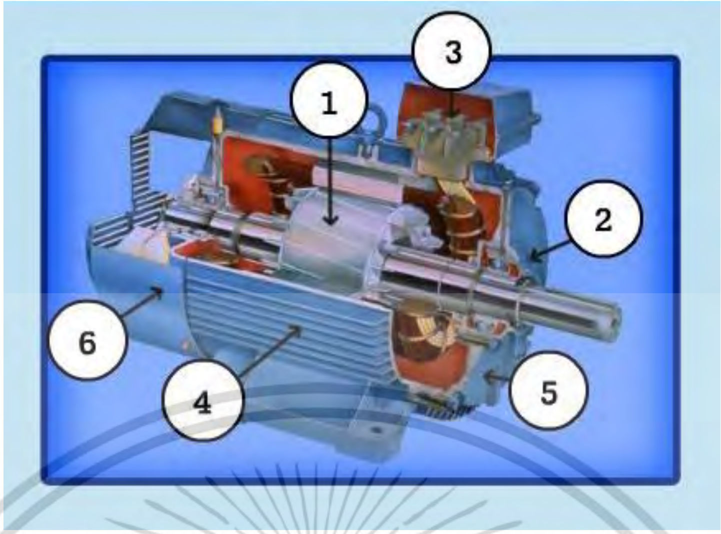
3.) **โครงมอเตอร์ (Motor Frame)** คือส่วนเปลือกหุ้มภายนอกของมอเตอร์ และยึ ส่วนอยู่กับที่ (Stator) ของมอเตอร์ไว้ภายในร่วมกับฝาปิดหัวท้ายของมอเตอร์ โครงมอเตอร์ท หน้าที่เป็นทางเดินของเส้นแรงแม่เหล็กระหว่างขั้วแม่เหล็กให้เกิดสนามแม่เหล็กครบวงจร

4.) **อาร์เมเจอร์ (Armature)** คือส่วนเคลื่อนที่ (Rotor) ถูกยึดติดกับเพลา (Shaft) และรองรับการหมุนด้วยที่รองรับการหมุน (Bearing) ตัวอาร์เมเจอร์ท จากเหล็กแผ่นบางๆ อัดซ้อนกันถูกเซาะร่องออกเป็นส่วนๆ เพื่อไว้พันขดลวดอาร์เมเจอร์ (Armature Winding) ขดลวดอาร์เมเจอร์เป็นขดลวดอาบน้ ายาฉนวน ร่องขดลวดอาร์เมเจอร์จะมีขดลวดพันอยู่ และมีลิ่มไฟเบอร์อัดแน่นขึดขดลวดอาร์เมเจอร์ไว้ ปลายขดลวดอาร์ เมเจอร์ต่อไว้กับคอมมิวเตเตอร์ อาร์เมอเจอร์ผลักดันของสนามแม่เหล็กทั้งสอง ท ให้อาร์เมเจอร์หมุนเคลื่อนที่

5.) **คอมมิวเตเตอร์ (Commutator)** คือส่วนเคลื่อนที่อีกส่วนหนึ่ง ถูกยึดติดเข้ากับอาร์เมเจอร์และเพลาร่วมกัน คอมมิวเตเตอร์นั้นท จากแท่งทองแดงแข็งประกอบเข้าด้วยกันเป็นรูปทรงกระบอก แต่ละแท่งทองแดงของคอมมิวเตเตอร์ถูกแยกออกจากกันด้วยฉนวนไมก้า (Mica) อาร์เมเจอร์ คอมมิวเตเตอร์ทาหน้าที่เป็นขั้วรับแรงดันไฟตรงที่จ่ายมาจากแปรงถ่านเพื่อส่งไปให้ข ดลวดอาร์เมอร์

6.) **แปรงถ่าน (Brush)** คือ ตัวสัมผัสกับคอมมิวเตเตอร์ ท เป็นแท่งสี่เหลี่ยมผลิตมาจากคาร์บอนหรือแกรไฟต์ผสมผงทองแดง เพื่อให้แข็งและน ไฟฟ้าได้ดี มีสายตัวน ต่อร่วมกับแปรงถ่านเพื่อไปรับแรงดันไฟตรงที่จ่ายเข้ามา แปรงถ่านท หน้าที่รับแรงดันไฟตรงจกแหล่งจ่าย จ่ายผ่านไปให้คอมมิวเตเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

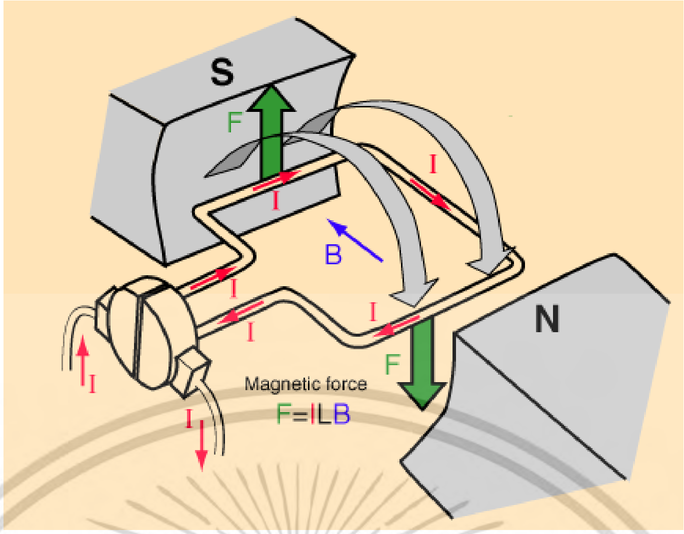


รูปที่ 2.9 ส่วนประกอบของมอเตอร์
(อ้างอิงจาก https://goo.gl/ZNhHHB)

2.11.2 การทำงานของมอเตอร์

การท างานเบื้องต้นของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง มีแรงดันไฟตรงจ่ายผ่านแปรงถ่านไปคอมมิวเตเตอร์ ผ่านไปให้ขดลวดตัวน ที่อาร์เมเจอร์ ท ให้ขดลวดอาร์เมเจอร์เกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าขึ้นมา ทางด้านซ้ายมือเป็นขั้วเหนือ (N) และด้านขวาเป็นขั้วใต้ (S) เหมือนกับขั้วแม่เหล็กถาวรที่วางอยู่ใกล้ๆ เกิดอ านาจแม่เหล็กผลักดันกัน อาร์เมเจอร์หมุนไปในทิศทางตามเข็มนาฬิกาพร้อมกับคอมมิวเตเตอร์หมุนตามไปด้วย แปรงถ่านสัมผัสกับส่วนของคอมมิวเตเตอร์ เปลี่ยนไปในอีกปลายหนึ่งของขดลวด แต่มีผลท ให้เกิดขั้วแม่เหล็กที่อาร์เมเจอร์เหมือนกับขั้วแม่เหล็กถาวรที่อยู่ใกล้ๆอีกครั้ง ท ให้อาร์เมเจอร์ยังคงถูกผลักให้หมุนไปในทิศทางตามเข็มนาฬิกาตลอดเวลาเกิดการหมุนของอาร์เมเจอร์คือมอเตอร์ไฟฟ้าท งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.10 การท างานของมอเตอร์
(อ้างอิงจาก https://goo.gl/ZNhHHB)

2.12 Cooling Fan

2.12.1 พัดลมชนิดเป่าตามแนวแกน (Axial Flow Fans)

พัดลมชนิดเป่าตามแนวแกน ใช้ใบพัดในการสร้างการไหลของอากาศในทิศทางตามแนวแกนหมุน สามารถสร้างการไหลของอากาศได้มาก พัดลมชนิดนี้เหมาะส หรับการระบายอากาศและระบายความร้อนภายในอุปกรณ์ต่างๆ

รูปที่ 2.11 พัดลมชนิดเป่าตามแนวแกน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.13 Relay

รีเลย์เป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานแม่เหล็ก เพื่อใช้ในการดึงดูดหน้าสัมผัสของคอนแทคให้เปลี่ยนสภาวะ โดยการป้อนกระแสไฟฟ้าให้กับขดลวด เพื่อท าการปิดหรือเปิดหน้าสัมผัสคล้ายกับสวิตช์อิเล็กทรอนิกส์ ใช้ในการควบคุมวงจรต่าง ๆ ในงานช่างอิเล็กทรอนิกส์

2.13.1 หน้าที่ของรีเลย์

เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ตรวจสอบสภาพการณ์ของทุกส่วนในระบบก าลังไฟฟ้าอยู่ตลอดเวลาหากระบบมีการทางานที่ผิดปกติ รีเลย์จะเป็นตัวสั่งการให้ตัดส่วนที่ลัดวงจรหรือส่วนที่ท างานผิดปกติออกจากระบบทันที รีเลย์ประกอบด้วยส่วนส าคัญ 2 ส่วนหลัก

1. ส่วนของขดลวด (coil) เหนี่ยวน าระแสต่ าทาหน้าที่สร้างสนามแม่เหล็กไฟฟ้าให้แกนโลหะไปกระทุ้งให้หน้าสัมผัสต่อกัน ทางานโดยการรับแรงดันจากภายนอกต่อคร่อมที่ขดลวดเหนี่ยวน านี้ และเมื่อขดลวดได้รับแรงดัน (ค่าแรงดันที่รีเลย์ต้องการขึ้นกับชนิด และรุ่นตามที่ผู้ผลิตได้ก หนด) ก็จะเกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าท ให้แกนโลหะด้านในไปกระทุ้งให้แผ่นหน้าสัมผัสต่อกัน
2. ส่วนของหน้าสัมผัส (contact) ท หน้าที่เหมือนสวิตช์จ่ายกระแสไฟให้กับอุปกรณ์ที่เราต้องการ

2.13.2 จุดต่อใช้งานมาตรฐาน

จุดต่อ NC ย่อมาจาก normal close หมายความว่าปกติดปิด หรือ หากยังไม่จ่ายไฟให้ขดลวดเหนี่ยวน า หน้าสัมผัสจะติดกัน โดยทั่วไปมักต่อจุดนี้เข้ากับอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการให้ท างานตลอดเวลา

จุดต่อ NO ย่อมาจาก normal open หมายความว่าปกติเปิด หรือหากยังไม่จ่ายไฟให้ขดลวดเหนี่ยวน า หน้าสัมผัสจะไม่ติดกัน โดยทั่วไปมักต่อจุดนี้เข้ากับอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการควบคุมการเปิดปิดเช่น โคมไฟสนาม หรือหน้าบ้าน

จุดต่อ C ย่อมากจาก common คือจุดร่วมที่ต่อมาจากแหล่งจ่ายไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.13.3 ประเภทของรีเลย์

แบ่งออกตามลักษณะการใช้งานได้เป็น 2 ประเภทคือ

1. รีเลย์ก าลัง (power relay) หรือมักเรียกกันว่า คอนแทกเตอร์ (Contactor or Magneticcontactor)ใช้ในการควบคุมไฟฟ้าก าลัง มีขนาดใหญ่กว่ารีเลย์ธรรมดา

2. รีเลย์ควบคุม (control Relay) มีขนาดเล็กก าลังไฟฟ้าต่ าใช้ในวงจรควบคุมทั่วไปที่มีก าลังไฟฟ้าไม่มากนัก หรือเพื่อการควบคุมรีเลย์หรือคอนแทกเตอร์ขนาดใหญ่

2.13.4 ชนิดของรีเลย์

การแบ่งชนิดของรีเลย์สามารถแบ่งได้ 11 แบบ คือ ชนิดของรีเลย์แบ่งตามลักษณะของคอยล์ หรือแบ่งตามลักษณะการใช้งาน (Application) ได้แก่รีเลย์ดังต่อไปนี้

1. รีเลย์กระแส (Current relay) คือ รีเลย์ที่ท างานโดยใช้กระแสมีทั้งชนิดกระแสขาด (Under current) และกระแสเกิน (Over current)

2. รีเลย์แรงดัน (Voltage relay) คือ รีเลย์ ที่ท างานโดยใช้แรงดันมีทั้งชนิดแรงดันขาด (Under voltage) และ แรงดันเกิน (Over voltage)

3. รีเลย์ช่วย (Auxiliary relay) คือ รีเลย์ที่เวลาใช้งานจะต้องประกอบเข้ากับรีเลย์ชนิดอื่น จึงจะท างานได้

4. รีเลย์ก าลัง (Power relay) คือ รีเลย์ที่รวมเอาคุณสมบัติของรีเลย์กระแส และรีเลย์แรงดันเข้าด้วยกัน

5. รีเลย์เวลา (Time relay) คือ รีเลย์ที่ท างานโดยมีเวลาเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย ซึ่งมีอยู่ด้วยกัน 4 แบบ คือ

- รีเลย์กระแสเกินชนิดเวลาผกผันกับกระแส (Inverse time over current relay) คือ รีเลย์ ที่มีเวลาท างานเป็นส่วนกลับกับกระแส
- รีเลย์กระแสเกินชนิดท างานทันที (Instantaneous over current relay) คือรีเลย์ที่ท างานทันทีทันใดเมื่อมีกระแสไหลผ่านเกินกว่าที่ก าหนดที่ตั้งไว้
- รีเลย์แบบดิฟฟินิตไทม์เล็ก (Definite time lag relay) คือ รีเลย์ ที่มีเวลาการทางานไม่ขึ้นอยู่กับความมากน้อยของกระแสหรือค่าไฟฟ้าอื่นๆ ที่ท ให้เกิดงานขึ้น
- รีเลย์แบบอินเวอสดิฟฟินิตมินิมั่มไทม์เล็ก (Inverse definite time lag relay) คือ รีเลย์ที่ท างานโดยรวมเอาคุณสมบัติของเวลาผกผันกับกระแส (Inverse time) และแบบดิฟฟินิตไทม์แล็ก (Definite time lag relay) เข้าด้วยกัน

6. รีเลย์กระแสต่าง (Differential relay) คือ รีเลย์ที่ท างานโดยอาศัยผลต่างของกระแส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. รีเลย์มีทิศ (Directional relay) คือรีเลย์ที่ท างานเมื่อมีกระแสไหลผิดทิศทาง มีแบบรีเลย์ก าลังมีทิศ (Directional power relay) และรีเลย์กระแสมีทิศ (Directional current relay)

8. รีเลย์ระยะทาง (Distance relay) คือ รีเลย์ระยะทางมีแบบต่างๆ ดังนี้

- รีแอกแตนซ์รีเลย์ (Reactance relay)
- อิมพีแดนซ์รีเลย์ (Impedance relay)
- โมห์รีเลย์ (Mho relay)
- โอห์มรีเลย์ (Ohm relay)
- โพลาไรซ์โมห์รีเลย์ (Polaized mho relay)
- ออฟเซทโมห์รีเลย์ (Off set mho relay)

9. รีเลย์อุณหภูมิ (Temperature relay) คือ รีเลย์ที่ท างานตามอุณหภูมิที่ตั้งไว้

10. รีเลย์ความถี่ (Frequency relay) คือ รีเลย์ที่ท างานเมื่อความถี่ของระบบต่ ากว่าหรือมากกว่าที่ตั้งไว้

11. บูคโฮลซ์รีเลย์ (Buchholz ‘s relay) คือรีเลย์ที่ท างานด้วยก๊าซ ใช้กับหม้อแปลงที่แช่อยู่ในน้ ามัน เมื่อเกิดฟอลต์ขึ้นภายในหม้อแปลง จะท าให้น้ ามันแตกตัว และเกิดก๊าซขึ้นภายในไปดันหน้าสัมผัส ให้รีเลย์ท างาน

2.13.5 ประโยชน์ของรีเลย์

1. ท าให้ระบบส่งก าลังมีเสถียรภาพ (Stability) สูงโดยรีเลย์จะตัดวงจรเฉพาะส่วนที่เกิดผิดปกติออกเท่านั้น ซึ่งจะเป็นการลดความเสียหายให้แก่ระบบน้อยที่สุด
2. ลดค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมส่วนที่เกิดผิดปกติ
3. ลดความเสียหายไม่เกิดลุกลามไปยังอุปกรณ์อื่นๆ
4. ท าให้ระบบไฟฟ้าไม่ดับทั้งระบบเมื่อเกิดฟอลต์ขึ้นในระบบ

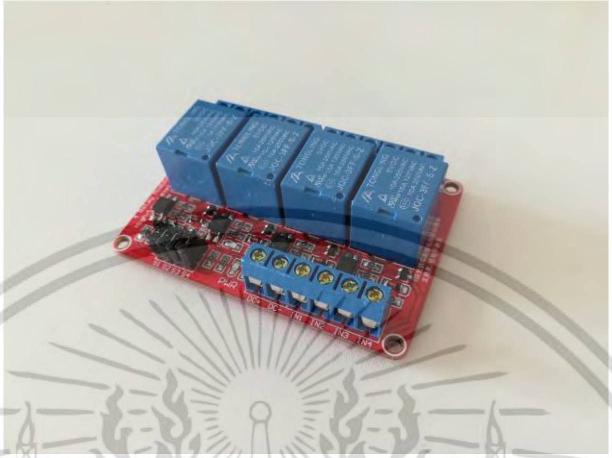
2.13.6 รีเลย์ที่ดี

1.ต้องมีความไว (Sensitivity) คือมีความสามารถในการตรวจพบสิ่งที่ผิดปกติเพียงเล็กน้อยได้

2.มีความเร็วในการท างาน (Speed) คือความสามารถท างานได้รวดเร็วทันใจ ไม่ท าให้เกิดความเสียหายแก่อุปกรณ์และไม่กระทบกระเทือนต่อระบบ โดยทั่วไปแล้วเวลา ที่ใช้ในการตัด วงจรจะขึ้นอยู่กับระดับของแรงดันของระบบด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบ 6-10 เควี จะต้องตัดวงจรภายในเวลา 1.5-3.0 วินาที
ระบบ 100-220 เควี จะต้องตัดวงจรภายในเวลา 0.15-0.3 วินาที
ระบบ 300-500 เควี จะต้องตัดวงจรภายในเวลา 0.1-0.12 วินาที



รูปที่ 2.12 Relay 4 Channel ขนาด 5V

2.14 IP Camera

กล้องไอพี – IP Camera ย่อมาจาก Internet Protocol Camera เป็นประเภทของกล้องวงจรปิดในยุคปัจจุบัน หลักการท างานเหมือนกล้องวงจรปิดทั่วไปใช้สาหรับการบันทึกภาพเคลื่อนไหว แต่ที่แตกต่างจากกล้องวงจรปิด CCTV (Closed Circuit Television) แบบอนาล็อก (Analog) คือ สามารถส่งและรับข้อมูลผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ และอินเทอร์เน็ตได้ โดยผู้ใช้งานสามารถดูภาพสดได้จากทุกที่บนโลกผ่านระบบอินเตอร์เน็ตด้วยโปรแกรมที่มาพร้อมกับกล้องไอพี (IP Camera) หรือดูภาพผ่านทางเว็บบราวเซอร์ (Web Browser) ส่วนฟังก์ชั่นในการใช้งานต่างๆ ของกล้องไอพี (IP Camera) จะเหมือนกับตัวกล้องอนาล็อก(Analog Camera) แต่จะดีกว่าคือสามารถจะสั่งงานกับควบคุมและบันทึกภาพได้ภายในตัว ซึ่งไม่เหมือนกับกล้องอนาล็อก (Analog) ที่ต้องต่อเข้ากับเครื่องบันทึกภาพ DVR (Digital Video Recorder) ถึงจะท างานได้ และกล้องไอพี (IP Camera) นั้น สามารถจะรับและส่งข้อมูลภาพและเสียงได้พร้อมๆกัน แต่มีเฉพาะกับกล้องรุ่นใหม่ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.14.1 ประเภทของกล้อง IP Camera

1. กล้องไอพี (IP Camera) ชนิดรวมที่ศูนย์กลาง (Centralized) ซึ่งกล้องจะเชื่อมต่อกับ NVR (Network Video Recorder – NVR) เพื่อส่งภาพมาบันทึก และจัดการการแจ้งเตือน (Alarm Management)

2. กล้องไอพี (IP Camera) ชนิดแยกจากศูนย์กลาง (Decentralized) คือไม่จ ำเป็นต้องมีเครื่องบันทึก NVR โดยกล้องจะบันทึกภาพโดยตรงไปยังสื่อจัดเก็บข้อมูลดิจิตอล เช่น การ์ดหน่วยความจ ำ (SD Card) แฟลชไดรฟ์ (Flash Drives) ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ (Hard Disk Drives) หรือเครือข่ายเก็บข้อมูลแนส (Network-attached storage – NAS)

2.14.2 เทคโนโลยีของกล้องไอพี (IP Camera) ในปัจจุบัน

1. IP Technology (Internet Protocol Technology) เป็นโครงข่ายการสื่อสารข้อมูลและอินเตอร์เน็ตที่สามารถส่ง และรับข้อมูลภาพกับเสียงผ่านทางระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ตได้ในเวลาเดียวกัน

2. Hybrid IP Technology (Internet Protocol with Analog Technology) เป็นการท ำงานร่วมกันระหว่างกล้องไอพี (IP Camera) กับกล้องแบบอนาล็อก (Analog Camera) ให้สามารถท ำงานร่วมกันได้อย่างสมบูรณ์แบบ คือ สามารถต่อใช้งานแบบกล้องไอพี (IP Camera) กับต่อใช้งานแบบกล้องอนาล็อก (Analog Camera) ในระบบเดียวกัน แต่ยังคงคุณสมบัติในการท ำงานไว้ได้เป็นอย่างดี เพราะหากระบบเครือข่ายมีปัญหาหรืออินเตอร์เน็ตใช้งานไม่ได้ ตัวกล้องก็ยังคงท ำงานได้ในแบบอนาล็อก (Analog) หรือในแบบอนาล็อก (Analog) เกิดมีปัญหาก็สามารถจะท ำงานได้ในแบบเครือข่าย

3. Full HD IP Technology (Full High Definition Internet Protocol Technology) เป็นกล้องไอพี (IP Camera) ที่มีความละเอียดสูง (Resolution) ระดับ Full HD 1080p (1920 x 1080 พิกเซล) สามารถจะก ำหนดอัตราเฟรมในการบันทึกได้เต็มที่ (Full Frame Rate) 30 เฟรมต่อวินาที (FPS : Frame Per Second) ซึ่งท ำให้การแสดงภาพทั้งการดู และการบันทึก จะมีความคมชัดและละเอียดมาก

2.14.3 การบันทึกภาพของกล้องไอพี (IP Camera) ในปัจจุบัน

1. บันทึกภาพลง Local Storage เช่น SD Card หรือ Flash Memory ที่รองรับอยู่บนตัวกล้องไอพี (IP Camera)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. บันทึกภาพผ่าน XNVR หรือ NVR หรือ CMS Software ที่ลงในเครื่องคอมพิวเตอร์ (Computer) แล้วบันทึกลง ฮาร์ดดิสก์ (Harddisk)

3. บันทึกภาพโดยต่อกับ Hybrid Digital Video Recorder เครื่องบันทึกภาพดิจิตอลที่รองรับทั้งกล้องแบบอนาล็อก (Analog Camera) และกล้องแบบไอพี (IP Camera) บันทึกลง ฮาร์ดดิสก์ (Harddisk) ที่มีในเครื่อง

2.14.4 ระบบกลางวันและกลางคืน (Day & Night System)

เป็นระบบที่ในสภาวะปกติกล้องจะถ่ายภาพเป็นภาพสี แต่เมื่อในสภาพแสงน้องจนถึงค่าที่ก าหนด กล้องจะปรับการท างานให้เป็นโหมดขาวด าโดยอัตโนมัติ

ข้อดี คือ กล้องที่มีระบบ Day & Night ในสภาวะที่แสงน้อยจะไม่ได้ถูกจ ากัดระยะในการจับภาพ และกล้องต้องการแสงสว่างเพียงเล็กน้อยเท่านั้น เพื่อให้กล้องสามรถจับภาพได้

ข้อเสีย คือ ไม่สามรถจับภาพในที่ที่มืดสนิทได้ (ต้องใช้ระบบนี้กับตัวกล้องแบบอินฟราเรด IR)

รูปที่ 2.13 IP Camera

2.15 Arduino IDE

IDE ย่อมาจาก integrated development environment คือ องค์ประกอบหรือตัวช่วยต่างๆ ที่จะคอยช่วยเหลือ developer หรือช่วยเหลือคนที่พัฒนา Application ต่างๆ เพื่อเสริมให้เกิดความรวดเร็ว ถูกต้อง แม่นย าตรวจสอบระบบที่จัดท าได้ทั้งเชิงลึกหรือตื้น ท าให้การพัฒนางานต่างๆนั้นเร็วมากขึ้น

Arduino IDE อาดุยอิโน่ ไอดีอี คือ เครื่องมือการเขียนโปรแกรมที่มีใช้งานได้กับอาดุยอิโน่ได้ทุกรุ่น โดยภายในจะมีเครื่องมือที่จะเป็นส าหรับติดต่ออาดุยอิโน่ เช่น การค้นหาอาดุยอิโน่ ที่ติดต่อกับเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมพิวเตอร์ การเลือกรุ่นอาดุยอิโน่ที่ต่ออยู่เพื่อตรวจสอบว่าขนาดของโปรแกรมที่เขียน หรือไลบรารีต่างๆ ซับพอร์ตกับอาดุยอิโน่รุ่นนั้นๆไหม อีกทั้งยังมีโปรแกรมติดต่อผ่านซีเรียลโดยตรงส หรับคอมพิวเตอร์

2.15.1 ลักษณะโดยทั่วไปของโปรแกรม Arduino IDE

1. เมนู (Menu) ใช้เลือกค สั่งต่ างๆ ในการใช้งานโปรแกรม

2. แถบเครื่องมือ (Toolbar) เป็นการน าค สั่งที่ใช้งานบ่อยๆ มาสร้างเป็นปุ่มเพื่อให้เรียกใช้ค สั่งได้รวดเร็วขึ้น

