เครื่องเลี้ยงลูกปูม้า

RAISING BLUE CRABS MACHINE

ณัฐพล สุระพจน์

สุชาครีย์ สวัสดิพันธ์

กฤษณรงค์ อินนาค

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

ปีการศึกษา 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องเลี้ยงลูกปูม้า

RAISING BLUE CRABS MACHINE

ณัฐพล สุระพจน์

สุชาครีย์ สวัสดิพันธ์

กฤษณรงค์ อินนาค

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

ปีการศึกษา 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2020
DEPARTMENT OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
PRINCE OF CHUMPHON CAMPUS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รับที่...../.....
งานทะเบียนและประมวลผล
ฉบับที่.....

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2563

สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

เรื่อง เครื่องเลี้ยงลูกปูม้า

RAISING BLUE CRABS MACHINE

ผู้จัดทำ

1. ณัฐพล สุระพจน์ 60511010
2. สุชาครีย์ สวัสดิพันธ์ 60511028
3. กฤษณรงค์ อินนาค 60511032

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ.ดร.มนตรี ไชยชาญยุทธ์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อปริญญานิพนธ์	เครื่องเลี้ยงลูกปูม้า	
นักศึกษา	นายณัฐพล สุระพจน์	รหัสนักศึกษา 60511010
	นายสุชาครีย์ สวัสดิพันธ์	รหัสนักศึกษา 60511028
	นายกฤษณรงค์ อินนาค	รหัสนักศึกษา 60511032
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต	
สาขาวิชา	วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์	
ปีการศึกษา	2563	

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอการออกแบบเครื่องเลี้ยงลูกปูม้า โดยเครื่องเลี้ยงลูกปูม้าจะทำการควบคุมและวัดค่าปัจจัยที่ส่งผลในการเจริญเติบโตของลูกปูม้า คือ ควบคุมอุณหภูมิและควบคุมออกซิเจนในน้ำ โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ สามารถวัดค่าความเป็นกรด-เบส ค่าความนำไฟฟ้า ความปนเปื้อนในน้ำ ให้เหมาะสมกับการเลี้ยงลูกปูม้า โดยแสดงผลบนหน้าจอแสดงผล สามารถอ่านค่าบนบราวเซอร์เว็บไซต์ และสามารถแจ้งเตือนผ่านไลน์ได้ และระบบการหมุนเวียนน้ำ เพื่อเพิ่มอัตราการรอดตายของลูกปูม้า

จากการทดลองเครื่องเลี้ยงลูกปูม้า เครื่องสามารถทำงานได้โดยสามารถเลี้ยงลูกปูม้าหลังจากที่แม่ปูเขี่ยไข่ออกจากกระดอง โดยเครื่องเลี้ยงลูกปูม้าสามารถวัดค่าอุณหภูมิในน้ำทะเลได้ โดยมีค่าความผิดพลาดสูงสุดอยู่ที่ 0.72 เปอร์เซ็นต์ สามารถวัดค่าความเป็นกรด-เบสได้ โดยมีค่าความผิดพลาดสูงสุดอยู่ที่ 1.57 เปอร์เซ็นต์ กับ 0.5 เปอร์เซ็นต์ สามารถเก็บค่าความนำไฟฟ้าได้ โดยมีค่าความผิดพลาดเท่ากับ 0 เปอร์เซ็นต์ สามารถเก็บค่าความปนเปื้อนในน้ำได้ โดยมีค่าความผิดพลาดพลาดสูงสุดอยู่ที่ 1.76 เปอร์เซ็นต์ และ สามารถควบคุมอุณหภูมิและออกซิเจนในน้ำได้ โดยสามารถอ่านค่าบนหน้าจอแสดงผลได้ สามารถอ่านค่าบนบราวเซอร์เว็บไซต์โดยใส่ไอพี แอดเดรส และสามารถแจ้งเตือนผ่านไลน์ได้ ถ้าหากเครื่องเลี้ยงลูกปูม้าวัดค่าได้ไม่ตรงกับค่าที่กำหนด ระบบจะทำการส่งข้อความแจ้งเตือนผ่านไลน์ของผู้ใช้งาน และ ระบบหมุนเวียนน้ำภายในเครื่องสามารถใช้งานได้ โดยจากการทดลองเลี้ยงลูกปูม้าโดยเครื่องเลี้ยงลูกปูม้า พบว่าลูกปูม้ามีการเจริญเติบโดได้ถึงระยะที่ 2 คือ ระยะโซเอี้ย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Project Title RAISING BLUE CRABS MACHINE

Student Mr. Nathapon Suraphot ID. 60511010

Mr. Suchacree Sawatdipan ID. 60511028

Mr. Kritnarong Innak ID. 60511032

Advisor Asst.Prof.Dr. Montree Chaichanyut

Degree Bachelor of Engineering

Program in Electronics Engineering

Academic Year 2020

ABSTRACT

This project presents the design of the raising blue crabs machine. Can control and measure the factors affecting the growth of the blue crab cubs, namely, the temperature control and the oxygen control in the sea water. By using a microcontroller. Can measure acidity-base Conductivity water Contamination in water to be suitable for raising blue crabs by displaying it on the LCD screen. You can read the values on the web browser and can Line notify. And water circulation system to increase the survival rate of blue crabs.

From the experiment of raising baby blue crabs, the machine can raising blue crabs eggs. The blue crab feeding machine can measure the temperature in the sea water. With a maximum error value of 0.72%. Can measure acidity-base with the maximum error values of 1.57% and 0.5%. Conductivity in water with an error value of 0%, the blue crab machine can measure the total dissolved solids value with the maximum error value of 1.76%. It can control the temperature and oxygen in the water. Can read the values on an LCD screen. You can read the value on the web browser by entering the IP address. If the raising blue crabs the machine collects value does not match the specified value, the system will send a notification message through the user's line and the water circulation system within the machine can be used. From the experiment of raising baby blue crabs by the raising blue crabs machine. It was found that the blue crab cubs were able to grow up to the Zoea stage.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดี ด้วยความช่วยเหลือ และการสนับสนุนจากบุคคลหลายๆ ท่านซึ่งผู้เขียนขอขอบคุณทุกท่านดังต่อไปนี้

ขอขอบพระคุณคุณพ่อและคุณแม่ ผู้ซึ่งคอยให้การอบรมสั่งสอน เลี้ยงดู สนับสนุนการศึกษาตลอดจนให้กำลังใจเสมอมา

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.มนตรี ไชยชาญยุทธ์ อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ซึ่งให้คำแนะนำต่างๆ รวมทั้งเอื้อเฟื่อเครื่องมือเครื่องใช้ในการทำโครงงาน และติดตามเกี่ยวกับงานโครงงานตลอดมา ผู้เขียนรู้สึกซาบซึ้งในความเมตตาของท่านจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณคณะอาจารย์ที่เคารพทุกท่าน ที่ให้ความเอาใจใส่แนะนำ คอยช่วยเหลือเสมอมา และต้องขอขอบคุณพี่ๆ เพื่อนๆ น้องๆ ที่คอยช่วยเหลือในการทำโครงงานจนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีคุณค่า และประโยชน์อันพึงมีจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

ณัฐพล สุรพจน์
สุชาครีย์ สวัสดิพันธ์
กฤษณรงค์ อินนาค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II
กิตติกรรมประกาศ III
สารบัญ IV
สารบัญตาราง IX
สารบัญรูป X
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ 1
1.2 วัตถุประสงค์ 1
1.3 ขอบเขตของการศึกษา 2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2
1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน 2
1.6 โครงสร้างโครงงาน 3

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 4
2.1 การเพาะเลี้ยงปูม้า 4
2.1.1 ลักษณะทั่วของปูม้า 4
2.1.2 การเพาะพันธ์ 5
2.2 รีเลย์ (Relay) 6
2.2.1 ส่วนประกอบของรีเลย์ 6
2.2.2 ประโยชน์ของรีเลย์ 7
2.2.3 ชนิดของรีเลย์ 7
2.3 อีเอสพี32 9
2.3.1 คุณสมบัติการใช้งาน 9
2.3.2 ขาใช้งานต่าง ๆ ของ อีเอสพี32 รองรับการเชื่อมต่อบัสต่าง ๆปั๊มน้ำ 10
2.3.3 รองรับฟังก์ชั่นเกี่ยวกับความปลอดภัยต่าง ๆ ดังนี้ 10
2.3.4 ในด้านประสิทธิ์ภาพการใช้งาน ตัว ESP32 สามารถทำงานได้ดี 10
2.4 ท่อพีวีซี 11
2.5 อลูมิเนียมโปรไฟล์ 11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

การนำงานอลูมิเนียมไปใช้งาน 12
2.6 ปั๊มน้ำ 12
กลุ่มของปั๊มน้ำ (ตามลักษณะการทำงาน) 13
2.7 ฮีตเตอร์ 13
2.8 เครื่องปั๊มออกซิจน 14
หลักการทำงานของเครื่องปั๊มออกซิเจน 14
2.9 เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ (TEMP Sensor) 14
คุณลักษณะทั่วไปของเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ 15
2.10 เซ็นเซอร์วัดค่าการนำไฟฟ้าของน้ำ (EC Sensor) 15
คุณสมบัติของเซนเซอร์วัดค่าความนำไฟฟ้า 16
2.11 เซนเซอร์วัดค่าออกซิเจนในน้ำ 16
คุณสมบัติเซอร์วัดค่าออกซิเจนในน้ำ 17
2.12 เซ็นเซอร์วัดค่าความเป็นกรด-เบส (PH Sensor) 17
2.13 เซนเซอร์วัดค่าความปนเปื้อนในน้ำ (TDS Sensor) 20
คุณสมบัติของเซอร์เซอร์วัดค่าความปนเปื้อนในน้ำ 20
2.14 หน้าจอแสดงผลแอลซีดี 20
2.14.1 การแบ่งแอลซีดีตามลักษณะการแสดงผล 21
2.14.2 โครงสร้างโดยทั่วไปของแอลซีดี 21

บทที่ 3 การออกแบบ 23
3.1 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของเครื่องเลี้ยงลูกปูม้า 23
3.1.1 บล็อกไดอะแกรมการควบคุมอุณหภูมิของเครื่องเลี้ยงปูม้า 23
3.1.2 บล็อกไดอะแกรมการควบคุมออกซิเจนของเครื่องเลี้ยงปูม้า 24
3.1.3 บล็อกไดอะแกรมการแสดงผลจอแสดงผลและเว็บไซต์ของเครื่องเลี้ยงลูกปู 25
3.2 โฟลว์ชาร์ตการทำงานเครื่องเลี้ยงลูกปูม้า 26
3.2.1 โฟลว์ชาร์ตการควบคุมอุณหภูมิ 26
3.2.2 โฟลว์ชาร์ตการควบคุมออกซิเจน 27
3.2.3 โฟลว์ชาร์ตการแสดงผลบนจอสดงผล 28
3.3 การออกแบบวงจร 29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

3.3.1 วงจรควบคุมอุณหภูมิและออกซิเจน 30
3.3.2 วงจรวัดค่าต่างๆ ของน้ำ 31
3.4 การออกแบบโครงสร้าง 32
3.4.1 การออกแบบชุดโครงสร้าง 32
3.4.2 การออกแบบโครงสร้างชุดสูบน้ำเพื่อทำระบบน้ำหมุนเวียน 33

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง 34
4.1 การทดสอบการวัดค่าของเซนเซอร์อุณหภูมิในน้ำ 34
4.1.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในในการทดลอง 34
4.1.2 วิธีการทดลองวัดค่าเซอร์เซอร์อุณหภูมิ 34
4.1.3 ผลการทดลอง 34
4.2 การทดสอบการควบคุมอุณหภูมิในน้ำ 35
4.2.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในในการทดลอง 35
4.2.2 วิธีการทดลองการควบคุมอุณหภูมิ 35
4.2.3 ผลการทดลอง 36
4.3 ทดสอบการควบคุมออกซินเจนในน้ำ 38
4.3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในในการทดลอง 38
4.3.2 วิธีการทดลองการควบคุมออกซิเจนในน้ำ 38
4.3.3 ผลการทดลอง 38
4.4 การทดสอบการวัดเซนเซอร์วัดความเป็นกรด-เบส 41
4.4.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง 41
4.4.2 วิธีการทดลอง 41
4.4.3 ผลการทดลอง 41
4.5 การทดสอบการวัดเซนเซอร์วัดความปนเปื้อนในน้ำและความนำไฟฟ้า 43
4.5.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง 43
4.5.2 วิธีการทดลอง 43
4.5.3 ผลการทดลอง 43
4.6 การทดสอบแสดงผลผ่านเว็บบราวเซอร์ 45
4.6.1 วิธีการเข้าสู่ระบบแสดงผลบนเว็บไซต์ 45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

4.7 ระบบแจ้งเตือนผ่านไลน์ (LINE Notify) 46
4.8 ผลการทดลองเครื่องเลี้ยงลูกปูม้า 49
4.8.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง 49
4.8.2 วิธีการทดลอง 50
4.8.3 ผลการทดลอง 50
4.9 การทดลองเลี้ยงลูกปูม้าหลังจากที่แม่ปูเขี่ยไข่ออกจากกระดอง 53

บทที่ 5 บทสรุป และข้อเสนอแนะ 54
5.1 สรุปผลการทดลอง 54
5.1.1 การทดสอบวัดค่าของเซนเซอร์อุณหภูมิในน้ำ 55
5.1.2 การทดสอบการควบคุมอุณหภูมิน้ำ 55
5.1.3 การทดสอบการควบคุมค่าออกซิเจนในน้ำ 55
5.1.4 การทดสอบวัดค่าของเซนเซอร์วัดค่าความการเป็นกรด-เบส 55
5.1.5 การทดสอบวัดค่าของเซนเซอร์วัดค่าความปนเปื้อนในน้ำ ความนำไฟฟ้า 56
5.1.6 การทดสอบแสดงผลผ่านเว็บบราวเซอร์ 56
5.1.7 ระบบแจ้งเตือนผ่านไลน์ (LINE Notify) 56
5.1.8 ผลการทดลองเครื่องเลี้ยงลูกปูม้า 56
5.1.9 การทดลองเลี้ยงลูกปูม้าหลังจากที่แม่ปูเขี่ยไข่ออกจากกระดอง 56
5.2 ปัญหาและอุปสรรค 57
5.3 วิธีการแก้ปัญหา 57
5.4 ข้อเสนอแนะ 57

เอกสารอ้างอิง 58
ภาคผนวก ก. โปรแกรมการทำงานเครื่องเลี้ยงลูกปูม้า 78
ภาคผนวก ข. คู่มือการใช้งานเครื่อง 87
ภาคผนวก ค. คู่มือการใช้งานอุปกรณ์ (Datasheet) 92
ประวัติผู้จัดทำ 140

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1.1 แผนการดำเนินงานภาคเรียนที่ 1 และ 2 2
2.1 แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่เป็นสัดส่วนกับความเป็นกรด-เบสของสารละลายที่นำไปวัด 18
2.2 ค่าเอาต์พุตของอิเล็กโทรดวัดค่าความเป็นกรด-เบส ที่อุณหภูมิต่างๆ 19
4.1 การทดสอบเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ 35
4.2 การทดสอบการความคุมในน้ำ เริ่มทดสอบเมื่ออุณภูมิในน้ำมากกว่า 29 องศาเซลเซียส 36
4.3 การทดสอบการความคุมในน้ำ เริ่มทดสอบเมื่ออุณภูมิในน้ำน้อย 29 องศาเซลเซียส 37
4.4 การทดสอบการความคุมในน้ำ เริ่มทดสอบเมื่อออกซิเจนในมากกว่า 100 % 39
4.5 การทดสอบการความคุมในน้ำ เริ่มทดสอบเมื่อออกซิเจนในน้ำน้อย 100 % 40
4.6 การทดสอบเซนเซอร์วัดค่าความเป็นกรด-เบส ที่ค่า 7.00 42
4.7 การทดสอบเซนเซอร์วัดค่าความเป็นกรด-เบส ที่ค่า 10.00 42
4.8 การทดสอบวัดค่าเซนเซอร์ความปนเปื้อน 44
4.9 การทดสอบวัดค่าเซนเซอร์ความนำไฟฟ้าเปล่า 44
4.10 การทดลองเซนเซอร์วัดอุณหภูมิแจ้งเตือนผ่านไลน์ 46
4.11 การทดลองเซนเซอร์วัดความเป็นกรด-เบสแจ้งเตือนผ่านไลน์ 47
4.12 การทดลองเซนเซอร์วัดความปนเปื้อนในน้ำและค่าความนำไฟฟ้าแจ้งเตือนผ่านไลน์ 48
4.13 การทดลองเซนเซอร์วัดค่าออกซิเจนในน้ำแจ้งเตือนผ่านไลน์ 49
4.14 ค่าอุณหภูมิของวันที่ 7/7/2564 50
4.15 ผลการทดลองเครื่องเลี้ยงลูกปูม้า โดยเก็บค่าน้ำต่างๆ 51
4.16 การทดลองเลี้ยงลูกปูม้าเก็บค่าน้ำ 52
4.17 การทดลองเลี้ยงลูกปูม้า 53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

2.1ลักษณะของปูม้า 4
2.2 วงจรชีวิตปูม้า 5
2.3 รีเลย์ (Relay)....6
2.4 การทำงานของรีเลย์ เมื่อต่อกับหลอดไฟ 1 หลอด....7
2.5 อีเอสพี32....9
2.6 ท่อพีวีซี 11
2.7 อลูมิเนียมโปรไฟล์ 11
2.8 ปั๊มน้ำ.... 12
2.9 ฮีตเตอร์.... 13
2.10 เครื่องปั๊มออกซิเจน.... 14
2.11 เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ 15
2.12 เซ็นเซอร์วัดค่าการนำไฟฟ้าของน้ำ.... 16
2.13 เซ็นเซอร์วัดค่าออกซิเจนในน้ำ 16
2.14 เซนเซอร์วัดค่าความเป็นกรด-เบส ที่มีขั้วอิเล็กโทรดเข้าไว้ในชุดเดียวกัน 17
2.15 ตัวอย่างอิเล็กโทรดอ้างอิงที่วัดค่าความเป็นกรด-เบส.... 20
2.16 เซนเซอร์วัดค่าความปนเปื้อนในน้ำ.... 20
2.17 หน้าจอแอลซีดี 22
3.1 บล็อกไดอะแกรมควบคุมอุณหภูมิในน้ำของเครื่องลี้ยงลูกปูม้า 23
3.2 บล็อกไดอะแกรมควบคุมออกซิเจนในน้ำของเครื่องเลี้ยงลูกปูม้า 24
3.3 บล็อคไดอะแกรมการแสดงผลบนจอแสดงผลของเครื่องเลี้ยงลูกปูม้า 25
3.4 โฟลว์ชาร์ตการควบคุมอุณหภูมิน้ำตามที่กำหนด 26
3.5 โฟลว์ชาร์ตการควบคุมออกซินเจนในน้ำตามที่กำหนด.... 27
3.6 โฟลว์ชาร์ตการแสดงผลบนจอหน้าจอ 28
3.7 วงจรเครื่องเลี้ยงลูกปูม้า 29
3.8 วงจรควบคุมอุณหภูมิและออกซิเจน.... 30
3.9 วงจรวัดค่าต่างๆขึ้นจอแสดงผล 31
3.10 การออกแบบโครงสร้าง3มิติและอุปกรณ์ที่ใช้ของเครื่องเลี้ยงลูกปูม้า.... 32
3.11 โครงสร้างของเครื่องเลี้ยงลูกปูม้า.... 33
4.1 เครื่องทำความร้อนไม่ทำงาน.... 37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

4.2 เครื่องทำความร้อนทำงาน 38
4.3 เครื่องปั๊มอากาศไม่ทำงาน 39
4.4 เครื่องปั๊มอากาศทำงาน 40
4.5 การทดลองแสดงค่าบนเว็บบราวเซอร์ 45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่1
บทนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงความเป็นมา และความสำคัญของเครื่องเลี้ยงลูกปูม้า จุดประสงค์ของโครงงานขอบเขตการศึกษาในการทำโครงงาน ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการศึกษาเชิงทฤษฎีและเชิงปฏิบัติ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ปัจจุบันทรัพยากรสัตว์ทะเลนับวันจะทวีปัญหาเพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องมาจาก ปัญหาสิ่งแวดล้อมเสื่อมโทรม ปัญหาการจับสัตว์น้ำขึ้นมาใช้ประโยชน์มากเกินกว่าที่ธรรมชาติจะ ผลิตหรือสร้างทดแทนขึ้นมาได้ จึงมีผลทำให้ปริมาณการจับสัตว์น้ำลดน้อยลง การทำประมงปูม้าในประเทศไทย พบได้ทั่วไป บริเวณชายฝั่งอ่าวไทยและฝั่งอันดามันในระดับความลึกไม่เกิน 30 เมตร (บรรจง, 2551) โดยใช้เครื่องมือ ประมงพื้นบ้านในการจับ เช่น แร้วปู ไซปู อวนจมปู เป็นต้น แต่ เนื่องจากปูม้ามีศักยภาพเชิงพาณิชย์และมีความต้องการของตลาดสูงทำให้เกิดการแข่งขันด้านการทำประมง ดังนั้นเครื่องมือในการทำประมงจึงมีการเปลี่ยนแปลงและพัฒนา เพื่อให้สามารถเก็บเกี่ยว ผลผลิตได้มากขึ้น นอกจากนี้ ผู้บริโภคนิยมบริโภคปูม้าที่มีไข่นอกกระดอง การทำประมงปูม้าที่มีไข่นอก กระดองจึงเพิ่มขึ้น ทำให้ในปัจจุบันมีจำนวนปูม้าในธรรมชาติลดลงอย่างรวดเร็วและส่งผลต่อปริมาณปูม้าที่มีอัตราลดลงเฉลี่ยร้อยละ8.8ต่อปี หรือปริมาณที่จับได้ 46,700 ตัน ในปี พ.ศ. 2541 ลดลงเหลือ 27,900 ตัน ในปี พ.ศ.2548 (ศูนย์นวัตกรรมการเก็บเกี่ยว,2551) ทางออกหนึ่งของการแก้ไขปัญหาการจับสัตว์น้ำลดลง โดยเฉพาะปูม้านั่น คือ การเพาะขยายพันธุ์ปูม้า ผู้จัดทำมองเห็นถึงปัญหาที่เกิดขึ้นและมีความต้องการในพัฒนานวัตกรรมเพื่อช่วยเพิ่มทรัพยากรปูม้าในธรรมชาติ โดยจัดทำเครื่องมือในการอนุบาลลูกปูม้าเพื่อ เป็นการเพิ่มอัตราการรอดตายของลูกปูม้าเมื่อปล่อยคืนสู่ธรรมชาติ โดยการเติมอากาศและการสูบน้ำ นอกจากนี้มีการเพิ่ม การตรวจวัด รายงานสภาพน้ำ จะให้อัตราการรอดตายของลูกปูสูงที่สุดเนื่องจากมีความใกล้เคียงกับธรรมชาติและอุณหภูมิมีการควบคุมอุณหภูมิ ของน้ำที่ 29 องศาเซลเซียสซึ่งอุณหภูมิจะส่งผลต่อการเผาผลาญพลังงาน ทำให้เกิดการลอกคราบช้ากว่าปกติหรือไม่เกิดการลอกคราบจึงทำให้มีอัตราการตายสูง โดยเครื่องเพาะเลี้ยงปูม้าจะช่วยในการควบคุมปัจจัยสำคัญต่างๆที่ส่งผลต่อการดำรงชีวิตที่เหมาะสมสำหรับลูกปูม้าตลอดจนถึงการลอกคราบของปู

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อเพิ่มอัตรารอดของลูกปูม้าสูงขึ้นโดยการควบคุมและวัดปัจจัยสำคัญต่างๆให้เหมาะสมสำหรับลูกปูม้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เพื่อคิดค้นและออกแบบกลไกการทำงานของเครื่องเพาะเลี้ยงปูม้า
3. เพื่อนำนวัตกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์มาประยุกต์ใช้กับการทำประมง

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

1. ระบบหมุนเวียนน้ำ
2. วัดอุณหภูมิและควบคุมอุณหภูมิให้เหมาะสมกับการเลี้ยงปูม้า
3. วัดค่าออกซิเจนและควบคุมออกซิเจนในน้ำ
4. วัดค่าEC และTDS และค่าPH ของน้ำทะเลที่ใช้ในการเลี้ยงปูม้า
5. ตรวจสอบข้อมูล อุณหภูมิ ค่าTDS EC และ ค่าPH ผ่านจอ LCD และเว็บ

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ลูกปูม้ามีอัตราการรอดเพิ่มมากขึ้นเมื่อเพาะเลี้ยงในเครื่องเพาะเลี้ยงปูม้า
2. สามารถเพื่อคิดค้นและออกแบบกลไกการทำงานของเครื่องเพาะเลี้ยงปูม้า
3. มีประยุกต์ใช้งานนวัตกรรมอิเล็กทรอนิกส์เพื่อพัฒนาด้านการประมง

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ขั้นตอนการดำเนินงานที่ผู้จัดทำได้วางแผนไว้ คือแผนการดำเนินงานในปีการศึกษา 2563 ซึ่งได้แจกแจงรายละเอียดไว้ดังตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงานภาคเรียนที่ 1 และ 2

ระยะเวลา / ขั้นตอน	พ.ศ.2563				พ.ศ.2564				
	ส.ค	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย	มิ.ย
1. ออกแบบโครงสร้างระบบหมุนเวียนน้ำ	←	→							
2. ศึกษาวงจรควบคุมอุณหภูมิ		←	→						
3. ศึกษาอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำวงจร			←	→					
4. จัดซื้ออุปกรณ์จัดทำโครงสร้าง				←	→	→			
5. ออกวงจรและทำโครงสร้าง							←	→	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะเวลา / ขั้นตอน	พ.ศ.2563				พ.ศ.2564				
	ส.ค	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย	มิ.ย
6. ทดสอบวงจรและอุปกรณ์และเก็บผลการทอลอง						←	—	—	→

1.6 โครงสร้างโครงงาน

ในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แบ่งออกเป็น 7 ส่วนหลักๆ คือ บทที่ 1-5 และภาคผนวก ก และ ข ซึ่งแต่ละส่วนจะอธิบายเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับเครื่องเพาะเลี้ยงปูม้า โดยแบ่งออกเป็นบทต่างๆ และในแต่ละบทมีหัวข้อ ดังต่อไปนี้

บทที่ 1 บทนำ ในบทนี้จะกล่าวถึงความเป็นมา และความสำคัญของปัญหา ความมุ่งหมาย และ วัตถุประสงค์ ขอบเขตของการทำโครงงาน ประโยชน์ หรือผลที่คาดว่าจะได้รับของเครื่องเพาะเลี้ยงปูม้า

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเนื้อหา ในบทนี้จะกล่าวถึงข้อมูลที่นำมาพิจารณาและศึกษาในส่วนต่างๆ เพื่อใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงในการทำโครงงานเครื่องเพาะเลี้ยงปูม้า

บทที่ 3 การออกแบบ ในบทนี้จะกล่าวถึงการออกแบบ ซึ่งประกอบไปด้วย ส่วนของโครงสร้างโปรแกรมในการควบคุมการทำงานของเครื่องเพาะเลี้ยงปูม้า

บทที่ 4 ผลการทดลอง ในบทนี้จะกล่าวถึงการทดสอบการทำงานของเครื่องเพาะเลี้ยงปูม้า

บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง และข้อเสนอแนะ ในบทนี้เป็นการสรุปผลการทดลอง ปัญหา และ อุปสรรคในการทำงาน และข้อเสนอแนะต่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงการศึกษาวิจัยโครงงานเครื่องเลี้ยงลูกปูม้า และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

2.1 การเพาะเลี้ยงปูม้า

ปูม้า หรือ ภาษาอังกฤษเรียกว่า Blue Crab มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า [Portunus armatus] เป็นสัตว์เศรษฐกิจชนิดหนึ่งของประเทศไทย [1] โดยพบได้ในแทบทุกพื้นที่ที่ติดทะเลของประเทศไทยทั้งฝั่งทะเลอันดามันและอ่าวไทย โดยอาศัยอยู่บริเวณปากแม่น้ำและแถบชายฝั่งทะเลที่มีระดับความลึกน้อยกว่า 40 เมตร จะหากินในเวลากลางคืน ปูม้าจะเริ่มผสมพันธุ์ได้เมื่อปูม้ามีอายุประมาณ 3 เดือน ความกว้างของกระดองอยู่ที่ 4.5 เซนติเมตร จะมีการวางไข่ตลอดปี โดยเฉพาะในเดือนกุมภาพันธ์ ถึง เดือนตุลาคม และน้อยลงเมื่อเข้าสู่ช่วงมรสุมหรืออากาศเย็นลง ในเดือนพฤศจิกายน ถึง เดือนมกราคม

2.1.1 ลักษณะทั่วไปของปูม้า

ปูม้าตัวผู้และตัวเมียมีลักษณะแตกต่างกันที่จับปิ้งและสี โดยปูม้าตัวผู้มีก้ามยาวเรียวกว่าปูม้าตัวเมีย มีสีฟ้าอ่อน และ มีจุดขาวตกกระทั่วไปบนกระดองและก้าม พื้นท้องเป็นสีขาว จับปิ้งเป็นรูปสามเหลี่ยมเรียวสูง ตัวเมียจะมีก้ามสั้นกว่า กระดองและก้ามมีสีฟ้าอมน้ำตาลอ่อน และ มีจุดขาวประทั่วไปทั้งกระดองและก้าม เมื่อถึงฤดูวางไข่ปูม้าตัวเมียจะมีไข่ติดอยู่บริเวณระยางค์ซึ่งเคยเป็นขาว่ายน้ำในระยะวัยอ่อน โดยในระยะแรกไข่จะอยู่ภายในกระดอง ต่อมาเมื่อกระดองทางหน้าท้องเปิดออกมาทำให้สามารถเห็นไข่ชัดเจน จึงมักเรียกปูม้าในระยะนี้ว่าปูม้าที่มีไข่นอกกระดอง ดังรูปที่ 2.1

รูปที่ 2.1 ลักษณะของปูม้า
(**ที่มา**: https://farmerspace.co/)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 การเพาะพันธุ์

ผู้เพาะสามารถแยกไข่ออกจากจับปิ้งเองได้ โดยในขั้นตอนแรกต้องนำไข่มาล้างและแยกออกจากจับปิ้ง โดยการนำจับปิ้งที่มีไข่ติดอยู่มาแช่ในกะละมังที่มีน้ำพอสมควรใช้มือถูเบาๆ เมื่อแยกไข่ออกจากจับปิ้ง จากนั้นทำความสะอาดไข่โดยนำไข่ไปล้างด้วยน้ำทะเลสะอาดแล้วใช้ผ้ากรองกรองไข่ เมื่อได้ไข่ที่ทำความสะอาดเรียบร้อยแล้วก็ทำการเพาะฟัก หรือ ปล่อยให้แม่ปูม้าที่มีไข่นอกกระดองโดยเขี่ยไข่เอง [3]

ถังพลาสติกที่ใช้เพาะฟักควรเป็นถังทรงสูง เพราะในการฟักจะต้องให้อากาศตลอดเวลา เพื่อป้องกันไม่ให้ไข่จม ถ้าไข่จมลงก้นถังจะทำให้ไข่เน่าและถ้าถังมีขนาดใหญ่เกินไปอาจทำให้อากาศมีแรงไม่พอทำให้ไข่จมก็ได้ ระหว่างเพาะฟักจะต้องดูแลอย่างใกล้ชิด ไข่จะใช้เวลา 2-3 วัน จึงฟักเป็นตัว หากเกิน 5 วันไปแล้วไข่ยังไม่ฟักเป็นตัวแสดงว่าไข่เน่าแล้ว

โดยแม่ปูที่มีไข่นอกกระดอง ที่ไข่มีสีเทาปนดำใสในบ่ออนุบาล แม่ปูตัวหนึ่ง ๆจะมีไข่ประมาณ 300,000-1,000,000 โดยปูม้ามีวงจรชีวิต ดังรูปที่ 2.2

รูปที่ 2.2 วงจรชีวิตปูม้า

(**ที่มา**: https://www.blockdit.com/posts/60461f8ca18b493a15375698)

จากรูปที่ 2.2 พัฒนาการของปูม้าหลังจากฝักออกจากไข่ในเวลา 2-3 วัน จะเข้าสู่ระยะโซเอี้ย แต่ในบางครั้งจะพบ ระยะพรีโซเอี้ย หรือ ก่อนระยะโซเอี้ย โดยมักพบเมื่อปูม้าวางไข่ในสภาวะแวดล้อมไม่เหมาะสม ซึ่งทำให้ปูม้าวัยอ่อนมีอัตราการตายสูง สำหรับการพัฒนาของปูม้าวัยอ่อนระยะโซเอี้ย จะใช้เวลาประมาณ 10 วัน จึงจะเริ่มลอกคราบเป็นระยะเมกาโลปา และเมื่อปูม้าวัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อ่อนอายุประมาณ 15 วัน จะเริ่มลอกคราบเข้าสู่ระยะลูกปูวัยอ่อน อาหารที่ใช้เลี้ยงลูกปูระยะโซเอี้ย คือ ตัวอ่อนของอาร์ทีเมีย และเมื่อเข้าระยะเมกาโลเปา ให้ปลาบดเป็นอาหารเสริม จนกระทั่งถึงขั้นมีกระดองคือ ระยะลูกปูวัยอ่อน ปริมาณไข่ที่ปูม้าวางไข่แต่ละครั้งปูม้ามีปริมาณไข่ดกใกล้เคียงกับปูทะเล กุ้งกุลาดำ กุ้งก้ามกราม แม่ปูขนาดกระดองกว้างประมาณ 8-12 ซม. จะมีไข่ประมาณ 80,000 – 3,000,000 ฟองขึ้นอยู่กับขนาด อายุ และความสมบูรณ์ของแม่พันธุ์ การเพาะฟักแต่ละครั้งจะให้ปริมาณลูกปูจำนวนมากในระยะแรก แต่อัตราการรอดจากไข่-ลูกปูขนาดเล็กระยะที่เป็นไข่ จะมีเพียง 1% หรือน้อยกว่านั้น และจะมีอัตราการรอดมากขึ้นเมื่อฝักออกจากไข่ ในการเพาะลูกปูม้าวัยอ่อนไม่แตกต่างกับการเพาะลูกกุ้ง-ลูกปลา ดังนั้นในการเพาะและอนุบาลลูกปูม้าวัยอ่อน คล้ายคลึงกับของปูทะเลและลูกกุ้ง

2.2 รีเลย์ (Relay)

เป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานแม่เหล็ก เพื่อใช้ในการดึงดูดหน้าสัมผัสของคอนแทคให้เปลี่ยนสภาวะ โดยการป้อนกระแสไฟฟ้าให้กับขดลวดเพื่อทำการปิด หรือ เปิดหน้าสัมผัสคล้ายกับสวิตช์อิเล็กทรอนิกส์ [8] ในการใช้งานสามารถนำรีเลย์ไปประยุกต์ใช้ในการควบคุมวงจรต่างๆ ในงานช่างอิเล็กทรอนิกส์ หน้าที่ของรีเลย์เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ตรวจสอบสภาพการณ์ของทุกส่วน ในระบบกำลังไฟฟ้าอยู่ตลอดเวลา หากระบบมีการทำงานที่ผิดปกติรีเลย์จะเป็นตัวสั่งการให้ตัดกระแสไฟฟ้า ดังรูปที่ 2.3

