เครื่องเพาะเลี้ยงจิ้งหรีด

CRICKET BREEDING MACHINE

ตันติกร แสงจันทร์
อรรถวัต นำพา

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร
ปีการศึกษา 2564

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2021
DEPARTMENT OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
PRINCE OF CHUMPHON CAMPUS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2564

สาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

เรื่อง เครื่องเพาะเลี้ยงจิ้งหรีด

CRICKET BREEDING MACHINE

ผู้จัดทำ

1.นายตันติกร	แสงจันทร์	รหัสนักศึกษา	61511020
2.นายอรรถวัต	นำพา	รหัสนักศึกษา	61511028

....อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มนตรี ไชยชาญยุทธ์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อรายงาน เครื่องเพาะเลี้ยงจิ้งหรีด

นักศึกษา นายตันติกร แสงจันทร์ **รหัสนักศึกษา** 61511020

นายอรรถวัต นำพา **รหัสนักศึกษา** 61511028

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.มนตรี ไชยชาญยุทธ์

หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชา วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

ปีการศึกษา 2564

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้กล่าวถึงการออกแบบเครื่องเพาะเลี้ยงจิ้งหรีด โดยเครื่องสามารถควบคุมปัจจัยที่สำคัญในการเจริญเติบโตของจิ้งหรีด ปัจจัยสำคัญในการเจริญเติบโตของจิ้งหรีดคือ จิ้งหรีดจะอาศัยอยู่ในอุณภูมิที่ 25-30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ที่ร้อยละ 60-70 และมีความเข้มของแสงอยู่ที่100 ลักซ์ตามค่ามาตรฐานทั่วไป โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุม อุณหภูมิ ความชื้น ความเข้มแสง โดยสามารถแสดงค่าอุณหภูมิ ความชื้น และความเข้มแสงผ่านจอแสดงผลได้ และมีระบบการให้น้ำให้อาหาร ซึ่งตัวเครื่องถูกออกแบบระบบให้น้ำโดยการให้น้านั้นจะมีน้ำให้อยู่ตลอดเวลา และการให้อาหารจะสามารถให้อาหารได้จากการตั้งค่าเวลาตามที่กำหนด เพื่อให้จิ้งหรีดเจริญเติบโตได้ดี และเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรในการเพาะเลี้ยงจิ้งหรีด

จากผลการทดลองเครื่องเพาะเลี้ยงจิ้งหรีด โดยการทดลองเทียบเซนเซอร์วัดอุณหภูมิมีค่าความผิดพลาดสูงสุดอยู่ที่ 2.70 เปอร์เซ็นต์ การทดลองเทียบเซนเซอร์วัดความชื้นมีค่าความผิดพลาดสูงสุดอยู่ที่ 2.89 เปอร์เซ็นต์ การทดลองการควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น และความเข้มแสงเครื่องสามารถทำงานได้ตามที่กำหนดไว้ การทดลองกให้อาหารแบ่งเป็น 2ส่วน คือการให้อาหารเป็นเวลา 30 วินาที มีปริมาณอาหารเฉลี่ยอยู่ที่ 33 กรัม และ การให้อาหารเป็นเวลา 60 วินาที มีปริมาณอาหารเฉลี่ยอยู่ที่ 55.10 กรัม และการทดลองการบันการเจริญเติบโตจิ้งหรีดอายุ 7วัน,14วัน,21วัน,28วัน และ 35วัน มีปริมาณอาหารที่ให้ต่อวันอยู่ที่ 20,20,40,50 และ 60กรัม ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Project Title	Cricket breeding machine	
Student	Mr. Tuntikon Sangjan	**ID.** 61511020
	Mr. Auttawat Numpa	**ID.** 61511028
Advisor	Asst.Prof.Dr. Montree Chaichanyut	
Degree	Bachelor of Engineering	
Program in	Electronics Engineering	
Academic Year	2021	

ABSTRACT

This thesis discusses the design of cricket breeding equipment. The machine can control a key factor in the growth of crickets. An important factor in the growth of crickets is that the crickets live in temperatures of 25-30 degrees Celsius, 60-70% relative humidity, and a light intensity of 100 lux. Using a microcontroller to control temperature, humidity, light intensity, it can display temperature, humidity and light intensity through the display. and have a feeding system which the machine is designed with a water supply system by providing water that will always have water and the feeding can be fed from the specified time setting for the crickets to grow well and it is beneficial to farmers in cultivating crickets.

From the results of the cricket breeding machine experiment. The temperature sensor calibration test had the highest error of 2.70 percent. The humidity sensor calibration trial had a maximum error of 2.89 percent. Temperature, humidity and light intensity control experiments, the machine can operate as set. The feeding experiment was divided into two parts, feeding for 30 s had an average feed amount of 33 g, and feeding for 60 s had an average feed amount of 55.10 g. And growth recording experiments It was found that crickets aged 7 days, 14 days, 21 days, 28 days and 35 days had the daily intake of 20,20,40,50 and 60 g, respectively.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จะสำเร็จลุล่วงไปไม่ได้ ถ้าหากไม่ได้รับการอนุเคราะห์และการสนับสนุนจากบุคคลหลายๆท่าน โดยผู้จัดทำโครงงานรู้สึกซาบซึ้งและขอบคุณทุกๆท่าน ดังต่อไปนี้ ขอกราบขอบพระคุณบิดาและมารดาที่ให้ความอนุเคราะห์ทางด้านทุนการศึกและให้กำลังใจมาโดยตลอด

ขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.มนตรี ไชยชาญยุทธ์ ผู้ซึ่งให้คำแนะนำเกี่ยวกับโครงการเสมอมา

ขอขอบคณะอาจารย์ประจำสาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ทุกๆท่านและขอขอบคุณสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร ที่อำนวยเอื้อเฟื้อสถานที่ในการปฏิบัติงาน ตลอดจนถึงอุปกรณ์เครื่องมือเครื่องใช้

ขอขอบคุณรุ่นพี่และเพื่อนๆที่ให้คำปรึกษาเอื้อเฟื้ออุปกรณ์ต่างๆในการทำชิ้นงาน และทุกๆท่านที่เกี่ยวข้องแม้ไม่ได้กล่าวในนามนี้ก็ตาม ที่เป็นที่รักและให้กำลังใจเสมอมาโดยตลอด คณะผู้จัดทำขอน้อมรำลึกถึงพระคุณของท่านตลอดไป

ตันติกร แสงจันทร์

อรรถวัต นำพา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย....................I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ....................II
กิตติกรรมประกาศ....................III
สารบัญ....................IV
สารบัญตาราง....................VII
สารบัญรูป....................VIII
บทที่ 1 บทนำ....................1
1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน....................1
1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์....................1
1.3 สมมุติฐานของการศึกษา....................1
1.4 ขอบเขตการศึกษา....................2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ....................3
1.6 ขั้นตอนการดำเนินงาน....................3
1.7 โครงสร้างของปริญญานิพนธ์....................4

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง....................5
2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับจิ้งหรีด....................5
2.1.1 ลักษณะทั่วไปของจิ้งหรีด....................5
2.1.2 ชนิดของจิ้งหรีด....................6
2.1.3 วงจรชีวิตของจิ้งหรีด....................8
2.1.4 สภาพแวดล้อม....................9
2.1.5 อุปกรณ์ในการเลี้ยงจิ้งหรีด....................9
2.2 อีเอสพี8266....................10
2.2.1 ขาของอีเอสพี8266....................11
2.3 โมดูลนาฬิกาดีเอส3231....................11
2.4 จอแสดงผลแอลซีดี....................13
2.4.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับจอแสดงผลแอลซีดี....................13
2.4.2 โครงสร้างของจอแสดงผลแอลซีดี....................14
2.5 โมดูลวัดอุณหภูมิและความชื้นดีเอชที22....................15
2.6 ไฟเส้นแอลอีดี....................16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.6.1 ข้อดีของไฟเส้นแอลอีดี 17
2.6.2 คุณสมบัติการป้องกันฝุ่นและน้ำของไฟเส้นแอลอีดี 17
2.7 แหล่งจ่ายไฟสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย 17
2.7.1 สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายกับแหล่งจ่ายไฟเชิงเส้น 18
2.7.2 หลักการทำงานของสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย 19
2.8 เซ็นเซอร์วัดระดับน้ำ 20
2.9 รีเลย์ 20
2.9.1 การทำงานของรีเลย์ 21
2.9.2 ชนิดของรีเลย์ 22
2.10 มอเตอร์กระแสไฟตรง 22
2.11 พัดลมระบายอากาศ 23
2.12 ปั๊มน้ำ 23
2.13 พีซีเอฟ 8574 24
2.14 ไอแสควซีบัส 25
2.14.1 การเชื่อมต่อแบบไอแสควซีบัส 25
2.14.2 การเขียน-อ่านข้อมูลกับอุปกรณ์แบบไอแสควซีบัส 25
2.14.3 สถานะบัสว่าง 26
2.14.4 การกำหนดสถานะเริ่มต้นและสถานะสิ้นสุดของไอแสควซีบัส 26
2.14.5 รหัสควบคุมของไอแสควซีบัส 27
2.14.6 ช่วงเวลารับส่งบิตข้อมูลของไอแสควซีบัส 27
2.15 อีเอสพี32 แคม 28
2.15.1 ลักษณะทางเทคนิคของอีเอสพี32 แคม 28
2.16 ฮีตเตอร์ 29
2.16.1 การถ่ายเทความร้อนของฮีตเตอร์ 29
2.16.2 พลังงานไฟฟ้าที่จ่ายผ่านสายไฟฟ้าเข้าตัวฮีตเตอร์ 30
2.16.3 ประเภทของฮีตเตอร์ 30
2.17 ไลน์แจ้งเตือน 38
2.18 ปุ่มกดคีย์แพด 4x4 38
2.19 เซ็นเซอร์วัดความเข้มแสง 39
2.19.1 คุณลักษณะของเซ็นเซอร์ซัดความเข้มแสงบีเอช1750 40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.19.2 องค์ประกอบของเซ็นเซอร์ซัดความเข้มแสงบีเอช1750 ... 40

2.19.3 หลักการทำงานของเซ็นเซอร์ซัดความเข้มแสงบีเอช1750 ... 40

2.19.4 ลักษณะขาของเซ็นเซอร์ซัดความเข้มแสงบีเอช1750 ... 41

2.20 เครื่องพ่นหมอกอัลตร้าโซนิค ... 41

บทที่ 3 การออกแบบ ... 43

3.1 บล็อกไดอะแกรมการทำงาน ... 43

3.2 แผนผังการทำงานของระบบการทำงานรของเครื่องเพราะเลี้ยงจิ้งหรีด ... 44

3.2.1 แผนผังการทำงานของระบบการให้อาหาร ... 44

3.2.2 แผนผังการทำงานของระบบการให้น้ำ ... 45

3.2.3 แผนผังการทำงานของระบบควบคุมอุณหภูมิ ... 46

3.2.4 แผนผังการทำงานของระบบควบคุมความชื้น ... 47

3.3 การเชื่อมต่อของไมโครคอนโทรลเลอร์ ... 48

3.4 การออกแบบโครงสร้าง ... 49

3.4.1 แบ่อเลี้ยงจิ้งหรีด ... 49

3.4.2 ชั้นวางบ่อเลี้ยงจิ้งหรีด ... 50

3.4.3 ระบบให้อาหาร ... 51

3.4.4 ระบบให้น้ำ ... 52

3.4.5 ระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้น ... 53

3.4.6 ระบบควบคุมความเข้มแสง ... 55

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง ... 56

4.1 การทดลองการทดสอบความแม่นยำของเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ ... 56

4.1.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง ... 56

4.1.2 ขั้นตอนการทดลอง ... 56

4.2 การทดลองการทดสอบความแม่นยำของเซนเซอร์วัดความชื้น ... 59

4.1.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง ... 59

4.2.2 ขั้นตอนการทดลอง ... 59

4.3 การทดลองการทดสอบการควบคุมอุณหภูมิ ... 62

4.3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง ... 62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.3.2 ขั้นตอนการทดลอง 62
4.4 การทดลองการทดสอบการควบคุมความชื้น 65
4.4.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง 65
4.4.2 ขั้นตอนการทดลอง 65
4.5 การทดลองการทดสอบการให้อาหาร 68
4.5.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง 68
4.5.2 ขั้นตอนการทดลอง 68
4.6 การทดลองการทดสอบการให้น้ำ 70
4.6.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง 70
4.6.2 ขั้นตอนการทดลอง 70
4.7 การทดลองการทดสอบการควบคุมแสง 71
4.7.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง 71
4.7.2 ขั้นตอนการทดลอง 71
4.8 การทดลองการทดสอบการแจ้งเตือนผ่านไลน์ 72
4.7.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง 72
4.8.2 ขั้นตอนการทดลอง 72
4.9 การทดลองบันทึกการเจริญเติบโตของจิ้งหรีด 74
4.9.1ขั้นตอนการทดลอง 74

บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ 77
5.1 สรุปผลการทดลอง 77
5.1.1 การทดลองการทดสอบความแม่นยำของเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ 77
5.1.2 การทดลองการทดสอบความแม่นยำของเซนเซอร์วัดความชื้น 77
5.1.3 การทดลองการทดสอบการควบคุมอุณหภูมิ 77
5.1.4 การทดลองการทดสอบการควบคุมความชื้น 77
5.1.5 การทดลองการทดสอบการให้อาหาร 78
5.1.6 การทดลองการทดสอบการให้น้ำ 78
5.1.7 การทดลองการทดสอบการควบคุมแสง 78

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
5.1.8 การทดลองการทดสอบการแจ้งเตือนผ่านไลน์	78
5.1.9 การทดลองบันทึกการเจริญเติบโตของจิ้งหรีด	78
5.2 ปัญหาและอุปสรรค	78
5.3 ข้อเสนอแนะ	79
เอกสารอ้างอิง	80
ภาคผนวก ก โปรแกรมการทำงาน	83
ภาคผนวก ข คู่มือการใช้งานเครื่องเพราะเลี้ยงจิ้งหรีด	110
ภาคผนวก ค คู่มือการใช้งาน (Datasheet)	115

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1.1 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน....4
2.1 คุณสมบัติที่แตกต่างกันของ ดีเอส1307, ดีเอส3231 และดีเอส1302.... 12
4.1 ผลการทดสอบเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิตัวที่ 1.... 57
4.2 ผลการทดสอบเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิตัวที่ 2.... 57
4.3 ผลการทดสอบเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิตัวที่ 3.... 58
4.4 ผลการทดสอบเซ็นเซอร์วัดความชื้นตัวที่ 1 59
4.5 ผลการทดสอบเซ็นเซอร์วัดความชื้นตัวที่ 2 60
4.6 ผลการทดสอบเซ็นเซอร์วัดความชื้นตัวที่ 3 61
4.7 ผลการทดสอบระบบการควบคุมอุณหภูมิบ่อที่ 1 62
4.8 ผลการทดสอบระบบการควบคุมอุณหภูมิบ่อที่ 2 63
4.9 ผลการทดสอบระบบการควบคุมอุณหภูมิบ่อที่ 3 64
4.10 ผลการทดสอบระบบการควบคุมความชื้นบ่อที่ 1.... 65
4.11 ผลการทดสอบระบบการควบคุมความชื้นบ่อที่ 2.... 66
4.12 ผลการทดสอบระบบการควบคุมความชื้นบ่อที่ 3.... 67
4.13 ผลการทดสอบระบบการให้อาหารเป็นเวลา 30 วินาที 68
4.14 ผลการทดสอบระบบการให้อาหารเป็นเวลา 60 วินาที 69
4.15 ผลการทดสอบระบบการให้น้ำผลการทดสอบระบบการควบคุมแสง.... 71
4.16 ผลการทดสอบระบบการควบคุมแสง.... 71
4.17 ผลการทดสอบระบบฟังก์ชันการแจ้งเตือนผ่านไลน์.... 72
4.18 บันทึกผลการเจริญเติบโตของจิ้งหรีด.... 75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

2.1 จิ้งหรีดทองดำ......6
2.2 จิ้งหรีดทองแดง......7
2.3 จิ้งหรีดทองแดงลาย......7
2.4 จิ้งโกร่ง......8
2.5 อีเอสพี8266......10
2.6 โมดูลนาฬิกาดีเอส3231......11
2.7 จอแสดงผลแอลซีดี......14
2.8 จอแสดงผลกราฟฟิกแอลซีดี......14
2.9 โมดูลวัดอุณหภูมิและความชื้นดีเอชที22......15
2.10 ไฟเส้นแอลอีดี......16
2.11 แหล่งจ่ายไฟสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย......17
2.12 องค์ประกอบพื้นฐานของสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย......19
2.13 เซ็นเซอร์วัดระดับน้ำ......20
2.14 ลักษณะของอุปกรณ์รีเลย์......21
2.15 การทำงานของรีเลย์ 1 หน้าสัมผัส......21
2.16 มอเตอร์ไฟตรง......22
2.17 พัดลมระบายอากาศ......23
2.18 ปั๊มน้ำ......23
2.19 พีซีเอฟ 8574......24
2.20 ลักษณะการการเชื่อมต่ออุปกรณ์แบบไอแสควซีบัส......25
2.21 รูปแบบการเขียน/อ่านข้อมูลแบบไอแสควซีบัส......25
2.22 การกำหนดสถานะเริ่มต้นและสถานะสิ้นสุดของไอแสควซีบัส......26
2.23 รหัสควบคุมของไอแสควซีบัส......27
2.24 ช่วงเวลารับส่งบิตข้อมูลของไอแสควซีบัส......27
2.25 อีเอสพี32 แคม......28
2.26 ฮีตเตอร์ต้มน้ำยาเคมี......30
2.27 ฮีตเตอร์ฮอตรันเนอร์......31
2.28 เซรามิคฮีตเตอร์......32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

2.29 ฮีตเตอร์แท่ง 33
2.30 ฮีตเตอร์จุ่ม-ฮีตเตอร์ต้มน้ำ 33
2.31 ฮีตเตอร์อินฟาเรด 34
2.32 ฮีตเตอร์แผ่น 35
2.33 ฮีตเตอร์ท่อกลม หรือ ฮีตเตอร์ทิวบูลาร์ 36
2.34 เซอร์คูเรชั่นฮีตเตอร์ 36
2.35 คอยล์ฮีตเตอร์ 37
2.36 ฮีตเตอร์รัดท่อ 37
2.37 แป้นปุ่มกด 4x4 38
2.38 เซ็นเซอร์วัดความเข้มแสง บีเอช1750 39
2.39 เครื่องพ่นหมอกอัลตร้าโซนิค 41
3.1 บล็อกไดอะแกรมส่วนต่างๆ ในการออกแบบ 43
3.2 แผนผังการทำงานของระบบการให้อาหาร 44
3.3 แผนผังการทำงานของระบบการให้น้ำ 45
3.4 แผนผังการทำงานของระบบควบคุมอุณหภูมิ 46
3.5 แผนผังการทำงานของระบบควบคุมความชื่น 47
3.6 การเชื่อมต่อของไมโครคอนโทรลเลอร์ 37
3.7 บ่อเลี้ยงจิ้งหรีด 37
3.8 ชั้นวางบ่อเลี้ยงจิ้งหรีด 37
3.9 มอเตอร์ให้อาหาร และถังใส่อาหาร 38
3.10 ท่อลำเลียงอาหาร และ ถาดอาหาร 38
3.11 ระบบให้น้ำ 39
3.12 ฮีตเตอร์ทำความร้อน 39
3.13 พัดลมระบายอากาศ 40
3.14 เครื่องพ่นหมอก 40
3.15 เส้นไฟแอลอีดี 40
4.1 อุณหภูมิที่วัดได้จากเซอร์ดีเอชที22 58
4.2 อุณหภูมิที่วัดได้จากไฮโกรมิเตอร์ 59
4.3 ความชื้นที่วัดได้จากเซอร์ดีเอชที22 61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**
4.4 ความชื้นที่วัดได้จากไฮโกรมิเตอร์ ... 62
4.5 พัดลมระบายอากาศ ... 64
4.6 ฮีตเตอร์ ... 65
4.7 พัดลมระบายอากาศ ... 67
4.8 เครื่องพ่นหมอก ... 68
4.9 ภาชนะตรวงอาหาร ... 69
4.10 ปริมาณอาหารจากการให้อาหารเป็นเวลา 30 วินาที ... 69
4.11 ปริมาณอาหารจากการให้อาหารเป็นเวลา 60 วินาที ... 70
4.12 ท่อลำเลียงน้ำจิ้งหรีด ... 71
4.13 เส้นไฟแอลอีดี ... 72
4.14 การส่งข้อความแจ้งทราบผ่านทางไลน์ ... 73
4.15 การส่งภาพภายในบ่อเลี้ยงผ่าทางไลน์ ... 74

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงที่มาและความสำคัญของปัญหาวัตถุประสงค์ของการศึกษาสมมุติฐานการศึกษาขอบเขตของการศึกษาประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับขั้นตอนการดำเนินงาน รวมถึง โครงสร้างของปริญญานิพนธ์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน

ในปัจจุบันการเลี้ยงจิ้งหรีดนั้นได้รับความนิยมเป็นอย่างมากและเป็นสัตว์เลี้ยงเศรษฐกิจที่สามารถสร้างรายได้ให้กับเกษตรกร จิ้งหรีดนั้นเป็นแหล่งอาหารที่มีโปรตีนสูง และสามารถนำแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารได้หลากหลายชนิด ซึ่งปัญหาในการเพาะเลี้ยงจิ้งหรีดนั้นคือสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมทำให้จิ้งหรีดตายและทำให้เก็บผลผลิตได้น้อย ปัจจุบันระบบอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่ง [7] เป็นที่นิยมเป็นอย่างมากเราจึงนำมาประยุกต์เข้ากับการเพาะเลี้ยงจิ้งหรีดเพื่อที่จะสามารถทำการควบคุมระบบต่างๆในการเพาะเลี้ยงจิ้งหรีดให้มีประสิทธิภาพที่ดีขึ้น

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์

1.เพื่อประดิษฐ์เครื่องเพาะเลี้ยงจิ้งหรีดเพื่อนำมาใช้งานทางเกษตรกรรม

2.เพื่อศึกษาการเลี้ยงจิ้งหรีดให้ได้อยู่ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม

3.เพื่อเพิ่มผลผลิตในการเลี้ยงจิ้งหรีด

4.เพื่อศึกษาการทำงานของเซนเซอร์ชนิดต่างๆ

5.เพื่อศึกษาการใช้งาน Line Notify กับ Node MCU ESP8266

6.เพื่อที่จะนำบอร์ด Node MCU ESP8266 มาประยุกต์ใช้งาน

1.3 สมมุติฐานของการศึกษา

ในปัจจุบันการเลี้ยงจิ้งหรีดนั้นได้รับความนิยมเป็นอย่างมากและเป็นสัตว์เลี้ยงเศรษฐกิจที่สามารถสร้างรายได้ให้กับเกษตรกร จิ้งหรีดนั้นเป็นแหล่งอาหารที่มีโปรตีนสูง และสามารถนำแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารได้หลากหลายชนิด ซึ่งปัญหาในการเพาะเลี้ยงจิ้งหรีดนั้นคือสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมทำให้จิ้งหรีดตายและทำให้เก็บผลผลิตได้น้อย ปัจจุบันระบบอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of things) เป็นที่นิยมเป็นอย่างมากเราจึงนำมาประยุกต์เข้ากับการเพาะเลี้ยงจิ้งหรีดเพื่อที่จะสามารถทำการควบคุมระบบต่างๆในการเพาะเลี้ยงจิ้งหรีดให้มีประสิทธิภาพที่ดีขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ขอบเขตการศึกษา

1.บ่อเลี้ยงมีขนาด ความกว้าง 0.6 เมตร ยาว 1 เมตร สูง 0.6 เมตร

2.สามารถให้น้ำให้อาหารได้ตามเวลาที่กำหนดและเหมาะสมกับช่วงวัยของจิ้งหรีด

3.มีจอแสดงผล แสดงค่าความชื้น อุณหภูมิ และความเข้มแสง ภายในบ่อเลี้ยง

4.สามารถควบคุมค่าอุณหภูมิให้อยู่ที่25-30 องศาเซลเซียส

5.สามารถควบคุมความชื้นสัมพัทธ์อยู่ที่ร้อยละ 60-70

6.สามารถควบคุมความเข้มแสงให้มีค่าอยู่ที่ 100 ลักซ์ ตามค่ามาตรฐานทั่วไปในขณะให้น้ำให้อาหารและช่วงผสมพันธุ์

7.สามารถตั้งค่าการให้น้ำให้อาหาร การเก็บภาพ และค่าสถานะต่างๆได้จากตู้ควบคุม และผ่านทาง Line ได้

8.การตั้งค่าต่างๆสามารถใช้ได้ทั้งแบบกำหนดค่าเอง และแบบอัตโนมัติ

9.สามารถส่งข้อมูลแจ้งให้ทราบถึง ค่าความชื้น อุณหภูมิ ความเข้มแสง และภาพภายในบ่อเลี้ยงผ่านทาง Line ได้

10.สามารถควบคุมระบบการเพาะเลี้ยงได้ในแนวตั้งได้สูงสุด 3 บ่อเลี้ยง

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถสร้างเครื่องเพาะเลี้ยงจิ้งหรีดเพื่อการเกษตรได้
2. สามารถเพาะเลี้ยงจิ้งหรีดให้มีประสิทธิภาพที่ดีขึ้นได้
3. ได้รับความรู้ในการเพาะเลี้ยงจิ้งหรีด

1.6 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ขั้นตอนการดำเนินงานที่ผู้จัดทำได้วางแผนไว้แบ่งออกเป็น 2 ช่วงใหญ่ๆ คือแผนการดำเนินงานในภาคเรียนที่1 และภาคเรียนที่2 ซึ่งได้แจกแจงรายละเอียดไว้ในตารางที่ 1.1 ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ระยะเวลาการดำเนินงาน									
	ภาคเรียนที่1				ภาคเรียนที่2					
	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.
1. ศึกษาการเพาะเลี้ยงจิ้งหรีด	↔	↔								
2. ศึกษาการควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น และความเข้มแสง		↔	↔							
3. ศึกษาการระบบการให้น้ำให้อาหาร			↔	↔						
4.ออกบ่อเลี้ยงและระบต่างๆ			↔	↔						
5. ศึกษาการใช้งานโมดูลกล้องในการจับภาพ					↔	↔				
6. ศึกษาการใช้งานESP8266 กับ Line						↔	↔			
7. บันทึกผลการเจริญเติบโต							↔	↔	↔	↔

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.7 โครงสร้างของปริญญานิพนธ์

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้อธิบายเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับโครงงานเครื่งเพาะเลี้ยงจิ้งหรีด แบ่งออกเป็น 5 บท แต่ละบทจะประกอบไปด้วยเนื้อหาดังต่อไปนี้

บทที่ 1 บทนำ ในบทนี้จะกล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ ขอบเขตของการทำโครงงาน ประโยชน์หรือผลที่คาดว่าจะได้รับของเครื่องเพราะเลี้ยงจิ้งหรีด ขั้นตอนการดำเนินงาน และโครงสร้างของปริญญานิพนธ์

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเนื้อหา ในบทนี้จะกล่าวถึงข้อมูลที่นำมาพิจารณาและศึกษาในส่วนต่างๆ เพื่อใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงในการจัดทำเครื่องเพราะเลี้ยงจิ้งหรีด ซึ่งประกอบไปด้วย ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับจิ้งหรีด อีเอสพี8266 โมดูลนาฬิกาดีเอส3231 จอแสดงผลแอลซีดี โมดูลวัดอุณหภูมิและความชื้นดีเอชที22 ไฟเส้นแอลอีดี 12 โวลต์ แหล่งจ่ายไฟสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย เซ็นเซอร์วัดระดับน้ำ รีเลย์มอเตอร์กระแสไฟตรง 12 โวลต์ พัดลมระบายอากาศ ปั๊มน้ำ พีซีเอฟ 8574 ไอแสควซีบัส อีเอสพี32 แคม ฮีตเตอร์ ไลน์แจ้งเตือน แป้นปุ่มกด 4x4 และเซ็นเซอร์วัดความเข้มแสง เครื่องพ่นหมอกอัลตร้าโซนิค

บทที่ 3 การออกแบบ ในบทนี้จะกล่าวถึงการออกแบบระบบการทำงานของเครื่องเพาะเลี้ยงจิ้งหรีด ประกอบด้วยบล็อกไดอะแกรมการทำงาน แผนผังการทำงานของระบบการทำงานรของเครื่องเพราะเลี้ยงจิ้งหรีด การเชื่อมต่อของไมโครคอนโทรลเลอร์ และ การออกแบบโครงสร้าง

บทที่ 4 ผลการทดลอง ในบทนี้จะกล่าวถึงการทดลองการทำงานของโปรแกรมและผลการทดลอง โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 9 ส่วน ดังนี้ การทดลองการทดสอบความแม่นยำของเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ การทดลองการทดสอบความแม่นยำของเซนเซอร์วัดความชื้น การทดลองการทดสอบการควบคุมอุณหภูมิ การทดลองการทดสอบการควบคุมความชื้น การทดลองการทดสอบการให้อาหาร การทดลองการทดสอบการให้น้ำ การทดลองการทดสอบการควบคุมแสง การทดลองการทดสอบการแจ้งเตือนผ่านไลน์ และการทดลองบันทึกการเจริญเติบโตของจิ้งหรีด

บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ ในบทนี้เป็นการสรุปผลการทดลอง ปัญหาและอุปสรรคในการทำงาน และข้อเสนอแนะต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

เนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึงอุปกรณ์ต่างๆ ที่นำข้อมูลมาพิจารณาและศึกษาในส่วนต่างๆ เพื่อใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงในการทำโครงงานเครื่องเพาะเลี้ยงจิ้งหรีด ซึ่งประกอบด้วย ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับจิ้งหรีด อีเอสพี8266 โมดูลนาฬิกาดีเอส3231 จอแสดงผลแอลซีดี โมดูลวัดอุณหภูมิและความชื้นดีเอชที22 ไฟเส้นแอลอีดี 12 โวลต์ แหล่งจ่ายไฟสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย เซ็นเซอร์วัดระดับน้ำ รีเลย์ มอเตอร์กระแสไฟตรง 12 โวลต์ พัดลมระบายอากาศ ปั๊มน้ำ พีซีเอฟ 8574 ไอแสควซีบัส อีเอสพี32 แคม ฮีตเตอร์ ไลน์แจ้งเตือน แป้นปุ่มกด 4x4 เซ็นเซอร์วัดความเข้มแสง และเครื่องพ่นหมอกอัลตร้าโซนิค โดยมีรายละเอียดต่างๆ ดังนี้

2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับจิ้งหรีด

2.1.1 ลักษณะทั่วไปของจิ้งหรีด

จิ้งหรีด (Cricket) [2] ถือเป็นแมลงที่มีขนาดลำตัวปานกลางเมื่อเทียบกับแมลงโดยทั่วไป มีปีก 2 คู่ คู่หน้าเนื้อปีกหนากว่าคู่หลัง ปีกเมื่อพับจะหักเป็นมุมที่ด้านข้างของลำตัว ปีกคู่หลังบางพับได้แบบพัดสอดเข้าไปอยู่ใต้ปีกคู่หน้า ปากเป็นชนิดกัดกิน หัวกับอกมีขนาดกว้างไล่เลี่ยกัน ขาคู่หลังใหญ่และแข็งแรงใช้สำหรับตัวผู้ ตัวผู้มีอวัยวะพิเศษสำหรับทำเสียงเป็นฟันเล็ก ๆ อยู่ตามเส้นปีกบริเวณกลางปีก ใช้กรีดกับแผ่นทำเสียงที่อยู่บริเวณท้องปีกของปีกอีกข้างหนึ่ง อันเป็นเอกลักษณ์เฉพาะที่เป็นที่รู้จักกันดีของจิ้งหรีด ขณะที่ตัวเมียจะไม่สามารถทำเสียงดังนั้นได้ และจะมีอวัยวะสำหรับใช้วางไข่เป็นท่อยาว ๆ บริเวณก้นคล้ายเข็ม เห็นได้ชัดเจน

จิ้งหรีดถือเป็นแมลงที่เป็นศัตรูพืชอย่างหนึ่ง แต่ก็มีความเกี่ยวพันธ์กับมนุษย์ในแง่ของเลี้ยงเป็นสัตว์เลี้ยงมาอย่างยาวนาน ในหลายวัฒนธรรม ในหลายประเทศ มีการเลี้ยงจิ้งหรีดเพื่อฟังเสียงร้องและเลี้ยงไว้สำหรับการกัดกัน โดยถือว่าเป็นแมลงจำพวกหนึ่งที่สามารถนำมาต่อสู้กันได้อย่างด้วงกว่าง อีกทั้งยังปรากฏในนิทานอีสปในเรื่อง มดกับจิ้งหรีด เป็นต้น นอกจากนี้แล้ว ในปัจจุบัน ยังนิยมใช้เพื่อการบริโภคเป็นอาหาร เนื่องจากมีคุณค่าทางโภชนาการสูง (โปรตีน 12.9% ไขมัน 5.5% แคลเซียม 758 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และธาตุเหล็ก 95 มิลลิกรัม/กิโลกรัม) จิ้งหรีดจึงจัดเป็นอาหารโปรตีนทางเลือกสำหรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มนุษย์ อาหารสัตว์ หรือวัตถุดิบอาหารสัตว์ได้ และใช้เป็นอาหารสัตว์ จึงมีการส่งเสริมให้เลี้ยงจิ้งหรีดในฐานะเป็นสัตว์เศรษฐกิจ

2.1.2 ชนิดของจิ้งหรีด

สำหรับในประเทศไทย พบจิ้งหรีดได้ทั่วทุกภูมิภาค จิ้งหรีดที่พบในประเทศไทยได้อย่างแพร่หลายมี 4 ชนิด ได้แก่

1. จิ้งหรีดทองดำ (Gryllus bimaculatus) [8] เป็นจิ้งหรีดที่ขนาดกลาง รูปร่างสั้น หัวกลม หนวดยาว ลำตัวกว้างประมาณ 0.7 เซนติเมตร ยาว 3เซนติเมตร ลำตัวสีดำ ขาดำ มีจุดสีเหลืองบริเวณโคน ปีก 2 จุด เหมาะที่จะเป็นอาหารสัตว์เนื่องจากสีดำเมื่อปรุงอาหารจะดำไม่น่ารับประทาน ดังแสดงในรูปที่ 2.1

รูปที่ 2.1 จิ้งหรีดทองดำ

(ที่มา https://pvlo-phs.dld.go.th/manu/cricket.pdf)

2. จิ้งหรีดทองแดง (Gryllus testaceus Walker) เป็นจิ้งหรีดที่มีขนาดกลาง มีขนาดเท่ากับพันธุ์ทองดำขนาดลำตัวยาวอยู่ที่ 0.25 - 0.35 เซนติเมตร ลักษณะเด่นหัว ลำตัว ขาจะมีสีน้ำตาลเข้ม หรือ สีน้ำตาลเหลืองทอง เหมาะที่จะนำมาเป็นอาหารของคน เมื่อทอดจะมีสีเหลืองทองน่ารับประทาน ดังแสดงในรูปที่ 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.2 จิ้งหรีดทองแดง
(ที่มา https://pvlo-phs.dld.go.th/manu/cricket.pdf)

3. จิ้งหรีดทองแดงลาย จิ้งหรีดขาว จิ้งหรีดบ้าน แมงสะดิ้ง จิ้งหรีดผีหรือ แอ้ด (Acheta domesticus (Linnaeus)) เป็นจิ้งหรีดที่มีขนาดเล็กที่สุด ลำตัวสีน้ำตาล ลักษณะคล้ายจิ้งหรีดทองแดง แต่ขนาดเล็กกว่า ตัวเมียมีปีกคู่หน้าสั้นครึ่งลำตัว ไม่ชอบบิน เคลื่อนไหวไม่เร็วเท่าจิ้งหรีดชนิดอื่น ลำตัวกว้างประมาณ 0.5 เซนติเมตรยาว 2.05 เซนติเมตร นิยมเพาะเลี้ยงเป็นอาหารของคนเช่นกัน แม้เป็นจิ้งหรีดที่มีขนาดเล็ก แต่ให้ไข่เยอะจึงมีความมันกว่าจิ้งหรีดชนิดอื่น ดังแสดงในรูปที่2.3

รูปที่ 2.3 จิ้งหรีดทองแดงลาย
(ที่มา https://pvlo-phs.dld.go.th/manu/cricket.pdf)

4. จิ้งโกร่ง หรือ จิโปม หรือ จี่โป่ง (Brachytrupes portentosus Lichtenstein) เป็นแมลงชนิดหนึ่งที่สามารถรับประทานได้ลักษณะคล้ายจิ้งหรีด มีขนาดใหญ่ อ้วน สีน้ำตาลลำตัวกว้างประมาณ 1 เซนติเมตร ยาว 3.5 – 4.5เซนติเมตร ชอบอยู่ในรู หนวดยาว หัวกลมใหญ่ ปากแบบกัดกินปีกมีลายเส้นเล็กน้อย นิยมเพาะเลี้ยงเป็นอาหารของคน เนื่องจากมีตัวขนาดใหญ่กว่าจิ้งหรีดรสชาติอร่อยน่ารับประทาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.4 จิ้งโกร่ง
(ที่มา https://pvlo-phs.dld.go.th/manu/cricket.pdf)

2.1.3 วงจรชีวิตของจิ้งหรีด

วงจรชีวิตของจิ้งหรีด [4] โดยภาพรวมจะประกอบด้วยจิ้งหรีดระยะไข่ ระยะตัวอ่อน ระยะตัวเต็มวัย ผสมพันธุ์ และวางไข่ มีอายุตลอดช่วงชีวิตอยู่ที่ประมาณ 90-120 วันโดยจิ้งหรีดแต่ละระยะจะมีรูปร่างที่แตกต่างกันไป

1. ระยะไข่

1) ไข่จิ้งหรีดมีสีเหลือง ยาวเรียวคล้ายเมล็ดข้าวสาร ความยาวประมาณ 3-5 มิลลิเมตร

2) สามารถวางไข่ได้ 600 –1,000 ฟอง โดยวางไข่เป็นรุ่นรุ่นละ 200 – 300 ฟอง แต่ละรุ่นห่างกันประมาณ 15 วัน

2.ระยะตัวอ่อน

1) หลังจากวางไข่3 สัปดาห์ ลูกจิ้งหรีดจะฟักออกจากไข่

2) ตัวอ่อน จะคล้ายมด ไม่มีปีก

3) ลอกคราบประมาณ 8 ครั้ง จึงจะเป็นตัวเต็มวัย

4) ตัวอ่อน เมื่อโตขึ้นเริ่มมีปีกเรียกว่า ระยะใส่เสื้อกั๊ก

3. ระยะตัวเต็มวัย เป็นระยะที่สามารถแยกเพศได้ชัดเจน คือ เพศผู้ ปีกคู่หน้าย่น มีหนามทำให้เกิดเสียงได้ โดยใช้ปีกคู่หน้าถูกัน ตัวจะเล็กกว่าเพศเมีย เพศเมีย ปีกคู่หน้าเรียบ มีอวัยวะวางไข่ยาวแหลมคล้ายเข็มยื่นออกมาจากส่วนท้อง

4. ระยะผสมพันธุ์ จิ้งหรีดผสมพันธุ์ หลังลอกคราบเป็นตัวเต็มวัย 3-4 วัน เพศผู้ จะขยับปีกคู่หน้าถูกันให้เกิดเสียง เพศเมีย จะขึ้นคร่อมหลังตัวผู้ระยะเวลาผสมพันธุ์ประมาณ10-15 นาที เมื่อหมดการวางไข่รุ่นสุดท้ายตัวเมียจะตาย

5. ระยะวางไข่จิ้งหรีด เพศเมียจะวางไข่ 3-4 วันหลังผสม และใช้อวัยวะวางไข่ที่ยาวแหลมคล้ายเข็มแทงลงในดินเพื่อวางไข่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4 สภาพแวดล้อม

การเลี้ยงจิ้งหรีดเพื่อให้ได้ผลผลิตหรือนำหนัก ที่ดีจำเป็นต้องมีสภาวะสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโดยมีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของจิ้งหรีดและการให้ผลผลิตดั้งนี้

1. ภูมิอากาศ อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงจิ้งหรีดนั้นจะอยู่ 25-30 องศาเซลเซียส ซึ้งจะทำให้จิ้งหรีดจะสามารถกินได้ วางไข่ได้ และสามารถเพิ่มประชากรได้อย่างเต็มที่ ซึ้งถ้าอุณหภูมินั้นต่ำเกินไปจิ้งหรีดจะไม่สามารถที่จะทำการผสมพันธุ์และวางไข่ได้

2. พื้นที่ พื้นที่สำหรับจิ้งหรีดนั้นจะต้องมีร่มเงา ไม่ตากแดด ตากฝน ซึ้งถ้ามีอากาศร้อนจนเกินไป หรือ มีฝนตกชุกจนเกินไป จิ้งหรีดนั้นจะไม่ผสมพันธุ์และวางไข่ได้

3. น้ำ น้ำสำหรับจิ้งหรีดนั้นจำเป็นต้องเป็นน้ำสะอาด ถ้าน้ำไม่สะอาด จะส่งผลทำให้เจิ้งหรีดนั้นเกิดโรคทางเดินอาหารได้ง่าย

4. ดิน สำหรับการวางไข่ของจิ้งหรีดนั้นควรที่จะเป็นดินร่วนปนทราย หรือแกลบ ซึ้งถ้าเป็นดินแข็ง จะทำให้จิ้งหรีดนั้นไม่สามารถที่จะแทงเข็มเพื่อวางไข่ในดินได้

2.1.5 อุปกรณ์ในการเลี้ยงจิ้งหรีด

อุปกรณ์ที่สำคัญสำหรับการเลี้ยงจิ้งหรีด [6] มีดังนี้

1. บ่อเลี้ยง สามารถใช้ได้หลากหลายรูปแบบ ตามความสะดวก และเหมาะสมของแต่ละพื้นที่ เช่น ถัง กะละมัง หากต้องการเลี้ยงรูปแบบมาตรฐาน ควรสร้างให้ทนทาน ทำความสะอาดง่าย แต่ละบ่อควรมีระยะห่าง อย่างน้อย 50 เซนติเมตร เช่น

1) บ่อบ่อซีเมนต์ มีหลากหลายขนาดขึ้นอยู่กับความสะดวกของผู้เลี้ยง และความเหมาะสมของพื้นที่ ขนาดที่นิยม กว้าง*ยาว*สูง คือ 1*3*0.6 เมตร (พื้นที่ 3 ตารางเมตร) หรือ 1.6*4*0.6 เมตร (พื้นที่ 6.4 ตารางเมตร) เทปูนที่ก้นบ่อ 1 นิ้ว

ข้อดี แข็งแรงทนทาน ใช้งานได้นาน ง่ายต่อการทำความสะอาด การให้น้ำให้อาหาร

ข้อเสีย ไม่สามารถเคลื่อนย้ายได้

2) บ่อแบบกล่อง ใช้ไม้อัด หรือกระเบื้องสมาร์ทบอร์ด ซึ้งนิยมขนาด1.2*2.4*0.6 เมตร (พื้นที่ 2.9 ตารางเมตร) และมีขาสูง 15-20 เซนติเมตร

ข้อดีมีความแข็งแรงทนทาน ใช้งานได้นาน ต้นทุนไม่สูงมาก ป้องกันมดได้ดี น้ำหนักเบา สามารถเคลื่อนย้ายไปในที่ต่างๆได้ตามต้องการ

ข้อเสีย ต้องคอยดูแลรักษามากกว่าบ่อปูนหมายเหตุทาจารบี น้ำมัน หรือลอยน้ำที่ขาบ่อ เพื่อป้องกันมดแมลงเข้าบ่อ