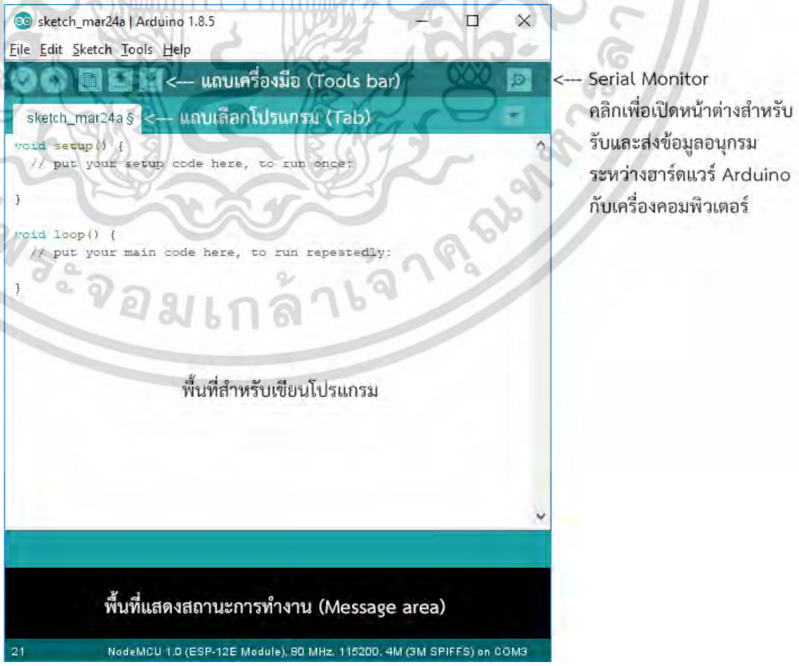
3. แถบเลือกโปรแกรม (Tabs) เป็นแถบที่ใช้เลือกไฟล์โปรแกรมแต่ละตัว (กรณีที่เขียนโปรแกรมขนาดใหญ่ประกอบด้วยไฟล์หลายตัว

4. พื้นที่เขียนโปรแกรม (Text Editor) เป็นพื้นที่ส หรับเขียนโปรแกรมภาษา C/C++

5. พื้นที่แสดงสถานะการท งาน (Message Area) เป็นพื้นที่โปรแกรมใช้แจ้งสถานะการท งานของโปรแกรม เช่นผลการคอมไพล์โปรแกรม

6. พื้นที่แสดงข้อมูล (Text Area) ใช้แจ้งว่าโปรแกรมที่ผ่านการคอมไพล์แล้วมีขนาดกี่ไบต์

7. ปุ่มส หรับเปิดหน้าต่าง Serial Monitor ปุ่มนี้จะอยู่ทางมุมบนด้านขวามือ คลิกปุ่มนี้เมื่อต้องการเปิดหน้าต่างสื่อสาร และแสดงข้อมูลอนุกรม โดยต้องมีการต่อฮาร์ดแวร์ Arduino และเลือกพอร์ตการเชื่อมต่อให้ถูกต้องก่อน



รูปที่ 2.14 หน้าจอหลักของ Arduino IDE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

โครงสร้างของระบบและการออกแบบ

3.1 บทนำ

ในหัวข้อนี้จะเป็นการกล่าวถึงภาพรวมการทางานของระบบ และรายละเอียดแต่ละส่วนของโครงงาน โดยโครงสร้างของระบบได้แบ่งออกเป็นสามส่วน ประกอบไปด้วย ระบบฮาร์ดแวร์ ระบบซอฟต์แวร์ และระบบฐานข้อมูลรวมไปถึงการดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลขึ้นไปแสดงผ่านทางเว็บไซต์

3.2 ภาพรวมการทำงานของระบบ

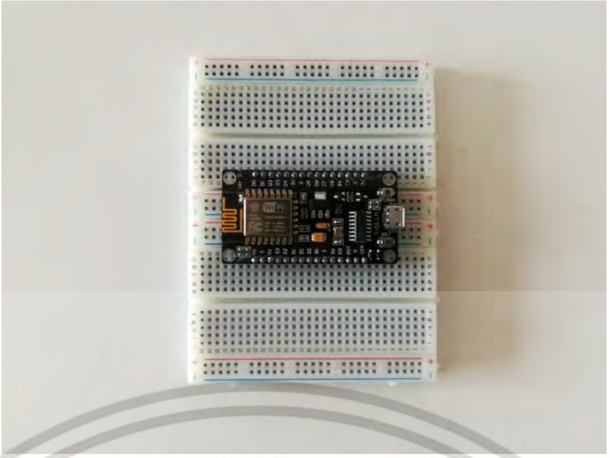
ลักษณะการทางานของระบบในส่วนฮาร์ดแวร์ เมื่อเริ่มกระบวนการฟักไข่จะทาการสั่ง NodeMCU V3 ให้เซนเซอร์ทาการวัดค่า โดยจะใช้อุปกรณ์ DHT22 ในการวัดอุณหภูมิและความชื้นในเครื่องอบแห้ง จากนั้นจะทาการประมวลผล และสั่งงานเปิดปิดฮีตเตอร์และเครื่องทาความชื้น เพื่อให้ได้อุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสม โดยอุณหภูมิและความชื้นส หรับฟักไข่ไก่จะอยู่ที่ 37.5 องศาเซลเซียส และ 55 ถึง 60 % ตามล าดับ และจะแสดงค่าของอุณหภูมิและความชื้นที่วัดได้ไปที่จอ LCD ด้านหน้าของเครื่อง จากนั้นจะท าการส่งข้อมูลของอุณหภูมิและความชื้นผ่าน Wi-Fi ไปยัง Database แบบ Real-Time แล้วจัดเก็บข้อมูลที่ได้รับลงฐานข้อมูล จากนั้นก็จะท าการดึงข้อมูลไปแสดงผลบนเว็บไซต์ในรูปแบบของกราฟ เพื่อให้สามารถดูค่าของอุณหภูมิและความชื้นในระยะไกลได้ตลอดเวลา

3.3 การออกแบบทางด้านฮาร์ดแวร์

3.3.1 Module NodeMCU V3

NodeMCU V3 ปรับปรุงจาก NodeMCU เวอร์ชันเดิม โดยใช้ ESP8266-12E ซึ่งมีขา GPIO PWM I2C 1-Wire ADC และ SPI เพิ่มเข้ามา มีเสาอากาศในตัว บอร์ดกว้าง 3CM ใช้ชิพ USB เบอร์ CH340 ในการติดต่อกับคอมพิวเตอร์เพื่อลงโปรแกรม สามารถลง Firmware NodeMCU และเขียนโปรแกรมด้วยภาษา Lau หรือ Arduino ได้ เป็นบอร์ดที่ใช้ ESP8266 เป็น CPU ส าหรับประมวลผลโปรแกรมต่างๆ มีข้อดีกว่า Arduino ตรงที่ตัวมันมีขนาดเล็กกว่า มีพื้นที่เขียนโปรแกรมลงไปมากกว่า และสามารถเชื่อมต่อกับ WiFi ได้ บนบอร์ดรุ่นนี้ใช้ ESP8266 12E มีพื้นที่หน่วยความจ ำรอมสูงถึง 4MB เพียงพอส หรับการเขียนโปรแกรมขนาดใหญ่ อีกทั้งภายในยังเป็น ARM ขนาดย่อมๆ ใช้ความถี่สูงถึง 40MHz ท าให้สามารถประมวลผลโค้ดโปรแกรมได้อย่างรวดเร็ว เหมาะมากส าหรับงาน Smart Home และ IoT โดยโมดูล NodeMCU V3 แสดงดังรูปที่ 3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 โมดูล NodeMCU V3 ที่ใช้งาน

3.3.2 Module Temperature & Humidity Sensor (DHT22)

DHT22 เป็นอุปกรณ์เซนเซอร์ส าหับวัดอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ (Temperature & Relative Humidity Sensor) เป็นอุปกรณ์ที่สามารถน มาประยุกต์ใช้งานทางด้านระบบสมองกลฝังตัวได้หลากหลาย เช่น การวัดและควบคุมอุณหภูมิและความชื้น ระบบบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับอุณหภูมิและความชื้นในห้อง เป็นต้น

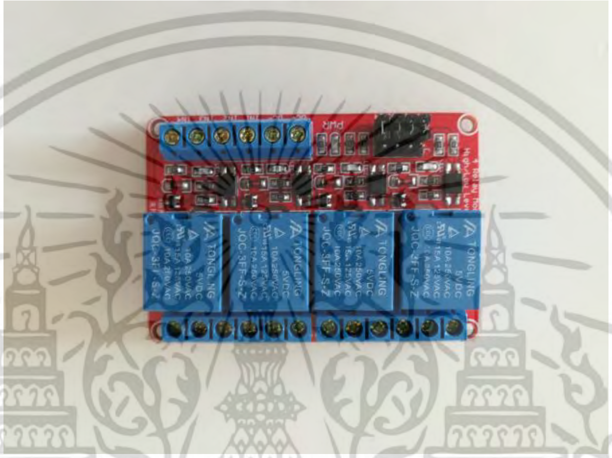
ใช้แรงดันไฟเลี้ยงได้ในช่วง: 3.3V ถึง 5.5V DC (ดังนั้นจึงใช้ได้กับ 3.3V และ 5V), วัดอุณหภูมิได้ในช่วง: -40 to 80 ℃ (±0.5 ℃ accuracy), วัดความชื้นสัมพัทธ์ได้ในช่วง: 0 - 100 RH% (2 - 5% accuracy), อัตราการวัดสูงสุด: 0.5Hz, คอนเนกเตอร์แบบ 4 ขา (0.1" / 2.54mm spacing) Pin 1 = VCC Pin 2 = SDA (Serial data, bidirectional) Pin 3 = N.C. (Not Connect) Pin 4 = GND โดยโมดูล Temperature & Humidity Sensor (DHT22) แสดงดังรูปที่ 3.2

รูปที่ 3.2 โมดูล Temperature & Humidity Sensor (DHT22) ที่ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 Relay Module 5V 4 Channel isolation High And Low Trigger

เป็นบอร์ดรีเลย์ไฟเลี้ยง 5 โวลต์ แบบแยกอิสระ 4 ช่อง พร้อมไฟ LED แสดงผลการท างาน โมดูลนี้สามารถท างานได้ทั้งแบบ Active High โดยเมื่อป้อนไฟ 3-5V หรือสัญญาณ 1 ไปให้บอร์ดรีเลย์จะท างาน หรือแบบ Active Low โดยเมื่อป้อนไฟ 0V หรือสัญญาณ 0 ไปบอร์ดจะท างานโดยเซตได้ที่จัมเปอร์ของรีเลย์แต่ละช่อง ช่องต่อแบบ terminal สามารถต่อสายไฟได้สะดวก โดยโมดูล Relay 5V 4 Channel แสดงดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 โมดูล Relay 5V 4 Channel ที่ใช้งาน

3.3.4 Strip Heater

เป็นฮีตเตอร์ที่มีโครงสร้างเป็นรูปสี่เหลี่ยมจตุรัส หรือสี่เหลี่ยมผืนผ้า เหมาะส าหรับให้ความร้อนกับแม่พิมพ์ สามารถระบุชนิดวัสดุที่ต้องการได้ รวมทั้งความยาว, แรงดัน, ก าลังวัตต์ ใช้ให้ความร้อนกับวัตถุผิวเรียบ โดยใช้วิธียึดติดให้แน่นโดยการใช้น๊อตหรือการรัด วัสดุที่น ามาท าสามารถเลือกได้ทั้ง สแตนเลส และซิ้งค์ การต่อไฟได้ทั้งออกสาย, ขั้วน๊อต, เต๋า และออกปลั๊ก

ฮีตเตอร์แผ่น (Strip Heater) เป็นอุปกรณ์ให้ความร้อนกับงานทั่วไป ซึ่งเหมาะส าหรับงานที่ต้องการให้ความร้อนกับงานทั่วไป เช่น เครื่องบรรจุหีบห่อมีดตัดพลาสติก เตาอบแบบต่างๆ ที่ต้องการให้ความร้อนอย่างสม่ าสมอกับชิ้นงาน และให้ความร้อนในงานอุตสาหกรรมต่างๆ ใช้ให้ความร้อนกับแผ่นแม่พิมพ์ ลักษณะงานเหมือนฮีทเตอร์แท่ง มีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมหรือวงกลม สามารถเจาะรูได้ โดย strip heater แสดงดังรูปที่ 3.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.4 Strip Heater ที่ใช้งาน

3.3.5 Doughnut Humidifier

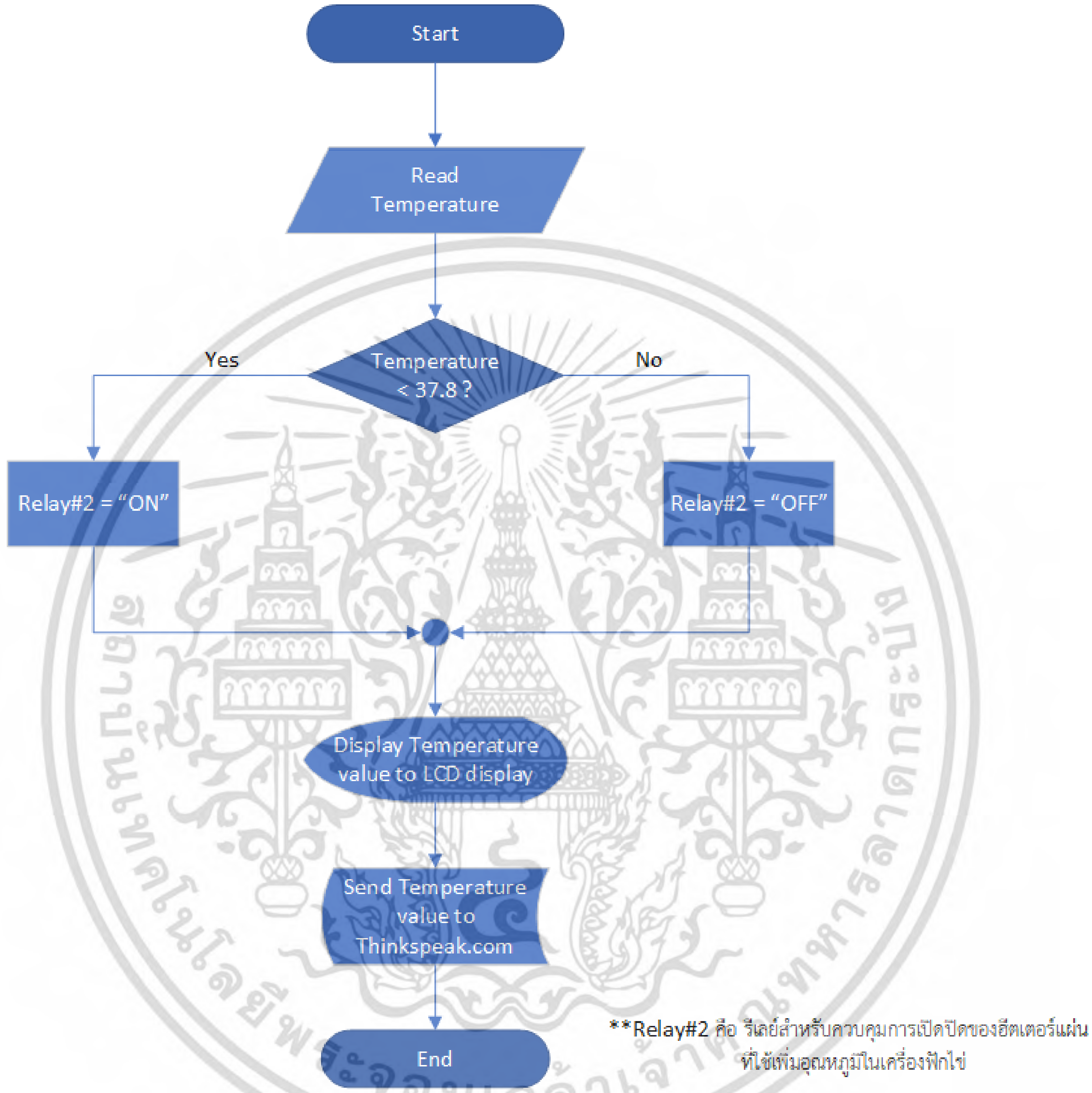
เป็นอุปกรณ์ส าหรับเพิ่มความชื้นในอากาศ โดยวัสดุท ามาจาก Acrylonitrile Butadiene Styrene ใช้แรงดันไฟฟ้าแบบ DC ขนาด 5V ใช้พอร์ต USB ส าหรับการเชื่อมต่อ มีลักษณะเป็นวงกลมคล้ายรูปทรงของโดนัทใช้พลังงานต่ ามีไม้กวาดที่ท าให้ดูดซับน้ าได้อย่างรวดเร็ว ท าให้หมอกคายออกมาเร็วขึ้น สามารถตั้งค่าให้มีการปิดการท างานของอุปกรณ์โดยอัตโนมัติทุก 3 หรือ 6 ชั่วโมงได้ ท าการสร้างความชื้นโดยใช้คลื่นอัลตราโซนิก โดย Doughnut Humidifier แสดงดังรูปที่ 3.5

รูปที่ 3.5 Doughnut Humidifier ที่ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 โฟลวชาร์ตของระบบ

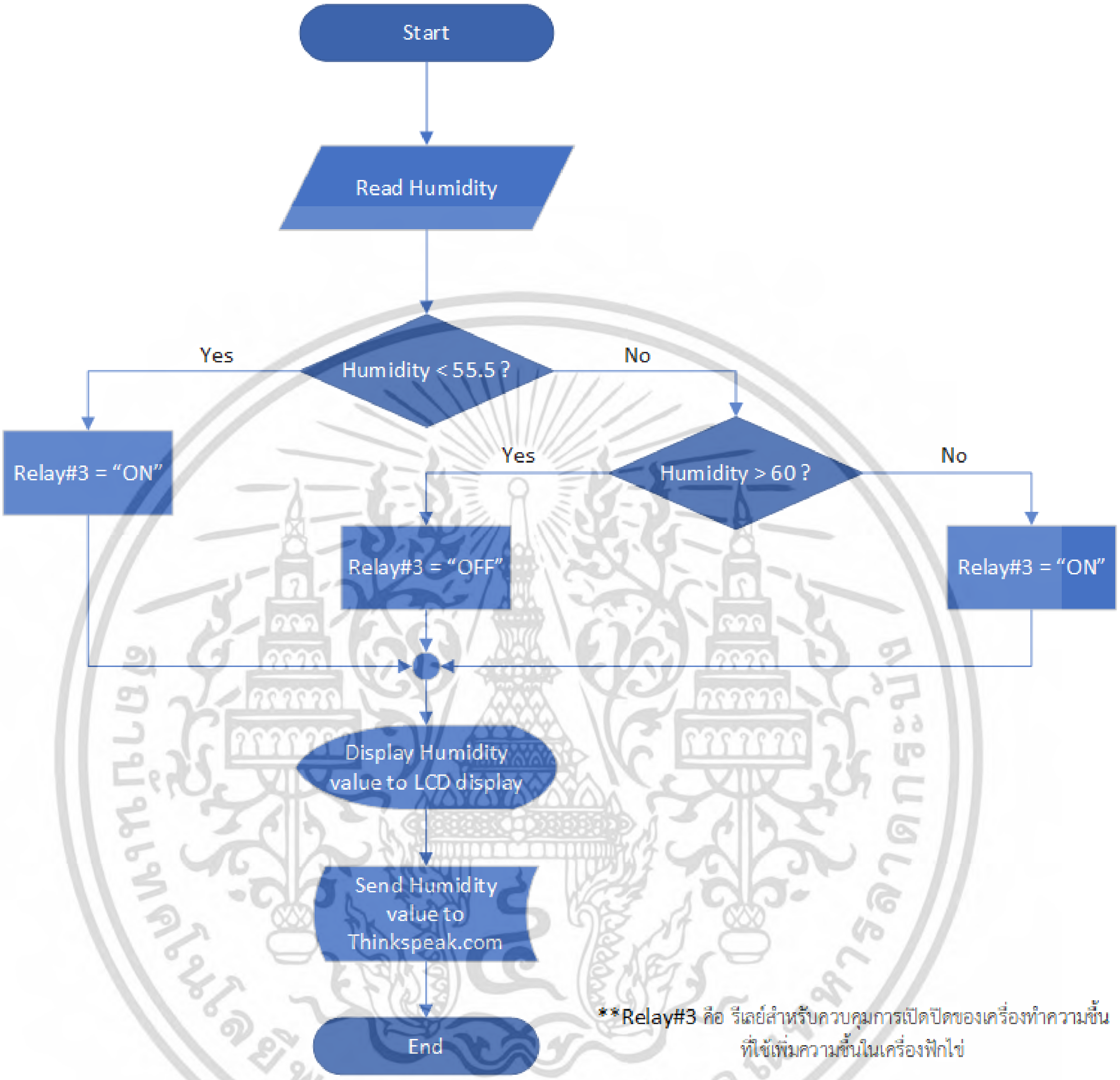
3.4.1 โฟลวชาร์ตการทำงานและแสดงค่าอุณหภูมิของเครื่องฟักไข่



รูปที่ 3.6 โฟลวชาร์ตการท างานและแสดงค่าอุณหภูมิของเครื่องฟักไข่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 โฟลวชาร์ตการทำงานและแสดงค่าความชื้นของเครื่องฟักไข่



รูปที่ 3.7 โฟลวชาร์ตการท างานและแสดงค่าความชื้นของเครื่องฟักไข่

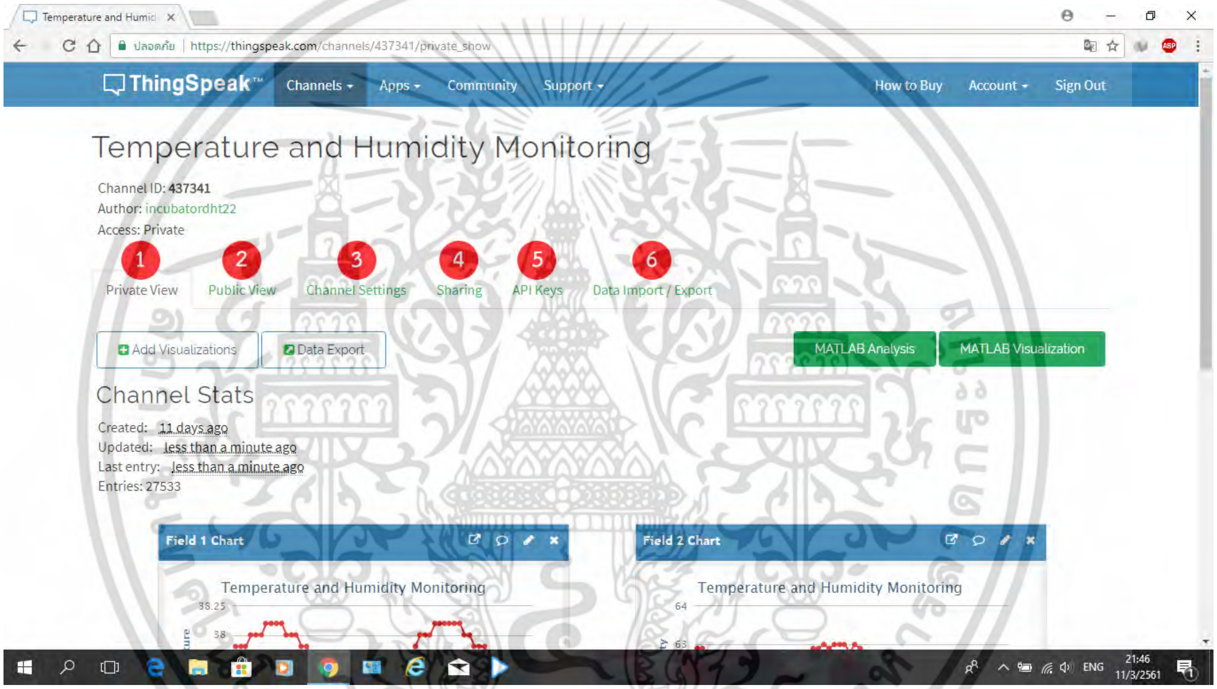
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 การออกแบบทางระบบฐานข้อมูล

ในการออกแบบจัดเก็บฐานข้อมูล ทางผู้จัดท ปริญญานิพนธ์ได้ใช้ ThingSpeak ส หรับการจัดเก็บระบบฐานข้อมูลแบบออนไลน์ และสามารถใช้งานแบบ Real-Time ได้สะดวกสบาย ซึ่งโครงงานนี้ได้ท าการจัดการระบบฐานข้อมูลโดยการเก็บค่าของอุณหภูมิ และความชื้นของเครื่องฟักไข่

3.6 การออกแบบทางเว็บไซต์

ทางผู้จัดทาปริญญานิพนธ์ ได้ใช้ ThingSpeak ในการจัดทาเว็บไซต์ เพื่อแสดงค่าสถานะของอุณหภูมิ และความชื้น โดยสามารถดูได้แบบ Real-Time