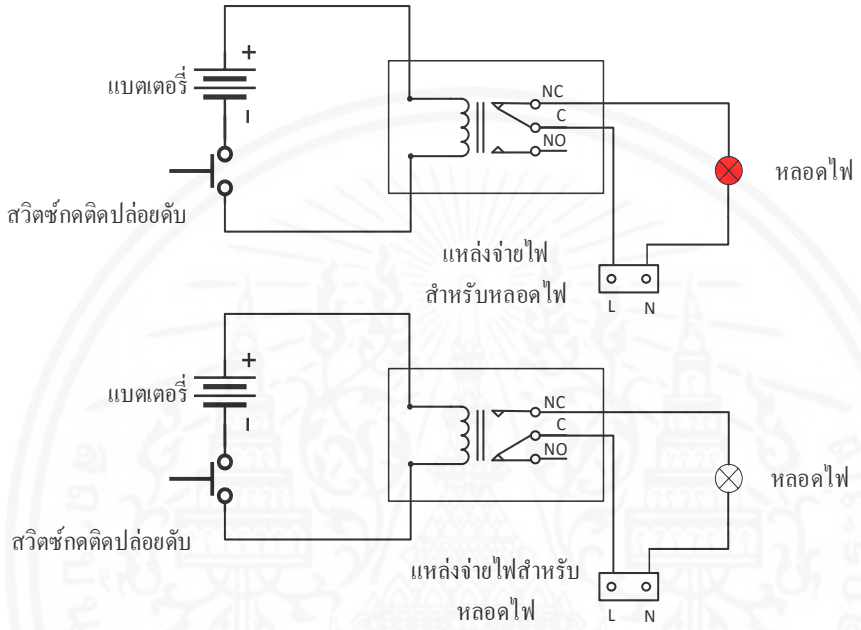
รูปที่ 2.3 รีเลย์ (Relay)
(**ที่มา**: https://commandronestore.com/products/bq001.php)

2.2.1 ส่วนประกอบของรีเลย์

1. ส่วนของขดลวด (Coil) เหนี่ยวนำกระแสต่ำ ทำหน้าที่สร้างสนามแม่เหล็กไฟฟ้าให้แกนโลหะไปกระทุ้งให้หน้าสัมผัสต่อกัน ทำงานโดยการรับแรงดันจากภายนอกต่อคร่อมที่ขดลวดเหนี่ยวนำนี้ เมื่อขดลวดได้รับแรงดัน (ค่าแรงดันที่รีเลย์ต้องการขึ้นกับชนิดและรุ่นตามที่ผู้ผลิตกำหนด) จะเกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าทำให้แกนโลหะด้านในไปกระทุ้งให้แผ่นหน้าสัมผัสต่อกัน 2.ส่วนของหน้าสัมผัส (Contact) ทำหน้าที่เหมือนสวิตช์จ่ายกระแสไฟให้กับอุปกรณ์ที่ต้องการ โดยจุดต่อใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาตรฐานจุดต่อ NC ย่อมาจาก Normal Close หมายความว่าปกติปิด หรือหากยังไม่จ่ายไฟให้ขดลวดเหนี่ยวนำหน้าสัมผัสจะติดกัน โดยทั่วไปมักต่อจุดนี้เข้ากับอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการให้ทำงานตลอดเวลา จุดต่อ NO ย่อมาจาก Normal Open หมายความว่าปกติเปิด หรือหากยังไม่จ่ายไฟ ให้ขดลวดเหนี่ยวนำหน้าสัมผัสจะไม่ติดกัน โดยทั่วไปมักต่อจุดนี้เข้ากับอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ ต้องการควบคุมการเปิดปิด เช่น โคมไฟสนามหรือหน้าบ้าน จุดต่อ C ย่อมาจาก Common คือจุดร่วมที่ต่อมาจากแหล่งจ่ายไฟ ดังแสดงตัวอย่างการทำงาน ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 การทำงานของรีเลย์ เมื่อต่อกับหลอดไฟ 1 หลอด
(**ที่มา**: www.psptech.co.th)

2.2.2 ประโยชน์ของรีเลย์

1. ทำให้ระบบส่งกำลังมีเสถียรภาพ (Stability) สูงโดยรีเลย์จะตัดวงจรเฉพาะส่วนที่เกิดผิดปกติออกเท่านั้น ซึ่งจะเป็นการลดความเสียหายให้แก่ระบบน้อยที่สุด

2. ลดค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมส่วนที่เกิดผิดปกติ

3. ลดความเสียหายไม่เกิดลุกลามไปยังอุปกรณ์อื่น ๆ

4. ทำให้ระบบไฟฟ้าไม่ดับทั้งระบบเมื่อเกิดความผิดพลาด (Fault) ขึ้นในระบบ

2.2.3 ชนิดของรีเลย์

ชนิดของรีเลย์แบ่งตามลักษณะของคอยล์ หรือ แบ่งตามลักษณะการใช้งาน (Application) ได้แก่ รีเลย์ดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. รีเลย์กระแส (Current Relay) คือ รีเลย์ที่ทำงานโดยใช้กระแสมีทั้งชนิดกระแสขาด (Under – current) และกระแสเกิน (Over Current)

2. รีเลย์แรงดัน (Voltage Relay) คือ รีเลย์ ที่ทำงานโดยใช้แรงดันมีทั้งชนิดแรงดันขาด (Under-Voltage) และแรงดันเกิน (Over Voltage)

3. รีเลย์ช่วย (Auxiliary Relay) คือ รีเลย์ที่เวลาใช้งานจะต้องประกอบเข้ากับรีเลย์ชนิด อื่น จึงจะทำงานได้

4. รีเลย์กำลัง (Power Relay) คือ รีเลย์ที่รวมเอาคุณสมบัติของรีเลย์กระแส และรีเลย์ แรงดันเข้าด้วยกัน

5. รีเลย์เวลา (Time Relay) คือ รีเลย์ที่ทำงานโดยมีเวลาเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย ซึ่งมีอยู่ ด้วยกัน 4 แบบ

5.1 รีเลย์กระแสเกินชนิดเวลาผกผันกับกระแส (Inverse Time Over Current Relay) คือ รีเลย์ที่มีเวลาทำงานเป็นส่วนกลับกับกระแส

5.2 รีเลย์กระแสเกินชนิดทำงานทันที (Instantaneous Over Current Relay) คือ รีเลย์ที่ทำงานทันทีทันใดเมื่อมีกระแสไหลผ่านเกินกว่าที่กำหนดที่ตั้งไว้

5.3 รีเลย์แบบดิฟฟินิตไทม์เล็ก (Definite Time Lag Relay) คือ รีเลย์ ที่มีเวลาการ ทำงานไม่ขึ้นอยู่กับความมากน้อยของกระแสหรือค่าไฟฟ้าอื่นๆ ที่ทำให้เกิดงาน

5.4 รีเลย์แบบอินเวอสดิฟฟินิตมินิมัมไทม์เล็ก (Inverse Definite Time Lag Relay) คือ รีเลย์ที่ทำงานโดยรวมเอาคุณสมบัติของเวลาผกผันกับกระแส (Inverse Time) และแบบ ดิฟฟินิตไทม์แล็ก (Definite Time Lag Relay) เข้าด้วยกัน

6. รีเลย์กระแสต่าง (Differential Relay) คือ รีเลย์ที่ทำงานโดยอาศัยผลต่างของกระแส

7. รีเลย์มีทิศ (Directional Relay) คือรีเลย์ที่ทำงานเมื่อมีกระแสไหลผิดทิศทาง มีแบบรีเลย์กำลังมีทิศ (Directional Power Relay) และรีเลย์กระแสมีทิศ (Directional Current Relay)

8. รีเลย์ระยะทาง (Distance Relay) คือ รีเลย์ระยะทางมีแบบต่างๆ ดังนี้

8.1 รีแอกแตนซ์รีเลย์ (Reactance Relay)

8.2 อิมพีแดนซ์รีเลย์ (Impedance Relay)

8.3 โมห์รีเลย์ (Mho Relay)

8.4 โอห์มรีเลย์ (Ohm Relay)

8.5 โพลาไรซ์โมห์รีเลย์ (Polaized Mho Relay)

9. รีเลย์อุณหภูมิ (Temperature Relay) คือ รีเลย์ที่ทำงานตามอุณหภูมิที่ตั้งไว้

10. รีเลย์ความถี่ (Frequency Relay) คือ รีเลย์ที่ทำงานเมื่อความถี่ของระบบต่ำกว่าหรือมากกว่าที่ตั้งไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11. บูคโฮลซ์รีเลย์ (Buchholz ‘s relay) คือรีเลย์ที่ทำงานด้วยก๊าซใช้กับหม้อแปลงที่แช่อยู่ในน้ำมันเมื่อเกิดความผิดพลาดขึ้นภายในหม้อแปลงจะทำให้น้ำมันแตกตัวและเกิดก๊าซขึ้นภายในไปดันหน้าสัมผัสให้รีเลย์ทำงาน

2.3 อีเอสพี32

อีเอสพี32 เป็นชื่อของไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ [7] ที่รองรับการเชื่อมต่อ ไวไฟ (Wi-Fi), บลูทูธ (Bluetooth) ในตัว ภาษาที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมคือ ภาษา C หรือ Python บอร์ดอีเอสพี32 (ESP32) เองยังมีการทำงานที่แบ่งเป็น 2 Core และ Pin I/O เลือกฟังชั่นการทำงานได้ในพิน (Pin) เดียวกัน เช่น การแปลง Analog to Digital หรือ Digital to Analog การเชื่อมต่อ SD Card Camera PWD RTC และ Touch เป็นต้น ดังรูปที่ 2.5

รูปที่ 2.5 บอร์ดอีเอสพี32

(**ที่มา**: https://th.cytron.io/c-wireless-devices/p-nodemcu-esp32)

2.3.1 คุณสมบัติการใช้งาน

1. ซีพียูใช้สถาปัตยกรรม Tensilica LX6 แบบ 2 แกนสมอง สัญญาณนาฬิกา 240MHz
2. มีแรมในตัว 512KB
3. รองรับการเชื่อมต่อรอมภายนอกสูงสุด 16MB
4. มาพร้อมกับไวไฟมาตรฐาน 802.11 b/g/n รองรับการใช้งานทั้งในโหมด Station softAP และ Wi-Fi direct
5. มีบลูทูธในตัว รองรับการใช้งานในโหมด 2.0 และโหมด 4.0 BLE
6. ใช้แรงดันไฟฟ้าในการทำงาน 2.6V ถึง 3V
7. ทำงานได้ที่อุณหภูมิ -40°C ถึง 125°C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 ขาใช้งานต่าง ๆ ของ อีเอสพี32 รองรับการเชื่อมต่อบัสต่าง ๆ

1. มี GPIO จำนวน 32 ช่อง
2. รองรับ UART จำนวน 3 ช่อง
3. รองรับ SPI จำนวน 3 ช่อง
4. รองรับ I^2C จำนวน 2 ช่อง
5. รองรับ ADC จำนวน 12 ช่อง
6. รองรับ DAC จำนวน 2 ช่อง
7. รองรับ I^2S จำนวน 2 ช่อง
8. รองรับ PWM / Timer ทุกช่อง
9. รองรับการเชื่อมต่อกับ SD-Card

2.3.3 ฟังก์ชั่นเกี่ยวกับความปลอดภัยต่าง ๆ ดังนี้

1. รองรับการเข้ารหัสไวไฟ แบบเว็บ และ WPA/WPA2 PSK/Enterprise
2. มีวงจรเข้ารหัส AES / SHA2 / Elliptical Curve Cryptography / RSA-4096 ในตัว

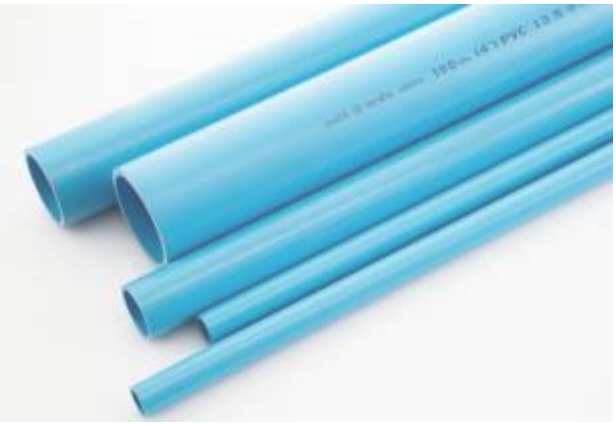
2.3.4 ประสิทธิ์ภาพการใช้งาน ตัว ESP32

1. รับ – ส่ง ข้อมูลได้ความเร็วสูงสุดที่ 150Mbps เมื่อเชื่อมต่อแบบ 11n HT40 ได้ความเร็วสูงสุด 72Mbps เมื่อเชื่อมต่อแบบ 11n HT20 ได้ความเร็วสูงสุดที่ 54Mbps เมื่อเชื่อมต่อแบบ 11g และได้ความเร็วสูงสุดที่ 11Mbps เมื่อเชื่อมต่อแบบ 11b
2. เมื่อใช้การเชื่อมต่อผ่านโปรโตคอล UDP จะสามารถรับ – ส่งข้อมูลได้ที่ความเร็ว 135Mbps
3. ในโหมด Sleep ใช้กระแสไฟฟ้าเพียง 2.5 uA

2.4 ท่อพีวีซี

ท่อที่ทำขึ้นจากโพลิไวนิลคลอไรด์ โดยไม่ผสมพลาสติกไซเซอร์ ซึ่งชื่ออย่างเป็นทางการที่ได้ระบุใน มอก. คือ ท่อพีวีซีแข็ง แต่คนทั่วไปนั้นจะรู้จักมักคุ้นกันในชื่อท่อพีวีซี (PVC) กันมากกว่า โดยในปัจจุบันท่อชนิดนี้เป็นที่นิยมอย่างมากในวงการก่อสร้างเพราะด้วยคุณสมบัติที่ดีหลายอย่างไม่ว่าจะเป็นคุณสมบัติที่มีความเหนียวยืดหยุ่นตัวได้ดีทนต่อแรงดันน้ำทนต่อการกัดกร่อนไม่เป็นฉนวนนำไฟฟ้าเพราะไม่เป็นตัวนำไฟฟ้าเป็นวัสดุไม่ติดไฟน้ำหนักเบาอีกทั้งยังราคาถูกอีกด้วย ท่อพีวีซีจึงถูกนำมาใช้ในงานหลายๆระบบอาทิเช่น ระบบประปา ระบบงานร้อยสายไฟฟ้า ระบบงานระบายน้ำทางการเกษตรและอุตสาหกรรม ดังรูปที่ 2.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 ท่อพีวีซี

(**ที่มา**: https://sites.google.com/site/plastic9911/pvc/pvc-pipe?tmpl=%2Fsystem%2Fapp%2Ftemplates%2Fprint%2F&showPrintDialog=1)

2.5 อลูมิเนียมโปรไฟล์

อลูมิเนียมโปรไฟล์ (Aluminum profile) เป็นโลหะที่สะสมอยู่ภายใต้ผิวโลกมากเป็นอันดับสามในบรรดาธาตุต่างๆ ที่มีในผิวโลก [6] ด้วยอัตราการนำอลูมิเนียมจากผิวโลกขึ้นมาใช้ในปัจจุบัน สินแร่บอกไซด์จะยังคงเพียงพอ กับการบริโภคได้อีกเป็นเวลาหลายร้อยปี อลูมิเนียมโปรไฟล์สามารถนำกลับมาหมุนเวียนใช้ได้ใหม่จึงเป็น ทางเลือกที่จะช่วยประหยัดทรัพยากรโลกได้ เหมาะสำหรับงานอุตสาหกรรมยานยนต์ อิเล็กทรอนิกส์ ก่อสร้างสถาปัตยกรรมด้วยอัลลอย ผู้คนจึงหันมานิยมการใช้งานสินค้าที่ทำจากอลูมิเนียมโปรไฟล์มากขึ้น ดังรูปที่ 2.7

รูปที่ 2.7 อลูมิเนียมโปรไฟล์

(**ที่มา**: https://www.kmcengineeringkorat.com)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติอลูมิเนียม (Aluminum Profile) ที่ดีกว่าโลหะทั่วไปคือ

1. เบาแต่แข็งแรง
2. ทนทานต่อการสึกกร่อน
3. นำพาความร้อนและกระแสไฟได้ดี ไม่เป็นพิษและไม่ติดไฟ
4. สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานต่าง ๆได้มากมาย
5. สามารถนำไปประกอบ ตัด เจาะ ดัด ปั๊ม ได้ตามต้องการ
6. สามารถเชื่อมต่อได้ด้วยวิธีการที่หลากหลาย

การนำอลูมิเนียมโปรไฟล์ไปใช้งาน

อลูมิเนียมเส้นรูปหน้าตัด มักใช้สำหรับงานก่อสร้างอาคาร และที่อยู่อาศัยเพียงอย่างเดียว แต่ด้วยคุณสมบัติพิเศษต่างๆ ของอลูมิเนียม ทำให้ปัจจุบันมีการนำอลูมิเนียมมาใช้งานในอุตสาหกรรมที่หลากหลาย นอกจากการนำมาใช้ในงานประตู หน้าต่าง ฝ้า ฯลฯ แล้ว ยังสามารถดัดแปลงอลูมิเนียมไปใช้เป็น ชิ้นงานสำหรับธุรกิจผลิตรถยนต์ รถจักรยานยาน เครื่องมือช่างและอุปกรณ์ มอเตอร์ ชิ้นส่วน อิเล็กทรอนิกส์ และอื่นๆ อีกมากมาย

2.6 ปั๊มน้ำ

ปั๊มน้ำ เป็นเครื่องมือไฟฟ้าอีกแบบหนึ่งที่ใช้มาก [5] ในอุตสาหกรรมและตามบ้านเรือน ทำหน้าที่เพิ่มพลังงานให้แก่ของเหลวเพื่อให้ของเหลวนั้นไหลผ่านระบบท่อปิดจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งได้ตามความต้องการ พลังงานที่นำมาเพิ่มให้แก่ของเหลวนั้นอาจได้มาจากเครื่องยนต์ มอเตอร์ แรงลม แรงคน หรือพลังงานแหล่งอื่นๆก็ได้ ดังรูปที่ 2.8

รูปที่ 2.8 ปั๊มน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลุ่มของปั๊มน้ำ (ตามลักษณะการทำงาน)

1. ปั๊มแบบใบพัด ปั๊มน้ำประเภทนี้ภายในเรือนปั๊มจะมีใบพัดประจำการสร้างความดัน จากการหมุนที่ความเร็วรอบสูงและแรงดันทำให้น้ำไหลไปตามท่อที่ต่อไว้ได้ นิยมนำมาใช้ในอุตสาหกรรมและตามที่อยู่อาศัยทั่วไปเพราะการไหลของน้ำจะต่อเนื่องสม่ำเสมอ

2. เครื่องปั๊มน้ำแบบลูกสูบ ปั๊มน้ำประเภทนี้ภายในเรือนปั๊มเป็นกระบอกสูบจะมีลูกสูบทำหน้าที่สร้างความดันจากการเคลื่อนที่ของลูกสูบทำให้ปริมาตรของกระบอกสูบลดลงเกิดเป็นความดันเพื่อขับดันนาให้ไหลไปได้ แต่การไหลของนาจะเป็นช่วงๆตามจังหวะการเคลื่อนที่ของลูกสูบส่วนใหญ่นำไปใช้ในงานที่ต้องการความดันสูง

2.7 ฮีตเตอร์ (Heater)

ฮีตเตอร์ (Heater) คือ อุปกรณ์ที่เอาไว้ใช้ภายในโรงงานอุตสาหกรรม โดยจะเป็นชิ้นส่วนชนิดหนึ่งที่มีคุณสมบัติในการให้ความร้อน หลักการทำงานของฮีตเตอร์จะมีการจ่ายกระแสไฟฟ้าตรงไปยังตัวนำที่เป็นลวด (ตัวต้านทาน R) โดยจะทำให้ลวดเกิดความร้อนแหล่งจ่ายไฟดังกล่าวจะสามารถจ่ายไฟได้กับแรงดันที่ 220 VAC และ 380VAC โดยหลักการทำงานของฮีตเตอร์ไม่ได้มีความยุ่งยากซับซ้อนมาก ผู้ใช้งานจึงสามารถใช้ได้อย่างสะดวกถึงแม้เป็นมือใหม่ก็จะสามารถเข้าใจหลักการได้ในระยะเวลาสั้นๆดังนั้นจะเห็นได้ว่าในปัจจุบันตามโรงงานอุตสาหกรรมจะนำอุปกรณ์ชิ้นนี้มาใช้กันเป็นจำนวนมากไม่เพียงแค่การใช้งานที่ง่ายเท่านั้นเพราะเป็นอุปกรณ์ที่มีราคาถูกสามารถสั่งทำ ขนาด และรูปทรงได้ตามต้องการแถมยังระบุวัตต์ที่ต้องการได้ด้วยเช่น ฮีตเตอร์ในตู้ปลา ดังรูปที่ 2.9

รูปที่ 2.9 ฮีตเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 เครื่องปั๊มออกซิเจน

เครื่องปั๊มออกซิเจน เป็นอุปกรณ์ที่มีความจำเป็นต่อการเลี้ยงสัตว์น้ำต่างๆ เนื่องจากเป็นตัวเพิ่มอากาศในน้ำเพื่อให้สัตว์ต่างๆ มีอากาศหายใจในน้ำได้สะดวก [10] ดังรูปที่ 2.10

รูปที่ 2.10 เครื่องปั๊มออกซิเจน

หลักการทำงานของเครื่องปั๊มออกซิเจน

เครื่องจะปั๊มหรือดูดเอาอากาศแล้วส่งผ่านออกไปตามท่อหรือสายยางซึ่งต่อไปจุ่มลงน้ำในที่เลี้ยงสัตว์น้ำ ลมจะถูกทำให้กระจายตัวออกเป็นฟองอากาศลงไปในน้ำเพราะผ่านรูพรุนของหัวฟูหรือหัวทรายที่ปลายสายยางออกซิเจนที่มีอยู่ในอากาศก็จะละลายลงในน้ำในขณะที่ฟองอากาศลอยขึ้นผิวน้ำ ดังนั้นการละลายของออกซิเจนจะเกิดขึ้นได้มากหรือน้อยก็จะขึ้นกับชนิดของหัวทรายที่จะช่วยทำให้ลมมีการแตกตัวเป็นฟองฝอยได้มากเพียงใดกับระดับความลึกของสายยางที่แหย่ลงไปในน้ำถ้าน้ำมีความลึกมากก็จะยิ่งมีการละลายของออกซิเจนได้มากแต่ทั้งนี้ต้องขึ้นกับกำลังของเครื่องปั๊มที่จะสามารถปั๊มลมลงไปได้ด้วยเครื่องปั๊มจึงทำหน้าที่เพิ่มปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในตู้ปลาทำให้สัตว์น้ำต่างๆสดชื่นไม่อึดอัด สัตว์น้ำๆจะมีสุขภาพดีและเจริญเติบโตได้เป็นปกติ

2.9 เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ

เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ (DS18B20) [9] คือวงจรรวมที่ใช้สำหรับวัดอุณหภูมิซึ่งมีอยู่หลายแบบ โดยถ้าแบ่งตามสัญญาณเอาต์พุตแบ่งได้เป็นสองประเภท คือ วงจรรวมที่ให้เอาต์พุตแบบแอนะล็อกและแบบดิจิตอล โดยวงจรรวมแบบดิจิตอลมีวงจรแปลงสัญญาณจากสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิตอลรวมอยู่ภายในด้วย และในส่วนของเอาต์พุตสำหรับการเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ส่วนมากนั้นเป็นการสื่อสารข้อมูลแบบที่ใช้ขาสัญญาณจำนวนน้อย ใช้การอินเตอร์เฟสแบบ 1-Wire (One Wire) เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ DS18B20 มีลักษณะเป็นสายพร้อมหัววัดในน้ำโดยมีสาย 3 เส้น 3 สี คือ สายสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แดงเป็นสายสำหรับจ่ายไฟ สายสีฟ้าหรือสีเหลืองเป็นสายสัญญาณ และสายสีดำเป็นกราวด์ ดังรูปที่ 2.11

รูปที่ 2.11 เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ

คุณลักษณะทั่วไปของเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ

1. DS18B20 เป็นวงจรรวมดิจิตอลเทอร์โมมิเตอร์แบบโปรแกรมค่าความละเอียด และใช้การอินเตอร์เฟสแบบ 1-Wire และไม่ต้องต่ออุปกรณ์ภายนอก วงจรรวมตระกลูนี้มีหลายเบอร์ ขึ้นอยู่กับค่าความละเอียด

2. ใช้แรงดันไฟเลี้ยงในช่วง 3.0 โวลต์ถึง 5.5 โวลต์

3. ย่านวัดตั้งแต่ –55 ถึง +125 องศาเซลเซียส หรือ –67 ถึง +257 องศาฟาเรนไฮ

4. ใช้เวลาการแปลง 200 มิลลิวินาทีสำหรับข้อมูล 9 บิต และ750 มิลลิวินาที สำหรับข้อมูล 12 บิต 5. มี 3 ขา คือ ขาสัญญาณ (DQ) ขาไฟเลี้ยง (VDD) และขากราวด์ (GND)

6. ใช้งานได้สองแบบ คือ โหมดปกติใช้งาน 3 ขา และโหมดการฝากพลังงานใช้2 ขา คือ ขาสัญญาณและขากราวด์ ในขณะที่ขาไฟเลี้ยงต่อกับขากราวด์

7. สามารถนำวงจรรวมมาต่อพ่วงได้หลายอุปกรณ์โดยใช้เส้นสัญญาณเส้นเดียว

2.10 เซ็นเซอร์วัดค่าการนำไฟฟ้าของน้ำ (EC Sensor)

เซ็นเซอร์วัดค่าการนำไฟฟ้าของน้ำ (EC Sensor) หรือ (Electric Conductivity) เป็นเซนเซอร์วัดค่าการนำไฟฟ้าแบบแอนะล็อก [14] ดังรูปที่ 2.12 ความสามารถในการดำเนินการกระแสไฟฟ้า เกลือหรือสารเคมีอื่น ๆ ที่ละลายในน้ำสามารถแตกตัวเป็นไอออนบวกและประจุลบได้ ไอออนอิสระเหล่านี้ในน้ำนำไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.12 เซ็นเซอร์วัดค่าการนำไฟฟ้าของน้ำ

คุณสมบัติของเซนเซอร์วัดค่าความนำไฟฟ้า

1. ใช้ไฟเลี้ยง +5.00V
2. ช่วงการวัด: 1ms / cm -- 20ms / cm
3. ช่วงอุณหภูมิที่ใช้งานได้ 5-40 องศาเซลเซียส
4. ความแม่นยำ: <±10% FS (ความแม่นยำเฉพาะขึ้นอยู่กับความแม่นยำในการสอบเทียบ)

2.11 เซนเซอร์วัดค่าออกซิเจนในน้ำ (DO Sensor)

เซนเซอร์วัดค่าออกซิเจนในน้ำ (DO Sensor) เป็นเซนเซอร์ประเภท Optical โดยใช้หลักการ Luminescent ในการวัดค่าออกซิเจนในน้ำ (Dissolved oxygen) ดังรูปที่ 2.13 โดยใช้แสง ที่มีความยาวคลื่นที่เหมาะสมกระตุ้นให้สารเชิงซ้อนที่มีสีเปล่งแสงออกมา มักจะเคลือบสารเชิงซ้อนเป็นฟิล์มบางบนวัสดุรองรับและนำมาใช้เป็นเซ็นเซอร์ โดยในหัววัดจะเคลือบสารเชิงซ้อนเป็นฟิล์มไว้ที่ปลายขั้ว เมื่อให้แสงกระตุ้นที่ความยาวคลื่นที่เหมาะสม (Excitation wavelength) สาเชิงซ้อนเกิดการเรืองแสงออกมาที่ความยาวคลื่น (Emission wavelength) เฉพาะของสารเชิงซ้อนนั้นๆ

รูปที่ 2.13 เซนเซอร์วัดค่าออกซิเจนในน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติเซอร์วัดค่าออกซิเจนในน้ำ

1. แรงดันไฟฟ้าในการทำงาน: 3.3 ~ 5.5V
2. สัญญาณเอาต์พุต: 0 ~ 3.0V
3. ขั้วต่อสายเคเบิล: BNC
4. ขั้วต่อสัญญาณ: อินเตอร์เฟซอะนาล็อก (PH2.0-3P)

2.12 เซ็นเซอร์วัดค่าความเป็นกรด-เบส (PH Sensor)

เซนเซอร์วัดค่าความเป็นกรด-เบส [4] คืออุปกรณ์ไฟฟ้าเคมี (Electrochemical) ใช้วัดไฮโดรเจนไอออนในสารละลาย โดยระบุความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออนเป็นค่าความเป็นกรดหรือด่างซึ่งแสดงเป็นค่า พีเอช โดยเซนเซอร์วัดค่าความเป็นกรด-เบส จะทำงานโดยวัดความแตกต่างของศักย์ไฟฟ้า (แรงดันไฟฟ้า) ระหว่างอิเล็กโทรดวัดและอิเล็กโทรดอ้างอิง ที่สร้างแรงเคลื่อนไฟฟ้าซึ่งเป็นสัดส่วนกับความเป็นกรด-เบส ของสารละลายที่นำไปวัด โดยพีเอสมิเตอร์จะใช้หลักการดังกล่าว คือการใช้หลักการวัดค่าความเป็นกรดหรือเบสที่มีน้ำเป็นตัวทำละลาย ซึ่งใช้หลักการทางเคมีเหมือนกัน หลังจากนั้นนำค่าความต่างศักย์ที่เกิดขึ้นระหว่างอิเล็กโทรดอ้างอิง (Reference Electrode) กับอิเล็กโทรดวัด (Sensing Electrode) ไปขยายปรับสภาพและแสดงผลต่อไป ดังนั้นหัวเซนเซอร์วัดค่าความเป็นกรด-เบส จึงต้องมีทั้งตัวขั้ววัดและขั้วอ้างอิง ดังรูปที่ 2.14

รูปที่ 2.14 เซนเซอร์วัดค่าความเป็นกรด-เบส ที่มีขั้วอิเล็กโทรดเข้าไว้ในชุดเดียวกัน
(**ที่มา**: https://www.thaitechno.net/t1/knowledge_detail.php?id=441&uid=38395)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยเซนเซอร์วัดค่าความเป็นกรด-เบส จะทำงานโดยวัดความแตกต่างของศักย์ไฟฟ้า (แรงดันไฟฟ้า) ระหว่างอิเล็กโทรดวัดและอิเล็กโทรดอ้างอิง ที่สร้างแรงเคลื่อนไฟฟ้าซึ่งเป็นสัดส่วนกับความเป็นกรด-เบส ของสารละลายที่นำไปวัด ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่เป็นสัดส่วนกับความเป็นกรด-เบสของสารละลายที่นำไปวัด

ค่าความเป็นกรด-เบส	แรงเคลื่อนไฟฟ้า (มิลลิโวลต์)
0	+414.0
1	+354.9
2	+295.8
3	+236.6
4	+177.5
5	+118.3
6	+59.15
7	0
8	-59.15
9	-118.3
10	-177.5
11	-236.6
12	-295.8
13	-354.9
14	-414.0

นอกจากศักย์ไฟฟ้าจะขึ้นอยู่กับอัตราส่วนของความเข้มข้น H+ และยังขึ้นอยู่กับอุณหภูมิที่ใช้ในการวัดค่าความเป็นกรด-เบส ซึ่งจากตารางที่ 2.2 พบว่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ได้จะแตกต่าง แม้ว่าความเป็นกรด-เบส เดียวกัน เพราะอุณหภูมิที่แตกต่างกันซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ได้มีความผิดเพี้ยนดังนั้นในการวัดค่าความเป็นกรด-เบส จึงต้องมีการกำหนดอุณหภูมิในการใช้งานให้ถูกต้อง ค่าทางด้านเอาต์พุตที่อิเล็กโทรดวัดค่าความเป็นกรด-เบสที่อุณหภูมิต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 ค่าเอาต์พุตของอิเล็กโทรดวัดค่าความเป็นกรด-เบส ที่อุณหภูมิต่างๆ

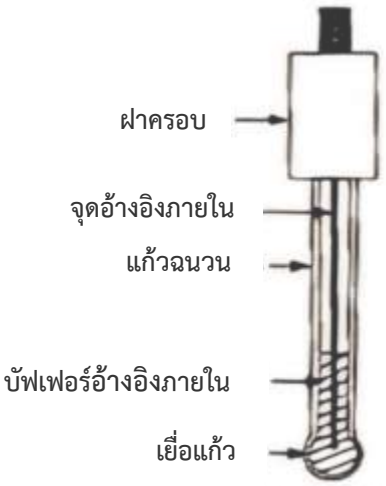
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	0	25	40	70	90
พีเอช	มิลลิโวลต์	มิลลิโวลต์	มิลลิโวลต์	มิลลิโวลต์	มิลลิโวลต์
0	+739.3	+414	+434.9	+476.6	+504.4
3	+216.8	+236.6	+248.5	+272.4	+288.2
5	+108.4	+118.3	+124.2	+136.2	+144.1
7	0	0	0	0	0
8	-54.19	-59.15	-62.13	-68.09	-72.05
10	-162.6	-177.5	-186.4	-204.3	-216.2
12	-270.1	-295.8	-340.5	-340.5	-360.3
14	-379.3	-414	-476.6	-476.6	-504.4

ส่วนประกอบและการทำงานของอิเล็กโทรดวัดและอิเล็กโทรดอ้างอิง

1. ขั้ววัด (Sensors Electrode) โดยปกติอิเล็กโทรดวัดจะทำจากแก้ว ขั้ววัดจะมีกระเปาะแก้วบางมากๆ เพื่อให้ไวต่อไอออน H+ ภายในอิเล็กโทรดจะบรรจุสารละลายกันชน เรียกว่าบัฟเฟอร์ ซึ่งมีค่าความเป็นกรด-เบส คงที่ เป็นการป้องกันกระเปาะแก้ว เพื่อไม่ให้เกิดความผิดพลาดในการวัดค่าความเป็นกรด-เบส สารละลายนี้ได้แก่ โพแทสเซียมคลอไรด์อิ่มตัวในสารละลายดังกล่าวจะมีขั้วไฟฟ้าซึ่งทำด้วยเงินฉาบด้วยซิลเวอร์คลอไรด์จุ่มอยู่