2. เทปกาว ขนาดกว้าง 2-3 นิ้ว ติดขอบบ่อ ป้องกันจิ้งหรีดไต่ออกนอกบ่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. มุ้งเขียว ปิดปากบ่อ เพื่อป้องกันจิ้งหรีดบินหนี และกันไม่ให้มีศัตรูเข้ามาทำลายจิ้งหรีด

4. ที่อยู่ของจิ้งหรีด ใช้เกาะมุดหลบภัยเวลาลอกคราบ นิยมใช้แผงไข่ที่ทำจากกระดาษ หญ้าแห้ง กาบมะพร้าว อย่างใดอย่างหนึ่ง จะใช้ประมาณ 50% ของพื้นที่ เนื่องจากความหนาแน่นของที่อยู่จิ้งหรีดส่งผลต่อการระบายอากาศภายในบ่อ

5. ภาชนะใส่น้ำ ใช้ภาชนะให้น้ำที่สะอาดเหมาะสมกับจำนวนและอายุของจิ้งหรีด ไม่ชำรุด และไม่ทำจากวัสดุที่เป็นอันตรายต่อจิ้งหรีด ภาชนะให้น้ำมีหลายรูปแบบ ดังนี้

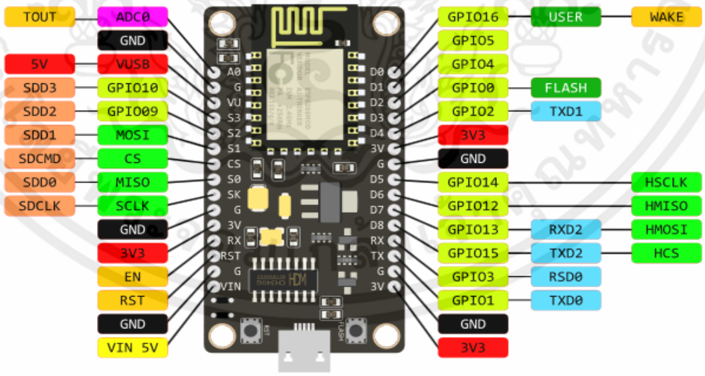
1) ท่อพีวีซี (PVC) กรีดเป็นร่องปิดหัว-ท้ายอุดด้วยผ้าเพื่อซับน้ำสำหรับจิ้งหรีดดูดกิน

2) ใช้ภาชนะให้น้ำสำหรับเลี้ยงไก่ ใช้ผ้าหรือฟองน้ำวางในถาด เพื่อป้องกันไม่ให้จิ้งหรีดจมน้ำตาย ควรทำความสะอาดผ้าทุกวัน ถาดน้ำควรลึกเพียง 1-1.5 เซนติเมตร

6. ภาชนะใส่อาหาร ภาชนะให้อาหารสามารถปรับใช้วัสดุใดก็ได้ ที่ขอบไม่ลึกมากประมาณ 1-1.5 เซนติเมตร สะอาด มีจำนวนเพียงพอต่อจิ้งหรีด เพื่อให้จิ้งหรีดสามารถเข้าถึงอาหารได้ง่าย

7. ภาชนะรองไข่ ภาชนะหรือวัสดุที่ใช้ให้จิ้งหรีดวางไข่ สามารถปรับใช้วัสดุใดก็ได้ที่มีความลึกมากกว่า 5 เซนติเมตร นิยมใช้ขันพลาสติกกลม เป็นภาชนะรองไข่ ขนาดขันเส้นผ่านศูนย์กลาง 16-20 เซนติเมตร

2.2 อีเอสพี8266



รูปที่ 2.5 อีเอสพี8266
(ที่มา: https://blog.thaieasyelec.com/)

จากรูปที่ 2.2 อีเอสพี8266 (ESP8266) [1] เป็นบเป็นชื่อของชิปไอซีบนบอร์ดของโมดูล ซึ่งไอซีอีเอสพี8266 ไม่มีพื้นที่โปรแกรม (flash memory) ในตัว ทำให้ต้องใช้ไอซีภายนอก (external flash

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

memory) ในการเก็บโปรแกรมที่ใช้การเชื่อมต่อผ่านโปรโตคอล SPI ซึ่งสาเหตุนี้เองทำให้โมดูล อีเอสพี 8266 มีพื้นที่โปรแกรมมากกว่า ไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์อื่นๆ อีเอสพี8266 ทำงานที่แรงดันไฟฟ้า 3.3V -3.6V การนำไปใช้งานร่วมกับเซ็นเซอร์อื่นๆที่ใช้แรงดัน 5V ต้องใช้วงจรแบ่งแรงดัน มาช่วยเพื่อไม่ให้โมดูลพังเสียหายกระแสที่โมดูลใช้งานสูงสุดคือ 200mA ความถี่คริสตอล 40MHz ทำให้เมื่อนำไปใช้งานอุปกรณ์ที่ทำงานรวดเร็วตามความถี่ เช่น จอแสดงผลแอลซีดี (LCD) ทำให้การแสดงผลข้อมูลรวดเร็วกว่าไมโครคอนโทรลเลอร์ยอดนิยมอย่าง อาดุยโน (Arduino)

2.2.1 ขาของอีเอสพี8266

ขาของอีเอสพี8266 แบ่งได้ดังนี้

1. VCC เป็นขาสำหรับจ่ายไปเข้าเพื่อใหโมดูลทำงานได้ซึ่งแรงดัน ที่ใช้งานได้คือ 3.3 - 3.6V
2. GND
3. Reset และ CH_PD (หรือ EN) เป็นขาที่ต้องต่อเข้ากับไฟบวก เพื่อให้โมดูลสามารถทำงานได้ทั้ง 2ขานี้ และสามารถนำมาใช้รีเซ็ตโมดูลได้เหมือนกันแตกต่างตรงที่ขา Reset สามารถลอยไว้ได้แต่ขา CH_PD (หรือ EN) จำเป็นต้องต่อเข้าไฟบวกเท่านั้น เมื่อขานี้ไม่ต่อเข้าไฟบวก จะทำให้โมดูลจะไม่ทำงานทันที
4. GPIO เป็นขาดิจิตอลอินพุต / เอาต์พุต ทำงานที่แรงดัน 3.3V
5. GPIO15 เป็นขาที่ต้องต่อลง GND เท่านั้น เพื่อให้โมดูลทำงานได้
6. GPIO0 เป็นขาสำหรับการเลือกโหมดทำงาน หากนำขานี้ลง GND จะเข้าโหมดโปรแกรม หากลอยไว้ หรือนำเข้าไฟบวก จะเข้าโหมดการทำงานปกติ
7. ADC เป็นขาอนาล็อกอินพุต รับแรงดันได้สูงสุดที่ 1V ขนาด 10 บิต การนำไปใช้งานกับแรงดัน ที่สูงกว่าต้องใช้วงจรแบ่งแรงดันเข้าช่วย

2.3 โมดูลนาฬิกาดีเอส3231

รูปที่ 2.6 โมดูลนาฬิกาดีเอส3231
(ที่มา: https://blog.thaieasyelec.com/)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.3 โมดูลดีเอส 3231 (DS3231) [10] เป็นโมดูนาฬิกาแบบเวลาจริง RTC(Real Time Clock) ที่มีความถูกต้องแม่นยำสูงเพราะข้างในมีวงจรวัดอุณหภูมิ เพื่อนำอุณหภูมิจากสภาพแวดล้อมมาคำนวนชดเชยความถี่ของ Crystal ที่ถูกรบกวนจากอุณหภูมิภายนอก มาพร้อมแบตเตอร์รี่ ใช้งานได้แม้ไม่มีแหล่งจ่ายไฟจากภายนอก สามารถตั้งค่า วัน เวลา ได้อย่างง่าย มีไลบารีมาพร้อมใช้งาน สามารถเลือกแสดงผลเวลาแบบ 24 ชั่วโมงหรือแบบ 12ชั่วโมงก็ได้นอกจากจะแสดงวันและเวลาได้อย่างแม่นยำแล้วโมดูลนี้ยังสามารถ แสดงอุณหภูมิภายนอกได้ เป็นเหมือนนาฬิกาดิจิตอลที่บอกอุณหภูมิได้ด้วย และโมดูนาฬิกาแบบเวลาจริง RTC เบอร์ต่าง ๆ จะมีคุณสมบัติต่างกัน แต่ล้วนมีการทำงานเหมือนกันคือนับความถี่จาก Crystal 32.768kHz มาผ่านวงจรนับสัญญาณหารลงไปเป็นสัญญาณนาฬิกา 1Hz คือ 1 ลูกคลื่นสัญญาณต่อวินาที(ยกเว้น DS3231 ที่นับจาก Crystal ในตัวชิปเลย ไม่ต้องอาศัย Crystal สัญญาณจากภายนอก ทำให้ได้เวลาที่เที่ยงตรงมากขึ้น) และส่วนมากจะมีการนับเวลาเป็นวินาที นาที ชั่วโมง วันที่ของเดือน เดือน วันของสัปดาห์ และปีพร้อมด้วยปีอธิกสุรทิน (Leap-year : คือปีที่เดือนกุมภาพันธ์มี 29 วัน) โมดูลนาฬิกาเวลาจริงที่นิยมอยู่ 3เบอร์ คือ ดีเอส 1307 (DS1307) ดีเอส 3231 ดีเอส 1302 (DS1302) ซึ่งจะมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันไปดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 คุณสมบัติที่แตกต่างกันของ ดีเอส 1307, ดีเอส 3231 และดีเอส 1302

คุณสมบัติ	**ดีเอส 1307**	**ดีเอส 3231**	**ดีเอส 1302**
การนับเวลา	วินาที, นาที, ชั่วโมง, วันที่, เดือน, วันในสัปดาห์ ปีอธิกสุรทิน (นับได้ถึงปี 2100)	วินาที, นาที, ชั่วโมง, วันที่, เดือน, วันในสัปดาห์ ปีอธิกสุรทิน (นับได้ถึงปี 2100)	วินาที, นาที, ชั่วโมง, วันที่, เดือน, วันในสัปดาห์ ปีอธิกสุรทิน (นับได้ถึงปี 2100)
ความคลาดเคลื่อน	ไม่เกิน 23PPM (23 วินาที/1,000,000 วินาที)	ไม่เกิน 2PPM (2 วินาที/1,000,000 วินาที)	ไม่เกิน 20PPM (20 วินาที/1,000,000 วินาที)
การวัดอุณหภูมิ	-	มีในตัว	-
การเชื่อมต่อ	I2C	I2C	3-wire interface

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 คุณสมบัติที่แตกต่างกันของ ดีเอส1307, ดีเอส3231 และดีเอส1302 (ต่อ)

คุณสมบัติ	ดีเอส1307	ดีเอส3231	ดีเอส1302
I2C Interface Speed	100kHz	100kHz (Standard Mode) 400kHz (Fast Mode)	-
แรงดันไฟเลี้ยง	4.5 - 5.5V	2.3 - 5.5V	2.0 - 5.5V
การกินกระแส	1.5mA (Active) 200uA (Standby)	300uA (Active) 170uA (Standby)	1.2mA (Active) 0.2uA (Standby)
Backup Battery	3V	3V	3V
อุณหภูมิในการทำงาน	0 - 70˚C	0 - 70˚C	0 - 70˚C

2.4 จอแสดงผลแอลซีดี

2.4.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับจอแสดงผลแอลซีดี

จอแสดงผลแอลซีดี (LCD) [9] ซึ่งคำว่า LCD ย่อมาจากคำว่า Liquid Crystal Display ซึ่งเป็นจอที่ทำมาจากผลึกคริสตอลเหลว หลักการคือ ด้านหลังจอจะมีไฟส่องสว่าง หรือที่เรียกว่า Backlight อยู่ เมื่อมีการปล่อยกระแสไฟฟ้าเข้าไปกระตุ้นที่ผลึก ก็จะทำให้ผลึกโปร่งแสง ทำให้แสงที่มาจากไฟ Backlight แสดงขึ้นมาบนหน้าจอ ส่วนอื่นที่โดนผลึกปิดกั้นไว้จะไม่สว่าง ผลึกมีสีที่แตกต่างกันตามสีของผลึกคริสตอล เช่นสีเขียว หรือ สีฟ้า ฯลฯ ทำให้เมื่อมองไปที่จอก็จะพบกับตัวหนังสือ แล้วพบกับพื้นหลังสีต่างๆกัน ซึ่งจอแสดงผลแอลซีดี แบ่งเป็น 2 แบบใหญ่ๆตามลักษณะการแสดงผลดังนี้

1. จอแสดงตัวอักษรแอลซีดี (Character LCD) เป็นจอที่แสดงผลเป็นตัวอักษรตามช่องแบบตายตัว เช่นจอแอลซีดี ขนาด 16x2 หมายถึงใน 1 แถวมีตัวอักษรใส่ได้ 16 ตัว และมีทั้งหมด 2 บรรทัดให้ใช้งาน ส่วน 20x4 จะหมายถึงใน 1 แถวมี ตัวอักษรใส่ได้ 20 ตัว และมีทั้งหมด 2 บรรทัด ดังแสดงในรูปที่ 2.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.7 จอแสดงผลแอลซีดี

(ที่มา: https://www.cybertice.com/product/434/2004-lcd-yellow-screen-20x4 /)

2. จอแสดงผลกราฟฟิกแอลซีดี (Graphic LCD) เป็นจอที่สามารถกำหนดได้ว่าจะให้แต่ละจุดบนหน้าจอกั้นแสง หรือปล่อยแสงออกไป ทำให้จอนี้สามารถสร้างรูปขึ้นมาบนหน้าจอได้ การระบุขนาดจะระบุในลักษณะของจำนวนจุด (Pixels) ในแต่ละแนว เช่น 128x64 หมายถึงจอที่มีจำนวนจุดตามแนวนอน 128 จุด และมีจุดตามแนวตั้ง 64 จุด ดังแสดงในรูปที่ 2.8

รูปที่ 2.8 จอแสดงผลกราฟฟิกแอลซีดี

(ที่มา: https://th.element14.com/mikroelektronika/mikroe-4/graphic-lcd-module-128-x-64/dp/)

2.4.2 โครงสร้างโดยทั่วไปของจอแสดงผลแอลซีดี

โครงสร้างของจอแสดงผลแอลซีดี ทั่วไปจะประกอบขึ้นด้วยแผ่นแก้ว 2 แผ่นประกบกันอยู่ โดยเว้นช่องว่างตรงกลางไว้ 6-10 ไมโครเมตร ผิวด้านในของแผ่นแก้วจะเคลือบด้วยตัวนำไฟฟ้าแบบใส เพื่อใช้แสดงตัวอักษร ตรงกลางระหว่าง ตัวนำไฟฟ้าแบบใสกับผลึกเหลว มีชั้นของสารที่ทำให้โมเลกุลของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

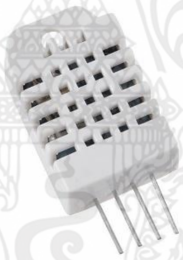
ผลึกรวมตัวกันในทิศทางที่แสงส่องมากระทบ เรียกว่า Alignment Layer และผลึกเหลวที่ใช้โดยทั่วไปจะเป็นแบบ Magnetic โดย จอแสดงผลแอลซีดี สามารถแสดงผลให้สามารถมองเห็นได้ทั้งหมด 3แบบด้วยกันคือ

1. แบบใช้การสะท้อนแสง (Reflective Mode) จอแสดงผลแอลซีดี แบบนี้ใช้สารประเภทโลหะเคลือบอยู่ที่แผ่นหลังของ แอลซีดี ซึ่งแอลซีดี ประเภทนี้เหมาะกับการนำมาใช้งานใน ที่ที่มีแสงสว่างเพียงพอ

2. แบบใช้การส่งผ่าน (Transitive Mode) จอแสดงผลแอลซีดี แบบนี้วางหลอดไฟไว้ด้านหลังจอ เพื่อทำให้การอ่านค่าที่แสดงผลทำได้ชัดเจน

3. แบบส่งผ่านและสะท้อน (Transflective Mode) จอแสดงผลแอลซีดี แบบนี้เป็นการนำเอาข้อดีของจอแสดงผล LCD ทั้ง 2 แบบมารวมกัน

2.5 โมดูลวัดอุณหภูมิและความชื้นดีเอชที22



รูปที่ 2.9 โมดูลวัดอุณหภูมิและความชื้นดีเอชที22
(ที่มา: https://www.allnewstep.com/product/825/dht22-am2302-module-original-asair-โมดูลวัดอุณหภูมิและความชื้น-temperature-and-humidity-sensor-modul)

จากรูปที่ 2.9 อุปกรณ์เซนเซอร์สำหรับวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ (Temperature & Relative Humidity Sensor) [11] เป็นอุปกรณ์ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานทางด้านระบบสมองกลฝังตัวได้หลากหลาย เช่นการวัดและ ควบคุมอุณหภูมิและความชื้น ระบบบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับอุณหภูมิและความชื้นในห้อง เป็นต้น อุปกรณ์ประเภทนี้ แตกต่างกันตามผู้ผลิต ราคา ความแม่นยำ ความละเอียดในการวัด การให้ค่าแบบดิจิทัลหรือแบบอนาล็อก เป็นต้น ซึ่งการใช้งานโมดูล ดีเอชที22 ให้ค่าเป็นแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดิจิทัล ใช้ขาสัญญาณดิจิทัลเพียงเส้นเดียว ในการเชื่อมต่อแบบบิตอนุกรมสองทิศทาง (Serial Data, Bi-Rirectional) โดยนำมาเชื่อมต่อกับ อาดุยโน เพื่ออ่าน ค่าจากเซนเซอร์ และคุณสมบัติดังนี้

1. ใช้แรงดันไฟเลี้ยงได้ในช่วง: 3.3V ถึง 5.5V DC (ดังนั้นจึงใช้ได้กับ 3.3V และ 5V)
2. วัดอุณหภูมิได้ในช่วง: -40 to 80 °C (±0.5 °C accuracy)
3. วัดความชื้นสัมพัทธ์ได้ในช่วง: 0 - 100 RH% (2 - 5% accuracy)
4. อัตราการวัดสูงสุด: 0.5Hz
5. คอนเนกเตอร์แบบ 4 ขา

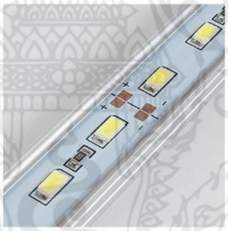
ขา 1 = ไฟเลี้ยง (VCC)

ขา 2 = ขาสัญญาณสำหรับรับ-ส่งข้อมูล SDA (Serial data, bidirectional)

ขา 3 = ไม่มีการเชื่อมต่อ N.C. (Not Connect)

ขา 4 = ขากราวด์ (GND)

2.6 ไฟเส้นแอลอีดี



LED 5730

รูปที่ 2.10 ไฟเส้นแอลอีดี

(ที่มา: https://www.analogread.com/)

จากรูปที่ 2.10 ไฟเส้นแอลอีดี (LED) [12] เป็นที่นิยมอย่างมากในปัจจุบัน เนื่องจากมีค่า IP หลากหลายให้เลือกใช้งานตั้ง IP20 ไปจนถึง IP68 โดยเฉพาะอย่างยิ่งในงานตกแต่งภายในและภายนอก การติดตั้งใต้น้ำก็เป็นที่นิยมมากไม่แพ้กัน ด้วยฟังก์ชั่นที่หลากหลายทั้งยังติดตั้งได้ง่าย รวมถึงสามารถหลบซ่อนสายตาจากผู้คนได้อย่างดีจึงเหมาะใช้เป็นไฟซ่อนใต้ฝ้า เพดาน ตามขอบประตู หน้าต่าง ซ่อนใต้ท้องรถหรือใช้ตกแต่งเฟอร์นิเจอร์ก็ได้เช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.1 ข้อดีของไฟเส้นแอลอีดี

ไฟชนิดนี้มีลักษณะเป็นเส้นยาวคล้ายริบบิ้น มันจึงมีชื่อเรียกว่า แอลอีดีริบบิ้น (LED Ribbon) ด้วยคุณสมบัติเฉพาะตัวสามารถบิดงอได้อย่างอิสระ(ตามองศาโค้งของแต่ละรุ่น) ติดตั้งได้ง่ายแม้ในพื้นที่แคบ ดัดโค้งปรับให้เข้ากับโครงสร้างพื้นที่ที่ต้องการติดตั้งได้ง่าย ให้แสงสว่างที่ต่อเนื่องไม่เกิดเงา ด้วยข้อดีทั้งหมดนี้ ปัจจุบันเราจึงเห็นไฟเส้น LED ในแทบทุกพื้นที่ โดยเฉพาะตามห้างสรรพสินค้าและสถานบริการต่าง ๆ

2.6.2 คุณสมบัติการป้องกันฝุ่นและน้ำของไฟเส้นแอลอีดี

IP20 เหมาะสำหรับใช้งานภายใน ไม่มีคุณสมบัติกันน้ำ สามารถเช็ดทำความสะอาดได้แต่ต้องปิดไฟระหว่างทำความสะอาด

IP65 สามารถโดนน้ำฝนได้ แต่แช่น้ำไว้ตลอดไม่ได้

IP67 / IP68 สามารถแช่น้ำได้ แต่ควรระวังบริเวณจุดเชื่อมต่อเพื่อไม่ให้น้ำเข้า

2.7 แหล่งจ่ายไฟสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย

รูปที่ 2.11 แหล่งจ่ายไฟสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย

(ที่มา: https://www.cybertice.com/product/560/switching-power-supply)

จากรูปที่ 2.11 แหล่งจ่ายไฟสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย (Switching Power Supply) [13] เป็นแหล่งจ่ายไฟตรงคงค่าแรงดันแบบหนึ่ง และสามารถเปลี่ยนแรงดันไฟจากไปสลับโวลต์สูง ให้เป็นแรงดันไฟตรงค่าต่ำ เพื่อใช้ในงานอิเล็คทรอนิกส์ได้เช่นเดียวกันแหล่งจ่ายไฟเชิงเส้น (Linear Power Supply) ถึงแม้เพาเวอร์ซัพพลายทั้งสองแบบจะต้องมีการใช้หม้อแปลงในการลดทอนแรงดันสูงให้เป็นแรงดันต่ำเช่นเดียวกัน แต่สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายจะต้องการใช้หม้อแปลงที่มีขนาดเล็ก และน้ำหนักน้อย เมื่อเทียบกับแหล่งจ่ายไฟเชิงเส้น อีกทั้งสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายยังมีประสิทธิภาพสูงกว่าอีกด้วย ในปัจจุบันสวิตชิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพาเวอร์ซัพพลายได้เข้ามามีบทบาทกับชีวิตประจำวันอย่างมาก เครื่องใช้อิเล็คทรอนิกส์ขนาดเล็กซึ่งต้องการแหล่งจ่ายไฟที่มีกำลังสูงแต่มีขนาดเล็ก เช่น เครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องโทรสาร และ โทรทัศน์ จำเป็นจะต้องใช้สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย แนวโน้มการนำสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายมาใช้ในเครื่องใช้อิเล็คทรอนิกส์ทุกประเภทจึงเป็นไปได้สูง การศึกษาหลักการทำงานและการออกแบบสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายจึงเป็นสิ่งจำเป็นที่ไม่อาจหลีกเลี่ยงได้สำหรับผู้ที่เกี่ยวข้องกับงานอิเล็คทรอนิกส์ทุกประเภท

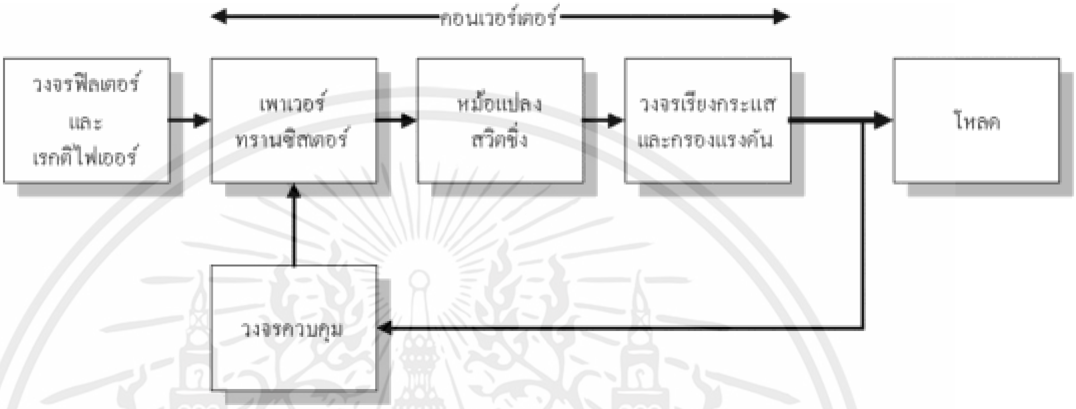
2.7.1 สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายกับแหล่งจ่ายไฟเชิงเส้น

ข้อได้เปรียบของสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายเมื่อเปรียบเทียบกับแหล่งจ่ายไฟเชิงเส้น คือ ประสิทธิภาพที่สูง ขนาดเล็ก และน้ำหนักเบากว่าแหล่งจ่ายไฟเชิงเส้น เนื่องจากแหล่งจ่ายไฟเชิงเส้นใช้หม้อแปลงความถี่ต่ำจึงมีขนาดใหญ่ และน้ำหนักมาก ขณะใช้งานจะมีแรงดันและกระแสผ่านตัวหม้อแปลงตลอดเวลา กำลังงานสูญเสียที่เกิดจากหม้อแปลงจึงมีค่าสูง การคงค่าแรงดันแหล่งจ่ายไฟเชิงเส้นส่วนมากจะใช้เพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ต่ออนุกรมที่เอาต์พุตเพื่อจ่ายกระแสและคงค่าแรงดัน กำลังงานสูญเลียในรูปความร้อนจะมีค่าสูงและต้องใช้แผ่นระบายความร้อนขนาดใหญ่ซึ่งกินเนื้อที่ เมื่อเพาเวอร์ซัพพลายต่องจ่ายกำลังงานสูงๆ จะทำให้มีขนาดใหญ่และมีน้ำหนักมาก ปกติแหล่งจ่ายไฟเชิงเส้นจะมีประสิทธิภาพประมาณ 30% หรืออาจทำได้สูงถึง 50% ในบางกรณี ซึ่งนับได้ว่าค่อนข้างต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายซึ่งมีประสิทธิภาพในช่วง 65%-80% สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายมีช่วงเวลาโคลสต์อัพประมาณ $20x10^{-3}$ ถึง $50x10^{-3}$ วินาที ในขณะที่แหล่งจ่ายไฟเชิงเส้นจะทำได้เพียงประมาณ $2x10^{-3}$ วินาที ซึ่งมีผลต่อการจัดหาแหล่งจ่ายไฟสำรองเพื่อป้องกันการหยุดทำงานของอุปกรณ์ที่ใช้กับเพาเวอร์ซัพพลายเมื่อเกิดการหยุดจ่ายแรงดันไฟสลับ รวมทั้งสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายสามารถทำงานได้ในช่วงแรงดันอินพุตค่อนข้างกว้างจึงยังคงสามารถทำงานได้เมือเกิดกรณีแรงดันไฟคกอีกด้วย อย่างไรก็ตาม สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายจะมีเสถียรภาพในการทำงานที่ต่ำกว่า และก่อให้เกิดสัญญาณรบกวนได้สูงเมื่อเปรียบเทียบกับแหล่งจ่ายไฟเชิงเส้น รวมทั้งสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายยังมีความซับซ้อนของวงจรมากกว่าและมีราคาสูง ที่กำลังงานต่ำๆ แหล่งจ่ายไฟเชิงเส้นจะประหยัดกว่าและให้ผลดีเท่าเทียมกัน ดังนั้นสวิคชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายจึงมักนิยมใช้กันในงานที่ต้องการกำลังงานตั้งแต่ 20 วัตต์ขึ้นไปเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.2 หลักการทำงานของสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย

สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายโดยทั่วไปมีองค์ประกอบพื้นฐานที่คล้ายคลึงกัน และไม่ซับซ้อนมากนัก ดังแสดงในรูปที่ 2.12 หัวใจสำคัญของสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายจะอยู่ที่คอนเวอร์เตอร์ เนื่องจากทำหน้าที่ทั้งลดทอนแรงดันและคงค่าแรงดันเอาต์พุตด้วย องค์ประกอบต่างๆ ทำงานตามลำดับดังนี้



รูปที่ 2.12 องค์ประกอบพื้นฐานของสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย

(ที่มา: https://www.cpe.ku.ac.th/~yuen/204471/power/switching_regulator/)

แรงดันไฟสลับค่าสูงจะผ่านเข้ามาทางวงจร RFI ฟิลเตอร์ เพื่อกรองสัญญาณรบกวนและแปลงเป็นไฟตรงค่าสูงด้วยวงจรเรกติไฟเออร์ เพาเวอร์ทรานซิสเตอร์จะทำงานเป็นเพาเวอร์คอนเวอร์เตอร์โดยการตัดต่อแรงดันเป็นช่วงๆ ที่ความถี่ประมาณ 20-200 KHz จากนั้นจะผ่านไปยังหม้อแปลงสวิตชิ่งเพื่อลดแรงดันลง เอาต์พุตของหม้อแปลงจะต่อกับวงจรเรียงกระแส และกรองแรงดันให้เรียบ การคงค่าแรงดันจะทำได้โดยการป้อนกลับคาแรงดันที่เอาต์พุตกลับมายังวงจรควบคุม เพื่อควบคุมให้เพาเวอร์ทรานซิสเตอร์นำกระแสมากขึ้นหรือน้อยลงตามการเปลี่ยนแปลงของแรงดันที่เอาต์พุต ซึ่งจะมีผลทำให้แรงดันเอาต์พุตคงที่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 เซ็นเซอร์วัดระดับน้ำ

รูปที่ 2.13 เซ็นเซอร์วัดระดับน้ำ

(ที่มา: https://www.cybertice.com/product/)

จากรูปที่ 2.13 เซ็นเซอร์วัดระดับน้ำ [14] เป็นโมดูลวัดความชื้นในอากาศและน้ำฝน โดยค่าที่ได้ออกมาเป็นความต้านทาน (ADC) เมื่ออยู่ในสภาพปกติหรือแม้จะมีความต้านทานสูง ในขณะที่มีความชื้นมากๆ หรือมีปริมาณน้ำฝนในปริมาณมาก ค่าความต้านทานที่ได้จะลดลง ซึ่งสามารถปรับค่าความไวในการตรวจจัดได้อีกด้วย และสามารถให้ เอาต์พุต (Output) ได้ทั้ง อนาล็อก และ ดิจิตอล

2.9 รีเลย์

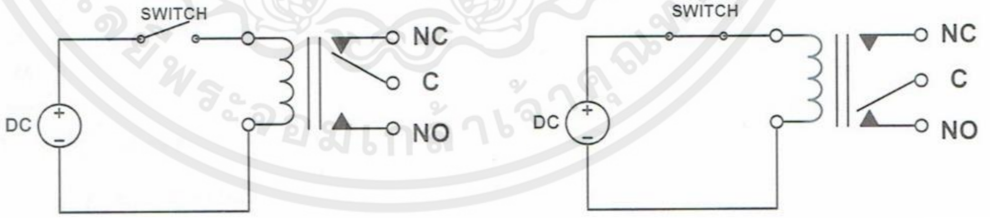
รีเลย์ (Relay) [15] คือสวิตช์ที่สามารถควบคุมการเปิด-ปิดโดยสนามแม่เหล็กไฟฟ้าชั่วคราว เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ชนิดหนึ่งที่นิยมใช้ในงานควบคุม การทำงานของรีเลย์จะอาศัยสนามแม่เหล็กที่ได้จากการจ่ายกระแสไฟฟ้าผ่านขดลวดที่พันบนแกนเหล็ก เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดของรีเลย์จะเกิดสนามไฟฟ้าสามารถควบคุมการเปิด-ปิดได้ตามต้องการ รีเลย์มีให้เลือกใช้ทั้งแบบไฟฟ้ากระแสตรง (DC) และไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) ภายในตัวรีเลย์จะประกอบไปด้วย 2 ส่วนหลักๆคือ ส่วนของขดลวดเหนี่ยวนำ และส่วนของหน้าสัมผัสต่างๆ ในรีเลย์แต่ละตัวอาจมีหน้าสัมผัสที่แตกต่างกัน และจำนวนของหน้าสัมผัสอาจมีหน้าสัมผัสที่แตกต่างกันไป ดังแสดงในรูปที่ 2.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.14 ลักษณะของอุปกรณ์รีเลย์
(ที่มา: https://www.mcucity.com/product/3v-24v-srd-5vdc-sl-c-srd-12vdc-sl-c-srd-24vdc-sl-c-power-relay)

2.9.1 การทำงานของรีเลย์

โครงสร้างภายในของรีเลย์จะประกอบด้วยขดลวดรีเลย์ ซึ่งเมื่อเราป้อนแรงดันและกระแสให้ขดลวดแล้ว ตัวขดลวดจะกลายเป็นแม่เหล็กไฟฟ้า โดยจะดูดหน้าสัมผัสซี (C : Common) และหน้าสัมผัสเอ็นโอ (NO : Normal Open) ที่เป็นเหล็กให้หน้าสัมผัสเชื่อมต่อกัน ซึ่งจะทำให้เกิดการนำกระแสที่ขาซี และขาเอ็นโอ แต่เมื่อเราหยุดป้อนแรงดันและกระแสแก่ขดลวด ตัวขดลวดจะหยุดกลายเป็นแม่เหล็กไฟฟ้า ทำให้หน้าสัมผัสซีและหน้าสัมผัสเอ็นโอไม่ถูกดูดให้ต่อกัน ทำให้หน้าสัมผัสซีถูกดึงกลับไปติดกับหน้าสัมผัสเอ็นซี (NC : Normal Close) ด้วยแรงสปริงที่ติดอยู่ทำให้เกิดการนำกระแสที่ขาซีและขาเอ็นซี ดังแสดงในรูปที่ 2.15



รูปที่ 2.15 การทำงานของรีเลย์ 1 หน้าสัมผัส
(ที่มา: https://misumitechnical.com/technical/electrical/relay-working-principles/)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.2 ชนิดของรีเลย์

สวิตช์ที่ใช้ในการควบคุมการเปิด-ปิดด้วยสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่เรียกว่ารีเลย์นั้นสามารถนำไปใช้งานได้หลากหลาย และก็มีมากมายหลายรูปแบบ แต่รีเลย์สามารถแบ่งออกได้เพียง 2 ชนิด คือ

1. รีเลย์ควบคุม (Control Relay) เป็นรีเลย์ขนาดเล็กที่ใช้ในงานไฟฟ้า หรืออิเล็กทรอนิกส์ทั่วไป มีกำลังไฟฟ้าต่ำ ใช้ในการควบคุมงานขนาดเล็ก รีเลย์ชนิดนี้ส่วนมากจะเรียกสั้นๆว่า “รีเลย์” รีเลย์ชนิดนี้ขดลวดเหนี่ยวนำต้องการไฟกระแสตรงหรือกระแสสลับที่มีค่าไม่สูงมากนัก

2. รีเลย์กำลัง (Power Relay) หรือมักเรียกกันว่า คอนแทกเตอร์ (Contactor) หรือแม็คเนติกคอนแทกเตอร์ (Magnetic Contactor) เป็นรีเลย์ที่มีขนาดใหญ่กว่ารีเลย์ธรรมดา จะใช้ในระบบควบคุมไฟฟ้ากำลัง รีเลย์ชนิดนี้ขดลวดเหนี่ยวนำจะต้องการไฟฟ้ากระแสตรงหรือกระแสสลับที่มีแรงดันค่อนข้างสูงและหน้าสัมผัสทนกระแสได้สูง

2.10 มอเตอร์กระแสไฟตรง

รูปที่ 2.16 มอเตอร์ไฟตรง

(ที่มา: https://www.allnewstep.com/)

จากรูปที่ 2.16 มอเตอร์ไฟตรง (DC motor) [16] เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล โดยเมื่อจ่ายไฟให้แก่มอเตอร์ จะทำให้แกนของมอเตอร์หมุน จึงสามารถนำการหมุนของแกนมอเตอร์ไปใช้ในการขับเคลื่อนวัตถุให้เกิดการเคลื่อนที่มอเตอร์ไฟตรงมีขนาดและพิกัดแรงดันให้เลือกใช้มากมาย ในบทความนี้จะเน้นไปที่มอเตอร์ขนาดเล็กที่ใช้แรงดันในย่าน +1.5 ถึง +12V ซึ่งมีการใช้งานในหุ่นยนต์หรือสิ่งประดิษฐ์ที่มีกลไกเคลื่อนไหว โดยปกติมอเตอร์ไฟตรงจะถูกสร้างขึ้นให้สามารถหมุนแกนด้วยความเร็วสูงมาก ตั้งแต่ 1,000 รอบขึ้นไป แต่แรงบิดที่ความเร็วรอบสูงมีน้อยมาก จนไม่สามารถนำไปขับกลไกเคลื่อนไหวได้ จึงต้องมีการทดจำนวนรอบด้วยการใช้เฟือง เพื่อให้เกิดแรงบิดมากขึ้น นั่นคือยิ่งมีอัตราทดสูงเท่าใด ความเร็วรอบของแกนมอเตอร์จะลดลง แต่จะมีแรงบิดมากขึ้น ดังนั้นการกำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตราทดที่เหมาะสมจะทำให้สามารถใช้งานมอเตอร์ไฟตรงเพื่อขับเคลื่อนกลไกเคลื่อนที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.11 พัดลมระบายอากาศ

รูปที่ 2.17 พัดลมระบายอากาศ

(ที่มา: http://www.tdcoolingfan.com/article/)

จากรูปที่ 2.17 พัดลมระบายความร้อน [17] เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับระบายความร้อนออกจากระบบหรืออุปกรณ์ เวลาอุปกรณ์หรือวงจรทำงานจะเกิดความร้อน ความร้อนนี้จะทำอุปกรณ์หรือวงจรเสื่อมเร็วขึ้นมีอายุการใช้งานสั้นลงกว่าปกติ พัดลมระบายความร้อนช่วยลดอุณหภูมิได้อย่างมาก พัดลมระบายความร้อนที่นิยมใช้กันมี 2 แบบ

1) แบบไฟตรง เช่น 5 โวลต์ 12 โวลต์ 24 โวลต์ 48 โวลต์

2) แบบไฟสลับ เช่น 100 โวลต์ 120 โวลต์ 220 โวลต์ 230 โวลต์ 380 โวลต์

2.12 ปั๊มน้ำ

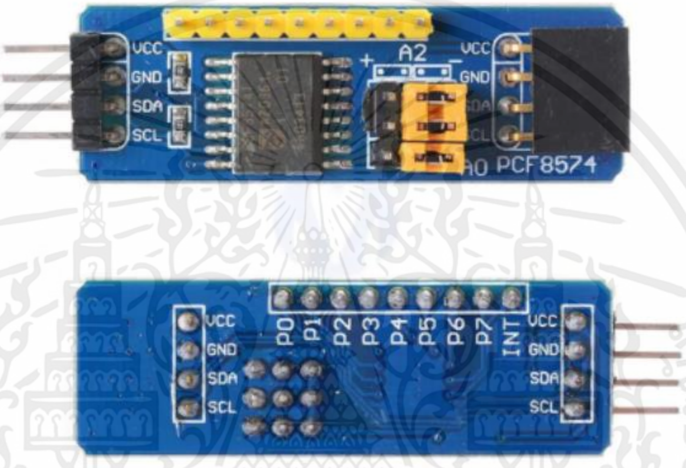
รูปที่ 2.18 ปั๊มน้ำ

(ที่มา: https://www.ab.in.th/product/65/)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.18 ปั๊มน้ำ [18] ปั๊มน้ำขนาดเล็ก สามารถใช้ไฟฟ้ากระแสตรง ป้อนไปยังปั๊มโดยใช้แรงดัน 2.5 โวลต์ – 6 โวลต์ สามารถใช้ร่วมกับแผงโซล่าเซลล์ ขนาด 0.5 วัตต์ ขึ้นไป ที่แรงดัน (2.5 โวลต์ – 6 โวลต์) โดยไม่ต้องใช้แบตเตอร์รี่ อัตราการไหลของน้ำ สามารถทำได้ 80 ลิตรต่อหนึ่งชั่วโมง สามารถทำความสูงได้ถึง 40 ซ.ม. – 110 ซ.ม. ทำงานต่อเนื่องได้ยาวนานสามารถทำงานใต้น้ำ

2.13 พีซีเอฟ 8574



รูปที่ 2.19 พีซีเอฟ 8574

(ที่มา: https://www.hwlibre.com/th/pcf8574/)

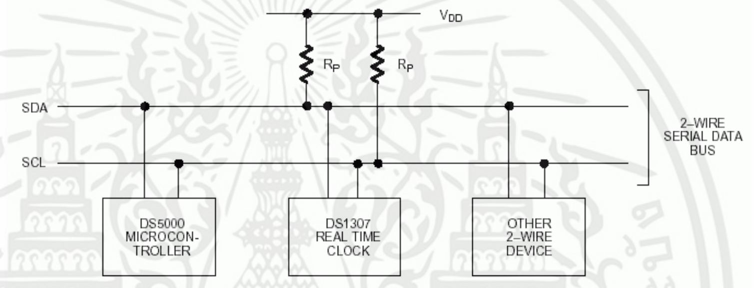
จากรูปที่ 2.19 พีซีเอฟ8574 [19] เป็นไฟล์ I2C บัสอินพุตและเอาต์พุตดิจิตอล (I / O) ตัวขยายสามารถผลิตโดยผู้ผลิตหลายรายนอกเหนือจากการมีจำหน่ายใน IC และโมดูล ไม่ว่าในกรณีใดการเชื่อมต่อกับบอร์ด Arduino ของคุณนั้นเป็นประโยชน์อย่างมากและมีความสามารถในการควบคุมอุปกรณ์มากกว่าที่เมนบอร์ดอนุญาติ พีซีเอฟ8574 พินเอาต์ เป็นเรื่องง่ายเนื่องจากมีเพียง 8 pines กึ่งทิศทาง (P0-P7 ที่ชิปที่จะสื่อสารเชื่อมต่ออยู่) และในทางกลับกันคุณมี SDA และ SCL ที่คุณต้องเชื่อมต่อกับบอร์ด Arduino รวมถึง VCC และ GND เพื่อจ่ายไฟให้กับโมดูลด้วย และอย่าลืมพินแอดเดรส 0 พิน A1, A2, AXNUMX เพื่อเลือกว่าต้องการให้การสื่อสารไปยังอุปกรณ์ใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.14 ไอแสควซีบัส

ไอแสควซีบัส (I2C BUS) [20] ชื่อเต็มคือ Inter Integrate Circuit Bus หรือนิยมเรียกสั้นๆว่า I2C BUS เป็นการสื่อสารอนุกรม แบบซิงโครนัส (Synchronous) เพื่อใช้ ติดต่อสื่อสาร ระหว่าง ไมโครคอนโทรลเลอร์ (MCU) กับอุปกรณ์ภายนอก ซึ่งถูกพัฒนาขึ้นโดยบริษัท Philips Semiconductors โดยใช้สายสัญญาณเพียง 2 เส้นเท่านั้น คือ serial data (SDA) และสาย serial clock (SCL) ซึ่งสามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์ จำนวนหลายๆ ตัว เข้าด้วยกันได้ ทำให้ MCU ใช้พอร์ตเพียง 2 พอร์ตเท่านั้น