รูปที่ 3.8 หน้าเว็บไซต์

หมายเลข 1 คือ ส่วนของการดูกราฟค่าอุณหภูมิและความชื้นของเครื่องฟักไข่แบบส่วนตัว

หมายเลข 2 คือ ส่วนของการดูกราฟค่าอุณหภูมิและความชื้นของเครื่องฟักไข่แบบสาธารณะ

หมายเลข 3 คือ ส่วนของการตั้งค่าต่างๆใน channel

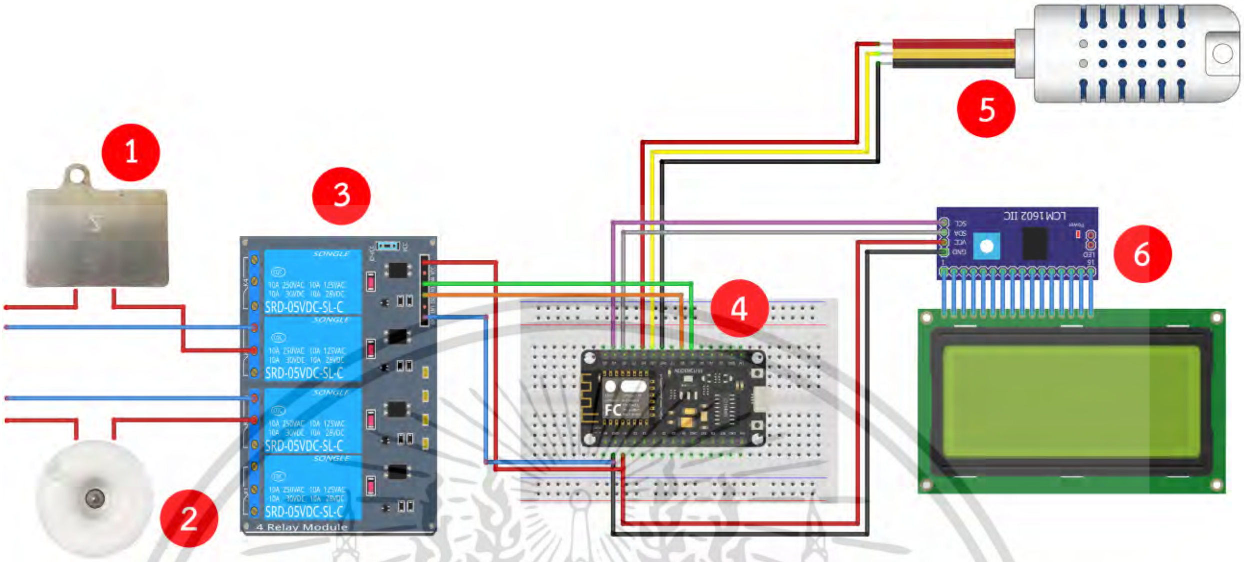
หมายเลข 4 คือ ส่วนของการแชร์ค่ากราฟให้เป็นแบบสาธารณะ

หมายเลข 5 คือ ส่วนของ API Keys ส าหับใช้ในการเขียนโปรแกรมเพื่อส่งค่ามายังเว็บไซต์

หมายเลข 6 คือ ส่วนของข้อมูลที่ถูกจัดเก็บใน Database ซึ่งสามารถดาวน์โหลดไปตรวจเช็คได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7 การเชื่อมต่อของวงจร



รูปที่ 3.9 แสดงการเชื่อมต่อโดยรวมของวงจร

หมายเลข 1 : ฮีตเตอร์แผ่น (Strip Heater)

หมายเลข 2 : เครื่องท าความชื้น (Doughnut Humidifier)

หมายเลข 3 : รีเลย์ 4 แชนเนล

หมายเลข 4 : NodeMCU V3

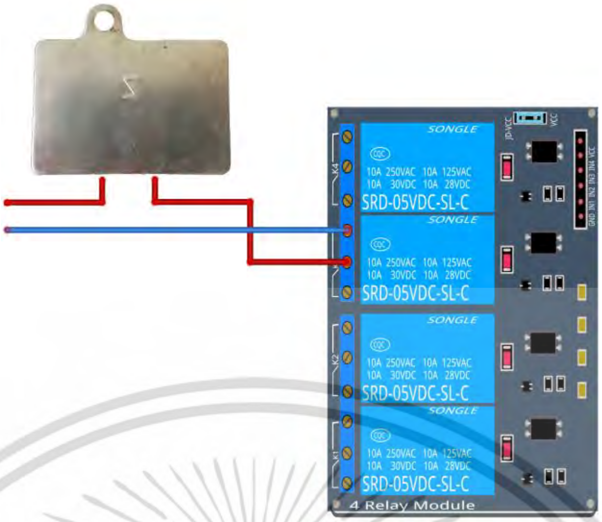
หมายเลข 5 : เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น (DHT22)

หมายเลข 6 : หน้าจอแสดงผลแบบ LCD

การเชื่อมต่อฮีตเตอร์แผ่นกับรีเลย์ 4 แชนเนล

ฮีตเตอร์แผ่น		รีเลย์ 4 แชนเนล
VCC	<----->	NO2
GND	<----->	COM2

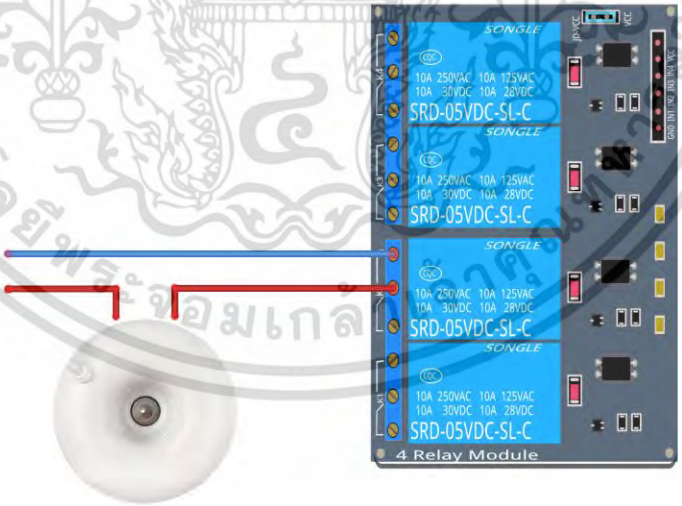
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.10 การเชื่อมต่อฮีตเตอร์แผ่นกับรีเลย์ 4 แชนเนล

การเชื่อมต่อเครื่องทำความชื้นกับรีเลย์ 4 แชนเนล

เครื่องท าความชื้น		รีเลย์ 4 แชนเนล
VCC	<------>	NO3
GND	<------>	COM3

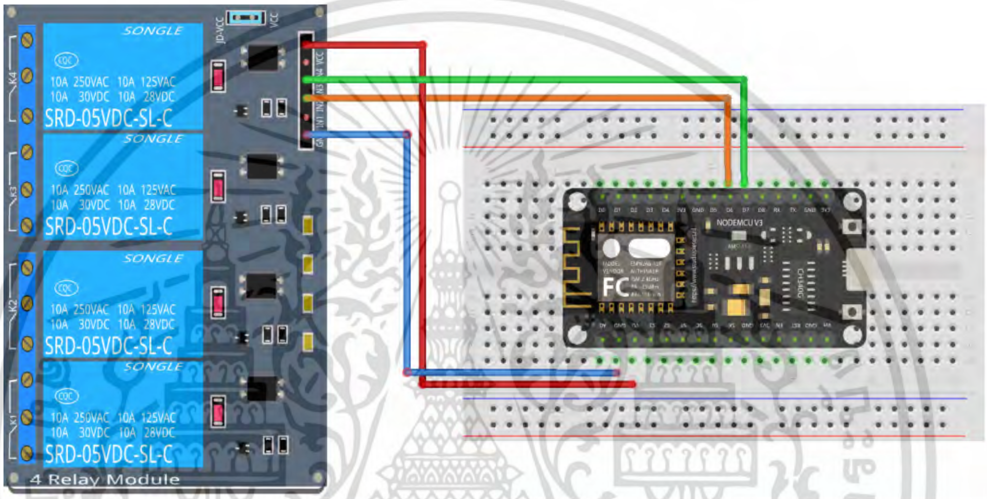


รูปที่ 3.11 การเชื่อมต่อเครื่องท าความชื้นกับรีเลย์ 4 แชนเนล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเชื่อมต่อรีเลย์ 4 แชนเนลกับNodeMCU V3

รีเลย์ 4 แชนเนล		NodeMCU V3
DC+	<----->	5V(Vin)
DC-	<----->	GND
IN2	<----->	D6
IN3	<----->	D7

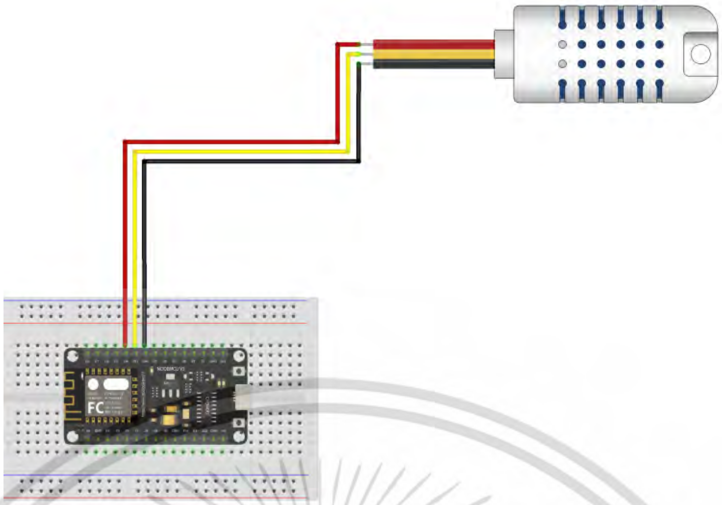


รูปที่ 3.12 การเชื่อมต่อรีเลย์ 4 แชนเนลกับNodeMCU V3

การเชื่อมต่อ NodeMCU V3กับเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น

NodeMCU V3		เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น
3.3V	<----->	VCC
D4	<----->	DATA
GND	<----->	GND

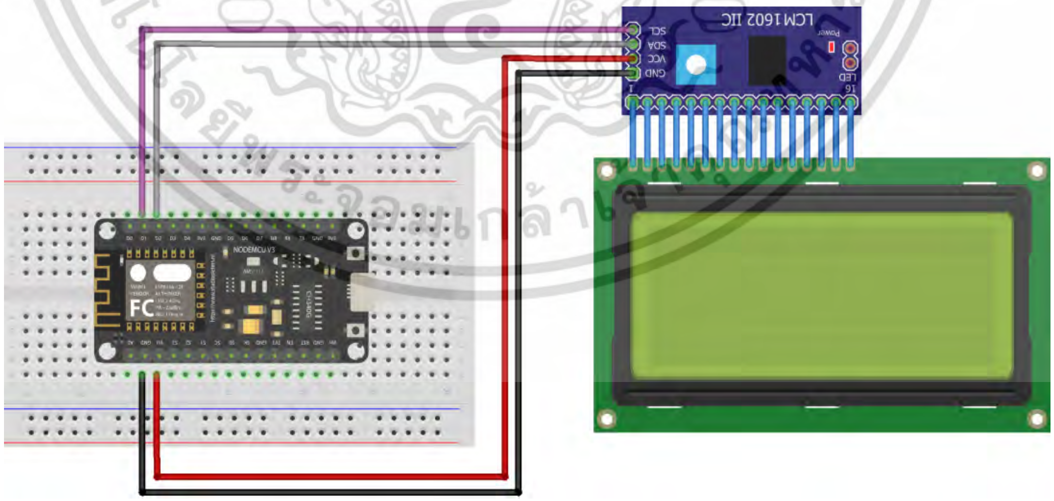
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.13 การเชื่อมต่อ NodeMCU V3กับเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น

การเชื่อมต่อ NodeMCU V3กับหน้าจอแสดงผลแบบ LCD

NodeMCU V3		หน้าจอแสดงผลแบบ LCD
5V(Vin)	<------>	VCC
D1	<------>	SCL
D2	<------>	SDA
GND	<------>	GND



รูปที่ 3.14 การเชื่อมต่อ NodeMCU V3กับหน้าจอแสดงผลแบบ LCD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการดำเนินโครงงาน

4.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างเครื่องฟักไข่และอุปกรณ์ควบคุมทั้งหมด

4.1.1 ส่วนเครื่องฟักไข่

1. พัดลมระบายอากาศ	1	ตัว
2. ถาดกลับไข่	1	ถาด
3. มอเตอร์	1	ตัว
4. ถาดใส่น ้า	1	ถาด
5. โครงตู้ฟักไข่ ท้าจาก PVC	1	ชิ น
6. จอ LCD	1	จอ
7. IP Camera	1	ตัว

4.1.2 ส่วนอุปกรณ์ควบคุม

1. NodeMCU V3	1	ตัว
2. รีเลย์ 5V 4 channel	1	ตัว
3. เซนเซอร์ DHT22	1	ตัว
4. ฮีตเตอร์แผ่น	1	ชิ น
5. โดนัทท้าความชื น	1	ตัว
6. บอร์ดทดลอง	1	บอร์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.1 ภาพด้านหน้าของเครื่องฟักไข่ที่ติดตั งเสร็จ

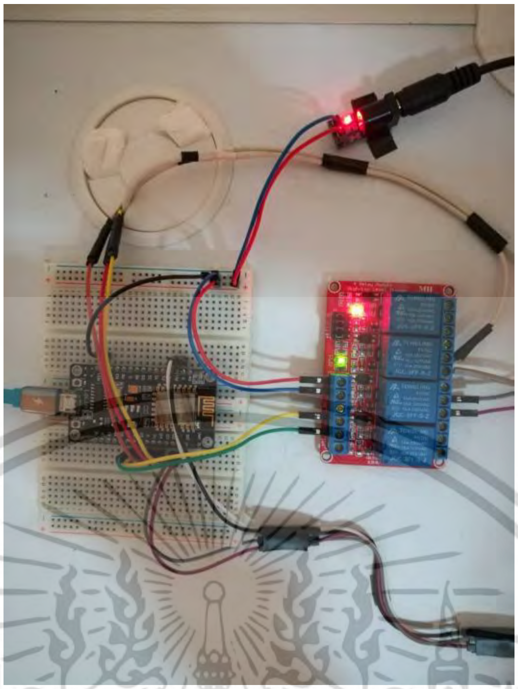
รูปที่ 4.2 ภาพด้านข้างของเครื่องฟักไข่ที่ติดตั งเสร็จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.3 ภาพด้านข้างของเครื่องฟักไข่ที่ติดตั งสร็จ

รูปที่ 4.4 ภาพด้านหลังของเครื่องฟักไข่ที่ติดตั งสร็จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 ภาพด้านบนของเครื่องฟักไข่ที่ติดตั งเสร็จ

รูปที่ 4.6 ภาพด้านในของเครื่องฟักไข่ที่ติดตั งเสร็จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ทดลองการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในตู้ฟักไข่

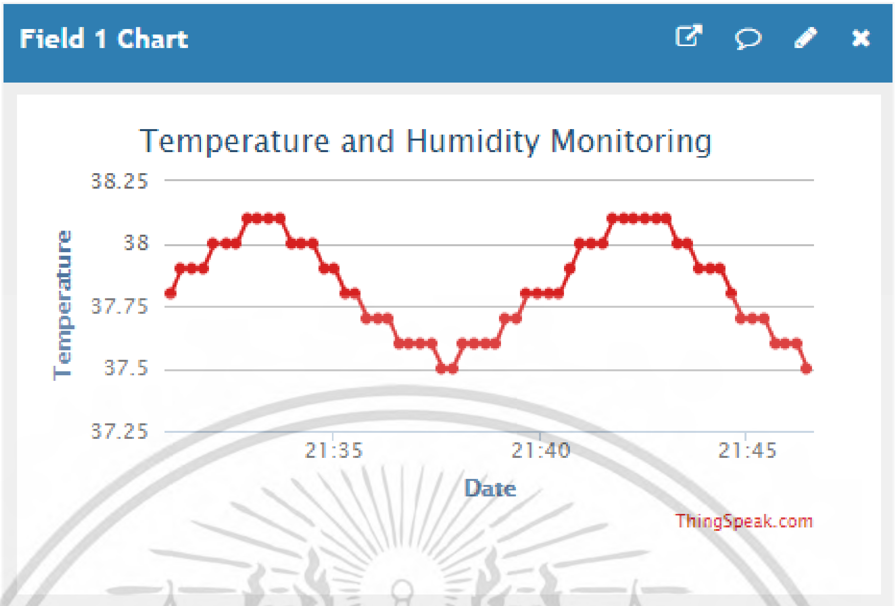
เป็นการใช้รีเลย์ในการสั่งงานเปิด/ปิดอุปกรณ์ฮีตเตอร์และโดนัทท้าความชี นเพื่อให้ได้ช่วงของอุณหภูมิและความชี นตามที่ต้องการ โดยที่จะเปิดการท้างานของฮีตเตอร์เมื่ออุณหภูมิน้อยกว่า 37.8 องศาเซลเซียสและปิดการท้างานเมื่ออุณหภูมิมากกว่า 37.8 องศาเซลเซียส และจะเปิดการท้างานของโดนัทท้าความชี นเมื่อความชี นน้อยกว่า 55.5 % และปิดการท้างานเมื่อความชี นมากกว่า 60 % โดยการท้างานของโดนัทท้าความชี นแสดงดังรูปที่ 4.7

รูปที่ 4.7 การท้างานของโดนัทท้าความชี นเมื่อมีความชี นต่ำกว่า 55.5 %

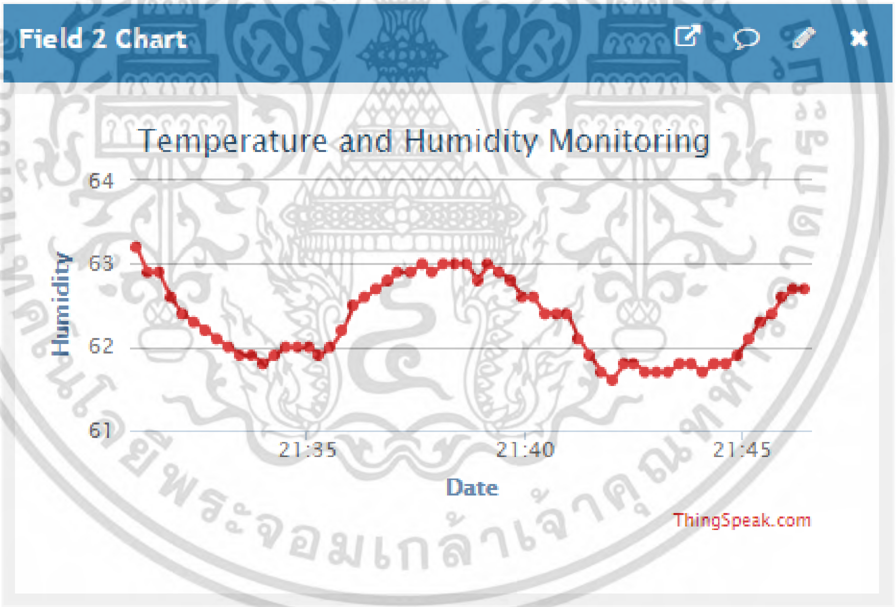
4.3 ทดลองส่งค่าที่วัดได้จากเซนเซอร์ไปแสดงผลยังเว็บไซต์

ในส่วนนี จะใช้ Arduino IDE ในการเขียนโปรแกรมเพื่อรับค่าจากเซนเซอร์แล้วส่งผ่าน Wi-Fi ไปยังเว็บไซต์ซึ่งจะใช้เว็บไซต์ ThingSpeak เป็นเว็บไซต์ส้าหรับแสดงผลซึ่งจะแสดงออกมาในรูปแบบของกราฟ โดยค่าจะถูกส่งมาบนเว็บไซต์ทุกๆ 15 วินาที โดยกราฟแสดงผลอุณหภูมิ แสดงดังรูปที่ 4.8 และกราฟแสดงผลความชี นแสดงดังรูปที่ 4.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 ค่าของอุณหภูมิที่ถูกส่งมาแสดงผลบนเว็บไซต์

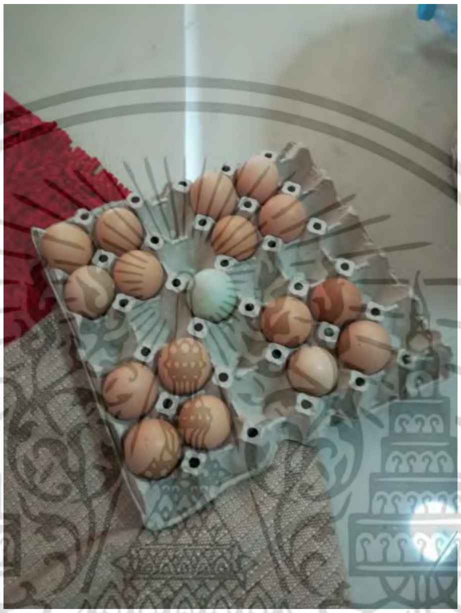


รูปที่ 4.9 ค่าของความชื้น ที่ถูกส่งมาแสดงผลบนเว็บไซต์

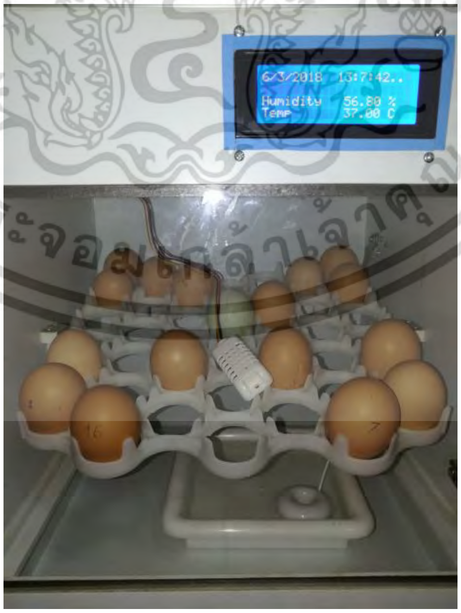
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ทดลองฟักไข่ไก่ในตู้ฟักไข่

ในส่วนนี้ จะนำไข่ไก่มีเชื้ออายุไม่เกิน 7 วันจำนวน 15 ฟองนำเข้าไปฟักในตู้ฟักไข่เป็นเวลา 21 วัน โดยจะเปิดเครื่องเพื่อทำการวอร์มตู้ฟักไข่ไว้ก่อนเป็นระยะเวลา 30 นาที เพื่อให้อุณหภูมิและความชื้นในตู้ฟักไข่นิ่งและได้ตามที่กำหนดไว้ มีการกลับไข่อัตโนมัติทุกๆ 1 ชั่วโมง เพื่อไม่ให้ตัวอ่อนของไก่นั้นติดกับเปลือกไข่



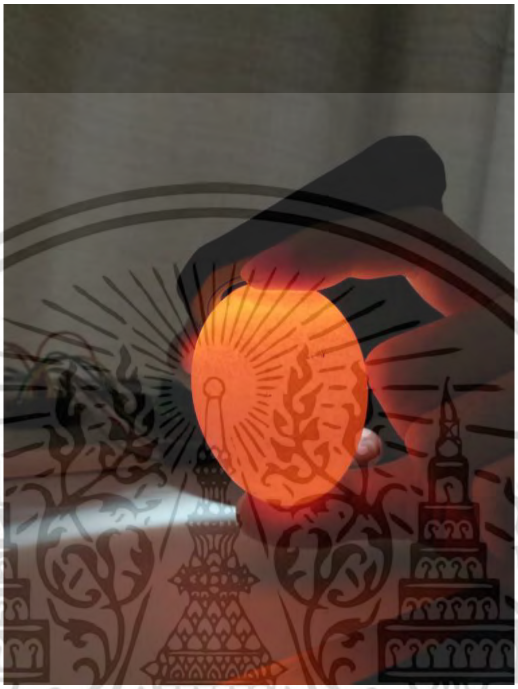
รูปที่ 4.10 ไข่ไก่มีเชื้ออที่จะนำมาฟักในตู้ฟักไข่



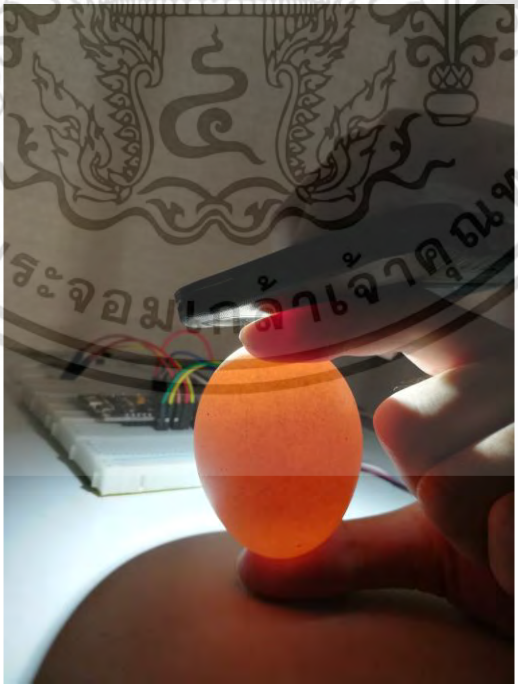
รูปที่ 4.11 ใส่ไข่ไก่ในตู้ฟักไข่หลังวอร์มเครื่องแล้ว 30 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากฟักไข่ไก่ไปแล้วระยะหนึ่งจะทำการนำไข่ไก่ออกมาส่องไฟดู เพื่อสังเกตตัวอ่อนในไข่ว่ายังแข็งแรงและสมบูรณ์ดี โดยวันที่นำไข่ไก่ออกมาส่องดูจะมีวันของการฟักที่ 1, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 13, 15 และ 18