2. ขั้วอ้างอิง (Reference Electrode) หรือเรียกว่าขั้วเปรียบเทียบ มีไว้เพื่อให้ศักย์ไฟฟ้าที่ขั้ววัดวงจร ขั้วอ้างอิงนี้จะมีลวดนำ (Lead wire) ต่อกับซิลเวอร์คลอไรด์และจุ่มซิลเวอร์คลอไรด์ลงในโพแทสเซียมคลอไรด์ ชนิดอิ่มตัว โพแทสเซียมคลอไรด์ นี้จะซึมผ่านรูเล็กๆ ที่ปลายของหลอดแก้ว เพื่อสัมผัสกับสารละลายที่จะวัดการเชื่อมต่อระหว่างสารละลายทั้งสองนี้เรียกว่า สะพานไอออนรูที่เชื่อมต่อนี้มักจะมีสารเอสเบสตอสหรือเซรามิกวางคั่นเอาไว้ เพื่อทำให้การไหลของโพแทสเซียมคลอไรด์ คงที่ตลอดเวลาขณะที่ทำการวัด ดังรูปที่ 2.15

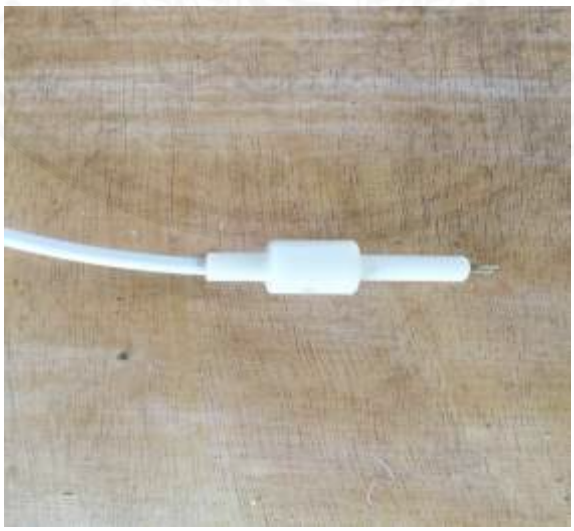
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.15 ตัวอย่างอิเล็กโทรดอ้างอิงที่วัดค่าความเป็นกรด-เบส
(**ที่มา**: https://sc.sci.rmutp.ac.th/sctank/analchem/Lab5-potentiometric)

2.13 เซนเซอร์วัดค่าความปนเปื้อนในน้ำ (TDS Sensor)

เซนเซอร์วัดค่าความปนเปื้อนในน้ำ [13] (TDS Sensor) หรือ (Total dissolved solid Sensor) เซนเซอร์จะทำการวัดค่าของแข็งที่ละลายในน้ำแบบรวมๆ โดยไม่ได้แบ่งแยกว่ามีธาตุๆอะไรผสมอยู่ในน้ำบ้าง หากค่าความปนเปื้อนของน้ำมีค่าเปลี่ยนแปลงไป ส่วนของโพรบวัดจะมีขั้วไฟฟ้า2ขั้ว เป็นแท่งโลหะ ขั้วแท่งหนึ่งเป็นเหล็ก ขั้วอีกแท่งหนึ่งเป็นอลูมิเนียม จะปล่อยกระแสไฟตรง(DC)ออกมาในน้ำ ถ้าในน้ำมีแร่ธาตุปะปนอยู่จะทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านแร่ธาตุทั้งหมดที่อยู่ในน้ำมีหน่วยวัดเป็นมิลลิกรัมต่อลิตร (mg/L), หนึ่งในล้านส่วน (ppm) ดังรูปที่ 2.16



รูปที่ 2.16 เซนเซอร์วัดค่าความปนเปื้อนในน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติของเซอร์เซอร์วัดค่าความปนเปื้อนในน้ำ

1. แรงดันไฟฟ้าขาเข้า: 3.3 ~ 5.5V
2. แรงดันไฟฟ้าขาออก: 0 ~ 2.3V
3. ช่วงการวัด TDS: 0 ~ 1000ppm
4. ความแม่นยำในการวัด TDS: ± 10% F.S. (25 °C)

2.14 หน้าจอแสดงผลแอลซีดี

จอแอลซีดี (liquid crystal display: LCD) [5] คือเป็นจอที่ทำมาจากผลึกเหลวของคริสตอล หลักการคือด้านหลังจอจะมีไฟส่องสว่าง หรือที่เรียกว่า Backlight เมื่อมีการปล่อยกระแสไฟฟ้าเข้าไปกระตุ้นที่ผลึก จะทำให้ผลึกโปร่งแสงทำให้แสงที่มาจากไฟ Backlight แสดงขึ้นมาบนหน้าจอ ส่วนอื่นที่โดนผลึกปิดกั้นไว้จะไม่สว่าง ผลึกมีสีที่แตกต่างกันตามสีของผลึกคริสตอล เช่นสีเขียว หรือ สีฟ้า ฯลฯ ทำให้เมื่อมองไปที่จอจะพบกับตัวหนังสือแล้วพบกับพื้นหลังสีต่างๆกัน

2.14.1 การแบ่งแอลซีดีตามลักษณะการแสดงผล

1. แอลซีดีแสดงผลเป็นอักขระ เป็นจอที่แสดงผลเป็นตัวอักษรตามช่องแบบตายตัว เช่น จอแอลซีดีขนาด 16x2 หมายถึงใน 1 แถวมีตัวอักษรใส่ได้ 16 ตัว และมีทั้งหมด 2 บรรทัดให้ใช้งาน ส่วน 20x4 จะหมายถึงใน 1 แถวมีตัวอักษรใส่ได้ 20 ตัว และมีทั้งหมด 4 บรรทัด

2. แอลซีดีแสดงผลเป็นรูปภาพหรือสัญลักษณ์ เป็นจอที่สามารถกำหนดได้ว่าจะให้แต่ละจุดบนหน้าจอกั้นแสงหรือปล่อยแสงออกไปทำให้จอนี้สามารถสร้างรูปขึ้นมาบนหน้าจอได้ การระบุขนาดจะระบุในลักษณะของจำนวนจุด (Pixels) ในแต่ละแนว เช่น 128x64 หมายถึงจอที่มีจำนวนจุดตามแนวนอน 128 จุด และมีจุดตามแนวตั้ง 64 จุด

2.14.2 โครงสร้างโดยทั่วไปของแอลซีดี

โครงสร้างของแอลซีดีทั่วไปจะประกอบขึ้นด้วย 2 แผ่นแก้วประกบกัน โดยเว้นช่องว่างตรงกลางไว้6-10 ไมโครเมตร ผิวด้านในของแผ่นแก้วจะเคลือบด้วยตัวนำไฟฟ้าแบบใส มีชั้นของสารที่ทำให้โมเลกุลของผลึกรวมตัวกันในทิศทางที่แสงส่องมากระทบ และผลึกเหลวที่ใช้โดยทั่วไปจะเป็นแบบ Magnetic โดยแอลซีดีสามารถแสดงผลให้เรามองเห็นได้ทั้งหมด 3 แบบด้วยกันคือ

1. แบบใช้การสะท้อนแสง (Reflective Mode) แบบนี้ใช้สารประเภทโลหะเคลือบอยู่ที่แผ่นหลังของแอลซีดีซึ่งแอลซีดีประเภทนี้เหมาะกับการนำมาใช้งานในที่ที่มีแสงสว่างเพียงพอ

2. แบบใช้การส่งผ่าน (Transitive Mode)แบบนี้วางหลอดไฟไว้ด้านหลังจอ เพื่อทำให้การอ่านค่าที่แสดงผลทำได้ชัดเจน

3. แบบส่งผ่านและสะท้อน (Translative Mode) แบบนี้เป็นการนำเอาข้อดีของจอแสดงผลแอลซีดีทั้ง 2 แบบมารวมกัน มีทั้ง 16 ตัวอักษร 20 ตัวอักษรหรือมากกว่า และจำนวนบรรทัดจะมีตั้งแต่ 1 บรรทัด 2 บรรทัด 4 บรรทัดหรือ มากกว่า ดังรูปที่ 2.17 จอแอลซีดี แบบ 4 บรรทัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.17 จอแอลซีดี แบบ 4 บรรทัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบ

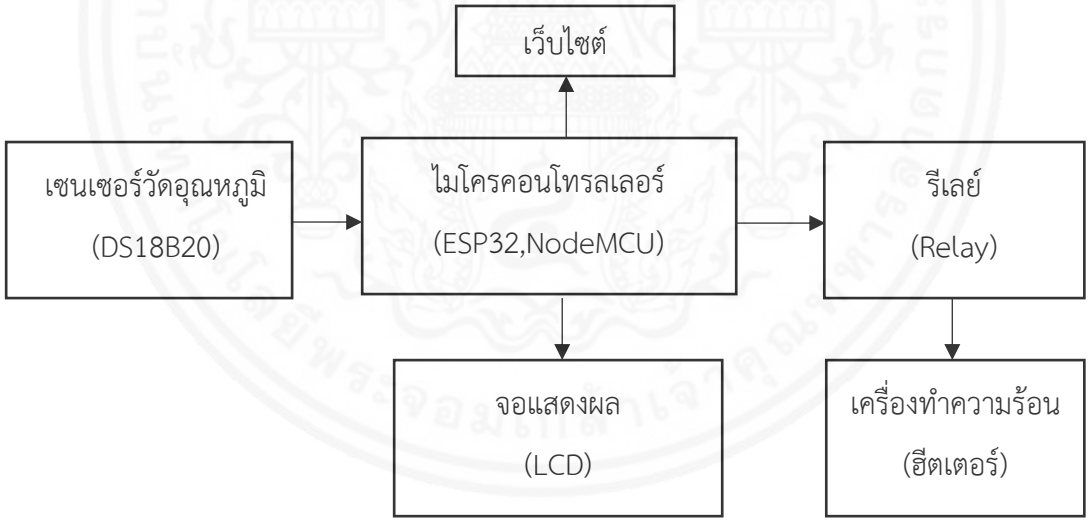
ในบทนี้กล่าวถึงการออกแบบระบบการทำงานของเครื่องเลี้ยงลูกปูม้าซึ่งมีการทำงานบล็อกไดอะแกรมการออกแบบโครงสร้างการออกแบบวงจรการอีกส่วนหนึ่งคือโครงสร้างของโครงงานชิ้นนี้ผู้จัดทำขออธิบายรายละเอียดการทำงานดังต่อไปนี้

3.1 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของเครื่องเลี้ยงลูกปูม้า

บล็อกไดอะแกรมของเครื่องเลี้ยงปูม้าประกอบด้วย 3 ส่วน คือบล็อกไดอะแกรมการควบคุมอุณหภูมิ บล็อกไดอะแกรมการควบคุมออกซิเจน และ วัดค่าต่างๆ แสดงผลบนหน้าจอแสดงบน และเว็บ

3.1.1 บล็อกไดอะแกรมการควบคุมอุณหภูมิของเครื่องเลี้ยงปูม้า

บล็อคไดอะแกรมการควบคุมอุณหภูมิประกอบด้วยเซนเซอร์วัดอุณภูมิ (DS18B20) ไมโครคอนโทรลเลอร์ รีเลย์ เครื่องทำความร้อน จอแสดงผล และเว็บไซด์ ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมควบคุมอุณหภูมิของเครื่องลี้ยงลูกปูม้า

บล็อกไดอะแกรมการควบคุมอุณหภูมิของเครื่องเลี้ยงลูกปูม้า จากรูปที่ 3.1 มีการทำงานดังต่อไปนี้

1. เซนเซอร์วัดอุณภูมิ (DS18B20) คือ เซ็นเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิแบบกันน้ำได้ สามารถตรวจวัดอุณหภูมิได้ในช่วง -55 ถึง 125 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ไมโครคอนโทรลเลอร์ คืออุปกรณ์ประมวลผล มีหน้าที่รับข้อมูลอุณหภูมิจากเซนเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิ (DS18B20) มาประมวลผล จากนั้นส่งข้อมูลเอาต์พุตไปควบคุมการทำงานของเครื่องทำความร้อน ส่งข้อมูลอุณหภูมิไปยังจอแสดงผลและเว็บไซต์

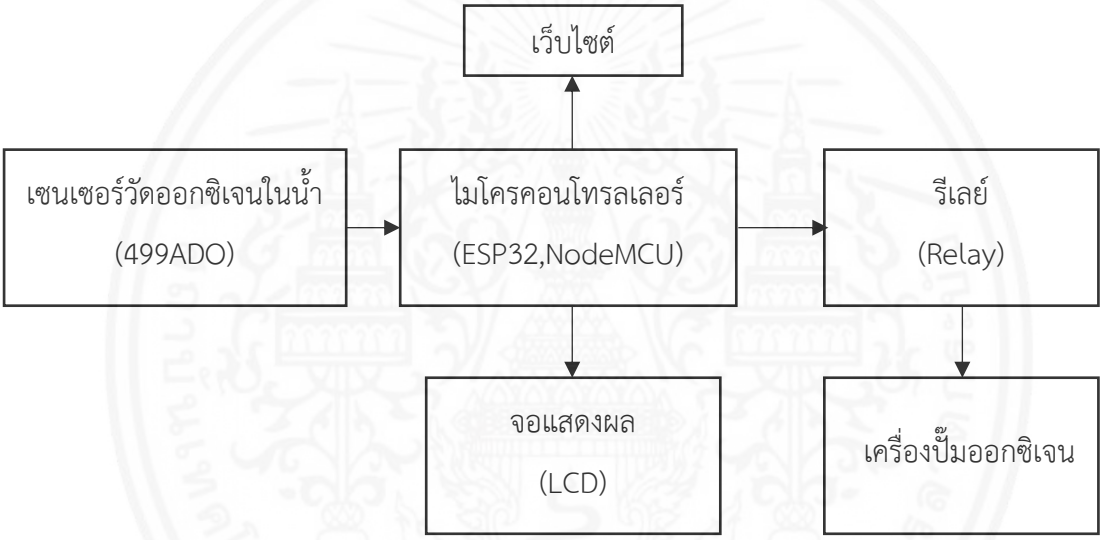
3. รีเลย์คืออุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เปิด-ปิดการทำงานของเครื่องทำความร้อน ซึ่งรับคำสั่งการควบคุมมาจากไมโครคอนโทรลเลอร์

4. จอแสดงผล คืออุปกรณ์ที่ทำหน้าที่แสดงข้อมูลอุณหภูมิ

5. เว็บไซต์ทำหน้าที่แสดงผลอุณหภูมิ

3.1.2 บล็อกไดอะแกรมการควบออกซิเจนในน้ำของเครื่องเลี้ยงปูม้า

บล็อกไดอะแกรมการควบคุมอุณหภูมิประกอบด้วยเซนเซอร์วัดออกซิเจนในน้ำ ไมโครคอนโทรลเลอร์ รีเลย์ เครื่องปั๊มออกซิเจน จอแสดงผล และเว็บไซต์ ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 บล็อกไดอะแกรมควบคุมออกซิเจนในน้ำของเครื่องเลี้ยงลูกปูม้า

บล็อกไดอะแกรมการควบคุมออกซิเจนในน้ำของเครื่องเลี้ยงลูกปูม้า จากรูปที่ 3.3 มีการทำงานดังต่อไปนี้

1. เซนเซอร์วัดออกซิเจนในน้ำ (499ADO) คือเซนเซอร์ตรวจวัดออกซิเจนในน้ำที่มีหน่วยวัดเป็นเปอร์เซนต์

2. ไมโครคอนโทรลเลอร์ คืออุปกรณ์ประมวลผล มีหน้าที่รับข้อมูลออกซิเจนจากเซนเซอร์ตรวจวัดออกซิเจนในน้ำ มาประมวลผล จากนั้นส่งข้อมูลเอาต์พุตไปควบคุมการทำงานของเครื่องปั๊มออกซิเจนและส่งข้อมูลไปยังจอแสดงผลและเว็บไซต์

3. รีเลย์คืออุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เปิด-ปิดการทำงานของเครื่องปั๊มออกซิเจน ซึ่งรับคำสั่งการควบคุมมาจากไมโครคอนโทรลเลอร์

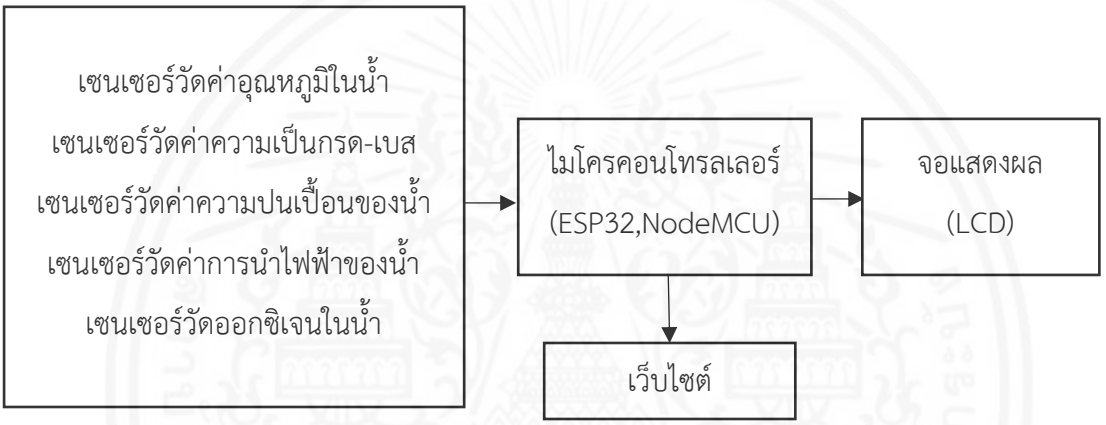
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. จอแสดงผล คืออุปกรณ์ที่ทำหน้าที่แสดงข้อมูลออกซิเจน

5. เว็บไซต์ทำหน้าที่แสดงผลออกซิเจนในน้ำที่เซนเซอร์วัดได้

3.1.3 บล็อกไดอะแกรมการแสดงผลบนจอแสดงผลและเว็บไซต์ของเครื่องเลี้ยงลูกปู

บล็อคไดอะแกรมการแสดงผลบนจอแสดงผล ของเครื่องเลี้ยงลูกปูม้า ทำงานโดยเซนเซอร์ 5 ชนิด คือเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ เซนเซอร์วัดค่าความเป็น กรด-เบส เซนเซอร์วัดความปนเปื้อนของน้ำ เซนเซอร์วัดค่าการนำไฟฟ้าของน้ำ และเซนเซอร์วัดออกซิเจน เพื่อตรวจสอบคุณภาพของน้ำเครื่องเลี้ยงลูกปูม้า เมื่อ เซนเซอร์ทั้ง5ตัววัดค่าน้ำได้จะส่งข้อมูลไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งไมโครคอนโทรลเลอร์จะรับค่าจาก เซนเซอร์ทั้ง 5 ตัว มาประมวลผลและส่งข้อมูลไปยังจอแสดงผลและเว็บไซต์ เพื่อแสดงผลของข้อมูล ดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 บล็อกไดอะแกรมการแสดงผลบนจอแสดงผลและเว็บไซต์ของเครื่องเลี้ยงลูกปูม้า

บล็อกไดอะแกรมการแสดงผลบนจอแสดงผลและเว็บไซต์ของเครื่องเลี้ยงลูกปูม้า จากรูปที่ 3.2 มีการทำงานดังต่อไปนี้

1. เซนเซอร์ทั้ง 5 ตัวคือ เซนเซอร์อุณหภูมิ เซนเซอร์วัดค่าความเป็นกรด-เบส เซนเซอร์วัดค่าความปนเปื้อนของน้ำ เซนเซอร์วัดค่าการนำไฟฟ้า และเซนเซอร์ วัดออกซิเจนในน้ำ ตรวจวัดค่าน้ำแล้วส่งค่าไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ไปประมวลผล

2. ไมโครคอนโทรลเลอร์ คืออุปกรณ์ประมวลผล มีหน้าที่รับข้อมูลจากเซนเซอร์ทั้ง 5 ตัว มาประมวลผล จากนั้นส่งข้อมูลเอาต์พุตไปแสดงค่าบนหน้าจอแสดงผลและเว็บไซต์

3. จอแสดงผล คืออุปกรณ์ที่ทำหน้าที่แสดงข้อมูล

4. เว็บไซต์ทำหน้าที่แสดงผลที่เซนเซอร์วัดได้

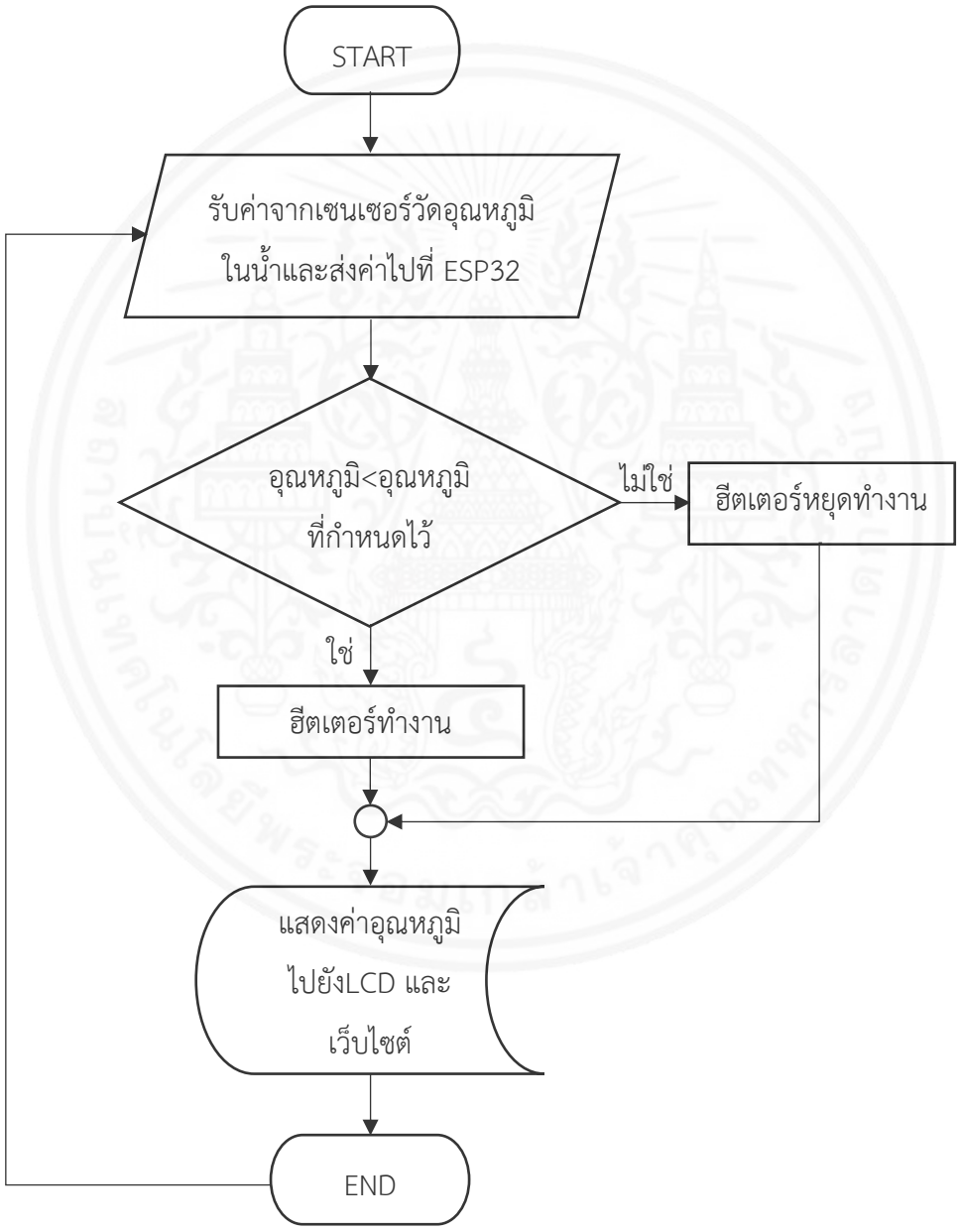
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 โฟลว์ชาร์ตการทำงานเครื่องเลี้ยงลูกปูม้า

โฟลว์ชาร์ตการทำงานเครื่องเลี้ยงลูกปูม้าประกอบด้วย 3 ส่วน คือโฟลว์การควบคุมอุณหภูมิ การควบคุมออกซิเจน วัดค่าต่างๆ แสดงผลบนหน้าจอแสดงบน และเว็บ

3.2.1 โฟลว์ชาร์ตการควบคุมอุณหภูมิ

โฟลว์ชาร์ตการควบคุมอุณหภูมิ ซึ่งการทำงานเริ่มจากไมโครคอนโทรลเลอร์รับค่าจาก เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ ถ้าอุณหภูมิน้อยกว่าค่าที่กำหนดไว้ เครื่องทำความร้อนจะทำงาน เมื่ออุณหภูมิ ถ้าอุณหภูมิมากกว่าค่าที่กำหนดเครื่องทำความร้อนจะหยุดทำงาน ดังรูปที่ 3.4

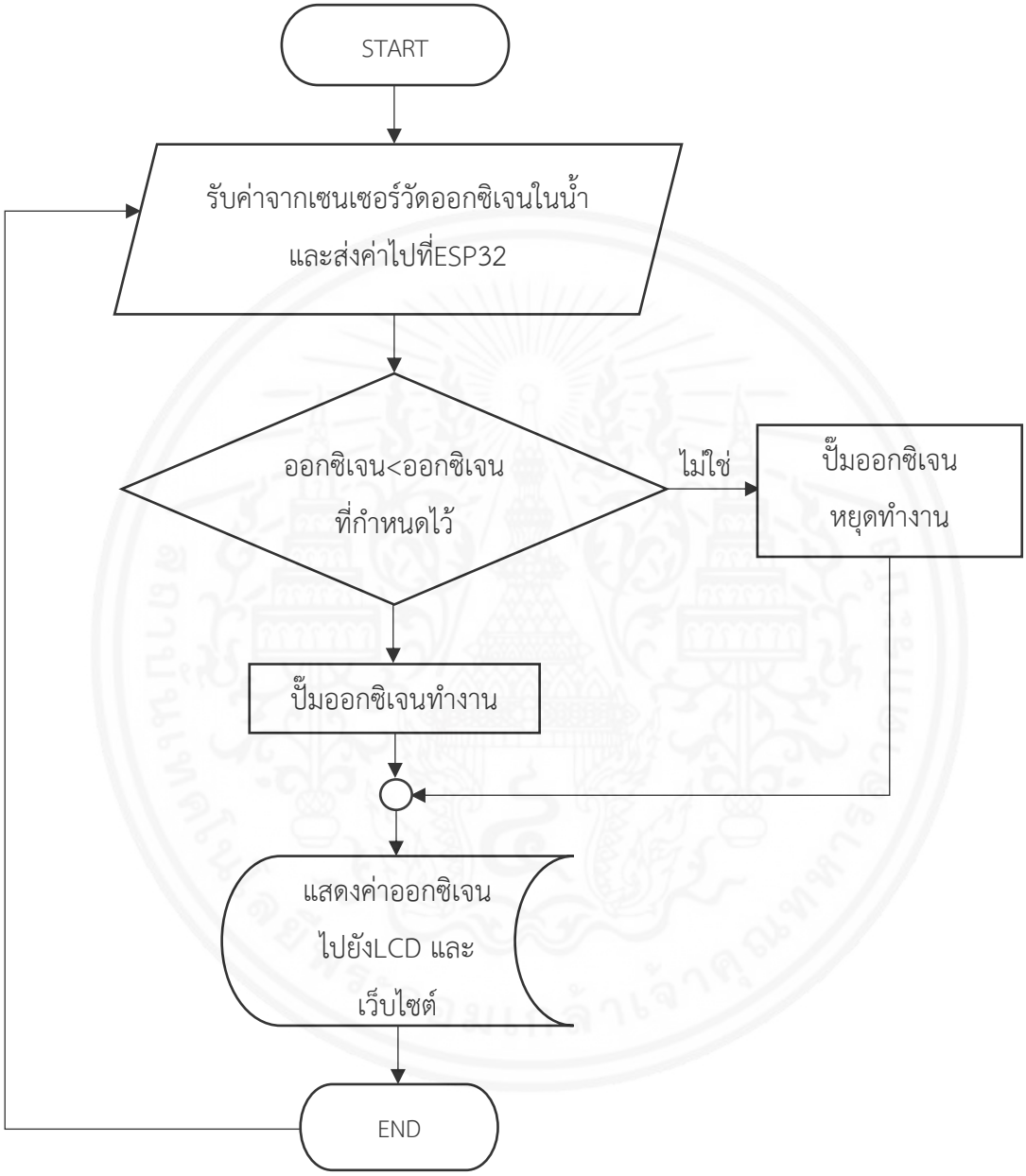


รูปที่ 3.4 โฟลว์ชาร์ตการควบคุมอุณหภูมิน้ำตามที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 โฟลว์ชาร์ตการควบคุมออกซิเจน

โฟลว์ชาร์ตการควบคุมอออกซิเจน ซึ่งการทำงานเริ่มจากไมโครคอนโทรลเลอร์รับค่าจาก เซนเซอร์วัดค่าออกซิเจน ถ้าออกซิเจนน้อยกว่าค่าที่กำหนด เครื่องปั๊มออกซิเจนจะทำงานแต่ถ้าค่าออกซิเจนมากกว่าค่าที่กำหนดเครื่องปั๊มออกซิเจนจะหยุดทำงาน ดังรูปที่ 3.5

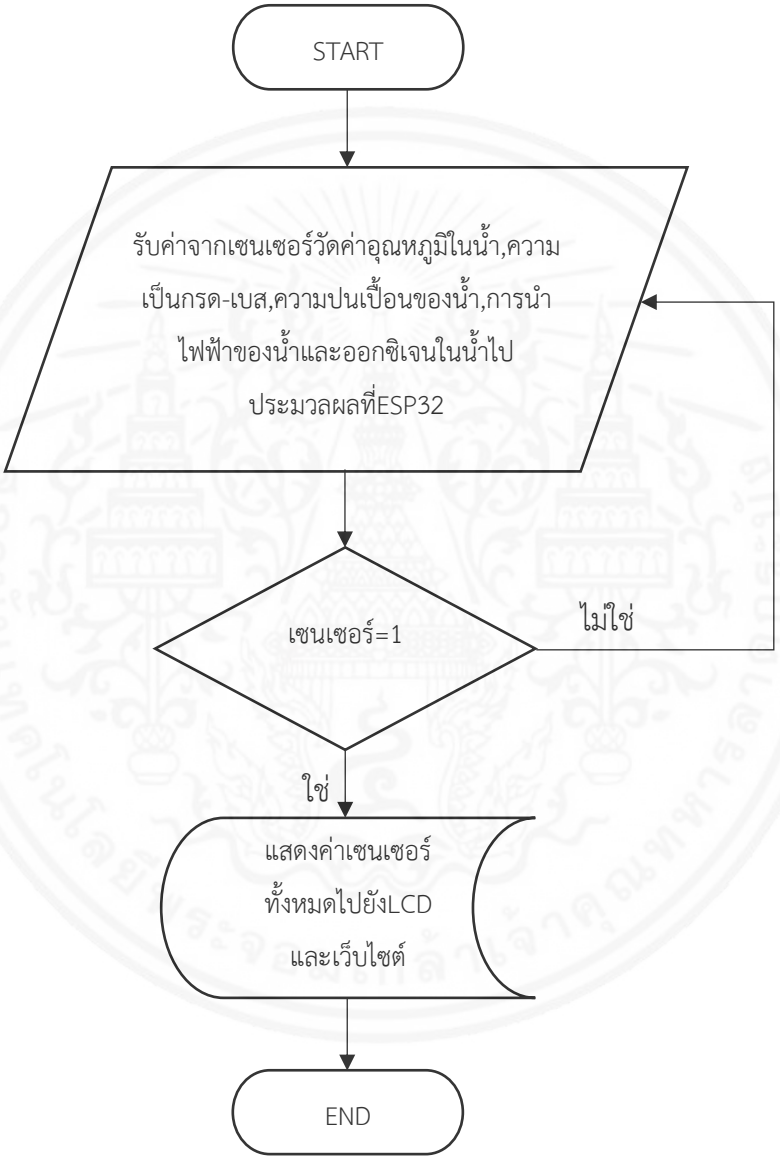


รูปที่ 3.5 โฟลว์ชาร์ตการควบคุมออกซิเจนในน้ำตามที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 โฟลว์ชาร์ตการแสดงผลบนจอแสดงผลและเว็บไซต์

โฟลว์ชาร์ตการแสดงผลบนจอแสดงผลและเว็ปไซต์ ซึ่งการทำงานเริ่มจากไมโครคอนโทรลเลอร์รับค่าจากเซนเซอร์ทั้ง 5 ชนิด คือ เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ เซนเซอร์วัดค่าความเป็นกรด-เบส เซนเซอร์วัดค่าความปนเปื้อนในน้ำ เซนเซอร์วัดค่าความนำไฟฟ้า เซนเซอร์วัดออกซิเจนในน้ำ จะทำการส่งข้อมูลไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อประมวลผลไปยัง จอแสดงผล และเว็บไซต์ ดังรูปที่ 3.6

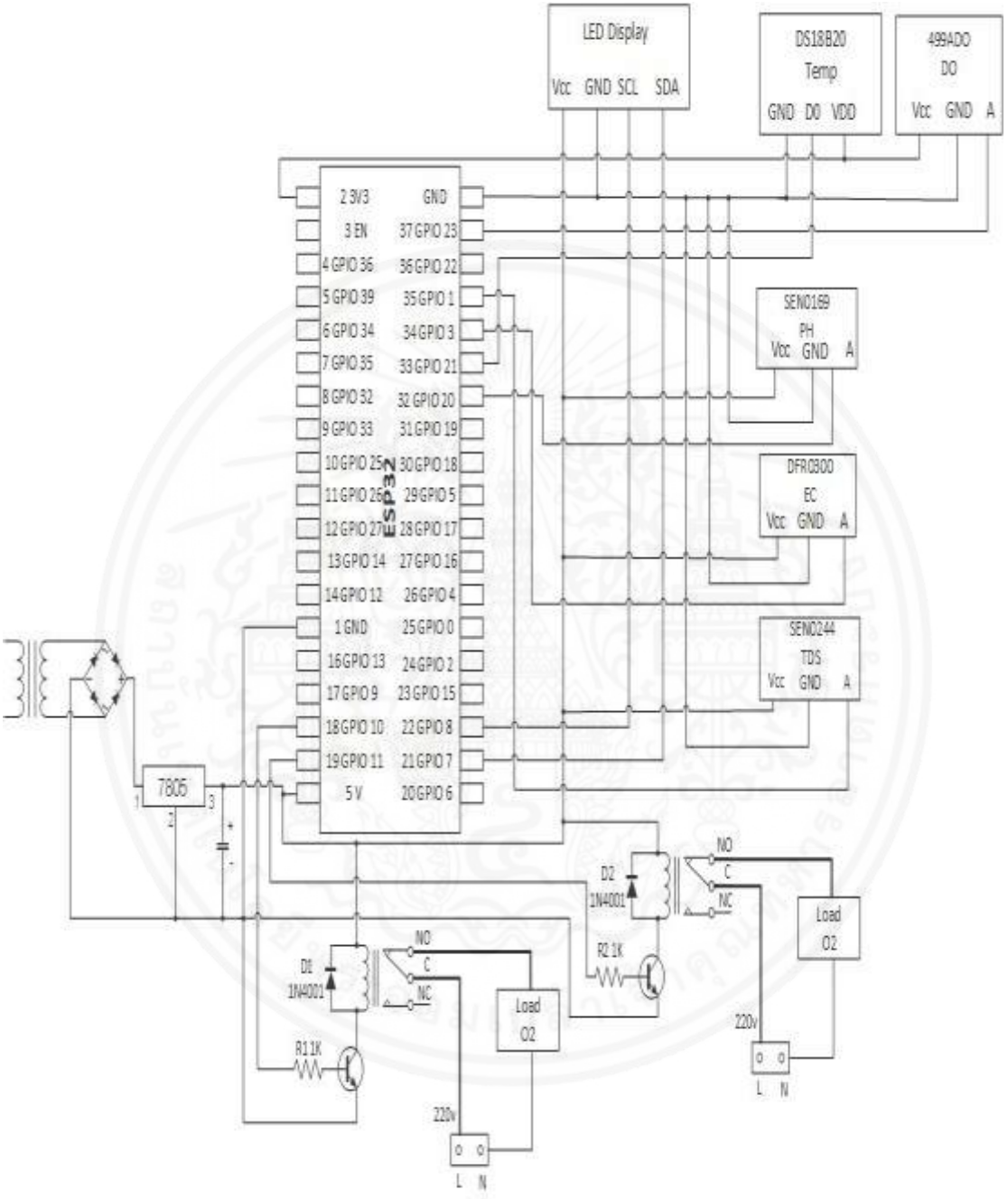


รูปที่ 3.6 โฟลว์ชาร์ตการแสดงผลบนจอหน้าจอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การออกแบบวงจร