2.14.1 การเชื่อมต่อแบบไอแสควซีบัส

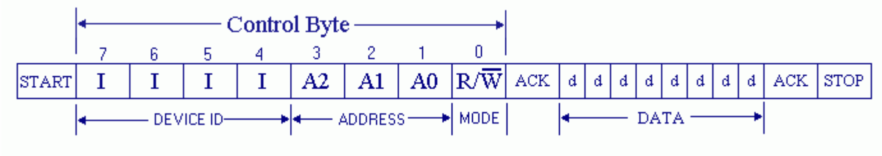


รูปที่ 2.20 ลักษณะการการเชื่อมต่ออุปกรณ์แบบไอแสควซีบัส

(ที่มา: http://www.thaimicrotron.com/CCS-628/Referrence/I2CBUS.htm)

จากรูปที่ 2.20 ไอแสควซีบัสใช้สายสัญญาณ 2 เส้น คือ SCL ,SDA สำหรับติดกับอุปกร์แบบ 2 ทิศทาง โดยที่ขาสัญญาณทั้ง 2 จะต้องต่อกับตัวต้านทานแบบ pull up 2-10K เนื่องจากเอาต์พุตมีลักษณะเป็น แบบ Open Darin หรือเป็นแบบ Open Collector เพื่อให้เอาต์พุตเชื่อมต่อกันได้หลายตัว

2.14.2 การเขียน-อ่านข้อมูลกับอุปกรณ์แบบไอแสควซีบัส



รูปที่ 2.21 รูปแบบการเขียน/อ่านข้อมูลแบบไอแสควซีบัส

(ที่มา: http://www.thaimicrotron.com/CCS-628/Referrence/I2CBUS.htm)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.21 การรับ-ส่งข้อมูลแบบไอแสควซีบัส MCU จะเริ่มต้นการส่งข้อมูลด้วยการ

1. ส่งสถานะเริ่มต้น (START Conditions) เพื่อแสดงการขอใช้บัส

2. แล้วตามด้วย รหัสควบคุม (Control Byte) ซึ่งประกอบ ด้วยรหัส ประจำตัวอุปกรณ์ Device ID ,Device Address ,และ Mode ในการเขียนหรืออ่านข้อมูล

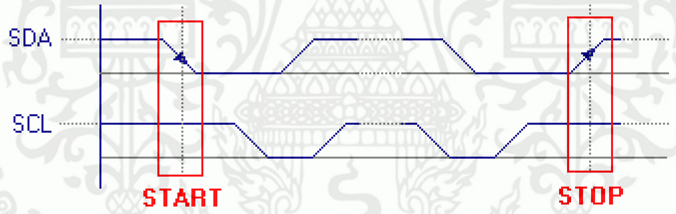
3. เมื่ออุปกรณ์ รับทราบว่า MCU ต้องการ จะติดต่อด้วยก็ต้องส่งสถานะรับรู้ (Acknowledge) หรือแจ้งให้ MCU รับรู้ว่าข้อมูลที่ได้ส่งมามีความถูกต้อง

4. และเมื่อสิ้นสุดการส่งข้อมูล MCU จะต้องส่ง สถานะสิ้นสุด (STOP Conditions) เพื่อบอกกับอุปกรณ์ว่า สิ้นสุดการใช้บัส

2.14.3 สถานะบัสว่าง

สถานะบัสว่าง คือ เมื่อไอแสควซีบัสนั้นไม่ได้ถูกใช้งาน จะทำให้ขาสัญญาณของ SCL และ SDA นั้นจะจะมีสถานะเป็น 1 ทั้งคู่

2.14.4 การกำหนดสถานะเริ่มต้นและสถานะสิ้นสุดของไอแสควซีบัส



รูปที่ 2.22 การกำหนดสถานะเริ่มต้นและสถานะสิ้นสุดของไอแสควซีบัส

(ที่มา: http://www.thaimicrotron.com/CCS-628/Referrence/I2CBUS.htm)

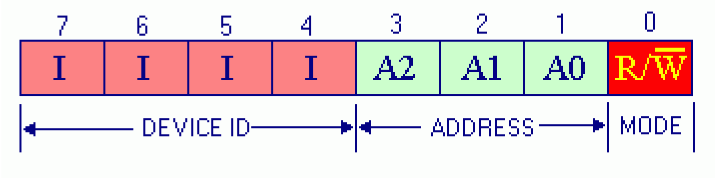
จากรูปที่ 2.22 ลักษณะการกำหนดสถานะเริ่มต้นและสถานะสิ้นสุดของไอแสควซีบัส

1. เมื่อต้องการส่งข้อมูล MCU จะต้องส่งสถานะเริ่มต้น (START Conditions) คือให้ SDA เปลี่ยนจาก 1 มาเป็น 0 ในขณะที่ SCL มีค่าเป็น 1

2. เมื่อสิ้นสุดการการใช้บัส MCU จะต้องส่งสถานะสิ้นสุด (STOP Conditions) คือให้ SDA เปลี่ยนจาก 0 มาเป็น 1ในขณะที่ SCL มีค่าเป็น 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.14.5 รหัสควบคุมของไอแสควซีบัส



รูปที่ 2.23 รหัสควบคุมของไอแสควซีบัส

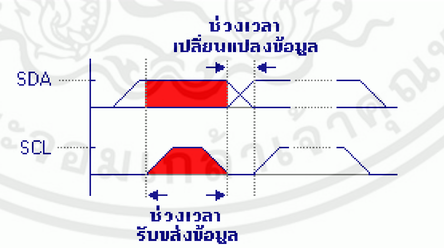
(ที่มา: http://www.thaimicrotron.com/CCS-628/Referrence/I2CBUS.htm)

จากรูปที่ 2.23 รหัสควบคุมของไอแสควซีบัส ประกอบด้วยรหัสประจำตัวของอุปกรณ์ (Device ID) ประกอบด้วยบิต 1-7 และบิต 0 เป็นบิตควบคุมการเขียนอ่าน

1. รหัสประจำตัวของอุปกรณ์ ประกอบด้วยรหัสประจำตัวจากผู้ผลิต (Product ID) 4 บิต (บิต 4-7) ที่เปลี่ยนแปลงแก้ไขไม่ได้ และ ที่อยู่อุปกรณ์ (Device Address) 3 บิต (บิต 1-3) ซึ่งผู้ใช้สามารถ กำหนด เองได้ รวมแล้วเป็นรหัส 7 บิต ใช้ระบุตัวอุปกรณ์ ที่ต่ออยู่บนบัส จะมีค่าซ้ำกันไม่ได้

2. บิตควบคุมการเขียนอ่าน (Mode) บิต 0 เมื่อ MCU ต้องการเขียนข้อมูลไปยังอุปกรณ์ ก็กำหนดให้บิตนี้เป็น 0 และเมื่อต้องการ อ่านข้อมูล จากอุปกรณ์ ก็กำหนดให้บิตนี้เป็น 1

2.14.6 ช่วงเวลารับส่งบิตข้อมูลของไอแสควซีบัส



รูปที่ 2.24 ช่วงเวลารับส่งบิตข้อมูลของไอแสควซีบัส

(ที่มา: http://www.thaimicrotron.com/CCS-628/Referrence/I2CBUS.htm)

จากรูปที่ 2.24 คือช่วงเวลารับส่งบิตข้อมูลของไอแสควซีบัสมีขั้นตอนการทำงานดังนี้

1. สะภาวะการรับ-ส่งข้อมูล จะกระทำในขณะที่ขา SCL มีค่าสถานะเป็น 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. สะภาวะการเปลี่ยนแปลงข้อมูล จะกระทำในขณะที่ขา SCL มีค่าสถานะเป็น 0

2.15 อีเอสพี32 แคม

รูปที่ 2.25 อีเอสพี32 แคม

(ที่มา: https://www.hwlibre.com/th/esp32-cam/)

จากรูปที่ 2.25 อีเอสพี32 แคม [21] เป็นโมดูลที่สามารถใช้กับโครงการต่างๆมากมายและกับอาดุยโน่ เป็นโมดูลที่สมบูรณ์พร้อมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ในตัวซึ่งสามารถทำให้ทำงานได้อย่างอิสระนอกเหนือจากการเชื่อมต่อ ไวไฟ (WiFi) + บลูทูธ (Bluetooth) แล้วโมดูลนี้ยังมีกล้องวิดีโอในตัวและช่องเสียบ microSD สำหรับจัดเก็บข้อมูล

2.15.1 ลักษณะทางเทคนิคของอีเอสพี32 แคม

โมดูลอีเอสพี32 แคม มีลักษณะทางเทคนิค ดังนี้

1. การเชื่อมต่อ : ไวไฟ 802.11 b / g / n + บลูทูธ 4.2 พร้อม BLE รองรับการอัพโหลดภาพผ่านไวไฟ

2. สัมพันธ์: UART, เอสพีไอ, ไอแสควซี และ PWM. มีหมุด GPIO 9 ตัว

3. ความถี่สัญญาณนาฬิกา: สูงสุด 160 เมกกะเฮิรตซ์

4. กำลังประมวลผลไมโครคอนโทรลเลอร์: สูงสุด 600 DMIPS

5. หน่วยความจำ: 520 KB ของ SRAM + 4MB ของช่องเสียบการ์ด PSRAM + SD

6. บริการเสริม: มีโหมดสลีปหลายโหมดอัพเกรดเฟิร์มแวร์ได้โดย OTA และ LED สำหรับใช้หน่วยความจำแฟลชในตัว

7. กล้อง: รองรับกล้อง โอวี2640 (OV2640)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.16 ฮีตเตอร์

ฮีตเตอร์ [23] คือ อุปกรณ์ที่ทำให้เกิดความร้อน หรือ เครื่องกำเนิดความร้อน เพื่อผลิตหรือแปรรูปสินค้าในกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรม หรือในงานเกษตรกรรม เช่น ฮีตเตอร์ ใช้เพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้นในกระบวนการผลิตอาหาร,การฉีดขึ้นรูปพลาสติก,การซีลซองเพื่อห่อขนม,ห้องอบสี,งานบรรจุหีบห่อ,งานอบเซรามิกส์,อบอาหารและยา,อบเมล็ดพันธุ์พืช และ งานต้มน้ำ ต้มสารเคมี เป็นต้น

2.16.1 การถ่ายเทความร้อนของฮีตเตอร์

การถ่ายเทความร้อนของฮีตเตอร์ไปวัตถุเป้าหมายมี 3วิธี ดังนี้

1. การนำความร้อน (Thermal Conduction) เช่น ความร้อนเดินทางจากฮีตเตอร์แท่งที่ใส่ในรูของแผ่นโลหะหนา ไปยังแม่พิมพ์โลหะที่ติดอยู่บนแผ่นโลหะโดยโมเลกุล หรือ อณูของแผ่นโลหะ และ แม่พิมพ์ที่ไม่มีการเคลื่อนที่ ความร้อนจะเคลื่อนผ่านโมเลกุลของโลหะที่สัมผัสกัน ความร้อนจะถูกส่งผ่านกันไปทีละโมเลกุลจนถึงแม่พิมพ์ ซึ่งจะส่งผ่านความร้อนไปให้พลาสติกในแม่พิมพ์ให้หลอมเหลวอยู่ในที่ว่างในแม่พิมพ์นั้น ตัวกลางที่ใช้ในการส่งผ่านความร้อน คือ โลหะ ฮีตเตอร์ที่อาศัยวิธีการนำความร้อน ได้แก่ ฮีตเตอร์แผ่น,ฮีตเตอร์รัดท่อ และฮีตเตอร์คาร์ทริดจ์ ลักษณะของงานที่ใช้หลักการนำความร้อน ได้แก่ ฮีตเตอร์รัดท่อในเครื่องฉีดพลาสติก คาร์ทริดจ์ฮีตเตอร์ในเครื่องพิมพ์ด้วยความร้อน เป็นต้น

2. การพาความร้อน (Thermal Convection) คือ โมเลกุลของตัวกลางที่ใช้ในการพาความร้อน เมื่ออากาศได้รับความร้อนจากฮีตเตอร์แล้วตัวโมเลกุลที่ร้อนจะถูกพัดลมเป่าให้เคลื่อนที่ไปยังวัตถุที่ต้องการให้เกิดความร้อน จึงทำให้เกิดการถ่ายเทความร้อนของลมร้อนไปยังวัตถุ ฮีตเตอร์ที่อาศัยวิธีการพาความร้อน หรือ การถ่ายเทความร้อน ได้แก่ ฮีตเตอร์ครีบ,ฮีตเตอร์ลอยอากาศตัวไอ-ยู ลักษณะของงานที่ใช้หลักการพาความร้อน ได้แก่ เตาอบด้วยลมร้อนจากฮีตเตอร์ครีบ ระบบไล่ความชื้นของ AHU ด้วยฮีตเตอร์ครีบ เป็นต้น

3. การแผ่รังสีความร้อน (Thermal Radiation) คือ การถ่ายเทความร้อนโดยตรงไม่ต้องผ่านตัวกลางใดๆ เป็นการให้ความร้อนโดยการแผ่รังสีในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เมื่อคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากระทบกับพื้นผิวของวัตถุ พลังงานส่วนหนึ่งจะถูกดูดซับและกลายเป็นพลังงานความร้อนในวัตถุ โดยหลักการนี้จะมีประสิทธิภาพมากเมื่อนำไปประยุกต์ใช้กับวัตถุที่มีโครงสร้างโมเลกุลขนาดใหญ่และลักษณะของพื้นผิวของวัตถุที่สามารถดูดกลืนความร้อนได้ดี ฮีตเตอร์ที่อาศัยวิธีการแผ่รังสี ได้แก่ ฮีตเตอร์อินฟราเรดแบบต่างๆ ลักษณะของงานที่ใช้หลักการแผ่รังสีความร้อน ได้แก่ เตาอบชิ้นงานที่ผ่านการพ่น,เคลือบ,ชุบ ด้วยฮีตเตอร์ Infrared เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.16.2 พลังงานไฟฟ้าที่จ่ายผ่านสายไฟฟ้าเข้าตัวฮีตเตอร์

ฮีตเตอร์สร้างความร้อนโดยจ่ายไฟฟ้า(Volt) เข้าไปยังลวดความต้านทาน(Resistant Wire) ที่มีส่วนผสมของโลหะนิคเกิล(Ni) และโครเมี่ยม(Cr) บางคนเรียกลวดความต้านทานว่า ลวดความร้อน หรือ ลวดฮีตเตอร์ เมื่อจ่ายไฟฟ้าให้ลวดฮีตเตอร์เส้นหนึ่งที่ปลายของลวดทั้ง 2 ข้าง ลวดจะร้อนแดงขึ้น และให้ความร้อนออกมาจากลวดทั้งเส้น ดังสมการที่ (2.1)

$$W = \frac{V^2}{R} \tag{2.1}$$

W คือ หน่วยของพลังงานไฟฟ้า หรือพลังงานคาวมร้อน

V คือ ความต่างศักย์ไฟฟ้าที่ปลายลวดทั้ง2ข้าง

R คือ ความต้านทานขดลวดทั้งเส้น

2.16.3 ประเภทของฮีตเตอร์

ประเภทของฮีตเตอร์สามารถแบ่ง ตามลักษณะทางกายภาพ และลักษณะการใช้งานหรือประโยชน์การใช้สอยของตัวฮีตเตอร์เอง โดยสามารถแบ่งได้เป็น 15 แบบ ดังต่อไปนี้

1.ฮีตเตอร์ต้มน้ำยาเคมี

รูปที่ 2.26 ฮีตเตอร์ต้มน้ำยาเคมี

(ที่มา: http://www.ฮีต-เตอร์.com/สาระความรู้-ฮีทเตอร์/ฮีตเตอร์มีกี่ประเภท-มีฮีตเตอร์อะไรบ้าง.html)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.26 ฮีตเตอร์ต้มน้ำยาเคมีใช้สำหรับอุ่นหรือต้มของเหลวได้เกือบทุกประเภทที่ไม่ทำปฏิกิยากับสแตนเลส 316 (SUS 316) เช่นน้ำ หรือ น้ำมัน และยังใช้อุ่น หรือ ต้ม ของเหลวที่เหนียวข้นได้หลากหลาย การติดตั้งสามารถทำได้โดยเชื่อมเกลียวตัวเมียติดกับถัง แล้วใส่ฮีตเตอร์แบบเกลียวเข้าไป โดยตัวฮีตเตอร์ขนานกับพื้นถังควรระวังไม่ให้ส่วนของฮีตเตอร์โผล่พ้นของเหลวเนื่องจากจะทำให้ส่วนที่อยู่เหนือของเหลวร้อนจัดเกินไปทำให้อายุการใช้งานสั้น และเพื่อให้ความร้อนกระจายทั่วถึงควรติดตั้งใบพัดกวนของเหลวควบคู่กันด้วย

2. ฮีตเตอร์ฮอตรันเนอร์ (Hot runner Heater)

รูปที่ 2.27 ฮีตเตอร์ฮอตรันเนอร์

(ที่มา: http://www.ฮีต-เตอร์.com/สาระความรู้-ฮีทเตอร์/ฮีตเตอร์มีกี่ประเภท-มีฮีตเตอร์อะไรบ้าง.html)

จากรูปที่ 2.27 ฮีตเตอร์ฮอตรันเนอร์ คือฮีตเตอร์ที่ได้รับการออกแบบให้เหมาะสมกับท่อหัวฉีด ที่ติดกับแม่พิมพ์ เพื่อถ่ายเทความร้อนได้อย่างสม่ำเสมอและทั่วแท่งฮีตเตอร์ ฮีตเตอร์ฮอตรันเนอร์เหมาะสมกับงานอุตสาหกรรมพลาสติก, เครื่องฉีดพลาสติก และฝาพลาสติก สามารถกำหนดขนาดตามความต้องการได้ ฮีตเตอร์ขดลวด ผลิตจากขดลวดฮีตเตอร์คุณภาพสูงมีอายุการใช้งานยืนยาว ปราศจากสนิมเพราะตัวขอลวดด้านนอกทำจากสแตนเลสเกรด 304 แท้ อีกทั้งทางเรามีการทดลองก่อนนำส่งให้ลูกค้าจึงมั่นใจได้ว่าฮีตเตอร์ขดลวดของเราจะมีคุณภาพและให้ความร้อนได้สูงตามสเปกที่ท่านต้องการ ฮีตเตอร์ขดลวดเหมาะสำหรับใช้ในการให้ความร้อนของเหลวต่างๆหรือ ให้ความร้อนกับเตาไฟฟ้าต่างๆก็ได้ซึ้งท่านสามารถเลือกได้ว่าจะให้ทางเราดัดเป็นรูปแบบต่างๆเพื่อความเหมาะสมในแต่ละงาน ทั้งนี้เรายังสามารถผลิตและออกแบบให้ท่านได้ตามต้องการ เช่นกำลังวัตต์ไฟฟ้า แรงดันที่ใช้ หรือ ขนาดของขดลวดก็มีให้เลือกหลายขนาด เพื่อตอบสนองความต้องการการใช้งานฮีตเตอร์ขดลวดได้อย่างมีประสิทธิภาพและเต็มกำลังการใช้งาน เป็นฮีตเตอร์ที่มีขนาดเล็กแต่สามารถทำความร้อนได้สูงเหมาะใช้กับเครื่องฉีดสามารถให้อุณหภูมิในการใช้งาน ได้ถึง 1,400 ° F (760 ° C) ขึ้นอยู่กับการออกแบบด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เซรามิคฮีตเตอร์ (Ceramic Band Heater)

รูปที่ 2.28 เซรามิคฮีตเตอร์

(ที่มา: http://wwwฮีต-เตอร์.com/สาระความรู้-ฮีทเตอร์/ฮีตเตอร์มีกี่ประเภท-มีฮีตเตอร์อะไรบ้าง.html)

จากรูปที่ 2.28 เซรามิคฮีตเตอร์ คือฮีตเตอร์ที่ให้ความร้อนได้สูง และต่อเนื่องเหมาะสำหรับเครื่องฉีดพลาสติก ที่ต้องการใช้อุณภูมิสูง และใช้ต่อเนื่องเป็นเวลานานๆ โครงสร้างทำจากเซรามิค อายุการใช้งานนาน ปลอดภัย สามารถกำหนดขนาดได้ตามความต้องการ และสามารถให้อุณภูมิระดับปานกลางจนถึงสูง เนื่องจากเซรามิคเป็นตัวนำความร้อนและยังเป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดีอีกด้วย ฮีทเตอร์เซรามิคสามารถทำได้หลากหลายรูปแบบ ทั้งกลม และ แบบแผ่น ซึ่งเหมาะกับงานประเภทอุตสาหกรรมพลาสติก งานแม่พิมพ์ และ อุตสาหกรรมผลิตยางทุกชนิด เซรามิคยังให้ความร้อนต่อเนื่องได้เป็นเวลานาน มีอายุการใช้งานที่ยาวนานและปลอดภัย และยังสามารถใช้ให้ความร้อนกับของเหลวที่อยู่ในท่อ ใช้ให้ความร้อนกับท่อ หรือถังรูปทรงกระบอกโดยรัดจากภายนอก เช่น งานฉีดพลาสติก หรือต้มน้ำ เลือกการต่อไฟได้ทั้งออกสาย ขั้วน็อต และปลั๊ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ฮีตเตอร์แท่ง (Cartridge heater)

รูปที่ 2.29 ฮีตเตอร์แท่ง

(ที่มา: http://www.ฮีต-เตอร์.com/สาระความรู้-ฮีทเตอร์/ฮีตเตอร์มีกี่ประเภท-มีฮีตเตอร์อะไรบ้าง.html)

จากรูปที่ 2.29 ฮีตเตอร์แท่ง คือฮีตเตอร์ที่ใช้ในการอุ่น และให้ความร้อนให้แก่แม่พิมพ์ ชิ้นงานเหล็ก, หัวพ่นกาว, เครื่องพิมพ์ทอง, เครื่องรีดถุงพลาสติก นอกจากนี้ยังสามารถนำมาใส่เกลียว เพื่อต้มน้ำเคมีกาวในท่อ หรือถาดได้ฮีทเตอร์แท่งแบ่งเป็น 2 ชนิด ได้แก่ ฮีตเตอร์แท่งแบบไฮเดนมักใช้กับงานที่ไม่ร้อนเกิน 350°C และฮีตเตอร์แท่งแบบโลเดนใช้กับงานที่ไม่ควรร้อนเกิน 150°C

5. ฮีตเตอร์จุ่ม-ฮีตเตอร์ต้มน้ำ (Immersion Heater)

รูปที่ 2.30 ฮีตเตอร์จุ่ม-ฮีตเตอร์ต้มน้ำ

(ที่มา: http://wwwฮีต-เตอร์.com/สาระความรู้-ฮีทเตอร์/ฮีตเตอร์มีกี่ประเภท-มีฮีตเตอร์อะไรบ้าง.html)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.30 ฮีตเตอร์จุ่ม-ฮีตเตอร์ต้มน้ำ คือฮีตเตอร์ที่ใช้ให้ความร้อนกับของเหลว เช่น ต้มน้ำ หรือ อุ่นน้ำมันของเหลวต่างๆ ได้เกือบทุกประเภทที่ไม่ทำปฏิกิริยากับสแตนเลส ซึ่งเหมาะสำหรับทุกงานอุตสาหกรรมที่มีการอุ่น หรือต้มของเหลวหลายชนิด และยังอุ่นหรือต้มของเหลวที่เหนียวข้น เช่น อุ่นกาวยางมะตอย การติดตั้งสามารถทำได้โดยเชื่อมเกลียวตัวเมียติดกับถังแล้วใส่ฮีทเตอร์แบบเกลียวเข้าไป โดยตัวฮีทเตอร์ขนานกับพื้นถัง ควรระวังไม่ให้ส่วนของฮีทเตอร์โผล่พ้นระดับของเหลวเนื่องจากจะทำให้ส่วนที่อยู่เหนือของเหลวร้อนจัดเกินไปเพราะไม่ได้ระบายความร้อนให้กับของเหลวจึงทำให้อายุการใช้งานสั้นลง

6. ฮีตเตอร์อินฟาเรด (Infrared Heater)

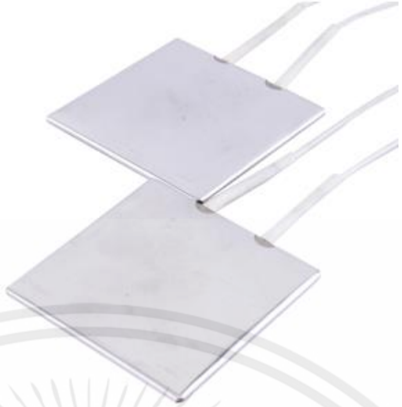
รูปที่ 2.31 ฮีตเตอร์อินฟาเรด

(ที่มา: http://wwwฮีต-เตอร์.com/สาระความรู้-ฮีทเตอร์/ฮีตเตอร์มีกี่ประเภท-มีฮีตเตอร์อะไรบ้าง.html)

จากรูปที่ 2.31 ฮีตเตอร์อินฟาเรด คือฮีตเตอร์ที่ใช้ส่งผ่านความร้อนแบบแผ่รังสี จึงมีประสิทธิ์ภาพสูง ความสูญเสียต่ำ ประหยัดไฟ สามารถให้ความร้อนวัตถุได้ถึงเนื้อในจึงทำให้ประหยัดเวลาได้ และยังสามารถนำมาประยุกต์ใช้งานในงานอบแห้งต่างๆ เช่น อบสี, แลคเกอร์, กาว, เมล็ดพันธ์พืช, อีพ๊อกซี่ ใช้กับงานอุตสาหกรรมพลาสติก อบพลาสติกให้อ่อนตัวก่อนนำไปเข้าเครื่องเป่า มีลักษณะเป็นท่อกลมเส้นตรงมีทั้งสีดำ (เซรามิก) สีขาว (แก้วควอต)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ฮีตเตอร์แผ่น (Strip Heater)



รูปที่ 2.32 ฮีตเตอร์แผ่น

(ที่มา: http://www.ฮีต-เตอร์.com/สาระความรู้-ฮีทเตอร์/ฮีตเตอร์มีกี่ประเภท-มีฮีตเตอร์อะไรบ้าง.html)

จากรูปที่ 2.32 ฮีตเตอร์แผ่น คือฮีตเตอร์ที่มีโครงสร้างแบบเดียวกันกับฮีตเตอร์รัดท่อแต่รูปทรงจะเป็นรูปสี่เหลี่ยมจตุรัส หรือสี่เหลี่ยมผืนผ้า เหมาะสำหรับให้ความร้อนกับแม่พิมพ์ สามารถระบุชนิดวัสดุที่ต้องการได้ รวมทั้งความยาว, แรงดัน, กำลังวัตต์ ใช้ให้ความร้อนกับวัตถุผิวเรียบ โดยใช้วิธียึดติดให้แน่นโดยการใช้น๊อตหรือการรัด วัสดุที่นำมาทำสามารถเลือกได้ทั้ง สแตนเลส และ ซิงค์ การต่อไฟได้ทั้งออกสาย, ขั้วน๊อต, เต๋า และออกปลั๊ก ฮีตเตอร์แผ่น เป็นอุปกรณ์ให้ความร้อนกับงานทั่วไป ซึ่งเหมาะสำหรับงานที่ต้องการให้ความร้อนกับงานทั่วไป เช่น เครื่องบรรจุหีบห่อมีดตัดพลาสติก เตาอบแบบต่างๆ ที่ต้องการให้ความร้อนอย่างสม่ำเสมอกับชิ้นงาน และให้ความร้อนในงานอุตสาหกรรมต่างๆ ใช้ให้ความร้อนกับแผ่นแม่พิมพ์ ลักษณะงานเหมือนฮีทเตอร์แท่ง มีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมหรือวงกลม สามารถเจาะรูได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

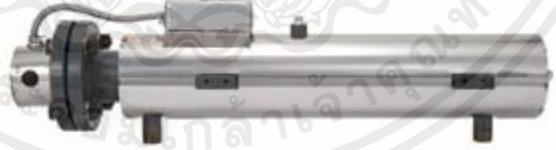
8. ฮีตเตอร์ท่อกลม หรือ ฮีตเตอร์ทิวบูลาร์ (Tubular Heater)

รูปที่ 2.33 ฮีตเตอร์ท่อกลม หรือ ฮีตเตอร์ทิวบูลาร์

(ที่มา: http://www.ฮีต-เตอร์.com/สาระความรู้-ฮีทเตอร์/ฮีตเตอร์มีกี่ประเภท-มีฮีตเตอร์อะไรบ้าง.html)

จากรูปที่ 2.33 ฮีตเตอร์ท่อกลม หรือ ฮีตเตอร์ทิวบูลาร์ คือฮีตเตอร์ที่ใช้ให้ความร้อนได้กับอากาศ และของเหลว และใช้ให้ความร้อนกับน้ำ เช่น งานอุ่น หรืองานต้ม และยังใช้สำหรับงานที่ต้องการให้ความร้อนในการอบ เช่น อบสี, อบชิ้นส่วนอะไหล่รถยนต์, อบไล่ความชื้น, อบใยผ้า, อบแม่พิมพ์, อบพลาสติก, อบอาหาร เป็นต้น มีวัสดุให้เลือกตามความเหมาะของงาน ฮีทเตอร์ท่อกลมผลิตให้มีความยาวได้ตั้งแต่ 1.5ซม. จนถึง 6เมตร และสามารถนำไปดัดแปลงเป็นฮีทเตอร์อื่นๆ อีกมากมายหลายชนิด

9. เซอร์คูเรชั่นฮีตเตอร์ (Circulation Heater)



รูปที่ 2.34 เซอร์คูเรชั่นฮีตเตอร์

(ที่มา: http://www.ฮีต-เตอร์.com/สาระความรู้-ฮีทเตอร์/ฮีตเตอร์มีกี่ประเภท-มีฮีตเตอร์อะไรบ้าง.html)

จากรูปที่ 2.34 ซอร์คูเรชั่นฮีตเตอร์เป็นเครื่องทำความร้อนระบบหมุนเวียน ที่ใช้น้ำ, น้ำมัน, ลม, แก็ส เป็นตัวพาความร้อนไปใช้ และยังให้ความร้อนของเหลว และก๊าซภายในท่อ ใช้สแตนเลสคุณภาพดีให้ความร้อนสม่ำเสมอ สามารถติดตั้งได้ทั้งแนวตั้งและแนวนอน ใช้สแตนเลสคุณภาพดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. คอยล์ฮีตเตอร์ (Coil Heater)

รูปที่ 2.35 คอยล์ฮีตเตอร์

(ที่มา: http://www.ฮีต-เตอร์.com/สาระความรู้-ฮีทเตอร์/ฮีตเตอร์มีกี่ประเภท-มีฮีตเตอร์อะไรบ้าง.html)

จากรูปที่ 2.35 คอยล์ฮีตเตอร์ เป็นฮีตเตอร์ที่ใช้สำหรับให้ความร้อนในอากาศเหมาะสำหรับใช้งานในเตาอบให้ความร้อนกับชิ้นงาน สามารถวางบนฉนวนกันความร้อน เช่น Ceramic Fiber หรือ Ceramic Support Heater ออกแบบขนาดโวลท์ให้ถูกต้องจะทำให้อายุการใช้งานนานมากขึ้น และนิยมใช้ในงานอุตสาหกรรมเตาอุณภูมิสูง ซึ่งวัสดุที่นำมาใช้มีทั้งลวด เหล็ก และลวดนิเกิ้ล นำมาขดขึ้นรูปตามขนาดที่ ต้องการให้ความร้อนสูง

11. ฮีตเตอร์รัดท่อ (Band Heater)

รูปที่ 2.36 ฮีตเตอร์รัดท่อ

(ที่มา: http://www.ฮีต-เตอร์.com/สาระความรู้-ฮีทเตอร์/ฮีตเตอร์มีกี่ประเภท-มีฮีตเตอร์อะไรบ้าง.html)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.36 ฮีตเตอร์รัดท่อ เป็นฮีตเตอร์ที่ใช้สำหรับให้ความร้อนกับท่อ หรือ ถังทรงกระบอก เช่น เครื่องฉีดพลาสติกให้การตอบสนองเกือบจะทันทีที่ใช้คู่กับอุณภูมิควบคุม ให้ความร้อนและส่งผ่านความร้อนได้เร็วขึ้น ทนต่อการปนเปื้อนของการล้นจากพลาสติก หรือวัสดุอื่นๆ สามารถสั่งทำได้ตามแบบที่ลูกค้าต้องการ เหมาะสำหรับงานที่ต้องการให้ความร้อน หรือ อุ่น ของเหลวในท่อลำเลียง หรือ ถังพักในสายการผลิต เช่น ท่อลำเลียงกาว ท่อส่งน้ำมัน ท่อส่งน้ำร้อน และยังสามารถนำไปใช้ เป็นส่วนประกอบของเครื่องใช้ไฟฟ้า ที่มีการใช้ความร้อนในการทำงาน เช่น กระติกน้ำร้อน หม้อหุงข้าว เตารีด เป็นต้น

2.17 ไลน์แจ้งเตือน

ไลน์แจ้งเตือน (LINE Notify) [5] เป็นบริการรับการแจ้งเตือนจากบัญชีทางการในรูปแบบ API สำหรับโปรแกรมเมอร์ นักพัฒนาซอฟต์แวร์ นำไปใช้ต่อยอดพัฒนาโปรเจคต่างๆ เชื่อมต่อกับเว็บเซอร์วิส เช่น Github IFTTT และ Mackerl สร้างการแจ้งเตือนแบบข้อความไปยังกลุ่มหรือบัญชีส่วนตัวได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย ยกเว้นกรณีที่เชื่อมต่อกับเว็บเซอร์วิสอื่นๆ ซึ่งอาจมีบางบริการที่ใช้ได้เฉพาะบัญชีแบบเสียค่าบริการเท่านั้น

2.18 แป้นปุ่มกด 4x4

รูปที่ 2.37 แป้นปุ่มกด 4x4

(ที่มา: https://www.allnewstep.com/product/129/keypad-4x4-matrix-keypad-for-arduino)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.37 แป้นปุ่มกด 4x4 (Keypad 4x4) [22] แป้นปุ่มกดหรือ คีย์แพดเป็นอุปกรณ์สำหรับรับอินพุตจากผู้ใช้ มีลักษณะเป็นปุ่มกดหลายปุ่มถูกจัดเรียงกันในลักษณะเป็นอาร์เรย์ แบ่งเป็นแถวแนวนอน (Rows) และแถวแนวตั้ง (Columns) เช่น 3 x 4 (12 ปุ่ม) หรือ 4 x 4 (16 ปุ่ม) เป็นต้น แต่ละปุ่มก็จะมีสัญลักษณ์เขียนกำกับไว้ เช่น ตัวเลข 0 ถึง 9 เครื่องหมาย # เครื่องหมาย * เป็นต้น โดยปกติถ้าต่อปุ่มกดแยกจำนวน 16 ตัว จะต้องใช้ขาสัญญาณทั้งหมด 16 ขา แต่ถ้าใช้การจัดเรียงแบบ 4 x 4 จะใช้ขาสัญญาณเพียง 8 ขา แต่ต้องมีการตรวจดูว่า ปุ่มกดใดถูกกดบ้างในขณะนั้น วิธีการนี้เรียกว่า การสแกนปุ่มกด (key scan) สำหรับลักษณะของแป้นปุ่มกดแบบ 4 x 4 ปุ่ม สำหรับลักษณะของแป้นปุ่มกด แบบ 4 x 4 ปุ่มแสดงลักษณะของแป้นปุ่มกด แบบ 4 x 4 ปุ่ม มีสายเชื่อมต่อและคอนเนกเตอร์จำนวน 8 ขา แบบตัวเมีย (Female) ถ้าต้องการเสียบขาลงบนเบรดบอร์ด ก็สามารถใช้ Pin Header ตัวผู้ เป็นตัวเชื่อมต่อได้ขาทั้ง 8 นั้น ถ้ามองจากด้านหน้า (Front View) และนับจากซ้ายไปขวาจะเป็นขาหมายเลข 1 ถึง 8 ตามลำดับ โดยที่ขา 1 ถึง 4 จะเป็นขาสำหรับแถวแนวนอน (Rows) และขา 5 ถึง 8 จะเป็นขาแนวตั้ง (Columns)

2.19 เซ็นเซอร์วัดความเข้มแสง

รูปที่ 2.38 เซ็นเซอร์วัดความเข้มแสง บีเอช1750

(ที่มา: https://www.allnewstep.com/product/129/keypad-4x4-matrix-keypad-for-arduino)

จากรูปที่ 2.38 เซ็นเซอร์วัดความเข้มแสง บีเอช1750 (BH1750) [24] เป็นเซ็นเซอร์ที่ออกแบบมาเพื่อวัดแสงโดยรอบ เนื่องจากแสงเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับการมองเห็น แสงเป็นรูปแบบหนึ่งของรังสีแม่เหล็กไฟฟ้า มันบรรทุกพลังงานในรูปของแพ็คเก็ตพลังงานขนาดเล็กที่เรียกว่าโฟตอน พลังงานในโฟตอนจะถูกถ่ายโอนไปยังวัตถุเมื่อพวกมันสัมผัสกับมัน ลักษณะของแสงนี้ใช้ในการออกแบบเซ็นเซอร์ที่สามารถตรวจจับแสงได้ เซ็นเซอร์เหล่านี้เรียกว่า เซ็นเซอร์แสง ดูดซับพลังงานจากแสงและเปลี่ยนเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไฟฟ้าด้วยความช่วยเหลือของเอฟเฟกต์ตาแมว กระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้จะเป็นสัดส่วนกับความเข้มของแสงที่ตกกระทบกับเซ็นเซอร์และวัสดุเซ็นเซอร์ ด้วยหลักการนี้สามารถวัดความยาวคลื่นของแสงที่แตกต่างกัน เช่น UV, IR, Ambient light เป็นต้น

2.19.1 คุณลักษณะของเซ็นเซอร์ซัดความเข้มแสงบีเอช1750

บีเอช1750 เป็นเซนเซอร์วัดแสงแบบดิจิตอลง่ายต่อการเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ เนื่องจากใช้การเชื่อมต่อแบบไอแสควซี ทำให้กินกระแสไฟต่ำมาก เซ็นเซอร์นี้ใช้ไฟล์ โฟโตไดโอด เพื่อรับรู้ถึงแสง โฟโตไดโอดนี้มีทางแยก PN เมื่อแสงตกกระทบคู่อิเล็กตรอน - รูจะถูกสร้างขึ้นในบริเวณพร่อง เนื่องจากผลโฟโตอิเล็กทริกภายในจึงมีการผลิตกระแสไฟฟ้าในโฟโตไดโอด กระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้นี้เป็นสัดส่วนกับความเข้มของแสง กระแสไฟฟ้านี้เปลี่ยนเป็นแรงดันไฟฟ้าโดย ออปแอมป์ (Op-Amp)

2.19.2 องค์ประกอบของเซ็นเซอร์ซัดความเข้มแสงบีเอช1750

เซ็นเซอร์วัดแสงโดยรอบประกอบด้วยโฟโตไดโอดที่สามารถตรวจจับแสงและแปลงเป็นไฟฟ้าได้ วัดแสงขึ้นอยู่กับความเข้มของแสง โฟโตไดโอดที่ใช้ในการตรวจจับแสง การตอบสนองของมันเป็นค่าประมาณกับการตอบสนองของดวงตามนุษย์ ในเซ็นเซอร์ BH1750 มีการรวมออปแอมป์ ซึ่งจะแปลงกระแสจากโฟโตไดโอดเป็นแรงดันไฟฟ้า บีเอช1750 ใช้ไฟล์ ADC เพื่อแปลงค่าอนาล็อกที่ AMP ให้เป็นค่าดิจิทัล บล็อกลอจิก + ไอแสควซี ที่แสดงในแผนภาพบล็อกเป็นหน่วยที่แปลงค่าความสว่างเป็นลักซ์ (LUX) และกระบวนการเชื่อมต่อแบบ ไอแสควซี จะเกิดขึ้น OSC เป็นออสซิลเลเตอร์นาฬิกาภายในที่ 320kHz ซึ่งใช้เป็นนาฬิกาสำหรับลอจิกภายใน

2.19.3 หลักการทำงานของเซ็นเซอร์ซัดความเข้มแสงบีเอช1750

บีเอช1750 ทำงานโดยใช้แรงดันไฟฟ้า 2.4 โวลต์ ถึง 3.6 โวลต์ บีเอช1750 เป็นโมดูลหลักของเซ็นเซอร์ซึ่งต้องใช้ 3.3 โวลต์ ในการทำงาน ดังนั้นจึงใช้ตัวควบคุมแรงดันไฟฟ้าในวงจร SDA และ SCL เป็นพินที่ใช้สำหรับการเชื่อมต่อแบบ ไอแสควซี ใช้ตัวต้านทานแบบพูลอัพ 4.7 กิโลโอห์ม กับพินเหล่านี้ โหมดการวัดสำหรับ บีเอช1750 มีสามประเภท H-resolution mode2 ใช้เวลา 120ms สำหรับการวัดและมีความละเอียด 0.5 lx โหมดความละเอียด H ใช้เวลาในการวัด 120ms แต่ความละเอียดคือ 1 lx L-ความละเอียดใช้เวลา 16ms สำหรับการวัดและความละเอียดคือ 4 lx โหมดความละเอียด H มีประโยชน์มากกว่าในความมืดและยังสามารถปฏิเสธเสียงรบกวนได้อย่างง่ายดาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.19.4 ลักษณะขาของเซ็นเซอร์ซัดความเข้มแสงบีเอช1750

บีเอช 1750มีจำหน่ายขาการเชื่อมต่อเป็นไอซี 5พินดังนี้

ขา1 คือ แหล่งจ่ายไฟ

ขา2 คือ กราวด์ พินนี้เชื่อมต่อกับกราวด์ของวงจร

ขา3 คือ ขาสัญญาณนาฬิกา สำหรับควบคุมการรับ-ส่งข้อมูล (SCL I2C Clock)

ขา4 คือ ขาสัญญาณสำหรับรับ-ส่งข้อมูล (SDA I2C Data)

ขา5 คือ ขาแอดเดรส (ADDR)

2.20 เครื่องพ่นหมอกอัลตร้าโซนิค

รูปที่ 2.39 เครื่องพ่นหมอกอัลตร้าโซนิค

(ที่มา: http://th.piezodisc.com/mist-generation/piezo-microporous-atomizer/ultrasonic-mist-maker-ceramic-discs.html)

จากรูปที่ 2.39 เครื่องพ่นหมอกอัลตร้าโซนิค [25] เป็นอุปกรณ์ที่มีความสามารถในการทำให้น้ำหรือสารละลายเกิดเป็นละอองไอน้ำเล็กๆ ฟุ้งกระจายไปในอากาศได้ เช่นเดียวกับการให้ความร้อนแก่น้ำเดือดกลายเป็นไอน้ำ แต่ลักษณะการเกิดเป็นละอองไอน้ำจากเครื่องทำหมอกแตกต่างจากการต้มน้ำที่ไม่ต้องทำให้น้ำเดือดก่อน โดยใช้คลื่นอัลตร้าโซนิกส์ที่มีความถี่สูงมาก ตั้งแต่ 1,000 ถึง 2,000 กิโลเฮิรตซ์แทน ความถี่ ดังกล่าวทำให้โมเลกุลของน้ำเกิดการสั่นสะเทือนมีการหดและขยายตัว เกิดแรงดันสูงทำให้ความหนาแน่นของอุณหภูมิของน้ำเปลี่ยน เกิดการเคลื่อนที่ของอนุภาคน้ำด้วยความเร่งสูงมากกว่าแรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โน้มถ่วงของโลกนับแสนเท่า ทำให้อนุภาคน้ำหลุดออกจากผิวน้ำ มีลักษณะเป็นน้ำพุเล็กและละอองไอน้ำ ขนาดประมาณ 0.4 ถึง 1.5 ไมครอน ลอยไปในอากาศได้หลักการทำงานของเครื่อง ประกอบด้วยหัวเพียโซอิเล็กทริกเซรามิก เป็นสารทรานสดิวเซอร์บรรจุอยู่ในภาชนะที่สามารถแช่อยู่ในน้ำหรือสารละลายได้ และวงจรอิเล็กทรอนิกส์ โดยวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่พัฒนาขึ้นจะกระตุ้นให้หัวเพียโซอิเล็กทริกเกิดการสั่นด้วยความถี่ประมาณ 2,000 กิโลเฮิรตซ์ ไปยังน้ำหรือสารละลายเร่งให้โมเลกุลของน้ำเคลื่อนที่เร็วจนมีความเร็วมากกว่าแรงโน้มถ่วงของโลก ทำให้เกิดเป็นไอน้ำฟุ้งกระจายไปในอากาศได้