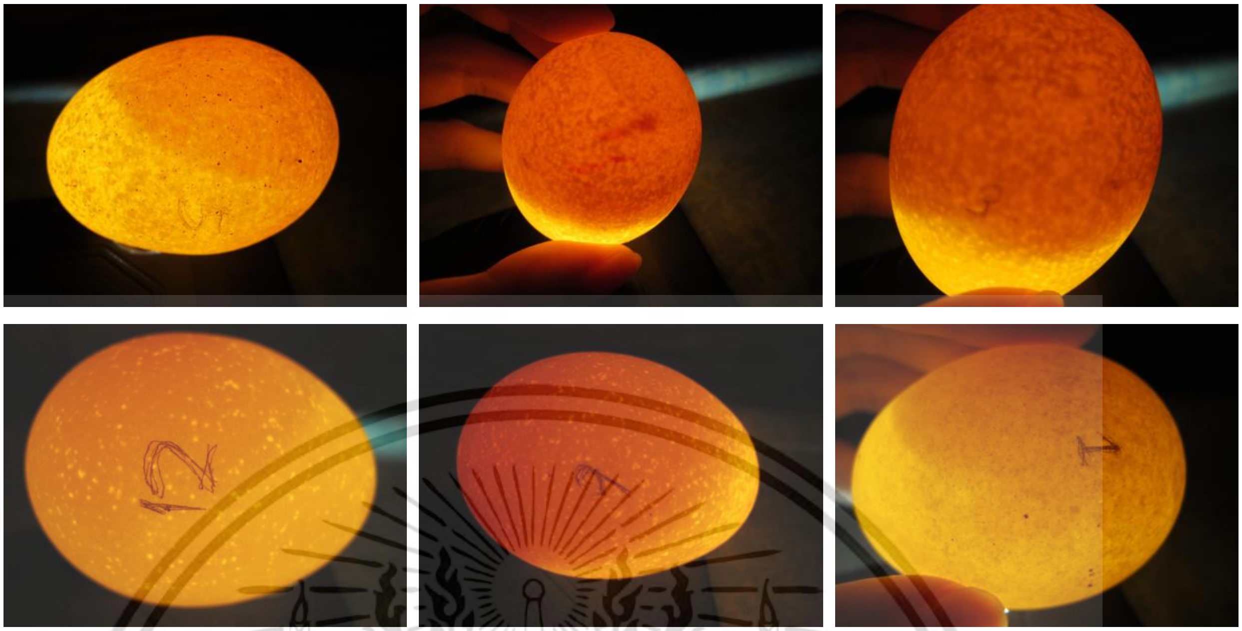


รูปที่ 4.12 ไข่ไก่เมื่อทำการฟักไปแล้ว 1 วัน



รูปที่ 4.13 ไข่ไก่เมื่อทำการฟักไปแล้ว 3 วัน

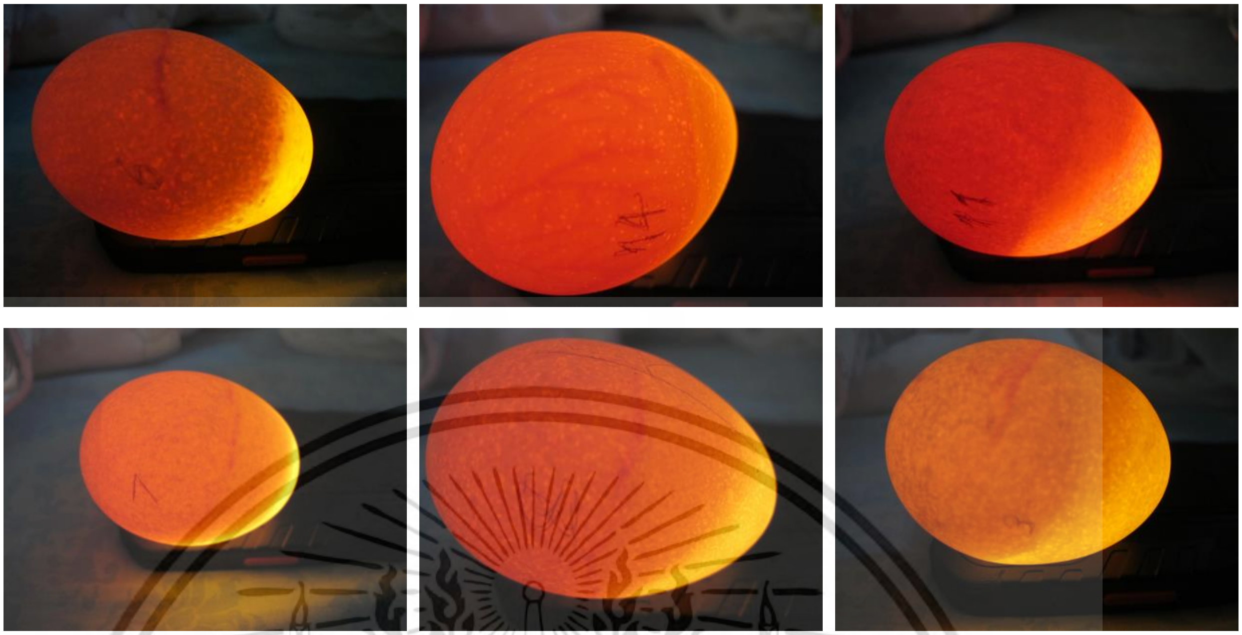
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



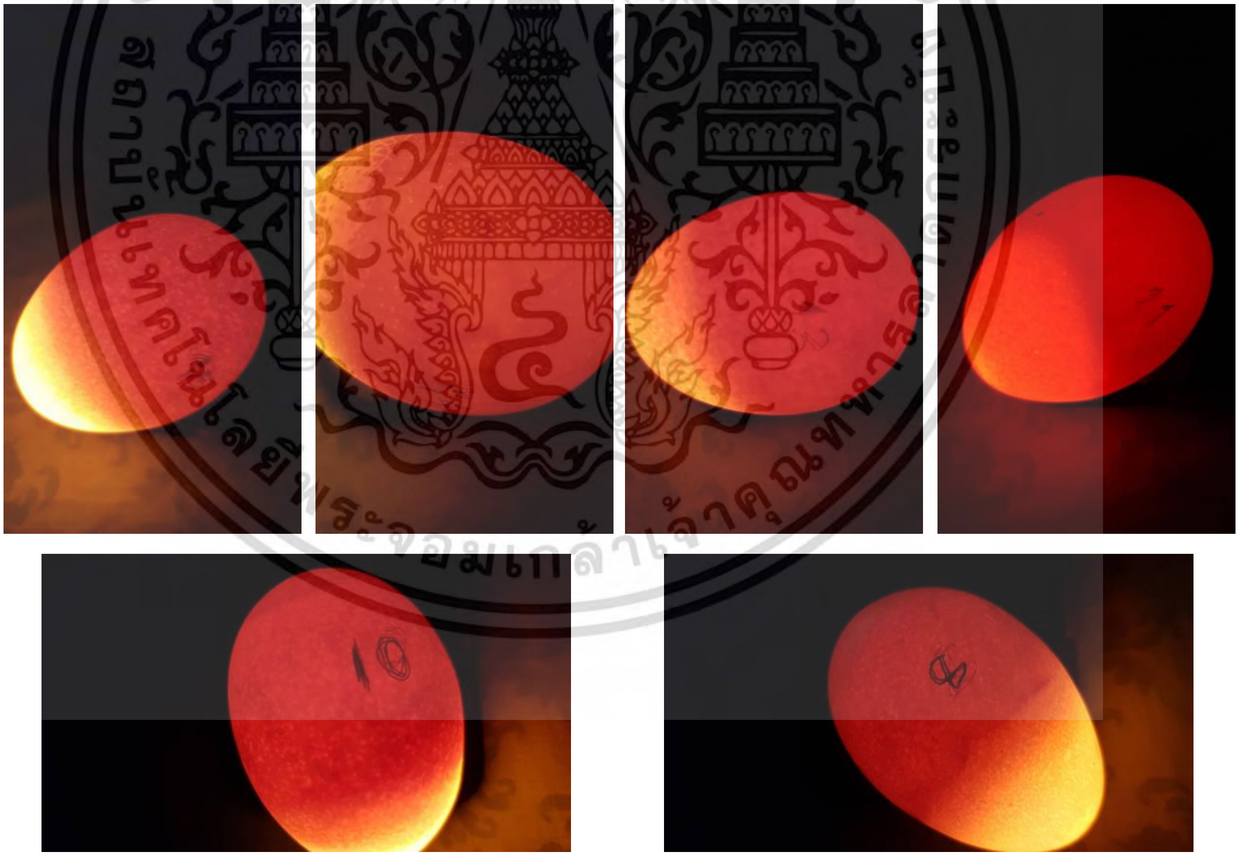
รูปที่ 4.14 ไข่ไก่เมื่อทำการฟักไปแล้ว 5 วัน

รูปที่ 4.15 ไข่ไก่เมื่อทำการฟักไปแล้ว 6 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

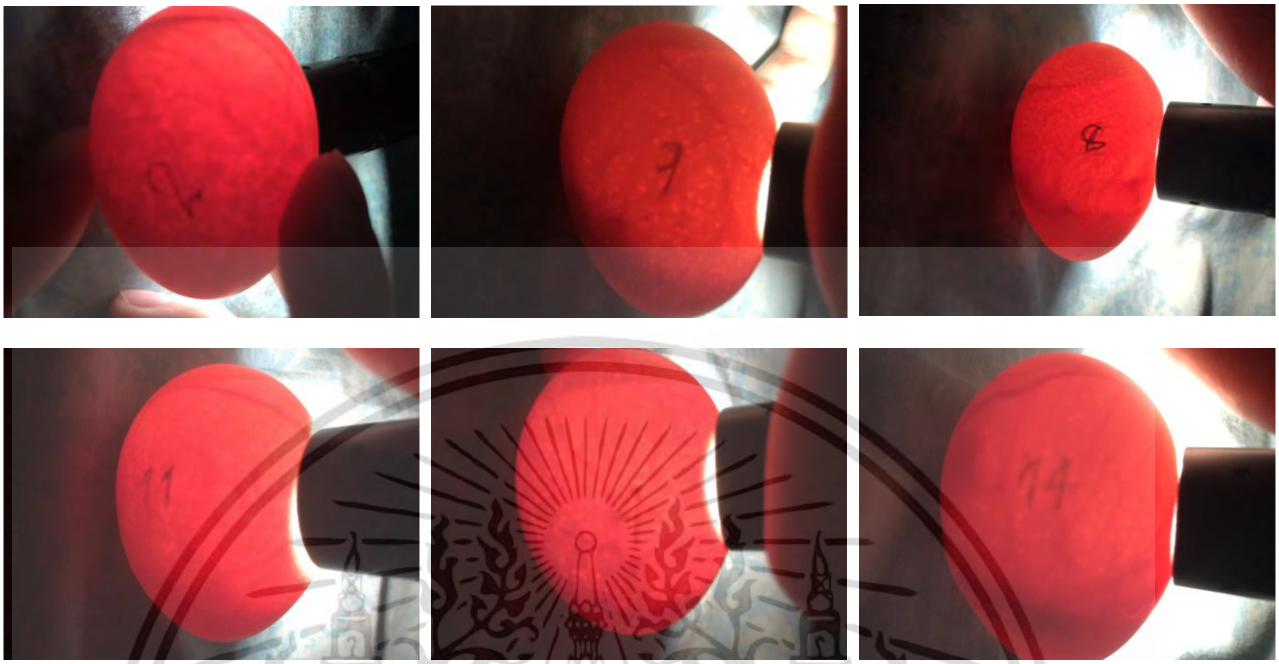


รูปที่ 4.16 ไข่ไก่เมื่อทำการฟักไปแล้ว 7 วัน

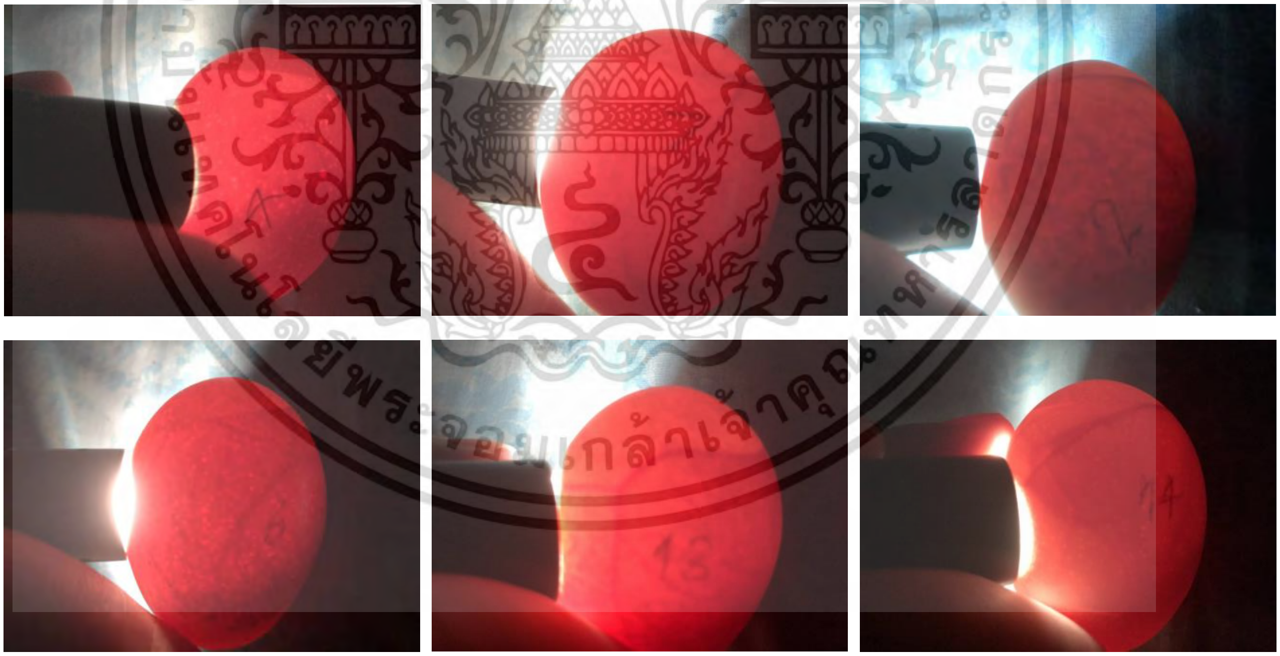


รูปที่ 4.17 ไข่ไก่เมื่อทำการฟักไปแล้ว 8 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

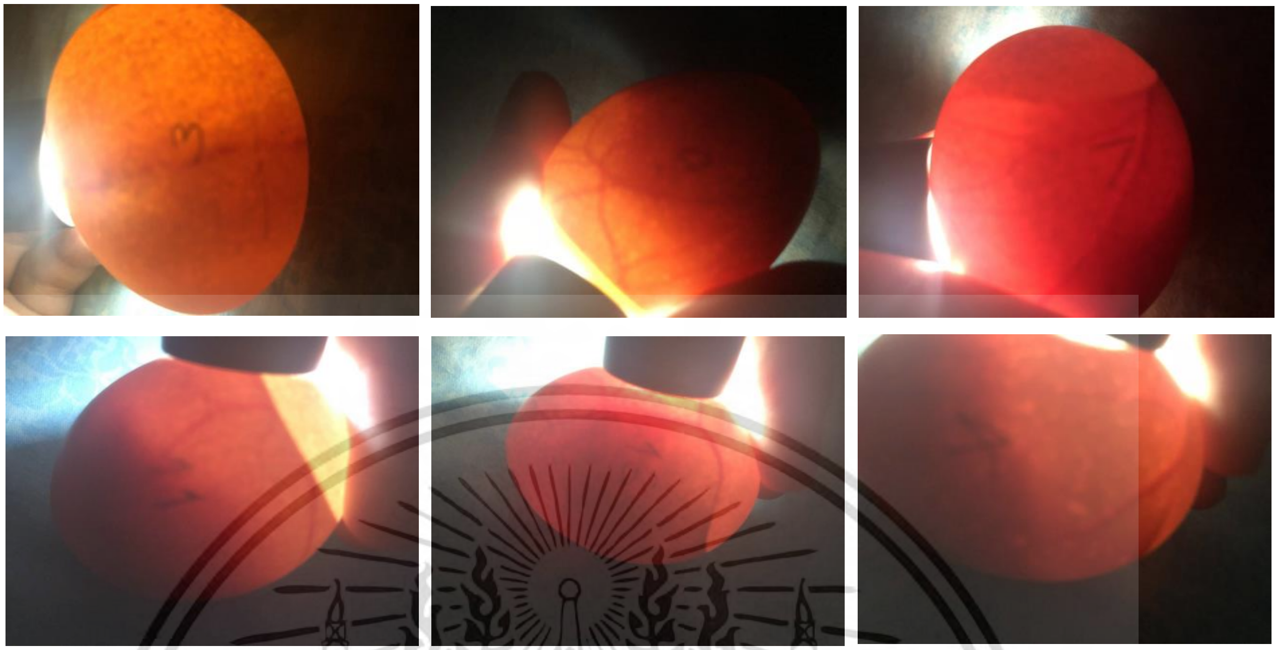


รูปที่ 4.18 ไข่ไก่เมื่อทำการฟักไปแล้ว 10 วัน

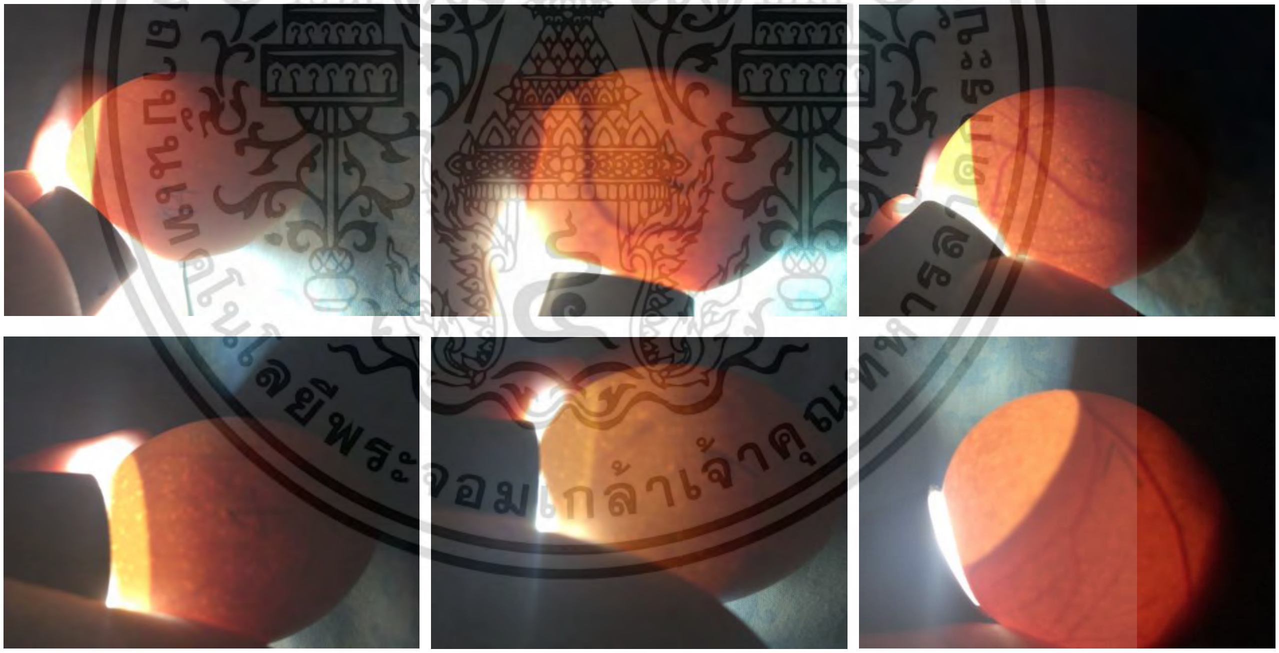


รูปที่ 4.19 ไข่ไก่เมื่อทำการฟักไปแล้ว 11 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

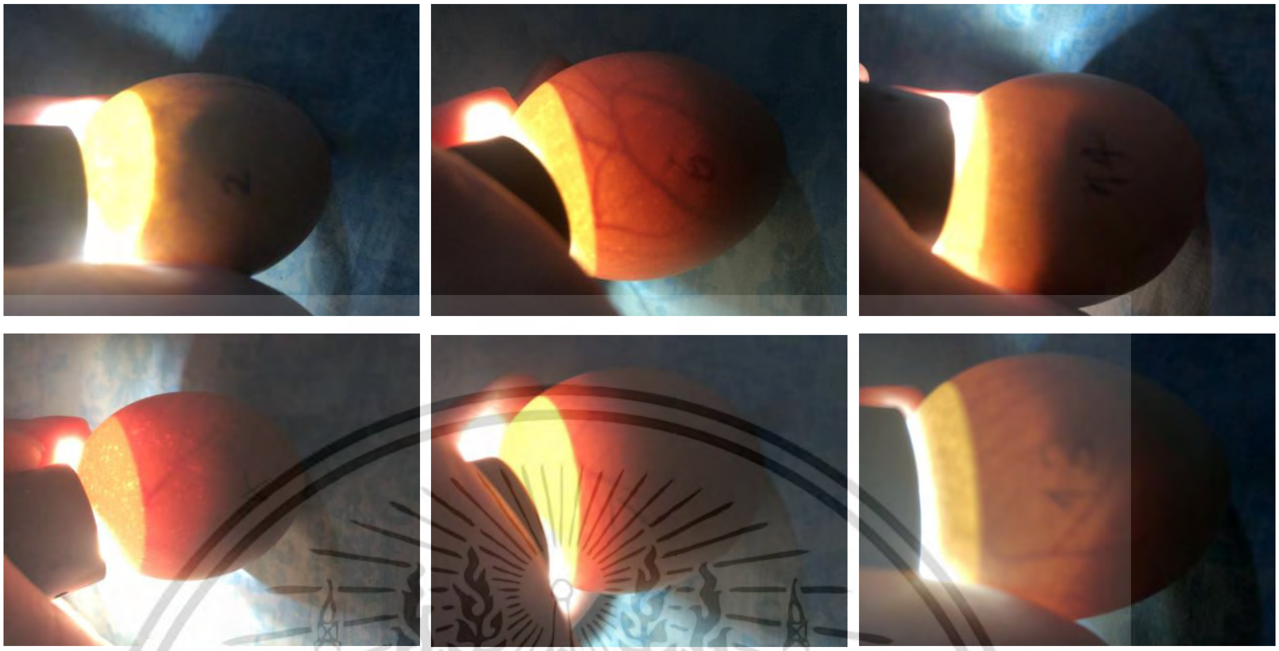


รูปที่ 4.20 ไข่ไก่เมื่อทำการฟักไปแล้ว 13 วัน



รูปที่ 4.21 ไข่ไก่เมื่อทำการฟักไปแล้ว 15 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.22 ไข่ไก่เมื่อทำการฟักไปแล้ว 18 วัน

เมื่อทำการฟักไข่ไก่ไปแล้ว 18 วัน จะนำไข่ไก่มาวางไว้ที่ถาดเกิดด้านล่างของตู้ฟักไข่ และจะหยุดการกลับไข่เพื่อให้ลูกไก่พร้อมสำหรับการออกมาจากเปลือกไข่ และจะทำการปรับค่าอุณหภูมิและความชื้นในตู้ฟักไข่อีกครั้งเพื่อให้เหมาะสมสำหรับการเกิดของลูกไก่ โดยอุณหภูมิจะปรับลงเหลือ 36.7 องศาเซลเซียส และความชื้นจะปรับขึ้นเป็น 60-63 % และจะนำ IP Camera มาติดตั้งไว้ที่ด้านหน้าของตู้ฟักไข่เพื่อบันทึกการเกิดของลูกไก่

รูปที่ 4.23 ไข่ไก่ที่นำมาวางในถาดเกิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.24 ลูกไก่ตัวแรกที่เกิดหลังจากฟักไป 22 วัน

รูปที่ 4.25 ลูกไก่ตัวที่สองที่เกิดหลังจากฟักไป 22 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากที่ลูกไก่เกิดมาแล้วยังคงให้ลูกไก่อยู่ในตู้ฟักไข่อีกประมาณ 2-3 วัน หลังจากนั้นจึงนำลูกไก่ไปไว้ยังที่อนุบาลลูกไก่สำหรับการเลี้ยงต่อไป โดยที่อนุบาลลูกไก่ แสดงดังรูปที่ 4.26

รูปที่ 4.26 ที่อนุบาลลูกไก่แรกเกิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการดำเนินโครงงาน

5.1 สรุปผลการทดลอง

ในโครงงานตัววิเคราะห์กระบวนการอบแห้งเชิงไซเบอร์-กายภาพ (Analyzers of CPS drying process) ผู้จัดท าได้ศึกษาการใช้งาน NodeMCU มาใช้ในการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในตู้ฟักไข่ โดยในโครงงานนี้ทางผู้จัดท าได้สร้างตู้ฟักไข่ขึ้นมาแล้วใช้ NodeMCU เป็นอุปกรณ์หลักส าหรับสั่งงานรีเลย์ เพื่อที่จะควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในตู้ฟักไข่ให้ได้ตามที่ต้องการ โดยผู้จัดท าได้ศึกษาหาข้อมูลมาว่าอุณหภูมิส าหรับการฟักไข่ไก่จะอยู่ที่ 37.5 องศาเซลเซียส และความชื้นจะอยู่ที่ 55-60 % โดยในส่วนของอุณหภูมิรีเลย์จะสั่งเปิดการท างานของเครื่องท าอุณหภูมิเมื่ออุณหภูมิในตู้ฟักไข่น้อยกว่า 37.8 องศาเซลเซียส และจะสั่งปิดการท างานเมื่ออุณหภูมิมากกว่า 37.8 องศาเซลเซียส ส่วนของความชื้นรีเลย์จะสั่งเปิดการท างานของเครื่องท าความชื้นเมื่อความชื้นในตู้ฟักไข่น้อยกว่า 55.5 % และจะสั่งปิดการท างานเมื่อความชื้นมากกว่า 60 % ซึ่งในการทดลองสามารถฟักไข่ไก่ออกมาได้ตามเวลาที่ก าหนดไว้ รีเลย์สามารถควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในตู้ฟักไข่ได้ดี และสามารถใช้งานเซนเซอร์เพื่อวัดค่าของอุณหภูมิ และความชื้นในตู้ฟักไข่ได้ นอกจากนี้เซนเซอร์ยังส่งค่าของข้อมูลที่วัดได้ขึ้นไปแสดงผลบนเว็บไซต์เพื่อแสดงผลให้ผู้ใช้งานสามารถดู และเก็บค่าไปใช้ในการวิเคราะห์ได้