วงจรเครื่องเลี้ยงลูกปูม้า ประกอบด้วยวงจรเรียงกระแส วงจรควบคุมอุณหภูมิ วงจรควบคุมออกซิเจนและวงจรแสดงผมหน้า ดังรูปที่ 3.7

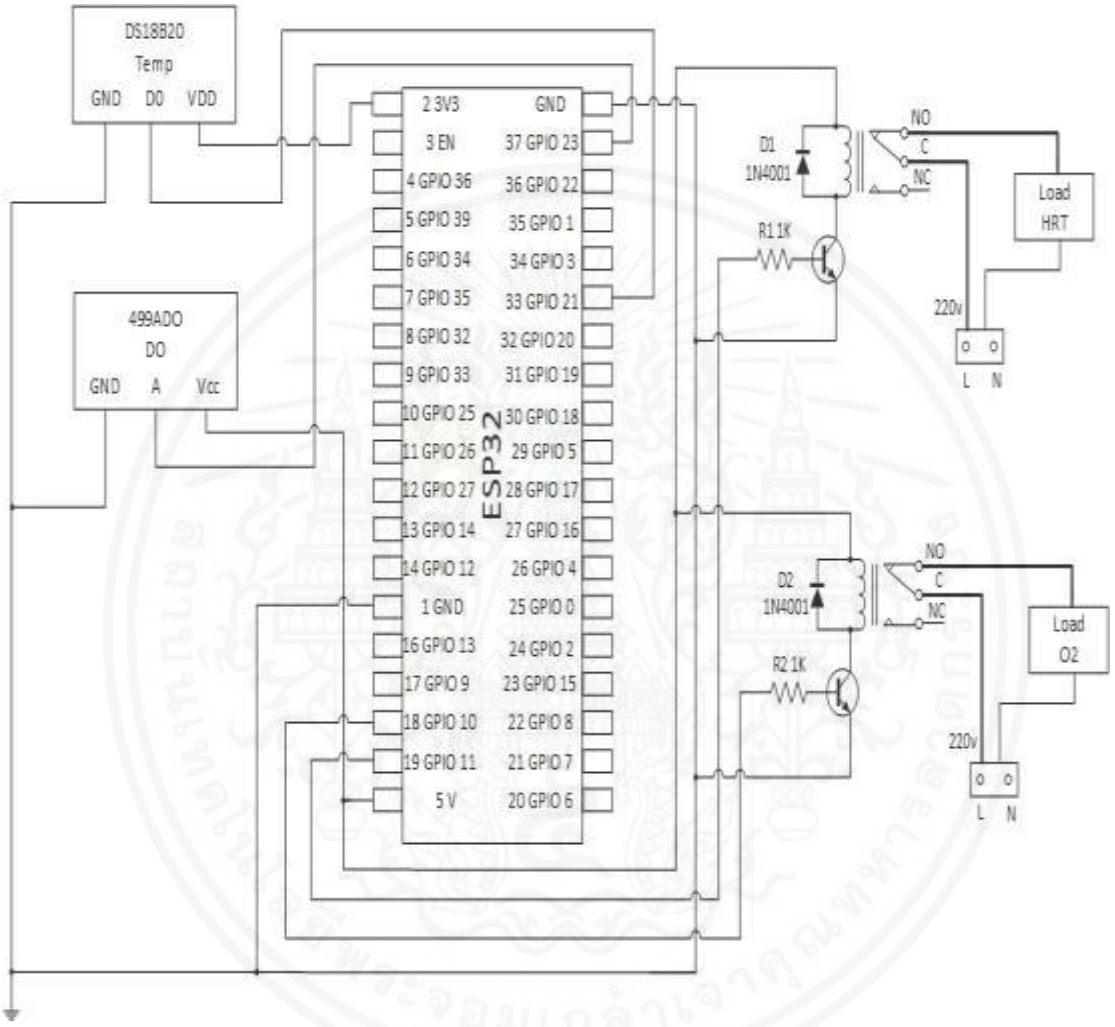


รูปที่ 3.7 วงจรเครื่องเลี้ยงลูกปูม้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1 วงจรควบคุมอุณหภูมิและออกซิเจน

วงจรควบคุมอุณหภูมิน้ำควบคุมการทำงานโดยเซนเซอร์รับสัญญานอานาล็อกส่งไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ประมวลผลส่งสัญญาณคลื่นรูปแบบสี่เหลี่ยมที่ใช้ควบคุมไปยังอุปกรณ์รีเลย์ โดยรีเลย์จะส่งสัญญาณเอาต์พุตออกไปและเมื่อไม่มีสัญญาณอินพุตเข้ามารรเลย์จะทำการหยุดส่งเอาต์พุตออกไป ดังรูปที่ 3.8

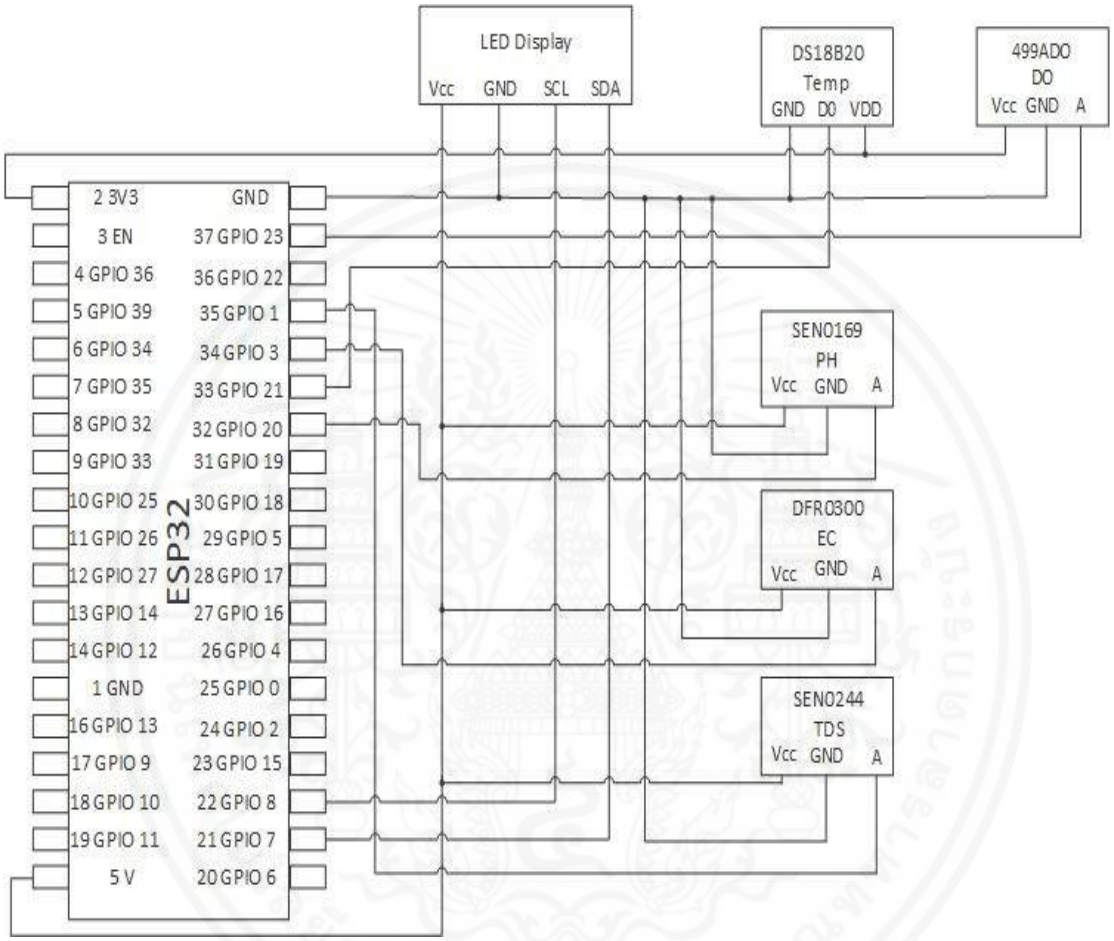


รูปที่ 3.8 วงจรควบคุมอุณหภูมิและออกซิเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 วงจรวัดค่าต่างๆขึ้นจอแสดงผล

เซนเซอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์เชื่อมต่อกันซึ่งการทำงานเริ่มจากไมโครคอนโทรลเลอร์รับค่าจากเซนเซอร์อุณหภูมิ เซนเซอร์วัดความเป็นกรด-เบส เซนเซอร์วัดความนำไฟฟ้าในน้ำ เซนเซอร์วัดค่าความปนเปื้อนในน้ำ และเซนเซอร์วัดค่าออกซิเจน แล้วก็ส่งค่าไปแสดงผลที่หน้าจอ ดังรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 วงจรวัดค่าต่างๆขึ้นจอแสดงผล

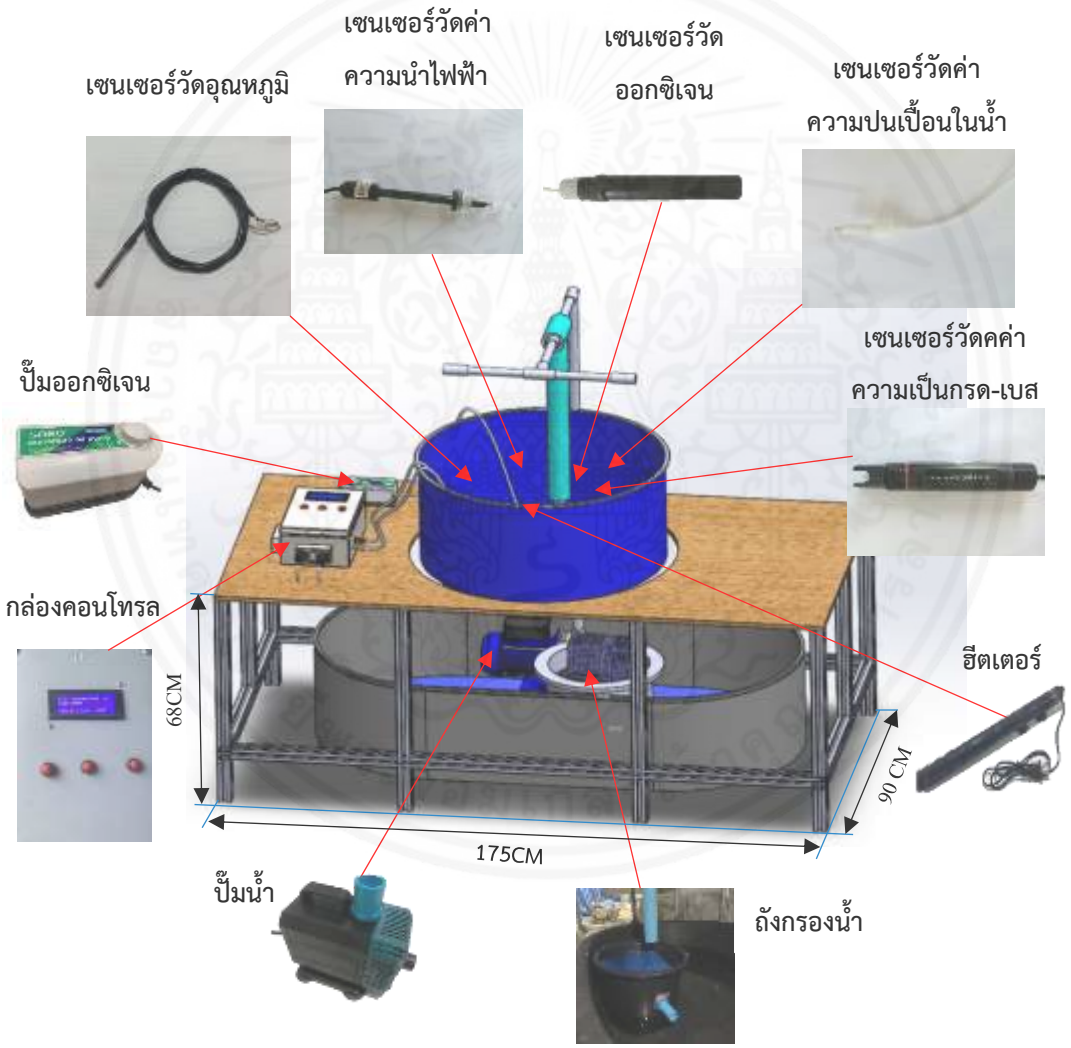
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การออกแบบโครงสร้าง

การออกแบบโครงสร้างมีความสำคัญมากเท่ากับการออกแบบวงจรและการออกแบบซอฟต์แวร์เพราะหากออกแบบวงจรและซอฟต์แวร์ให้ดีเพียงใดแต่ถ้าโครงสร้างไม่แข็งแรงนั้นการทำงานของเครื่องเลี้ยงลูกปูม้าจะทำงานได้มีประสิทธิภาพหรือทำงานไม่มีประสิทธิภาพการออกแบบโครงสร้างจึงมีความสำคัญต่อการทำงานเครื่องเลี้ยงลูกปูม้า

3.4.1 การออกแบบชุดโครงสร้างเครื่องเลี้ยงลูกปูม้า

โครงสร้างมีขนาดความกว้าง 90x175x68 เซนติเมตร ใช้วัสดุอลูมิเนียมโปรไฟล์แข็งแรงสามารถที่จะยึดกับฉากและน็อต ในการออกแบบประกอบด้วย ดังรูปที่ 3.10 และ3.11



รูปที่ 3.10 การออกแบบโครงสร้าง3มิติและอุปกรณ์ที่ใช้ของเครื่องเลี้ยงลูกปูม้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.11 โครงสร้างของเครื่องเลี้ยงลูกปูม้า

3.4.2 การออกแบบโครงสร้างชุดสูบน้ำเพื่อทำระบบน้ำหมุนเวียน

จะใช้ปั๊มน้ำ ปั๊มน้ำขึ้นจากถังพักน้ำ ขนาดกว้าง 116*สูง 30 เซนติเมตร โดยผ่านท่อพีวีซี ขนาด 1/2 นิ้ว ลงสู่ถังเพาะเลี้ยงลูกปูขนาดกว้าง 76.5 สูง 33 เซนติเมตร และเมื่อถึงจุดที่กำหนดจะมีรูปล่อยน้ำลงจากถังเพาะเลี้ยงลงสู่ถังกรองน้ำเพื่อกรองน้ำลงสู่ถังพักน้ำเพื่อหมุนเวียนน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การทดลองและผลการทดลอง

ในบทนี้จะกล่าวถึงการทดลอง การทดลองเป็นการทดลองเซนเซอร์ การทดสอบการควบคุมอุณหภูมิในน้ำค่าความเป็นกรด-เบส ของน้ำ ค่าความนำไฟฟ้า (EC) ค่าความปนเปื้อนในน้ำ (TDS) ค่าออกซิเจนในน้ำ และผลการทดลองเลี้ยงลูกปูม้า

4.1 การทดลองการวัดค่าของเซนเซอร์อุณหภูมิในน้ำ

สำหรับในส่วนการทดลองนี้ เราจะทำการทดลองการวัดค่าอุณหภูมิ โดยจะวัดค่าในช่วงเวลาต่างๆ

4.1.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในในการทดลอง

1. ภาชนะใส่น้ำ
2. เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิในน้ำ (DS18B20 Temperature Sensor)
3. เครื่องวัดอุณหภูมิ (เทอร์โมมิเตอร์)

4.1.2 วิธีการทดลองการวัดค่าเซนเซอร์อุณหภูมิ

1. นำน้ำใส่ภาชนะ
2. เปิดเครื่องวัดอุณหภูมิ
3. นำเครื่องวัดอุณหภูมิและเซนเซอร์วัดอุณหภูมิในน้ำที่เตรียมไว้

4.1.3 ผลการทดลอง

1. บันทึกผลการทดลองการทดสอบเซนเซอร์วัดอุณหภูมิลงในตารางที่ 4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 การทดลองเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ

ครั้งที่	อุณหภูมิที่ได้จากเทอร์โมมิเตอร์ (องศาเซลเซียส)	ค่าอุณหภูมิที่ได้รับจากเซนเซอร์ (องศาเซลเซียส)				ค่าเฉลี่ย	ค่าความผิดพลาด (%)
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4		
1	25.30	25.30	25.32	25.32	25.38	25.33	0.1
2	25.43	25.25	24.56	26.12	26.52	25.61	0.72
3	25.68	25.38	26.75	24.58	26.15	25.72	0.14
4	25.87	25.19	25.56	26.25	26.83	25.96	0.34
5	26.53	26.48	26.64	26.58	26.66	26.59	0.23
6	26.20	25.20	26.69	26.49	26.4	26.26	0.22
7	26.20	26.20	26.45	26.49	26.52	26.42	0.28
8	25.30	25.30	25.32	25.32	25.38	25.33	0.1
9	25.43	25.25	24.56	26.12	26.52	25.61	0.72
10	25.68	25.38	26.75	24.58	26.15	25.72	0.14

จากตารางที่ 4.1 ผลการทดลองพบว่าเซนเซอร์วัดอุณหภูมิสามารถวัดค่าได้ใกล้เคียงกับค่าอุณหภูมิที่วัดจากเทอร์มอมิเตอร์ โดยค่าผิดพลาดพลาดสูงสุด 0.72 เปอร์เซ็นต์

4.2 การทดลองการควบคุมอุณหภูมิในน้ำ

การทดลองการควบคุมอุณหภูมิในน้ำเพื่อจะได้ทราบการควบคุมอุณหภูมิว่าจะสามารถควบคุมอุณหภูมิได้ตามที่กำหนดหรือไม่ เมื่ออุณหภูมิมากกว่า 29 องศาเซลเซียส เครื่องทำความร้อนของเครื่องเลี้ยงปูม้าจะไม่ทำงาน และเมื่ออุณหภูมิน้อยกว่า 29 องศาเซลเซียส เครื่องทำความร้อนของเครื่องเลี้ยงลูกปูม้าจะทำงาน

4.2.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในในการทดลอง

1. ภาชนะใส่น้ำทะเล
2. เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิในน้ำ (DS18B20 Full Waterproof Temperature Sensor)
3. เครื่องทำความร้อน (ฮีตเตอร์)

4.2.2 วิธีการทดลองการควบคุมอุณหภูมิ

1. นำน้ำทะเลใส่ภาชนะเลี้ยงลูกปูม้า
2. เปิดเครื่องเลี้ยงลูกปูม้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. บันทึกผลการทดลอง

4.2.3 ผลการทดลอง

1. บันทึกผลการทดลองการควบคุมอุณหภูมิในน้ำ เริ่มทดลองเมื่ออุณหภูมิในน้ำมากกว่า 29 องศาเซลเซียส ลงในตารางที่ 4.2

2. บันทึกผลการทดลองการควบคุมอุณหภูมิในน้ำ เริ่มทดลองเมื่ออุณหภูมิในน้ำน้อยกว่า 29 องศาเซลเซียส ลงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.2 การทดลองการควบคุมอุณหภูมิในน้ำ เริ่มทดลองเมื่ออุณหภูมิในน้ำมากกว่า 29 องศาเซลเซียส

ลำดับ	อุณหภูมิที่วัดได้ (องศาเซลเซียส)	เครื่องทำความร้อน	
		ทำงาน	ไม่ทำงาน
1	30.78		√
2	30.56		√
3	30.96		√
4	30.79		√
5	30.6		√
6	30.49		√
7	29.85		√
8	29.67		√
9	29.46		√
10	29.56		√

จากตารางที่ 4.2 ผลการทดลองพบว่าเครื่องทำความร้อนไม่สามารถทำงานได้เนื่องจากอุณหภูมิที่วัดได้มีค่าสูงกว่า 29 องศาเซลเซียส ตามที่กำหนดไว้ ดังรูปที่ 4.1 เครื่องทำความร้อนไม่ทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.1 เครื่องทำความร้อนไม่ทำงาน

ตารางที่ 4.3 การทดลองการควบคุมอุณหภูมิในน้ำ เริ่มทดลองเมื่ออุณหภูมิในน้ำน้อยกว่า 29 องศาเซลเซียส

ลำดับ	อุณหภูมิที่วัดได้ (องศาเซลเซียส)	เครื่องทำความร้อน	
		ทำงาน	ไม่ทำงาน
1	28.92	√	
2	28.79	√	
3	28.64	√	
4	27.79	√	
5	27.65	√	
6	27.44	√	
7	27.65	√	
8	27.75	√	
9	26.44	√	
10	26.39	√	

จากตารางที่ 4.3 ผลการทดลองพบว่าเครื่องทำความร้อนสามารถทำงานได้เนื่องจากอุณหภูมิที่วัดได้มีน้อยกว่า 29 องศาเซลเซียส ตามที่กำหนดไว้ ดังรูปที่ 4.2 เครื่องทำความร้อนทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.2 เครื่องทำความร้อนทำงาน

4.3 ทดลองการควบคุมออกซินเจนในน้ำ

การทดลองการควบคุมออกซิเจนในน้ำ เพื่อทดลองเซนเซอร์การควบคุมออกซิเจน ให้ทำงานตามที่กำหนด เมื่อค่าออกซิเจนมากกว่า 100% เครื่องปั๊มออกซิเจนของเครื่องเลี้ยงปูม้าจะไม่ทำงาน และเมื่อค่าออกซิเจนในน้ำน้อยกว่า 100% เครื่องปั๊มออกซิเจนของเครื่องเลี้ยงลูกปูม้าจะทำงาน

4.3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. ภาชนะใส่น้ำ
2. น้ำทะเลสำหรับวัดค่าออกซิเจน
3. เซนเซอร์วัดค่าออกซิเจน
4. เครื่องปั๊มออกซิเจน

4.3.2 วิธีการทดลองการควบคุมออกซิเจนในน้ำ

1. เปิดเครื่องเลี้ยงลูกปูม้า
2. บันทึกผลการทดลอง

4.3.3 ผลการทดลอง

1. บันทึกผลการทดลองการควบคุมออกซิเจนในน้ำ เริ่มทดลองเมื่อออกซิเจนในน้ำมากกว่า 100 % ลงในตารางที่ 4.4

2. บันทึกผลการทดลองการควบคุมออกซิเจนในน้ำ เริ่มทดลองเมื่อออกซิเจนในน้ำน้อยกว่า 100 % ลงในตารางที่ 4.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 การทดลองการควบคุมออกซิเจนในน้ำ เริ่มทดลองเมื่อออกซิเจนในน้ำมากกว่า 100 %

ลำดับ	ออกซิเจนที่วัดได้ (%)	เครื่องปั๊มออกซิเจน	
		ทำงาน	ไม่ทำงาน
1	123		√
2	126		√
3	136		√
4	146		√
5	125		√
6	122		√
7	156		√
8	106		√
9	129		√
10	133		√

จากตารางที่ 4.4 ผลการทดลองพบว่าเครื่องปั๊มออกซิเจนไม่สามารถทำงานได้เนื่องจากมีค่าออกซิเจนในน้ำมากกว่า 100% ดังรูปที่ 4.3 เครื่องปั๊มออกซิเจนไม่ทำงาน

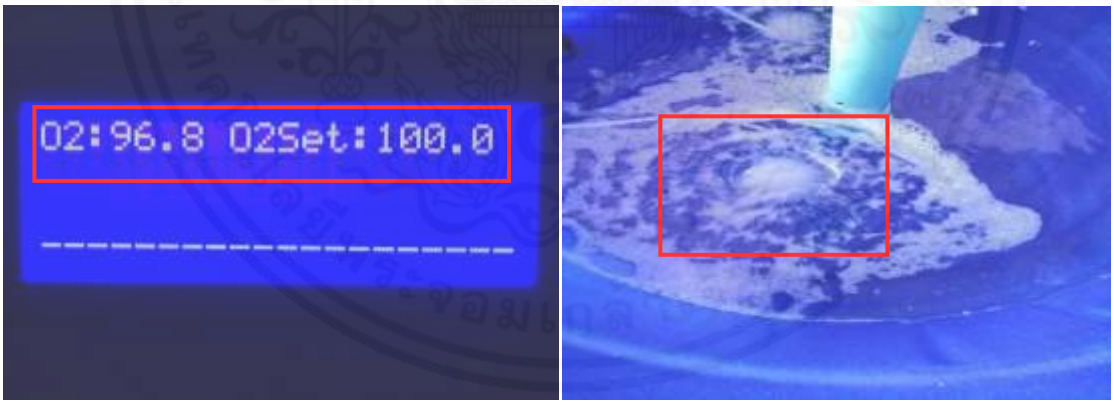
รูปที่ 4.3 เครื่องปั๊มออกซิเจนไม่ทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 การทดลองการควบคุมออกซิเจนในน้ำ เริ่มทดลองเมื่อออกซิเจนในน้ำน้อยกว่า 100 %

ลำดับ	ออกซิเจนที่วัดได้ (%)	เครื่องปั๊มออกซิเจน	
		ทำงาน	ไม่ทำงาน
1	94	√	
2	84	√	
3	74	√	
4	85	√	
5	80	√	
6	89	√	
7	70	√	
8	85	√	
9	86	√	
10	90	√	

จากตารางที่ 4.5 ผลการทดลองพบว่าเครื่องปั๊มออกซิเจนสามารถทำงานได้เนื่องจากมีค่าออกซิเจนในน้ำมากกว่า 100% ดังรูปที่ 4.4 เครื่องปั๊มออกซิเจนทำงาน



รูปที่ 4.4 เครื่องปั๊มออกซิเจนทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 การทดลองการวัดเซนเซอร์วัดความเป็นกรด-เบส

สำหรับในส่วนการทดลองนี้ เราจะทำการทดลองการวัดค่าความเป็นกรดเบส โดยจะวัดค่าในช่วงเวลาต่างๆ

4.4.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. ภาชนะใส่น้ำ
2. ผงบัพเฟอร์ (pH Buffer Powder) ค่า 7.00 ,10.00
3. เซ็นเซอร์วัดความเป็นกรด-เบส ของน้ำ(PH Sensor arduino Analog pH Meter)
4. เครื่องวัดความเป็นกรด-เบส ของน้ำ

4.4.2 วิธีการทดลอง

1. นำน้ำใส่ภาชนะ
2. นำผงบัพเฟอร์ละลายในน้ำ
3. เปิดเครื่องวัดค่าความเป็นกรด-เบส
4. นำเครื่องวัดความเป็นกรด-เบสและเซนเซอร์วัดความเป็นกรด-เบส จุ่มลงในน้ำที่เตรียมไว้

4.4.3 ผลการทดลอง

1. บันทึกผลการทดสอบเซนเซอร์วัดค่า กรด-เบส ที่ค่า 7.00 ลงในตารางที่ 4.6
2. บันทึกผลการทดสอบเซนเซอร์วัดค่า กรด-เบส ที่ ค่า 10.00 ลงในตารางที่ 4.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 การทดสอบเซนเซอร์วัดค่า กรด-เบส ที่ค่า 7.00

ครั้งที่	เครื่องวัดความเป็นกรด-เบส	เซนเซอร์วัดความเป็นกรด-เบส	ค่าความผิดพลาด (%)
1	7.0	6.89	1.57
2	7.0	6.89	1.57
3	7.0	6.89	1.57
4	7.0	6.89	1.57
5	7.0	6.89	1.57
6	7.0	6.89	1.57
7	7.0	6.89	1.57
8	7.0	6.89	1.57
9	7.0	6.89	1.57
10	7.0	6.89	1.57

จากตารางที่ 4.6 ผลการทดลองพบว่าเซนเซอร์วัดค่าความเป็นกรด-เบส สามารถวัดได้ค่าความเป็นกรด-เบสที่ใกล้เคียงกับค่าความเป็นกรด-เบสที่วัดจากเครื่องวัดค่าความเป็นกรด-เบส โดยค่าผิดพลาดพลาดสูงสุด 1.57%

ตารางที่ 4.7 การทดสอบเซนเซอร์วัดค่า กรด-เบส ที่ ค่า 10.00

ครั้งที่	เครื่องวัดความเป็นกรด-เบส	เซนเซอร์วัดความเป็นกรด-เบส	ค่าความผิดพลาด (%)
1	10.00	9.95	0.5
2	10.00	9.95	0.5
3	10.00	9.95	0.5
4	10.00	9.95	0.5
5	10.00	9.95	0.5
6	10.00	9.95	0.5
7	10.00	9.95	0.5
8	10.00	9.95	0.5
9	10.00	9.95	0.5
10	10.00	9.95	0.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.7 ผลการทดลองพบว่าเซนเซอร์วัดความเป็นกรด-เบส สามารถวัดได้ค่าความเป็นกรด-เบส ที่ใกล้เคียงกับค่าความเป็นกรด-เบสที่วัดจากเครื่องวัดค่าความเป็นกรด-เบส โดยค่าผิดพลาดพลาดสูงสุด 0.5%

4.5 การทดลองค่าความปนเปื้อนและความนำไฟฟ้าในน้ำ

สำหรับในส่วนการทดลองนี้ จะทำการทดลองการวัดค่าความปนเปื้อนและความนำไฟฟ้าในน้ำ โดยจะวัดค่าในช่วงเวลาต่างๆ

4.5.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. ภาชนะใส่น้ำ
2. เซ็นเซอร์วัดค่าความปนเปื้อนและความนำไฟฟ้าในน้ำ
3. เครื่องวัดค่าความปนเปื้อนและความนำไฟฟ้าในน้ำ

4.5.2 วิธีการทดลอง

1. นำน้ำใส่ภาชนะ
2. เปิดเครื่องวัดค่าความปนเปื้อนและความนำไฟฟ้าในน้ำ
3. นำเครื่องวัดความปนเปื้อนและความนำไฟฟ้าในน้ำ และเซนเซอร์วัดความปนเปื้อนและความนำไฟฟ้าลงในน้ำที่เตรียมไว้

4.5.3 ผลการทดลอง

1. บันทึกผลการการทดลองวัดค่าความปนเปื้อนในน้ำเปล่า ลงในตารางที่ 4.8
2. บันทึกผลการการทดลองวัดค่าความนำไฟฟ้าในเปล่า ลงในตารางที่ 4.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 การทดลองวัดค่าความปนเปื้อนในน้ำ

ครั้งที่	เครื่องวัดค่า (TDS)	เซนเซอร์วัด (TDS)	ค่าความผิดพลาด (%)
1	530	524	1.3
2	520	523	0.5
3	510	519	1.76
4	524	526	0.38
5	521	530	1.73
6	524	526	0.38
7	520	527	1.35
8	530	527	0.57
9	540	532	1.48
10	520	521	0.19

จากตารางที่ 4.8 ผลการทดลองพบว่าเซนเซอร์วัดค่าความปนเปื้อนในน้ำ สามารถวัดค่าได้ใกล้เคียงกับ ค่าความปนเปื้อนในน้ำที่วัดจาก เครื่องวัดความปนเปื้อนในน้ำ (TDS Meter) โดยค่าผิดพลาดพลาดสูงสุด 1.76%

ตารางที่ 4.9 การทดลองวัดค่าความนำไฟฟ้าในเปล่า

ครั้งที่	เครื่องวัดค่าความนำไฟฟ้า (EC)	เซนเซอร์วัดค่าความนำไฟฟ้า (EC)	ค่าความผิดพลาด (%)
1	0	0	0
2	0	0	0
3	0	0	0
4	0	0	0
5	0	0	0
6	0	0	0
7	0	0	0
8	0	0	0
9	0	0	0
10	0	0	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.9 ผลการทดลองพบว่าเซนเซอร์วัดค่าความนำไฟฟ้า สามารถวัดค่าได้ตรงกับค่าความนำไฟฟ้าที่วัดจากเครื่องวัดค่าความนำไฟฟ้า (EC Meter) โดยค่าผิดพลาดเท่ากับ 0%

4.6 การทดลองแสดงผลผ่านเว็บบราวเซอร์

การทดลองนี้สามารถดูค่าผ่านทางเว็บไซต์ได้ การแสดงผลต่างๆที่ต้องการให้ปรากฏบนหน้าเว็บไซต์สำหรับดูค่าต่างๆ ตามที่กำหนดไว้ผ่านการรับข้อมูลจากเซนเซอร์ โดยมีเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ เซนเซอร์วัดค่าความเป็นกรด-เบส เซนเซอร์วัดความปนเปื้อนในน้ำ เซนเซอร์วัดความนำไฟฟ้าในน้ำ และเซนเซอร์วัดค่าออกซิเจนในน้ำที่ติดตั้งอยู่ภายในถังเลี้ยงลูกปูม้า การใช้งาน Web Browser ในการเข้าชมเว็บไซต์นั้น ผู้ใช้งานจะต้องใช้อินเตอร์เน็ตในโครงข่ายเดียวกันกับเครื่องเลี้ยงลูกปูม้าถ้าผู้ใช้งานใช้วงแลนอื่นหรือไวไฟจากที่อื่นจะไม่สามารถเข้าชมหน้าเว็บไซต์การแสดงค่าน้ำของเครื่องเลี้ยงลูกปูม้าได้

4.6.1 วิธีการเข้าสู่ระบบแสดงผลบนเว็บไซต์

1. ทำการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตในโครงข่ายเดียวกับเครื่องเลี้ยงลูกปูม้า
2. ทำการเปิดหน้าค้นหาของเว็บบราว์เซอร์
3. กรอกไอพี แอดเดรส 192.168.1.188 ในช่องค้าหาของเว็บบราว์เซอร์

หน้าจอแสดงผลแอลซีดี การแสดงผลบนหน้าต่างเว็บบราวเซอร์

รูปที่ 4.5 การทดลองแสดงค่าบนเว็บบราวเซอร์

จากรูปที่ 4.5 การแสดงผลบนหน้าจอแอลซีดีหน้าเครื่องเลี้ยงลูกปูม้าตรงกับ การแสดงผลบนหน้าต่างเว็บบราวเซอร์บนเว็บไซต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7 ระบบแจ้งเตือนผ่านไลน์ (LINE Notify)