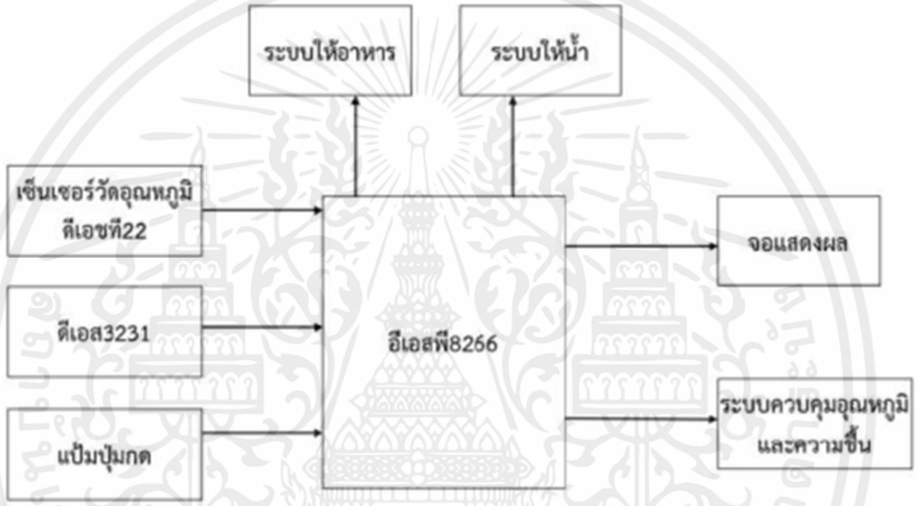
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบ

ในบทนี้กล่าวถึง การออกแบบระบบการทำงานของเครื่องเพาะเลี้ยงจิ้งหรีด ประกอบด้วย บล็อกไดอะแกรมการทำงาน แผนผังการทำงานของระบบการทำงานรของเครื่องเพราะเลี้ยงจิ้งหรีด การเชื่อมต่อของไมโครคอนโทรลเลอร์ และ การออกแบบโครงสร้าง

3.1 บล็อกไดอะแกรมการทำงาน



รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมส่วนต่างๆ ในการออกแบบ

จากรูปที่ 3.1 สามารถอธิบายบล็อกไดอะแกรมของเครื่องเพาะเลี้ยงจิ้งหรีด ได้ดังนี้

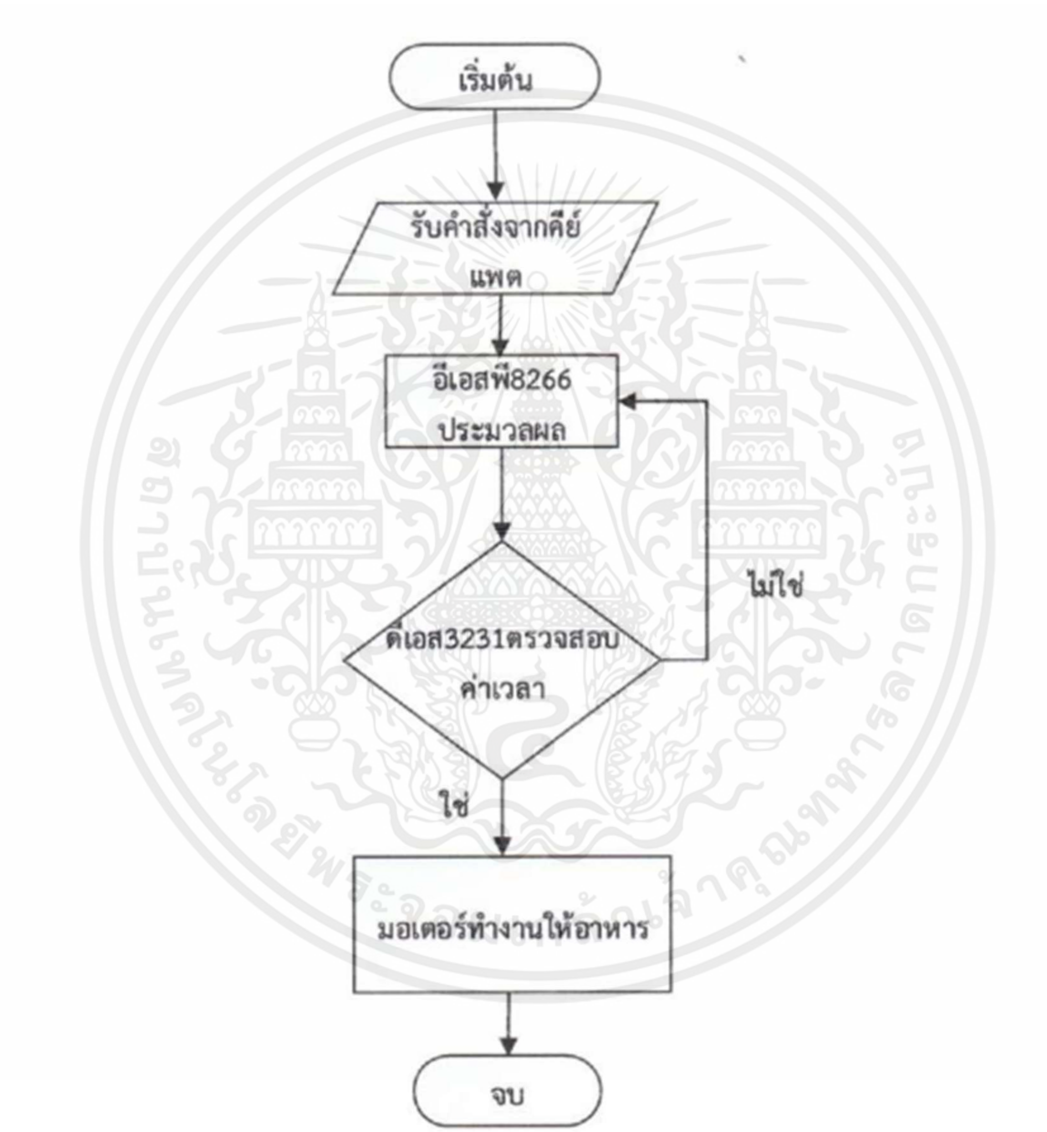
1. บ่อเลี้ยงมีระบบควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ที่25-30 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์อยู่ที่ร้อยละ 60-70
2. จอแสดงผลแสดงค่าวัน เวลา อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์
3. โมดลูนาฬิกาจะส่งค่าเวลาในการให้อาหารตามเวลาที่กำหนดไว้เมื่อถึงเวลามอเตอร์ระบบให้อาหารจะทำงานตามเวลาที่กำหนด
4. ระบบให้น้ำจะทำงานโดยใช้เซนเซอร์วัดระดับน้ำในการควบคุมการให้น้ำ
5. เมื่อมีอุณหภูมิต่ำกว่า 25 องศาเซลเซียส ระบบให้ความร้อนจะทำงาน
6. เมื่อมีอุณหภูมิสูงกว่า 30 องศาเซลเซียส พัดลมระบายอากาศจะทำงาน
7. คีย์แพคใช้ตั้งค่าเวลาต่างๆในการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 แผนผังการทำงานของระบบการทำงานของเครื่องเพาะเลี้ยงจิ้งหรีด

แผนผังการทำงานของระบบการทำงานรของเครื่องเพราะเลี้ยงจิ้งหรีดประกอบด้วย แผนผังการทำงานของระบบการให้อาหาร แผนผังการทำงานของระบบการให้น้ำ และแผนผังการทำงานของระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื่น

3.2.1 แผนผังการทำงานของระบบการให้อาหาร



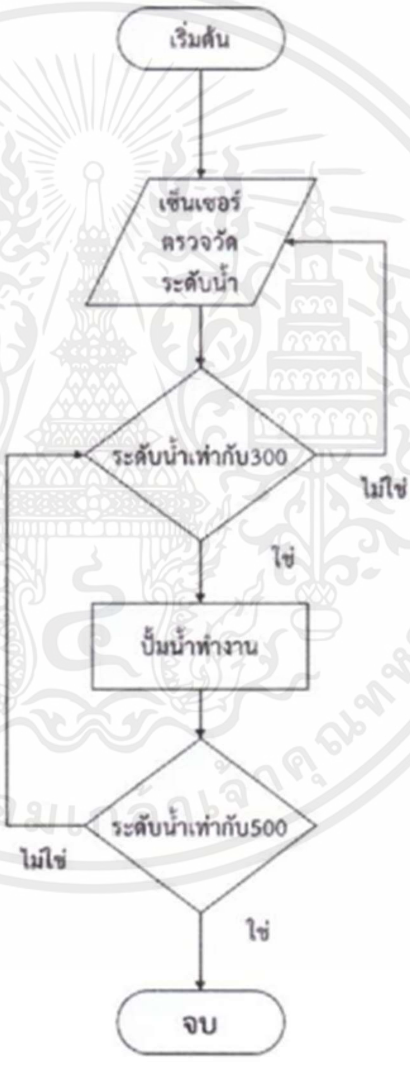
รูปที่ 3.2 แผนผังการทำงานของระบบการให้อาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่3.2 แผนผังการทำงานของระบบการให้อาหาร มีการทำงานดังนี้

1. รับคำสั่งเวลาให้อาหารจากคีย์แพต
2. อีเอสพี8266ประมวลผล
3. ตรวจสอบคำสั่งการให้อาหาร
4. เมื่อถึงเวลาให้อาหารมอเตอร์ให้อาหารจะทำงาน

3.2.2 แผนผังการทำงานของระบบการให้น้ำ



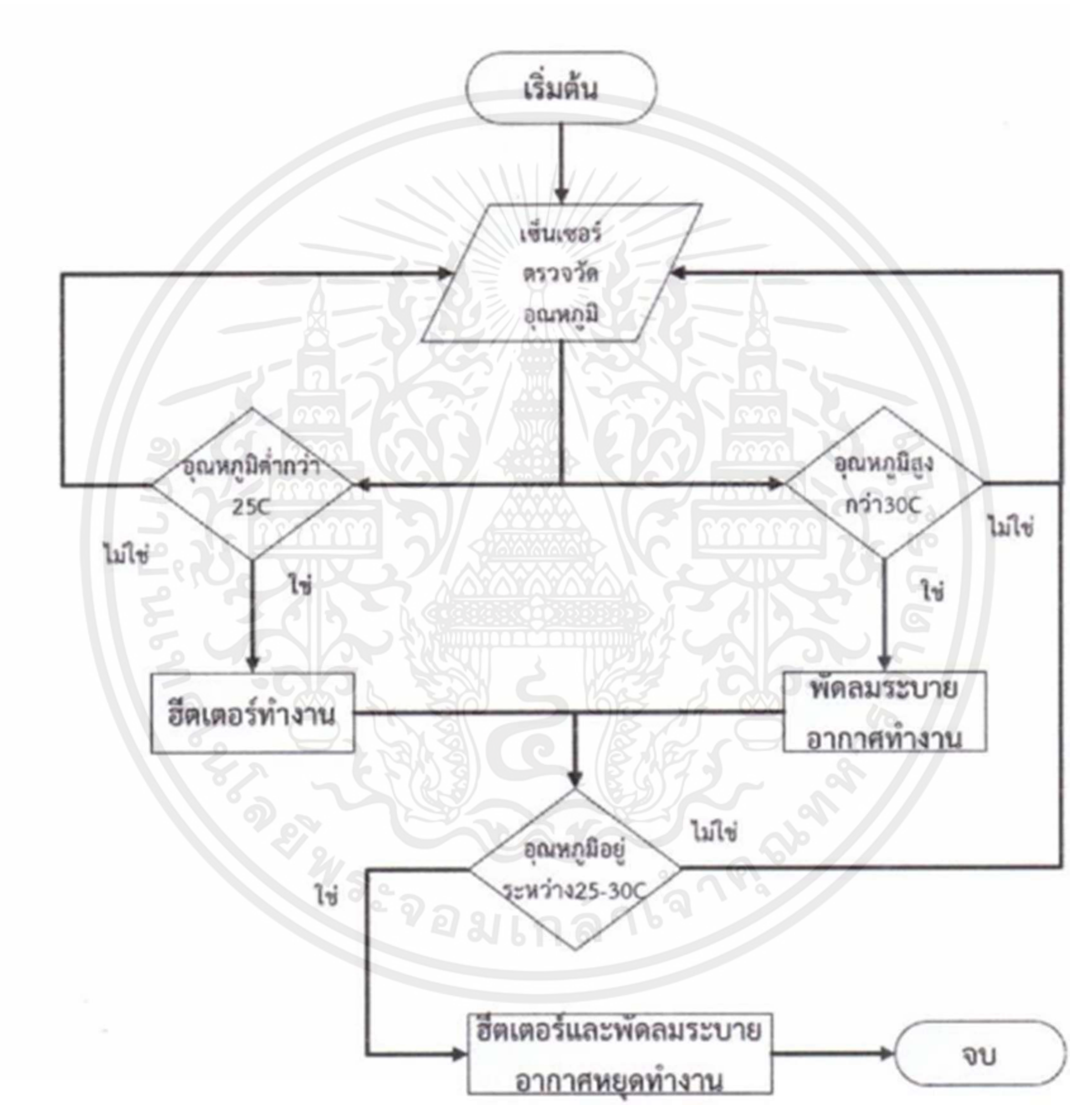
รูปที่ 3.2 แผนผังการทำงานของระบบการให้น้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.3 แผนผังการทำงานของระบบการให้น้ำ มีการทำงานดังนี้

1. เซ็นเซอร์ตรวจวัดระดับน้ำ
2. เมื่อระดับน้ำเท่ากับ300 ปั๊มน้ำจะทำงาน
3. เมื่อระดับน้ำเท่ากับ500 ปั๊มน้ำจะหยุดการทำงาน

3.2.3 แผนผังการทำงานของระบบควบคุมอุณหภูมิ



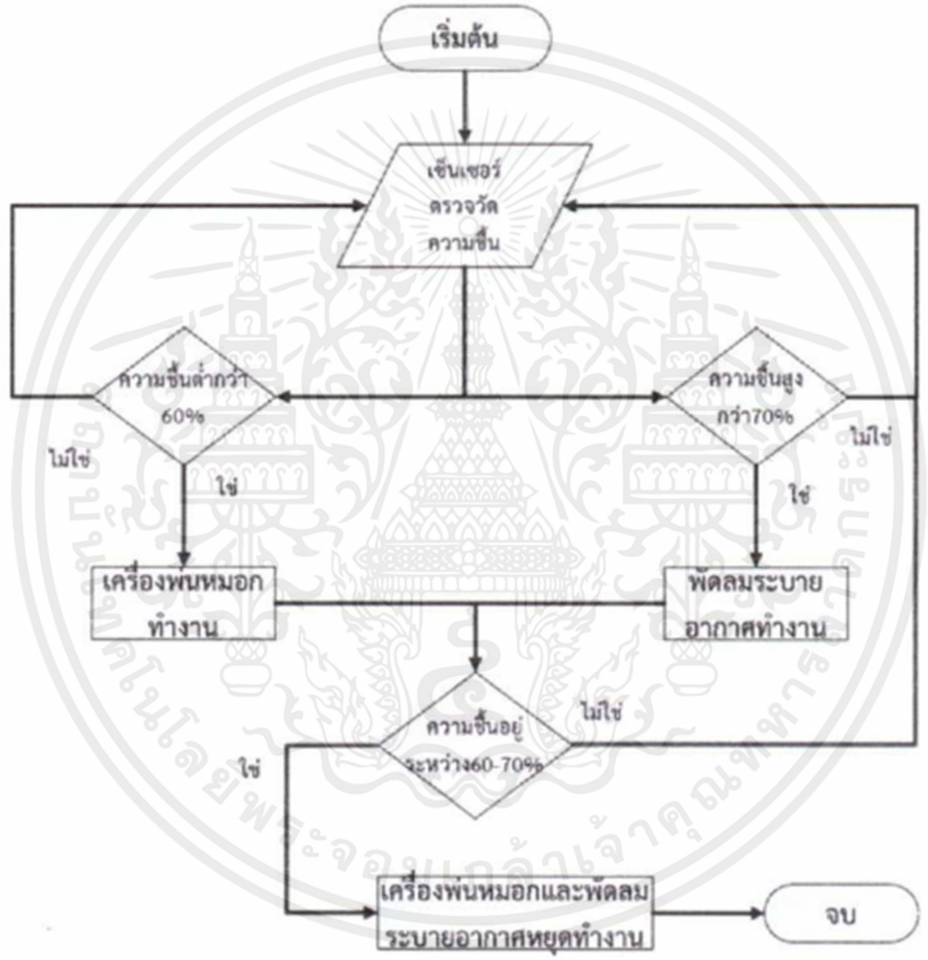
รูปที่ 3.4 แผนผังการทำงานของระบบควบคุมอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.4 แผนผังการทำงานของระบบควบคุมอุณหภูมิมีการทำงานดังนี้

1. เซ็นเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิ
2. เมื่ออุณหภูมิต่ำกว่า 25 องศาเซลเซียลฮีตเตอร์จะทำงาน
3. เมื่ออุณหภูมิสูงกว่า 30 องศาเซลเซียลพัดลมระบายอากาศจะทำงาน
4. เมื่ออุณหภูมิอยู่ระหว่าง 25-30 องศาเซลเซียลฮีตเตอร์และพัดลมระบายอากาศจะหยุดทำงาน

3.2.4 แผนผังการทำงานของระบบควบคุมความชื้น



รูปที่ 3.5 แผนผังการทำงานของระบบควบคุมความชื่น

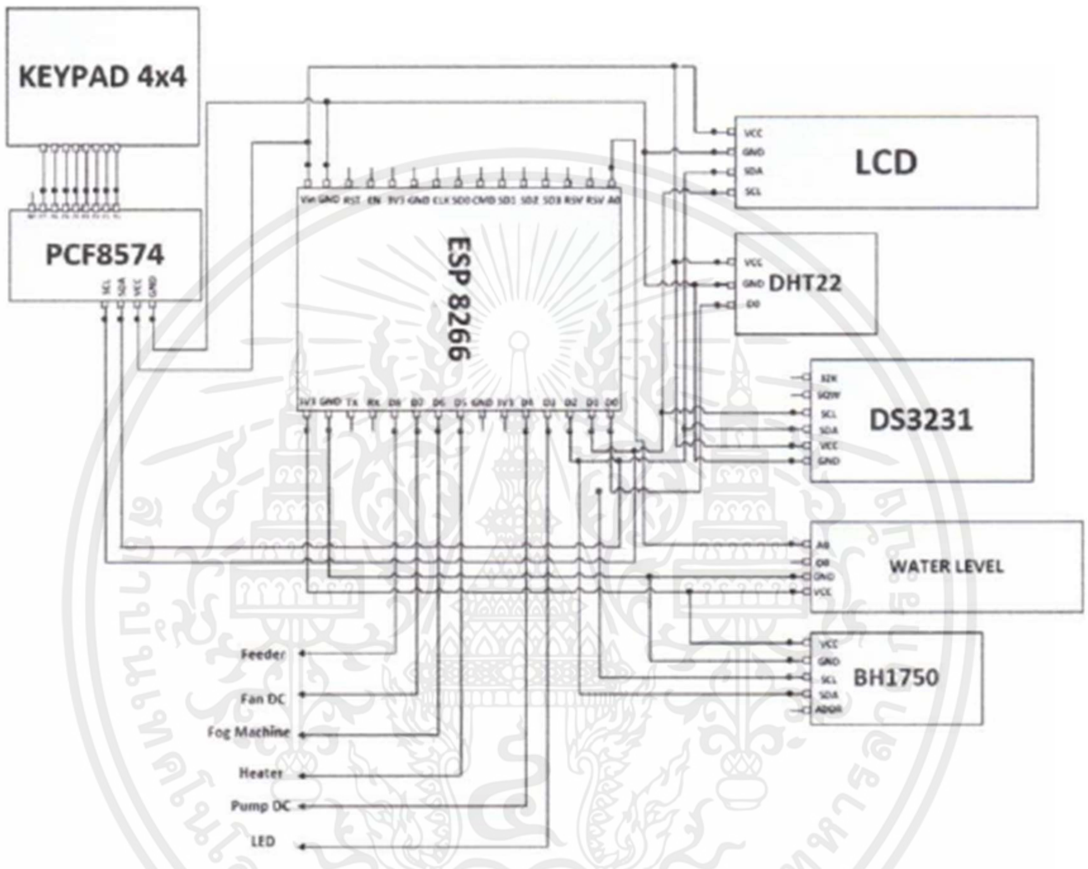
จากรูปที่ 3.5 แผนผังการทำงานของระบบควบคุมความชื่นมีการทำงานดังนี้

1. เซ็นเซอร์ตรวจวัดความชื้น
2. เมื่อความชื้นต่ำกว่าร้อยละ 70 เครื่องพ่นหมอกจะทำงาน
3. เมื่อความชื้นสูงกว่าร้อยละ 70 พัดลมระบายอากาศจะทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. เมื่อความชื้นอยู่ระหว่างร้อย 60-70 เครื่องพ่นหมอกและพัดลมระบายอากาศจะหยุดทำงาน

3.3 การเชื่อมต่อของไมโครคอนโทรลเลอร์



รูปที่ 3.6 การเชื่อมต่อของไมโครคอนโทรลเลอร์

จากรูปที่ 3.6 คือการเชื่อมต่อของไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งมีส่วนประกอบ3ส่วน ดังนี้

1.1 ส่วนอินพุต (Input) ประกอบด้วย เซนเซอร์วัดอุณหภูมิเชื่อมต่อแบบดิจิตอลที่ขา D0 ส่งสัญญาณลอจิกเป็น 1 เซนเซอร์วัดระดับน้ำเชื่อมต่อแบบอนาล็อกที่ขา A0 เซนเซอร์วัดความเข้มแสงส่งสัญญาณแบบไอสแควร์ซีขา SDA,SCL ของเซนเซอร์จะเชื่อมต่อกับขา D1,D2 ของอีเอสพี8266 ตามลำดับ แป้นปุ่มกดคีย์แพดเชื่อนต่อเข้ากับพีซีเอฟ8574 ทำให้แป้นปุ่มกดคีย์แพดส่งสัญญาณแบบไอสแควร์ซีขา SDA,SCL นั้นจะเชื่อมต่อเข้ากับขา D1,D2 ของอีเอสพี8266 ตามลำดับ และดีเอส3231 ทำหน้าที่ในการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่งค่าเวลาจริงให้กับอีเอสพี 8266 ซึ่งทำการส่งสัญญาณแบบไอสแควร์ซีขา SDA,SCL เชื่อมต่อเข้ากับขา D1,D2 ของอีเอสพี 8266 ตามลำดับ

1.2 ส่วนประมวลผล (Process) ประกอบด้วยอีเอสพี8266 จะทำหน้าที่เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์หลักในการทำงานเพื่อรับอินพุต และส่งประมวลผลส่งค่าผ่านจอแอลซีดีเพื่อแสดงค่าสถานะต่างๆ ของตัวเครื่อง และส่งเอาต์พุตไปยังอุปกรณ์ต่างๆของตัวเครื่องที่ทำหน้าที่ในส่วนของเอาต์พุต

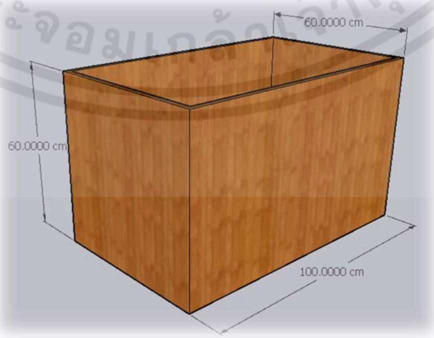
1.3 ส่วนเอาต์พุต (Output) ประกอบด้วย จอแอลซีดีแสดงค่าสถานะต่างๆ ของตัวเครื่อง มอเตอร์กระแสไฟตรงที่ทำหน้าที่ในการอาหารเชื่อมต่อเข้ากับขา D8 พัดลมระบายอากาศและฮีตเตอร์ที่ทำหน้าที่ในการควบคุมอุณหภูมิและความชื่นเชื่อมต่อเข้ากับขา D7,D5 ตามลำดับ เครื่องพ่นหมอกทำหน้าที่ในการควบคุมความชื้นเชื่อมต่อเข้ากับขา D6 ปั๊มน้ำทำหน้าทีในการให้น้ำเชื่อมต่อเข้ากับขา D4 และในส่วนของเส้นไฟแอลอีดีที่ทำหน้าที่ในการควบคุมแสงภายในบ่อเลี้ยงเชื่อมต่อเข้ากับขา D3

3.4 การออกแบบโครงสร้าง

การทำโครงสร้างเครื่องเพาะเลี้ยงจิ้งหรีด ประกอบด้วย บ่อเลี้ยงจิ้งหรีด 3บ่อ ชั้นวางบ่อเลี้ยงจิ้งหรีด 3 ชั้น ระบบให้อาหาร ระบบให้น้ำ และระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้น

3.4.1 บ่อเลี้ยงจิ้งหรีด

บ่อเลี้ยงจิ้งหรีดแต่ละบ่อนั้นจะมีขนาด กว้าง 60 เซนติเมตร ยาว 100 เซนติเมตร สูง 60 เซนติเมตร ดังแสดงในรูปที่ 3.7

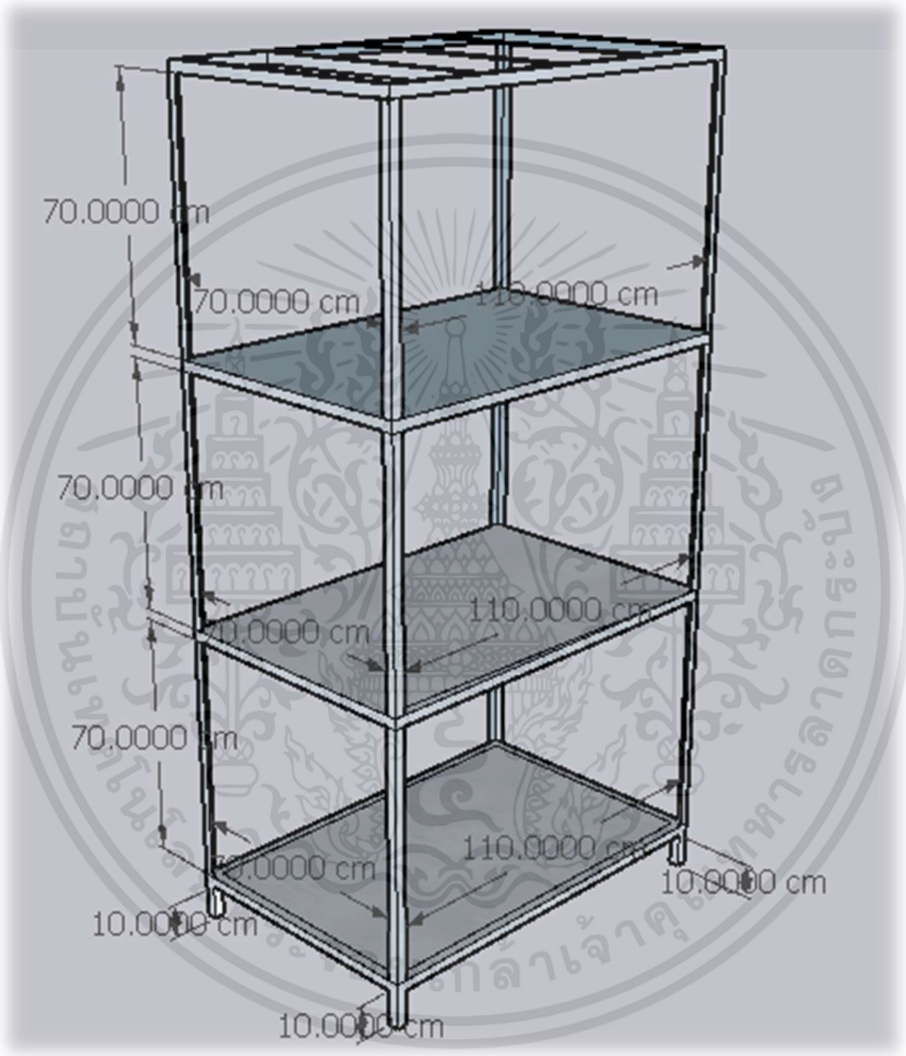


รูปที่ 3.7 บ่อเลี้ยงจิ้งหรีด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 ชั้นวางบ่อเลี้ยงจิ้งหรีด

ชั้นวางบ่อเลี้ยงจิ้งหรีดในแต่ละชั้นจะมีขนาดกว้าง 70 เซนติเมตร สูง70 เซนติเมตร ยาว 110 เซนติเมตร และมีขาของชั้นวางสูงขนาด 10 เซนติเมตร ดังแสดงในรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 ชั้นวางบ่อเลี้ยงจิ้งหรีด

3.4.3 ระบบให้อาหาร

ระบบให้อาหารจะประกอบด้วย มอเตอร์ให้อาหาร ถังใส่อาหาร ท่อลำเลียงอาหาร และถาดอาหาร ดังแสดงในรูปที่ 3.9 และรูปที่ 3.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.9 มอเตอร์ให้อาหาร และถังใส่อาหาร

รูปที่ 3.10 ท่อลำเลียงอาหาร และ ถาดอาหาร

3.4.4 ระบบให้น้ำ

ระบบให้ทำจากท่อพีวีซีขนาด1/2นิ้ว ผ่ากลาง แล้วใส่ผ้าขาวบางไว้สำหรับให้จิ้งหรีดดูดน้ำจากผ้าขาวบาง ดังแสดงในรูปที่ 3.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.11 ระบบให้น้ำ

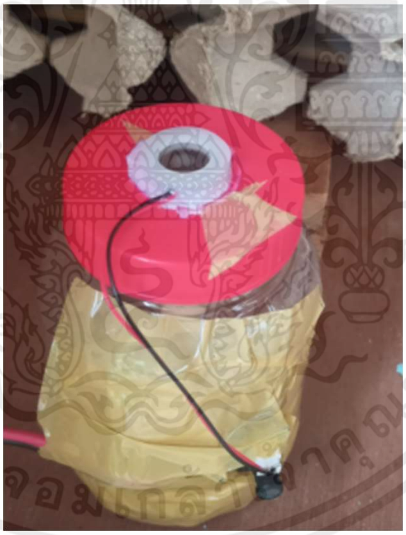
3.4.5 ระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้น

ระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นประกอบด้วย ฮีตเตอร์สำหรับทำความร้อนเมื่ออุณหภูมิต่ำกว่า 25 องศาเซลเซียล พัดลมระบายอากาศเมื่ออุณหภูมิสูงกว่า 30 องศาเซลเซียล แลละเครื่องพ่นหมอกสำหรับควบคุมความชื้น ดังแสดงในรูปที่3.12,3.13 และรูปที่ 3.14

รูปที่ 3.12 ฮีตเตอร์ทำความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.13 พัดลมระบายอากาศ



รูปที่ 3.14 เครื่องพ่นหมอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.6 ระบบควบคุมความเข้มแสง

ระบบควบคุมความเข้มแสงประกอบด้วย ไฟแอลอีดีจะติดอยู่บนเพดานกล่องเป็นแนวยาว เมื่อภายในบ่อเลี้ยงมาความเข้มแสงต่ำกว่า 100 ลักซ์ แอลอีดีจะทำงานและให้แสงภายในกล่อง และตำแหน่งการติดแอลแอลอีดีนั้นอยู่บนถาดอาหารทำให้จิ้งหรีดนั้นมีแสงสว่างที่เพียงพอสำหรับการกินอาหาร ดังแสดงในรูปที่ 3.15

รูปที่ 3.15 เส้นไฟแอลอีดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การทดลองและผลการทดลอง

ในบทนี้จะกล่าวถึงการทดลองการทำงานของโปรแกรมและผลการทดลอง โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 9 ส่วน ดังนี้ การทดลองการทดสอบความแม่นยำของเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ การทดลองการทดสอบความแม่นยำของเซนเซอร์วัดความชื้น การทดลองการทดสอบการควบคุมอุณหภูมิ การทดลองการทดสอบการควบคุมความชื้น การทดลองการทดสอบการให้อาหาร การทดลองการทดสอบการให้น้ำ การทดลองการทดสอบการควบคุมแสง การทดลองการทดสอบการแจ้งเตือนผ่านไลน์ และการทดลองบันทึกการเจริญเติบโตของจิ้งหรีด

4.1 การทดลองการทดสอบความแม่นยำของเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ

ในการทดลองนี้จะเป็นการทดสอบความแม่นยำของเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ เพื่อทดสอบว่าเซนเซอร์วัดอุณหภูมิที่ใช้งานมีความเที่ยงตรงหรือไม่ โดยใช้เซนเซอร์วัดอุณหภูมิจำนวน 4 ตัว

4.1.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. ไฮโกรมิเตอร์
2. เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิดีเอชที22
3. บ่อเลี้ยงจิ้งหรีด

4.1.2 ขั้นตอนการทดลอง

1. เปิดเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ
2. นำเซ็นเซอร์วัดไฮโกรมิเตอร์และเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิดีเอชที22 มาวัดอุณหภูมิภายในบ่อเลี้ยงที่เตรียมไว้
3. บันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 4.1 4.2 และ 4.3
4. นำผลการทดลองที่ได้จากตารางที่ 4.1 4.2 และ 4.3 ไปหาค่าความผิดพลาดดังสมการที่ 4.1 แล้วบันทึกผลในตารางที่ 4.1 4.2 และ 4.3

$$\%\text{ค่าผิดผลาด} = \left|\frac{\text{ค่าที่ได้เซ็นณซอร์วัดอุณหภูมิ} - \text{ค่าได้จากไฮโกรมิเตอร์}}{\text{ค่าได้จากไฮโกรมิเตอร์}}\right| \times \mathbf{100\%} \tag{4.1}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิตัวที่ 1

ครั้งที่	ค่าอุณหภูมิที่ได้จากไฮโกรมิเตอร์ (องศาเซลเซียส)	ค่าอุณหภูมิที่ได้จากเซ็นเซอร์ดีเอชที22 (องศาเซลเซียส)	ค่าความผิดผลาด (เปอร์เซ็นต์)
1	33.3	33.5	0.60
2	33.2	34.0	0.54
3	33.3	33.6	0.90
4	33.0	33.6	1.81
5	33.5	33.7	0.60
6	33.1	33.4	0.90
7	33.3	34.2	2.70
8	33.8	34.1	0.88
9	33.5	34.0	1.50
10	33.9	34.2	0.88

จากตารางที่ 4.1 ทำการทดลองทั้งหมด 10 ครั้ง พบว่าเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิตัวที่1 สามารถวัดอุณหภูมิได้ใกล้เคียงกับค่าอุณหภูมิที่ได้วัดได้จากไฮโกรมิเตอร์ โดยมีค่าความผิดผลาดสูงสุดที่วัดได้คือ 2.70 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิตัวที่ 2

ครั้งที่	ค่าอุณหภูมิที่ได้จากไฮโกรมิเตอร์ (องศาเซลเซียส)	ค่าอุณหภูมิที่ได้จากเซ็นเซอร์ดีเอชที 22 (องศาเซลเซียส)	ค่าความผิดผลาด (เปอร์เซ็นต์)
1	33.3	33.6	1.81
2	33.5	33.8	0.88
3	33.2	33.5	0.88
4	32.1	32.8	2.18
5	32.0	32.5	1.56
6	33.5	34.0	1.49
7	33.6	34.0	1.48
8	33.6	34.1	1.48
9	33.4	33.9	1.49
10	33.0	33.4	1.21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.2 ทำการทดลองทั้งหมด 10 ครั้ง พบว่าเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิตัวที่ 2 สามารถวัดอุณหภูมิได้ใกล้เคียงกับค่าอุณหภูมิที่ได้วัดได้จากไฮโกรมิเตอร์ โดยมีค่าความผิดผลาดสูงสุดที่วัดได้คือ 2.18 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิตัวที่ 3

ครั้งที่	ค่าอุณหภูมิที่ได้จากไฮโกรมิเตอร์ (องศาเซลเซียส)	ค่าอุณหภูมิที่ได้จากเซ็นเซอร์ดีเอชที 22 (องศาเซลเซียส)	ค่าความผิดผลาด (เปอร์เซ็นต์)
1	33.3	33.5	0.60
2	33.0	33.3	0.90
3	33.0	33.3	0.90
4	33.1	33.4	0.59
5	33.5	33.7	0.59
6	33.6	33.7	0.29
7	33.4	33.6	0.60
8	33.4	33.5	0.29
9	33.2	33.5	0.90
10	33.0	33.4	1.21

จากตารางที่ 4.3 ทำการทดลองทั้งหมด 10 ครั้ง พบว่าเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิตัวที่ 3 สามารถวัดอุณหภูมิได้ใกล้เคียงกับค่าอุณหภูมิที่ได้วัดได้จากไฮโกรมิเตอร์ โดยมีค่าความผิดผลาดสูงสุดที่วัดได้คือ 1.21 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงในรูปที่ 4.1 และ 4.2

รูปที่ 4.1 อุณหภูมิที่วัดได้จากเซอร์ดีเอชที22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.2 อุณหภูมิที่วัดได้จากไฮโกรมิเตอร์

4.2 การทดลองการทดสอบความแม่นยำของเซนเซอร์วัดความชื้น

ในการทดลองนี้จะเป็นการทดสอบความแม่นยำของเซนเซอร์วัดความชื้น เพื่อทดสอบว่าเซนเซอร์วัดอุณหภูมิที่ใช้งานมีความเที่ยงตรงหรือไม่ โดยใช้เซนเซอร์วัดอุณหภูมิจำนวน 4 ตัว

4.2.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. ไฮโกรมิเตอร์
2. เซ็นเซอร์ดีเอชที22
3. บ่อเลี้ยงจิ้งหรีด

4.2.2 ขั้นตอนการทดลอง

1. เปิดเซ็นเซอร์วัดความชื้น
2. นำไฮโกรมิเตอร์ และเซ็นเซอร์ดีเอชที22 มาวัดความชื้นในบ่อเลี้ยงที่เตรียมไว้
3. บันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 4.4 4.5 และ 4.6
4. นำผลการทดลองที่ได้จากตารางที่ 4.4 4.5 และ 4.6 ไปหาค่าความผิดพลาดดังสมการที่ 4.1

ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบเซ็นเซอร์วัดความชื้นตัวที่ 1

ครั้งที่	ค่าความชื้นที่ได้จากไฮโกรมิเตอร์ (เปอร์เซ็นต์)	ค่าความชื้นที่ได้จากเซ็นเซอร์ดีเอชที 22 (เปอร์เซ็นต์)	ค่าความผิดผลาด (เปอร์เซ็นต์)
1	64.5	64.8	0.46
2	64.5	64.7	0.31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบเซ็นเซอร์วัดความชื้นตัวที่ 1 (ต่อ)

ครั้งที่	ค่าความชื้นที่ได้จากไฮโกรมิเตอร์ (เปอร์เซ็นต์)	ค่าความชื้นที่ได้จากเซ็นเซอร์ดีเอชที 22 (เปอร์เซ็นต์)	ค่าความผิดผลาด (เปอร์เซ็นต์)
3	64.6	64.7	0.15
4	64.5	64.6	0.15
5	64.6	64.9	0.46
6	64.7	64.9	0.30
7	64.7	65.0	0.46
8	65.2	65.0	0.30
9	65.3	65.2	0.15
10	65.2	64.0	1.84

จากตารางที่ 4.4 ทำการทดลองทั้งหมด 10 ครั้ง พบว่าเซ็นเซอร์วัดความชื้นตัวที่1 สามารถวัดอุณหภูมิได้ใกล้เคียงกับค่าอุณหภูมิที่ได้วัดได้จากไฮโกรมิเตอร์ โดยมีค่าความผิดผลาดสูงสุดที่วัดได้คือ 1.84 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4.5 ผลการทดสอบเซ็นเซอร์วัดความชื้นที่ 2

ครั้งที่	ค่าความชื้นที่ได้จากไฮโกรมิเตอร์ (เปอร์เซ็นต์)	ค่าความชื้นที่ได้จากเซ็นเซอร์ดีเอชที 22 (เปอร์เซ็นต์)	ค่าความผิดผลาด (เปอร์เซ็นต์)
1	69.0	67.0	2.89
2	68.5	67.9	0.87
3	67.9	67.5	0.58
4	67.9	67.8	0.14
5	67.8	67.9	0.14
6	67.8	67.9	0.14
7	67.9	68.0	0.14
8	68.0	68.1	0.14
9	67.9	68.0	0.14
10	68.0	68.1	0.14

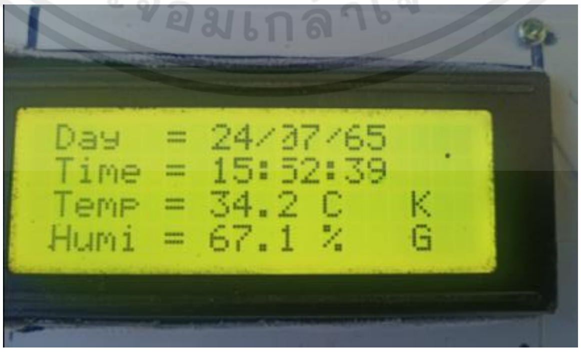
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.5 ทำการทดลองทั้งหมด 10 ครั้ง พบว่าเซ็นเซอร์วัดความชื้นตัวที่ 2 สามารถวัดอุณหภูมิได้ใกล้เคียงกับค่าอุณหภูมิที่ได้วัดได้จากไฮโกรมิเตอร์ โดยมีค่าความผิดผลาดสูงสุดที่วัดได้คือ 2.89 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4.6 ผลการทดสอบเซ็นเซอร์วัดความชื้นตัวที่ 3

ครั้งที่	**ค่าความชื้นที่ได้จากไฮโกรมิเตอร์ (เปอร์เซ็นต์)**	**ค่าความชื้นที่ได้จากเซ็นเซอร์ดีเอชที 22 (เปอร์เซ็นต์)**	**ค่าความผิดผลาด (เปอร์เซ็นต์)**
1	67.2	67.0	0.29
2	67.3	67.0	0.45
3	67.5	67.2	0.44
4	67.3	67.0	0.44
5	67.3	67.8	0.74
6	67.4	67.3	0.14
7	67.4	67.2	0.29
8	67.5	67.8	0.44
9	67.5	67.0	0.74
10	68.0	67.3	1.03

จากตารางที่ 4.6 ทำการทดลองทั้งหมด 10 ครั้ง พบว่าเซ็นเซอร์วัดความชื้นตัวที่ 3 สามารถวัดอุณหภูมิได้ใกล้เคียงกับค่าอุณหภูมิที่ได้วัดได้จากไฮโกรมิเตอร์ โดยมีค่าความผิดผลาดสูงสุดที่วัดได้คือ 1.03 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงในรูปที่ 4.3 และ 4.4



รูปที่ 4.3 ความชื้นที่วัดได้จากเซอร์ดีเอชที22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.4 ความชื้นที่วัดได้จากไฮโกรมิเตอร์