5.2 ปัญหาและอุปสรรคของการดำเนินโครงงาน

5.2.1 การจ่ายกระแสไฟฟ้า

- จอ LCD ที่ด้านหน้าของเครื่องแสดงผลตัวอักษรเพี้ยนเป็นตัวอักษรที่อ่านไม่ออก และบางครั้งตัวอักษรจะหายไปเนื่องจากมีการใช้ไฟร่วมกับรีเลย์ท าให้ถูกดึงค่ากระแส และแรงดันจากรีเลย์

5.2.2 สภาพแวดล้อม

- อากาศภายนอกที่เย็นกว่าในตู้ฟักไข่ส่งผลให้ค่าของอุณหภูมิในตู้ฟักไข่ลดลง

5.2.3 อุปกรณ์

- ตัวท าความชื้นจะหยุดการท างานเมื่อไม่มีน้ าอยู่ในถาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.4 การส่งผ่านข้อมูล

- ช่วงที่อินเทอร์เน็ตไม่มีความเสถียรส่งผลให้ค่าที่วัดได้จากเซนเซอร์ไม่ถูกส่งไปแสดงผลบนเว็บไซต์

5.3 แนวทางการพัฒนาโครงงาน

5.3.1 การจ่ายกระแสไฟฟ้า

- ใช้แหล่งจ่ายไฟแยกให้กับจอ LCD ที่ด้านหน้าของตู้ฟักไข่ เพื่อให้ได้กระแสและแรงดันเต็มที่

5.3.2 สภาพแวดล้อม

- ติดตั้งเครื่องฟักไข่ในห้องปิดที่อุณหภูมิเปลี่ยนแปลงน้อย

5.3.3 อุปกรณ์

- ตรวจเช็คระดับน้ าทุก 6 ชั่วโมงเพื่อให้เครื่องท าความชื้นสามารถท างานได้ตลอด

5.3.4 การส่งผ่านข้อมูล

- ใช้ Router ที่มีความเสถียรมากขึ้นเพื่อป้องกันปัญหาข้อมูลไม่ถูกส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

ประภากร ธาราฉาย. 2560. **การผลิตสัตว์ปีก**. เชียงใหม่ : มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

ส นักบริการคอมพิวเตอร์. 2547. **การเลี้ยงดูไก่ระยะแรกและไก่เล็ก**. [Online]. Available : https://bit.ly/2kfD7Ho

Automation 360. 2560. **ThingSpeak คืออะไร.** [Online]. Available : goo.gl/GPDVpN

Ioxhop. 2559. **Character LCD.** [Online]. Available : goo.gl/258nc2

I-esan. 2558. **ESP8266 NodeMCU V3 Lua ESP8266 CH340G.** [Online]. Available : goo.gl/nWpPrx

MindPHP. 2560. **Arduino IDE อาดุยอิโน่ ไอดีอี คืออะไร.** [Online]. Available : https://goo.gl/xzeaGP

Mosfex. 2560. **DHT22.** [Online]. Available : goo.gl/rHRJVy

Myarduino. 2559. **Relay Module 5V 4 Channel.** [Online]. Available : goo.gl/TvVnfZ

Myarduino. 2559. **กล้องไอพี (IP Camera) คืออะไร.** [Online]. Available : goo.gl/9n5Gzs

Psptech. 2558. **มอเตอร์ (Motor) คืออะไร.** [Online]. Available : goo.gl/ZNhHHB

Smart IT. 2556. **Wi-Fi คืออะไร.** [Online]. Available : goo.gl/2FfLc8

Supremelines. 2557. **Heater.** [Online]. Available : goo.gl/JE8KC1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

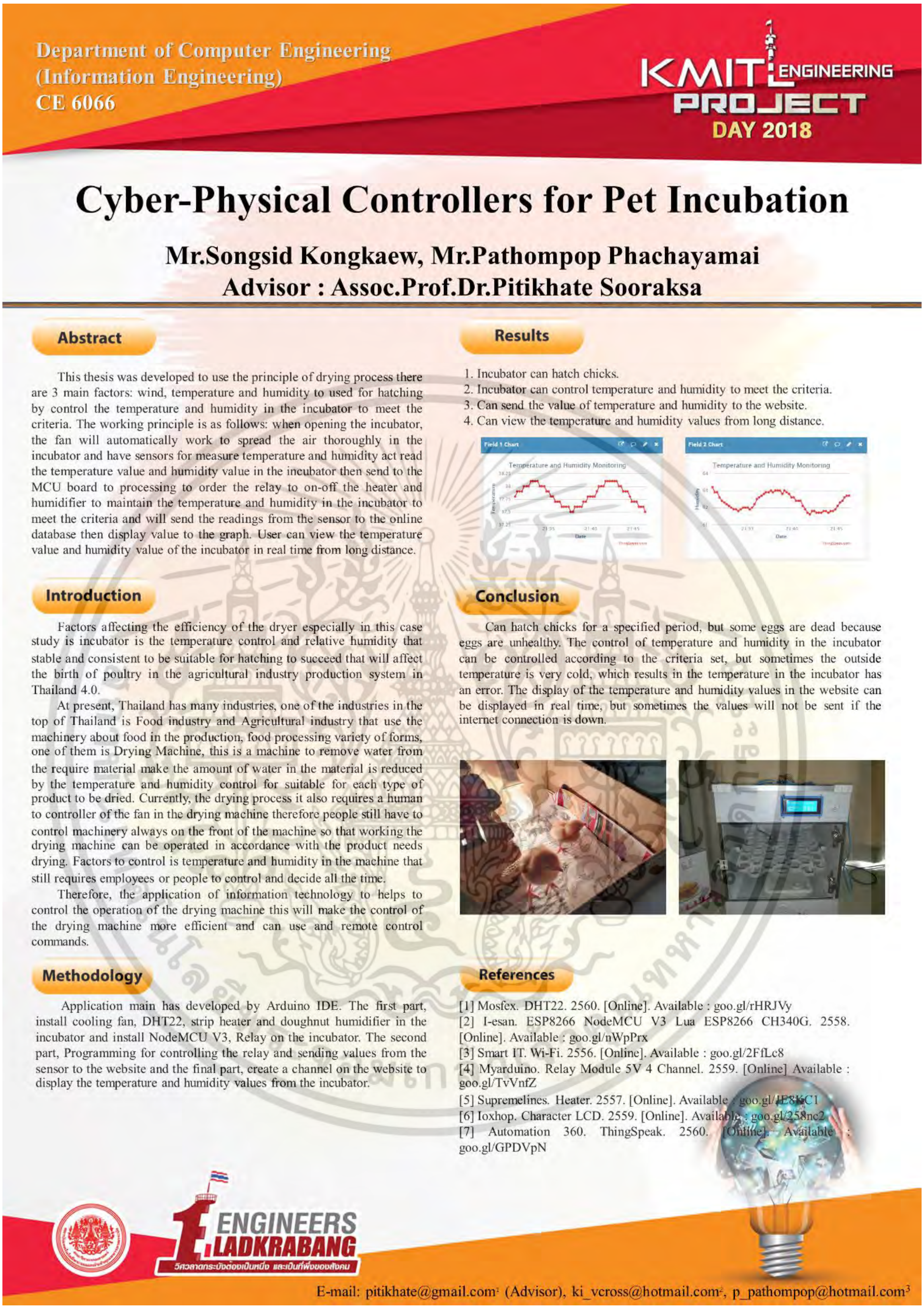
ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

โปสเตอร์และรูปผลงานของโครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.1 โปสเตอร์ของโครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ก.2 ผลงานจัดแสดงโชว์ที่งาน Project Day 2018

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตารางบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นในตู้ฟักไข่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นในตู้ฟักไข่

Day #1 : 06-03-2018

Time	Temperature (°C)	Humidity (%)
00.00	-	-
01.00	-	-
02.00	-	-
03.00	-	-
04.00	-	-
05.00	-	-
06.00	-	-
07.00	-	-
08.00	-	-
09.00	-	-
10.00	-	-
11.00	-	-
12.00	-	-
13.00	37.5	57.7
14.00	37.6	56
15.00	37.5	55.7
16.00	37.6	57.1
17.00	37.4	58.8
18.00	37.8	55.2
19.00	37.4	57.9
20.00	37.4	55.7
21.00	37.5	56.2
22.00	36.4	58.6
23.00	37.5	58.2

ตารางที่ ข.1 ค่าอุณหภูมิและความชื้นในตู้ฟักไข่ของการฟักวันที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นในตู้ฟักไข่

Day #2 : 07-03-2018

Time	Temperature (°C)	Humidity (%)
00.00	37.6	56.1
01.00	37.6	58.4
02.00	37.1	58.5
03.00	37.2	60.1
04.00	37.4	42.6
05.00	37.1	47.1
06.00	37.3	55.4
07.00	37.4	58.7
08.00	37.2	55.1
09.00	37.8	55.1
10.00	37.3	56.7
11.00	37.6	56.9
12.00	37.4	55.2
13.00	37.6	58.8
14.00	37.5	57.2
15.00	37.2	59.3
16.00	37.6	56
17.00	37.6	57.4
18.00	37.8	55.6
19.00	37.6	55.6
20.00	37.6	55
21.00	37.3	55.8
22.00	37.6	60.2
23.00	37.4	58.8

ตารางที่ ข.2 ค่าอุณหภูมิและความชื้นในตู้ฟักไข่ของการฟักวันที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นในตู้ฟักไข่

Day #3 : 08-03-2018

Time	Temperature (°C)	Humidity (%)
00.00	37.5	57.4
01.00	36.3	53.9
02.00	36.8	53.8
03.00	36.8	56.8
04.00	36.1	59.2
05.00	37.5	57.3
06.00	36.5	60.4
07.00	37.1	58.7
08.00	36.4	59.6
09.00	35.9	56.2
10.00	35.8	58.4
11.00	36.1	55.5
12.00	37.1	57.6
13.00	37.5	58.5
14.00	37.6	58.4
15.00	37.6	56.6
16.00	37.7	57.6
17.00	37.9	56.3
18.00	37.7	55.2
19.00	37.6	63.9
20.00	37.9	64.9
21.00	37.7	65.8
22.00	38.1	64
23.00	38	57.3

ตารางที่ ข.3 ค่าอุณหภูมิและความชื้นในตู้ฟักไข่ของการฟักวันที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นในตู้ฟักไข่

Day #4 : 09-03-2018

Time	Temperature (°C)	Humidity (%)
00.00	38	55.8
01.00	38.2	55.8
02.00	37.8	58.6
03.00	38	55.4
04.00	37.9	56.4
05.00	37.9	57
06.00	38	56.2
07.00	38	60.2
08.00	38.2	56.9
09.00	37.9	56.5
10.00	37.8	59.7
11.00	37.7	56
12.00	37.6	58.7
13.00	37.9	57.5
14.00	37.5	57.7
15.00	37.9	55.9
16.00	37.6	57.4
17.00	37.6	56.2
18.00	37.6	58.4
19.00	37.9	55.6
20.00	37.9	57.6
21.00	37.7	56.9
22.00	37.8	55.6
23.00	37.8	56.6

ตารางที่ ข.4 ค่าอุณหภูมิและความชื้นในตู้ฟักไข่ของการฟักวันที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นในตู้ฟักไข่

Day #5 : 10-03-2018

Time	Temperature (°C)	Humidity (%)
00.00	37.6	59.8
01.00	37.9	56.9
02.00	37.6	58.1
03.00	37.7	56.9
04.00	37.5	57.2
05.00	37.8	55.7
06.00	37.6	58.2
07.00	38	57
08.00	37.6	59.1
09.00	37.7	56.2
10.00	37.9	59.9
11.00	37.8	56.1
12.00	37.7	57.5
13.00	38	56.6
14.00	37.7	55.7
15.00	37.8	57.7
16.00	37.7	57.4
17.00	37.7	59.3
18.00	37.9	55.6
19.00	38.1	60.1
20.00	37.8	59.8
21.00	37.9	60.2
22.00	37.9	56.9
23.00	37.6	58.2

ตารางที่ ข.5 ค่าอุณหภูมิและความชื้นในตู้ฟักไข่ของการฟักวันที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นในตู้ฟักไข่

Day #6 : 11-03-2018

Time	Temperature (°C)	Humidity (%)
00.00	37.8	60.4
01.00	37.7	56.5
02.00	37.9	57.4
03.00	37.9	57.9
04.00	38	57.9
05.00	37.9	58.2
06.00	37.9	56.4
07.00	37.8	57.1
08.00	37.8	58.8
09.00	37.9	55.5
10.00	38	57.3
11.00	37.8	55.6
12.00	37.7	56.2
13.00	38	58.6
14.00	37.9	57.7
15.00	37.6	59.5
16.00	37.8	58.1
17.00	38	62.9
18.00	37.7	64
19.00	38	65.1
20.00	37.7	64.3
21.00	37.6	66.4
22.00	38.1	62.1
23.00	37.7	63.6

ตารางที่ ข.6 ค่าอุณหภูมิและความชื้นในตู้ฟักไข่ของการฟักวันที่ 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นในตู้ฟักไข่

Day #7 : 12-03-2018

Time	Temperature (°C)	Humidity (%)
00.00	37.9	62.1
01.00	37.6	61.5
02.00	37.8	62.8
03.00	37.5	63.7
04.00	37.8	64.9
05.00	37.9	63.9
06.00	37.5	65.3
07.00	37.6	65.4
08.00	37.5	63.9
09.00	38	63.9
10.00	37.6	62.6
11.00	37.7	62.6
12.00	37.6	64.2
13.00	37	62.6
14.00	37.5	63.2
15.00	37.6	67
16.00	37.7	65.1
17.00	37.6	67.5
18.00	37.9	64.1
19.00	37.8	63.8
20.00	38	66.1
21.00	37.8	65.3
22.00	38	66.9
23.00	37.8	66.4

ตารางที่ ข.7 ค่าอุณหภูมิและความชื้นในตู้ฟักไข่ของการฟักวันที่ 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นในตู้ฟักไข่

Day #8 : 13-03-2018

Time	Temperature (°C)	Humidity (%)
00.00	37.6	65.7
01.00	38	65.5
02.00	38	63.2
03.00	37.9	65.5
04.00	37.7	64.8
05.00	37.8	62.9
06.00	38	65
07.00	37.6	64
08.00	37.7	61
09.00	38	62.9
10.00	37.8	61
11.00	37.9	63.1
12.00	37.7	62.4
13.00	37.7	61.3
14.00	38	63.3
15.00	37.8	62.5
16.00	37.6	64.1
17.00	37.7	63.3
18.00	37.5	61.5
19.00	38	62.7
20.00	37.9	65.3
21.00	37.7	67.3
22.00	37.6	70.2
23.00	37.8	57

ตารางที่ ข.8 ค่าอุณหภูมิและความชื้นในตู้ฟักไข่ของการฟักวันที่ 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นในตู้ฟักไข่

Day #9 : 14-03-2018

Time	Temperature (°C)	Humidity (%)
00.00	38	59.4
01.00	38.1	60.2
02.00	38.1	58.3
03.00	37.8	59.2
04.00	38	60.4
05.00	37.6	58.5
06.00	37.9	57.1
07.00	38.1	59.8
08.00	37.7	60.3
09.00	38	61.2
10.00	37.6	58.2
11.00	37.9	59.7
12.00	37.8	60.1
13.00	38.1	62.5
14.00	38	65.4
15.00	37.8	65.8
16.00	37.6	67.1
17.00	38.1	65.8
18.00	37.8	65.9
19.00	38.1	67.3
20.00	38	67.5
21.00	38	68.9
22.00	7.9	68.6
23.00	38	69

ตารางที่ ข.9 ค่าอุณหภูมิและความชื้นในตู้ฟักไข่ของการฟักวันที่ 9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นในตู้ฟักไข่

Day #10 : 15-03-2018

Time	Temperature (°C)	Humidity (%)
00.00	37.8	70.4
01.00	37.8	69.6
02.00	37.9	67.2
03.00	37.6	68.6
04.00	37.7	67.2
05.00	37.7	69
06.00	38	67.5
07.00	37.5	70.6
08.00	37.6	70.2
09.00	38.1	67.9
10.00	37.6	67.6
11.00	37.8	68.2
12.00	37.7	65.5
13.00	37.6	67
14.00	37.6	65.1
15.00	37.9	66
16.00	37.9	68
17.00	37.9	68
18.00	37.7	68.7
19.00	37.9	69.4
20.00	37.6	68.2
21.00	37.7	70.3
22.00	37.6	68.3
23.00	37.8	62.4

ตารางที่ ข.10 ค่าอุณหภูมิและความชื้นในตู้ฟักไข่ของการฟักวันที่ 10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นในตู้ฟักไข่

Day #11 : 16-03-2018

Time	Temperature (°C)	Humidity (%)
00.00	37.7	56.6
01.00	37.5	55.9
02.00	37.7	56.4
03.00	38.1	56.2
04.00	38.1	56.8
05.00	37.8	57.5
06.00	38	57.6
07.00	37.8	57.8
08.00	37.9	59.5
09.00	37.9	56.6
10.00	37.7	56.3
11.00	38.1	58.8
12.00	38.1	62.5
13.00	38.1	60.9
14.00	37.7	64.3
15.00	38.2	63.1
16.00	37.9	64.6
17.00	38	64.6
18.00	37.6	65.8
19.00	37.8	63.5
20.00	38.1	64
21.00	37.7	62.8
22.00	37.6	63.5
23.00	37.9	64.4

ตารางที่ ข.11 ค่าอุณหภูมิและความชื้นในตู้ฟักไข่ของการฟักวันที่ 11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นในตู้ฟักไข่

Day #12 : 17-03-2018

Time	Temperature (°C)	Humidity (%)
00.00	38	65
01.00	37.8	63.7
02.00	38	62.7
03.00	38.1	61.6
04.00	38.1	58.3
05.00	37.6	56.1
06.00	37.9	56.8
07.00	38.2	55.9
08.00	37.8	60.3
09.00	37.9	59.5
10.00	38.2	61.1
11.00	38	60.6
12.00	37.7	60.7
13.00	38	57.6
14.00	37.8	59.5
15.00	37.8	57.7
16.00	38.1	59.4
17.00	37.8	58.9
18.00	37.9	61.5
19.00	8.2	60.9
20.00	38.1	61.9
21.00	38.2	61.2
22.00	37.7	63.2
23.00	37.9	61.2

ตารางที่ ข.12 ค่าอุณหภูมิและความชื้นในตู้ฟักไข่ของการฟักวันที่ 12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นในตู้ฟักไข่

Day #13 : 18-03-2018

Time	Temperature (°C)	Humidity (%)
00.00	38.2	62.6
01.00	37.6	61.2
02.00	37.9	62.4
03.00	38.1	60.4
04.00	37.6	59.6
05.00	38	58.2
06.00	37.7	61.3
07.00	38	58.8
08.00	37.9	63.2
09.00	37.6	60.9
10.00	38.1	62.4
11.00	37.9	61.7
12.00	37.9	61.3
13.00	37.9	62.4
14.00	37.7	61.5
15.00	37.8	60.1
16.00	37.7	64.4
17.00	38.1	60.9
18.00	37.7	66.1
19.00	37.6	64.2
20.00	38.1	63
21.00	37.7	60.7
22.00	38	61.5
23.00	37.8	61.9

ตารางที่ ข.13 ค่าอุณหภูมิและความชื้นในตู้ฟักไข่ของการฟักวันที่ 13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นในตู้ฟักไข่

Day #14 : 19-03-2018

Time	Temperature (°C)	Humidity (%)
00.00	37.9	63.5
01.00	37.8	61.6
02.00	37.8	63.5
03.00	38	62.3
04.00	37.6	64.3
05.00	38.1	61.8
06.00	38	61.2
07.00	37.6	62.5
08.00	37.7	62.6
09.00	37.9	62
10.00	38.2	61.2
11.00	38.2	61.9
12.00	38.2	61.6
13.00	37.6	59.7
14.00	38	56.8
15.00	37.6	57
16.00	38	57.6
17.00	37.9	57.6
18.00	37.8	59.7
19.00	37.9	59.9
20.00	37.7	61.2
21.00	38	59.4
22.00	37.6	60.5
23.00	37.9	62.1

ตารางที่ ข.14 ค่าอุณหภูมิและความชื้นในตู้ฟักไข่ของการฟักวันที่ 14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นในตู้ฟักไข่

Day #15 : 20-03-2018

Time	Temperature (°C)	Humidity (%)
00.00	37.7	61
01.00	37.8	59.8
02.00	38	60.8
03.00	37.7	61.7
04.00	37.8	61.7
05.00	38	59.8
06.00	38.2	59.3
07.00	37.5	61.5
08.00	37.9	60.2
09.00	37.5	59.7
10.00	37.9	59.1
11.00	37.5	57.4
12.00	37.8	68.5
13.00	37.7	64.3
14.00	37.8	67.3
15.00	37.7	61.2
16.00	37.6	64.3
17.00	37.8	64.7
18.00	38	67.3
19.00	37.9	65.5
20.00	37.6	57.2
21.00	37.7	57.5
22.00	37.8	57.5
23.00	37.4	56.1

ตารางที่ ข.15 ค่าอุณหภูมิและความชื้นในตู้ฟักไข่ของการฟักวันที่ 15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นในตู้ฟักไข่

Day #16 : 21-03-2018

Time	Temperature (°C)	Humidity (%)
00.00	37.8	55.4
01.00	37.8	56.7
02.00	37.7	56.3
03.00	37.6	57.3
04.00	38	56.2
05.00	37.8	58
06.00	37.6	57.2
07.00	37.9	58
08.00	37.6	57.8
09.00	38.1	64.3
10.00	38	61.8
11.00	37.8	64.2
12.00	37.9	63.7
13.00	37.8	61.5
14.00	38	64
15.00	37.6	64.1
16.00	37.7	63.6
17.00	37.7	64.8
18.00	38	55.8
19.00	38	59.5
20.00	37.7	60.7
21.00	37.8	61.1
22.00	38	63.2
23.00	37.6	58

ตารางที่ ข.16 ค่าอุณหภูมิและความชื้นในตู้ฟักไข่ของการฟักวันที่ 16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นในตู้ฟักไข่

Day #17 : 22-03-2018

Time	Temperature (°C)	Humidity (%)
00.00	37.7	59.1
01.00	36.9	56.9
02.00	37.6	56.1
03.00	37.6	59.9
04.00	38	56.2
05.00	37.7	56.2
06.00	37.8	56.6
07.00	37.6	56.6
08.00	37.9	56.3
09.00	37.5	55.4
10.00	37.9	57
11.00	37.8	55.9
12.00	37.7	57.5
13.00	37.9	58.7
14.00	37.8	60.4
15.00	37.8	56.3
16.00	37.8	57.7
17.00	37.6	56.6
18.00	37.5	58.8
19.00	37.6	59
20.00	37.5	56.9
21.00	38	58.5
22.00	38.1	58.6
23.00	38.1	63.2

ตารางที่ ข.17 ค่าอุณหภูมิและความชื้นในตู้ฟักไข่ของการฟักวันที่ 17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นในตู้ฟักไข่

Day #18 : 23-03-2018

Time	Temperature (°C)	Humidity (%)
00.00	37.3	55.5
01.00	37.6	57
02.00	37.4	58.3
03.00	37.8	56.1
04.00	37.7	55.9
05.00	37.5	56.1
06.00	37.9	55.7
07.00	37.5	56.4
08.00	37.6	58.8
09.00	37.6	55.9
10.00	37.9	59.2
11.00	37.4	58.8
12.00	38	56.2
13.00	38.1	58.2
14.00	37.6	57.4
15.00	39.2	56.7
16.00	38.1	57.3
17.00	38.2	59.2
18.00	37.7	60.6
19.00	37.6	60.7
20.00	38	58.8
21.00	38.1	60.4
22.00	37.6	62.4
23.00	38.2	63.7

ตารางที่ ข.18 ค่าอุณหภูมิและความชื้นในตู้ฟักไข่ของการฟักวันที่ 18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นในตู้ฟักไข่

Day #19 : 24-03-2018

Time	Temperature (°C)	Humidity (%)
00.00	37.7	64.6
01.00	37.4	59.4
02.00	37.2	59.6
03.00	37.7	56.4
04.00	37.7	57.8
05.00	37.3	59.4
06.00	37.5	56
07.00	36.9	52.3
08.00	37.5	59.3
09.00	37.8	59.2
10.00	37.8	59.4
11.00	37.9	58.8
12.00	38.1	60.6
13.00	37.4	63.7
14.00	36.8	64.2
15.00	37.1	61.4
16.00	37.1	60.4
17.00	36.7	60.9
18.00	36.7	62.1
19.00	37.1	63.1
20.00	37.1	60.2
21.00	37	64.1
22.00	37	60.7
23.00	37.2	60.3