การทดสอบระบบแจ้งเตือนผ่านไลน์ ระบบแจ้งเตือนผ่านไลน์ (LINE Notify) เป็นบริการรับการแจ้งเตือนจากบัญชีทางการใน รูปแบบ API สำหรับโปรแกรมเมอร์ นักพัฒนาซอฟต์แวร์ นำไปใช้ต่อยอดพัฒนาโปรเจคต่างๆ เชื่อมต่อกับเว็บเซอร์วิส โดยใช้อีเอสพี32 (EPS32) เป็นตัวประมวลผลกลางในการรับสัญญาณไวไฟ (Wi-fi) และส่งการแจ้งเตือนผ่านไลน์ส่วนตัว ซึ่งมีเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ เซนเซอร์วัดค่าความเป็นกรด-เบส เซนเซอร์วัดความปนเปื้อนในน้ำ เซนเซอร์วัดความนำไฟฟ้าในน้ำ และเซนเซอร์วัดค่าออกซิเจนในน้ำ เป็นตัวรับค่าอินพุดส่งค่าไปยัง อีเอสพี32 (EPS32) อีกทีเพื่อง่ายต่อการใช้งาน โดยมีเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ เซนเซอร์วัดค่าความเป็นกรด-เบส เซนเซอร์วัดความปนเปื้อนในน้ำ เซนเซอร์วัดความนำไฟฟ้าในน้ำ และเซนเซอร์วัดค่าออกซิเจนในน้ำ ติดตั้งอยู่ภายในถังเลี้ยงลูกปูม้า เมื่อวัดค่าได้เกินจากที่กำหนดหรือน้อยกว่าที่กำหนดไว้ ระบบจะแจ้งเตือนผ่านไลน์ของผู้ติดตั้ง โดยทำการทดลองและบันทึกผลการทดลอง ในตารางที่ 4.10 4.11 4.12 และ 4.13

ตารางที่ 4.10 การทดลองเซนเซอร์วัดอุณหภูมิแจ้งเตือนผ่านไลน์

ครั้งที่	ค่าที่กำหนดไว้	ค่าที่วัดได้	การแจ้งเตือน
1	20	25.12	
2	20	19.14	
3	30	29.12	
4	30	33.36	

จากตารางที่ 4.10 พบว่าเมื่อเซนเซอร์วัดค่าอุณหภูมิ วัดค่าได้ต่ำกว่าค่าที่ตั้งไว้จะมีการแจ้งเตือนว่า “ เครื่องเลี้ยงลูกปูม้า: Low temperatuer ” ผ่านไลน์ และเมื่อเซนเซอร์วัดค่าอุณหภูมิได้เกินกว่าค่าที่ตั้งไว้จะมีการแจ้งเตือนว่า “ เครื่องเลี้ยงลูกปูม้า: temperature Overset ” ผ่านไลน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.11 การทดลองเซนเซอร์วัดความเป็นกรด-เบสแจ้งเตือนผ่านไลน์

ครั้งที่	ค่าที่กำหนดไว้	ค่าที่วัดได้	การแจ้งเตือน
1	10	9.3	
2	10	11.4	
3	7	8.6	
4	7	6.7	

จากตารางที่ 4.11 พบว่าเมื่อเซนเซอร์วัดความเป็นกรด-เบส วัดค่าได้ต่ำกว่าค่าที่ตั้งไว้จะมีการแจ้งเตือนว่า “ เครื่องเลี้ยงลูกปูม้า:Low PH” ผ่านไลน์ และเมื่อเซนเซอร์วัดค่าความเป็นกรด-เบสได้มากกว่าค่าที่ตั้งไว้จะมีการแจ้งเตือนว่า “เครื่องเลี้ยงลูกปูม้า: PH Overset” ผ่านไลน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.12 การทดลองเซนเซอร์วัดความปนเปื้อนในน้ำและค่าความนำไฟฟ้าแจ้งเตือนผ่านไลน์

ครั้งที่	ค่าที่กำหนดไว้		ค่าที่วัดได้		การแจ้งเตือน
	ความปนเปื้อนในน้ำ	ค่าความนำไฟฟ้า	ความปนเปื้อนในน้ำ	ค่าความนำไฟฟ้า	
1	500	20	550	22	
2	500	20	478	17	
3	400	25	494	29	
4	400	25	394	23	

จากตารางที่ 4.12 การทดลองเซนเซอร์วัดความปนเปื้อนในน้ำและค่าความนำไฟฟ้า พบว่าเมื่อเซนเซอร์วัดความปนเปื้อนในน้ำและค่าความนำไฟฟ้า วัดค่าได้ต่ำกว่าค่าที่ตั้งไว้จะมีการแจ้งเตือนว่า “ เครื่องเลี้ยงลูกปูม้า: Low EC TDS” ผ่านไลน์ และเมื่อเซนเซอร์วัดความปนเปื้อนในน้ำและค่าความนำไฟฟ้า วัดค่าได้มากกว่าค่าที่ตั้งไว้จะมีการแจ้งเตือนว่า “เครื่องเลี้ยงลูกปูม้า: EC TDS Overset” ผ่านไลน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.13 การทดลองเซนเซอร์วัดค่าออกซิเจนในน้ำแจ้งเตือนผ่านไลน์

ครั้งที่	ค่าที่กำหนดไว้	ค่าที่วัดได้	การแจ้งเตือน
1	100	89	
2	100	143	
3	111	154	
4	110	95	

จากตารางที่ 4.13 การทดลองเซนเซอร์วัดค่าออกซิเจนในน้ำ พบว่าเมื่อเซนเซอร์วัดค่าออกซิเจนในน้ำ วัดค่าได้ต่ำกว่าค่าที่ตั้งไว้จะมีการแจ้งเตือนว่า “ เครื่องเลี้ยงลูกปูม้า: Low Oxigen” ผ่านไลน์ และเมื่อเซนเซอร์วัดค่าออกซิเจนในน้ำวัดค่าได้เกินกว่าค่าที่กำหนดไว้จะมีการแจ้งเตือนว่า“ เครื่องเลี้ยงลูกปูม้า: Oxigen Overset” ผ่านไลน์

4.8 ผลการทดลองเครื่องเลี้ยงลูกปูม้า

สำหรับในส่วนการทดลองนี้ จะทำการเก็บผลการทดลองการทำงานของเครื่องเลี้ยงลูกปูม้า โดยจะทดลองเก็บค่าอุณหภูมิ ค่าความเป็นกรด-เบส ค่าความปนเปื้อนในน้ำ ค่าความนำไฟฟ้า และค่าออกซิเจนในน้ำ โดยจะวัดค่าในช่วงเวลาต่างๆ

4.8.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. เครื่องเลี้ยงลูกปูม้า
2. น้ำทะเล
3. ไข่ปูม้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.8.2 วิธีการทดลอง

1. นำน้ำทะเลใส่เครื่องเลี้ยงลูกปูม้า

2. เปิดเครื่องเลี้ยงลูกปูม้า

3. เก็บผลการทดลองของเครื่องเลี้ยงลูกปูม้า

4.8.3 ผลการทดลอง

1. บันทึกผลการทดลองค่าอุณหภูมิของวันที่ 7/7/2564 ทุก 1 ชั่วโมง ลงในตารางที่ 4.14

2. บันทึกผลการทดลองเซนเซอร์วัดค่าความเป็นกรด-เบส ค่าความนำไฟฟ้า ค่าความปนเปื้อนในน้ำ และค่าออกซิเจนในน้ำ ในช่วงเวลาต่างๆ ลงในตารางที่ 4.15

3. บันทึกผลการทดลองเลี้ยงลูกปูม้าหลังจากที่แม่ปูเขี่ยไข่ออกจากกระดอง โดยเครื่องเลี้ยงลูกปูม้า เก็บผลค่าความเป็นกรด-เบส ค่าความนำไฟฟ้า ค่าความปนเปื้อนในน้ำ ค่าออกซิเจนในน้ำ และอุณหภูมิที่ใช้ในการทดลองเลี้ยง ในช่วงเวลาต่างๆ ลงในตารางที่ 4.16

4. บันทึกผลลัพธ์การทดลองเลี้ยงลูกปูม้า ลงในตารางที่ 4.17

ตารางที่ 4.14 ค่าอุณหภูมิของวันที่ 7/7/2564

วันที่	เวลา	อุณหภูมิ
07/07/2564	8.30	29.65
07/07/2564	09.30	29.45
07/07/2564	10.30	30.61
07/07/2564	11.30	30.45
07/07/2564	12.30	30.13
07/07/2564	13.30	30.76
07/07/2564	14.30	30.79
07/07/2564	15.30	30.65
07/07/2564	16.30	29.46
07/07/2564	17.30	29.65
07/07/2564	18.30	29.69
07/07/2564	19.30	29.54
07/07/2564	20.30	29.65
07/07/2564	21.30	29.44
07/07/2564	22.30	29.65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.14 พบว่าอุณหภูมิของวันที่ 07/07/2564 มีอุณหภูมิที่อยู่ในช่วงที่กำหนด คือ 29-31 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 4.15 ผลการทดสอบเครื่องเลี้ยงลูกปูม้า โดยเก็บค่าน้ำทะเลโดยเซนเซอร์ในช่างเวลาต่างๆ

วันที่	เวลา	ความเป็นกรด-เบส	ค่าความนำไฟฟ้า (EC)	ค่าความปนเปื้อนในน้ำ (TDS)	ค่าออกซิเจนในน้ำ (%)
27/11/2564	07.00 น.	8.1	22	2140	93.7
	13.00 น.	8.2	23	2136	100.1
	19.00 น.	8.1	24	2147	100.6
28/11/2564	07.00 น.	8.3	24	2160	120.4
	13.00 น.	8.2	24	2153	127.5
	19.00 น.	8.3	23	2125	138.5
29/11/2564	07.00 น.	8.7	22	2160	146.7
	13.00 น.	8.4	23	2159	145.2
	19.00 น.	8.5	23	2164	145.6
30/11/2564	07.00 น.	8.4	22	2154	144.5
	13.00 น.	8.4	24	2156	145.3
	19.00 น.	7.8	23	2154	151.2
01/12/2564	07.00 น.	8.4	22	2160	151.7
	13.00 น.	7.9	24	2169	151.9
	19.00น.	7.6	22	2161	142.5
02/12/2564	07.00 น.	8.4	24	2170	144.3
	13.00 น.	8.4	24	2173	144.6
	19.00 น.	8.4	21	2166	148.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

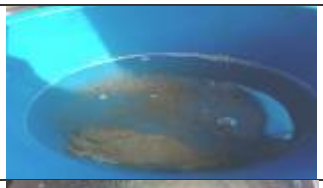
ตารางที่ 4.16 การทดลองเลี้ยงลูกปูม้าหลังจากที่แม่ปูเขี่ยไข่ออกจากกระดอง เก็บค่าน้ำทะเลจากเซนเซอร์ต่างๆ

วันที่	เวลา	ความเป็นกรด-เบส	ค่าความนำไฟฟ้า (EC)	ค่าความปนเปื้อนในน้ำ (TDS)	ค่าออกซิเจนในน้ำ (%)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)
14/12/2564	07.00 น.	7.9	25.4	2148	146.5	27.65
	13.00 น.	7.8	25.4	2139	144.7	29.46
	19.00 น.	8.0	25.4	2152	144.2	28.79
15/12/2564	07.00 น.	8.0	26.3	2259	133	28.25
	13.00 น.	8.1	26.5	2297	194	29.56
	19.00 น.	8.1	27.2	2349	150	28.64
16/12/2564	07.00 น.	8.1	25.2	2164	141.8	27.79
	13.00 น.	8.4	25.3	2152	151.7	28.84
	19.00 น.	8.0	25.3	2166	143.9	27.46
17/07/2564	07.00 น.	8.4	26.4	2254	142	27.68
	13.00 น.	8.1	26.9	2256	144.2	30.02
	19.00 น.	8.5	27.1	2357	144.8	28.78
18/07/2564	07.00 น.	8.6	25.3	2161	144.4	26.89
	13.00 น.	8.4	25.3	2165	150.7	27.86
	19.00น.	8.5	25.4	2168	144.9	27.35
19/07/2564	07.00 น.	8.1	25.4	2272	143	27.34
	13.00 น.	8.2	25.4	2279	143.1	29.03
	19.00 น.	8.4	25.4	2399	143.9	27.44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.9 การทดลองเลี้ยงลูกปูม้าหลังจากที่แม่ปูเขี่ยไข่ออกจากกระดอง

ตารางที่ 4.17 ผลลัพธ์การทดลองเลี้ยงลูกปูม้า

วันที่	ระยะการเติบโต	ผลลัพธ์ (รูป)
1	แม่ปูม้ามีไข่สีเทาอมดำเขี่ยไข่ออกจากกระดอง	
2	ไข่ปูม้า (Eggs)	
3	ไข่ปูม้า (Eggs)	
4	ไข่ปูม้า (Eggs)	
5	ไข่ปูม้าฟักออกเป็นตัวเข้าสู่ลูกปูม้าระยะซูเอี้ย (Zoea)	
6	ลูกปูม้าระยะซูเอี้ย (Zoea)	
7	ลูกปูม้าระยะซูเอี้ย (Zoea)	

จากตารางที่ 4.17 การทดลองเลี้ยงลูกปูม้าหลังจากที่แม่ปูเขี่ยไข่ออกจากกระดองโดยใช้เครื่องเลี้ยงลูกปูม้า เก็บผลค่าความเป็นกรด-เบส ค่าความนำไฟฟ้า ค่าความปนเปื้อนในน้ำ โดยมีการควบคุมค่าออกซิเจนในน้ำ และ ควบคุมอุณหภูมิ ที่ใช้ในการทดลองเลี้ยง พบว่า ลูกปูม้ามีการเจริญเติบโตได้ถึงระยะที่ 2 คือ ระยะซูเอี้ย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

บทนี้จะกล่าวถึงผลการทดลอง ปัญหาและอุปสรรค และวิธีแก้ไข้ปัญหา ดังต่อไปนี้

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองเครื่องเลี้ยงลูกปูม้า เครื่องสามารถวัดและควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ ที่ 29-31 องศาเซลเซียสดังแสดงในตารางที่ 4.1 4.2 และ 4.3 โดยค่าผิดพลาดพลาดสูงสุด 0.72 เปอร์เซ็นต์ เซนเซอร์วัดค่าออกซิเจนภายในเครื่อง เครื่องสามารถควบคุมออกซิเจนในน้ำได้ เมื่อค่าออกซิเจนมากกว่า 100 % เครื่องปั๊มออกซิเจน ของเครื่องเลี้ยงปูม้า จะไม่ทำงาน และเมื่อมีค่าออกซิเจนในน้ำน้อยกว่า 100 % เครื่องเครื่องปั๊มออกซิเจน ของเครื่องเลี้ยงลูกปูม้าจะทำงาน ดังแสดงในตารางที่ 4.4 และ 4.5 เซนเซอร์ภายในเครื่องสามารถวัดค่าความเป็นกรด-เบส ได้ใกล้เคียงกับเครื่องวัดค่าความเป็นกรด-เบส โดยมีความผิดพลาดสูงสุดอยู่ที่ 1.57 เปอร์เซ็นต์ กับ 0.5 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงในตารางที่ 4.6 และ 4.7 เครื่องสามารถวัดค่าความปนเปื้อนในน้ำได้ เซนเซอร์วัดค่าความปนเปื้อนในน้ำ สามารถวัดค่าได้ใกล้เคียงกับ ค่าความปนเปื้อนในน้ำที่วัดจาก เครื่องวัดความปนเปื้อนในน้ำ (TDS Meter) ดังแสดงในตารางที่ 4.8 โดยมีค่าผิดพลาดพลาดสูงสุด 1.76 เปอร์เซ็นต์ เครื่องสามารถวัดค่าความนำไฟฟ้าได้ โดยทดลองวัดค่าในน้ำเปล่าได้ ดังแสดงในตารางที่ 4.9 เซนเซอร์วัดค่าความนำไฟฟ้าสามารถวัดค่าได้ตรงกับ ค่าความนำไฟฟ้าที่วัดจากเครื่องวัดค่าความนำไฟฟ้า โดยค่าผิดพลาดเท่ากับ 0 เปอร์เซ็นต์ เครื่องสามารถรับค่าจากเซนเซอร์ที่ติดตั้งภายในเครื่องเลี้ยงลูกปูม้าได้โดยแสดงผลการบนหน้าจอแอลซีดีหน้าเครื่องเลี้ยงลูกปูม้า และ สามารถแสดงผลบนหน้าต่างเว็บบราวเซอร์บนเว็บไซต์ได้ ซึ่งจากรูปที่ 4.1 การแสดงผลบนหน้าจอแอลซีดีหน้าเครื่องเลี้ยงลูกปูม้า สามารถแสดงผลได้ตรงกับ การแสดงผลบนหน้าต่างเว็บบราวเซอร์บนเว็บไซต์ เครื่องสามารถแจ้งเตือนผ่านระบบไลน์ได้โดยมีเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ เซนเซอร์วัดค่าความเป็นกรด-เบส เซนเซอร์วัดความปนเปื้อนในน้ำ เซนเซอร์วัดความนำไฟฟ้าในน้ำ และเซนเซอร์วัดค่าออกซิเจนในน้ำ ติดตั้งอยู่ภายในถังเลี้ยงลูกปูม้า เมื่อวัดค่าได้เกินจากที่กำหนด หรือน้อยกว่าที่กำหนดไว้ ระบบจะแจ้งเตือนผ่านไลน์ของผู้ติดตั้ง ดังแสดงในตารางที่ 4.10 4.11 4.12 และ 4.13 เครื่องสามารถควบคุมค่าอุณหภูมิของเครื่องเลี้ยงลูกปูม้า พบว่าอุณหภูมิที่อยู่ในช่วงที่กำหนด คือ 29-31 องศาเซลเซียส ดังแสดงในตารางที่ 4.14 เครื่องสามารถทำงานได้โดยเก็บค่าน้ำทะเลโดยเซนเซอร์ในช่างเวลาต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 4.15 เครื่องสามารถทำงานได้โดยสามารถเลี้ยงลูกปูม้าหลังจากที่แม่ปูเขี่ยไข่ออกจากกระดอง โดยเครื่องเลี้ยงลูกปูม้า สามารถเก็บผลค่าความเป็นกรด-เบส ค่าความนำไฟฟ้า ค่าความปนเปื้อนในน้ำ ค่าออกซิเจนใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำ และ อุณหภูมิ ที่ใช้ในการเลี้ยงลูกปูม้า ในช่วงเวลาต่างๆ ดังตารางที่ 4.16 และ จากการทดลองเลี้ยงลูกปูม้าหลังจากที่แม่ปูเขี่ยไข่ออกจากกระดอง โดยใช้เครื่องเลี้ยงลูกปูม้า โดยเก็บผลค่าความเป็นกรด-เบส ค่าความนำไฟฟ้า ค่าความปนเปื้อนในน้ำ โดยมีการควบคุมค่าออกซิเจนในน้ำ และอุณหภูมิ ที่ใช้ในการทดลองเลี้ยง พบว่า ลูกปูม้ามีการเจริญเติบโตได้ถึงระยะที่ 2 คือ ระยะโซเอี้ย ดังแสดงในตารางที่ 4.17 โดยทดลองเลี้ยงได้ 7 วัน ลูกปูม้าได้ตายหมด โดยการเลี้ยงลูกปูม้าผู้จัดทำเครื่องไม่มีความรู้และประสบการณ์ในการเลี้ยงเพาะเลี้ยง ประกอบกับปัจจัยที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงปูม้ามีมาก เช่น สภาวะการกินกันเองของลูกปูม้า อาหารที่ให้ลูกปูม้ากินคือ อาทิเมียร์(ไรทะเล) ถ้าหากอาทิเมียร์มีขนาดใหญ่หรือแข็งแรงกว่าลูกปูม้า อาทิเมียร์สามารถกินลูกปูได้ และการเลี้ยงลูกปูม้าต้องมีการเปลี่ยนน้ำวันเว้นวัน เพราะน้ำที่ใช้ในการเลี้ยงมีความเค็มเพิ่มขึ้น เพราะมีลูกปูม้าตายทุกวัน อาหารที่ให้หากลูกปูม้ากินไม่หมดก็ทำให้น้ำทะเลเสียได้เร็วขึ้น และ การใส่เซนเซอร์ไว้ในน้ำทะเลเป็นระยะเวลานานอาจทำให้เซนเซอร์เกินความชำรุเสียหายได้ส่งผลให้ความแม่นยำในการวัดผลลดลงได้

5.1.1 การทดสอบการวัดค่าของเซนเซอร์อุณหภูมิในน้ำ

จากตารางที่ 4.1 การทดสอบวัดค่าเซนเซอร์อุณหภูมิในน้ำ สามารถวัดค่าอุณหภูมิได้เมื่อเทียบค่ากับเครื่องวัดค่าอุณหภูมิ โดยเซนเซอร์วัดอุณหภูมิสามารถสามารถวัดค่าได้ใกล้เคียงกับเครื่องวัดค่าอุณหภูมิ โดยมีค่าความผิดพลาดสูงสุด 0.72 เปอร์เซ็นต์

5.1.2 การทดสอบการควบคุมอุณหภูมิในน้ำ

ตารางการที่ 4.2 และ 4.3 การทดสอบการควบคุมอุณหภูมิในน้ำ สามารถควบคุมการทำงานของเครื่องทำความร้อนในน้ำได้ โดยมีเงื่อนไขว่าถ้าอุณหภูมิในน้ำทะเล ต่ำกว่า 29 องศาเซลเซียส เครื่องทำความร้อนจะทำงาน แต่ถ้าอุณหภูมิมากกว่าหรือเท่ากับ 29 องศาเซลเซียส เครื่องทำความร้อนจะไม่ทำงาน

5.1.3 การทดสอบการควบคุมค่าออกซิเจนในน้ำ

จากตารางที่ 4.4 เซนเซอร์วัดค่าออกซิเจนภายในเครื่องเลี้ยงลูกปูม้า เครื่องสามารถควบคุมออกซิเจนในน้ำได้ โดยเมื่อค่าออกซิเจนมากกว่า 100 % เครื่องปั๊มออกซิเจน ของเครื่องเลี้ยงปูม้า จะไม่ทำงาน และจากตารางการทดลองที่ 4.5 เมื่อมีค่าออกซิเจนในน้ำน้อยกว่า 100 % เครื่องเครื่องปั๊มออกซิเจนของเครื่องเลี้ยงลูกปูม้าจะทำงาน

5.1.4 การทดสอบการวัดเซนเซอร์วัดความเป็นกรด-เบส

จากตารางที่ 4.6 และ 4.7 ทำการทดสอบเซนเซอร์วัดค่าความเป็นกรด-เบส โดยการใช้ผงบัพเฟอร์ ค่า7.00 และ 10.00 เซอร์เซอร์ พบว่าเซนเซอร์วัดค่าความเป็นกรด-เบส สามารถวัดค่าได้ใกล้เคียงกับเครื่องมือวัดค่าความเป็นกรด-เบส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.5 การทดสอบการวัดเซนเซอร์ความปนเปื้อนและความนำไฟฟ้าในน้ำ

จากตารางที่ 4.8 ทำการทดสอบค่าความปนเปื้อนน้ำเปล่าสามารถวัดค่าความปนเปื้อนในน้ำได้ โดยน้ำเปล่าจะมีค่าสารปนเปื้อนประมาณ 500ppm หรือต่ำกว่า 500 ppm เซนเซอร์สามารถวัดค่าได้ใกล้เคียง และ ในตารางที่ 4.9 ทดสอบเซนเซอร์วัดค่าความนำไฟฟ้าโดยทำการทดสอบการวัดค่าความนำไฟฟ้าในน้ำเปล่าซึ่งสามารถวัดค่าได้ตรงกับ ค่าความนำไฟฟ้าที่วัดจากเครื่องวัดค่าความนำไฟฟ้า

5.1.6 การทดสอบแสดงผลผ่านเว็บบราวเซอร์

จากรูปที่ 4.1 เครื่องสามารถแสดงผลการวัดค่าจากเซนเซอร์วัดค่าความเป็นกรด-เบส ค่าความนำไฟฟ้า ค่าความปนเปื้อนในน้ำ ค่าออกซิเจนในน้ำ และ อุณหภูมิ ที่ใช้ในการทดลองเลี้ยงโดย เครื่องสามารถแสดงผลบนหน้าจอแอลซีดีหน้าเครื่องเลี้ยงลูกปูม้าได้ ตรงกับ การแสดงผลบนหน้าต่างเว็บบราวเซอร์บนเว็บไซต์

5.1.7 ระบบแจ้งเตือนผ่านไลน์ (LINE Notify)

จากตารางที่ 4.10 4.11 4.12 และ 4.13 เครื่องสามารถแจ้งเตือนผ่านระบบไลน์ได้ โดยรับค่าจากเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ เซนเซอร์วัดค่าความเป็นกรด-เบส เซนเซอร์วัดความปนเปื้อนในน้ำ เซนเซอร์วัดความนำไฟฟ้าในน้ำ และเซนเซอร์วัดค่าออกซิเจนในน้ำ ติดตั้งอยู่ภายในถังเลี้ยงลูกปูม้า เมื่อวัดค่าได้เกินจากที่กำหนดหรือน้อยกว่าที่กำหนดไว้ ระบบจะแจ้งเตือนผ่านไลน์ของผู้ติดตั้ง

5.1.8 ผลการทดลองเครื่องเลี้ยงลูกปูม้า

จากตารางที่ 4.14 และ 4.15 โดยทำการทดสอบเซนเซอร์ภายในเครื่องเลี้ยงลูกปูม้าเพื่อเตรียมน้ำในการเลี้ยงลูกปูม้าทำการทดลองโดยการเก็บผลการทอลองของเครื่องเลี้ยงลูกปูม้า 7 วัน โดยเก็บผลจากเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ เซนเซอร์วัดค่าความเป็นกรด-เบส เซนเซอร์วัดความปนเปื้อนในน้ำ เซนเซอร์วัดความนำไฟฟ้าในน้ำ และเซนเซอร์วัดค่าออกซิเจนในน้ำ วันละ 3 เวลา คือ 7.00 น. 13.00 น. และ 19.00 น. โดยค่าน้ำที่วัดมีการเปลี่ยนแปลงไม่มาก

5.1.9 การทดลองเลี้ยงลูกปูม้าหลังจากที่แม่ปูเขี่ยไข่ออกจากกระดอง

จากตารางที่ 4.16 เครื่องสามารถทำงานได้ โดยทำการทดลองเลี้ยงลูกปูม้าหลังจากที่แม่ปูเขี่ยไข่ออกจากกระดองกับเครื่องเลี้ยงลูกปูม้า โดยทำการเก็บผลค่าความเป็นกรด-เบส ค่าความนำไฟฟ้า ค่าความปนเปื้อนในน้ำ ควบคุมค่าออกซิเจนในน้ำ และ ควบคุมอุณหภูมิ ที่ใช้ในการทดลองเลี้ยง โดยทำการเก็บผลการทดลองในช่วงเวลาต่างๆ และจากตารางการทดลองที่ 4.17 แสดงผลการเจริญเติบโตของลูกปูม้าหลังจากที่แม่ปูเขี่ยไข่ออกจากนอกกระดอง โดยสามารถเก็บผลการทดลองได้ 7 วัน ซึ่งพบว่า ลูกปูมีอัตราการเจริญเติบโต จากระยะที่ 1 คือเป็นไข่ปูม้า ในวันที่ 1 ถึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วันที่ 4 และลอกคราบเข้าสู่ระยะที่ 2 คือ ระยะโซเอี้ย ในวันที่ 5 ถึง วันที่ 7 และตายลงหลังจากทดลองได้ครบ 7 วัน หรือ 1สัปดาห์ หลังจากแม่ปูเขี่ยไข่ออกจากกระดอง

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

1. เซนเซอร์ภายในเครื่องเลี้ยงลูกปูม้าสามารถชำรุดเสียหายได้ง่ายเนื่องจากอยู่ในน้ำทะเล

2. การเลี้ยงลูกปูม้ามีความยุ่งยากเพราะลูกปูม้ามีปัจจัยแวดล้อมที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตมีหลายปัจจัยและลูกปูม้าในระยะโซเอี้ยมีสภาวะการกินกันเองทำให้มีเปอร์เซ็นต์การรอดน้อย

3. การให้อาหารลูกปูม้า ลูกปูม้าจะกินเป็นอาทิเมียร์ (ไรทะเล) เป็นอาหาร ซึ่งถ้าหากอาทิเมีย์มีความใหญ่จะมีความแข็งแรงมากกว่าลูกปูม้า อาทิเมียร์ก็สามารถกินลูกปูม้าได้เช่นกัน และถ้าใส่อาทิเมียในเครื่องเลี้ยงลูกปูม้ามากเกินไปจะส่งผลทำให้น้ำเสียได้ไวขึ้น

5.3 วิธีการแก้ปัญหา

1. เปลี่ยนเซนเซอร์ใหม่และใช้ท่อหดครอบระหว่างเซนเซอร์ และสายไฟเพื่อป้องกันน้ำทะเลกัดกร่อนทำให้เซนเซอร์ชำรุดเสียหาย

2. ต้องศึกษาการเลี้ยงลูกปูม้าจากผู้เชี่ยวชาญที่สามารถเลี้ยงลูกปูม้าได้ เพราะคนที่สามารถเพราะลูกปูม้าจนถึงระดับที่สามรถปล่อยลงทะเลได้มีน้อย

3. ต้องคอยดูแลการเลี้ยงลูกปูม้าอย่างใกล้ชิดและสม่ำเสมอเพราะลูกปูม้ามีอัตราการรอดตายต่ำกว่า 1 เปอร์เซ็นต์

5.4 ข้อแสนอแนะ

1. ควรมีการป้องกันเซนเซอร์โดยการใช้ท่อหดครอบระหว่างตัวเซนเซอร์กับสายไฟ

2. ควรศึกษาให้ลึกซึ้งโดยผู้เชียวชาญและมีผู้เชี่ยวชาญคอยให้คำปรึกษาอย่างใกล้ชิด

3. ปัจจัยในการเพาะเลี้ยงลูกปูม้ามีหลายปัจจัยผู้เลี้ยงต้องมีความชำนาญ

4. การเพาะเลี้ยงลูกปูม้าควรเพาะเลี้ยงในเดือนกุมภาพันธ์ ถึง เดือนตุลาคม เพราะเป็นช่วงที่มีปูไข่นอกกระดองมากที่สุด ส่วนในเดือนพฤศจิกายน และ เดือนธันวาคม เป็นช่วงมรสุมไม่เหมาะแก่การเพาะเลี้ยงลูกปูม้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] บรรจง เทียนส่งรัศมี, **"การเพาะเลี้ยงปูม้า ทางเลือกใหม่ของเกษตรกรปี 2000"**, วารสารสัตวน้ำ ปีที่ 12 ฉบับที่ 145 หน้า 163-168, 2544

[2] วารินทร์ ธนาสมหวัง, **"ศพช.สมุทรสาคร ตั้งเป้าเพาะเลี้ยงปูม้าเชิงพาณิชย์"** , วารสารสัตว์น้ำ ปีที่ 12 ฉบับที่ 139 หน้า 77-82, 2544

[3] สมยศ สิทธิโชคพันธ์. **"เพาะเลี้ยงปูม้าเพื่อคืนสู่ธรรมชาติ"**, วารสารสัตว์น้ำ ปีที่ 8 ฉบับที่ 92, หน้า 79, 2540

[4] **"เซนเซอร์ความเป็นกรด-เบส เซนเซอร์ทรานสติวเซอร์และการใช้งานฉบับปรับปรุง"**, วารสารวิชาการ, กรุงเทพมหานครฯ, ห้างหุ้นส่วนสามัญสมาร์ทนิ่ง ฉบับที่ 1/2558

[5] **"วิบูลย์ บุญยธโรกุล.2529. "ปั๊มและระบบสูบน้ำ"**, กรุงเทพฯ, สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

[6] **"อลูมิเนียมโปรไฟล์"** (ระบบออนไลน์)
แหล่งที่มาhttps://www.tonanasia.com/alumIn ium-profile/
เข้าถึงครั้งสุดท้าย 7 กรกฎาคม 2564

[7} **"Node MCU ESP32"** (ระบบออนไลน์)
แหล่งที่มา : https://www.ioxhop.com/a rticle/62/esp32)
เข้าถึงครั้งสุดท้าย 25 มีนาคม 2564

[8] **"รีเลย์"** (ระบบออนไลน์)
แหล่งที่มา http://www.psptech.co.th
เข้าถึงครั้งสุดท้าย 7 กรกฎาคม 2564

[9] **"ฮีตเตอร์ (Heater)"** (ระบบออนไลน์)
แหล่งที่มา: http://www.xn----yxfb0d6bc3c8e 5e .com
เข้าถึงครั้งสุดท้าย 30 พฤศจิกายน 2564

[10] **"เครื่องปั๊มออกซิเจน"** (ระบบออนไลน์)
แหล่งที่มา: https://www.thaiprint.org/201 9/04/vol120/knowledge120-02/
เข้าถึงครั้งสุดท้าย 30 พฤศจิกายน 2564

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[11] **“โมดูลจอแสดงผลแอลซีดี”** (ระบบออนไลน์)

แหล่งที่มา : https://blog.thaieasyele c.com/how-to-use-character-lcd-display-arduino-ch1-parallel/)

เข้าถึงครั้งสุดท้าย 30 พฤศจิกายน 2564

[12] **“หลักการทำงานของเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ”** (ระบบออนไลน์)

แหล่งที่มา: http://narong.ece.engr.tu.ac.th/ei444/document/DS18B20_59.pdf

เข้าถึงครั้งสุดท้าย 30 พฤศจิกายน 2564

[13] **“เซนเซอร์วัดค่าความปนเปื้อนในน้ำ”** (ระบบออนไลน์)

แหล่งที่มา: https://lh3.googleus ercontent.com/proxy

เข้าถึงครั้งสุดท้าย 30 พฤศจิกายน 2564

[14] **“เซนเซอร์วัดค่าความนำไฟฟ้า”** (ระบบออนไลน์)

แหล่งที่มา: https://o.lnwfile.com/ uznbi7.com

เข้าถึงครั้งสุดท้าย 30 พฤศจิกายน 2564

[15] **“เซนเซอร์วัดค่าออกซิเจนในน้ำ”** (ระบบออนไลน์)

แหล่งที่มา: https://www.legatool.com/th/water-quality-test/do-measure ment/do-probe

เข้าถึงครั้งสุดท้าย 30 พฤศจิกายน 2564

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

โปรแกรมการทำงานเครื่องเลี้ยงลูกปูม้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <WiFiClient.h>
#include <ESP8266WebServer.h>
#include <WiFiClientSecureAxTLS.h>
#include <Wire.h>
#include "max6675.h"
#include <LiquidCrystal_I2C.h> //ประกาศ Library ของจอ I2C

#define LED 2         //On board LED
#define PCF8591 (0x90 >> 1)

const int Silen = D0;

int thermoDO = D6;
int thermoCS = D7;
int thermoCLK = D5;
int thermoCS2 = D3;

MAX6675 thermocouple(thermoCLK, thermoCS, thermoDO);
MAX6675 thermocouple2(thermoCLK, thermoCS2, thermoDO);