4.3 การทดลองการทดสอบการควบคุมอุณหภูมิ

ในการทดลองนี้จะเป็นการทดสอบระบบการควบคุมอุณหภูมิว่าสามารถทำงานได้ถูกต้องหรือไม่

4.2.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. พัดลมระบายอากาศ
2. ฮีตเตอร์
3. บ่อเลี้ยงจิ้งหรีด

4.2.2 ขั้นตอนการทดลอง

1. เครื่องเพาะเลี้ยงจิ้งหรีด
2. กำหนดค่าอุณหภูมิที่ต้องการ
3. บันทึกผลลงตารางที่ 4.7 , 4.8 และ 4.9

ตารางที่ 4.7 ผลการทดสอบระบบการควบคุมอุณหภูมิบ่อที่ 1

ครั้งที่	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	สถานะการทำงาน		
		พัดลมทำงาน	ฮีตเตอร์ทำงาน	ตัดการทำงาน
1	34.1	✓		
2	33.3	✓		
3	30.1	✓		
4	29.5			✓
5	29.7			✓
6	28.0			✓

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 ผลการทดสอบระบบการควบคุมอุณหภูมิบ่อที่ 1 (ต่อ)

ครั้งที่	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	สถานะการทำงาน		
		พัดลมทำงาน	ฮีตเตอร์ทำงาน	ตัดการทำงาน
7	26.5			✓
8	24.8		✓	
9	24.5		✓	
10	24.0		✓	

จากตารางที่ 4.7 ทำการทดลองทั้งหมด 10 ครั้ง โดยกำหนดค่าอุณหภูมิที่ต้องการไว้ที่ระหว่าง 25-30 องศาเซลเซียล พบว่าเมื่อค่าของอุณหภูมิสูงกว่า 30 องศาเซลเซียลพัดลมระบายอากาศจะทำงาน อุณหภูมิต่ำกว่า 25 องศาเซลเซียลฮีตเตอร์จะทำงาน และเมื่อค่าของอุณหภูมิที่วัดได้อยู่ระหว่าง 25-30 องศาเซลเซียล พัดลมระบายอากาศ และฮีตเตอร์จะหยุดการทำงาน

ตารางที่ 4.8 ผลการทดสอบระบบการควบคุมอุณหภูมิบ่อที่ 2

ครั้งที่	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	สถานะการทำงาน		
		พัดลมทำงาน	ฮีตเตอร์ทำงาน	ตัดการทำงาน
1	34.1	✓		
2	33.5	✓		
3	30.6	✓		
4	29.0			✓
5	28.9			✓
6	28.2			✓
7	26.5			✓
8	24.3		✓	
9	24.4		✓	
10	24.4		✓	

จากตารางที่ 4.8 ทำการทดลองทั้งหมด 10 ครั้ง โดยกำหนดค่าอุณหภูมิที่ต้องการไว้ที่ระหว่าง 25-30 องศาเซลเซียล พบว่าเมื่อค่าของอุณหภูมิสูงกว่า 30 องศาเซลเซียลพัดลมระบายอากาศจะทำงาน อุณหภูมิต่ำกว่า 25 องศาเซลเซียลฮีตเตอร์จะทำงาน และเมื่อค่าของอุณหภูมิที่วัดได้อยู่ระหว่าง 25-30 องศาเซลเซียล พัดลมระบายอากาศ และฮีตเตอร์จะหยุดการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 ผลการทดสอบระบบการควบคุมอุณหภูมิบ่อที่ 3

ครั้งที่	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	สถานะการทำงาน		
		พัดลมทำงาน	ฮีตเตอร์ทำงาน	ตัดการทำงาน
1	33.9	✓		
2	33.3	✓		
3	30.5	✓		
4	29.5			✓
5	29.3			✓
6	28.2			✓
7	26.6			✓
8	25.2			✓
9	24.6		✓	
10	24.0		✓	

จากตารางที่ 4.9 ทำการทดลองทั้งหมด 10 ครั้ง โดยกำหนดค่าอุณหภูมิที่ต้องการไว้ที่ระหว่าง 25-30 องศาเซลเซียล พบว่าเมื่อค่าของอุณหภูมิสูงกว่า 30 องศาเซลเซียลพัดลมระบายอากาศจะทำงาน อุณหภูมิต่ำกว่า 25 องศาเซลเซียลฮีตเตอร์จะทำงาน และเมื่อค่าของอุณหภูมิที่วัดได้อยู่ระหว่าง 25-30 องศาเซลเซียล พัดลมระบายอากาศ และฮีตเตอร์จะหยุดการทำงาน ดังแสดงในรูปที่ 4.5 และ 4.6

รูปที่ 4.5 พัดลมระบายอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.6 ฮีตเตอร์

4.4 การทดลองการทดสอบการควบคุมความชื้น

ในการทดลองนี้จะเป็นการทดสอบระบบการควบคุมความชื่นว่าสามารถทำงานได้ถูกต้องหรือไม่

4.4.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. พัดลมระบายอากาศ
2. เครื่องพ่นหมอก
3. บ่อเลี้ยงจิ้งหรีด

4.4.2 ขั้นตอนการทดลอง

1. เปิดเครื่องเพาะเลี้ยงจิ้งหรีด
2. กำหนดค่าอุความชื้นที่ต้องการ
3. บันทึกผลลงตารางที่ 4.10 , 4.11 และ 4.12

ตารางที่ 4.10 ผลการทดสอบระบบการควบคุมความชื้นบ่อที่ 1

ครั้งที่	ค่าความชื้น (เปอร์เซ็นต์)	สถานะการทำงาน		
		พัดลมทำงาน	เครื่องพ่นหมอกทำงาน	ตัดการทำงาน
1	70.5	✓		
2	71.1	✓		
3	70.0	✓		
4	69.5			✓
5	68.0			✓
6	67.5			✓
7	64.3			✓

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.10 ผลการทดสอบระบบการควบคุมความชื้นบ่อที่ 1 (ต่อ)

ครั้งที่	ค่าความชื้น (เปอร์เซ็นต์)	สถานะการทำงาน		
		พัดลมทำงาน	เครื่องพ่นหมอกทำงาน	ตัดการทำงาน
8	58.5		✓	
9	59.3		✓	
10	59.8		✓	

จากตารางที่ 4.10 ทำการทดลองทั้งหมด 10 ครั้ง โดยกำหนดค่าความชื้นที่ต้องการไว้ที่ระหว่างร้อยละ 60-70 พบว่าเมื่อค่าของความชื้นสูงกว่าร้อยละ70 พัดลมระบายอากาศจะทำงาน ความชื้นต่ำกว่าร้อยละ 60 เครื่องพ่นหมอกจะทำงาน และเมื่อค่าของอุความชื้นที่วัดได้อยู่ระหว่างร้อยละ 60-70 พัดลมระบายอากาศ และเครื่องพ่นหมอกจะหยุดการทำงาน

ตารางที่ 4.11 ผลการทดสอบระบบการควบคุมความชื้นบ่อที่ 2

ครั้งที่	ค่าความชื้น (เปอร์เซ็นต์)	สถานะการทำงาน		
		พัดลมทำงาน	เครื่องพ่นหมอกทำงาน	ตัดการทำงาน
1	73.0	✓		
2	72.6	✓		
3	72.3	✓		
4	71.5	✓		
5	70.6	✓		
6	67.0		✓	
7	66.2		✓	
8	59.0			✓
9	59.6			✓
10	59.7			✓

จากตารางที่ 4.11 ทำการทดลองทั้งหมด 10 ครั้ง โดยกำหนดค่าความชื้นที่ต้องการไว้ที่ระหว่างร้อยละ 60-70 พบว่าเมื่อค่าของความชื้นสูงกว่าร้อยละ70 พัดลมระบายอากาศจะทำงาน ความชื้นต่ำกว่าร้อยละ 60 เครื่องพ่นหมอกจะทำงาน และเมื่อค่าของอุความชื้นที่วัดได้อยู่ระหว่างร้อยละ 60-70 พัดลมระบายอากาศ และเครื่องพ่นหมอกจะหยุดการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.12 ผลการทดสอบระบบการควบคุมความชื้นบ่อที่ 2

ครั้งที่	ค่าความชื้น (เปอร์เซ็นต์)	สถานะการทำงาน		
		พัดลมทำงาน	เครื่องพ่นหมอกทำงาน	ตัดการทำงาน
1	73.0	✓		
2	72.3	✓		
3	71.2	✓		
4	69.5			✓
5	69.6			✓
6	69.4			✓
7	69.0			✓
8	65.2			✓
9	59.4		✓	
10	59.0		✓	

จากตารางที่ 4.12 ทำการทดลองทั้งหมด 10 ครั้ง โดยกำหนดค่าความชื้นที่ต้องการไว้ที่ระหว่างร้อยละ 60-70 พบว่าเมื่อค่าของความชื้นสูงกว่าร้อยละ70 พัดลมระบายอากาศจะทำงาน ความชื้นต่ำกว่าร้อยละ 60 เครื่องพ่นหมอกจะทำงาน และเมื่อค่าของอุความชื้นที่วัดได้อยู่ระหว่างร้อยละ 60-70 พัดลมระบายอากาศ และเครื่องพ่นหมอกจะหยุดการทำงาน ดังแสดงในรูปที่ 4.7 และ 4.8

รูปที่ 4.7 พัดลมระบายอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.8 เครื่องพ่นหมอก

4.5 การทดลองการทดสอบการให้อาหาร

ในการทดลองนี้จะเป็นการทดสอบระบบการให้อาหารว่าสามารถทำงานได้ถูกต้องหรือไม่

4.5.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. เครื่องให้อาหาร
2. บ่อเลี้ยงจิ้งหรีด

4.5.2 ขั้นตอนการทดลอง

1. เปิดเครื่องเพาะเลี้ยงจิ้งหรีด
2. กำหนดค่าเวลาให้อาหารเป็นเวลา 30 วินาที และ 60 วินาที
3. บันทึกผลลงตารางที่ 4.13 และ 4.14

ตารางที่ 4.13 ผลการทดสอบระบบการให้อาหารเป็นเวลา 30 วินาที

ครั้งที่	เวลาในการให้อาหาร (วินาที)	ปริมาณอาหาร (กรัม)
1	30	30
2	30	33
3	30	39
4	30	35
5	30	30
6	30	30
7	30	33
8	30	32
9	30	36
10	30	32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.13 ทำการทดลองการให้อาหารทุกๆ 30 วินาที ทั้งหมด 10 ครั้ง พบว่า จำนวนปริมาณอาหารที่ได้มากสุดอยู่ที่ 39 กรัม และ จำนวนปริมาณอาหารที่ได้เฉลี่ยอยู่ที่ 33 กรัม ดังแสดงในรูปที่ 4.9 และ 4.10

ตารางที่ 4.14 ผลการทดสอบระบบการให้อาหารเป็นเวลา 60 วินาที

ครั้งที่	เวลาในการให้อาหาร (วินาที)	ปริมาณอาหาร (กรัม)
1	60	50
2	60	55
3	60	53
4	60	58
5	60	60
6	60	55
7	60	56
8	60	55
9	60	55
10	60	54

จากตารางที่ 4.14 ทำการทดลองการให้อาหารทุกๆ 60 วินาที ทั้งหมด 10 ครั้ง พบว่า จำนวนปริมาณอาหารที่ได้มากสุดอยู่ที่ 60กรัม และ จำนวนปริมาณอาหารที่ได้เฉลี่ยอยู่ที่ 55.1 กรัม ดังแสดงในรูปที่ 4.11

รูปที่ 4.9 ภาชนะตวงอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.10 ปริมาณอาหารจากการให้อาหารเป็นเวลา 30 วินาที

รูปที่ 4.11 ปริมาณอาหารจากการให้อาหารเป็นเวลา 60 วินาที

4.6 การทดลองการทดสอบการให้น้ำ

ในการทดลองนี้จะเป็นการทดสอบระบบการให้น้ำว่าสามารถทำงานได้ถูกต้องหรือไม่

4.6.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. เครื่องให้น้ำ
2. บ่อเลี้ยงจิ้งหรีด

4.6.2 ขั้นตอนการทดลอง

1. เปิดเครื่องเพาะเลี้ยงจิ้งหรีด
2. ตั้งค่าระดับที่ต้องการ
2. บันทึกผลลงตารางที่ 4.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.15 ผลการทดสอบระบบการให้น้ำ

ลักษณะการทำงาน	สถานะการทำงาน
เมื่อเซนเซอร์ระดับน้ำวัดค่าได้เท่ากับ300	ปั๊มน้ำทำงาน
เมื่อเซนเซอร์ระดับน้ำวัดค่าได้เท่ากับ500	ปั๊มน้ำหยุดทำงาน

จากตารางที่ 4.15 ทำการทดลองพบว่าเมื่อเซนเซอร์ระดับน้ำวัดค่าได้เท่ากับ300 ปั๊มน้ำจะทำงานเติมน้ำเข้าไปยังท่อให้น้ำ และเมื่อเมื่อเซนเซอร์ระดับน้ำวัดค่าได้เท่ากับ500ปั๊มน้ำจะตัดการทำงาน ดังแสดงในรูปที่ 4.12

รูปที่ 4.12 ท่อลำเลียงน้ำจิ้งหรีด

4.7 การทดลองการทดสอบการควบคุมแสง

ในการทดลองนี้จะเป็นการทดสอบระบบการควบคุมแสงว่าสามารถทำงานได้ถูกต้องหรือไม่

4.7.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. เซนเซอร์วัดความเข้มแสง
2. บ่อเลี้ยงจิ้งหรีด
3. ไฟเส้นแอลอีดี

4.7.2 ขั้นตอนการทดลอง

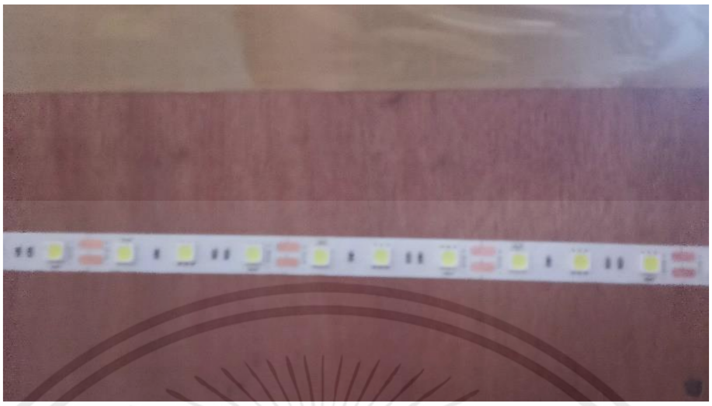
1. เปิดเครื่องเพาะเลี้ยงจิ้งหรีด
2. ตั้งค่าความเข้มแสงที่ต้องการ
2. บันทึกผลลงตารางที่ 4.16

ตารางที่ 4.16 ผลการทดสอบระบบการควบคุมแสง

ลักษณะการทำงาน	สถานะการทำงาน
เมื่อมีความเข้มแสงมากกว่า100ลักซ์	ไฟแอลอีดีไม่ทำงาน
เมื่อมีความเข้มแสงน้อยกว่า100ลักซ์	ไฟแอลอีดีทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.16 ทำการทดลองพบว่า เมื่อมีความเข้มแสงมากกว่า100ลักซ์ไฟแอลอีดีจะไม่ทำงาน และเมื่อมีความเข้มแสงน้อยกว่า100ลักซ์ ไฟแอลอีดีจะทำงาน ดังแสดงในรูปที่ 4.13



รูปที่ 4.13 เส้นไฟแอลอีดี

4.8 การทดลองการทดสอบการแจ้งเตือนผ่านไลน์

ในการทดลองนี้จะเป็นการทดสอบระบบฟังก์ชันการแจ้งเตือนผ่านไลน์ว่าสามารถทำงานได้ถูกต้องหรือไม่

4.8.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. เซนเซอร์วัดความเข้มแสง
2. บ่อเลี้ยงจิ้งหรีด
3. ไฟเส้นแอลอีดี

4.8.2 ขั้นตอนการทดลอง

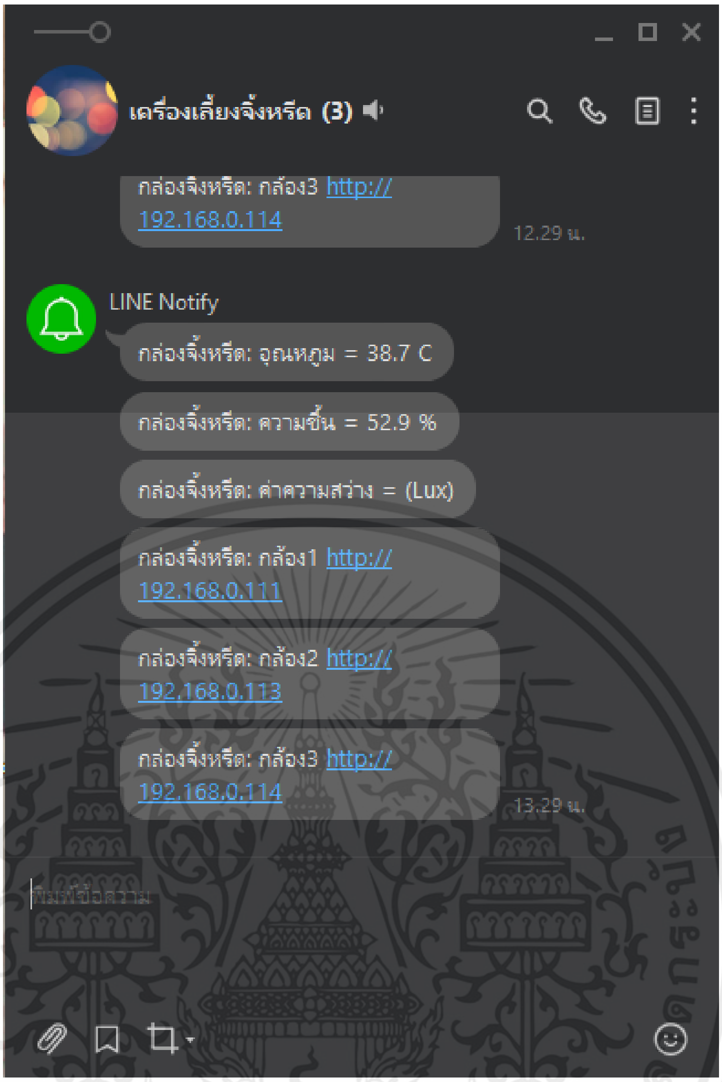
1. เปิดเครื่องเพาะเลี้ยงจิ้งหรีด
2. บันทึกผลลงตารางที่ 4.17

ตารางที่ 4.17 ผลการทดสอบระบบฟังก์ชันการแจ้งเตือนผ่านไลน์

ลักษณะการทำงาน	สถานะการทำงาน
ส่งข้อความแจ้งให้ทราบผ่านทางไลน์	ทำงาน
ส่งภาพภายในบ่อเลี้ยงผ่าทางไลน์	ทำงาน

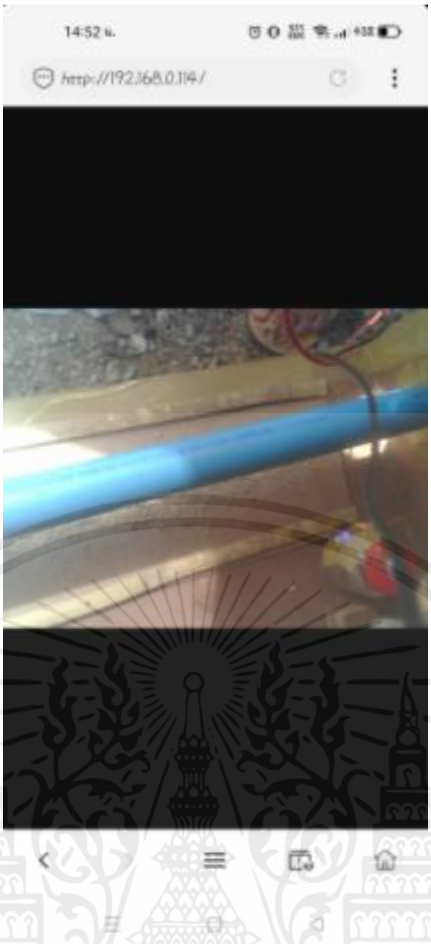
จากตารางที่ 4.17 ทำการทดลองพบว่า การส่งข้อความแจ้งให้ทราบผ่านทางไลน์ และการส่งภาพภายในบ่อเลี้ยงผ่าทางไลน์ สามารถทำงานได้ตามที่กำหนดไว้ ดังแสดงในรูปที่ 4.14 และ รูปที่ 4.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.14 การส่งข้อความแจ้งทราบผ่านทางไลน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.15 การส่งภาพภายในบ่อเลี้ยงผ่าทางไลน์

4.9 การทดลองบันทึกการเจริญเติบโตของจิ้งหรีด

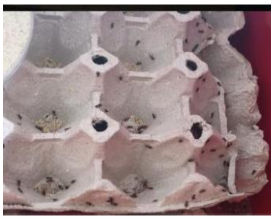
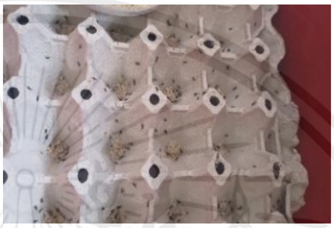
การทดลองนี้จะเป็นการทดลองกรเลี้ยงจิ้งหรีดและบันทึกการเจริญเติบโตของจิ้งหรีดทุกๆ 7วัน

4.9.1 ขั้นตอนการทดลอง

1. ตั้งค่าเวลาให้อาหาร
2. ตั้งค่าการควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ที่ 25-30 องศาเซลเซียล
3. ตั้งค่าการควบคุมความชื้นให้อยู่ที่ร้อยละ 60-70
4. บันทึกผลการทดลองลงในตารางที่4.18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.18 บันทึกผลการเจริญเติบโตของจิ้งหรีด

อายุของจิ้งหรีด	ภาพการเจริญเติบโตของจิ้งหรีด	ปริมาตรอาหารที่ให้ต่อวัน (กรัม)
7วัน		20
14วัน		20
21วัน		40
28วัน		50
35 วัน		60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.18 ทำการทดลองพบว่า จิ้งหรีดอายุ 7 วัน ปริมาณอาหารที่ให้อยู่ที่ปริมาณ 20 กรัมต่อวัน จิ้งหรีดอายุ 14 วัน ปริมาณอาหารที่ให้อยู่ที่ปริมาณ 20 กรัมต่อวัน จิ้งหรีดอายุ 21 วัน ปริมาณอาหารที่ให้อยู่ที่ปริมาณ 40 กรัมต่อวัน จิ้งหรีดอายุ 28 วัน ปริมาณอาหารที่ให้อยู่ที่ปริมาณ 50 กรัมต่อวัน และจิ้งหรีดอายุ 35 วัน ปริมาณอาหารที่ให้อยู่ที่ปริมาณ 50 กรัมต่อวัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

ในบทนี้เป็นการสรุปผลการทดลอง ปัญหาและอุปสรรคในการทำงาน และข้อเสนอแนะต่าง ๆ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

5.1 สรุปผลการทดลอง

5.1.1 การทดลองการทดสอบความแม่นยำของเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ

จากตารางที่ 4.1 , 4.2 และ 4.3 คือการทดสอบความแม่นยำของเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ โดยทดสอบโดยการวัดเทียบอุณหภูมิระหว่างเซนเซอร์ดีเอชที22 กับไฮโกรมิเตอร์ จำนวน 10 ครั้ง ผลการทดลองที่ได้ คือเซนเซอร์วัดอุณหภูมิสามารถวัดค่าได้ใกล้เคียงกับค่าที่วัดได้จากไฮโกรมิเตอร์ โดยมีค่าความผิดพลาดสูงสุดของตารางที่ 4.1 อยู่ที่ 2.70 เปอร์เซ็นต์ ค่าความผิดพลาดสูงสุดของตารางที่ 4.2 อยู่ที่ 2.18 เปอร์เซ็นต์ และค่าความผิดพลาดสูงสุดของตารางที่ 4.3 อยู่ที่ 1.21 เปอร์เซ็นต์

5.1.2 การทดลองการทดสอบความแม่นยำของเซนเซอร์วัดความชื้น

จากตารางที่ 4.4 , 4.5 และ 4.6 คือการทดสอบความแม่นยำของเซนเซอร์วัดความชื้น โดยทดสอบโดยการวัดเทียบอุความชื้นระหว่างเซนเซอร์ดีเอชที22 กับไฮโกรมิเตอร์ จำนวน 10 ครั้ง ผลการทดลองที่ได้ คือเซนเซอร์วัดความชื้นสามารถวัดค่าได้ใกล้เคียงกับค่าที่วัดได้จากไฮโกรมิเตอร์ โดยมีค่าความผิดพลาดสูงสุดของตารางที่ 4.4 อยู่ที่ 1.84 เปอร์เซ็นต์ ค่าความผิดพลาดสูงสุดของตารางที่ 4.5 อยู่ที่ 2.89เปอร์เซ็นต์ และค่าความผิดพลาดสูงสุดของตารางที่ 4.6 อยู่ที่ 1.03 เปอร์เซ็นต์

5.1.3 การทดลองการทดสอบการควบคุมอุณหภูมิ

จากตารางที่ 4.7 , 4.8 และ 4.9 คือการทดสอบการควบคุมอุณหภูมิ การทดลองทั้งหมด 10 ครั้ง โดยกำหนดค่าอุณหภูมิที่ต้องการไว้ที่ระหว่าง 25-30 องศาเซลเซียล โดยผลการทดลองพบว่าเครื่องสามารถควบคุมอุณหภูมิได้ตามที่กำหนดไว้

5.1.4 การทดลองการทดสอบการควบคุมความชื้น

จากตารางที่ 4.10 , 4.11 และ 4.12 คือการทดสอบการควบคุมความชื้น การทดลองทั้งหมด 10 ครั้ง โดยกำหนดค่าอุณหภูมิที่ต้องการไว้ที่ระหว่างร้อยละ 60-70 โดยผลการทดลองพบว่าเครื่องสามารถควบคุมอุณหภูมิได้ตามที่กำหนดไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.5 การทดลองการทดสอบการให้อาหาร

จากตารางที่ 4.13 และ 4.14 คือการทดสอบการให้อาหาร ด้วยตั้งเวลาสำหรับให้อาหารเป็นเวลา 30วินาที และ60 วินาที โดยผลการทดลองพบว่า การให้อาหารเป็นเวลา 30 วินาทีจะได้ปริมาณอาหารเฉลี่ยอยู่ที่ 33 กรัม และการให้อาหารเป็นเวลา 60 วินาทีจะได้ปริมาณอาหารเฉลี่ยอยู่ที่ 55.1 กรัม

5.1.6 การทดลองการทดสอบการให้น้ำ

จากตารางที่ 4.15 คือการทดสอบการให้น้ำ โดยผลการทดลองพบว่าเครื่องสามารถทำงานได้ตามที่กำหนดไว้

5.1.7 การทดลองการทดสอบการควบคุมแสง

จากตารางที่ 4.16 คือการทดสอบการควบคุมแสง โดยผลการทดลองพบว่าเครื่องสามารถทำงานได้ตามที่กำหนดไว้

5.1.8 การทดลองการทดสอบการแจ้งเตือนผ่านไลน์

จากตารางที่ 4.17 คือการทดสอบการแจ้งเตือนผ่านไลน์ โดยผลการทดลองพบว่าเครื่องสามารถทำงานได้ตามที่กำหนดไว้

5.1.9 การทดลองบันทึกการเจริญเติบโตของจิ้งหรีด

จากตารางที่ 4.18 คือการบันทึกการเจริญเติบโตของจิ้งหรีด โดยผลการทดลองพบว่าจิ้งหรีดอายุ 7 วัน ปริมาณอาหารที่ให้อยู่ที่ปริมาณ 20 กรัมต่อวัน จิ้งหรีดอายุ 14 วัน ปริมาณอาหารที่ให้อยู่ที่ปริมาณ 20 กรัมต่อวัน จิ้งหรีดอายุ 21 วัน ปริมาณอาหารที่ให้อยู่ที่ปริมาณ 40 กรัมต่อวัน จิ้งหรีดอายุ 28 วัน ปริมาณอาหารที่ให้อยู่ที่ปริมาณ 50 กรัมต่อวัน และจิ้งหรีดอายุ 35 วัน ปริมาณอาหารที่ให้อยู่ที่ปริมาณ 50 กรัมต่อวัน

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

5.2.1 ระบบให้อาหารนั้นถูกออกแบบมาโดยมอเตอร์ให้อาหารนั้นติดอยู่กับท่อให้อาหารของแต่ละบ่อ ทำให้เวลาให้อาหารจะทำให้เกินเสียงดังและสั้นสะเทือนไปทั้งบ่ออาจทำให้ถาดไข่ที่เป็นที่ซ่อนของจิ้งหรีดนั้นล้มลงมาได้

5.2.2 บริเวณเครื่องพ่นหมอกสำหรับทำความชื้นนั้นอยู่ใกล้ถาดอาหารมากเกินไปเนื่องจากพื้นที่ภายในบ่อเลี้ยงมีจำกัดอาจทำให้อาหารบริเวณนั้นขึ้นราได้ง่ายขึ้น

5.2.3 ระบบให้อาหารเมื่อขนาดของอาหารมีขนาดใหญ่เกินไปจะทำให้เวลาให้อาหารนั้นติดขัดและไม่สามารถให้อาหารได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ควรปรับระบบต่างให้สามารถทำงานได้ด้วยมีประสิทธิภาพที่มากขึ้น

5.3.2 การเลี้ยงแบบแนวตั้งควรให้แต่ละชั้นนั้นเชื่อมต่อกันอาจจะทำให้การเลี้ยงมีประสิทธิภาพที่ดีมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] จีราวุธ วารินทร์, **Arduino Uno พื้นฐานสำหรับงาน IoT**, พิมพ์ครั้งที่ 1, กรุงเทพฯ, สนพ. บริษัท รีไวว่า จำกัด, 2561.

[2] ยุพา หาญบุญทรง, **คู่มือการเพาะเลี้ยงแมลงที่เป็นอาหารของมนุษย์และสัตว์ในฟาร์มที่ได้มาตรฐาน**, พิมพ์ครั้งที่ 1, กรุงเทพฯ, สนพ. สำนักงานพัฒนาเศรษฐกิจจากฐานชีวภาพ, 25.

[3] ดอนสัน ปงผาบ, **ภาษาซีและArduino**, พิมพ์ครั้งที่ 2, กรุงเทพฯ, สนพ.สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2560.

[4] อภิชาติ ศรีสอาด, **แนวทางและแบบอย่างการเพาะเลี้ยงจิ้งหรีด...ให้รวยเงินล้าน**, พิมพ์ครั้งที่ 1, กรุงเทพฯ, สนพ. นาคา อินเตอร์มีเดีย, 2557.

[5] สุรศักดิ์ สังข์แย้ม, **การทดลองและประยุกต์ใช้งาน Arduino UNO**, พิมพ์ครั้งที่ 1, กรุงเทพฯ, สนพ. หจก.มีน เซอร์วิส ซัพพลาย, 2563.

[6] มัณฑนา นครเรียบ และ คณะ, **การสร้างมาตรฐานต้นแบบการจัดการฟาร์มจิ้งหรีดให้ถูกต้องตามหลักสุขอนามัยเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพของวิสาหกิจชุมชนผู้เลี้ยงจิ้งหรีดบ้านมะค่า** (มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2558)

[7] เกียรติสิน กาญจนวนิชกุล จุมพล แก้วสีหาวงค์ วุฒิยา อุตราชา และ สุพรรณ ยั่งยืน, "การทำฟาร์มจิ้งหรีดอัจฉริยะโดยใช้อินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่ง, **"วารสารวิศวกรรมฟาร์มและเทคโนโลยีการควบคุมอัตโนมัติ"** (ธันวาคม 2563)

[8] ธิมาภรณ์ จันทร์สม, **ผลของอาหารที่แตกต่างกันต่อการเจริญเติบโต อัตราการสืบพันธุ์ และปริมาณโปรตีนของจิ้งหรีดทองดำ**, วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต คณะกีฏวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2563.

[9] "โมดูลจอแสดงผล" (ระบบออนไลน์)
แหล่งที่มา : https://blog.thaieasyelec.com/how-to-use-character-lcd-display เข้าครั้งสุดท้าย วันที่ 29 มิถุนายน 2565

[10] "โมดูลนาฬิกา" (ระบบออนไลน์)
แหล่งที่มา : https://www.arduitronics.com/article/35/real-time-clock-ds3231 เข้าครั้งสุดท้าย วันที่ 2 กรกฎาคม 2565

[11] "โมดูลวัดอุณหภูมิและความชื้นดีเอชที22" (ระบบออนไลน์)
แหล่งที่มา : https://www.allnewstep.com/product/825/dht22-am2302-module
เข้าครั้งสุดท้าย วันที่ 10 กรกฎาคม 2565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

[12] “ไฟเส้นแอลอีดี” (ระบบออนไลน์)
แหล่งที่มา : https://www.analogread.com
เข้าครั้งสุดท้าย วันที่ 15 กรกฎาคม 2565

[13] “แหล่งจ่ายไฟสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย” (ระบบออนไลน์)
แหล่งที่มา : https://www.cpe.ku.ac.th/~yuen/204471/power/switching_regulator/
เข้าครั้งสุดท้าย วันที่ 15 กรกฎาคม 2565

[14] “เซ็นเซอร์วัดระดับน้ำ” (ระบบออนไลน์)
แหล่งที่มา : https://www.cybertice.com/product/
เข้าครั้งสุดท้าย วันที่ 15 กรกฎาคม 2565

[15] “รีเลย์” (ระบบออนไลน์)
แหล่งที่มา : https://misumitechnical.com/technical/electrical/relay/
เข้าครั้งสุดท้าย วันที่ 15 กรกฎาคม 2565

[16] “มอเตอร์กระแสไฟตรง” (ระบบออนไลน์)
แหล่งที่มา : https://www.allnewstep.com/
เข้าครั้งสุดท้าย วันที่ 29 มิถุนายน 2565

[17] “พัดลมระบายอากาศ” (ระบบออนไลน์)
แหล่งที่มา : http://www.tdcoolingfan.com/article/
เข้าครั้งสุดท้าย วันที่ 29 มิถุนายน 2565

[18] “ปั๊มน้ำ” (ระบบออนไลน์)
แหล่งที่มา : https://www.ab.in.th/product/65/
เข้าครั้งสุดท้าย วันที่ 29 มิถุนายน 2565

[19] “พีซีเอฟ 8574” (ระบบออนไลน์)
แหล่งที่มา : https://www.hwlibre.com/th/pcf8574/
เข้าครั้งสุดท้าย วันที่ 20 มิถุนายน 2565

[20] “ไอแสควซีบัส” (ระบบออนไลน์)
แหล่งที่มา : http://www.thaimicrotron.com/CCS-628/Referrence/I2CBUS.html
เข้าครั้งสุดท้าย วันที่ 20 มิถุนายน 2565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

[21] “อีเอสพี32 แคม” (ระบบออนไลน์)
แหล่งที่มา : https://www.hwlibre.com/th/esp32-cam/
เข้าครั้งสุดท้าย วันที่ 15 กรกฎาคม 2565

[22] “แป้นปุ่มกด 4x4 (ระบบออนไลน์)
แหล่งที่มา : https://www.allnewstep.com/product/129/keypad-4x4-matrix-keypad
เข้าครั้งสุดท้าย วันที่ 10 กรกฎาคม 2565

[23] “ฮีตเตอร์” (ระบบออนไลน์)
แหล่งที่มา : http://www.ฮีต-เตอร์.com/สาระความรู้-ฮีทเตอร์/ html
เข้าครั้งสุดท้าย วันที่ 29 มิถุนายน 2565

[24] “เซ็นเซอร์วัดความเข้มแสง” (ระบบออนไลน์)
แหล่งที่มา : https://www.arduitronics.com/article/35/real-time-clock-ds3231
เข้าครั้งสุดท้าย วันที่ 15 กรกฎาคม 2565

[25] “เครื่องพ่นหมอกอัลตร้าโซนิค” (ระบบออนไลน์)
แหล่งที่มา : https://www.arduitronics.com/article/35/real-time-clock-ds3231
เข้าครั้งสุดท้าย วันที่ 15 กรกฎาคม 2565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
โปรแกรมควบคุมระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมการทำงานของเครื่องเพาะเลี้ยงจิ้งหรีด

```
#include <Wire.h> // เรียกใช้ library
#include <EEPROM.h>

#include <TridentTD_LineNotify.h> // เรียกใช้ LineNotify
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <DNSServer.h>
#include <ESP8266WebServer.h>
#include <WiFiManager.h>
#define LINE_TOKEN  "p5TdGg90R4IGWmhvicnAM3EKGHbVjHTPa9upGmRnjMP"

#include <LiquidCrystal_I2C.h> // เรีกใช้จอแอลซีดี
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 20, 4);

#include <Keypad_I2C.h> // เรียกใช้แป้นปุ่มกด
#include <Keypad.h>
#define I2CADDR 0x21
const byte ROWS = 4;  // กำหนดจำนวนของ Rows
const byte COLS = 4;  // กำหนดจำนวนของ Columns
char keys[ROWS][COLS] =
{
  {'1','2','3','A'},
  {'4','5','6','B'},
  {'7','8','9','C'},
  {'*','0','#','D'}
};
byte rowPins[ROWS] = {0, 1, 2, 3}; // เชื่อมต่อกับ Pin แถวของปุ่มกด
byte colPins[COLS] = {4, 5, 6, 7}; // เชื่อมต่อกับ Pin คอลัมน์ของปุ่มกด
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
// makeKeymap(keys) : กำหนด Keymap
// rowPins : กำหนด Pin แถวของปุ่มกด
// colPins : กำหนด Pin คอลัมน์ของปุ่มกด
// ROWS : กำหนดจำนวนของ Rows
// COLS : กำหนดจำนวนของ Columns
// I2CADDR : กำหนด Address ขอ i2C
// PCF8574 : กำหนดเบอร์ IC
Keypad_I2C keypad( makeKeymap(keys), rowPins, colPins, ROWS, COLS, I2CADDR,
PCF8574 );

#include <RTClib.h> // เรียกใช้โมดูลนาฬิกา
RTC_DS3231 RTC;
DateTime Time;
char Year,Mon,Day,Hour,Min,Sec;
int Feed = D8;
long FeedON,FeedOFF;

#include "DHT.h" // เรียกใช้เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ
#define DHTPIN_1 D3
#define DHTPIN_2 D3
#define DHTPIN_3 D3
#define DHTTYPE DHT22
int RELAY_FAN1_PIN = D7; //กำหนดขาของพัดลมตัวที่1
int RELAY_FAN2_PIN = D7; //กำหนดขาของพัดลมตัวที่2
int RELAY_FAN3_PIN = D7; //กำหนดขาของพัดลมตัวที่3
int RELAY_HEATER1_PIN = D6; //กำหนดขาของฮีทเตอร์1
int RELAY_HEATER2_PIN = D6; //กำหนดขาของฮีทเตอร์2
int RELAY_HEATER3_PIN = D6; //กำหนดขาของฮีทเตอร์3
int RELAY_WT1_PIN = D4; //กำหนดขาของหมอก1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
int RELAY_WT2_PIN = D4; //กำหนดขาของหมอก2
int RELAY_WT3_PIN = D4; //กำหนดขาของหมอก3
int MAX1 = 30 ,MID1 = 27 ,MIN1 = 25; //ตั้งค่าการควบคุมอุณหภูมิตัวที่1
int MIN_1 = 60,MAX_1 = 70; // ตั้งค่าการควบคุมความชื้นตัวที่1
int MAX2 = 30 ,MID2 = 27 ,MIN2 = 25; //ตั้งค่าการควบคุมอุณหภูมิตัวที่1
int MIN_2 = 60,MAX_2 = 70; // ตั้งค่าการควบคุมความชื้นตัวที่1
int MAX3 = 30 ,MID3 = 27 ,MIN3 = 25; //ตั้งค่าการควบคุมอุณหภูมิตัวที่1
int MIN_3 = 60,MAX_3 = 70; // ตั้งค่าการควบคุมความชื้นตัวที่1

DHT dht_1(DHTPIN_1, DHTTYPE);
DHT dht_2(DHTPIN_2, DHTTYPE);
DHT dht_3(DHTPIN_3, DHTTYPE);
```

การทำงานของปั้มน้ำ

```
int WaterPin_1 = D0; กำหนดขาของเซนเซอร์วัดระดับน้ำ
int WaterPin_2 = D0;
int WaterPin_3 = D0;
int RELAY_WARTER1_PIN = D5 ; //กำหนดขาของปั๊มน้ำ1
int RELAY_WARTER2_PIN = D5 ; //กำหนดขาของปั๊มน้ำ2
int RELAY_WARTER3_PIN = D5 ; //กำหนดขาของปั๊มน้ำ3
int val1 = 0;
int val2 = 0;
int val3 = 0;

#include <BH1750FVI.h> //เรียกใช้เซนเซอร์วัดความเข้มแสง
BH1750FVI LightSensor(BH1750FVI::k_DevModeContLowRes);
int Led1 = D9;
int Lex1 = D10;
int L=0;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตั้งค่าอินพุตและเอาต์พุตของระบบ

```
void setup()
{
  Wire.begin();  // เรียกการเชื่อมต่อ Wire
  keypad.begin( makeKeymap(keys) );  // เรียกกาเชื่อมต่อ
  dht_1.begin();
  dht_2.begin();
  dht_3.begin();
  RTC.begin();
  lcd.begin();
  LightSensor.begin();
  lcd.setCursor(0,0);lcd.print(" Day  =              ");
  lcd.setCursor(0,1);lcd.print(" Time =              ");
  lcd.setCursor(0,2);lcd.print("                    ");
  lcd.setCursor(0,3);lcd.print("                    ");
  pinMode(Feed,OUTPUT);digitalWrite(Feed,LOW);//D8
  pinMode(RELAY_WARTER1_PIN, OUTPUT);digitalWrite(RELAY_WARTER1_PIN,LOW);//D7
  pinMode(RELAY_WARTER2_PIN, OUTPUT);digitalWrite(RELAY_WARTER2_PIN,LOW);//12
  pinMode(RELAY_WARTER3_PIN, OUTPUT);digitalWrite(RELAY_WARTER3_PIN,LOW);//12
  pinMode(RELAY_WT1_PIN, OUTPUT);digitalWrite(RELAY_WT1_PIN,LOW);//21
  pinMode(RELAY_WT2_PIN, OUTPUT);digitalWrite(RELAY_WT2_PIN,LOW);//12
  pinMode(RELAY_WT3_PIN, OUTPUT);digitalWrite(RELAY_WT3_PIN,LOW);//12
  pinMode(RELAY_HEATER1_PIN, OUTPUT);digitalWrite(RELAY_HEATER1_PIN,LOW);//D6
  pinMode(RELAY_HEATER2_PIN, OUTPUT);digitalWrite(RELAY_HEATER2_PIN,LOW);//9
  pinMode(RELAY_HEATER3_PIN, OUTPUT);digitalWrite(RELAY_HEATER3_PIN,LOW);//9
  pinMode(RELAY_FAN1_PIN, OUTPUT);digitalWrite(RELAY_FAN1_PIN,LOW);//D6
  pinMode(RELAY_FAN2_PIN, OUTPUT);digitalWrite(RELAY_FAN2_PIN,LOW);//9
  pinMode(RELAY_FAN3_PIN, OUTPUT);digitalWrite(RELAY_FAN3_PIN,LOW);//9
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  pinMode(Led1,OUTPUT);digitalWrite(Led1,LOW);
```

การตั้งค่าการส่งข้อความผ่านทางไลน์