ตารางที่ ข.19 ค่าอุณหภูมิและความชื้นในตู้ฟักไข่ของการฟักวันที่ 19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นในตู้ฟักไข่

Day #20 : 25-03-2018

Time	Temperature (°C)	Humidity (%)
00.00	37.2	63.9
01.00	36.8	62.2
02.00	36.2	60.6
03.00	36.7	59.9
04.00	36.7	63.4
05.00	36.8	60.4
06.00	36.5	63.6
07.00	36.6	59.8
08.00	36.8	59.8
09.00	36.6	63.5
10.00	37.1	63
11.00	36.9	61.8
12.00	37.1	60.6
13.00	36.7	60.1
14.00	37.1	61.7
15.00	37	63
16.00	36.6	60.1
17.00	37.1	63.1
18.00	36.7	61.4
19.00	36.7	61.7
20.00	36.9	60.3
21.00	37	63.3
22.00	36.8	65.2
23.00	37	63.9

ตารางที่ ข.20 ค่าอุณหภูมิและความชื้นในตู้ฟักไข่ของการฟักวันที่ 20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นในตู้ฟักไข่

Day #21 : 26-03-2018

Time	Temperature (°C)	Humidity (%)
00.00	36.5	61.4
01.00	37.2	60.1
02.00	37.2	61.5
03.00	37.2	60.6
04.00	37.1	60.6
05.00	37.1	62.4
06.00	37	61.9
07.00	36.8	62.4
08.00	37	61.4
09.00	37.1	61.1
10.00	36.8	62.2
11.00	36.8	61.1
12.00	37	60.2
13.00	37.2	62.3
14.00	37.1	60.5
15.00	37.1	63.8
16.00	36.8	60.9
17.00	36.8	61.8
18.00	36.7	61.8
19.00	37.2	64
20.00	37.2	63.3
21.00	37.1	64
22.00	36.8	63.3
23.00	37	63.6

ตารางที่ ข.21 ค่าอุณหภูมิและความชื้นในตู้ฟักไข่ของการฟักวันที่ 21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

การติดตั้ง Arduino IDE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การติดตั้ง Arduino IDE

ลงแบบติดตั้ง (Install)

1. เข้าไปดาวน์โหลดที่ https://www.arduino.cc/en/Main/Software
   คลิกที่ Windows Installer

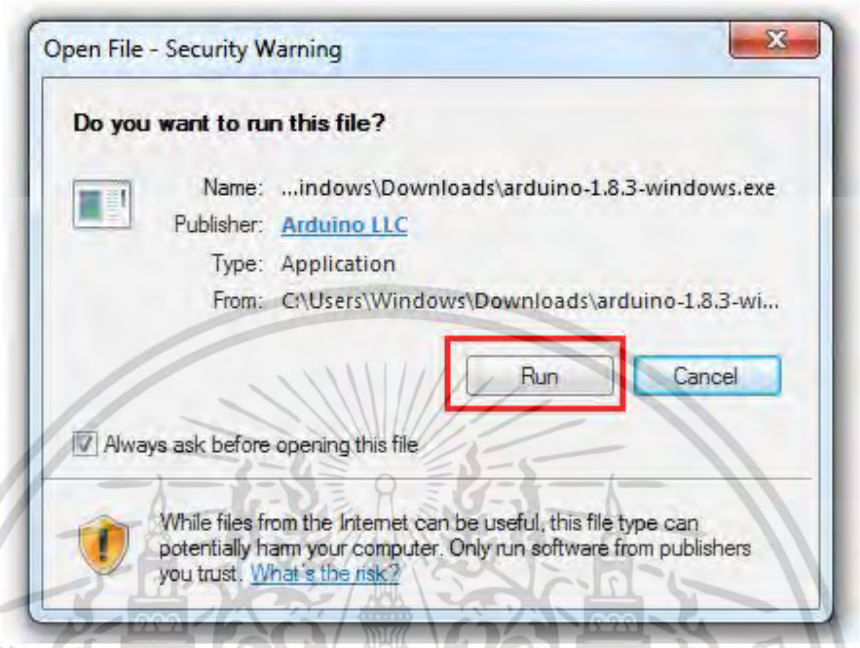
รูปที่ ค.1 หน้าส หรับเลือกดาวน์โหลดโปรแกรม

2. คลิก JUST DOWNLOAD

รูปที่ ค.2 หน้าส หรับกดดาวน์โหลด

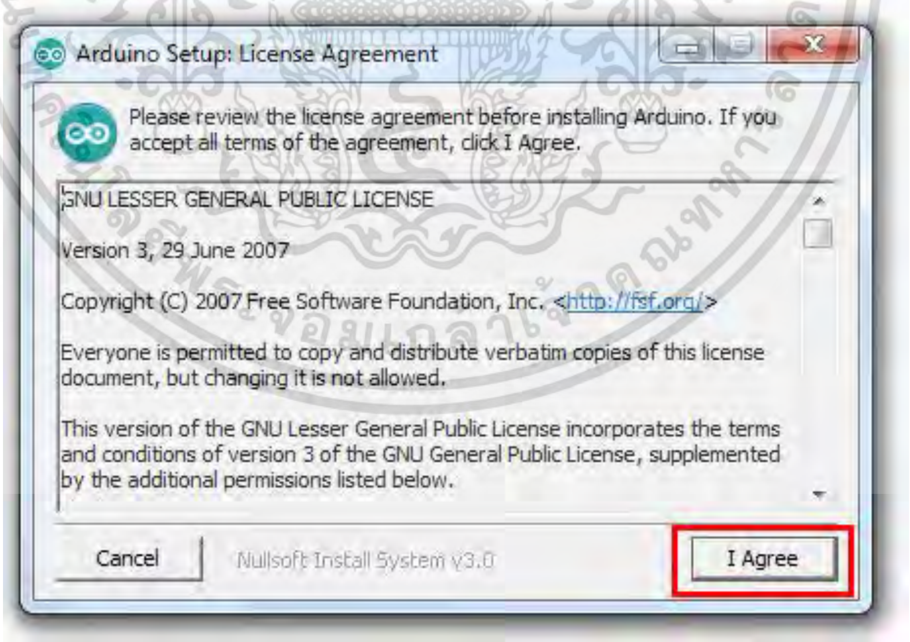
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. โปรแกรมจะดาวน์โหลดไฟล์ arduino-1.8.3-windows.exe สู่คอมพิวเตอร์ ให้ท าการติดตั้งโปรแกรม ซึ่งก็เหมือนกับการติดตั้งโปรแกรมทั่วๆไป ถ้ามีการถามการติดตั้งไดร์เวอร์ ของ Arduino ให้ คลิก Install คลิก RUN



รูปที่ ค.3 หน้าต่างส หรับกด RUN เพื่อติดตั้ง

4. คลิก I Agree



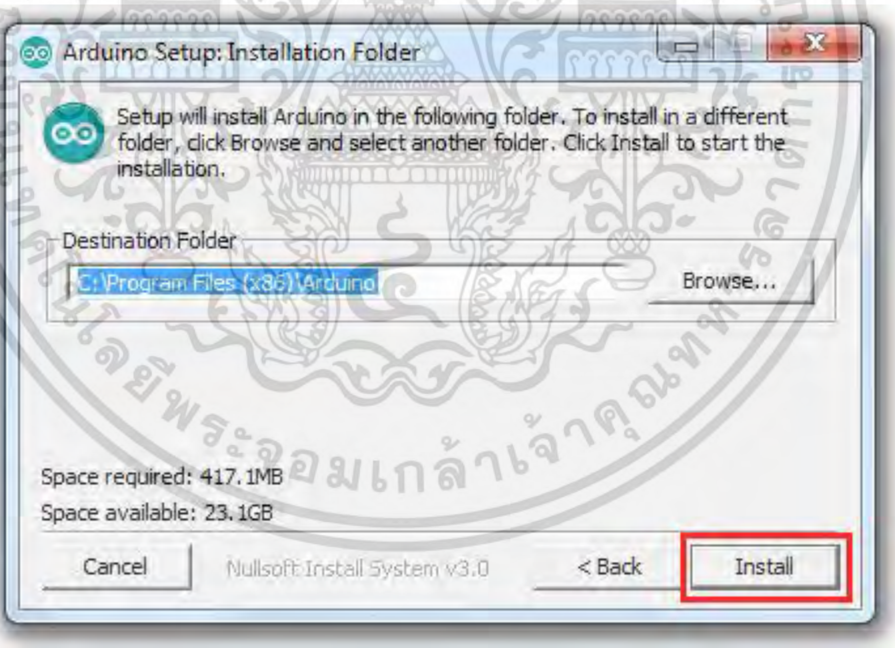
รูปที่ ค.4 หน้าต่างข้อตกลงเรื่องลิขสิทธิ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. คลิก Next

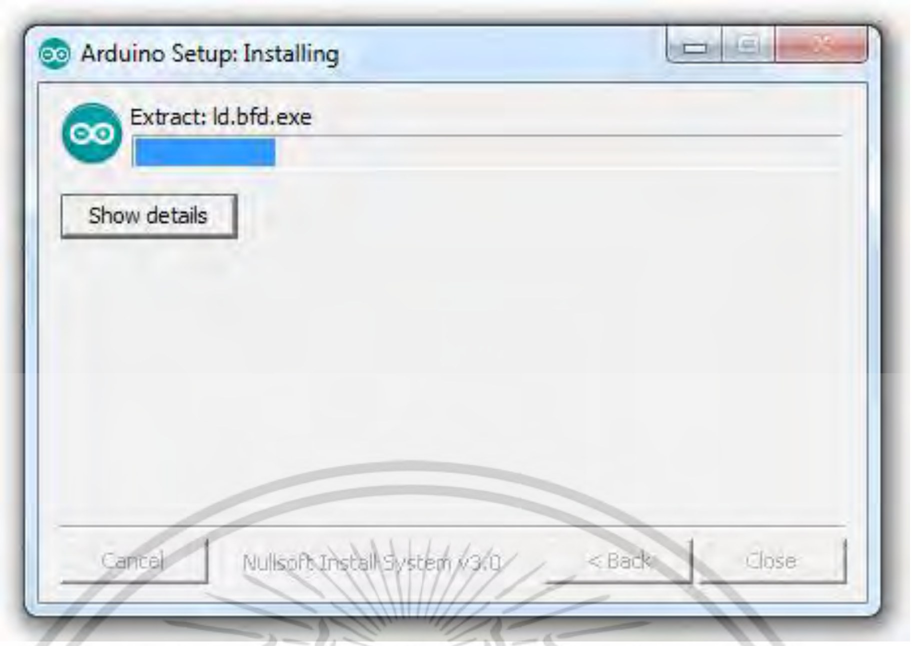
รูปที่ ค.5 เลือกโปรแกรมที่จะติดตั้ง

6. คลิก Install



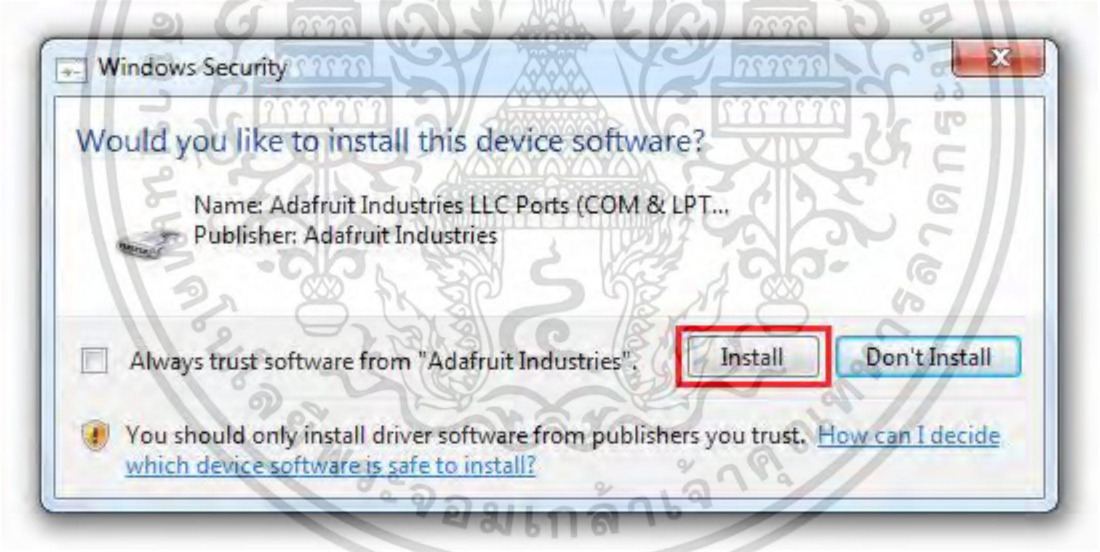
รูปที่ ค.6 เลือกตำแหน่งสำหรับติดตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค.7 ก าลังติดตั้ง

7. คลิก Install



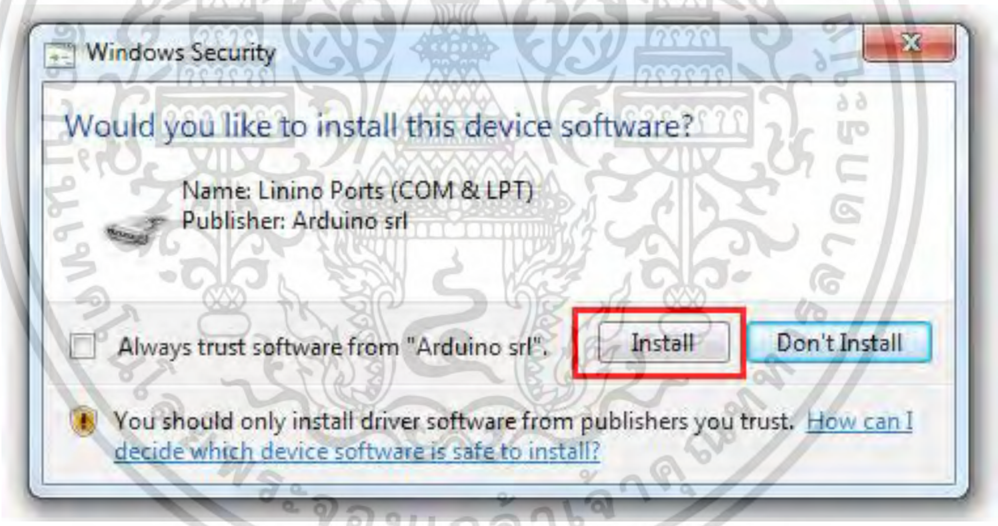
รูปที่ ค.8 ติดตั้ง Adafruit Industries LLC Ports

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. คลิก Install

รูปที่ ค.9 ติดตั้ง Arduino USB Driver

9. คลิก Install



รูปที่ ค.10 ติดตั้ง Linino Ports

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. คลิก Close

รูปที่ ค.11 ติดตั้งเสร็จสมบูรณ์

ถึงขั้นตอนนี้ คอมพิวเตอร์จะสามารถท างานติดต่อกับ Arduino ได้แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

การติดตั้ง Library ของ DHT Sensor DHT22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

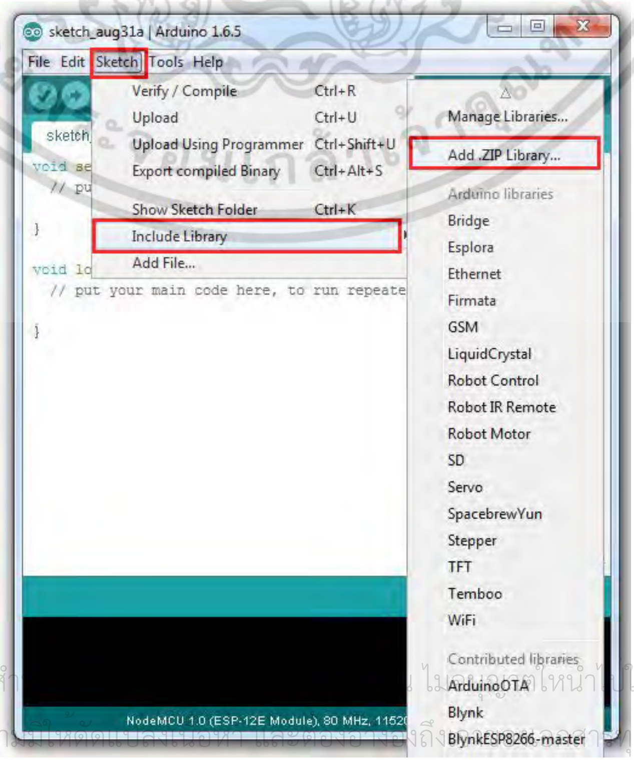
การติดตั้ง Library ของ DHT Sensor DHT22

ลิงค์ส หรับดาวน์โหลดไลบรารีของเซ็นเซอร์ DHT : https://github.com/adafruit/DHT-sensor-library

1. เปิดโปรแกรม Arduino IDE ขึ้นมา

รูปที่ ง.1 หน้าหลักของโปรแกรม

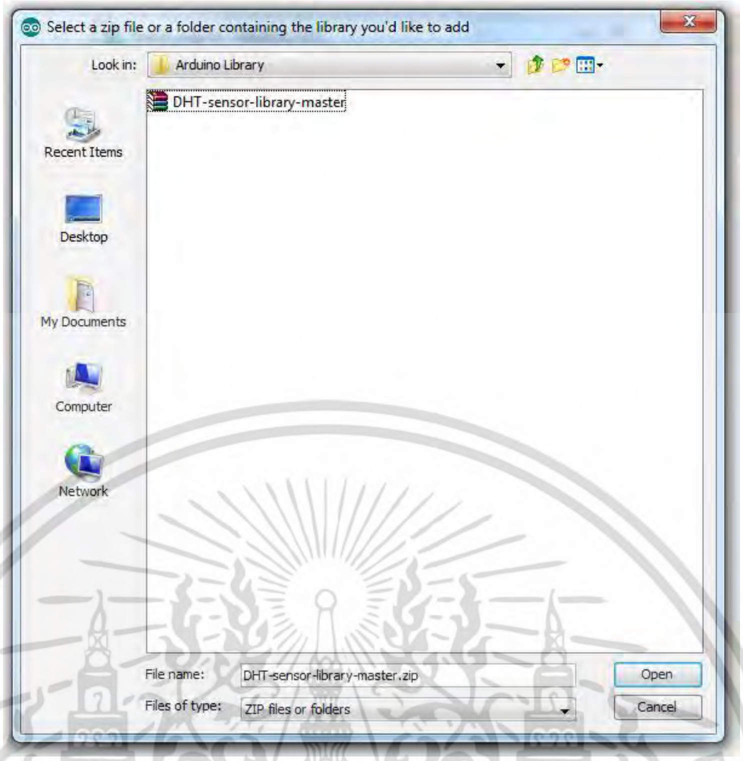
2. เข้าไปที่ Skecth -> Include Library -> Add .ZIP Library...



รูปที่ ง.2 หน้ากดเพิ่มไลบรารี

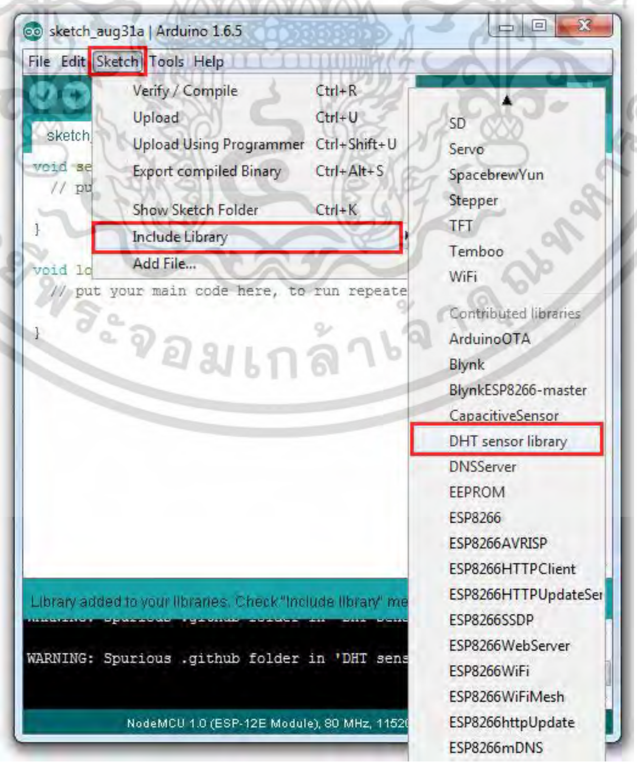
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำ... ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้าม... ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เข้าไปที่ไลบรารี DHT-sensor-library ที่ดาวน์โหลดมา



รูปที่ ง.3 เลือกไฟล์ไลบรารี

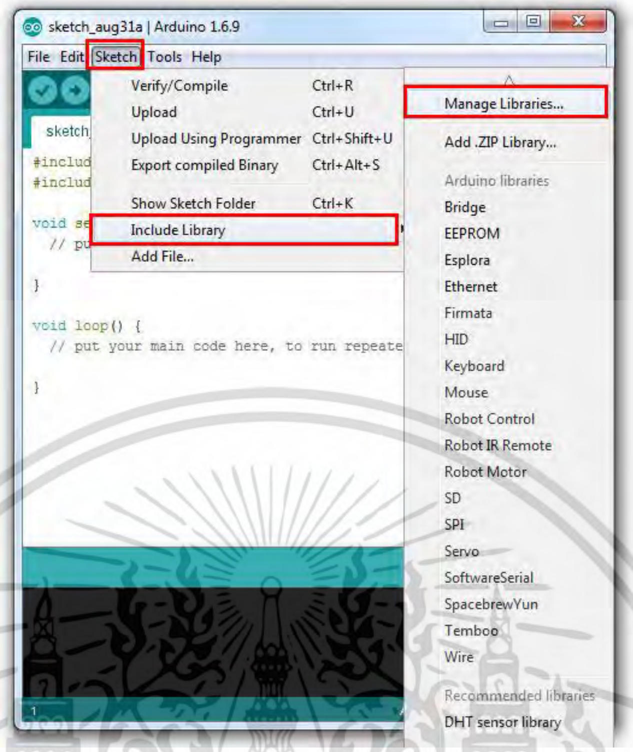
4. ตรวจสอบที่ Skecth -> Include Library จะพบไลบรารี DHT sensor library เพิ่มเข้ามาใน Arduino IDE



รูปที่ ง.4 ไลบรารีที่ถูกเพิ่มมาแล้ว

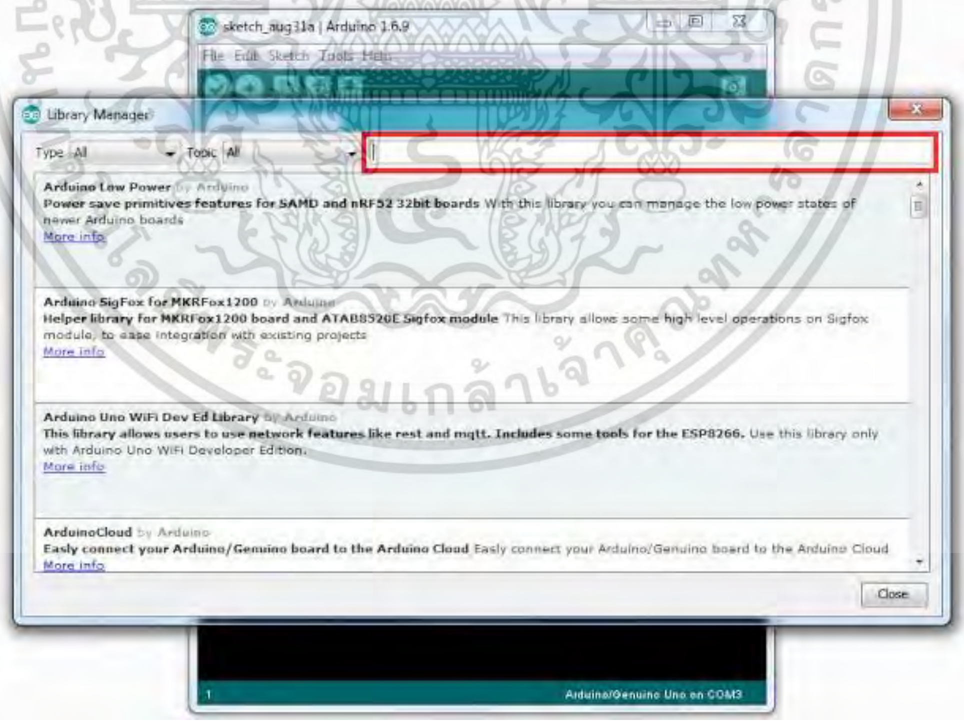
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. เข้าไปที่ Skecth -> Include Library -> Manage Libraries...