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);    // PCF8574

const char* ssid = "iSaS24GHz";             // ใส่ชื่อ Wifi
const char* password = "62201204EE";  // ใส่รหัสผ่าน Wifi
ESP8266WebServer server(80); //Server on port 80

float temperature, temperature1=97.0;
float prssure1=14.9, prssure2=15.0;
int timedel = 0;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
byte adcvalue0, adcvalue1, adcvalue2, adcvalue3;
boolean
flagAlerttmp1=false,flagAlerttmp2=false,flagAlertplss1=false,flagAlertplss2=false;

float Mintmp=6.7,Maxtmp=8.0;
float Minplss=0.0,Maxplss=30.0;
byte tmeAlertTmp1=0,tmeAlertTmp2=0,tmeAlertPlss1=0,tmeAlertPlss2=0;

void handle_OnConnect()
{
  //temperature1 = thermocouple.readThermocouple(CELSIUS);
  /*
  temperature = thermocouple.readCelsius();
  /// Show LCD ///
  lcd.setCursor(0,0);
  //lcd.print(String(monthday)+"/"+String(month)+"/"+String(year)+" "+String(hour) +":"+
String (minute)+":"+String(second)+"  ");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("T1:"+String(temperature1,1)+" T2"+String(temperature,1)+"*C ");

  Serial.println(temperature1, 1);
  Serial.println(temperature, 1);
  */
  server.send(200, "text/html",
SendHTML(temperature,temperature1,prssure1,prssure2));
}

void handle_NotFound()
{
  server.send(404, "text/plain", "Not found");
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
}

void ReadJoy()
{
    Wire.beginTransmission(PCF8591);
    Wire.write(0x04);
    Wire.endTransmission();
    Wire.requestFrom(PCF8591, 5);

    adcvalue0=Wire.read();
    adcvalue0=Wire.read();
    adcvalue1=Wire.read();
    adcvalue2=Wire.read();
    adcvalue3=Wire.read();

    Serial.print(adcvalue0);
    Serial.print(" ,");
    Serial.print(adcvalue1);
    Serial.print(" ,");
    Serial.print(adcvalue2);
    Serial.print(" ,");
    Serial.print(adcvalue3);
    Serial.println();
}

String LINE_TOKEN = "XlIVLGNkgaCy5yDPlj0hhMYXQY2opmzvVOOGQ4I6c1j";  // ใส่
token ของตนเอง
void Line_Notify(String LINE_Token, String message) {

  String msg = String("message=") + message;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
axTLS::WiFiClientSecure client;
if (!client.connect("notify-api.line.me", 443)) {
  Serial.println("connection failed");
  return;
}

String req = "";
req += "POST /api/notify HTTP/1.1\r\n";
req += "Host: notify-api.line.me\r\n";
req += "Content-Type: application/x-www-form-urlencoded\r\n";
req += "Authorization: Bearer " + String(LINE_Token) + "\r\n";
req += "Content-Length: " + String(msg.length()) + "\r\n";
req += "\r\n";
req +=  msg;

client.print(req);

unsigned long timeout = millis();
while (client.available() == 0) {
  if (millis() - timeout > 5000) {
    Serial.println(">>> Client Timeout !");
    client.stop();
    return;
  }
}

// Read all the lines of the reply from server and print them to Serial
/*
while (client.available()) {
  String line = client.readStringUntil('\r');
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    Serial.print(line);
  }
  */
  String line = client.readStringUntil('\r');
    Serial.print(line);
  Serial.println();
  Serial.println("closing connection");
}

/*
String SendHTML(float Temperaturestat,float Humiditystat)
{
  String ptr = "<!DOCTYPE html> <html>\n";
  ptr +="<head><meta name=\"viewport\" content=\"width=device-width, initial-scale
=1.0, user-scalable=no\">\n";
  ptr +="<title>ESP8266 Weather Report</title>\n";
  ptr +="<style>html { font-family: Helvetica; display: inline-block; margin: 0px auto;
text-align: center;}\n";
  ptr +="body{margin-top: 50px;} h1 {color: #444444;margin: 50px auto 30px;}\n";
  ptr +="p {font-size: 24px;color: #444444;margin-bottom: 10px;}\n";
  ptr +="</style>\n";
  ptr +="</head>\n";
  ptr +="<body>\n";
  ptr +="<div id=\"webpage\">\n";
  ptr +="<h1>ESP8266 NodeMCU Weather Report</h1>\n";

  ptr +="<p>Temperature1: ";
  //ptr +=(int)Temperaturestat;
  ptr += String(Temperaturestat,2);
  ptr +="°C</p>";
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  ptr +="<p>Temperature2: ";
  ptr +=(int)Humiditystat;
  ptr +="%</p>";

  ptr +="</div>\n";
  ptr +="</body>\n";
  ptr +="</html>\n";
  return ptr;
}
*/
String SendHTML(float TempCstat,float Humiditystat,float pressure1,float pressure2)
{
  String ptr = "<!DOCTYPE html> <html>\n";
  ptr +="<head><meta  http-equiv=\"refresh\" content=\"2\"  name=\"viewport\" con
tent=\"width=device-width, initial-scale=1.0, user-scalable=no\">\n";
  ptr +="<link href=\https://fonts.googleapis.com /css?family= Open+Sans :300,400
,600 \  rel=\"stylesheet\">\n";
  ptr +="<title>ESP8266 Weather Report</title>\n";
  ptr +="<style>html { font-family: 'Open Sans', sans-serif; display: block; margin: 0px
auto; text-align: center;color: #333333;}\n";
  ptr +="body{margin-top: 50px;}\n";
  ptr +="h1 {margin: 50px auto 30px;}\n";
  ptr +=".side-by-side{display: inline-block;vertical-align: middle;position: relative;}\n";

  ptr +=".humidity-icon{background-color: #3498db;width: 30px;height: 30px;border-ra
dius: 50%; line-height: 36px;}\n";
  ptr +=".humidity-text{font-weight: 600;padding-left: 15px;font-size: 19px;width: 160
px;text -align: left;}\n";
  ptr +=".humidity{font-weight: 300;font-size: 60px;color: #3498db;}\n";
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  //// Change Corlor ICon /////
  //if(TempCstat>=30.0){ ptr +=".temperature-icon{background-color: #ff0000;width: 3
0px;height: 30px;border-radius: 50%;line-height: 40px;}\n"; }
  //else{ ptr +=".temperature-icon{background-color: #f39c12;width: 30px;height: 30p
x;border-radius: 50%;line-height: 40px;}\n"; }
  ////
  ptr +=".temperature-icon{background-color: #f39c12;width: 30px;height: 30px ;bord
er-radius: 50%;line-height: 40px;}\n";
  ptr +=".temperature-text{font-weight: 600;padding-left: 15px;font-size: 19px;width:
160 px;text-align: left;}\n";

  ///////// Temp 1 Colur Text ////////////////////
  /*
  if(TempCstat>=30.0){ ptr +=".temperature{font-weight: 300;font-size: 60px;color: #ff
0000;} \n"; }
  else{ ptr +=".temperature{font-weight: 300;font-size: 60px;color: #f39c12;}\n"; }
  */
  if(flagAlerttmp1){ ptr +=".temperature{font-weight: 300;font-size: 60px;color: #ff0000;
}\n"; }
  else{ ptr +=".temperature{font-weight: 300;font-size: 60px;color: #f39c12;}\n"; }

  ///////// Temp 2 Colur Text ////////////////////
  /*
  if(Humiditystat>=30.0){ ptr +=".temperature2{font-weight: 300;font-size: 60px;color:
#ff0000;}\n";}
  else{ ptr +=".temperature2{font-weight: 300;font-size: 60px;color: #f39c12;}\n"; }
  */
  if(flagAlerttmp2){ ptr +=".temperature2{font-weight: 300;font-size: 60px;color: #ff000
0;}\n"; }
  else{ ptr +=".temperature2{font-weight: 300;font-size: 60px;color: #f39c12;}\n"; }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  ///////// Pressur 1 Colur Text ////////////////
  /*
  if(pressure1>=5.0){ ptr +=".pressure{font-weight: 300;font-size: 60px;color: #ff0000;}
\n"; }
  else{ ptr +=".pressure{font-weight: 300;font-size: 60px;color: #3498db;}\n"; }
  */
  if(flagAlertplss1){ ptr +=".pressure{font-weight: 300;font-size: 60px;color: #ff0000;}\n";
}
  else{ ptr +=".pressure{font-weight: 300;font-size: 60px;color: #3498db;}\n"; }

  ///////// Pressur 2 Colur Text ////////////////
  /*
  if(pressure2>=5.0){ ptr +=".pressure2{font-weight: 300;font-size: 60px;color: #ff0000
;}\n"; }
  else{ ptr +=".pressure2{font-weight: 300;font-size: 60px;color: #3498db;}\n";}
  */
  if(flagAlertplss2){ ptr +=".pressure2{font-weight: 300;font-size: 60px;color: #ff0000;}\n";
}
  else{ ptr +=".pressure2{font-weight: 300;font-size: 60px;color: #3498db;}\n"; }

  ptr +=".superscript{font-size: 17px;font-weight: 600;position: absolute;right: -20px;top
: 15px;}\n";
  ptr +=".data{padding: 10px;}\n";
  ptr +="</style>\n";
  ptr +="</head>\n";
  ptr +="<body>\n";
  ptr +="<div id=\"webpage\">\n";
  ptr +="<h1>Chillers Temperature Pressure Report</h1>\n";
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  /////////////// Tmp1 Icon ////////////////////
  ptr +="<div class=\"data\">\n";
  ptr +="<div class=\"side-by-side temperature-icon\">\n";
  ptr +="<svg version=\"1.1\" id=\"Layer_1\" xmlns=\"http://www.w3.org/2000/svg\" x
mlns:xlink=\"http://www.w3.org/1999/xlink\" x=\"0px\" y=\"0px\"\n";
  ptr +="width=\"9.915px\" height=\"22px\" viewBox=\"0 0 9.915 22\" enable-backgro
und=\"new 0 0 9.915 22\" xml:space=\"preserve\">\n";
  ptr +="<path fill=\"#FFFFFF\" d=\"M3.498,0.53c0.377-0.331,0.877-0.501,1.374-0.527
C5.697-0.04,6.522,0.421,6.924,1.142\n";
  ptr +="c0.237,0.399,0.315,0.871,0.311,1.33C7.229,5.8 5 6 ,7.2 4 5,9.24,7.227,12.625c
1.019, 0.539 ,1.855,1.424,2.301,2.491\n";
  ptr +="c0.491,1.163,0.518,2.514,0.062,3.693c-0.414,1.102-1.24,2.038-2.276,2.594c-1.0
56,0.5 83-2.331,0.743-3.501,0.463\n";
  ptr+="c-1.417-0.323-2.659-1.314-3.3-2.617C0.014,18.26-0.115,17.104,0. 1,16 .0 22 c0.
296-1.443, 1.274-2.717,2.58-3.394\n";
  ptr +="c0.013-3.44,0-6.881,0.007-10.322C2.674,1.634,2.974,0.955,3.498,0.53z\"/>\n";
  ptr +="</svg>\n";
  ptr +="</div>\n";
  ///////////////// Show Tmp1 /////////////////
  ptr +="<div class=\"side-by-side temperature-text\">Temperature 1</div>\n";
  ptr +="<div class=\"side-by-side temperature\">";
  //ptr +=(int)TempCstat;
  ptr += String(TempCstat,1)+" ";
  ptr +="<span class=\"superscript\">°C</span></div>\n";
  ptr +="</div>\n";

  ///////////////// Humi Icon ////////////////////
  /*
  ptr +="<div class=\"data\">\n";
  ptr +="<div class=\"side-by-side humidity-icon\">\n";
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
ptr +="<svg version=\"1.1\" id=\"Layer_2\" xmlns=\"http://www.w3.org/2000/svg\" x
mlns:xlink=\ "http://www.w3.org/1999/xlink\" x=\"0px\" y=\"0px\"\n\"; width=\"12px\"
height=\"17.955px\" viewBox=\"0 0 13 17.955\" enable-background=\"new 0 0 13
17.955\" xml:space=\"preserve\">\n";
ptr +="<path fill=\"#FFFFFF\" d=\"M1.819,6.217C3.139,4.064,6.5,0,6.5,0s3.3 63,4.064,
4.681 ,6.2 17 c1.793,2.926,2.133,5.05, 1.571,7.057\n";
ptr +="c-0.438,1.574-2.264,4.681-6.252,4.681c-3.988,0-5.813-3.107-6.252-4.681C-
0.313, 11. 2 67, 0.026,9.143,1.819,6.217\"></path>\n";
ptr +="</svg>\n";
ptr +="</div>\n";
*/
 /////////////// Tmp2 Icon ////////////////////
ptr +="<div class=\"data\">\n";
ptr +="<div class=\"side-by-side temperature-icon\">\n";
ptr +="<svg version=\"1.1\" id=\"Layer_1\" xmlns=\"http://www.w3.org/2000/svg\" x
mlns:xlink=\"http://www.w3.org/1999/xlink\" x=\"0px\" y=\"0px\"\n";
ptr +="width=\"9.915px\" height=\"22px\" viewBox=\"0 0 9.915 22\" enable-bac kgr
ound=\"new 0 0 9.915 22\" xml:space=\"preserve\">\n";
ptr +="<path fill=\"#FFFFFF\" d=\"M3.498,0.53c0.377-0.331,0.877-0.501,1.374-0.527C
5.697-0.04,6.522,0.421,6.924,1.142\n";
ptr +="c0.237,0.399,0.315,0.871,0.311,1.33C7.229,5.856,7.245,9.24,7.227,12.625c 1.01
9, 0.539, 1.855,1.424,2.301,2.491\n";
ptr +="c0.491,1.163,0.518,2.514,0.062,3.693c-0.414,1.102-1.24,2.038-2.276,2.594c-1.0
56, 0.5 83-2.331,0.743-3.501,0.463\n";
ptr +="c-1.417-0.323-2.659-1.314-3.3-2.617C0.014,18.26-0.115,17.104,0.1,16.022c 0.2
96-1.443, 1.274-2.717,2.58-3.394\n";
ptr +="c0.013-3.44,0-6.881,0.007-10.322C2.674,1.634,2.974,0.955,3.498,0.53z\"/>\n";
ptr +="</svg>\n";
ptr +="</div>\n";
////////////////// Show Tmp2 /////////////////
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  //ptr +="<div class=\"side-by-side humidity-text\">Humidity</div>\n";

  /////// New ///////
  //if(Humiditystat>=30.0){ ptr +=".temperature-icon{background-color: #ff0000;width: 30p x;height: 30px;border-radius: 50%;line-height: 40px;}\n"; }
  //else{ ptr +=".temperature-icon{background-color:#f39c12;width:30px;height:30 px; bord er-radius: 50%;line-height: 40px;}\n"; }

  //ptr  +=".temperature-text{font-weight: 600;padding-left: 15px;font-size: 19px;width: 160 px;text-align: left;}\n";

  //if(Humiditystat>=30.0){ ptr +=".temperature{font-weight: 300;font-size: 60px;color: #ff0000;}\n"; }
  //else{ ptr +=".temperature{font-weight: 300;font-size: 60px;color: #f39c12;}\n"; }
  ///////////////// Show Tmp2 /////////////////
  //ptr +="<div class=\"side-by-side humidity-text\">Temperature2</div>\n";
  //ptr +="<div class=\"side-by-side humidity\">";
  ptr +="<div class=\"side-by-side temperature-text\">Temperature 2</div>\n";
  //ptr +="<div class=\"side-by-side temperature\">";
  ptr +="<div class=\"side-by-side temperature2\">";
  //ptr +=(int)Humiditystat;
  ptr += String(Humiditystat,1)+" ";
  //ptr +="<span class=\"superscript\">%</span></div>\n";
  ptr +="<span class=\"superscript\">°C</span></div>\n";
  ptr +="</div>\n";

  ///////////////// Pressure1 Icon //////////////////////
  ptr +="<div class=\"data\">\n";
  ptr +="<div class=\"side-by-side humidity-icon\">\n";
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  ptr +="<svg version=\"1.1\" id=\"Layer_2\" xmlns=\"http://www.w3.org/2000/svg\"
xmlns : xlink= \ "http://www.w3.org/1999/xlink\" x=\"0px\" y=\"0px\"\n\"; width= \"12
px\" height=\"17.955px\" viewBox=\"0 0 13 17.955\" enable-background=\"new 0 0 13
17.955\" xml:space=\"preserve\">\n";
  ptr +="<path fill=\"#FFFFFF\" d=\"M1.819,6.217C3.139,4.064,6.5,0,6.5 ,0s3.363,4.064,
4.681, 6.217 c1.793,2.926,2.133,5.05,1.571,7.057\n";
  ptr +="c-0.438,1.574-2.264,4.681-6.252,4.681c-3.988,0-5.813-3.107-6.252-4.681C-0.31
3,11.267, 0.026,9.143,1.819,6.217\"></path>\n";
  ptr +="</svg>\n";
  ptr +="</div>\n";

  ///////////////// Show Pressure 1 ////////////////////
  ptr +="<div class=\"side-by-side temperature-text\">Pressure 1</div>\n";
  ptr +="<div class=\"side-by-side pressure\">";
  //ptr +=(int)TempCstat;
  ptr += String(pressure1,1)+" ";
  ptr +="<span class=\"superscript\">Bar</span></div>\n";
  ptr +="</div>\n";

  ///////////////// Pressure2 Icon ////////////////////
  ptr +="<div class=\"data\">\n";
  ptr +="<div class=\"side-by-side humidity-icon\">\n";
  ptr +="<svg version=\"1.1\" id=\"Layer_2\" xmlns=\"http://www.w3.org/2000/svg\" x
mlns:xlink=\"http://www.w3.org/1999/xlink\" x=\"0px\" y=\"0px\"\n\"; width=\"12px\"
height=\"17.955px\" viewBox=\"0 0 13 17.955\" enable-background=\"new 0 0 13 17 .9
55\" xml:space=\"preserve\">\n";
  ptr +="<path fill=\"#FFFFFF\" d=\"M1.819,6.217C3.139,4.064,6.5,0 ,6.5,0s3.363, 4.064
,4.681, 6.217c1.793,2.926,2.133,5.05,1.571,7.057\n";
  ptr +="c-0.438,1.574-2.264,4.681-6.252,4.681c-3.988,0-5.813-3.107-6.252-4.681C-0.31
3,11. 2 67,0.026,9.143,1.819,6.217\"></path>\n";
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    ptr +="</svg>\n";
    ptr +="</div>\n";

    ///////////////// Show Pressure 2 ////////////////////
    ptr +="<div class=\"side-by-side temperature-text\">Pressure 2</div>\n";
    ptr +="<div class=\"side-by-side pressure2\">";
    //ptr +=(int)TempCstat;
    ptr += String(pressure2,1)+" ";
    ptr +="<span class=\"superscript\">Bar</span></div>\n";
    ptr +="</div>\n";

  ptr +="</div>\n";
  ptr +="</body>\n";
  ptr +="</html>\n";
  return ptr;
}

void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
  Serial.begin(9600);
  pinMode(LED,OUTPUT);
  pinMode(Silen, OUTPUT);

  lcd.begin();
  // Start up the library
  //sensors.begin();
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("Connecting WiFi");
  lcd.setCursor(0,1);
  WiFi.begin(ssid, password); //เชื่อมต่อกับ AP
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Serial.println("Connect WIFI");
Serial.println(ssid);            // print text in Serial Monitor
while (WiFi.status() != WL_CONNECTED)  //รอการเชื่อมต่อ
 {
    delay(500);
    Serial.print(".");
    lcd.print(".");
 }
 IPAddress local_ip = {192,168,1,179};    //ตั้งค่า IP
 IPAddress gateway={192,168,1,1};         //ตั้งค่า IP Gateway
 IPAddress subnet={255,255,255,0};        //ตั้งค่า Subnet
 WiFi.config(local_ip,gateway,subnet);    //setค่าไปยังโมดูล

 Serial.println("");
 Serial.println("WiFi connected");
 Serial.println("IP address: ");
 Serial.println(WiFi.localIP());      //แสดงหมายเลข IP

 lcd.setCursor(0,1);
 lcd.print("IP:");
 lcd.print(WiFi.localIP());

 server.on("/", handle_OnConnect);
 server.onNotFound(handle_NotFound);

 server.begin();
 Serial.println("HTTP server started");
 delay(1000);
 lcd.clear();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
}

void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
    server.handleClient();

    if(timedel<1000){timedel++;}
    else
    {
      timedel = 0;
      ReadJoy();
      prssure1 = (adcvalue0*0.1);
      prssure2 = (adcvalue3*0.1);

      //temperature1 = thermocouple.readThermocouple(CELSIUS);
      temperature = thermocouple.readCelsius();
      temperature1 = thermocouple2.readCelsius();
      /// Show LCD ///
      lcd.setCursor(0,0);
      //lcd.print(String(monthday)+"/"+String(month)+"/"+String(year)+"  "+String (hour)+"
:"+  String(minute)+":"+String(second)+"  ");
      lcd.print("P1:"+String(prssure1,1)+" P2:"+String(prssure2,1)+"bar ");
      lcd.setCursor(0,1);
      lcd.print("T1:"+String(temperature1,1)+" T2:"+String(temperature,1)+"*C ");
      /////// Alert ////////
      if((temperature<Mintmp)||(temperature>Maxtmp))
      {
        flagAlerttmp1=true;
        if(tmeAlertTmp1<20){tmeAlertTmp1++;}
        else
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  {
    tmeAlertTmp1 = 0;
    ////// Line Notifi //////
    Line_Notify(LINE_TOKEN,"Alert Temp1:"+String(temperature,1));
    //////
  }
}
else{ flagAlerttmp1=false; tmeAlertTmp1 = 0; }
if((temperature1<Mintmp)||(temperature1>Maxtmp))
{
  flagAlerttmp2=true;
  if(tmeAlertTmp2<20){tmeAlertTmp2++;}
  else
  {
    tmeAlertTmp2 = 0;
    ////// Line Notifi //////
     Line_Notify(LINE_TOKEN,"Alert Temp2:"+String(temperature1,1));
    //////
  }
}
else{ flagAlerttmp2=false; tmeAlertTmp2 = 0; }

if((prssure1<Minplss)||(prssure1>Maxplss))
{
  flagAlertplss1=true;
  if(tmeAlertPlss1<20){ tmeAlertPlss1++;}
  else
  {
    tmeAlertPlss1=0;
    ////// Line Notifi //////
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        Line_Notify(LINE_TOKEN,"Alert Plessur1:"+String(prssure1,1));
        //////
      }
    }
    else{ flagAlertplss1=false; tmeAlertPlss1=0; }

    if((prssure2<Minplss)||(Minplss>Maxplss))
    {
      flagAlertplss2=true;
      if(tmeAlertPlss2<20){ tmeAlertPlss2++; }
      else
      {
        tmeAlertPlss2 = 0;
        ////// Line Notifi //////
        Line_Notify(LINE_TOKEN,"Alert Plessur2:"+String(prssure2,1));
        //////
      }
    }
    else{ flagAlertplss2=false; tmeAlertPlss2 = 0; }
    /////// Line Nortifi ////////
    /////// Siln Alert //////////
    if(flagAlerttmp1||flagAlerttmp2||flagAlertplss1||flagAlertplss2){
digitalWrite(Silen,HIGH); }
    else{ digitalWrite(Silen,LOW);}
    ///////
    Serial.println(temperature1, 1);
    Serial.println(temperature, 1);
   }
  delay(1);
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
คู่มือการใช้งานเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้งานเครื่องเลี้ยงลูกปูม้า

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

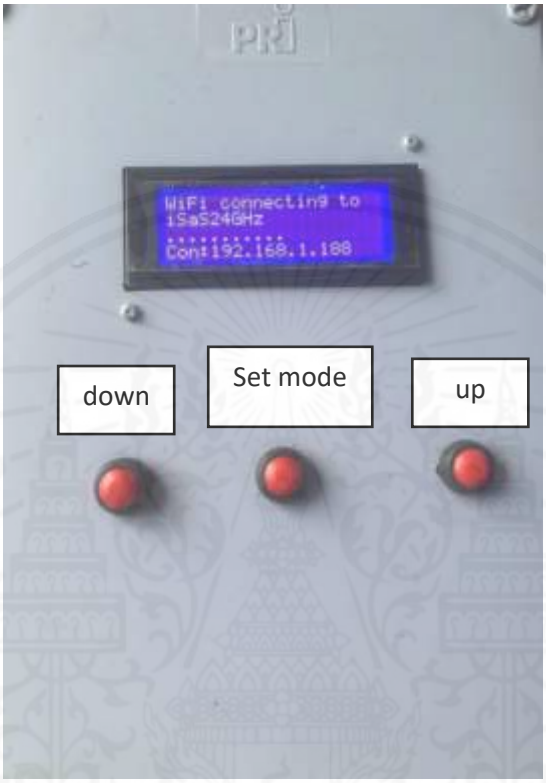
ปีการศึกษา 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องเลี้ยงลูกปูม้า

1. เสียบปลั๊กตู้คอนโทรล

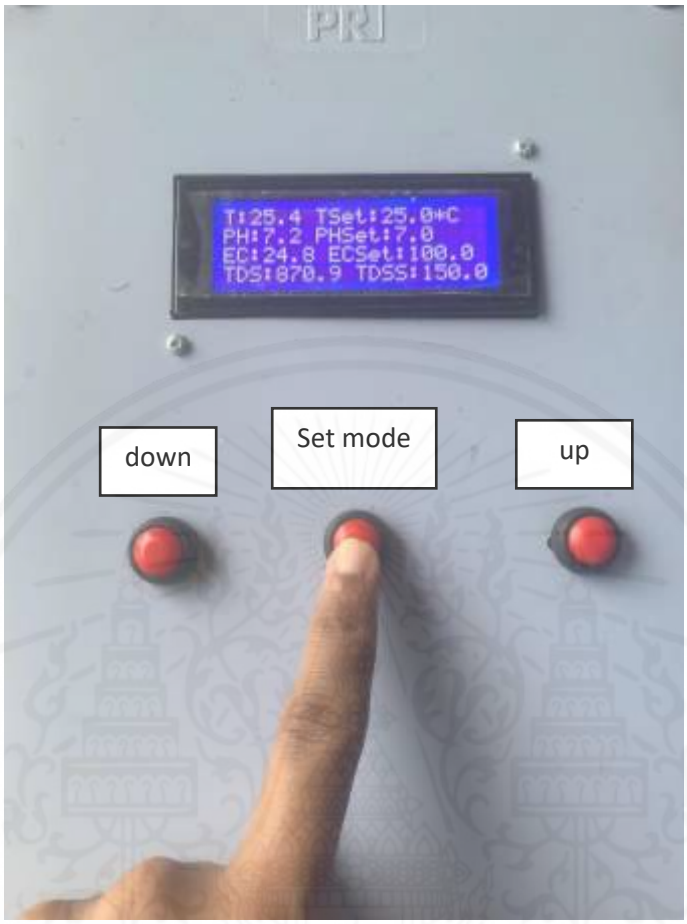
2. เครื่องทำงานแสดงผลขึ้นหน้าจอแสดงผล ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 แสดงชื่อไวไฟและไอพีแอดเดรส

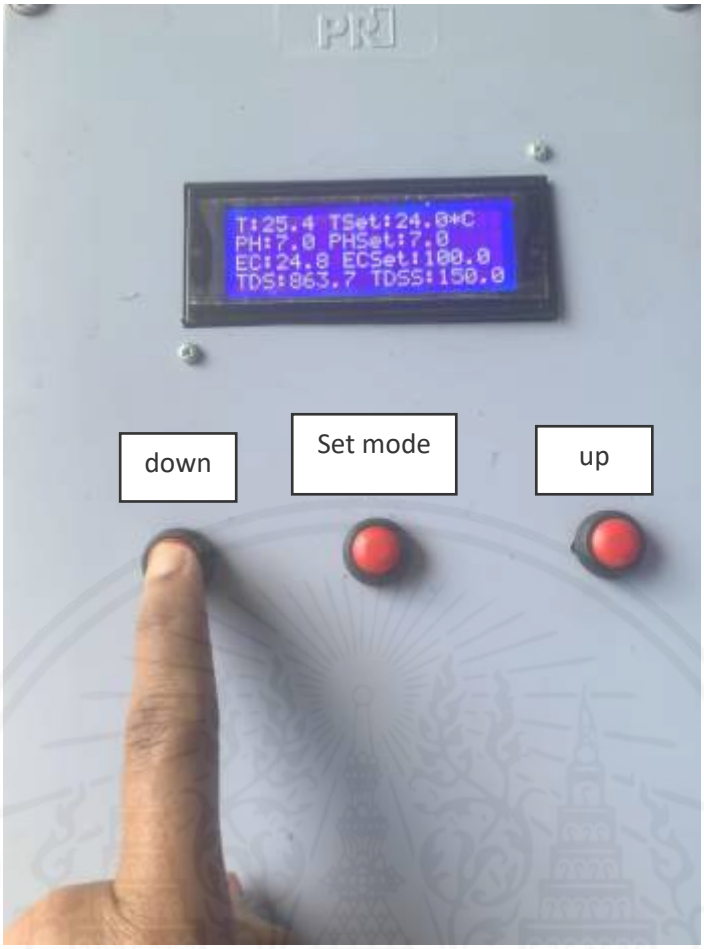
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เลือกปุ่มเซ็ตค่าเพิ่ม-ลดค่า ดังรูปที่ 2 3 และ4 ตามลำดับ



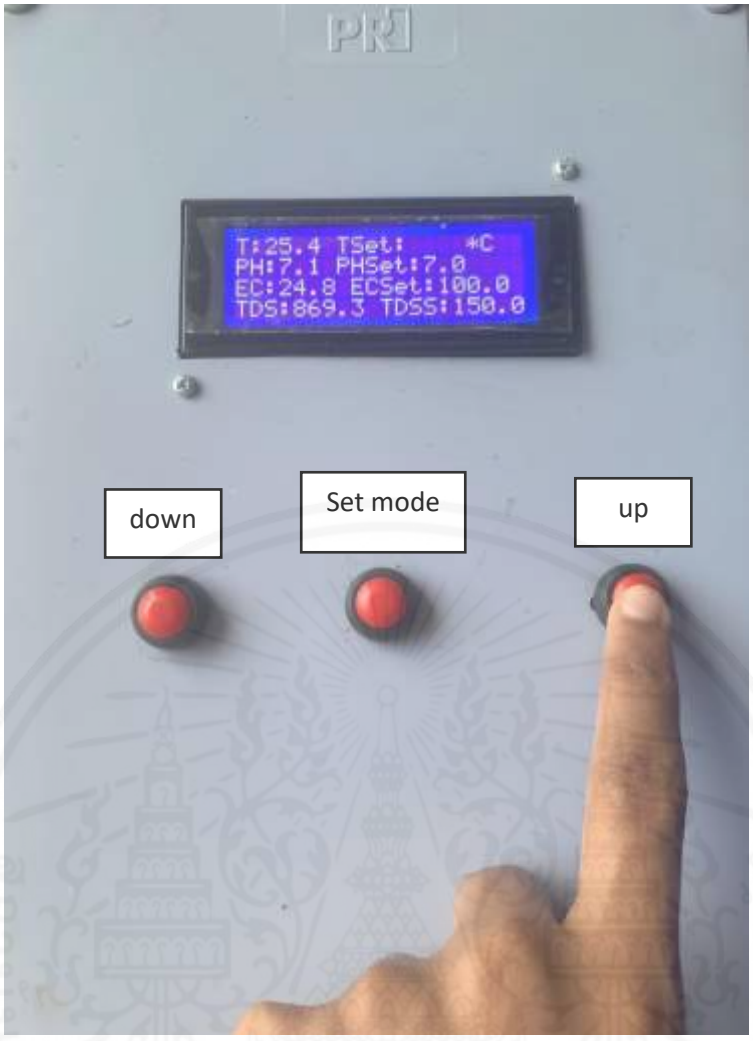
รูปที่ 2 ปุ่มเลือกโหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3 ปุ่มเพิ่มค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4 ปุ่มลดค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. เข้าดูค่าในเว็ปไซต์โดยการกรอกไอพีแอดเดรส 192.168.1.188 ในช่องค้นหาเว็บไซต์บนอินเตอร์เน็ต ดังรูปที่5

รูปที่ 5 กรอกไอพี แอดเดรส 192.168.1.188 ใน ช่องค้าหาของเว็บบราว์เซอร์

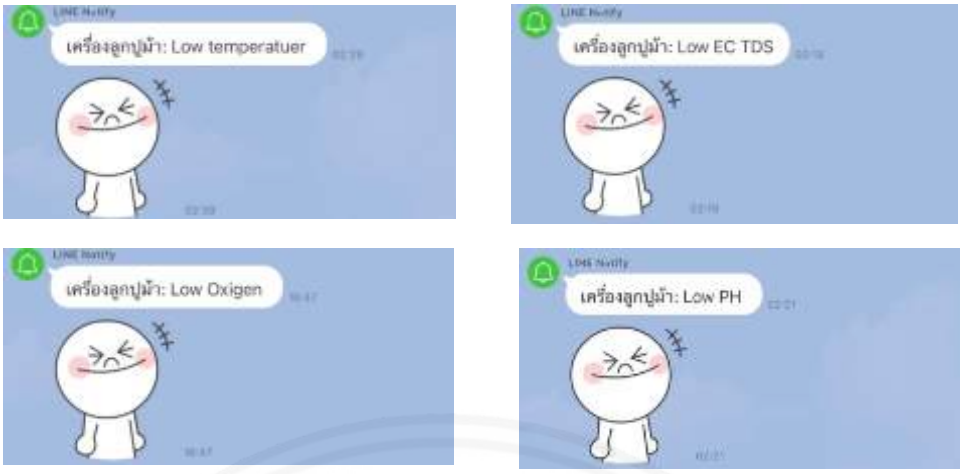
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ตัวอย่างการแสดงผลผ่านหน้าเว็ปไซต์ ดังรูปที่ 6

รูปที่ 6 เว็ปไซต์แสดงค่าต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ตัวอย่างการแจ้งเตือนผ่านไลน์ ดังรูปที่7



รูปที่ 7 ตัวอย่างการแจ้งเตือนผ่านไลน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

คู่มือการใช้งานอุปกรณ์ (Datasheet)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SONGLE RELAY

松乐继电器 ® SONGLE RELAY	RELAY ISO9002	SRD

1. MAIN FEATURES

- ☐ Switching capacity available by 10A in spite of small size design for highdensity P.C. board mounting technique.
- ☐ UL,CUL,TUV recognized.
- ☐ Selection of plastic material for high temperature and better chemical solution performance.
- ☐ Sealed types available.
- ☐ Simple relay magnetic circuit to meet low cost of mass production.

2. APPLICATIONS

☐ Domestic appliance, office machine, audio, equipment, automobile, etc.

(Remote control TV receiver, monitor display, audio equipment high rushing current use application.)