```
Serial.println(LINE.getVersion());
  WiFiManager wifiManager;
  wifiManager.setTimeout(180);
  Serial.println("Connecting...");
  if(!wifiManager.autoConnect("crickat-box"))
  {
    Serial.println("Failed to connect and hit timeout");
      delay(3000);
      ESP.reset();
      delay(5000);
     }
  Serial.printf("\nWiFi connected\nIP : ");
  Serial.println(WiFi.localIP());

  // กำหนด Line Token
  LINE.setToken(LINE_TOKEN);

  // ตัวอย่างส่งข้อความ
  LINE.notify("กล้อง1 http://192.168.0.111");
  LINE.notify("กล้อง2 http://192.168.0.113");
  LINE.notify("กล้อง3 http://192.168.0.114");
}
```

โปรแกรมการทำงานของแป้นปุ่มกด

```
void loop()
{
  char key = NO_KEY;
  key = keypad.getKey();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
while(key == NO_KEY)
{
  key = keypad.getKey();
  Time = RTC.now();
  ShowDate(9,1);
  ShowTime(9,2);
  ShowTemp(2,3);
  ShowHumi(2,4);
  CheckTime();
  CheckTemp();
  Checkwater();
  CheckLine();
  CheckLed();
  CheckLux();
  delay(20);
}
if(key == 'A')
{
GetDate(9,1);
GetTime(9,2);
RTC.adjust(DateTime(Year,Mon,Day,Hour,Min,Sec));
delay(500);
key=0;
}
if(key == 'B')
{
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0,0);lcd.print(" FeedON  =              ");
  lcd.setCursor(0,1);lcd.print(" FeedOFF =              ");
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
GetTime(9,1);
FeedON = Hour;
FeedON =(FeedON << 8)+Min;
FeedON =(FeedON << 8)+Sec;
GetTime(9,2);
FeedOFF = Hour;
FeedOFF =(FeedOFF << 8)+Min;
FeedOFF =(FeedOFF << 8)+Sec;;
delay(500);
lcd.setCursor(0,0);lcd.print(" Day  =              ");
lcd.setCursor(0,1);lcd.print(" Time =              ");
lcd.setCursor(0,2);lcd.print("                     ");
lcd.setCursor(0,3);lcd.print("                     ");
key=0;
}
if(key == 'C')
{
lcd.clear();
lcd.setCursor(0,0);lcd.print(" T MAX1  =  ");lcd.print(MAX1);lcd.print ("      ");
lcd.setCursor(0,1);lcd.print(" T MIN1  =  ");lcd.print(MIN1);lcd.print ("
");lcd.print(MID1);lcd.print ("      ");
lcd.setCursor(0,2);lcd.print(" H MAX1  =  ");lcd.print(MAX_1);lcd.print("      ");
lcd.setCursor(0,3);lcd.print(" H MIN1  =  ");lcd.print(MIN_1);lcd.print("      ");
GetTemp1(11,1);
lcd.clear();
lcd.setCursor(0,0);lcd.print(" T MAX2 =  ");lcd.print(MAX2);lcd.print  ("        ");
lcd.setCursor(0,1);lcd.print(" T MIN2 =  ");lcd.print(MIN2);lcd.print  ("        ");
lcd.setCursor(0,2);lcd.print(" H MAX2 =  ");lcd.print(MAX_2);lcd.print ("        ");
lcd.setCursor(0,3);lcd.print(" H MIN2 =  ");lcd.print(MIN_2);lcd.print ("        ");
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
GetTemp2(11,1);
lcd.clear();
lcd.setCursor(0,0);lcd.print(" T MAX3 =  ");lcd.print(MAX3);lcd.print  ("         ");
lcd.setCursor(0,1);lcd.print(" T MIN3 =  ");lcd.print(MIN3);lcd.print  ("         ");
lcd.setCursor(0,2);lcd.print(" H MAX3 =  ");lcd.print(MAX_3);lcd.print ("         ");
lcd.setCursor(0,3);lcd.print(" H MIN3 =  ");lcd.print(MIN_3);lcd.print ("         ");
GetTemp3(11,1);
delay(500);
lcd.setCursor(0,0);lcd.print(" Day  =             ");
lcd.setCursor(0,1);lcd.print(" Time =             ");
lcd.setCursor(0,2);lcd.print("                    ");
lcd.setCursor(0,3);lcd.print("                    ");
key=0;
}
if(key == 'D')
{
digitalWrite(Feed,HIGH);
digitalWrite(RELAY_FAN1_PIN,HIGH);
digitalWrite(RELAY_HEATER1_PIN,HIGH);
digitalWrite(RELAY_WARTER2_PIN,HIGH);
digitalWrite(RELAY_WT1_PIN,HIGH);
digitalWrite(Led1,HIGH);

delay(5000);
digitalWrite(Feed,LOW);
digitalWrite(RELAY_FAN1_PIN,LOW);
digitalWrite(RELAY_HEATER1_PIN,LOW);
digitalWrite(RELAY_WARTER2_PIN,LOW);
digitalWrite(RELAY_WT1_PIN,LOW);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    digitalWrite(Led1,LOW);
  }
  if(key == '1')
  {
    digitalWrite(Led1,HIGH);
  }
  if(key == '2')
  {
    digitalWrite(Led1,LOW);
  }
  if(key == '3')
  {
    digitalWrite(Feed,HIGH);
  }
  if(key == '4')
  {
    digitalWrite(Feed,LOW);
  }
}
```

โปรแกรมการทำงานของจอแอลซีดี

```
void ShowTime(char X,char Y)
{
  lcd.setCursor(X-1,Y-1);
  if(Time.hour()<10){lcd.print(0);}
  lcd.print(Time.hour());
  lcd.print(':');
  if(Time.minute()<10){lcd.print(0);}
  lcd.print(Time.minute());
  lcd.print(':');
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  if(Time.second()<10){lcd.print(0);}
  lcd.print(Time.second());
}
void ShowDate(char X,char Y)
{
  lcd.setCursor(X-1,Y-1);
  if(Time.day()<10){lcd.print(0);}
  lcd.print(Time.day());
  lcd.print('/');
  if(Time.month()<10){lcd.print(0);}
  lcd.print(Time.month());
  lcd.print('/');
  if(Time.year()<10){lcd.print(0);}
  lcd.print(Time.year()%100);

}
void GetDate(char X,char Y)
{
  ShowDate(X,Y);
  Day  = GetNum(2,X,Y);
  Mon  = GetNum(2,X+3,Y);
  Year = GetNum(2,X+6,Y);
}
void GetTime(char X,char Y)
{
  ShowTime(X,Y);
  Hour = GetNum(2,X,Y);
  Min  = GetNum(2,X+3,Y);
  Sec  = GetNum(2,X+6,Y);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
}
void ShowTemp(char X,char Y)
{

  float t = dht_1.readTemperature(); //รับค่าอุณหภูมิ
  lcd.setCursor(X-1,Y-1);
  lcd.print("Temp = "+String(t,1)+" C");    //แสดงค่าอุณหภูมิ

}
void ShowHumi(char X,char Y)
{
  float h = dht_1.readHumidity();
  lcd.setCursor(X-1,Y-1);
  lcd.print("Humi = "+String(h,1)+" %");
}
void CheckTime()
{
  long Timer;
  Timer = 0;
  Timer = (Timer << 8)+Time.hour();
  Timer = (Timer << 8)+Time.minute();
  Timer = (Timer << 8)+Time.second();
  if(Timer == FeedON){digitalWrite(Feed,HIGH);lcd.setCursor(17,2);}
  if(Timer == FeedOFF){digitalWrite(Feed,LOW);lcd.setCursor(17,3);}
}
void GetTemp1(char X,char Y)
{
    MAX1  = GetNum(2,X,Y);
    MIN1  = GetNum(2,X,Y+1);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    MID1 = (MAX1 + MIN1) / 2;
    MAX_1 = GetNum(2,X,Y+2);
    MIN_1 = GetNum(2,X,Y+3);
}
void GetTemp2(char X,char Y)
{
    MAX2 = GetNum(2,X,Y);
    MIN2 = GetNum(2,X,Y+1);
    MID2 = (MAX2 + MIN2) / 2;
    MAX_2 = GetNum(2,X,Y+2);
    MIN_2 = GetNum(2,X,Y+3);
}
void GetTemp3(char X,char Y)
{
    MAX3 = GetNum(2,X,Y);
    MIN3 = GetNum(2,X,Y+1);
    MID3 = (MAX3 + MIN3) / 2;
    MAX_3 = GetNum(2,X,Y+2);
    MIN_3 = GetNum(2,X,Y+3);
}
void CheckTemp()
{
  float t = dht_1.readTemperature();
  float h = dht_1.readHumidity();
  float t2 = dht_2.readTemperature();
  float h2 = dht_2.readHumidity();
  float t3 = dht_3.readTemperature();
  float h3 = dht_3.readHumidity();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    if(t > MAX1){digitalWrite(RELAY_FAN1_PIN,HIGH);}
    if(t ==
MID1){digitalWrite(RELAY_FAN1_PIN,LOW);digitalWrite(RELAY_HEATER1_PIN,LOW);}
    if(t < MIN1){digitalWrite(RELAY_HEATER1_PIN,HIGH);}
    if(h > MAX_1){digitalWrite(RELAY_WT1_PIN,LOW);}
    if(h < MIN_1){digitalWrite(RELAY_WT1_PIN,HIGH);}
    if(t2 > MAX2){digitalWrite(RELAY_FAN2_PIN,HIGH);}
    if(t2 ==
MID2){digitalWrite(RELAY_FAN2_PIN,LOW);digitalWrite(RELAY_HEATER2_PIN,LOW);}
    if(t2 < MIN2){digitalWrite(RELAY_HEATER2_PIN,HIGH);}
    if(h2 > MAX_2){digitalWrite(RELAY_WT2_PIN,LOW);}
    if(h2 < MIN_2){digitalWrite(RELAY_WT2_PIN,HIGH);}
    if(t3 > MAX3){digitalWrite(RELAY_FAN3_PIN,HIGH);}
    if(t3 ==
MID3){digitalWrite(RELAY_FAN3_PIN,LOW);digitalWrite(RELAY_HEATER3_PIN,LOW);}
    if(t3 < MIN3){digitalWrite(RELAY_HEATER3_PIN,HIGH);}
    if(h3 > MAX_3){digitalWrite(RELAY_WT3_PIN,LOW);}
    if(h3 < MIN_3){digitalWrite(RELAY_WT3_PIN,HIGH);}

}
```

โปรแกรมการทำงานของระบบการให้น้ำ

```
void Checkwater()
{
  val1 = analogRead(WaterPin_1);
  val2 = analogRead(WaterPin_2);
  val3 = analogRead(WaterPin_3);
  if (val1 > 800) { digitalWrite(RELAY_WARTER1_PIN, LOW);}
  else if (val1 < 300) { digitalWrite(RELAY_WARTER1_PIN, HIGH);}
  if (val2 > 800) { digitalWrite(RELAY_WARTER2_PIN, LOW);}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  else if (val2 < 300) { digitalWrite(RELAY_WARTER2_PIN, HIGH);}
  if (val3 > 800) { digitalWrite(RELAY_WARTER3_PIN, LOW);}
  else if (val3 < 300) { digitalWrite(RELAY_WARTER3_PIN, HIGH);}
}
```

โปรแกรมการส่งข้อความผ่านไลน์

```
void Line()
{
  float t = dht_1.readTemperature(); //รับค่าอุณหภูมิ
  float h = dht_1.readHumidity();
  LINE.notify("อุณหภูม = "+String(t,1)+" C");
  LINE.notify("ความชื้น = "+String(h,1)+" %");
  LINE.notify("ค่าความสว่าง = (Lux)");
  LINE.notify("กล้อง1 http://192.168.0.111");
  LINE.notify("กล้อง2 http://192.168.0.113");
  LINE.notify("กล้อง3 http://192.168.0.114");
}
void CheckLine()
{
  if (Time.minute() == 30 && Time.second() == 00 ) {
    Line();
  }
}
void CheckLed()
{
  if (Time.hour() == 06 && Time.minute() == 00 ) {
    digitalWrite(Led1, HIGH);}
  if (Time.hour() == 18 && Time.minute() == 00 ) {
    digitalWrite(Led1, LOW);}
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมการควบคุมแสง

```
void CheckLux()
{
  uint16_t lux = LightSensor.GetLightIntensity();
  Serial.print("Light: ");
  Serial.print(lux);
  Serial.println(" lux");
  if (lux < 100) { //สามารถกำหนดค่าความสว่างตามต้องการได้
    digitalWrite(Lex1, L);
    L++;
    Serial.println(L);


  }
 if (lux > 100) { //สามารถกำหนดค่าความสว่างตามต้องการได้
     digitalWrite(Lex1, L);
    L--;


  }
  if (L > 255) {
      L = 1;
    }
    if (L < 0) {
      L = 255;
    }
}
char BufNum[8];
void SlideNum(void)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
{
  BufNum[6] = BufNum[5];
  BufNum[5] = BufNum[4];
  BufNum[4] = BufNum[3];
  BufNum[3] = BufNum[2];
  BufNum[2] = BufNum[1];
  BufNum[1] = BufNum[0];
}
unsigned long GetNum(int Count,int X,int Y)
{ char key,i,N;
  int Sum;
  lcd.blink();
  lcd.setCursor(X+(Count-2),Y-1);
  N = 0;
  for(i=0;i<Count;i++){BufNum[i] = ' ';}
  i = 0;
  while(key != '#')
  { key = NO_KEY;
    while(key == NO_KEY){key = keypad.getKey();delay(10);}
   if(key == '*'){for(i=0;i<Count;i++){BufNum[i] = ' ';}N = 0;}
   if((N < Count)&&(key >= '0')&&(key <= '9'))
   { SlideNum();
     BufNum[0] = key;
     N++;
   }
   lcd.setCursor(X-1,Y-1);
   for(i=0;i<Count;i++){lcd.print(BufNum[Count-(i+1)]);}
   lcd.setCursor(X+(Count-2),Y-1);
   delay(10);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  }
Sum = 0;
for(i=0;i<Count;i++)
 {
   if(BufNum[Count-(i+1)]==0x20){BufNum[Count-(i+1)] = '0';}
   Sum = (Sum*10) + (BufNum[Count-(i+1)]-'0');
 }
lcd.noCursor();
lcd.noBlink();
return(Sum);
}
```

โปรมแกรมการทำงานของโมดูลกล้องอีเอสพี 32 แคม (ESP32 CAM)

```
#include "esp_camera.h" //เรียกใช้ library
#include <WiFi.h>
#include "esp_timer.h"
#include "img_converters.h"
#include "Arduino.h"
#include "fb_gfx.h"
#include "soc/soc.h" //disable brownout problems
#include "soc/rtc_cntl_reg.h"  //disable brownout problems
#include "esp_http_server.h"
```

การตั้งค่าการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ต

```
const char* ssid = "Aungtad";
const char* password = "0884019501";
```

การตั้งค่าการทำงานของกล้องอีเอสพี32 แคม

```
#define PART_BOUNDARY "123456789000000000000987654321"
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

M5STACK WITHOUT PSRAM

```
#define CAMERA_MODEL_AI_THINKER
//#define CAMERA_MODEL_M5STACK_PSRAM
//#define CAMERA_MODEL_M5STACK_WITHOUT_PSRAM

//#define CAMERA_MODEL_WROVER_KIT

#if defined(CAMERA_MODEL_WROVER_KIT)
  #define PWDN_GPIO_NUM    -1
  #define RESET_GPIO_NUM   -1
  #define XCLK_GPIO_NUM    21
  #define SIOD_GPIO_NUM    26
  #define SIOC_GPIO_NUM    27

  #define Y9_GPIO_NUM      35
  #define Y8_GPIO_NUM      34
  #define Y7_GPIO_NUM      39
  #define Y6_GPIO_NUM      36
  #define Y5_GPIO_NUM      19
  #define Y4_GPIO_NUM      18
  #define Y3_GPIO_NUM       5
  #define Y2_GPIO_NUM       4
  #define VSYNC_GPIO_NUM   25
  #define HREF_GPIO_NUM    23
  #define PCLK_GPIO_NUM    22

#elif defined(CAMERA_MODEL_M5STACK_PSRAM)
  #define PWDN_GPIO_NUM     -1
  #define RESET_GPIO_NUM    15
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  #define XCLK_GPIO_NUM      27
  #define SIOD_GPIO_NUM      25
  #define SIOC_GPIO_NUM      23

  #define Y9_GPIO_NUM        19
  #define Y8_GPIO_NUM        36
  #define Y7_GPIO_NUM        18
  #define Y6_GPIO_NUM        39
  #define Y5_GPIO_NUM         5
  #define Y4_GPIO_NUM        34
  #define Y3_GPIO_NUM        35
  #define Y2_GPIO_NUM        32
  #define VSYNC_GPIO_NUM     22
  #define HREF_GPIO_NUM      26
  #define PCLK_GPIO_NUM      21

#elif defined(CAMERA_MODEL_M5STACK_WITHOUT_PSRAM)
  #define PWDN_GPIO_NUM      -1
  #define RESET_GPIO_NUM     15
  #define XCLK_GPIO_NUM      27
  #define SIOD_GPIO_NUM      25
  #define SIOC_GPIO_NUM      23

  #define Y9_GPIO_NUM        19
  #define Y8_GPIO_NUM        36
  #define Y7_GPIO_NUM        18
  #define Y6_GPIO_NUM        39
  #define Y5_GPIO_NUM         5
  #define Y4_GPIO_NUM        34
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  #define Y3_GPIO_NUM       35
  #define Y2_GPIO_NUM       17
  #define VSYNC_GPIO_NUM    22
  #define HREF_GPIO_NUM     26
  #define PCLK_GPIO_NUM     21

#elif defined(CAMERA_MODEL_AI_THINKER)
  #define PWDN_GPIO_NUM     32
  #define RESET_GPIO_NUM    -1
  #define XCLK_GPIO_NUM      0
  #define SIOD_GPIO_NUM     26
  #define SIOC_GPIO_NUM     27

  #define Y9_GPIO_NUM       35
  #define Y8_GPIO_NUM       34
  #define Y7_GPIO_NUM       39
  #define Y6_GPIO_NUM       36
  #define Y5_GPIO_NUM       21
  #define Y4_GPIO_NUM       19
  #define Y3_GPIO_NUM       18
  #define Y2_GPIO_NUM        5
  #define VSYNC_GPIO_NUM    25
  #define HREF_GPIO_NUM     23
  #define PCLK_GPIO_NUM     22
#else
  #error "Camera model not selected"
#endif
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
static const char* _STREAM_CONTENT_TYPE = "multipart/x-mixed-replace;boundary="
PART_BOUNDARY;
static const char* _STREAM_BOUNDARY = "\r\n--" PART_BOUNDARY "\r\n";
static const char* _STREAM_PART = "Content-Type: image/jpeg\r\nContent-Length:
%u\r\n\r\n";

httpd_handle_t stream_httpd = NULL;

static esp_err_t stream_handler(httpd_req_t *req){
  camera_fb_t * fb = NULL;
  esp_err_t res = ESP_OK;
  size_t _jpg_buf_len = 0;
  uint8_t * _jpg_buf = NULL;
  char * part_buf[64];

  res = httpd_resp_set_type(req, _STREAM_CONTENT_TYPE);
  if(res != ESP_OK){
    return res;
  }

  while(true){
    fb = esp_camera_fb_get();
    if (!fb) {
      Serial.println("Camera capture failed");
      res = ESP_FAIL;
    } else {
      if(fb->width > 400){
        if(fb->format != PIXFORMAT_JPEG){
          bool jpeg_converted = frame2jpg(fb, 80, &_jpg_buf, &_jpg_buf_len);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
          esp_camera_fb_return(fb);
          fb = NULL;
          if(!jpeg_converted){
            Serial.println("JPEG compression failed");
            res = ESP_FAIL;
          }
        } else {
          _jpg_buf_len = fb->len;
          _jpg_buf = fb->buf;
        }
      }
    }
    if(res == ESP_OK){
      size_t hlen = snprintf((char *)part_buf, 64, _STREAM_PART, _jpg_buf_len);
      res = httpd_resp_send_chunk(req, (const char *)part_buf, hlen);
    }
    if(res == ESP_OK){
      res = httpd_resp_send_chunk(req, (const char *)_jpg_buf, _jpg_buf_len);
    }
    if(res == ESP_OK){
      res = httpd_resp_send_chunk(req, _STREAM_BOUNDARY,
strlen(_STREAM_BOUNDARY));
    }
    if(fb){
      esp_camera_fb_return(fb);
      fb = NULL;
      _jpg_buf = NULL;
    } else if(_jpg_buf){
      free(_jpg_buf);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      _jpg_buf = NULL;
    }
    if(res != ESP_OK){
      break;
    }
    //Serial.printf("MJPG: %uB\n",(uint32_t)(_jpg_buf_len));
  }
  return res;
}

void startCameraServer(){
  httpd_config_t config = HTTPD_DEFAULT_CONFIG();
  config.server_port = 80;

  httpd_uri_t index_uri = {
    .uri       = "/",
    .method    = HTTP_GET,
    .handler   = stream_handler,
    .user_ctx  = NULL
  };

  //Serial.printf("Starting web server on port: '%d'\n", config.server_port);
  if (httpd_start(&stream_httpd, &config) == ESP_OK) {
    httpd_register_uri_handler(stream_httpd, &index_uri);
  }
}

void setup() {
  WRITE_PERI_REG(RTC_CNTL_BROWN_OUT_REG, 0); //disable brownout detector
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Serial.begin(115200);
Serial.setDebugOutput(false);

camera_config_t config;
config.ledc_channel = LEDC_CHANNEL_0;
config.ledc_timer = LEDC_TIMER_0;
config.pin_d0 = Y2_GPIO_NUM;
config.pin_d1 = Y3_GPIO_NUM;
config.pin_d2 = Y4_GPIO_NUM;
config.pin_d3 = Y5_GPIO_NUM;
config.pin_d4 = Y6_GPIO_NUM;
config.pin_d5 = Y7_GPIO_NUM;
config.pin_d6 = Y8_GPIO_NUM;
config.pin_d7 = Y9_GPIO_NUM;
config.pin_xclk = XCLK_GPIO_NUM;
config.pin_pclk = PCLK_GPIO_NUM;
config.pin_vsync = VSYNC_GPIO_NUM;
config.pin_href = HREF_GPIO_NUM;
config.pin_sscb_sda = SIOD_GPIO_NUM;
config.pin_sscb_scl = SIOC_GPIO_NUM;
config.pin_pwdn = PWDN_GPIO_NUM;
config.pin_reset = RESET_GPIO_NUM;
config.xclk_freq_hz = 20000000;
config.pixel_format = PIXFORMAT_JPEG;

if(psramFound()){
  config.frame_size = FRAMESIZE_UXGA;
  config.jpeg_quality = 10;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    config.fb_count = 2;
  } else {
    config.frame_size = FRAMESIZE_SVGA;
    config.jpeg_quality = 12;
    config.fb_count = 1;
  }

  // Camera init
  esp_err_t err = esp_camera_init(&config);
  if (err != ESP_OK) {
    Serial.printf("Camera init failed with error 0x%x", err);
    return;
  }
  // Wi-Fi connection
  WiFi.begin(ssid, password);
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(500);
    Serial.print(".");
  }
  Serial.println("");
  Serial.println("WiFi connected");

  Serial.print("Camera Stream Ready! Go to: http://");
  Serial.print(WiFi.localIP());

  // Start streaming web server
  startCameraServer();
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
void loop() {
  delay(1);
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

คู่มือการใช้งานเครื่องเพาะเลี้ยงจิ้งหรีด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการใช้งาน

1. เปิดเครื่องเพาะเลี้ยงจิ้งหรีดหน้าจอแอลซีดีจะแสดงค่าสถานะต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ ข.1

รูปที่ ข.1 ตู้ควบคุมเครื่องเพาะเลี้ยงจิ้งหรีด

2. กดปุ่ม A ที่แป้นปุ่มกดเพื่อตั้งค่า วัน/เดือน/ปี และเวลา ดังแสดงในรูปที่ ข.2 ในการตั้งให้กดปุ่มตัวเลข เพื่อตั้งเวลาและวันที่ กดปุ่ม # เพื่อตกลงการตั้งค่า และ กดปุ่ม * เพื่อแก้ไขการตั้งค่า ดังแสดงในรูปที่ ข.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ข.2 กดปุ่ม A เพื่อตั้งค่า เวลา และวันที่

รูปที่ ข.3 กดปุ่ม # เพื่อตกลงการตั้งค่า กดปุ่ม * เพื่อแก้ไขการตั้งค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. กดปุ่ม B ที่แป้นปุ่มกดเพื่อตั้งค่าเวลาในการให้อาหาร และเวลาในการหยุดให้อาหาร ในการตั้งให้กดปุ่มตัวเลข เพื่อตั้งเวลา กดปุ่ม # เพื่อตกลงการตั้งค่า และ กดปุ่ม * เพื่อแก้ไขการตั้งค่า ดังแสดงในรูปที่ ข.4 เมื่อถึงเวลาที่กำหนดเครื่องให้อาหารจะทำงานตามรูปที่ ข.5

รูปที่ ข.4 กดปุ่ม B เพื่อตั้งค่าเวลาการให้อาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ข.5 เครื่องให้อาหารทำงาน

4. กดปุ่ม C ที่แป้นปุ่มกดเพื่อตั้งค่าอุณหภูมิ และความชื้น เพื่อตั้งค่าระบบควบคุมอุณหภูมิ และความชื้นในการตั้งให้กดปุ่มตัวเลข เพื่อตั้งเวลา กดปุ่ม # เพื่อตกลงการตั้งค่า และ กดปุ่ม * เพื่อแก้ไขการตั้งค่า ดังแสดงในรูปที่ ข.6

รูปที่ ข.6 กดปุ่ม C เพื่อตั้งค่าค่าอุณหภูมิ และความชื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

คู่มือการใช้งานอุปกรณ์ (datasheet)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ESP8266EX

Datasheet

Version 6.0
Espressif Systems
Copyright © 2018

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

About This Guide

This document introduces the specifications of ESP8266EX.

Release Notes

Date	Version	Release Notes
2015.12	V4.6	Updated Chapter 3.
2016.02	V4.7	Updated Section 3.6 and Section 4.1.
2016.04	V4.8	Updated Chapter 1.
2016.08	V4.9	Updated Chapter 1.
2016.11	V5.0	Added Appendix II "Learning Resources".
2016.11	V5.1	Changed the power consumption during Deep-sleep from 10 μA to 20 μA in Table 5-2.
2016.11	V5.2	Changed the crystal frequency range from "26 MHz to 52 MHz" to "24 MHz to 52 MHz" in Section 3.3.
2016.12	V5.3	Changed the minimum working voltage from 3.0V to 2.5V.
2017.04	V5.4	Changed chip input and output impedance from 50Ω to 39+j6 Ω.
2017.10	V5.5	Updated Chapter 3 regarding the range of clock amplitude to 0.8 – 1.5V.
2017.11	V5.6	Updated VDDPST from 1.8V – 3.3V to 1.8V – 3.6V.
2017.11	V5.7	• Corrected a typo in the description of SDIO_DATA_0 in Table 2-1; • Added the testing conditions for the data in Table 5-2.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Date	Version	Release Notes
2018.02	V5.8	• Updated Wi-Fi protocols in Section 1.1; • Updated description of the integrated Tensilica processor in 3.1.
2018.09	V5.9	• Update document cover; • Added a note for Table 1-1; • Updated Wi-Fi key features in Section 1.1; • Updated description of the Wi-Fi function in 3.5; • Updated pin layout diagram; • Fixed a typo in Table 2-1; • Removed Section AHB and AHB module; • Restructured Section Power Management; • Fixed a typo in Section UART; • Removed description of transmission angle in Section IR Remote Control; • Other optimization (wording).
2018.11	V6.0	• Added an SPI pin in Table 4-2; • Updated the diagram of packing information.

Documentation Change Notification

Espressif provides email notifications to keep customers updated on changes to technical documentation. Please subscribe at https://www.espressif.com/en/subscribe.

Certification

Download certificates for Espressif products from https://www.espressif.com/en/certificates.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table of Contents

1. Overview 1
1.1. Wi-Fi Key Features...1
1.2. Specifications...2
1.3. Applications 3

2. Pin Definitions...4

3. Functional Description 6
3.1. CPU, Memory, and Flash 6
3.1.1. CPU 6
3.1.2. Memory...6
3.1.3. External Flash 7
3.2. Clock...7
3.2.1. High Frequency Clock 7
3.2.2. External Clock Requirements 8
3.3. Radio...8
3.3.1. Channel Frequencies..8
3.3.2. 2.4 GHz Receiver..9
3.3.3. 2.4 GHz Transmitter..9
3.3.4. Clock Generator 9
3.4. Wi-Fi 9
3.4.1. Wi-Fi Radio and Baseband...9
3.4.2. Wi-Fi MAC 10
3.5. Power Management...10

4. Peripheral Interface 12
4.1. General Purpose Input/Output Interface (GPIO) 12
4.2. Secure Digital Input/Output Interface (SDIO)..12
4.3. Serial Peripheral Interface (SPI/HSPI) 13
4.3.1. General SPI (Master/Slave)...13
4.3.2. HSPI (Slave)..13
4.4. I2C Interface...14
4.5. I2S Interface...14
4.6. Universal Asynchronous Receiver Transmitter (UART) 14
4.7. Pulse-Width Modulation (PWM)..15
4.8. IR Remote Control..16
4.9. ADC (Analog-to-Digital Converter) 16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. Electrical Specifications 18
5.1. Electrical Characteristics 18
5.2. RF Power Consumption 18
5.3. Wi-Fi Radio Characteristics 19

6. Package Information 20

I. Appendix - Pin List 21

II. Appendix - Learning Resources 22
II.1. Must-Read Documents 22
II.2. Must-Have Resources 22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. Overview

Espressif's ESP8266EX delivers highly integrated Wi-Fi SoC solution to meet users' continuous demands for efficient power usage, compact design and reliable performance in the Internet of Things industry.

With the complete and self-contained Wi-Fi networking capabilities, ESP8266EX can perform either as a standalone application or as the slave to a host MCU. When ESP8266EX hosts the application, it promptly boots up from the flash. The integrated high-speed cache helps to increase the system performance and optimize the system memory. Also, ESP8266EX can be applied to any microcontroller design as a Wi-Fi adaptor through SPI/SDIO or UART interfaces.

ESP8266EX integrates antenna switches, RF balun, power amplifier, low noise receive amplifier, filters and power management modules. The compact design minimizes the PCB size and requires minimal external circuitries.

Besides the Wi-Fi functionalities, ESP8266EX also integrates an enhanced version of Tensilica's L106 Diamond series 32-bit processor and on-chip SRAM. It can be interfaced with external sensors and other devices through the GPIOs. Software Development Kit (SDK) provides sample codes for various applications.

Espressif Systems' Smart Connectivity Platform (ESCP) enables sophisticated features including:

- Fast switch between sleep and wakeup mode for energy-efficient purpose;
- Adaptive radio biasing for low-power operation
- Advance signal processing
- Spur cancellation and RF co-existence mechanisms for common cellular, Bluetooth, DDR, LVDS, LCD interference mitigation

1.1. Wi-Fi Key Features

- 802.11 b/g/n support
- 802.11n support (2.4 GHz), up to 72.2 Mbps
- Defragmentation
- 2 x virtual Wi-Fi interface
- Automatic beacon monitoring (hardware TSF)
- Support Infrastructure BSS Station mode/SoftAP mode/Promiscuous mode
- Antenna diversity

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2. Specifications

Table 1-1. Specifications

Categories	Items	Parameters
Wi-Fi	Certification	Wi-Fi Alliance
	Protocols	802.11 b/g/n (HT20)
	Frequency Range	2.4G ~ 2.5G (2400M ~ 2483.5M)
	TX Power	802.11 b: +20 dBm
		802.11 g: +17 dBm
		802.11 n: +14 dBm
	Rx Sensitivity	802.11 b: -91 dbm (11 Mbps)
		802.11 g: -75 dbm (54 Mbps)
		802.11 n: -72 dbm (MCS7)
	Antenna	PCB Trace, External, IPEX Connector, Ceramic Chip
Hardware	CPU	Tensilica L106 32-bit processor
	Peripheral Interface	UART/SDIO/SPI/I2C/I2S/IR Remote Control
		GPIO/ADC/PWM/LED Light & Button
	Operating Voltage	2.5V ~ 3.6V
	Operating Current	Average value: 80 mA
	Operating Temperature Range	-40°C ~ 125°C
	Package Size	QFN32-pin (5 mm x 5 mm)
	External Interface	-
Software	Wi-Fi Mode	Station/SoftAP/SoftAP+Station
	Security	WPA/WPA2
	Encryption	WEP/TKIP/AES
	Firmware Upgrade	UART Download / OTA (via network)
	Software Development	Supports Cloud Server Development / Firmware and SDK for fast on-chip programming
	Network Protocols	IPv4, TCP/UDP/HTTP
	User Configuration	AT Instruction Set, Cloud Server, Android/iOS App

📖 *Note:*

The TX power can be configured based on the actual user scenarios.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3. Applications

- Home appliances
- Home automation
- Smart plugs and lights
- Industrial wireless control
- Baby monitors
- IP cameras
- Sensor networks
- Wearable electronics
- Wi-Fi location-aware devices
- Security ID tags
- Wi-Fi position system beacons

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Pin Definitions

Figure 2-1 shows the pin layout for 32-pin QFN package.

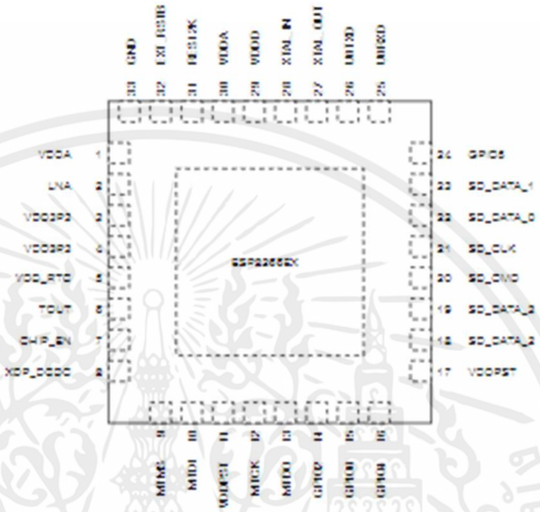


Figure 2-1. Pin Layout (Top View)

Table 2-1 lists the definitions and functions of each pin.

Table 2-1. ESP8266EX Pin Definitions

Pin	Name	Type	Function
1	VDDA	P	Analog Power 2.5V ~ 3.6V
2	LNA	I/O	RF antenna interface Chip output impedance=39+j6 Ω. It is suggested to retain the π-type matching network to match the antenna.
3	VDD3P3	P	Amplifier Power 2.5V ~ 3.6V
4	VDD3P3	P	Amplifier Power 2.5V ~ 3.6V
5	VDD_RTC	P	NC (1.1V)
6	TOUT	I	ADC pin. It can be used to test the power-supply voltage of VDD3P3 (Pin3 and Pin4) and the input power voltage of TOUT (Pin 6). However, these two functions cannot be used simultaneously.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pin	Name	Type	Function
7	CHIP_EN	I	Chip Enable High: On, chip works properly Low: Off, small current consumed
8	XPD_DCDC	I/O	Deep-sleep wakeup (need to be connected to EXT_RSTB); GPIO16
9	MTMS	I/O	GPIO 14; HSPI_CLK
10	MTDI	I/O	GPIO 12; HSPI_MISO
11	VDDPST	P	Digital/IO Power Supply (1.8V – 3.6V)
12	MTCK	I/O	GPIO 13; HSPI_MOSI; UART0_CTS
13	MTDO	I/O	GPIO 15; HSPI_CS; UART0_RTS
14	GPIO2	I/O	UART TX during flash programming; GPIO2
15	GPIO0	I/O	GPIO0; SPI_CS2
16	GPIO4	I/O	GPIO4
17	VDDPST	P	Digital/IO Power Supply (1.8V – 3.6V)
18	SDIO_DATA_2	I/O	Connect to SD_D2 (Series R: 200Ω); SPIHD; HSPIHD; GPIO9
19	SDIO_DATA_3	I/O	Connect to SD_D3 (Series R: 200Ω); SPIWP; HSPIWP; GPIO10
20	SDIO_CMD	I/O	Connect to SD_CMD (Series R: 200Ω); SPI_CS0; GPIO11
21	SDIO_CLK	I/O	Connect to SD_CLK (Series R: 200Ω); SPI_CLK; GPIO6
22	SDIO_DATA_0	I/O	Connect to SD_D0 (Series R: 200Ω); SPI_MISO; GPIO7
23	SDIO_DATA_1	I/O	Connect to SD_D1 (Series R: 200Ω); SPI_MOSI; GPIO8
24	GPIO5	I/O	GPIO5
25	U0RXD	I/O	UART Rx during flash programming; GPIO3
26	U0TXD	I/O	UART TX during flash programming; GPIO1; SPI_CS1
27	XTAL_OUT	I/O	Connect to crystal oscillator output, can be used to provide BT clock input
28	XTAL_IN	I/O	Connect to crystal oscillator input
29	VDDD	P	Analog Power 2.5V – 3.6V
30	VDDA	P	Analog Power 2.5V – 3.6V
31	RES12K	I	Serial connection with a 12 kΩ resistor and connect to the ground
32	EXT_RSTB	I	External reset signal (Low voltage level: active)

Note:

1. *GPIO2, GPIO0, and MTDO are used to select booting mode and the SDIO mode;*
2. *U0TXD should not be pulled externally to a low logic level during the powering-up.*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. Functional Description

The functional diagram of ESP8266EX is shown as in Figure 3-1.

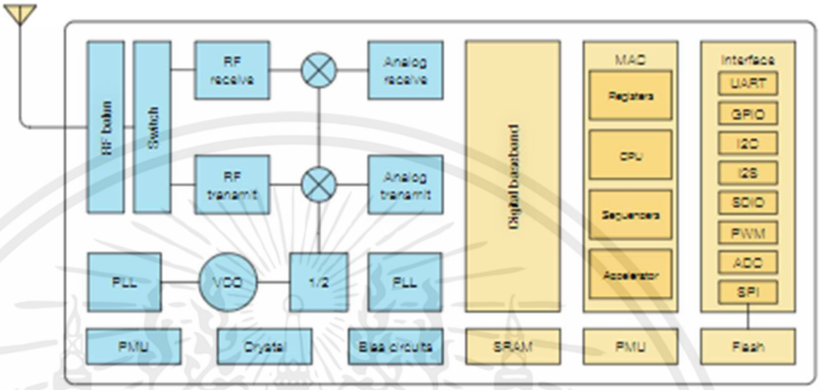


Figure 3-1. Functional Block Diagram

3.1. CPU, Memory, and Flash

3.1.1. CPU

The ESP8266EX integrates a Tensilica L106 32-bit RISC processor, which achieves extra-low power consumption and reaches a maximum clock speed of 160 MHz. The Real-Time Operating System (RTOS) and Wi-Fi stack allow 80% of the processing power to be available for user application programming and development. The CPU includes the interfaces as below:

- Programmable RAM/ROM interfaces (iBus), which can be connected with memory controller, and can also be used to visit flash.
- Data RAM interface (dBus), which can connected with memory controller.
- AHB interface which can be used to visit the register.

3.1.2. Memory

ESP8266EX Wi-Fi SoC integrates memory controller and memory units including SRAM and ROM. MCU can access the memory units through iBus, dBus, and AHB interfaces. All memory units can be accessed upon request, while a memory arbiter will decide the running sequence according to the time when these requests are received by the processor.

According to our current version of SDK, SRAM space available to users is assigned as below.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- RAM size < 50 kB, that is, when ESP8266EX is working under the Station mode and connects to the router, the maximum programmable space accessible in Heap + Data section is around 50 kB.
- There is no programmable ROM in the SoC. Therefore, user program must be stored in an external SPI flash.

3.1.3. External Flash

ESP8266EX uses external SPI flash to store user programs, and supports up to 16 MB memory capacity theoretically.

The minimum flash memory of ESP8266EX is shown below:

- OTA disabled: 512 kB at least
- OTA enabled: 1 MB at least

> ⚠ **Notice:**
>
> *SPI mode supported: Standard SPI, Dual SPI and Quad SPI. The correct SPI mode should be selected when flashing bin files to ESP8266. Otherwise, the downloaded firmware/program may not be working properly.*

3.2. Clock

3.2.1. High Frequency Clock

The high frequency clock on ESP8266EX is used to drive both transmit and receive mixers. This clock is generated from internal crystal oscillator and external crystal. The crystal frequency ranges from 24 MHz to 52 MHz.

The internal calibration inside the crystal oscillator ensures that a wide range of crystals can be used, nevertheless the quality of the crystal is still a factor to consider to have reasonable phase noise and good Wi-Fi sensitivity. Refer to Table 3-1 to measure the frequency offset.

Table 3-1. High Frequency Clock Specifications

Parameter	Symbol	Min	Max	Unit
Frequency	FXO	24	52	MHz
Loading capacitance	CL	-	32	pF
Motional capacitance	CM	2	5	pF
Series resistance	RS	0	65	Ω
Frequency tolerance	ΔFXO	−15	15	ppm
Frequency vs temperature (−25°C – 75°C)	ΔFXO,Temp	−15	15	ppm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2. External Clock Requirements

An externally generated clock is available with the frequency ranging from 24 MHz to 52 MHz. The following characteristics are expected to achieve good performance of radio.

Table 3-2. External Clock Reference

Parameter	Symbol	Min	Max	Unit
Clock amplitude	VXO	0.8	1.5	Vpp
External clock accuracy	ΔFXO,EXT	–15	15	ppm
Phase noise @1-kHz offset, 40-MHz clock	-	-	–120	dBc/Hz
Phase noise @10-kHz offset, 40-MHz clock	-	-	–130	dBc/Hz
Phase noise @100-kHz offset, 40-MHz clock	-	-	–138	dBc/Hz

3.3. Radio

ESP8266EX radio consists of the following blocks.

- 2.4 GHz receiver
- 2.4 GHz transmitter
- High speed clock generators and crystal oscillator
- Bias and regulators
- Power management

3.3.1. Channel Frequencies

The RF transceiver supports the following channels according to IEEE802.11b/g/n standards.

Table 3-3. Frequency Channel

Channel No.	Frequency (MHz)	Channel No.	Frequency (MHz)
1	2412	8	2447
2	2417	9	2452
3	2422	10	2457
4	2427	11	2462
5	2432	12	2467
6	2437	13	2472
7	2442	14	2484

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2. 2.4 GHz Receiver

The 2.4 GHz receiver down-converts the RF signals to quadrature baseband signals and converts them to the digital domain with 2 high resolution high speed ADCs. To adapt to varying signal channel conditions, RF filters, automatic gain control (AGC), DC offset cancelation circuits and baseband filters are integrated within ESP8266EX.

3.3.3. 2.4 GHz Transmitter

The 2.4 GHz transmitter up-converts the quadrature baseband signals to 2.4 GHz, and drives the antenna with a high-power CMOS power amplifier. The function of digital calibration further improves the linearity of the power amplifier, enabling a state of art performance of delivering +19.5 dBm average TX power for 802.11b transmission and +18 dBm for 802.11n (MSC0) transmission.

Additional calibrations are integrated to offset any imperfections of the radio, such as:

- Carrier leakage
- I/Q phase matching
- Baseband nonlinearities

These built-in calibration functions reduce the product test time and make the test equipment unnecessary.

3.3.4. Clock Generator

The clock generator generates quadrature 2.4 GHz clock signals for the receiver and transmitter. All components of the clock generator are integrated on the chip, including all inductors, varactors, loop filters, linear voltage regulators and dividers.

The clock generator has built-in calibration and self test circuits. Quadrature clock phases and phase noise are optimized on-chip with patented calibration algorithms to ensure the best performance of the receiver and transmitter.