รูปที่ ง.5 จัดการไลบรารี

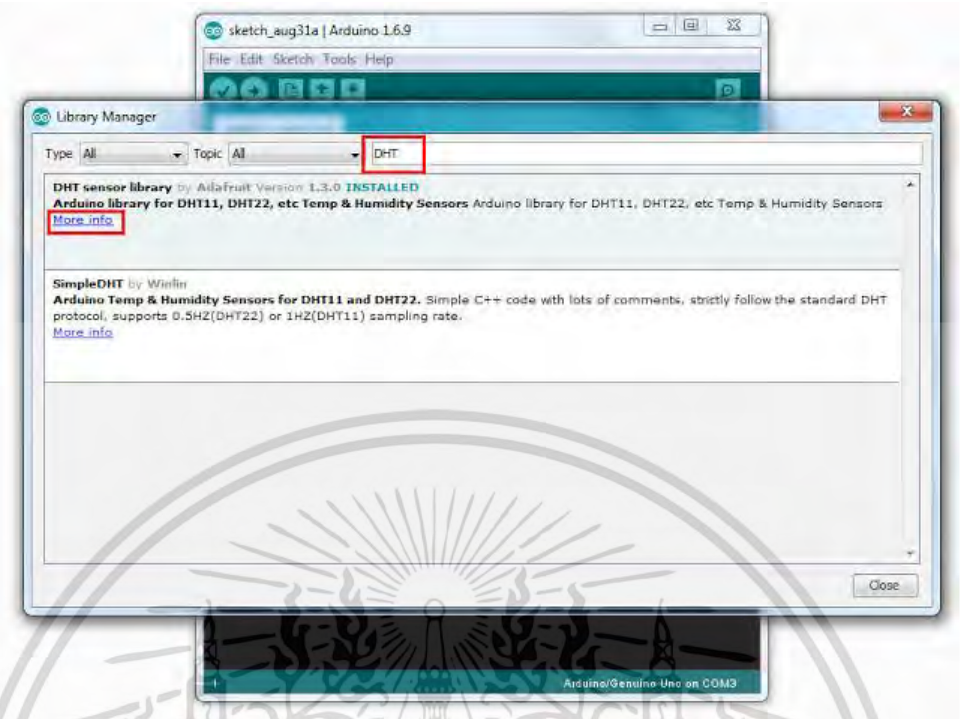
6. กดไปที่ช่องค้นหา พิมพ์ DHT -> Enter (เพื่อค้นหา DHT sensor library)



รูปที่ ง.6 ค้นหา DHT

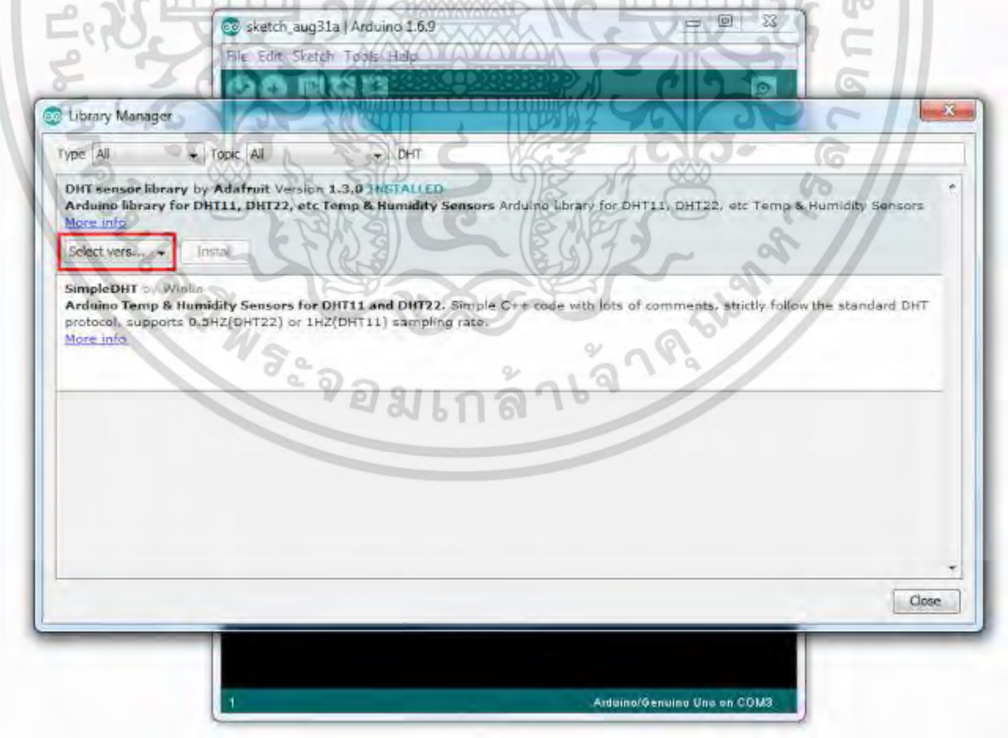
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. เมื่อพบ DHT sensor library แล้ว ให้คลิก More info



รูปที่ ง.7 กด More info

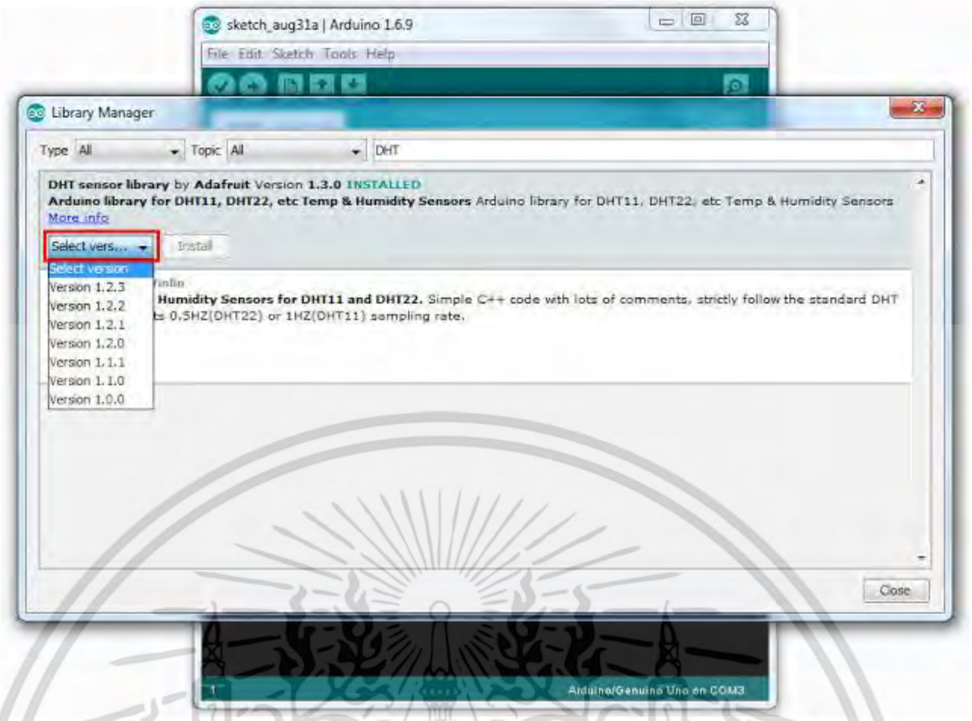
8. คลิกที่ Select Vers..



รูปที่ ง.8 กดเลือกเวอร์ชัน

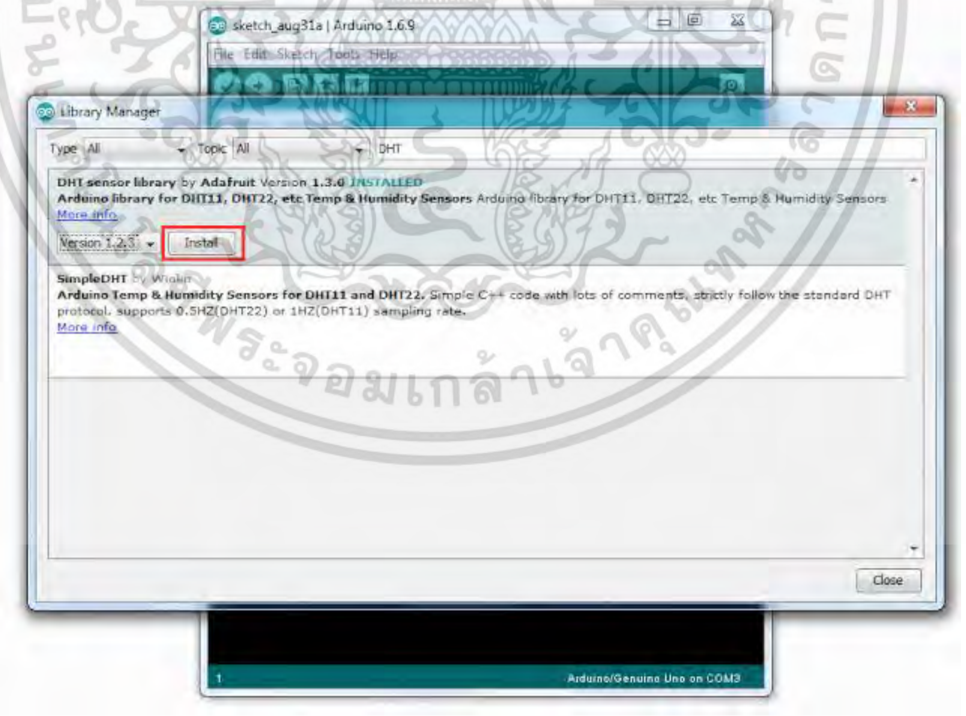
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. เลือก Version 1.2.3



รูปที่ ง.9 เลือกเวอร์ชันที่จะติดตั้ง

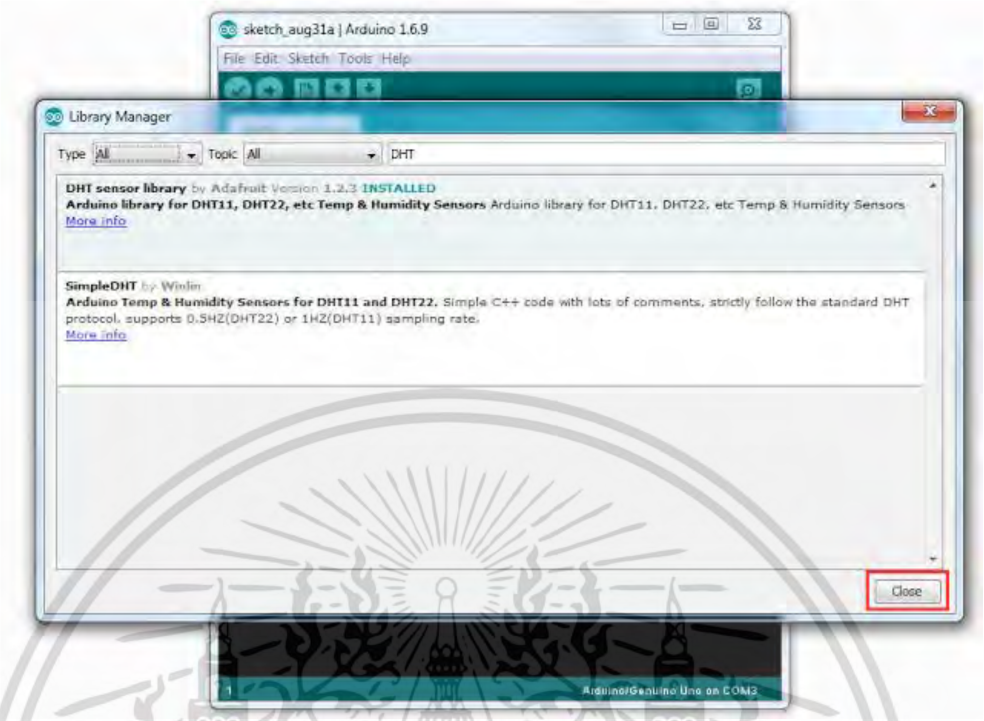
10. คลิก Install



รูปที่ ง.10 กดติดตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11. คลิก Close