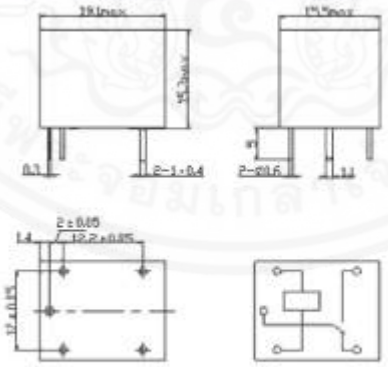
3. ORDERING INFORMATION

SRD	XX VDC	S	L	C
Model of relay	Nominal coil voltage	Structure	Coil	Contact form
SRD	03 05 06 09 12 24 48VDC	S:Sealed type	L:0.36W	A:1 form A
				B:1 form B
		F:Flux free type	D:0.45W	C:1 form C

4. RATING

CCC	FILE NUMBER:CQC03001003729	7A/240VDC
CCC	FILE NUMBER:CQC03001003731	10A/250VDC
UL /CUL	FILE NUMBER: E167996	10A/125VAC 28VDC
TUV	FILE NUMBER: R50056114	10A/250VAC 30VDC

5. DIMENSION(unit:mm) DRILLING(unit:mm) WIRING DIAGRAM



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. COIL DATA CHART (AT20 ° C)

Coil Sensitivity	Coil Voltage Code	Nominal Voltage (VDC)	Nominal Current (mA)	Coil Resistance (Ω) ☐ 10%	Power Consumption (W)	Pull-In Voltage (VDC)	Drop-Out Voltage (VDC)	Max-Allowable Voltage (VDC)
SRD (High Sensitivity)	03	03	120	25	abt. 0.36W	75%Max.	10% Min.	120%
	05	05	71.4	70				
	06	06	60	100				
	09	09	40	225				
	12	12	30	400				
	24	24	15	1600				
	48	48	7.5	6400				
SRD (Standard)	03	03	150	20	abt. 0.45W	75% Max.	10% Min.	110%
	05	05	89.3	55				
	06	06	75	80				
	09	09	50	180				
	12	12	37.5	320				
	24	24	18.7	1280				
	48	48	10	4500	abt. 0.51W			

7. CONTACT RATING

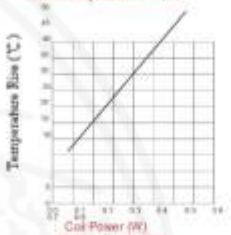
Item \ Type	FORM C	SRD FORM A
Contact Capacity	7A 30VDC	10A 30VDC
Resistive Load (cos: =1)	10A 125VAC	10A 240VAC
Inductive Load (cos =0.4 L/R=7msec)	10A 250VAC	5A 120VAC 5A 28VDC
	3A 120VAC 3A 28VDC	
Max. Allowable Voltage	250VAC/110VDC	250VAC/110VDC
Max. Allowable Power Force	800VAC/240W	1200VA/300W
Contact Material	AgCdO	AgCdO

8. PERFORMANCE (at initial value)

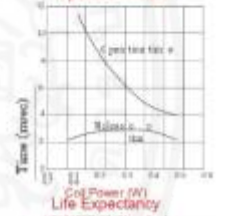
Item \ Type	SRD
Contact Resistance	100m Max.
Operation Time	10msec Max.
Release Time	5msec Max.
Dielectric Strength	
Between coil & contact	1500VAC 50/60HZ (1 minute)
Between contacts	1000VAC 50/60HZ (1 minute)
Insulation Resistance	100 M Min. (500VDC)
Max. ON/OFF Switching	
Mechanically	300 operation/min
Electrically	30 operation/min
Ambient Temperature	-25 C to +70 C
Operating Humidity	45 to 85% RH
Vibration	
Endurance	10 to 55Hz Double Amplitude 1.5mm
Error Operation	10 to 55Hz Double Amplitude 1.5mm
Shock	
Endurance	100G Min.
Error Operation	10G Min.
Life Expectancy	
Mechanically	10^7 operations. Min. (no load)
Electrically	10^5 operations. Min. (at rated coil voltage)
Weight	abt. 10grs.

9.REFERENCE DATA

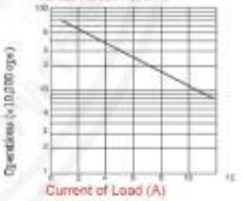
Coil Temperature Rise



Operation Time



Life Expectancy



Life Expectancy

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. Overview

ESP32-WROOM-32 (ESP-WROOM-32) is a powerful, generic Wi-Fi+BT+BLE MCU module that targets a wide variety of applications, ranging from low-power sensor networks to the most demanding tasks, such as voice encoding, music streaming and MP3 decoding.

At the core of this module is the ESP32-D0WDQ6 chip*. The chip embedded is designed to be scalable and adaptive. There are two CPU cores that can be individually controlled, and the clock frequency is adjustable from 80 MHz to 240 MHz. The user may also power off the CPU and make use of the low-power co-processor to constantly monitor the peripherals for changes or crossing of thresholds. ESP32 integrates a rich set of peripherals, ranging from capacitive touch sensors, Hall sensors, SD card interface, Ethernet, high-speed SPI, UART, I2S and I2C.

Note:
* For details on the part number of the ESP32 series, please refer to the document ESP32 Datasheet.

The integration of Bluetooth, Bluetooth LE and Wi-Fi ensures that a wide range of applications can be targeted, and that the module is future proof: using Wi-Fi allows a large physical range and direct connection to the internet through a Wi-Fi router, while using Bluetooth allows the user to conveniently connect to the phone or broadcast low energy beacons for its detection. The sleep current of the ESP32 chip is less than 5 μA, making it suitable for battery powered and wearable electronics applications. ESP32 supports a data rate of up to 150 Mbps, and 20.5 dBm output power at the antenna to ensure the widest physical range. As such the chip does offer industry-leading specifications and the best performance for electronic integration, range, power consumption, and connectivity.

The operating system chosen for ESP32 is freeRTOS with LwIP; TLS 1.2 with hardware acceleration is built in as well. Secure (encrypted) over the air (OTA) upgrade is also supported, so that developers can continually upgrade their products even after their release.

Table 1 provides the specifications of ESP32-WROOM-32 (ESP-WROOM-32).

Table 1: ESP32-WROOM-32 (ESP-WROOM-32) Specifications

Categories	Items	Specifications
Certification	RF certification	FCC/CE/IC/TELEC/KCC/SRRC/NCC
	Wi-Fi certification	Wi-Fi Alliance
	Bluetooth certification	BQB
	Green certification	RoHS/REACH
Wi-Fi	Protocols	802.11 b/g/n (802.11n up to 150 Mbps)
		A-MPDU and A-MSDU aggregation and 0.4 μs guard interval support
	Frequency range	2.4 GHz ~ 2.5 GHz
Bluetooth	Protocols	Bluetooth v4.2 BR/EDR and BLE specification
	Radio	NZIF receiver with -97 dBm sensitivity
		Class-1, class-2 and class-3 transmitter
		AFH
	Audio	CVSD and SBC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Categories	Items	Specifications
Hardware	Module interface	SD card, UART, SPI, SDIO, I2C, LED PWM, Motor PWM, I2S, IR
		GPIO, capacitive touch sensor, ADC, DAC
	On-chip sensor	Hall sensor, temperature sensor
	On-board clock	40 MHz crystal
	Operating voltage/Power supply	2.7 ~ 3.6V
	Operating current	Average: 80 mA
	Minimum current delivered by power supply	500 mA
	Operating temperature range	-40°C ~ +85°C
	Ambient temperature range	Normal temperature
	Package size	18±0.2 mm x 25.5±0.2 mm x 3.1±0.15 mm
Software	Wi-Fi mode	Station/SoftAP/SoftAP+Station/P2P
	Wi-Fi Security	WPA/WPA2/WPA2-Enterprise/WPS
	Encryption	AES/RSA/ECC/SHA
	Firmware upgrade	UART Download / OTA (download and write firmware via network or host)
	Software development	Supports Cloud Server Development / SDK for custom firmware development
	Network protocols	IPv4, IPv6, SSL, TCP/UDP/HTTP/FTP/MQTT
	User configuration	AT instruction set, cloud server, Android/iOS app

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Pin Definitions

2.1 Pin Layout

Figure 1: ESP32-WROOM-32 (ESP-WROOM-32) Pin layout

2.2 Pin Description

ESP32-WROOM-32 (ESP-WROOM-32) has 38 pins. See pin definitions in Table 2.

Table 2: Pin Definitions

Name	No.	Type	Function
GND	1	P	Ground
3V3	2	P	Power supply.
EN	3	I	Chip-enable signal. Active high.
SENSOR_VP	4	I	GPIO36, SENSOR_VP, ADC_H, ADC1_CH0, RTC_GPIO0
SENSOR_VN	5	I	GPIO39, SENSOR_VN, ADC1_CH3, ADC_H, RTC_GPIO3
IO34	6	I	GPIO34, ADC1_CH6, RTC_GPIO4
IO35	7	I	GPIO35, ADC1_CH7, RTC_GPIO5
IO32	8	I/O	GPIO32, XTAL_32K_P (32.768 kHz crystal oscillator input), ADC1_CH4, TOUCH9, RTC_GPIO9
IO33	9	I/O	GPIO33, XTAL_32K_N (32.768 kHz crystal oscillator output), ADC1_CH5, TOUCH8, RTC_GPIO8
IO25	10	I/O	GPIO25, DAC_1, ADC2_CH8, RTC_GPIO6, EMAC_RXD0
IO26	11	I/O	GPIO26, DAC_2, ADC2_CH9, RTC_GPIO7, EMAC_RXD1
IO27	12	I/O	GPIO27, ADC2_CH7, TOUCH7, RTC_GPIO17, EMAC_RX_DV

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Name	No.	Type	Function
IO14	13	I/O	GPIO14, ADC2_CH6, TOUCH6, RTC_GPIO16, MTMS, HSPICLK, HS2_CLK, SD_CLK, EMAC_TXD2
IO12	14	I/O	GPIO12, ADC2_CH5, TOUCH5, RTC_GPIO15, MTDI, HSPIQ, HS2_DATA2, SD_DATA2, EMAC_TXD3
GND	15	P	Ground
IO13	16	I/O	GPIO13, ADC2_CH4, TOUCH4, RTC_GPIO14, MTCK, HSPID, HS2_DATA3, SD_DATA3, EMAC_RX_ER
SHD/SD2*	17	I/O	GPIO9, SD_DATA2, SPIHD, HS1_DATA2, U1RXD
SWP/SD3*	18	I/O	GPIO10, SD_DATA3, SPIWP, HS1_DATA3, U1TXD
SCS/CMD*	19	I/O	GPIO11, SD_CMD, SPICS0, HS1_CMD, U1RTS
SCK/CLK*	20	I/O	GPIO6, SD_CLK, SPICLK, HS1_CLK, U1CTS
SDO/SD0*	21	I/O	GPIO7, SD_DATA0, SPIQ, HS1_DATA0, U2RTS
SDI/SD1*	22	I/O	GPIO8, SD_DATA1, SPID, HS1_DATA1, U2CTS
IO15	23	I/O	GPIO15, ADC2_CH3, TOUCH3, MTDO, HSPICS0, RTC_GPIO13, HS2_CMD, SD_CMD, EMAC_RXD3
IO2	24	I/O	GPIO2, ADC2_CH2, TOUCH2, RTC_GPIO12, HSPIWP, HS2_DATA0, SD_DATA0
IO0	25	I/O	GPIO0, ADC2_CH1, TOUCH1, RTC_GPIO11, CLK_OUT1, EMAC_TX_CLK
IO4	26	I/O	GPIO4, ADC2_CH0, TOUCH0, RTC_GPIO10, HSPIHD, HS2_DATA1, SD_DATA1, EMAC_TX_ER
IO16	27	I/O	GPIO16, HS1_DATA4, U2RXD, EMAC_CLK_OUT
IO17	28	I/O	GPIO17, HS1_DATA5, U2TXD, EMAC_CLK_OUT_180
IO5	29	I/O	GPIO5, VSPICS0, HS1_DATA6, EMAC_RX_CLK
IO18	30	I/O	GPIO18, VSPICLK, HS1_DATA7
IO19	31	I/O	GPIO19, VSPIQ, U0CTS, EMAC_TXD0
NC	32	-	-
IO21	33	I/O	GPIO21, VSPIHD, EMAC_TX_EN
RXD0	34	I/O	GPIO3, U0RXD, CLK_OUT2
TXD0	35	I/O	GPIO1, U0TXD, CLK_OUT3, EMAC_RXD2
IO22	36	I/O	GPIO22, VSPIWP, U0RTS, EMAC_TXD1
IO23	37	I/O	GPIO23, VSPID, HS1_STROBE
GND	38	P	Ground

Note:

* Pins SCK/CLK, SDO/SD0, SDI/SD1, SHD/SD2, SWP/SD3 and SCS/CMD, namely, GPIO6 to GPIO11 are connected to the integrated SPI flash integrated on ESP32-WROOM-32 (ESP-WROOM-32) and are not recommended for other uses.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 Strapping Pins

ESP32 has five strapping pins, which can be seen in Chapter 6 Schematics:

- MTDI
- GPIO0
- GPIO2
- MTDO
- GPIO5

Software can read the value of these five bits from the register "GPIO_STRAPPING".

During the chip's system reset (power-on reset, RTC watchdog reset and brownout reset), the latches of the strapping pins sample the voltage level as strapping bits of "0" or "1", and hold these bits until the chip is powered down or shut down. The strapping bits configure the device boot mode, the operating voltage of VDD_SDIO and other system initial settings.

Each strapping pin is connected with its internal pull-up/pull-down during the chip reset. Consequently, if a strapping pin is unconnected or the connected external circuit is high-impendence, the internal weak pull-up/pull-down will determine the default input level of the strapping pins.

To change the strapping bit values, users can apply the external pull-down/pull-up resistances, or apply the host MCU's GPIOs to control the voltage level of these pins when powering on ESP32.

After reset, the strapping pins work as the normal functions pins.

Refer to Table 3 for detailed boot modes' configuration by strapping pins.

Table 3: Strapping Pins

Voltage of Internal LDO (VDD_SDIO)					
Pin	Default	3.3V		1.8V	
MTDI	Pull-down	0		1	
Booting Mode					
Pin	Default	SPI Boot		Download Boot	
GPIO0	Pull-up	1		0	
GPIO2	Pull-down	Don't-care		0	
Debugging Log Printed on U0TXD During Booting?					
Pin	Default	U0TXD Toggling		U0TXD Silent	
MTDO	Pull-up	1		0	
Timing of SDIO Slave					
Pin	Default	Falling-edge Input Falling-edge Output	Falling-edge Input Rising-edge Output	Rising-edge Input Falling-edge Output	Rising-edge Input Rising-edge Output
MTDO	Pull-up	0	0	1	1
GPIO5	Pull-up	0	1	0	1

Note:
Firmware can configure register bits to change the settings of "Voltage of Internal LDO (VDD_SDIO)" and "Timing of SDIO Slave" after booting.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. Functional Description

This chapter describes the modules and functions integrated in ESP32-WROOM-32 (ESP-WROOM-32).

3.1 CPU and Internal Memory

ESP32-D0WDQ6 contains two low-power Xtensa® 32-bit LX6 microprocessors. The internal memory includes:

- 448 kB of ROM for booting and core functions.
- 520 kB (8 kB RTC FAST Memory included) of on-chip SRAM for data and instruction.
  - 8 kB of SRAM in RTC, which is called RTC FAST Memory and can be used for data storage; it is accessed by the main CPU during RTC Boot from the Deep-sleep mode.
- 8 kB of SRAM in RTC, which is called RTC SLOW Memory and can be accessed by the co-processor during the Deep-sleep mode.
- 1 kbit of eFuse, of which 320 bits are used for the system (MAC address and chip configuration) and the remaining 704 bits are reserved for customer applications, including Flash-Encryption and Chip-ID.

3.2 External Flash and SRAM

ESP32 supports up to four 16-MB of external QSPI flash and SRAM with hardware encryption based on AES to protect developers' programs and data.

ESP32 can access the external QSPI flash and SRAM through high-speed caches.

- Up to 16 MB of external flash are memory-mapped onto the CPU code space, supporting 8, 16 and 32-bit access. Code execution is supported.
- Up to 8 MB of external flash/SRAM are memory-mapped onto the CPU data space, supporting 8, 16 and 32-bit access. Data-read is supported on the flash and SRAM. Data-write is supported on the SRAM.

ESP32-WROOM-32 (ESP-WROOM-32) integrates 4 MB of external SPI flash. The 4-MB SPI flash can be memory-mapped onto the CPU code space, supporting 8, 16 and 32-bit access. Code execution is supported. The integrated SPI flash is connected to GPIO6, GPIO7, GPIO8, GPIO9, GPIO10 and GPIO11. These six pins cannot be used as regular GPIO.

3.3 Crystal Oscillators

The ESP32 Wi-Fi/BT firmware can only support 40 MHz crystal oscillator for now.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 RTC and Low-Power Management

With the use of advanced power management technologies, ESP32 can switch between different power modes.

- Power modes
  - Active mode: The chip radio is powered on. The chip can receive, transmit, or listen.
  - Modem-sleep mode: The CPU is operational and the clock is configurable. The Wi-Fi/Bluetooth baseband and radio are disabled.
  - Light-sleep mode: The CPU is paused. The RTC memory and RTC peripherals, as well as the ULP co-processor are running. Any wake-up events (MAC, host, RTC timer, or external interrupts) will wake up the chip.
  - Deep-sleep mode: Only the RTC memory and RTC peripherals are powered on. Wi-Fi and Bluetooth connection data are stored in the RTC memory. The ULP co-processor can work.
  - Hibernation mode: The internal 8-MHz oscillator and ULP co-processor are disabled. The RTC recovery memory is powered down. Only one RTC timer on the slow clock and some RTC GPIOs are active. The RTC timer or the RTC GPIOs can wake up the chip from the Hibernation mode.

The power consumption varies with different power modes/sleep patterns and work statuses of functional modules. Please see Table 4 for details.

Table 4: Power Consumption by Power Modes

Power mode	Description	Power consumption
Active (RF working)	Wi-Fi TX packet 14 dBm ~ 19.5 dBm	Please refer to ESP32 Datasheet.
	Wi-Fi / BT TX packet 0 dBm	
	Wi-Fi / BT RX and listening	
	Association sleep pattern (by Light-sleep)	1 mA ~ 4 mA @DTIM3
Modem-sleep	The CPU is powered on.	Max speed 240 MHz: 30 mA ~ 50 mA
		Normal speed 80 MHz: 20 mA ~ 25 mA
		Slow speed 2 MHz: 2 mA ~ 4 mA
Light-sleep	-	0.8 mA
Deep-sleep	The ULP co-processor is powered on.	150 μA
	ULP sensor-monitored pattern	100 μA @1% duty
	RTC timer + RTC memory	10 μA
Hibernation	RTC timer only	5 μA
Power off	CHIP_PU is set to low level, the chip is powered off	0.1 μA

Note:

- When Wi-Fi is enabled, the chip switches between Active and Modem-sleep mode. Therefore, power consumption changes accordingly.
- In Modem-sleep mode, the CPU frequency changes automatically. The frequency depends on the CPU load and the peripherals used.
- During Deep-sleep, when the ULP co-processor is powered on, peripherals such as GPIO and I2C are able to work.
- When the system works in the ULP sensor-monitored pattern, the ULP co-processor works with the ULP sensor periodically; ADC works with a duty cycle of 1%, so the power consumption is 100 μA.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. Peripherals and Sensors

Please refer to Section 4 Peripherals and Sensors in ESP32 Datasheet.

Note:
External connections can be made to any GPIO except for GPIOs in the range 6-11. These six GPIOs are connected to the module's integrated SPI flash. For details, please see Section 6 Schematics.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. Electrical Characteristics

Note:
The specifications in this chapter have been tested under the following general condition: VDD = 3.3V, T_A = 27°C, unless otherwise specified.

5.1 Absolute Maximum Ratings

Table 5: Absolute Maximum Ratings

Parameter	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
Power supply	VDD	2.7	3.3	3.6	V
Minimum current delivered by power supply	I_{VDD}	0.5	-	-	A
Input low voltage	V_{IL}	-0.3	-	0.25×V_{IO}[1]	V
Input high voltage	V_{IH}	0.75×V_{IO}[1]	-	V_{IO}[1]+0.3	V
Input leakage current	I_{IL}	-	-	50	nA
Input pin capacitance	C_{pad}	-	-	2	pF
Output low voltage	V_{OL}	-	-	0.1×V_{IO}[1]	V
Output high voltage	V_{OH}	0.8×V_{IO}[1]	-	-	V
Maximum output drive capability	I_{MAX}	-	-	40	mA
Storage temperature range	T_{STR}	-40	-	85	°C
Operating temperature range	T_{OPR}	-40	-	85	°C

1. V_{IO} is the power supply for a specific pad. More details can be found in the ESP32 Datasheet, Appendix IO_MUX. For example, the power supply for SD_CLK is the VDD_SDIO.

5.2 Wi-Fi Radio

Table 6: Wi-Fi Radio Characteristics

Description	Min	Typical	Max	Unit
Input frequency	2412	-	2484	MHz
Input reflection	-	-	-10	dB
Tx power				
Output power of PA for 72.2 Mbps	13	14	15	dBm
Output power of PA for 11b mode	19.5	20	20.5	dBm
Sensitivity				
DSSS, 1 Mbps	-	-98	-	dBm
CCK, 11 Mbps	-	-91	-	dBm
OFDM, 6 Mbps	-	-93	-	dBm
OFDM, 54 Mbps	-	-75	-	dBm
HT20, MCS0	-	-93	-	dBm
HT20, MCS7	-	-73	-	dBm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Description	Min	Typical	Max	Unit
HT40, MCS0	-	-90	-	dBm
HT40, MCS7	-	-70	-	dBm
MCS32	-	-89	-	dBm
Adjacent channel rejection				
OFDM, 6 Mbps	-	37	-	dB
OFDM, 54 Mbps	-	21	-	dB
HT20, MCS0	-	37	-	dB
HT20, MCS7	-	20	-	dB

5.3 BLE Radio

5.3.1 Receiver

Table 7: Receiver Characteristics — BLE

Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Unit
Sensitivity @30.8% PER	-	-	-97	-	dBm
Maximum received signal @30.8% PER	-	0	-	-	dBm
Co-channel C/I	-	-	+10	-	dB
Adjacent channel selectivity C/I	F = F0 + 1 MHz	-	-5	-	dB
	F = F0 - 1 MHz	-	-5	-	dB
	F = F0 + 2 MHz	-	-25	-	dB
	F = F0 - 2 MHz	-	-35	-	dB
	F = F0 + 3 MHz	-	-25	-	dB
	F = F0 - 3 MHz	-	-45	-	dB
Out-of-band blocking performance	30 MHz ~ 2000 MHz	-10	-	-	dBm
	2000 MHz ~ 2400 MHz	-27	-	-	dBm
	2500 MHz ~ 3000 MHz	-27	-	-	dBm
	3000 MHz ~ 12.5 GHz	-10	-	-	dBm
Intermodulation	-	-36	-	-	dBm

5.3.2 Transmitter

Table 8: Transmitter Characteristics — BLE

Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Unit
RF transmit power	-	-	0	-	dBm
Gain control step	-	-	±3	-	dBm
RF power control range	-	-12	-	+12	dBm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Unit
Adjacent channel transmit power	F = F0 + 1 MHz	-	-14.6	-	dBm
	F = F0 - 1 MHz	-	-12.7	-	dBm
	F = F0 + 2 MHz	-	-44.3	-	dBm
	F = F0 - 2 MHz	-	-38.7	-	dBm
	F = F0 + 3 MHz	-	-49.2	-	dBm
	F = F0 - 3 MHz	-	-44.7	-	dBm
	F = F0 + > 3 MHz	-	-50	-	dBm
	F = F0 - > 3 MHz	-	-50	-	dBm
$\Delta f1_{avg}$	-	-	-	265	kHz
$\Delta f2_{max}$	-	247	-	-	kHz
$\Delta f2_{avg}/\Delta f1_{avg}$	-	-	0.92	-	-
ICFT	-	-	-10	-	kHz
Drift rate	-	-	0.7	-	kHz/50 μs
Drift	-	-	2	-	kHz

5.4 Reflow Profile

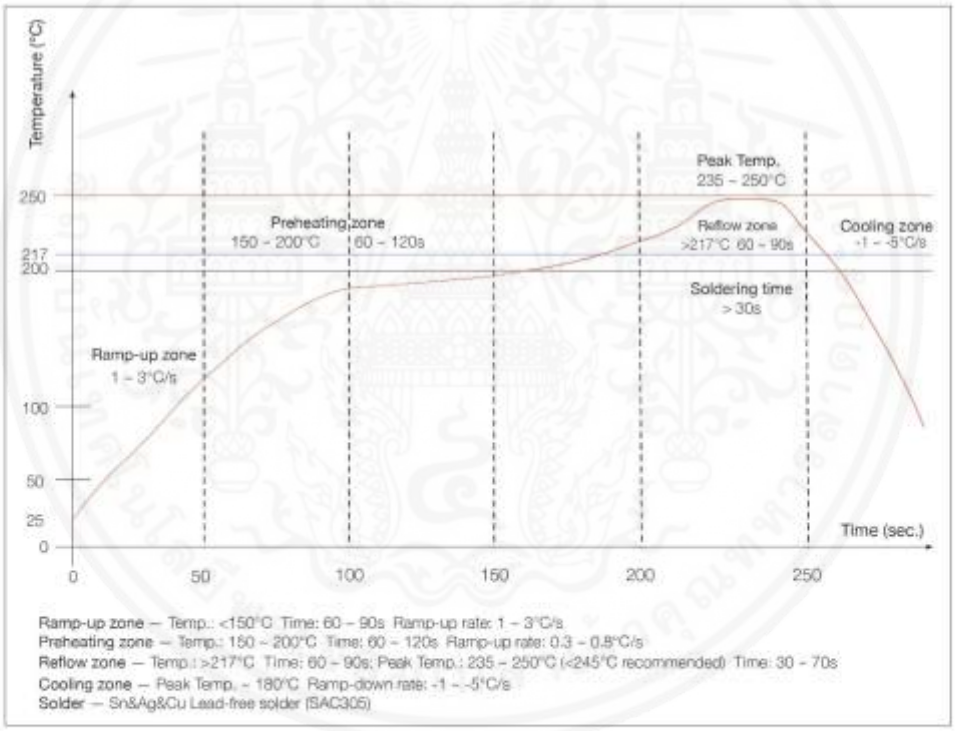


Figure 2: Reflow Profile

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. Schematics

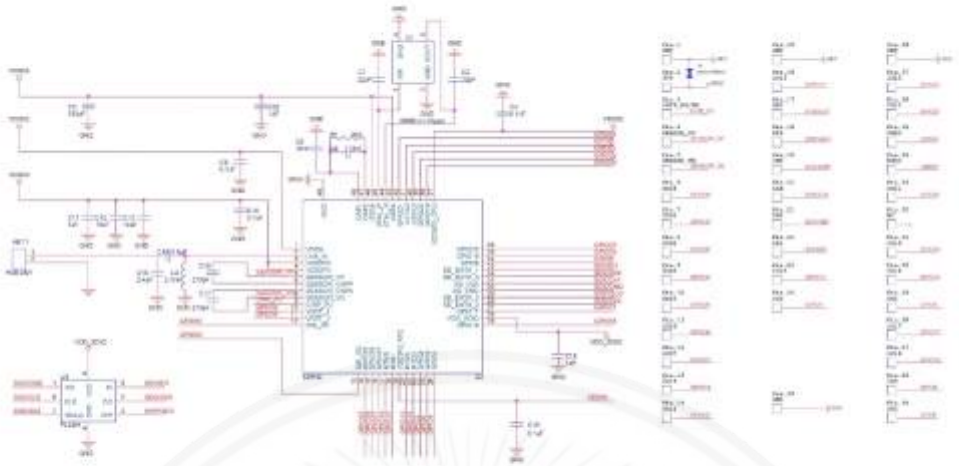
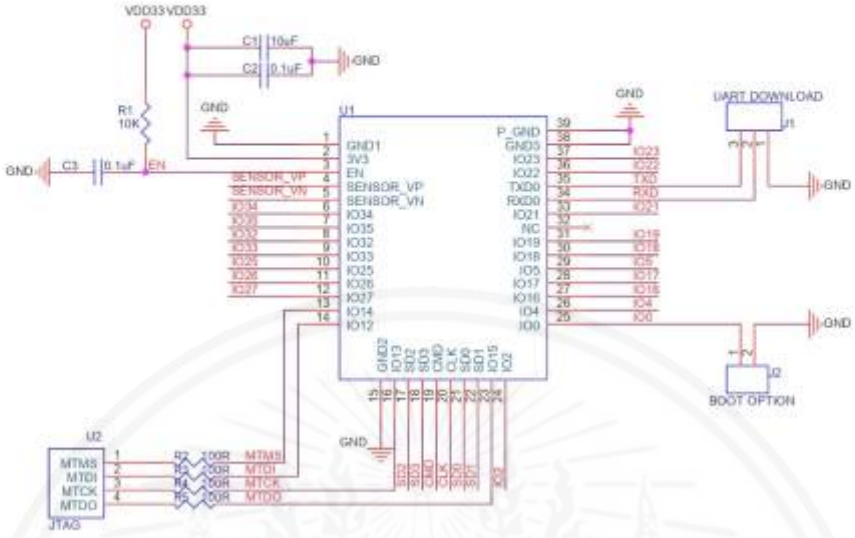


Figure 3: ESP32-WROOM-32 (ESP-WROOM-32) Schematics

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. Peripheral Schematics



MTDI should be kept at a low electric level when powering up the module.

Figure 4: ESP32-WROOM-32 (ESP-WROOM-32) Peripheral Schematics

Note:

Soldering Pad 39 to the Ground of the base board is not necessary for a satisfactory thermal performance. If users do want to solder it, they need to ensure that the correct quantity of soldering paste is applied.

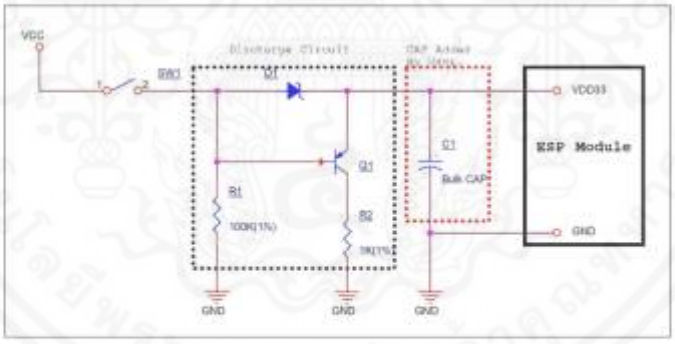


Figure 5: Discharge Circuit for VDD33 Rail

Note:

The discharge circuit can be applied in scenarios where ESP32 is powered on and off repeatedly by switching the power rails, and there is a large capacitor on the VDD33 rail. For details, please refer to Section **Power Scheme** in ESP32 Datasheet.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

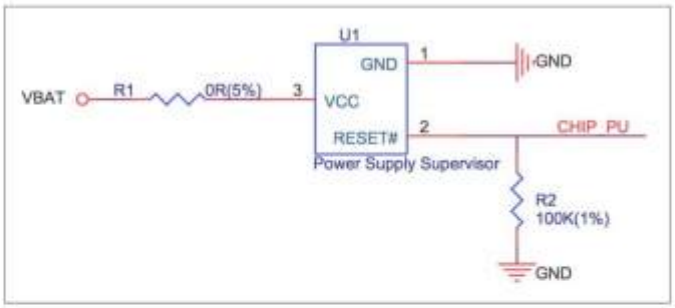


Figure 6: Reset Circuit

Note:
When battery is used as the power supply for ESP32 series of chips and modules, a supply voltage supervisor is recommended to avoid boot failure due to low voltage. Users are recommended to pull CHIP_PU low if the power supply for ESP32 is below 2.3V.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. Dimensions

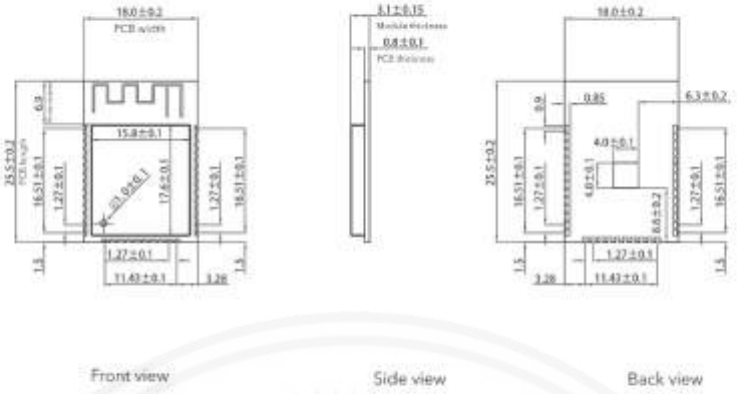


Figure 7: Dimensions of ESP32-WROOM-32 (ESP-WROOM-32)

Note:
All dimensions are in millimeters.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. Learning Resources

9.1 Must-Read Documents

The following link provides documents related to ESP32.

- ESP32 Datasheet
  This document provides an introduction to the specifications of the ESP32 hardware, including overview, pin definitions, functional description, peripheral interface, electrical characteristics, etc.
- ESP-IDF Programming Guide
  It hosts extensive documentation for ESP-IDF ranging from hardware guides to API reference.
- ESP32 Technical Reference Manual
  The manual provides detailed information on how to use the ESP32 memory and peripherals.
- ESP32 Hardware Resources
  The zip files include the schematics, PCB layout, Gerber and BOM list of ESP32 modules and development boards.
- ESP32 Hardware Design Guidelines
  The guidelines outline recommended design practices when developing standalone or add-on systems based on the ESP32 series of products, including ESP32, the ESP-WROOM-32 module, and ESP32-DevKitC—the development board.
- ESP32 AT Instruction Set and Examples
  This document introduces the ESP32 AT commands, explains how to use them, and provides examples of several common AT commands.
- Espressif Products Ordering Information

9.2 Must-Have Resources

Here are the ESP32-related must-have resources.