3.4. Wi-Fi

ESP8266EX implements TCP/IP and full 802.11 b/g/n WLAN MAC protocol. It supports Basic Service Set (BSS) STA and SoftAP operations under the Distributed Control Function (DCF). Power management is handled with minimum host interaction to minimize active-duty period.

3.4.1. Wi-Fi Radio and Baseband

The ESP8266EX Wi-Fi Radio and Baseband support the following features:

- 802.11b and 802.11g
- 802.11n MCS0-7 in 20 MHz bandwidth
- 802.11n 0.4 μs guard-interval
- up to 72.2 Mbps of data rate

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Receiving STBC 2x1
- Up to 20.5 dBm of transmitting power
- Adjustable transmitting power
- Antenna diversity

3.4.2. Wi-Fi MAC

The ESP8266EX Wi-Fi MAC applies low-level protocol functions automatically, as follows:

- 2 × virtual Wi-Fi interfaces
- Infrastructure BSS Station mode/SoftAP mode/Promiscuous mode
- Request To Send (RTS), Clear To Send (CTS) and Immediate Block ACK
- Defragmentation
- CCMP (CBC-MAC, counter mode), TKIP (MIC, RC4), WEP (RC4) and CRC
- Automatic beacon monitoring (hardware TSF)
- Dual and single antenna Bluetooth co-existence support with optional simultaneous receive (Wi-Fi/Bluetooth) capability

3.5. Power Management

ESP8266EX is designed with advanced power management technologies and intended for mobile devices, wearable electronics and the Internet of Things applications.

The low-power architecture operates in the following modes:

- Active mode: The chip radio is powered on. The chip can receive, transmit, or listen.
- Modem-sleep mode: The CPU is operational. The Wi-Fi and radio are disabled.
- Light-sleep mode: The CPU and all peripherals are paused. Any wake-up events (MAC, host, RTC timer, or external interrupts) will wake up the chip.
- Deep-sleep mode: Only the RTC is operational and all other part of the chip are powered off.

Table 3-4. Power Consumption by Power Modes

Power Mode	Description	Power Consumption
Active (RF working)	Wi-Fi TX packet Wi-Fi RX packet	Please refer to 5-2.
Modem-sleep①	CPU is working	15 mA
Light-sleep②	-	0.9 mA
Deep-sleep③	Only RTC is working	20 uA
Shut down	-	0.5 uA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

📖 *Notes:*

① ***Modem-sleep*** *mode is used in the applications that require the CPU to be working, as in PWM or I2S applications. According to 802.11 standards (like U-APSD), it shuts down the Wi-Fi Modem circuit while maintaining a Wi-Fi connection with no data transmission to optimize power consumption. E.g. in DTIM3, maintaining a sleep of 300 ms with a wakeup of 3 ms cycle to receive AP's Beacon packages at interval requires about 15 mA current.*

② *During* ***Light-sleep*** *mode, the CPU may be suspended in applications like Wi-Fi switch. Without data transmission, the Wi-Fi Modem circuit can be turned off and CPU suspended to save power consumption according to the 802.11 standards (U-APSD). E.g. in DTIM3, maintaining a sleep of 300 ms with a wakeup of 3ms to receive AP's Beacon packages at interval requires about 0.9 mA current.*

③ *During* ***Deep-sleep*** *mode, Wi-Fi is turned off. For applications with long time lags between data transmission, e.g. a temperature sensor that detects the temperature every 100s, sleeps for 300s and wakes up to connect to the AP (taking about 0.3 ~ 1s), the overall average current is less than 1mA. The current of 20 μA is acquired at the voltage of 2.5V.*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. Peripheral Interface

4.1. General Purpose Input/Output Interface (GPIO)

ESP8266EX has 17 GPIO pins which can be assigned to various functions by programming the appropriate registers.

Each GPIO PAD can be configured with internal pull-up or pull-down (XPD_DCDC can only be configured with internal pull-down, other GPIO PAD can only be configured with internal pull-up), or set to high impedance. When configured as an input, the data are stored in software registers; the input can also be set to edge-trigger or level trigger CPU interrupts. In short, the IO pads are bi-directional, non-inverting and tristate, which includes input and output buffer with tristate control inputs.

These pins, when working as GPIOs, can be multiplexed with other functions such as I2C, I2S, UART, PWM, and IR Remote Control, etc.

For low power operations, the GPIOs can also be set to hold their state. For instance, when the IOs are not driven by internal and external circuits, all outputs will hold their states before the chip entered the low power modes.

The required drive strength is small— 5 μA or more is enough to pull apart the latch.

4.2. Secure Digital Input/Output Interface (SDIO)

ESP8266EX has one Slave SDIO, the definitions of which are described as Table 4-1, which supports 25 MHz SDIO v1.1 and 50 MHz SDIO v2.0, and 1 bit/4 bit SD mode and SPI mode.

Table 4-1. Pin Definitions of SDIOs

Pin Name	Pin Num	IO	Function Name
SDIO_CLK	21	IO6	SDIO_CLK
SDIO_DATA0	22	IO7	SDIO_DATA0
SDIO_DATA1	23	IO8	SDIO_DATA1
SDIO_DATA_2	18	IO9	SDIO_DATA_2
SDIO_DATA_3	19	IO10	SDIO_DATA_3
SDIO_CMD	20	IO11	SDIO_CMD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3. Serial Peripheral Interface (SPI/HSPI)

ESP8266EX has two SPIs.

- One general Slave/Master SPI
- One general Slave HSPI

Functions of all these pins can be implemented via hardware.

4.3.1. General SPI (Master/Slave)

Table 4-2. Pin Definitions of SPIs

Pin Name	Pin Num	IO	Function Name
SDIO_CLK	21	IO6	SPICLK
SDIO_DATA0	22	IO7	SPIQ/MISO
SDIO_DATA1	23	IO8	SPID/MOSI
SDIO_DATA_2	18	IO9	SPIHD
SDIO_DATA_3	19	IO10	SPIWP
U0TXD	26	IO1	SPICS1
GPIO0	15	IO0	SPICS2
SDIO_CMD	20	IO11	SPICS0

> **Note:**
> *SPI mode can be implemented via software programming. The clock frequency is 80 MHz at maximum when working as a master, 20 MHz at maximum when working as a slave.*

4.3.2. HSPI (Slave)

Table 4-3. Pin Definitions of HSPI (Slave)

Pin Name	Pin Num	IO	Function Name
MTMS	9	IO14	HSPICLK
MTDI	10	IO12	HSPIQ/MISO
MTCK	12	IO13	HSPID/MOSI
MTDO	13	IO15	HPSICS

> **Note:**
> *SPI mode can be implemented via software programming. The clock frequency is 20 MHz at maximum.*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4. I2C Interface

ESP8266EX has one I2C, which is realized via software programming, used to connect with other microcontrollers and other peripheral equipments such as sensors. The pin definition of I2C is as below.

Table 4-4. Pin Definitions of I2C

Pin Name	Pin Num	IO	Function Name
MTMS	9	IO14	I2C_SCL
GPIO2	14	IO2	I2C_SDA

Both I2C Master and I2C Slave are supported. I2C interface functionality can be realized via software programming, and the clock frequency is 100 kHz at maximum.

4.5. I2S Interface

ESP8266EX has one I2S data input interface and one I2S data output interface, and supports the linked list DMA. I2S interfaces are mainly used in applications such as data collection, processing, and transmission of audio data, as well as the input and output of serial data. For example, LED lights (WS2812 series) are supported. The pin definition of I2S is shown in Table 4-5.

Table 4-5. Pin Definitions of I2S

I2S Data Input			
Pin Name	Pin Num	IO	Function Name
MTDI	10	IO12	I2SI_DATA
MTCK	12	IO13	I2SI_BCK
MTMS	9	IO14	I2SI_WS
MTDO	13	IO15	I2SO_BCK
U0RXD	25	IO3	I2SO_DATA
GPIO2	14	IO2	I2SO_WS

4.6. Universal Asynchronous Receiver Transmitter (UART)

ESP8266EX has two UART interfaces UART0 and UART1, the definitions are shown in Table 4-6.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 4-6. Pin Definitions of UART

Pin Type	Pin Name	Pin Num	IO	Function Name
UART0	U0RXD	25	IO3	U0RXD
	U0TXD	26	IO1	U0TXD
	MTDO	13	IO15	U0RTS
	MTCK	12	IO13	U0CTS
UART1	GPIO2	14	IO2	U1TXD
	SD_D1	23	IO8	U1RXD

Data transfers to/from UART interfaces can be implemented via hardware. The data transmission speed via UART interfaces reaches 115200 x 40 (4.5 Mbps).

UART0 can be used for communication. It supports flow control. Since UART1 features only data transmit signal (TX), it is usually used for printing log.

Note:

By default, UART0 outputs some printed information when the device is powered on and booting up. The baud rate of the printed information is relevant to the frequency of the external crystal oscillator. If the frequency of the crystal oscillator is 40 MHz, then the baud rate for printing is 115200; if the frequency of the crystal oscillator is 26 MHz, then the baud rate for printing is 74880. If the printed information exerts any influence on the functionality of the device, it is suggested to block the printing during the power-on period by changing (U0TXD, U0RXD) to (MTDO, MTCK).

4.7. Pulse-Width Modulation (PWM)

ESP8266EX has four PWM output interfaces. They can be extended by users themselves. The pin definitions of the PWM interfaces are defined as below.

Table 4-7. Pin Definitions of PWM

Pin Name	Pin Num	IO	Function Name
MTDI	10	IO12	PWM0
MTDO	13	IO15	PWM1
MTMS	9	IO14	PWM2
GPIO4	16	IO4	PWM3

The functionality of PWM interfaces can be implemented via software programming. For example, in the LED smart light demo, the function of PWM is realized by interruption of the timer, the minimum resolution reaches as high as 44 ns. PWM frequency range is adjustable from 1000 μs to 10000 μs, i.e., between 100 Hz and 1 kHz. When the PWM frequency is 1 kHz, the duty ratio will be 1/22727, and a resolution of over 14 bits will be achieved at 1 kHz refresh rate.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 4-6. Pin Definitions of UART

Pin Type	Pin Name	Pin Num	IO	Function Name
UART0	U0RXD	25	IO3	U0RXD
	U0TXD	26	IO1	U0TXD
	MTDO	13	IO15	U0RTS
	MTCK	12	IO13	U0CTS
UART1	GPIO2	14	IO2	U1TXD
	SD_D1	23	IO8	U1RXD

Data transfers to/from UART interfaces can be implemented via hardware. The data transmission speed via UART interfaces reaches 115200 x 40 (4.5 Mbps).

UART0 can be used for communication. It supports flow control. Since UART1 features only data transmit signal (TX), it is usually used for printing log.

Note:

By default, UART0 outputs some printed information when the device is powered on and booting up. The baud rate of the printed information is relevant to the frequency of the external crystal oscillator. If the frequency of the crystal oscillator is 40 MHz, then the baud rate for printing is 115200; if the frequency of the crystal oscillator is 26 MHz, then the baud rate for printing is 74880. If the printed information exerts any influence on the functionality of the device, it is suggested to block the printing during the power-on period by changing (U0TXD, U0RXD) to (MTDO, MTCK).

4.7. Pulse-Width Modulation (PWM)

ESP8266EX has four PWM output interfaces. They can be extended by users themselves. The pin definitions of the PWM interfaces are defined as below.

Table 4-7. Pin Definitions of PWM

Pin Name	Pin Num	IO	Function Name
MTDI	10	IO12	PWM0
MTDO	13	IO15	PWM1
MTMS	9	IO14	PWM2
GPIO4	16	IO4	PWM3

The functionality of PWM interfaces can be implemented via software programming. For example, in the LED smart light demo, the function of PWM is realized by interruption of the timer, the minimum resolution reaches as high as 44 ns. PWM frequency range is adjustable from 1000 μs to 10000 μs, i.e., between 100 Hz and 1 kHz. When the PWM frequency is 1 kHz, the duty ratio will be 1/22727, and a resolution of over 14 bits will be achieved at 1 kHz refresh rate.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.8. IR Remote Control

ESP8266EX currently supports one infrared remote control interface. For detailed pin definitions, please see Table 4-8 below.

Table 4-8. Pin Definitions of IR Remote Control

Pin Name	Pin Num	IO	Function Name
MTMS	9	IO14	IR TX
GPIO5	24	IO 5	IR Rx

The functionality of Infrared remote control interface can be implemented via software programming. NEC coding, modulation, and demodulation are supported by this interface. The frequency of modulated carrier signal is 38 kHz, while the duty ratio of the square wave is 1/3. The transmission range is around 1m which is determined by two factors: one is the maximum current drive output, the other is internal current-limiting resistance value in the infrared receiver. The larger the resistance value, the lower the current, so is the power, and vice versa.

4.9. ADC (Analog-to-Digital Converter)

ESP8266EX is embedded with a 10-bit precision SAR ADC. TOUT (Pin6) is defined as below:

Table 4-9. Pin Definition of ADC

Pin Name	Pin Num	Function Name
TOUT	6	ADC Interface

The following two measurements can be implemented using ADC (Pin6). However, they cannot be implemented at the same time.

- Measure the power supply voltage of VDD3P3 (Pin3 and Pin4).

Hardware Design	TOUT must be floating.
RF Initialization Parameter	The 107th byte of *esp_init_data_default.bin* (0 – 127 bytes), `vdd33_const` must be set to `0xFF`.
RF Calibration Process	Optimize the RF circuit conditions based on the testing results of VDD3P3 (Pin3 and Pin4).
User Programming	Use `system_get_vdd33` instead of `system_adc_read`.

- Measure the input voltage of TOUT (Pin6).

Hardware Design	The input voltage range is 0 to 1.0V when TOUT is connected to external circuit.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RF Initialization Parameter	The value of the 107th byte of ***esp_init_data_default.bin*** (0 – 127 bytes), `vdd33_const` must be set to the real power supply voltage of Pin3 and Pin4. The unit and effective value range of `vdd33_const` is 0.1V and 18 to 36, respectively, thus making the working power voltage range of ESP8266EX between 1.8V and 3.6V.
RF Calibration Process	Optimize the RF circuit conditions based on the value of `vdd33_const`. The permissible error is ±0.2V.
User Programming	Use `system_adc_read` instead of `system_get_vdd33`.

📖 *Notes:*

__esp_init_data_default.bin__ is provided in SDK package which contains RF initialization parameters (0 – 127 bytes). The name of the 107th byte in __esp_init_data_default.bin__ is `vdd33_const`*, which is defined as below:*

- *When vdd33_const = 0xff, the power voltage of Pin3 and Pin4 will be tested by the internal self-calibration process of ESP8266EX itself. RF circuit conditions should be optimized according to the testing results.*
- *When 18 =< vdd33_const =< 36, ESP8266EX RF Calibration and optimization process is implemented via (vdd33_const/10).*
- *When vdd33_const < 18 or 36 < vdd33_const < 255, vdd33_const is invalid. ESP8266EX RF Calibration and optimization process is implemented via the default value 3.3V.*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. Electrical Specifications

5.1. Electrical Characteristics

Table 5-1. Electrical Characteristics

Parameters		Conditions	Min	Typical	Max	Unit
Operating Temperature Range		-	–40	Normal	125	°C
Maximum Soldering Temperature		IPC/JEDEC J-STD-020	-	-	260	°C
Working Voltage Value		-	2.5	3.3	3.6	V
I/O	V_{IL}	-	–0.3	-	$0.25V_{IO}$	V
	V_{IH}		$0.75V_{IO}$		3.6	
	V_{OL}	-	-	-	$0.1V_{IO}$	
	V_{OH}		$0.8V_{IO}$		-	
	I_{MAX}	-	-	-	12	mA
Electrostatic Discharge (HBM)		TAMB=25°C	-	-	2	KV
Electrostatic Discharge (CDM)		TAMB=25°C	-	-	0.5	KV

5.2. RF Power Consumption

Unless otherwise specified, the power consumption measurements are taken with a 3.0V supply at 25°C of ambient temperature. All transmitters' measurements are based on a 50% duty cycle.

Table 5-2. Power Consumption

Parameters	Min	Typical	Max	Unit
TX 802.11b, CCK 11Mbps, P_{OUT}=+17 dBm	-	170	-	mA
TX 802.11g, OFDM 54Mbps, P_{OUT}=+15 dBm	-	140	-	mA
TX 802.11n, MCS7, P_{OUT}=+13dBm	-	120	-	mA
Rx 802.11b, 1024 bytes packet length , –80 dBm	-	50	-	mA
Rx 802.11g, 1024 bytes packet length, –70 dBm	-	56	-	mA
Rx 802.11n, 1024 bytes packet length, –65 dBm	-	56	-	mA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3. Wi-Fi Radio Characteristics

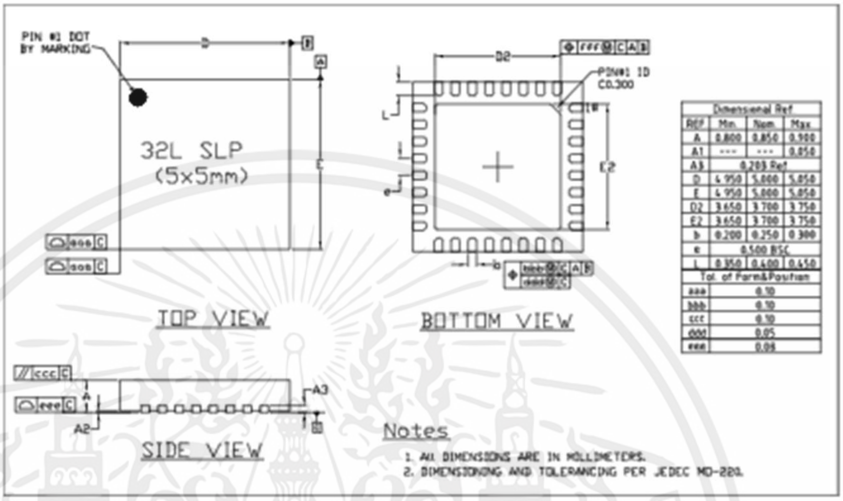
The following data are from tests conducted at room temperature, with a 3.3V power supply.

Table 5-3. Wi-Fi Radio Characteristics

Parameters	Min	Typical	Max	Unit
Input frequency	2412	-	2484	MHz
Output impedance	-	39+j6	-	Ω
Output power of PA for 72.2 Mbps	15.5	16.5	17.5	dBm
Output power of PA for 11b mode	19.5	20.5	21.5	dBm
Sensitivity				
DSSS, 1 Mbps	-	–98	-	dBm
CCK, 11 Mbps	-	–91	-	dBm
6 Mbps (1/2 BPSK)	-	–93	-	dBm
54 Mbps (3/4 64-QAM)	-	–75	-	dBm
HT20, MCS7 (65 Mbps, 72.2 Mbps)	-	–72	-	dBm
Adjacent Channel Rejection				
OFDM, 6 Mbps	-	37	-	dB
OFDM, 54 Mbps	-	21	-	dB
HT20, MCS0	-	37	-	dB
HT20, MCS7	-	20	-	dB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. Package Information



Dimensional Ref			
REF	Min.	Nom.	Max
A	0.800	0.850	0.900
A1	---	---	0.050
A3	0.203 Ref		
D	4.950	5.000	5.050
E	4.950	5.000	5.050
D2	3.650	3.700	3.750
E2	3.650	3.700	3.750
b	0.200	0.250	0.300
e	0.500 BSC		
L	0.350	0.400	0.450
Tol. of Form&Position			
aaa	0.10		
bbb	0.10		
ccc	0.10		
ddd	0.05		
eee	0.08		

Figure 6-1. ESP8266EX Package

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

I. Appendix - Pin List

For detailed pin information, please see ESP8266 Pin List.

- Digital Die Pin List
- Buffer Sheet
- Register List
- Strapping List

Notes:

- *INST_NAME refers to the IO_MUX REGISTER defined in* **eagle_soc.h**, *for example MTDI_U refers to PERIPHS_IO_MUX_MTDI_U.*
- *Net Name refers to the pin name in schematic.*
- *Function refers to the multifunction of each pin pad.*
- *Function number 1 ~ 5 correspond to FUNCTION 0 ~ 4 in SDK. For example, set MTDI to GPIO12 as follows.*
  - `#define FUNC_GPIO12  3 //defined in eagle_soc.h`
  - `PIN_FUNC_SELECT(PERIPHS_IO_MUX_MTDI_U,FUNC_GPIO12)`

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

II. Appendix - Learning Resources

II.1. Must-Read Documents

- *ESP8266 Quick Start Guide*
  Description: This document is a quick user guide to getting started with ESP8266. It includes an introduction to the ESP-LAUNCHER, instructions on how to download firmware to the board and run it, how to compile the AT application, as well as the structure and debugging method of RTOS SDK. Basic documentation and other related resources for the ESP8266 are also provided.
- *ESP8266 SDK Getting Started Guide*
  Description: This document takes ESP-LAUNCHER and ESP-WROOM-02 as examples of how to use the ESP8266 SDK. The contents include preparations before compilation, SDK compilation and firmware download.
- *ESP8266 Pin List*
  Description: This link directs you to a list containing the type and function of every ESP8266 pin.
- *ESP8266 Hardware Design Guideline*
  Description: This document provides a technical description of the ESP8266 series of products, including ESP8266EX, ESP-LAUNCHER and ESP-WROOM.
- *ESP8266 Hardware Matching Guide*
  Description: This document introduces the frequency offset tuning and antenna impedance matching for ESP8266 in order to achieve optimal RF performance.
- *ESP8266 Technical Reference*
  Description: This document provides an introduction to the interfaces integrated on ESP8266. Functional overview, parameter configuration, function description, application demos and other pieces of information are included.
- *ESP8266 Hardware Resources*
  Description: This zip package includes manufacturing BOMs, schematics and PCB layouts of ESP8266 boards and modules.
- *FAQ*

II.2. Must-Have Resources

- *ESP8266 SDKs*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Description: This webpage provides links both to the latest version of the ESP8266 SDK and the older ones.

- *ESP8266 Tools*

  Description: This webpage provides links to both the ESP8266 flash download tools and the ESP8266 performance evaluation tools.

- *ESP8266 Apps*
- *ESP8266 Certification and Test Guide*
- *ESP8266 BBS*
- *ESP8266 Resources*

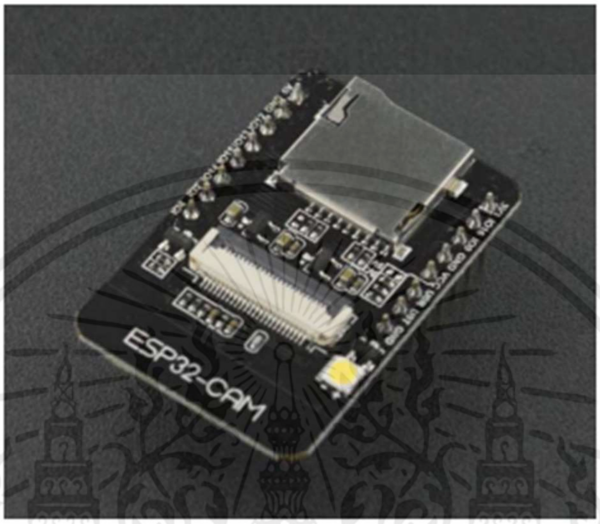
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Espressif IOT Team
www.espressif.com

Disclaimer and Copyright Notice
Information in this document, including URL references, is subject to change without notice.
THIS DOCUMENT IS PROVIDED AS IS WITH NO WARRANTIES WHATSOEVER, INCLUDING ANY WARRANTY OF MERCHANTABILITY, NON-INFRINGEMENT, FITNESS FOR ANY PARTICULAR PURPOSE, OR ANY WARRANTY OTHERWISE ARISING OUT OF ANY PROPOSAL, SPECIFICATION OR SAMPLE.
All liability, including liability for infringement of any proprietary rights, relating to use of information in this document is disclaimed. No licenses express or implied, by estoppel or otherwise, to any intellectual property rights are granted herein.
The Wi-Fi Alliance Member logo is a trademark of the Wi-Fi Alliance. The Bluetooth logo is a registered trademark of Bluetooth SIG.
All trade names, trademarks and registered trademarks mentioned in this document are property of their respective owners, and are hereby acknowledged.
Copyright © 2018 Espressif Inc. All rights reserved.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DFROBOT
DRIVE THE FUTURE



ESP32-CAM Development Board

SKU:DFR0602

INTRODUCTION

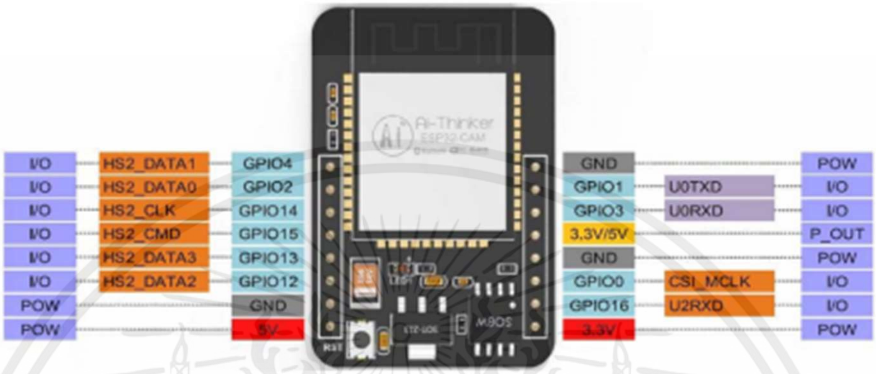
ESP32-CAM is a low-cost ESP32-based development board with onboard camera, small in size. It is an ideal solution for IoT application, prototypes constructions and DIY projects.

The board integrates WiFi, traditional Bluetooth and low power BLE , with 2 high-performance 32-bit LX6 CPUs. It adopts 7-stage pipeline architecture, on-chip sensor, Hall sensor, temperature sensor and so on, and its main frequency adjustment ranges from 80MHz to 240MHz.

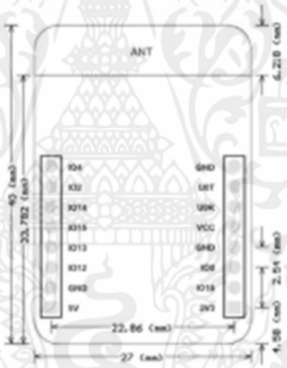
Fully compliant with WiFi 802.11b/g/n/e/i and Bluetooth 4.2 standards, it can be used as a master mode to build an independent network controller, or as a slave to other host MCUs to add networking capabilities to existing devices

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ESP32-CAM can be widely used in various IoT applications. It is suitable for home smart devices, industrial wireless control, wireless monitoring, QR wireless identification, wireless positioning system signals and other IoT applications. It is an ideal solution for IoT applications.



Schematic Diagram



Dimension Diagram

Notes:
1.Please be sure that the power supply for the module should be at least 5V 2A, otherwise maybe there would be water ripple appearing on the image.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.ESP32 GPIO32 pin is used to control the power of the camera, so when the camera is in working, pull GPIO32 pin low.

3.Since IO pin is connected to camera XCLK, it should be left floating in using, and do not connect it to high/low level.

4.The product has been equipped with default firmware before leaving the factory, and we do not provide additional ones for you to download. So, please be cautious when you choose to burn other firmwares.

FEATURES

- Up to 160MHz clock speed, Summary computing power up to 600 DMIPS
- Built-in 520 KB SRAM, external 4MPSRAM
- Supports UART/SPI/I2C/PWM/ADC/DAC
- Support OV2640 and OV7670 cameras, Built-in Flash lamp.
- Support image WiFI upload
- Support TF card
- Supports multiple sleep modes.
- Embedded Lwip and FreeRTOS
- Supports STA/AP/STA+AP operation mode
- Support Smart Config/AirKiss technology
- Support for serial port local and remote firmware upgrades (FOTA)

SPECIFICATION

- SPI Flash: default 32Mbit
- RAM: built-in 520 KB+external 4MPSRAM
- Dimension: 27*40.5*4.5（±0.2）mm/1.06*1.59*0.18"
- Bluetooth: Bluetooth 4.2 BR/EDR and BLE standards
- Wi-Fi: 802.11b/g/n/e/i
- Support Interface: UART, SPI, I2C, PWM
- Support TF card: maximum support 4G
- IO port: 9
- Serial Port Baud-rate: Default 115200 bps

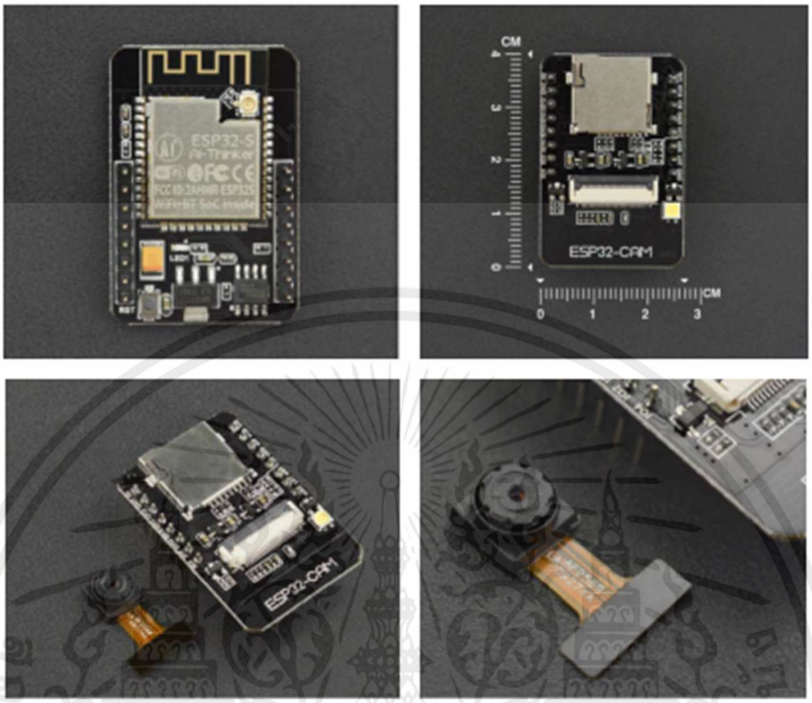
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Image Output Format: JPEG(OV2640 support only), BMP, GRAYSCALE
- Spectrum Range: 2412 ~2484MHz
- Antenna: onboard PCB antenna, gain 2dBi
- Transmit Power: 802.11b: 17±2 dBm (@11Mbps);
  802.11g: 14±2 dBm (@54Mbps);
  802.11n: 13±2 dBm (@MCS7)
- Receiving Sensitivity: CCK, 1 Mbps : -90dBm;
  CCK, 11 Mbps: -85dBm;
  6 Mbps (1/2 BPSK): -88dBm;
  54 Mbps (3/4 64-QAM): -70dBm;
  MCS7 (65 Mbps, 72.2 Mbps): -67dBm
- Power consumption: Turn off the flash: 180mA@5V
  Turn on the flash and adjust the brightness to the maximum: 310mA@5V
  Deep-sleep: the lowest power consumption can reach 6mA@5V
  Moderm-sleep: up to 20mA@5V
  Light-sleep: up to 6.7mA@5V
- Security: WPA/WPA2/WPA2-Enterprise/WPS
- Power supply range: 5V
- Operating temperature: -20 °C ~ 85 °C
- Sorage environment: -40 °C ~ 90 °C, < 90%RH
- Weight: 10g

SHIPPING LIST

- ESP32-CAM Development Board x1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



https://www.dfrobot.com/product-1876.html/8-15-19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Aosong Electronics Co.,Ltd

Your specialist in innovating humidity & temperature sensors

Digital-output relative humidity & temperature sensor/module

DHT22 (DHT22 also named as AM2302)

Capacitive-type humidity and temperature module/sensor

Thomas Liu (Business Manager)

Email: thomasliu198518@yahoo.com.cn

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Aosong Electronics Co.,Ltd

Your specialist in innovating humidity & temperature sensors

1. Feature & Application:

* Full range temperature compensated * Relative humidity and temperature measurement
* Calibrated digital signal *Outstanding long-term stability *Extra components not needed
* Long transmission distance * Low power consumption *4 pins packaged and fully interchangeable

2. Description:

DHT22 output calibrated digital signal. It utilizes exclusive digital-signal-collecting-technique and humidity sensing technology, assuring its reliability and stability.Its sensing elements is connected with 8-bit single-chip computer.

Every sensor of this model is temperature compensated and calibrated in accurate calibration chamber and the calibration-coefficient is saved in type of programme in OTP memory, when the sensor is detecting, it will cite coefficient from memory.

Small size & low consumption & long transmission distance(20m) enable DHT22 to be suited in all kinds of harsh application occasions.

Single-row packaged with four pins, making the connection very convenient.

3. Technical Specification:

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
Dimensions	small size 14*18*5.5mm; big size 22*28*5mm

4. Dimensions: (unit----mm)

1) Small size dimensions: (unit----mm)

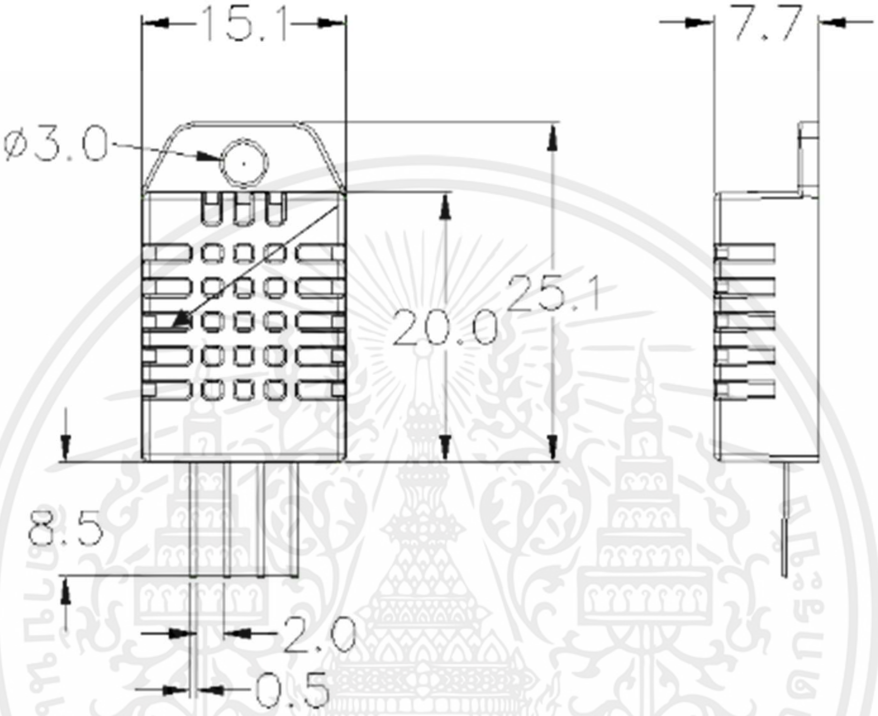
Thomas Liu (Business Manager)

Email: thomasliu198518@yahoo.com.cn

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Aosong Electronics Co.,Ltd

Your specialist in innovating humidity & temperature sensors



Pin sequence number: 1 2 3 4 (from left to right direction).

Pin	Function
1	VDD----power supply
2	DATA--signal
3	NULL
4	GND

Thomas Liu (Business Manager)

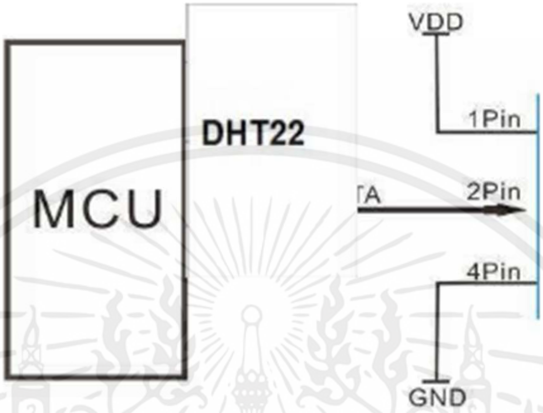
Email: thomasliu198518@yahoo.com.cn

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Aosong Electronics Co.,Ltd

Your specialist in innovating humidity & temperature sensors

5. Electrical connection diagram:



3Pin---NC, AM2302 is another name for DHT22

6. Operating specifications:

(1) Power and Pins

Power's voltage should be 3.3-6V DC. When power is supplied to sensor, don't send any instruction to the sensor within one second to pass unstable status. One capacitor valued 100nF can be added between VDD and GND for wave filtering.

(2) Communication and signal

Single-bus data is used for communication between MCU and DHT22, it costs 5mS for single time communication.

Data is comprised of integral and decimal part, the following is the formula for data.

DHT22 send out higher data bit firstly!

DATA=8 bit integral RH data+8 bit decimal RH data+8 bit integral T data+8 bit decimal T data+8 bit check-sum

If the data transmission is right, check-sum should be the last 8 bit of "8 bit integral RH data+8 bit decimal RH data+8 bit integral T data+8 bit decimal T data".

When MCU send start signal, DHT22 change from low-power-consumption-mode to running-mode. When MCU finishs sending the start signal, DHT22 will send response signal of 40-bit data that reflect the relative humidity

Thomas Liu (Business Manager)

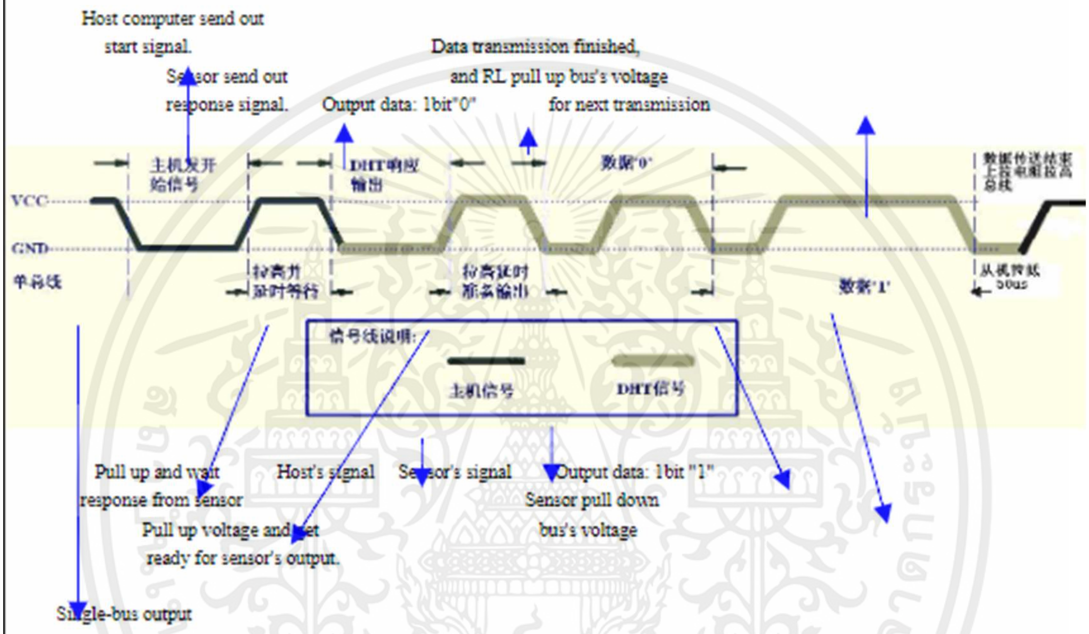
Email: thomasliu198518@yahoo.com.cn

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Aosong Electronics Co.,Ltd

and temperature information to MCU. Without start signal from MCU, DHT22 will not give response signal to MCU. One start signal for one time's response data that reflect the relative humidity and temperature information from DHT22. DHT22 will change to low-power-consumption-mode when data collecting finish if it don't receive start signal from MCU again.

1) Check bellow picture for overall communication process:



2) Step 1: MCU send out start signal to DHT22

Data-bus's free status is high voltage level. When communication between MCU and DHT22 begin, program of MCU will transform data-bus's voltage level from high to low level and this process must beyond at least 1ms to ensure DHT22 could detect MCU's signal, then MCU will wait 20-40us for DHT22's response.

Check bellow picture for step 1:

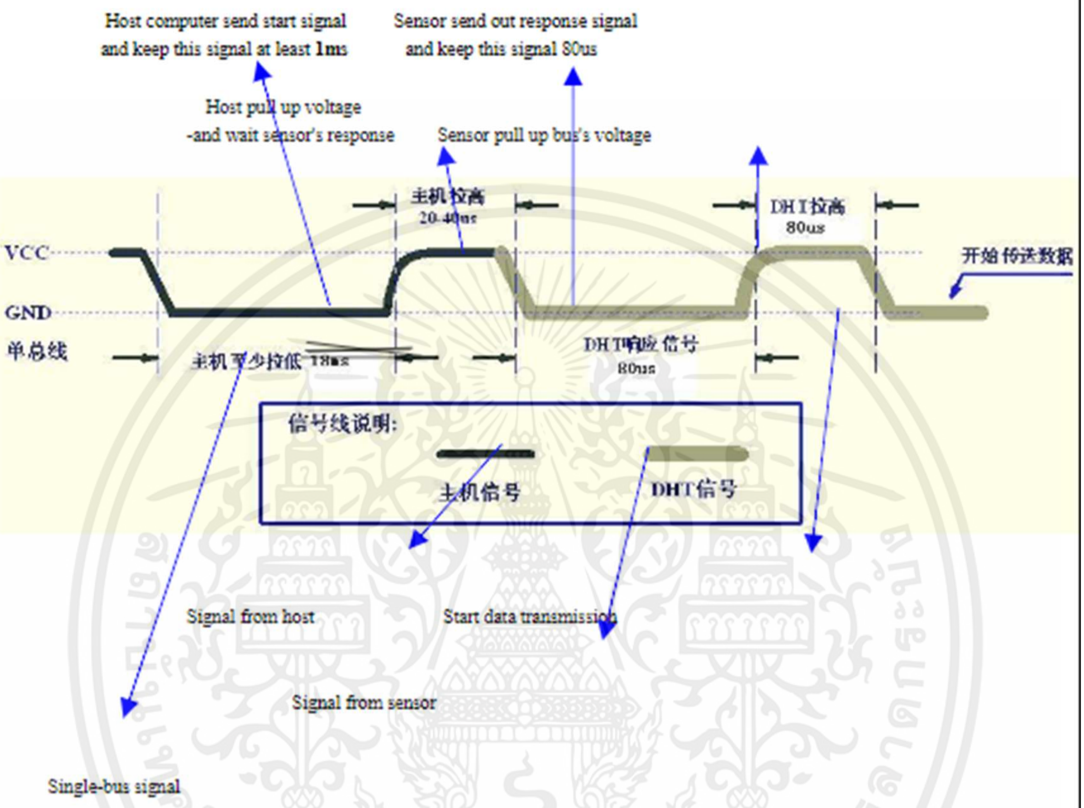
Thomas Liu (Business Manager)

Email: thomasliu198518@yahoo.com.cn

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Aosong Electronics Co.,Ltd

Your specialist in innovating humidity & temperature sensors



Step 2: DHT22 send response signal to MCU

When DHT22 detect the start signal, DHT22 will send out low-voltage-level signal and this signal last 80us as response signal, then program of DHT22 transform data-bus's voltage level from low to high level and last 80us for DHT22's preparation to send data.