รูปที่ ง.11 ติดตั้งเสร็จสมบูรณ์

12. เพิ่ม #include <DHT.h> ไปที่ส่วนบนสุดของโค้ด

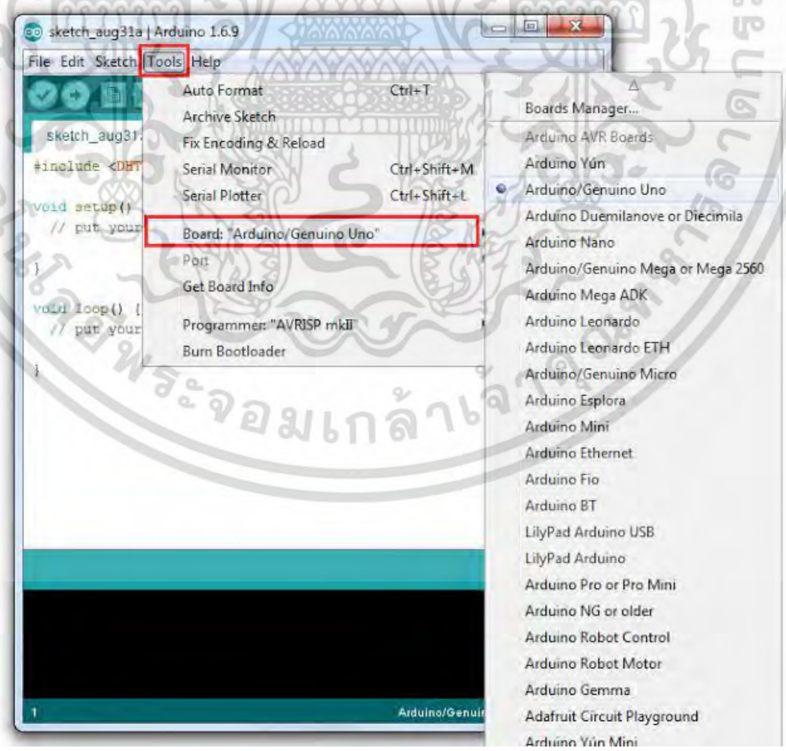
```
#include <DHT.h>

void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
}
void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ง.12 เพิ่ม #include <DHT.h>

13. เข้าไปที่ Tools -> Board -> Arduino/Genuino UNO



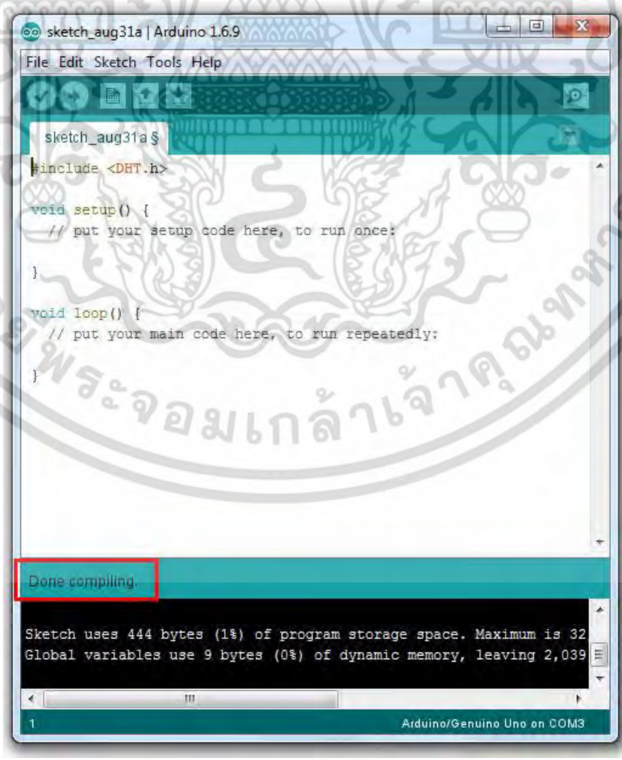
รูปที่ ง.13 เลือก Arduino/Genuino UNO

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14. คลิกที่เครื่องหมายถูก เพื่อทดลองคอมไพล์

รูปที่ ง.14
กดคอมไพล์

15. ถ้าขึ้น Done compiling. แสดงว่า Arduino IDE ติดตั้งไลบรารี DHT ส าเร็จแล้ว



รูปที่ ง.15
ติดตั้งสำเร็จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

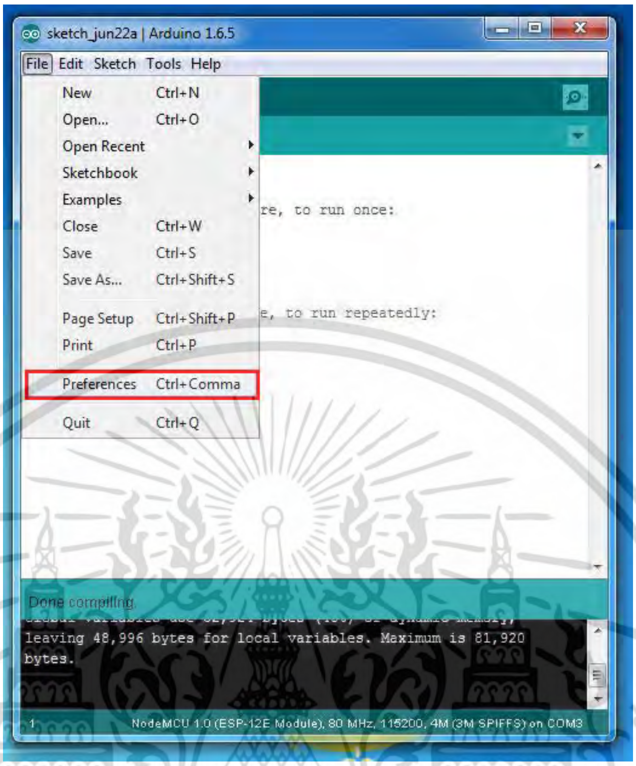
ภาคผนวก จ

การติดตั้ง แพลตฟอร์ม ESP8266 สำหรับ NodeMCU V3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การติดตั้ง แพลตฟอร์ม ESP8266 สำหรับ NodeMCU V3

1. เปิด Arduino IDE ขึ้นมา แล้วเข้าไปที่ File -> Preferences



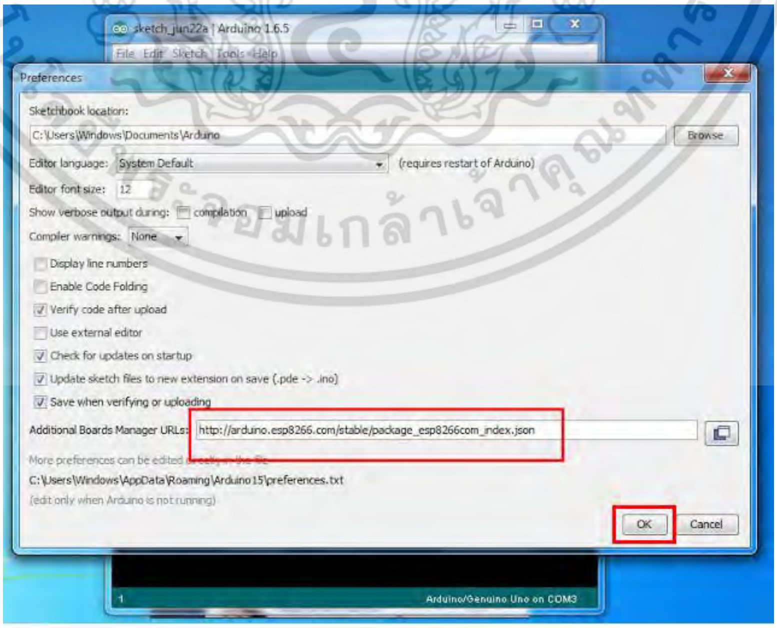
รูปที่ จ.1

เลือก Preferences

2. จากนั้น ไปที่ช่อง Additional Boards Manager URLs: ป้อน URL นี้

http://arduino.esp8266.com/stable/package_esp8266com_index.json

เข้าไป จากนั้น คลิก OK

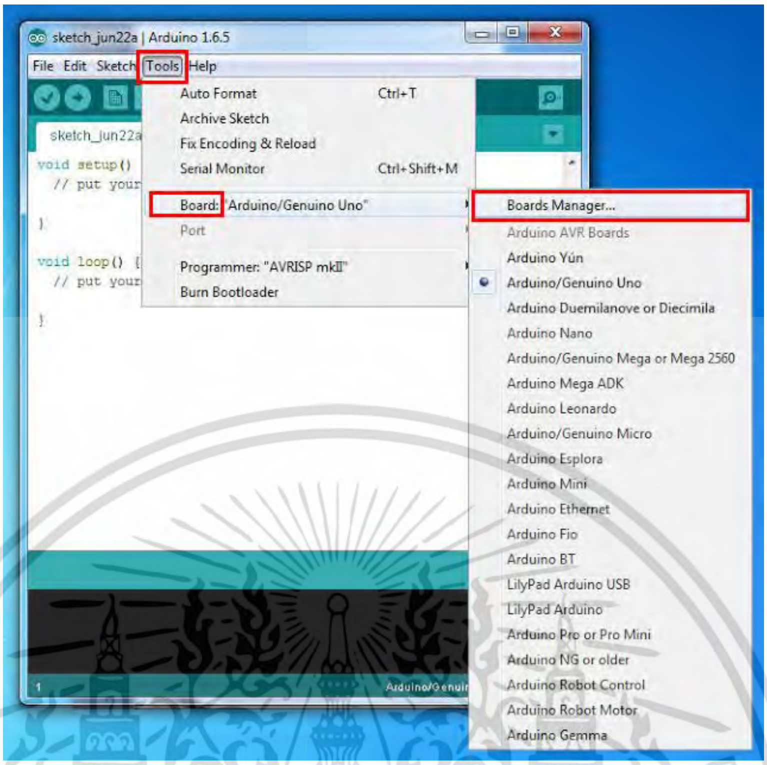


รูปที่ จ.2

ป้อน URL

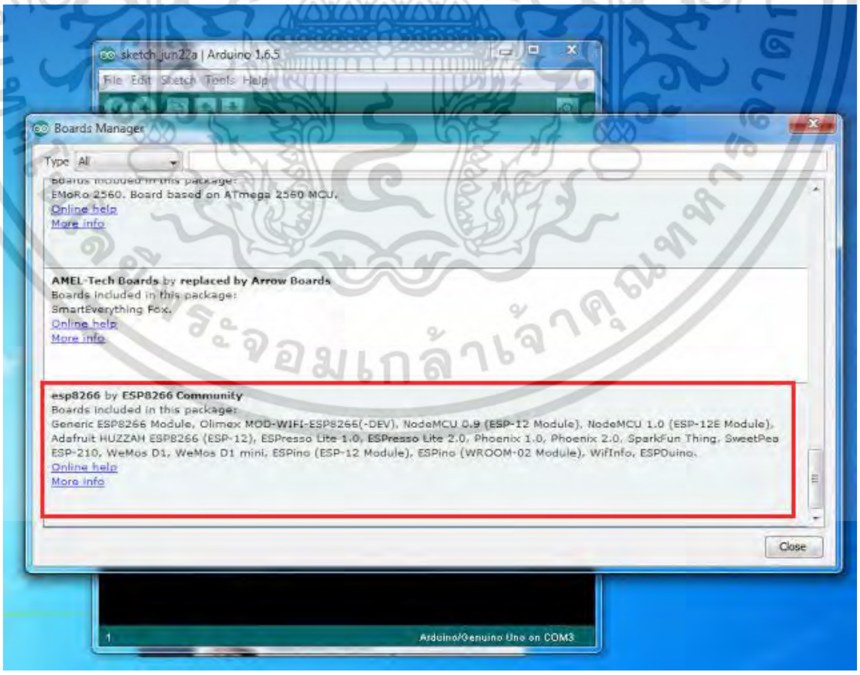
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เข้าไปที่ Tools ไปที่ Board: คลิกที่ Boards Manager...



รูปที่ จ.3 เลือก Boards Manager

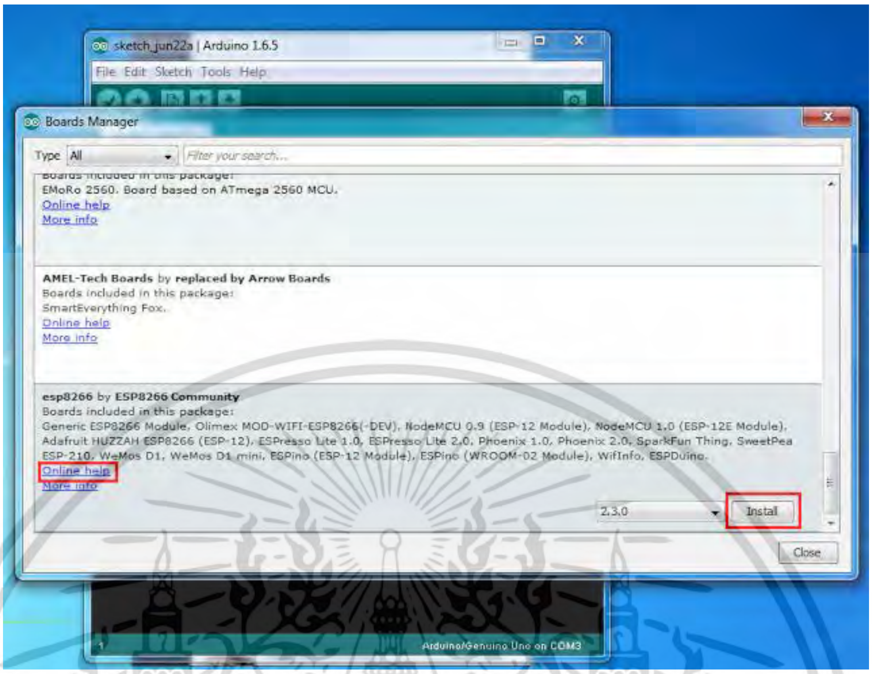
4. เลื่อนหา esp8266 by ESP8266 Community



รูปที่ จ.4 เลื่อนหา esp8266 by ESP8266 Community

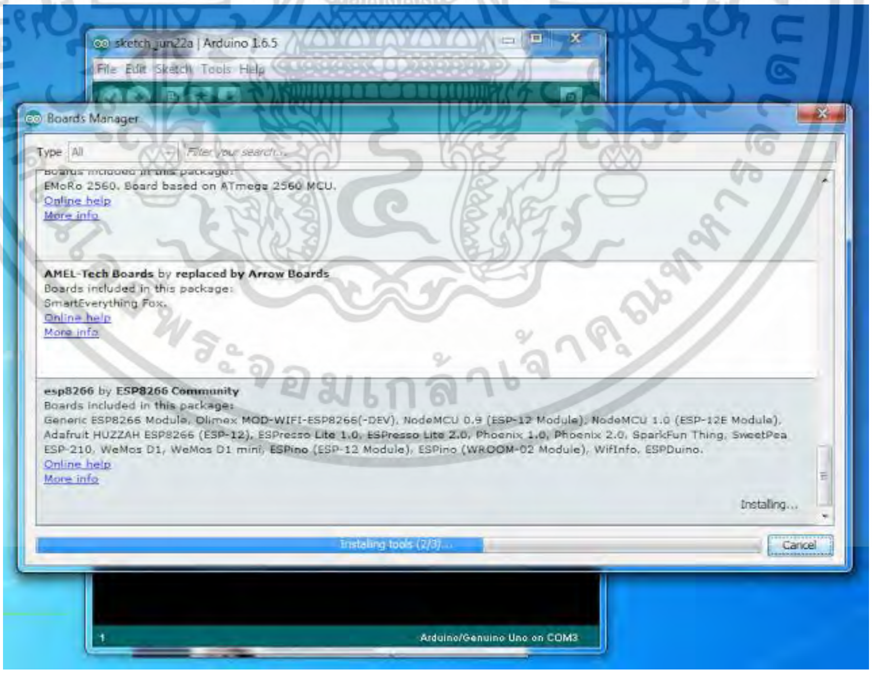
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. คลิกที่ Online help จะ ปรากฏ ปุ่ม Install ขึ้นมา แล้วจึงคลิกที่ Install
   เพื่อทาการติดตั้ง ESP8266 Platform



รูปที่ จ.5 กด Online help แล้วกดติดตั้ง

6. รอจนกระทั่งการติดตั้งเสร็จสมบูรณ์



รูปที่ จ.6 ก าสติดตั้ง

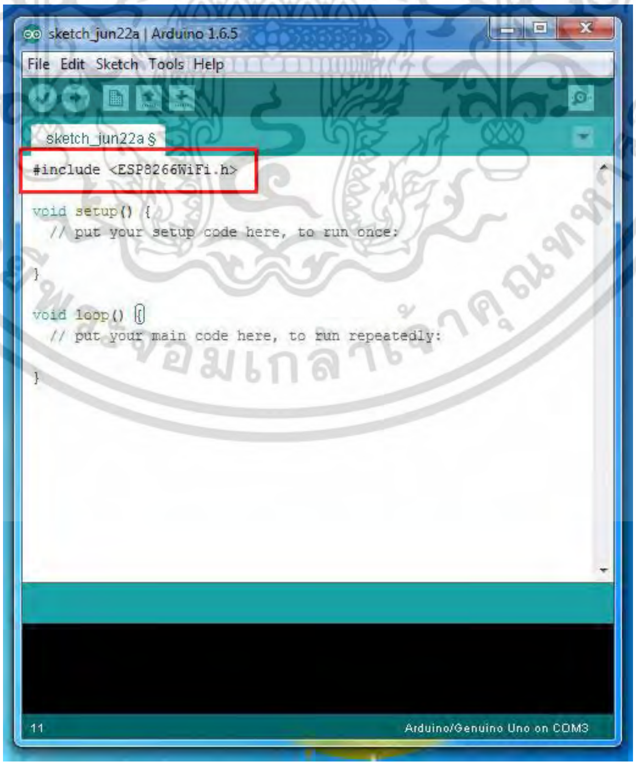
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. เข้าไปที่ Tools -> Board:

เลื่อนลงดู ด้านล่างสุด จะมี ESP8266 Platform เพิ่มเข้ามา

รูปที่ จ.7 Platform ที่ถูกเพิ่มเข้ามา

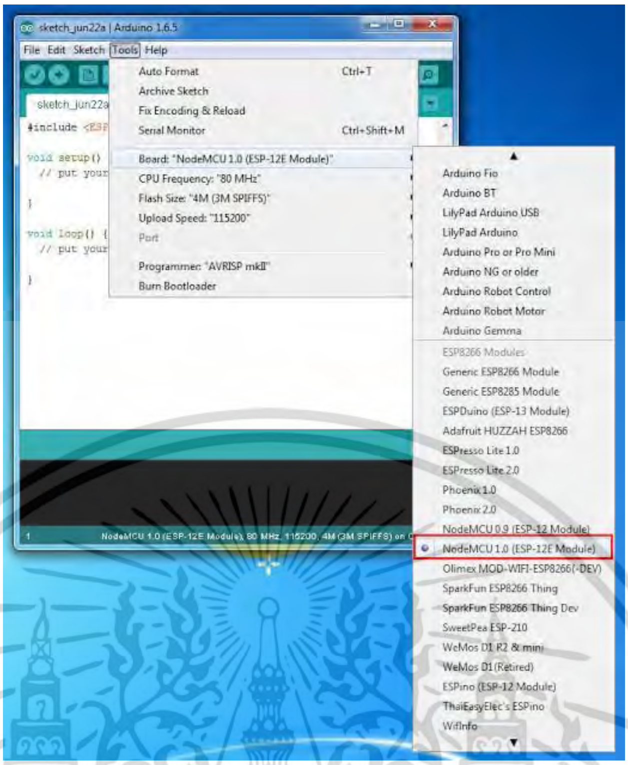
8. เพิ่มโค้ด #include <ESP8266WiFi.h> เข้าไปที่ ด้านบนสุดดังรูป



รูปที่ จ.8 เพิ่มโค้ด #include <ESP8266WiFi.h>

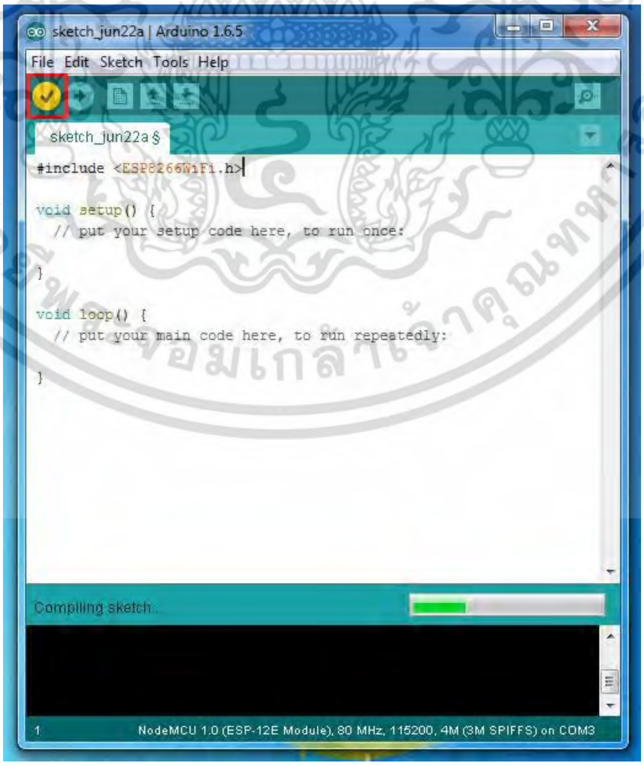
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. เลือก Board : NodeMCU 1.0 (ESP-12E Module)



รูปที่ จ.9 เลือก Board NodeMCU 1.0 (ESP-12E Module)

10. คลิกที่เครื่องหมายถูก เพื่อทดลองคอมไพล์



รูปที่ จ.10 กดคอมไพล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11. ถ้าขึ้น Done compiling แสดงว่า Arduino IDE นั้นพร้อมใช้งานกับ NodeMCU V3 แล้ว

รูปที่ จ.11 ติดตั้งสำเร็จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

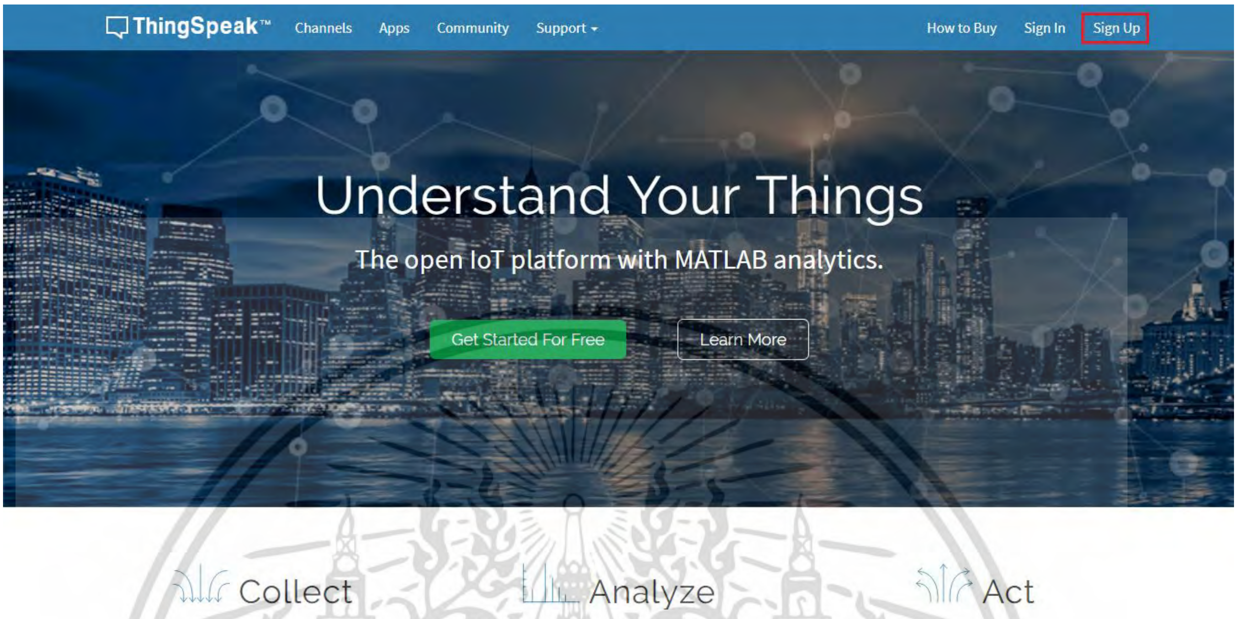
ภาคผนวก ฉ

การใช้บริการเว็บ Thingspeak

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

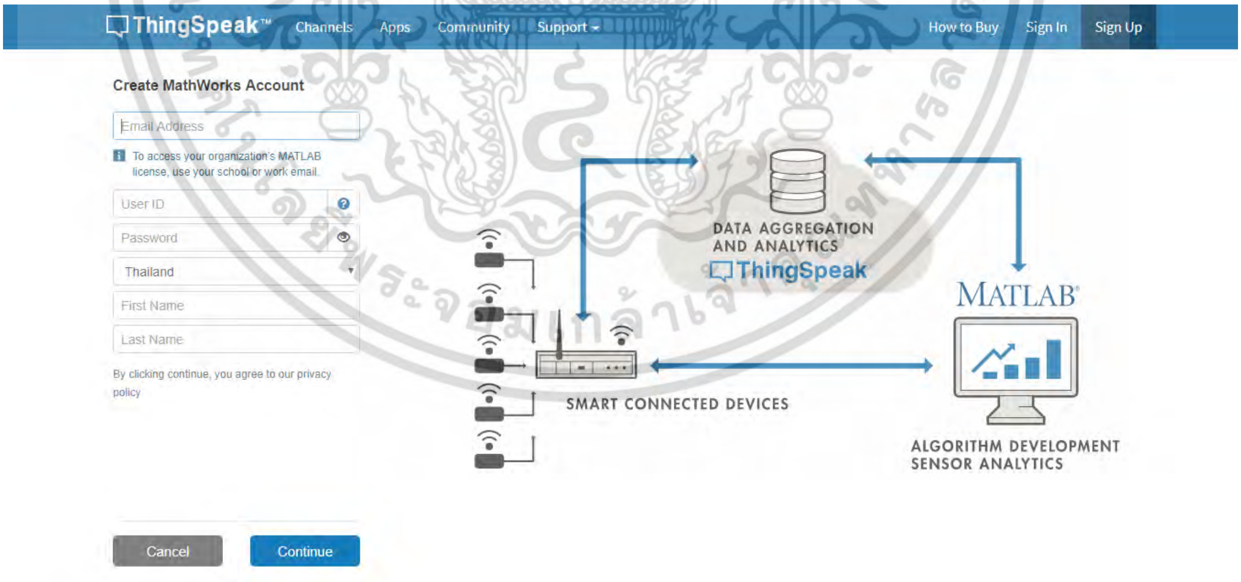
การสมัครใช้บริการเว็บ Thingspeak เพื่อเก็บค่าข้อมูลจากเซ็นเซอร์

1. เข้าไปที่ www.thingspeak.com และ กด Sign up



รูปที่ ฉ.1 เว็บแอพพลิเคชันที่ใช้ในโครงงาน

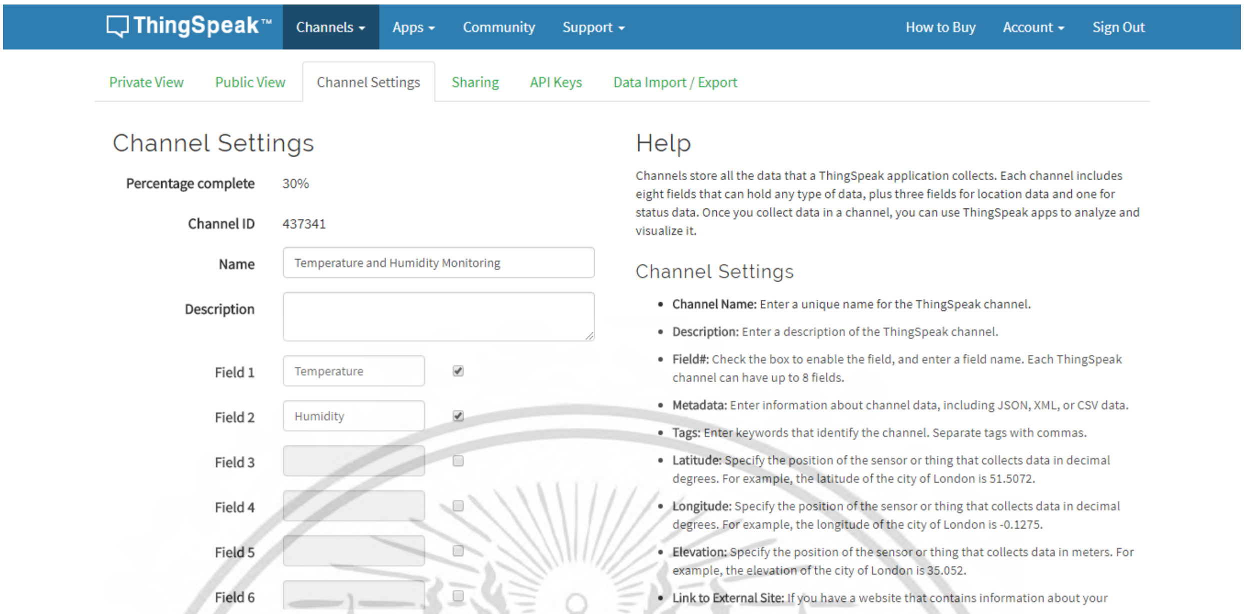
2. กรอกข้อมูลต่างๆส หรับการขอใช้บริการ เมื่อเสร็จแล้วให้ท การยืนยัน E-mail



รูปที่ ฉ.2 หน้าส หรับกรอกข้อมูล

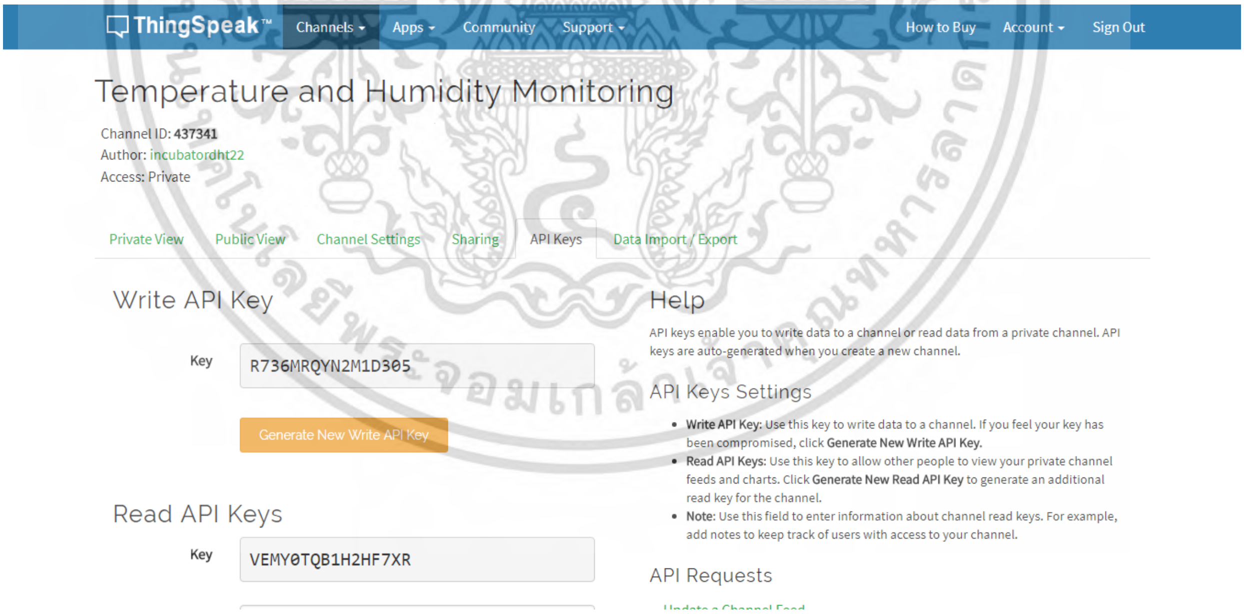
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ตั้งค่าการใช้งานของ Channel ต่างๆ ในเมนู Channel Settings



รูปที่ ฉ.3 การตั้งค่า Channel

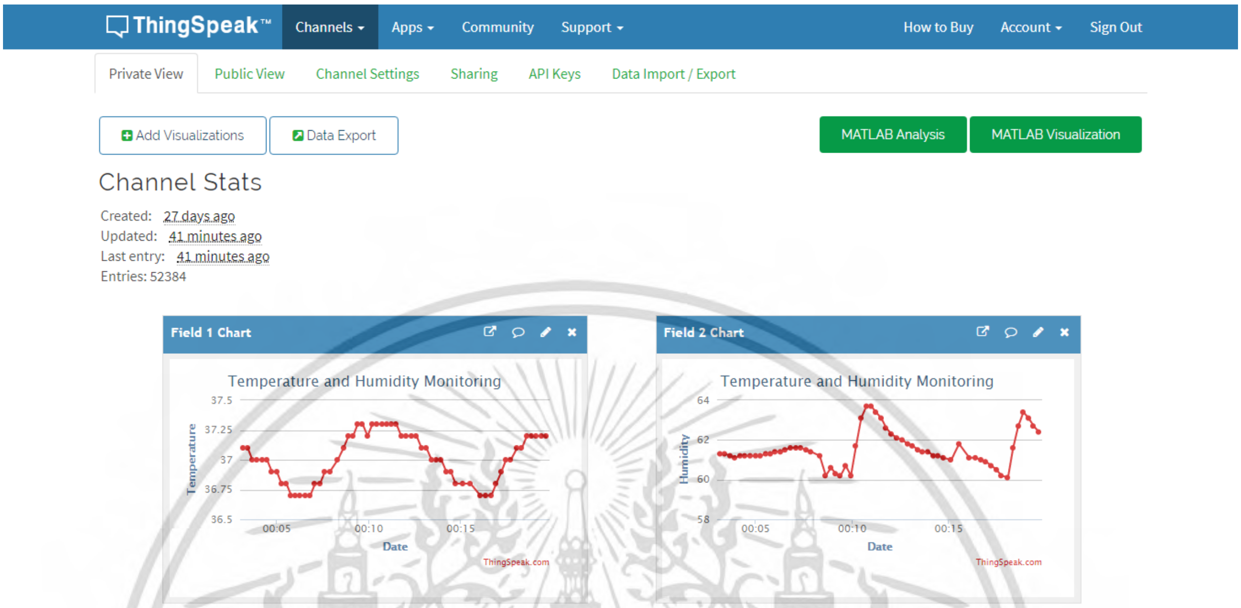
4. เก็บ API Key เพื่อใช้ส หรับเขียนโปรแกรมในการส่งค่าข้อมูลจากเซนเซอร์มาที่เว็บ Thingspeak



รูปที่ ฉ.4 หน้าส หรับแสดง API Key

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. เมื่อเขียนโปรแกรมเสร็จแล้วและเปิดการใช้งานของเซนเซอร์เรียบร้อย ก็จะสามารถดูค่าต่างๆ ที่เซนเซอร์อ่านได้ในเมนู Private View หรือถ้าต้องการให้ผู้อื่นสามารถดูได้ ก็สามารถตั้งค่าใน Channel Settings ให้เป็น Public View ได้



รูปที่ ฉ.5 กราฟแสดงค่าของเซนเซอร์บนเว็บแอพพลิเคชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ช

โค้ดคำสั่งที่ใช้ในการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในเครื่องฟักไข่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โค้ดคำสั่งที่ใช้ในการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในเครื่องฟักไข่

```
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <time.h>
#include <DHT.h>
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#define DHTPIN D4
#define D6 12
#define D7 13
#define LED D0
#define DHTTYPE DHT22
#define BLYNK_PRINT Serial
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 20, 4);

char thingSpeakAddress[] = "api.thingspeak.com";
String writeAPIKey = "R736MRQYN2M1D305";
WiFiClient client;

const char* WIFI_SSID = "NinPlus_wifi";
const char* WIFI_PWD = "Lglptap2202";

int timezone = 7;

char ntp_server1[20] = "ntp.ku.ac.th";
char ntp_server2[20] = "fw.eng.ku.ac.th";
char ntp_server3[20] = "time.uni.net.th";


int dst = 0;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
String NowString() {
  time_t now = time(nullptr);
  struct tm* newtime = localtime(&now);
   String tmpNow = "";
  tmpNow += String(newtime->tm_mday);
  tmpNow += "/";
  tmpNow += String(newtime->tm_mon + 1);
  tmpNow += "/";
  tmpNow += String(newtime->tm_year + 1900);
  tmpNow += " ";
  tmpNow += " ";
  tmpNow += String(newtime->tm_hour);
  tmpNow += ":";
  tmpNow += String(newtime->tm_min);
  tmpNow += ":";
  tmpNow += String(newtime->tm_sec);
  tmpNow += ".";
  return tmpNow;
  }
void setup() {
  Serial.begin(115200);
  pinMode(D6, OUTPUT);
  pinMode(D7, OUTPUT);
  Wire.begin(D2, D1);
  lcd.begin();
  lcd.backlight();
  dht.begin();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
configTime(timezone * 3600, dst, ntp_server1, ntp_server2, ntp_server3);
Serial.println("Waiting for time");
while (!time(nullptr)) {
Serial.print(".");
delay(500);
}

Serial.println();
Serial.println("Now: " + NowString());

lcd.setCursor(0, 2);
lcd.print("Humidity");
lcd.setCursor(0, 3);
lcd.print("Temp");
}

void loop() {
float h = dht.readHumidity();
float t = dht.readTemperature();

if (isnan(h) || isnan(t)) {
Serial.println("Failed to read from DHT sensor!");
return;
}



if(h < 55.5){
  digitalWrite(D7, HIGH);}
if(h > 60){
  digitalWrite(D7, LOW);}
if(t < 37.8){
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  digitalWrite(D6, HIGH);}
if(t > 37.8){
  digitalWrite(D6, LOW);}

Serial.print("Temperature: ");
Serial.print(t);
Serial.print(" *C\t");
Serial.print("Humidity: ");
Serial.print(h);
Serial.print(" % ");
Serial.println();

String temp = (String)t;
String hum = (String)h;
String data = "field1=" + temp + "&field2=" + hum;

if (client.connect(thingSpeakAddress, 80)) {
  Serial.println(data);
  client.print("POST /update HTTP/1.1\n");
  client.print("Host: api.thingspeak.com\n");
  client.print("Connection: close\n");
  client.print("X-THINGSPEAKAPIKEY: " + writeAPIKey + "\n");
  client.print("Content-Type: application/x-www-form-urlencoded\n");

  client.print("Content-Length: ");
  client.print(data.length());
  client.print("\n\n");
  client.print(data);
  }

lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print(NowString());
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ลงวันเวลาสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
lcd.setCursor(11, 2);
lcd.print(h + String(" %"));
lcd.setCursor(11, 3);
lcd.print(t + String(" C"));
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติคณะผู้จัดทำโครงงานคนที่ 1

ชื่อผู้จัดทำ	**นายทรงสิทธิ์ กองแก้ว**
ที่อยู่	**95 ซอย คู้บอน 19 แยก 8 ถนน คู้บอน แขวงรามอินทรา เขตคันนายาว กรุงเทพฯ 10230**
	โทร 091-726-5999
	Email: ki_vcross@hotmail.com
ประวัติการศึกษา	ปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2560
ตำแหน่ง/	-
สถานที่ทำงาน	-
(ถ้ามีกรุณาระบุ)	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติคณะผู้จัดทำโครงงานคนที่ 2

ชื่อผู้จัดทำ **นายปฐมภพ พาชยมัย**

ที่อยู่ **142/48 ซอย สวนผัก 29 ถนน สวนผัก แขวงตลิ่งชัน**
เขต ตลิ่งชัน กรุงเทพ 10170
โทร 095-760-5988
Email: p_pathompop@hotmail.com

ประวัติการศึกษา ปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมสารสนเทศ
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2560

ตำแหน่ง/ -
สถานที่ทำงาน -
(ถ้ามีกรุณาระบุ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้