Check bellow picture for step 2:

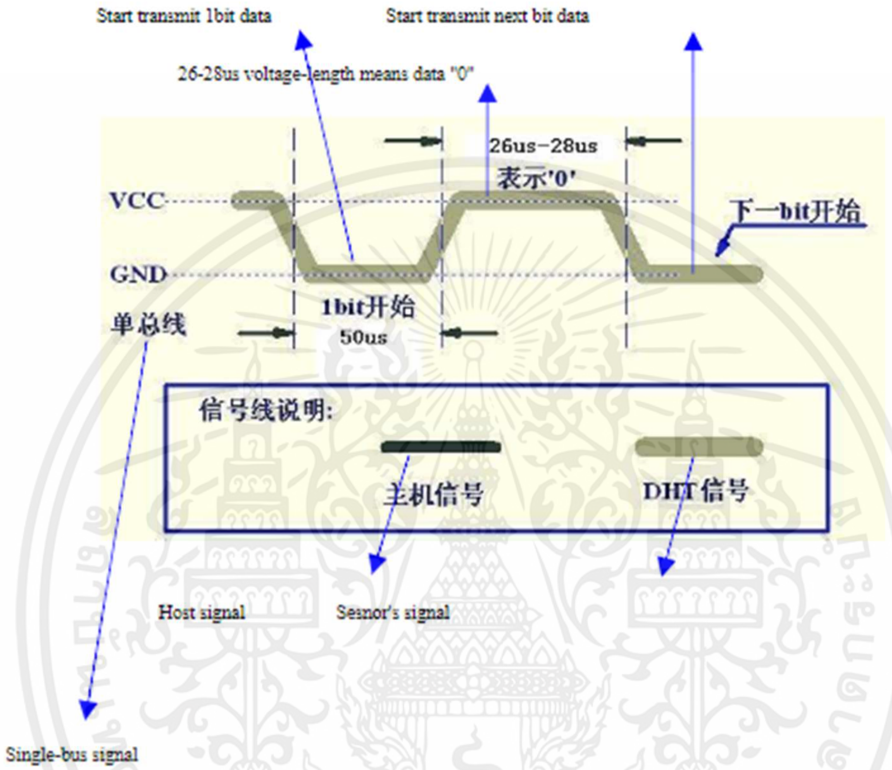
Thomas Liu (Business Manager)

Email: thomasliu198518@yahoo.com.cn

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Aosong Electronics Co.,Ltd

Your specialist in innovating humidity & temperature sensors



Step 3: DHT22 send data to MCU

When DHT22 is sending data to MCU, every bit's transmission begin with low-voltage-level that last 50us, the following high-voltage-level signal's length decide the bit is "1" or "0".

Check bellow picture for step 3:

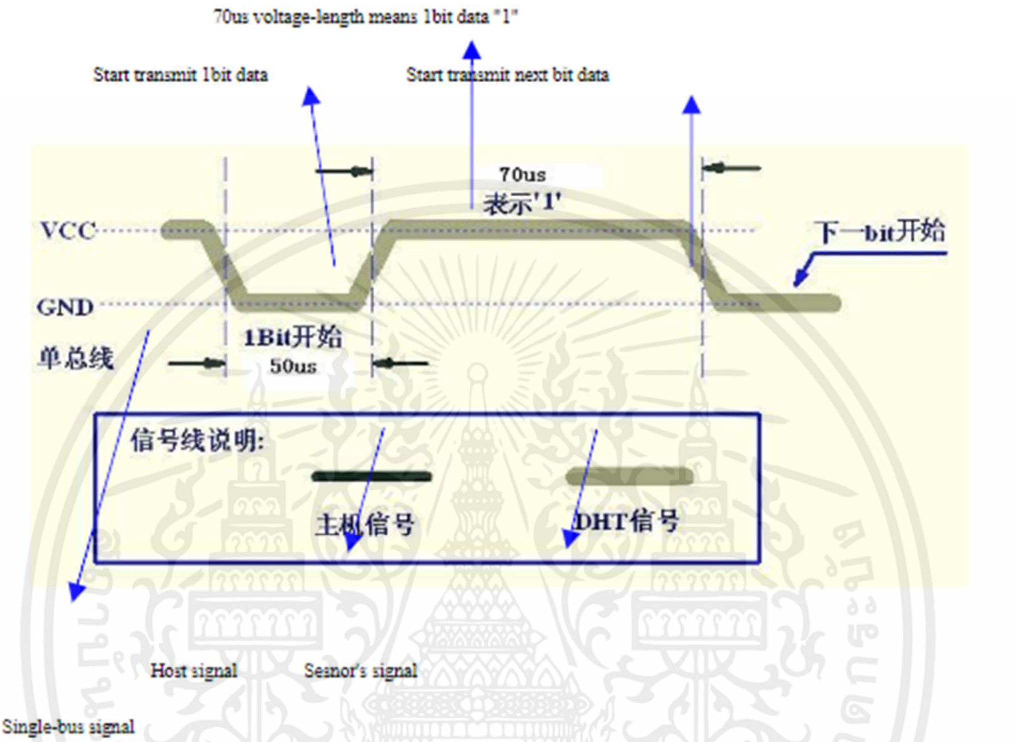
Thomas Liu (Business Manager)

Email: thomasliu198518@yahoo.com.cn

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Aosong Electronics Co.,Ltd

Your specialist in innovating humidity & temperature sensors



If signal from DHT22 is always high-voltage-level, it means DHT22 is not working properly, please check the electrical connection status.

7. Electrical Characteristics:

Item	Condition	Min	Typical	Max	Unit
Power supply	DC	3.3	5	6	V
Current supply	Measuring	1		1.5	mA
	Stand-by	40	Null	50	uA
Collecting period	Second		2		Second

*Collecting period should be : >2 second.

Thomas Liu (Business Manager)

Email: thomasliu198518@yahoo.com.cn

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Aosong Electronics Co.,Ltd

Your specialist in innovating humidity & temperature sensors

8. Attentions of application:

(1) Operating and storage conditions

We don't recommend the applying RH-range beyond the range stated in this specification. The DHT22 sensor can recover after working in non-normal operating condition to calibrated status, but will accelerate sensors' aging.

(2) Attentions to chemical materials

Vapor from chemical materials may interfere DHT22's sensitive-elements and debase DHT22's sensitivity.

(3) Disposal when (1) & (2) happens

Step one: Keep the DHT22 sensor at condition of Temperature 50~60Celsius, humidity <10%RH for 2 hours;

Step two: After step one, keep the DHT22 sensor at condition of Temperature 20~30Celsius, humidity >70%RH for 5 hours.

(4) Attention to temperature's affection

Relative humidity strongly depend on temperature, that is why we use temperature compensation technology to ensure accurate measurement of RH. But it's still be much better to keep the sensor at same temperature when sensing.

DHT22 should be mounted at the place as far as possible from parts that may cause change to temperature.

(5) Attentions to light

Long time exposure to strong light and ultraviolet may debase DHT22's performance.

(6) Attentions to connection wires

The connection wires' quality will effect communication's quality and distance, high quality shielding-wire is recommended.

(7) Other attentions

* Welding temperature should be bellow 260Celsius.

* Avoid using the sensor under dew condition.

* Don't use this product in safety or emergency stop devices or any other occasion that failure of DHT22 may cause personal injury.

Thomas Liu (Business Manager)

Email: thomasliu198518@yahoo.com.cn

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ROHM SEMICONDUCTOR — Technical Note

Ambient Light Sensor IC Series

Digital 16bit Serial Output Type Ambient Light Sensor IC

BH1750FVI No.09046EBT01

● Descriptions

BH1750FVI is an digital Ambient Light Sensor IC for I²C bus interface. This IC is the most suitable to obtain the ambient light data for adjusting LCD and Keypad backlight power of Mobile phone. It is possible to detect wide range at High resolution. (1 - 65535 lx).

● Features

1) I²C bus Interface (f / s Mode Support)
2) Spectral responsibility is approximately human eye response
3) Illuminance to Digital Converter
4) Wide range and High resolution. (1 - 65535 lx)
5) Low Current by power down function
6) 50Hz / 60Hz Light noise reject-function
7) 1.8V Logic input interface
8) No need any external parts
9) Light source dependency is little. (ex. Incandescent Lamp. Fluorescent Lamp. Halogen Lamp. White LED. Sun Light)
10) It is possible to select 2 type of I²C slave-address.
11) Adjustable measurement result for influence of optical window (It is possible to detect min. 0.11 lx, max. 100000 lx by using this function.)
12) Small measurement variation (+/- 20%)
13) The influence of infrared is very small.

● Applications

Mobile phone, LCD TV, NOTE PC, Portable game machine, Digital camera, Digital video camera, Car navigation, PDA, LCD display

● Absolute Maximum Ratings

Parameter	Symbol	Limits	Units
Supply Voltage	Vmax	4.5	V
Operating Temperature	Topr	-40~85	℃
Storage Temperature	Tstg	-40~100	℃
SDA Sink Current	Imax	7	mA
Power Dissipation	Pd	260※	mW

※ 70mm × 70mm × 1.6mm glass epoxy board. Derating in done at 3.47mW/℃ for operating above Ta=25℃.

● Operating Conditions

Parameter	Symbol	Min.	Typ.	Max.	Units
Vcc Voltage	Vcc	2.4	3.0	3.6	V
I²C Reference Voltage	Vdvi	1.65	-	Vcc	V

© 2009 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

● Electrical Characteristics (Vcc = 3.0V, DVI = 3.0V, Ta = 25℃, unless otherwise noted)

Parameter	Symbol	Min.	Typ.	Max.	Units	Conditions
Supply Current	I_{CC1}	–	120	190	µA	Ev = 100 lx ※1
Powerdown Current	I_{CC2}	–	0.01	1.0	µA	No input Light
Peak Wave Length	λp	–	560	–	nm	
Measurement Accuracy	S/A	0.96	1.2	1.44	times	Sensor out / Actual lx EV = 1000 lx ※1, ※2
Dark (0 lx) Sensor out	S0	0	0	3	count	H-Resolution Mode ※3
H-Resolution Mode Resolution	r_{HR}	–	1	–	lx	
L-Resolution Mode Resolution	r_{LR}	–	4	–	lx	
H-Resolution Mode Measurement Time	t_{HR}	–	120	180	ms	
L-Resolution Mode Measurement Time	t_{LR}	–	16	24	ms	
Incandescent / Fluorescent Sensor out ratio	r_{IF}	–	1	–	times	EV = 1000 lx
ADDR Input 'H' Voltage	V_{AH}	0.7 * VCC	–	–	V	
ADDR Input 'L' Voltage	V_{AL}	–	–	0.3 * VCC	V	
DVI Input 'L' Voltage	V_{DVL}	–	–	0.4	V	
SCL, SDA Input 'H' Voltage 1	V_{IH1}	0.7 * DVI	–	–	V	DVI ≧ 1.8V
SCL, SDA Input 'H' Voltage 2	V_{IH2}	1.26	–	–	V	1.65V ≦ DVI < 1.8V
SCL, SDA Input 'L' Voltage 1	V_{IL1}	–	–	0.3 * DVI	V	DVI ≧ 1.8V
SCL, SDA Input 'L' Voltage 2	V_{IL2}	–	–	DVI – 1.26	V	1.65V ≦ DVI < 1.8V
SCL, SDA, ADDR Input 'H' Current	I_{IH}	–	–	10	µA	
SCL, SDA, ADDR Input 'L' Current	I_{IL}	–	–	10	µA	
I^2C SCL Clock Frequency	f_{SCL}	–	–	400	kHz	
I^2C Bus Free Time	t_{BUF}	1.3	–	–	µs	
I^2C Hold Time (repeated) START Condition	t_{HDSTA}	0.6	–	–	µs	
I^2C Set up time for a Repeated START Condition	t_{SUSTA}	0.6	–	–	µs	
I^2C Set up time for a Repeated STOP Condition	t_{SUSTD}	0.6	–	–	µs	
I^2C Data Hold Time	t_{HDDAT}	0	–	0.9	µs	
I^2C Data Setup Time	t_{SUDAT}	100	–	–	ns	
I^2C 'L' Period of the SCL Clock	t_{LOW}	1.3	–	–	µs	
I^2C 'H' Period of the SCL Clock	t_{HIGH}	0.6	–	–	µs	
I^2C SDA Output 'L' Voltage	V_{OL}	0	–	0.4	V	I_{OL} = 3 mA

※1 White LED is used as optical source.
※2 Measurement Accuracy typical value is possible to change '1' by "Measurement result adjustment function".
※3 Use H-resolution mode or H-resolution mode2 if dark data (less than 10 lx) is need.

© 2009 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

●Reference Data

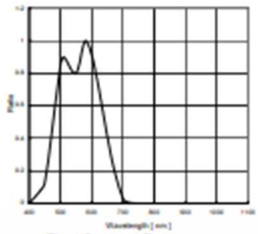


Fig.1 Spectral Response

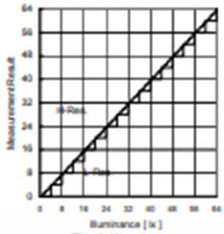


Fig.2 Illuminance - Measurement Result 1

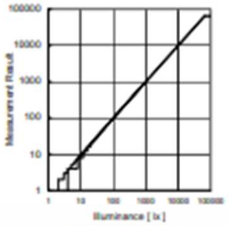


Fig.3 Illuminance - Measuremnet Result 2

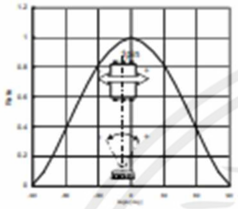


Fig.4 Directional Characteristics 1

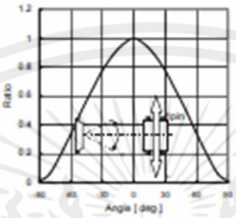


Fig.5 Directional Characteristics 2

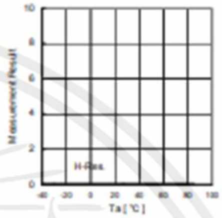


Fig.6 Dark Response

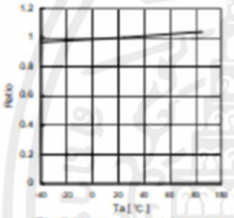


Fig.7 Measurement Accuracy Temperature Dependency

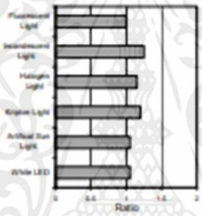


Fig.8 Light Source Dependency (Fluorescent Light is set to '1')

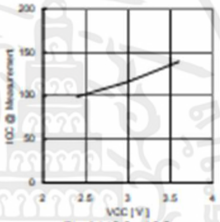


Fig.9 VCC - ICC (During measurement)

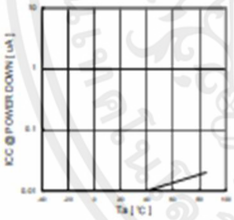


Fig.10 VCC – ICC@0 Lx (POWER DOWN)

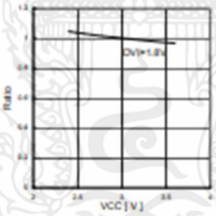


Fig.11 Measurement Result VCC Dependency

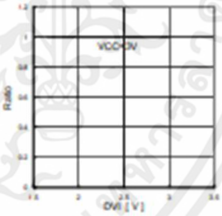
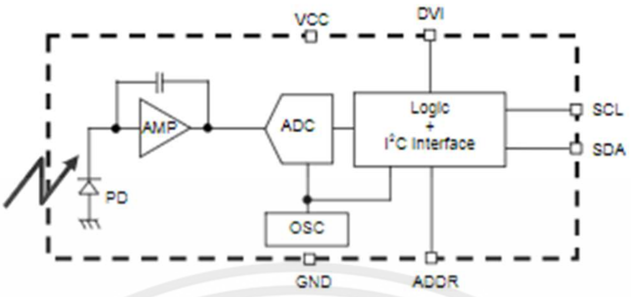


Fig.12 Measurement Result DVI Dependency

© 2011 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

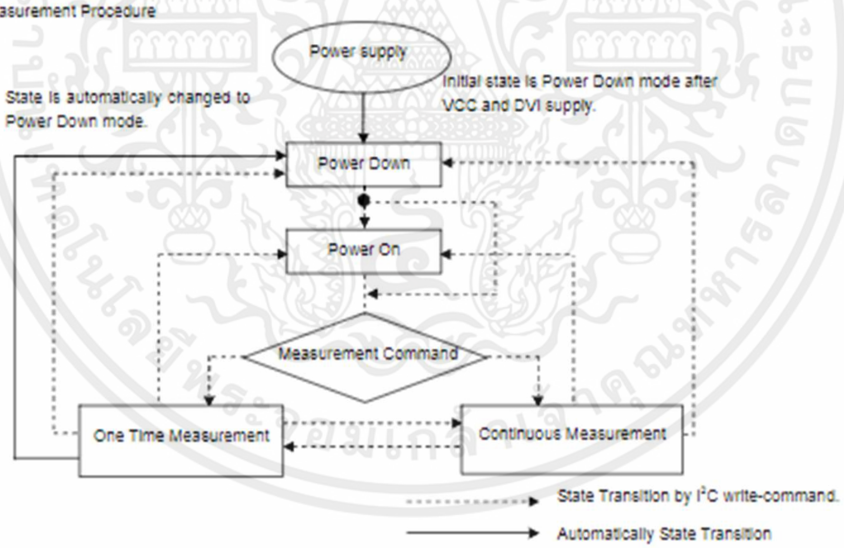
● Block Diagram



● Block Diagram Descriptions

- PD
  Photo diode with approximately human eye response.
- AMP
  Integration-OPAMP for converting from PD current to Voltage.
- ADC
  AD converter for obtainment Digital 16bit data.
- Logic + I²C Interface
  Ambient Light Calculation and I²C BUS Interface. It is including below register.
  Data Register → This is for registration of Ambient Light Data. Initial Value is "0000_0000_0000_0000".
  Measurement Time Register → This is for registration of measurement time. Initial Value is "0100_0101".
- OSC
  Internal Oscillator (typ. 320kHz). It is CLK for internal logic.

● Measurement Procedure



* "Power On" Command is possible to omit.

© 2009 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

●Instruction Set Architecture

Instruction	Opecode	Comments
Power Down	0000_0000	No active state.
Power On	0000_0001	Waiting for measurement command.
Reset	0000_0111	Reset Data register value. Reset command is not acceptable in Power Down mode.
Continuously H-Resolution Mode	0001_0000	Start measurement at 1lx resolution. Measurement Time is typically 120ms.
Continuously H-Resolution Mode2	0001_0001	Start measurement at 0.5lx resolution. Measurement Time is typically 120ms.
Continuously L-Resolution Mode	0001_0011	Start measurement at 4lx resolution. Measurement Time is typically 16ms.
One Time H-Resolution Mode	0010_0000	Start measurement at 1lx resolution. Measurement Time is typically 120ms. It is automatically set to Power Down mode after measurement.
One Time H-Resolution Mode2	0010_0001	Start measurement at 0.5lx resolution. Measurement Time is typically 120ms. It is automatically set to Power Down mode after measurement.
One Time L-Resolution Mode	0010_0011	Start measurement at 4lx resolution. Measurement Time is typically 16ms. It is automatically set to Power Down mode after measurement.
Change Measurement time (High bit)	01000_MT[7,6,5]	Change measurement time. ※ Please refer "adjust measurement result for influence of optical window."
Change Masurement time (Low bit)	011_MT[4,3,2,1,0]	Change measurement time. ※ Please refer "adjust measurement result for influence of optical window."

※ Don't input the other opecode.

●Measurement mode explanation

Measurement Mode	Measurement Time.	Resolurtion
H-resolution Mode2	Typ. 120ms.	0.5 lx
H-Resolution Mode	Typ. 120ms.	1 lx.
L-Resolution Mode	Typ. 16ms.	4 lx.

We recommend to use H-Resolution Mode.
Measurement time (integration time) of H-Resolution Mode is so long that some kind of noise(including in 50Hz / 60Hz noise) is rejected. And H-Resolution Mode is 1 l x resolution so that it is suitable for darkness (less than 10 lx)
H-resolution mode2 is also suitable to detect for darkness.

●Explanation of Asynchronous reset and Reset command "0000_0111"

1) Asynchronous reset
All registers are reset. It is necessary on power supply sequence. Please refer "Timing chart for VCC and DVI power supply sequence" in this page. It is power down mode during DVI = 'L'.

2) Reset command
Reset command is for only reset Illuminance data register. (reset value is '0') It is not necessary even power supply sequence.It is used for removing previous measurement result. This command is not working in power down mode, so that please set the power on mode before input this command.

© 2009 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

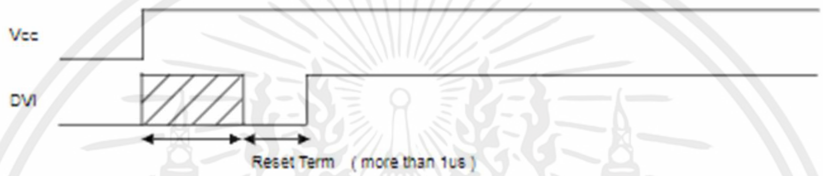
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

● Timing chart for VCC and DVI power supply sequence

DVI is I²C bus reference voltage terminal. And it is also asynchronous reset terminal. It is necessary to set to 'L' after Vcc is supplied. In DVI 'L' term, internal state is set to Power Down mode.

1) Recommended Timing chart1 for VCC and DVI supply.

2) Timing chart2 for VCC and DVI supply.
(If DVI rises within 1μs after VCC supply)



Don't care state
ADDR, SDA, SCL is not stable if DVI 'L' term (1us) is not given by systems.
In this case, please connect the resisters (approximately 100kOhm) to ADDR without directly connecting to VCC or GND.
because it is 3 state buffer for internal testing.

© 2009 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

●Measurement sequence example from "Write instruction" to "Read measurement result"

ex1) Continuously H-resolution mode (ADDR = 'L')

(grey box)	from Master to Slave
(white box)	from Slave to Master

① Send "Continuously H-resolution mode " instruction

ST	0100011	0	Ack	00010000	Ack	SP

② Wait to complete 1st H-resolution mode measurement.(max. 180ms.)

③ Read measurement result.

ST	0100011	1	Ack	High Byte [15:8]	Ack

Low Byte [7:0]	$\overline{\text{Ack}}$	SP

How to calculate when the data High Byte is "10000011" and Low Byte is "10010000"

$(2^{15} + 2^{9} + 2^{8} + 2^{7} + 2^{4}) / 1.2 \fallingdotseq 28067$ [lx]

The result of continuously measurement mode is updated.(120ms.typ at H-resolution mode, 16ms.typ at L-resolution mode)

ex2) One time L-resolution mode (ADDR = 'H')

① Send "One time L-resolution mode " instruction

ST	1011100	0	Ack	00100011	Ack	SP

② Wait to complete L-resolution mode measurement.(max. 24ms.)

③ Read measurement result

ST	1011100	1	Ack	High Byte [15:8]	Ack

Low Byte [7:0]	$\overline{\text{Ack}}$	SP

How to calculate when the data High Byte is "00000001" and Low Byte is "00010000"

$(2^{8} + 2^{4}) / 1.2 \fallingdotseq 227$ [lx]

In one time measurement, Statement moves to power down mode after measurement completion.If updated result is need then please resend measurement instruction.

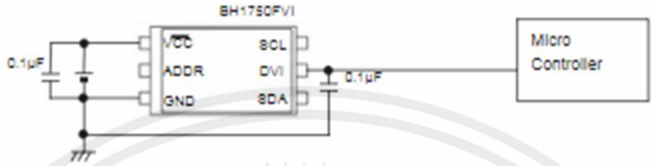
© 2009 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

● Application circuit example of DVI terminal

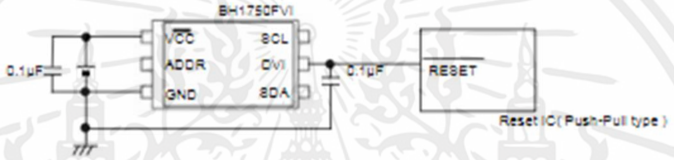
The DVI terminal is an asynchronous reset terminal. Please note that there is a possibility that IC doesn't operate normally if the reset section is not installed after the start-up of Vcc.
(Please refer to the paragraph of "Timing chart for Vcc and DVI power supply sequence")
The description concerning SDA and the terminal SCL is omitted in this application circuit example. Please design the application the standard of the I2C bus as it finishes being satisfactory. Moreover, the description concerning the terminal ADDR is omitted. Please refer to the paragraph of "Timing chart for Vcc and DVI power supply sequence" about the terminal ADDR design.

ex 1) The control signal line such as CPU is connected.

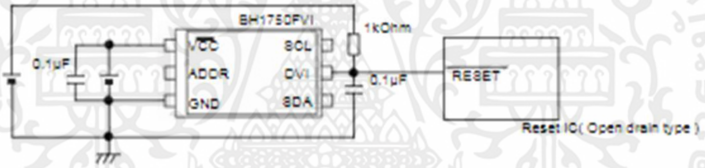


ex 2) Reset IC is used.

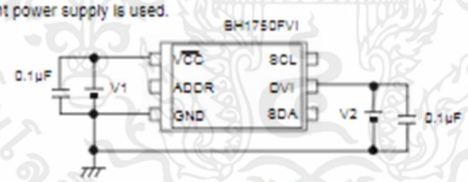
1, For Reset IC of the Push-Pull type



2, For Reset IC of the Open drain output



ex 3) A different power supply is used.

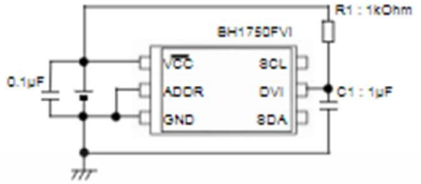


※ Power supply of DVI must stand up later than power supply of VCC stand up, because it is necessary to secure reset section (1μs or more).

© 2009 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

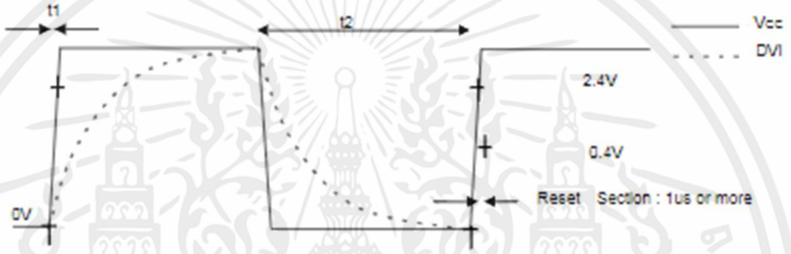
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ex 4) LPF using CR is inserted between VCC and DVI.
This method has the possibility that the Reset section of turning on the power supply can not satisfied. cannot be satisfied.
Please design the set considering the characteristic of the power supply enough.



◆ Notes when CR is inserted between VCC and DVI

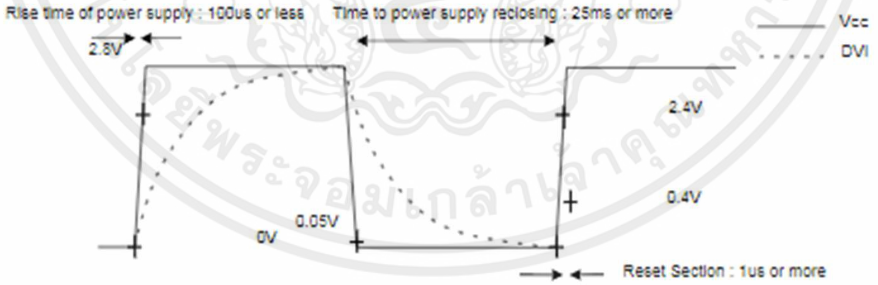
※ Please note that there is a possibility that reset section (1µs) can not be satisfied because the power supply is turned on when the rise time of VCC is slow
※ When VCC is turned off, the DVI voltage becomes higher than VCC voltage but IC destruction is not occred if recommended constant (R1 = 1kOhm, C1 = 1µF) is used.
※ Please note that there is a possibility that Reset section (1µsec) cannot be satisfied if wait time is not enough long after turning off VCC. (It is necessary to consider DVI voltage level after turning off VCC.)



· Please do the application design to secure Reset section 1us or more after the reclosing of the power supply.

◆ Example of designing set when CR (C = 1µF, R = 1kΩ) is inserted between VCC and DVI with VCC=2.8V

①The rise time to 0→2.4V of VCC must use the power supply of 100µs or less.
②Please wait 25ms or more after VCC turn off (VCC <= 0.05V), because it is necessary to secure reset section (1µs or more).



· Please do the application design to secure Reset section 1us or more after the reclosing of the power supply.

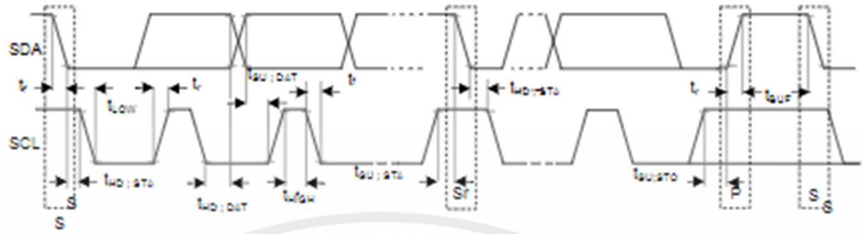
© 2009 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

● I^2C Bus Access

1) I^2C Bus Interface Timing chart

Write measurement command and Read measurement result are done by I^2C Bus Interface. Please refer the formally specification of I^2C Bus Interface, and follow the formally timing chart.



2) Slave Address

Slave Address is 2 types, it is determined by ADDR Terminal

ADDR = 'H' (ADDR ≧ 0.7VCC) → "1011100"

ADDR = 'L' (ADDR ≦ 0.3VCC) → "0100011"

3) Write Format

BH1750FVI is not able to accept plural command without stop condition. Please insert SP every 1 Opecode.

ST	Slave Address	R/W 0	Ack	Opecode	Ack	SP

4) Read Format

ST	Slave Address	R/W 1	Ack	High Byte [15:8] 2^{15} 2^{14} 2^{13} 2^{12} 2^{11} 2^{10} 2^9 2^8	Ack

Low Byte [7:0] 2^7 2^6 2^5 2^4 2^3 2^2 2^1 2^0	$\overline{Ack}$	SP

(shaded box) from Master to Slave (white box) from Slave to Master

ex)

High Byte = "1000_0011"

Low Byte = "1001_0000"

$(2^{15} + 2^9 + 2^8 + 2^7 + 2^4) / 1.2 = 28067$ [lx]

* I^2C BUS is trademark of Philips Semiconductors. Please refer formally specification.

© 2009 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

● Adjust measurement result for influence of optical window. (sensor sensitivity adjusting)

BH1750FVI is possible to change sensor sensitivity. And it is possible to cancel the optical window influence (difference with / without optical window) by using this function. Adjust is done by changing measurement time. For example, when transmission rate of optical window is 50% (measurement result becomes 0.5 times if optical window is set), influence of optical window is ignored by changing sensor sensitivity from default to 2 times

Sensor sensitivity is shift by changing the value of MTreg (measurement time register). MTreg value has to set 2 times if target of sensor sensitivity is 2 times. Measurement time is also set 2 times when MTreg value is changed from default to 2 times.

ex) Procedure for changing target sensor sensitivity to 2 times.

Please change Mtreg from "0100_0101" (default) to "1000_1010" (default * 2).

1) Changing High bit of MTreg

ST	Slave Address	R/W 0	Ack	01000_100	Ack	SP

2) Changing Low bit of MTreg

ST	Slave Address	R/W 0	Ack	011_01010	Ack	SP

3) Input Measurement Command

ST	Slave Address	R/W 0	Ack	0001_0000	Ack	SP

* This example is High Resolution mode, but it accepts the other measurement.

4) After about 240ms, measurement result is registered to Data Register.
(High Resolution mode is typically 120ms, but measurement time is set twice.)

The below table is seeing the changable range of MTreg.

		Min.	Typ.	Max.
changable range of MTreg	binary	0001_1111 (sensitivity : default * 0.45)	0100_0101 default	1111_1110 (sensitivity : default * 3.68)
	decimal	31 (sensitivity : default * 0.45)	69 default	254 (sensitivity : default * 3.68)

It is possilbe to detect 0.23lx by using this function at H-resolution mode. And it is possilbe to detect 0.11lx by using this function at H-resolution mode2.

The below formula is to calculate illuminance per 1 count.

H-reslution mode : Illuminance per 1 count (lx / count) = 1 / 1.2 *(69 / X)
H-reslution mode2 : Illuminance per 1 count (lx / count) = 1 / 1.2 *(69 / X) / 2

1.2 : Measurement accuracy
69 : Default value of MTreg (dec)
X : MTreg value

The below table is seeing the detail of resolution.

Mtreg の値	lx / count at H-resolutin mode	lx / count at H-resolution mode2
0001_1111	1.85	0.93
0100_0101	0.83	0.42
1111_1110	0.23	0.11

© 2009 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

● H-Resolution Mode2

H-resolution mode2 is 0.5lx (typ.) resolution mode. It is suitable if under less than 10 lx measure ment data is necessary. This measurement mode supports " Adjust measurement result for influence of optical window ". Please refer it. It is possible to detect min. 0.11 lx by using H-resolution mode2.

○ Instruction set architecture for H-resolution mode2

Instruction	Opecode	Comments
Continuously H-Resolution Mode2	0001_0001	Start measurement at 0.5lx resolution. Measurement Time is typically 120ms.
One Time H-Resolution Mode2	0010_0001	Start measurement at 0.5lx resolution. Measurement Time is typically 120ms. It is automatically set to Power Down mode after measurement.

○ Measurement sequence example from "Write instruction" to "Read measurement result"

ex) Continuously H-resolution mode2 (ADDR = 'L')

(grey box) from Master to Slave (white box) from Slave to Master

① Send "Continuously H-resolution mode2 " instruction

ST	0100011	0	Ack	00010001	Ack	SP

② Wait to complete 1st H-resolution mode2 measurement.(max. 180ms.)

③ Read measurement result.

ST	0100011	1	Ack	High Byte [15:8] 2^{14} 2^{13} 2^{12} 2^{11} 2^{10} 2^{9} 2^{8} 2^{7}	Ack

Low Byte [7:0] 2^{6} 2^{5} 2^{4} 2^{3} 2^{2} 2^{1} 2^{0} 2^{-1}	$\overline{Ack}$	SP

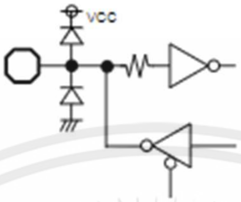
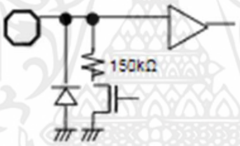
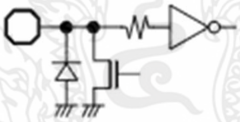
How to calculate when the data High Byte is "00000000" and Low Byte is "00010010"

$(2^{3} + 2^{0}) / 1.2 \doteqdot 7.5$ [lx]

© 2009 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

● Terminal Description

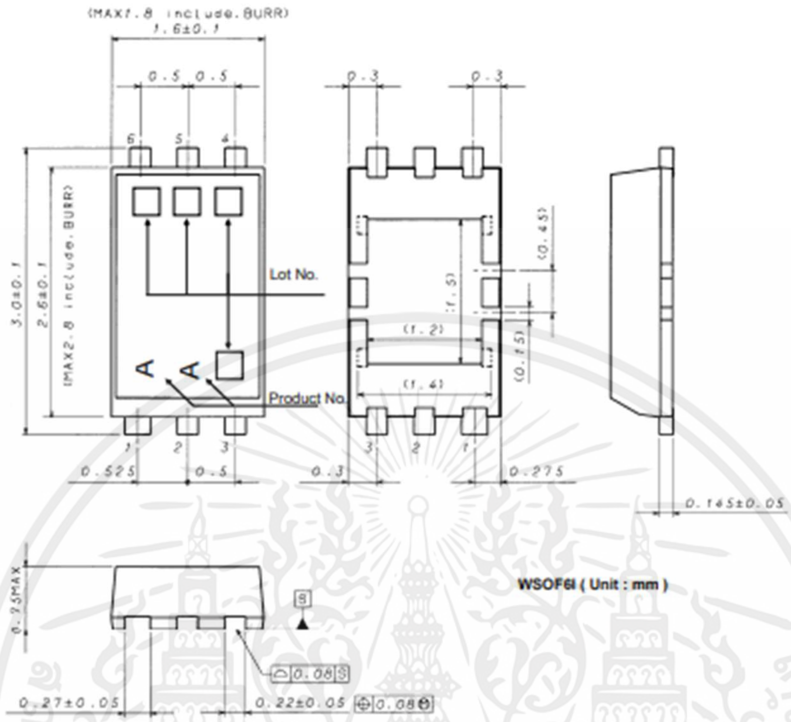
PIN No.	Terminal Name	Equivalent Circuit	Function
1	VCC		Power Supply Terminal
2	ADDR		I²C Slave-address Terminal ADDR = 'H' (ADDR ≧ 0.7Vcc) "1011100" ADDR = 'L' (ADDR ≦ 0.3Vcc) "0100011" ADDR Terminal is designed as 3 state buffer for internal test. So that please take care of Vcc and DVI supply procedure.Please see P6.
3	GND		GND Terminal
4	SDA		I²C bus interface SDA Terminal
5	DVI		SDA, SCL Reference Voltage Terminal And DVI Terminal is also asynchronous Reset for internal registers.So that please set to 'L' (at least 1μs, DVI <= 0.4V) after Vcc is supplied. BH1750FVI is pulled down by 150kOhm while DVI = 'L'.
6	SCL		I²C bus interface SCL Terminal

※These values are design-value, not guaranteed.

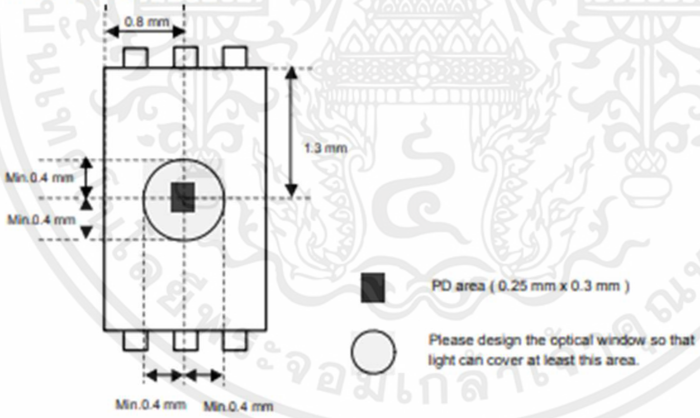
© 2009 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

●Package Outlines



●About an optical design on the device



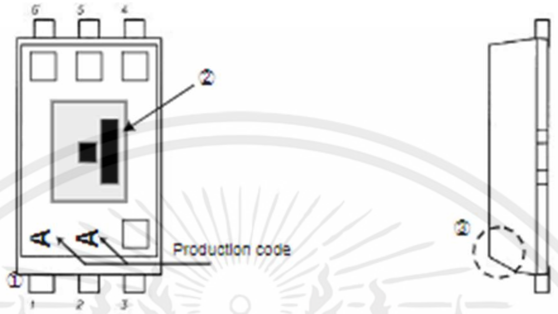
© 2011 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

● The method of distinguishing 1pin.

There is some method of distinguishing 1pin.
① Distinguishing by 1Pin wide-lead
② Distinguishing by die pattern
③ Distinguishing by taper part of 1-3pin side

② (by die patern) is the easiest method to distinguish by naked eye.



© 2009 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

● Cautions on use

1) Absolute Maximum Ratings
An excess in the absolute maximum ratings, such as supply voltage (Vmax), temperature range of operating conditions (Topr), etc., can break down devices, thus making impossible to identify breaking mode such as a short circuit or an open circuit. If any special mode exceeding the absolute maximum ratings is assumed, consideration should be given to take physical safety measures including the use of fuses, etc.

2) GND voltage
Make setting of the potential of the GND terminal so that it will be maintained at the minimum in any operating state. Furthermore, check to be sure no terminals are at a potential lower than the GND voltage including an actual electric transient.

3) Short circuit between terminals and erroneous mounting
In order to mount ICs on a set PCB, pay thorough attention to the direction and offset of the ICs. Erroneous mounting can break down the ICs. Furthermore, if a short circuit occurs due to foreign matters entering between terminals or between the terminal and the power supply or the GND terminal, the ICs can break down.

4) Operation in strong electromagnetic field
Be noted that using ICs in the strong electromagnetic field can malfunction them.

5) Inspection with set PCB
On the inspection with the set PCB, if a capacitor is connected to a low-impedance IC terminal, the IC can suffer stress. Therefore, be sure to discharge from the set PCB by each process. Furthermore, in order to mount or dismount the set PCB to/from the jig for the inspection process, be sure to turn OFF the power supply and then mount the set PCB to the jig. After the completion of the inspection, be sure to turn OFF the power supply and then dismount it from the jig. In addition, for protection against static electricity, establish a ground for the assembly process and pay thorough attention to the transportation and the storage of the set PCB.

6) Input terminals
In terms of the construction of IC, parasitic elements are inevitably formed in relation to potential. The operation of the parasitic element can cause interference with circuit operation, thus resulting in a malfunction and then breakdown of the input terminal. Therefore, pay thorough attention not to handle the input terminals; such as to apply to the input terminals a voltage lower than the GND respectively, so that any parasitic element will operate. Furthermore, do not apply a voltage to the input terminals when no power supply voltage is applied to the IC. In addition, even if the power supply voltage is applied, apply to the input terminals a voltage lower than the power supply voltage or within the guaranteed value of electrical characteristics.

7) Thermal design
Perform thermal design in which there are adequate margins by taking into account the power dissipation (Pd) in actual states of use.

8) Treatment of package
Dusts or scratch on the photo detector may affect the optical characteristics. Please handle it with care.

9) Rush current
When power is first supplied to the CMOS IC, it is possible that the internal logic may be unstable and rush current may flow instantaneously. Therefore, give special consideration to power coupling capacitance, power wiring, width of GND wiring, and routing of connections.

10) The exposed central pad on the back side of the package
There is an exposed central pad on the back side of the package. But please do it non connection. (Don't solder, and don't do electrical connection) Please mount by Footprint dimensions described in the Jisso Information for WSOF6I. This pad is GND level, therefore there is a possibility that LSI malfunctions and heavy-current is generated.

พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร

© 2009 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

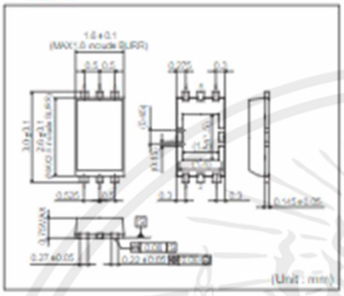
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

● Ordering part number

B	H	1	7	5	0	F	V	I	-	T	R

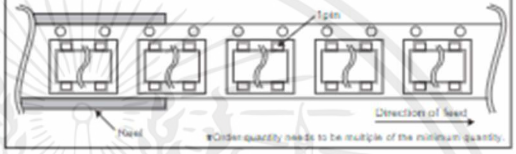
- B H: Part No.
- 1 7 5 0: Part No.
- F V I: Package — FVI: WSOF6I
- T R: Packaging and forming specification — TR: Embossed tape and reel

WSOF6I



<Tape and Reel information>

Tape	Embossed carrier tape
Quantity	3000pcs
Direction of feed	TR (The direction is the 1pin of product is at the upper right when you hold reel on the left hand and you pull out the tape on the right hand)



*Order quantity needs to be multiple of the minimum quantity.

© 2009 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล นายตันติกร แสงจันทร์

วัน เดือน ปีเกิด 19 กุมภาพันธ์ 2543

ที่อยู่ 56/2 หมู่ 7 ต.ทะเลทรัพย์ อ.ปะทิว
จ.ชุมพร 86160

ประวัติการศึกษา พ.ศ.2561 มัธยมศึกษาตอนปลาย
สายสามัญ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์
โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา จังหวัดชุมพร
Tel 091-0377771
Email. 61511020@kmitl.ac.th

ชื่อ-นามสกุล นายอรรถวัต นำพา

วัน เดือน ปีเกิด 22 มีนาคม 2543

ที่อยู่ 55 หมู่ 6 ต.พระบาท อ.เมือง
จ.ลำปาง 52000

ประวัติการศึกษา พ.ศ.2561 ประกาศนียบัตรวิชาชีพ(ปวช.)
สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์
วิทยาลัยเทคนิคลำปาง จ.ลำปาง
Tel. 088-4019501
Email. 61511028@kmitl.ac.th

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้