- ESP32 BBS
  This is an Engineer-to-Engineer (E2E) Community for ESP32 where you can post questions, share knowledge, explore ideas, and help solve problems with fellow engineers.
- ESP32 GitHub
  ESP32 development projects are freely distributed under Espressif's MIT license on GitHub. It is established to help developers get started with ESP32 and foster innovation and the growth of general knowledge about the hardware and software surrounding ESP32 devices.
- ESP32 Tools
  This is a webpage where users can download ESP32 Flash Download Tools and the zip file "ESP32 Certification and Test".
- ESP-IDF
  This webpage links users to the official IoT development framework for ESP32.
- ESP32 Resources
  This webpage provides the links to all available ESP32 documents, SDK and tools.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Revision History

Date	Version	Release notes
2018.03	V2.4	Updated Table 1 in Chapter 1.
2018.01	V2.3	Deleted information on LNA pre-amplifier; Updated section 3.4 RTC and Low-Power Management; Added reset circuit in Chapter 7 and a note to it.
2017.10	V2.2	Updated the description of the chip's system reset in Section 2.3 Strapping Pins; Deleted "Association sleep pattern" in Table 4 and added notes to Active sleep and Modem-sleep; Updated the note to Figure 4 Peripheral Schematics; Added discharge circuit for VDD33 rail in Chapter 7 and a note to it.
2017.09	V2.1	Updated operating voltage/power supply range updated to 2.7 ~ 3.6V; Updated Chapter 7.
2017.08	V2.0	Changed the sensitivity of NZIF receiver to -97 dBm in Table 1; Updated the dimensions of the module; Updated Table 4 Power Consumption by Power Modes, and added two notes to it; Updated Table 5, 6, 7, 8; Added Chapter 8; Added the link to certification download.
2017.06	V1.9	Added a note to Section 2.1 Pin Layout; Updated Section 3.3 Crystal Oscillators; Updated Figure 3 ESP-WROOM-32 Schematics; Added Documentation Change Notification.
2017.05	V1.8	Updated Figure 1 Top and Side View of ESP32-WROOM-32 (ESP-WROOM-32).
2017.04	V1.7	Added the module's dimensional tolerance; Changed the input impedance value of 50Ω in Table 6 Wi-Fi Radio Characteristics to output impedance value of 30+j10 Ω.
2017.04	V1.6	Added Figure 2 Reflow Profile.
2017.03	V1.5	Updated Section 2.2 Pin Description; Updated Section 3.2 External Flash and SRAM; Updated Section 4 Peripherals and Sensors Description.
2017.03	V1.4	Updated Chapter 1 Preface; Updated Chapter 2 Pin Definitions; Updated Chapter 3 Functional Description; Updated Table Recommended Operating Conditions; Updated Table 6 Wi-Fi Radio Characteristics; Updated Section 5.4 Reflow Profile; Added Chapter 9 Learning Resources.
2016.12	V1.3	Updated Section 2.1 Pin Layout.
2016.11	V1.2	Added Figure 7 Peripheral Schematics.
2016.11	V1.1	Updated Chapter 6 Schematics.
2016.08	V1.0	First release.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DALLAS SEMICONDUCTOR MAXIM

DS18B20-PAR
1-Wire Parasite-Power Digital Thermometer

www.maxim-ic.com

FEATURES

- Unique 1-Wire® interface requires only one port pin for communication
- Derives power from data line ("parasite power")—does not need a local power supply
- Multi-drop capability simplifies distributed temperature sensing applications
- Requires no external components
- ±0.5°C accuracy from –10°C to +85°C
- Measures temperatures from –55°C to +100°C (–67°F to +212°F)
- Thermometer resolution is user-selectable from 9 to 12 bits
- Converts temperature to 12-bit digital word in 750 ms (max.)
- User–definable non-volatile temperature alarm settings
- Alarm search command identifies and addresses devices whose temperature is outside of programmed limits (temperature alarm condition)
- Software compatible with the DS1822-PAR
- Ideal for use in remote sensing applications (e.g., temperature probes) that do not have a local power source

PIN ASSIGNMENT

TO-92
(DS18B20-PAR)

PIN DESCRIPTION

GND - Ground
DQ - Data In/Out
NC - No Connect

DESCRIPTION

The DS18B20-PAR digital thermometer provides 9 to 12–bit centigrade temperature measurements and has an alarm function with nonvolatile user-programmable upper and lower trigger points. The DS18B20-PAR does not need an external power supply because it derives power directly from the data line ("parasite power"). The DS18B20-PAR communicates over a 1-Wire bus, which by definition requires only one data line (and ground) for communication with a central microprocessor. It has an operating temperature range of –55°C to +100°C and is accurate to ±0.5°C over a range of –10°C to +85°C.

Each DS18B20-PAR has a unique 64-bit identification code, which allows multiple DS18B20-PARs to function on the same 1–wire bus; thus, it is simple to use one microprocessor to control many DS18B20-PARs distributed over a large area. Applications that can benefit from this feature include HVAC environmental controls, temperature monitoring systems inside buildings, equipment or machinery, and process monitoring and control systems.

1-Wire is a registered trademark of Dallas Semiconductor.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DETAILED PIN DESCRIPTIONS Table 1

PIN	SYMBOL	DESCRIPTION
1	GND	**Ground.**
2	DQ	**Data Input/Output pin.** Open-drain 1-Wire interface pin. Also provides power to the device when used in parasite power mode (see "Parasite Power" section.)
3	NC	**No Connect.** Doesn't connect to internal circuit.

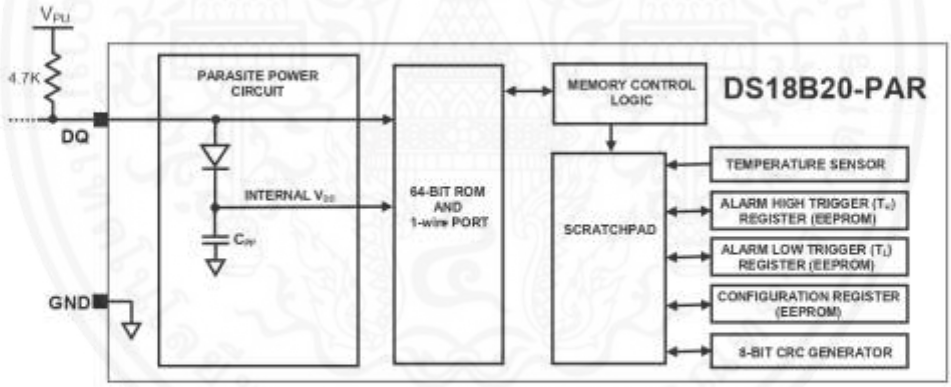
OVERVIEW

The DS18B20-PAR uses Dallas' exclusive 1-Wire bus protocol that implements bus communication using one control signal. The control line requires a weak pullup resistor since all devices are linked to the bus via a 3-state or open-drain port (the DQ pin in the case of the DS18B20-PAR). In this bus system, the microprocessor (the master device) identifies and addresses devices on the bus using each device's unique 64-bit code. Because each device has a unique code, the number of devices that can be addressed on one bus is virtually unlimited. The 1-Wire bus protocol, including detailed explanations of the commands and "time slots," is covered in the 1-WIRE BUS SYSTEM section of this datasheet.

An important feature of the DS18B20-PAR is its ability to operate without an external power supply. Power is instead supplied through the 1-Wire pullup resistor via the DQ pin when the bus is high. The high bus signal also charges an internal capacitor (C_{PP}), which then supplies power to the device when the bus is low. This method of deriving power from the 1-Wire bus is referred to as "parasite power."

Figure 1 shows a block diagram of the DS18B20-PAR, and pin descriptions are given in Table 1. The 64-bit ROM stores the device's unique serial code. The scratchpad memory contains the 2-byte temperature register that stores the digital output from the temperature sensor. In addition, the scratchpad provides access to the 1-byte upper and lower alarm trigger registers (T_H and T_L). The T_H and T_L registers are nonvolatile (EEPROM), so they will retain their data when the device is powered down.

DS18B20-PAR BLOCK DIAGRAM Figure 1



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

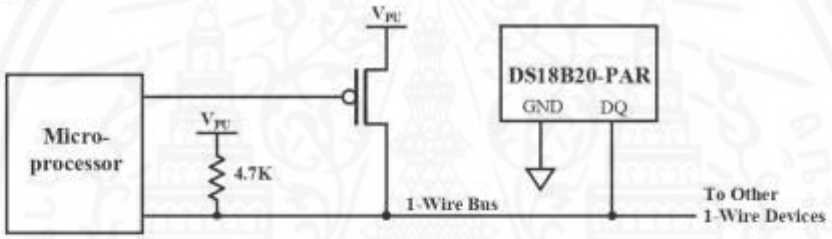
PARASITE POWER

The DS18B20-PAR's parasite power circuit allows the DS18B20-PAR to operate without a local external power supply. This ability is especially useful for applications that require remote temperature sensing or that are very space constrained. Figure 1 shows the DS18B20-PAR's parasite-power control circuitry, which "steals" power from the 1-Wire bus via the DQ pin when the bus is high. The stolen charge powers the DS18B20-PAR while the bus is high, and some of the charge is stored on the parasite power capacitor (C_{PP}) to provide power when the bus is low.

The 1-Wire bus and C_{PP} can provide sufficient parasite power to the DS18B20-PAR for most operations as long as the specified timing and voltage requirements are met (refer to the DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS and the AC ELECTRICAL CHARACTERISTICS sections of this data sheet). However, when the DS18B20-PAR is performing temperature conversions or copying data from the scratchpad memory to EEPROM, the operating current can be as high as 1.5 mA. This current can cause an unacceptable voltage drop across the weak 1-Wire pullup resistor and is more current than can be supplied by C_{PP}. To assure that the DS18B20-PAR has sufficient supply current, it is necessary to provide a strong pullup on the 1-Wire bus whenever temperature conversions are taking place or data is being copied from the scratchpad to EEPROM. This can be accomplished by using a MOSFET to pull the bus directly to the rail as shown in Figure 2. The 1-Wire bus must be switched to the strong pullup within 10 µs (max) after a Convert T [44h] or Copy Scratchpad [48h] command is issued, and the bus must be held high by the pullup for the duration of the conversion (t_{CONV}) or data transfer (t_{WT} = 10 ms). No other activity can take place on the 1-Wire bus while the pullup is enabled.

SUPPLYING THE DS18B20-PAR DURING TEMPERATURE CONVERSIONS

Figure 2



OPERATION – MEASURING TEMPERATURE

The core functionality of the DS18B20-PAR is its direct-to-digital temperature sensor. The resolution of the temperature sensor is user-configurable to 9, 10, 11, or 12 bits, which corresponds to increments of 0.5°C, 0.25°C, 0.125°C, and 0.0625°C, respectively. The default resolution at power-up is 12-bit.

The DS18B20-PAR powers-up in a low-power idle state; to initiate a temperature measurement and A-to-D conversion, the master must issue a Convert T [44h] command. Following the conversion, the resulting thermal data is stored in the 2-byte temperature register in the scratchpad memory and the DS18B20-PAR returns to its idle state. The DS18B20-PAR output data is calibrated in degrees centigrade; for Fahrenheit applications, a lookup table or conversion routine must be used. The temperature data is stored as a 16-bit sign-extended two's complement number in the temperature register (see Figure 3). The sign bits (S) indicate if the temperature is positive or negative: for positive numbers S = 0 and for negative numbers S = 1. If the DS18B20-PAR is configured for 12-bit resolution, all bits in the temperature register will contain valid data. For 11-bit resolution, bit 0 is undefined. For 10-bit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

resolution, bits 1 and 0 are undefined, and for 9-bit resolution bits 2, 1 and 0 are undefined. Table 2 gives examples of digital output data and the corresponding temperature reading for 12-bit resolution conversions.

TEMPERATURE REGISTER FORMAT Figure 3

	bit 7	bit 6	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0
LS Byte	2^3	2^2	2^1	2^0	2^{-1}	2^{-2}	2^{-3}	2^{-4}
	bit 15	**bit 14**	**bit 13**	**bit 12**	**bit 11**	**bit 10**	**bit 9**	**bit 8**
MS Byte	S	S	S	S	S	2^6	2^5	2^4

TEMPERATURE/DATA RELATIONSHIP Table 2

TEMPERATURE	DIGITAL OUTPUT (Binary)	DIGITAL OUTPUT (Hex)
+85°C*	0000 0101 0101 0000	0550h
+25.0625°C	0000 0001 1001 0001	0191h
+10.125°C	0000 0000 1010 0010	00A2h
+0.5°C	0000 0000 0000 1000	0008h
0°C	0000 0000 0000 0000	0000h
-0.5°C	1111 1111 1111 1000	FFF8h
-10.125°C	1111 1111 0101 1110	FF5Eh
-25.0625°C	1111 1110 0110 1111	FE6Fh
-55°C	1111 1100 1001 0000	FC90h

*The power-on reset value of the temperature register is +85°C

OPERATION – ALARM SIGNALING

After the DS18B20-PAR performs a temperature conversion, the temperature value is compared to the user-defined two's complement alarm trigger values stored in the 1-byte T_H and T_L registers (see Figure 4). The sign bit (S) indicates if the value is positive or negative: for positive numbers S = 0 and for negative numbers S = 1. The T_H and T_L registers are nonvolatile (EEPROM) so they will retain data when the device is powered down. T_H and T_L can be accessed through bytes 2 and 3 of the scratchpad as explained in the MEMORY section of this datasheet.

T_H AND T_L REGISTER FORMAT Figure 4

bit 7	bit 6	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0
S	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0

Only bits 11 through 4 of the temperature register are used in the T_H and T_L comparison since T_H and T_L are 8-bit registers. If the result of a temperature measurement is higher than or equal to T_H or lower than or equal to T_L, an alarm condition exists and an alarm flag is set inside the DS18B20-PAR. This flag is updated after every temperature measurement; therefore, if the alarm condition goes away, the flag will be turned off after the next temperature conversion.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The master device can check the alarm flag status of all DS DS18B20-PARs on the bus by issuing an Alarm Search [ECh] command. Any DS18B20-PARs with a set alarm flag will respond to the command, so the master can determine exactly which DS18B20-PARs have experienced an alarm condition. If an alarm condition exists and the T_H or T_L settings have changed, another temperature conversion should be done to validate the alarm condition.

64-BIT LASERED ROM CODE

Each DS18B20-PAR contains a unique 64–bit code (see Figure 5) stored in ROM. The least significant 8 bits of the ROM code contain the DS18B20-PAR's 1–wire family code: 28h. The next 48 bits contain a unique serial number. The most significant 8 bits contain a cyclic redundancy check (CRC) byte that is calculated from the first 56 bits of the ROM code. A detailed explanation of the CRC bits is provided in the CRC GENERATION section. The 64–bit ROM code and associated ROM function control logic allow the DS18B20-PAR to operate as a 1–wire device using the protocol detailed in the 1-WIRE BUS SYSTEM section of this datasheet.

64-BIT LASERED ROM CODE Figure 5

8-BIT CRC		48-BIT SERIAL NUMBER		8-BIT FAMILY CODE (28h)	
MSB	LSB	MSB	LSB	MSB	LSB

MEMORY

The DS18B20-PAR's memory is organized as shown in Figure 6. The memory consists of an SRAM scratchpad with nonvolatile EEPROM storage for the high and low alarm trigger registers (T_H and T_L) and configuration register. Note that if the DS18B20-PAR alarm function is not used, the T_H and T_L registers can serve as general-purpose memory. All memory commands are described in detail in the DS18B20-PAR FUNCTION COMMANDS section.

Byte 0 and byte 1 of the scratchpad contain the LSB and the MSB of the temperature register, respectively. These bytes are read-only. Bytes 2 and 3 provide access to T_H and T_L registers. Byte 4 contains the configuration register data, which is explained in detail in the CONFIGURATION REGISTER section of this datasheet. Bytes 5, 6 and 7 are reserved for internal use by the device and cannot be overwritten.

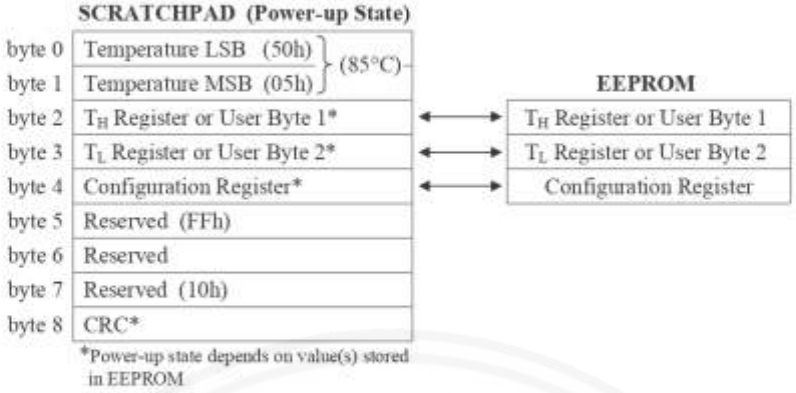
Byte 8 of the scratchpad is read-only and contains the cyclic redundancy check (CRC) code for bytes 0 through 7 of the scratchpad. The DS18B20-PAR generates this CRC using the method described in the CRC GENERATION section.

Data is written to bytes 2, 3, and 4 of the scratchpad using the Write Scratchpad [4Eh] command, and the data must be transmitted to the DS18B20-PAR starting with the least significant bit of byte 2. To verify data integrity, the scratchpad can be read (using the Read Scratchpad [BEh] command) after the data is written. When reading the scratchpad, data is transferred over the 1-Wire bus starting with the least significant bit of byte 0. To transfer the T_H, T_L and configuration data from the scratchpad to EEPROM, the master must issue the Copy Scratchpad [48h] command.

Data in the EEPROM registers is retained when the device is powered down; at power-up the EEPROM data is reloaded into the corresponding scratchpad locations. Data can also be reloaded from EEPROM to the scratchpad at any time using the Recall E^2 [B8h] command. The master can issue "read time slots" (see the 1-WIRE BUS SYSTEM section) following the Recall E^2 command and the DS18B20-PAR will indicate the status of the recall by transmitting 0 while the recall is in progress and 1 when the recall is done.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DS18B20-PAR MEMORY MAP Figure 6



CONFIGURATION REGISTER

Byte 4 of the scratchpad memory contains the configuration register, which is organized as illustrated in Figure 7. The user can set the conversion resolution of the DS18B20-PAR using the R0 and R1 bits in this register as shown in Table 3. The power-up default of these bits is R0 = 1 and R1 = 1 (12-bit resolution). Note that there is a direct tradeoff between resolution and conversion time. Bit 7 and bits 0-4 in the configuration register are reserved for internal use by the device and cannot be overwritten.

CONFIGURATION REGISTER Figure 7

bit 7	bit 6	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0
0	R1	R0	1	1	1	1	1

THERMOMETER RESOLUTION CONFIGURATION Table 3

R1	R0	Resolution	Max Conversion Time	
0	0	9-bit	93.75 ms	(t_{CONV}/8)
0	1	10-bit	187.5 ms	(t_{CONV}/4)
1	0	11-bit	375 ms	(t_{CONV}/2)
1	1	12-bit	750 ms	(t_{CONV})

CRC GENERATION

CRC bytes are provided as part of the DS18B20-PAR's 64-bit ROM code and in the 9th byte of the scratchpad memory. The ROM code CRC is calculated from the first 56 bits of the ROM code and is contained in the most significant byte of the ROM. The scratchpad CRC is calculated from the data stored in the scratchpad, and therefore it changes when the data in the scratchpad changes. The CRCs provide the bus master with a method of data validation when data is read from the DS18B20-PAR. To verify that data has been read correctly, the bus master must re-calculate the CRC from the received data

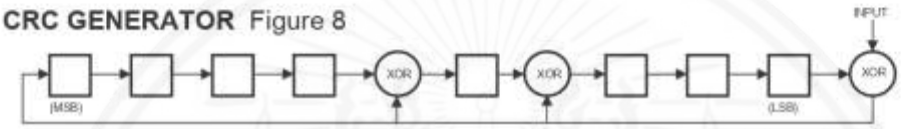
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

and then compare this value to either the ROM code CRC (for ROM reads) or to the scratchpad CRC (for scratchpad reads). If the calculated CRC matches the read CRC, the data has been received error free. The comparison of CRC values and the decision to continue with an operation are determined entirely by the bus master. There is no circuitry inside the DS18B20-PAR that prevents a command sequence from proceeding if the DS18B20-PAR CRC (ROM or scratchpad) does not match the value generated by the bus master.

The equivalent polynomial function of the CRC (ROM or scratchpad) is: $CRC = X^8 + X^5 + X^4 + 1$

The bus master can re-calculate the CRC and compare it to the CRC values from the DS18B20-PAR using the polynomial generator shown in Figure 8. This circuit consists of a shift register and XOR gates, and the shift register bits are initialized to 0. Starting with the least significant bit of the ROM code or the least significant bit of byte 0 in the scratchpad, one bit at a time should shifted into the shift register. After shifting in the 56th bit from the ROM or the most significant bit of byte 7 from the scratchpad, the polynomial generator will contain the re-calculated CRC. Next, the 8-bit ROM code or scratchpad CRC from the DS18B20-PAR must be shifted into the circuit. At this point, if the re-calculated CRC was correct, the shift register will contain all 0s. Additional information about the Dallas 1-Wire cyclic redundancy check is available in Application Note 27 entitled "Understanding and Using Cyclic Redundancy Checks with Dallas Semiconductor Touch Memory Products."

CRC GENERATOR Figure 8



1-WIRE BUS SYSTEM

The 1-Wire bus system uses a single bus master to control one or more slave devices. The DS18B20-PAR is always a slave. When there is only one slave on the bus, the system is referred to as a "single-drop" system; the system is "multi-drop" if there are multiple slaves on the bus.
All data and commands are transmitted least significant bit first over the 1-Wire bus.

The following discussion of the 1-Wire bus system is broken down into three topics: hardware configuration, transaction sequence, and 1-Wire signaling (signal types and timing).

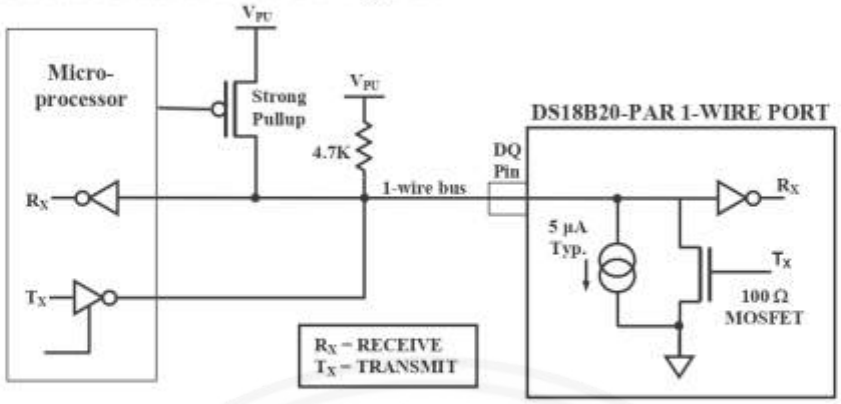
HARDWARE CONFIGURATION

The 1-Wire bus has by definition only a single data line. Each device (master or slave) interfaces to the data line via an open drain or 3–state port. This allows each device to "release" the data line when the device is not transmitting data so the bus is available for use by another device. The 1-Wire port of the DS18B20-PAR (the DQ pin) is open drain with an internal circuit equivalent to that shown in Figure 9.

The 1-Wire bus requires an external pullup resistor of approximately 5 kΩ; thus, the idle state for the 1-Wire bus is high. If for any reason a transaction needs to be suspended, the bus MUST be left in the idle state if the transaction is to resume. Infinite recovery time can occur between bits so long as the 1-Wire bus is in the inactive (high) state during the recovery period. If the bus is held low for more than 480 µs, all components on the bus will be reset. In addition, to assure that the DS18B20-PAR has sufficient supply current during temperature conversions, it is necessary to provide a strong pullup (such as a MOSFET) on the 1-Wire bus whenever temperature conversions or EEPROM writes are taking place (as described in the PARASITE POWER section).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

HARDWARE CONFIGURATION Figure 9



TRANSACTION SEQUENCE

The transaction sequence for accessing the DS18B20-PAR is as follows:

Step 1. Initialization

Step 2. ROM Command (followed by any required data exchange)

Step 3. DS18B20-PAR Function Command (followed by any required data exchange)

It is very important to follow this sequence every time the DS18B20-PAR is accessed, as the DS18B20-PAR will not respond if any steps in the sequence are missing or out of order. Exceptions to this rule are the Search ROM [F0h] and Alarm Search [ECh] commands. After issuing either of these ROM commands, the master must return to Step 1 in the sequence.

INITIALIZATION

All transactions on the 1-Wire bus begin with an initialization sequence. The initialization sequence consists of a reset pulse transmitted by the bus master followed by presence pulse(s) transmitted by the slave(s). The presence pulse lets the bus master know that slave devices (such as the DS18B20-PAR) are on the bus and are ready to operate. Timing for the reset and presence pulses is detailed in the 1-WIRE SIGNALING section.

ROM COMMANDS

After the bus master has detected a presence pulse, it can issue a ROM command. These commands operate on the unique 64–bit ROM codes of each slave device and allow the master to single out a specific device if many are present on the 1-Wire bus. These commands also allow the master to determine how many and what types of devices are present on the bus or if any device has experienced an alarm condition. There are five ROM commands, and each command is 8 bits long. The master device must issue an appropriate ROM command before issuing a DS18B20-PAR function command. A flowchart for operation of the ROM commands is shown in Figure 10.

SEARCH ROM [F0h]

When a system is initially powered up, the master must identify the ROM codes of all slave devices on the bus, which allows the master to determine the number of slaves and their device types. The master learns the ROM codes through a process of elimination that requires the master to perform a Search ROM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

cycle (i.e., Search ROM command followed by data exchange) as many times as necessary to identify all of the slave devices. If there is only one slave on the bus, the simpler Read ROM command (see below) can be used in place of the Search ROM process. For a detailed explanation of the Search ROM procedure, refer to the iButton® Book of Standards at www.ibutton.com/ibuttons/standard.pdf. After every Search ROM cycle, the bus master must return to Step 1 (Initialization) in the transaction sequence.

READ ROM [33h]

This command can only be used when there is one slave on the bus. It allows the bus master to read the slave's 64-bit ROM code without using the Search ROM procedure. If this command is used when there is more than one slave present on the bus, a data collision will occur when all the slaves attempt to respond at the same time.

MATCH ROM [55h]

The match ROM command followed by a 64–bit ROM code sequence allows the bus master to address a specific slave device on a multi-drop or single-drop bus. Only the slave that exactly matches the 64–bit ROM code sequence will respond to the function command issued by the master; all other slaves on the bus will wait for a reset pulse.

SKIP ROM [CCh]

The master can use this command to address all devices on the bus simultaneously without sending out any ROM code information. For example, the master can make all DS18B20-PARs on the bus perform simultaneous temperature conversions by issuing a Skip ROM command followed by a Convert T [44h] command. Note, however, that the Skip ROM command can only be followed by the Read Scratchpad [BEh] command when there is one slave on the bus. This sequence saves time by allowing the master to read from the device without sending its 64–bit ROM code. This sequence will cause a data collision on the bus if there is more than one slave since multiple devices will attempt to transmit data simultaneously.

ALARM SEARCH [ECh]

The operation of this command is identical to the operation of the Search ROM command except that only slaves with a set alarm flag will respond. This command allows the master device to determine if any DS18B20-PARs experienced an alarm condition during the most recent temperature conversion. After every Alarm Search cycle (i.e., Alarm Search command followed by data exchange), the bus master must return to Step 1 (Initialization) in the transaction sequence. Refer to the OPERATION – ALARM SIGNALING section for an explanation of alarm flag operation.

DS18B20-PAR FUNCTION COMMANDS

After the bus master has used a ROM command to address the DS18B20-PAR with which it wishes to communicate, the master can issue one of the DS18B20-PAR function commands. These commands allow the master to write to and read from the DS18B20-PAR's scratchpad memory, initiate temperature conversions and determine the power supply mode. The DS18B20-PAR function commands, which are described below, are summarized in Table 4 and illustrated by the flowchart in Figure 11.

CONVERT T [44h]

This command initiates a single temperature conversion. Following the conversion, the resulting thermal data is stored in the 2-byte temperature register in the scratchpad memory and the DS18B20-PAR returns to its low-power idle state. Within 10 µs (max) after this command is issued the master must enable a strong pullup on the 1-Wire bus for the duration of the conversion (t_{conv}) as described in the PARASITE POWER section.

WRITE SCRATCHPAD [4Eh]

This command allows the master to write 3 bytes of data to the DS18B20-PAR's scratchpad. The first data byte is written into the T_H register (byte 2 of the scratchpad), the second byte is written into the T_L register (byte 3), and the third byte is written into the configuration register (byte 4). Data must be

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

transmitted least significant bit first. All three bytes MUST be written before the master issues a reset, or the data may be corrupted.

READ SCRATCHPAD [BEh]

This command allows the master to read the contents of the scratchpad. The data transfer starts with the least significant bit of byte 0 and continues through the scratchpad until the 9th byte (byte 8 – CRC) is read. If only part of the scratchpad contents is required, the master may issue a reset to terminate reading at any time.

COPY SCRATCHPAD [48h]

This command copies the contents of the scratchpad T_H, T_L and configuration registers (bytes 2, 3 and 4) to EEPROM. Within 10 µs (max) after this command is issued the master must enable a strong pullup on the 1-Wire bus for at least 10 ms as described in the PARASITE POWER section.

RECALL E^2 [B8h]

This command recalls the alarm trigger values (T_H and T_L) and configuration data from EEPROM and places the data in bytes 2, 3, and 4, respectively, in the scratchpad memory. The master device can issue "read time slots" (see the 1-WIRE BUS SYSTEM section) following the Recall E^2 command and the DS18B20-PAR will indicate the status of the recall by transmitting 0 while the recall is in progress and 1 when the recall is done. The recall operation happens automatically at power-up, so valid data is available in the scratchpad as soon as power is applied to the device.

DS18B20-PAR Function Command Set Table 4

Command	Description	Protocol	1-Wire Bus Activity After Command is Issued	Notes
TEMPERATURE CONVERSION COMMANDS				
Convert T	Initiates temperature conversion.	44h	None	1
MEMORY COMMANDS				
Read Scratchpad	Reads the entire scratchpad including the CRC byte.	BEh	DS18B20-PAR transmits up to 9 data bytes to master.	2
Write Scratchpad	Writes data into scratchpad bytes 2, 3, and 4 (T_H, T_L, and configuration registers).	4Eh	Master transmits 3 data bytes to DS18B20-PAR.	3
Copy Scratchpad	Copies T_H, T_L, and configuration register data from the scratchpad to EEPROM.	48h	None	1
Recall E^2	Recalls T_H, T_L, and configuration register data from EEPROM to the scratchpad.	B8h	DS18B20-PAR transmits recall status to master.	

NOTES:

1. The master must enable a strong pullup on the 1-Wire bus during temperature conversions and copies from the scratchpad to EEPROM. No other bus activity may take place during this time.
2. The master can interrupt the transmission of data at any time by issuing a reset.
3. All three bytes must be written before a reset is issued.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

transmitted least significant bit first. All three bytes MUST be written before the master issues a reset, or the data may be corrupted.

READ SCRATCHPAD [BEh]

This command allows the master to read the contents of the scratchpad. The data transfer starts with the least significant bit of byte 0 and continues through the scratchpad until the 9th byte (byte 8 – CRC) is read. If only part of the scratchpad contents is required, the master may issue a reset to terminate reading at any time.

COPY SCRATCHPAD [48h]

This command copies the contents of the scratchpad T_H, T_L and configuration registers (bytes 2, 3 and 4) to EEPROM. Within 10 µs (max) after this command is issued the master must enable a strong pullup on the 1-Wire bus for at least 10 ms as described in the PARASITE POWER section.

RECALL E^2 [B8h]

This command recalls the alarm trigger values (T_H and T_L) and configuration data from EEPROM and places the data in bytes 2, 3, and 4, respectively, in the scratchpad memory. The master device can issue "read time slots" (see the 1-WIRE BUS SYSTEM section) following the Recall E^2 command and the DS18B20-PAR will indicate the status of the recall by transmitting 0 while the recall is in progress and 1 when the recall is done. The recall operation happens automatically at power-up, so valid data is available in the scratchpad as soon as power is applied to the device.

DS18B20-PAR Function Command Set Table 4

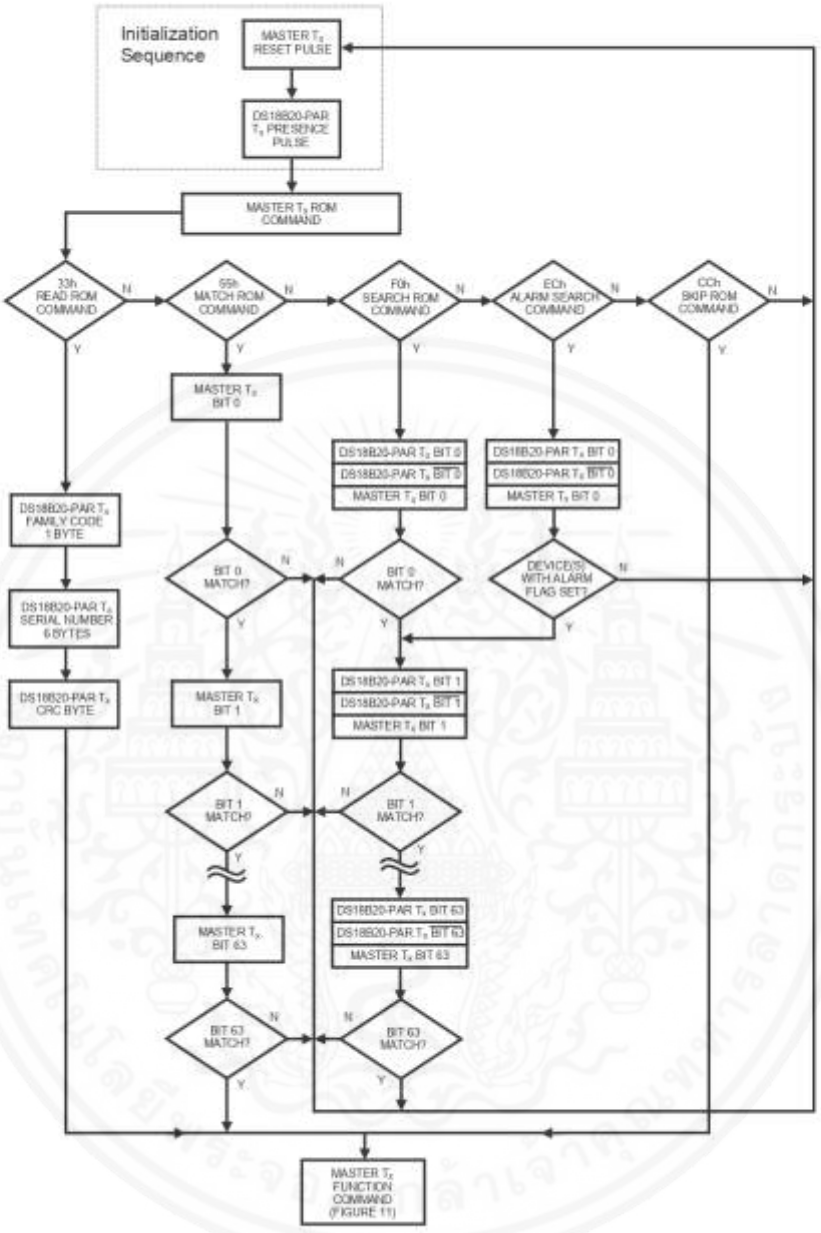
Command	Description	Protocol	1-Wire Bus Activity After Command is Issued	Notes
TEMPERATURE CONVERSION COMMANDS				
Convert T	Initiates temperature conversion.	44h	None	1
MEMORY COMMANDS				
Read Scratchpad	Reads the entire scratchpad including the CRC byte.	BEh	DS18B20-PAR transmits up to 9 data bytes to master.	2
Write Scratchpad	Writes data into scratchpad bytes 2, 3, and 4 (T_H, T_L, and configuration registers).	4Eh	Master transmits 3 data bytes to DS18B20-PAR.	3
Copy Scratchpad	Copies T_H, T_L, and configuration register data from the scratchpad to EEPROM.	48h	None	1
Recall E^2	Recalls T_H, T_L, and configuration register data from EEPROM to the scratchpad.	B8h	DS18B20-PAR transmits recall status to master.	

NOTES:

1. The master must enable a strong pullup on the 1-Wire bus during temperature conversions and copies from the scratchpad to EEPROM. No other bus activity may take place during this time.
2. The master can interrupt the transmission of data at any time by issuing a reset.
3. All three bytes must be written before a reset is issued.

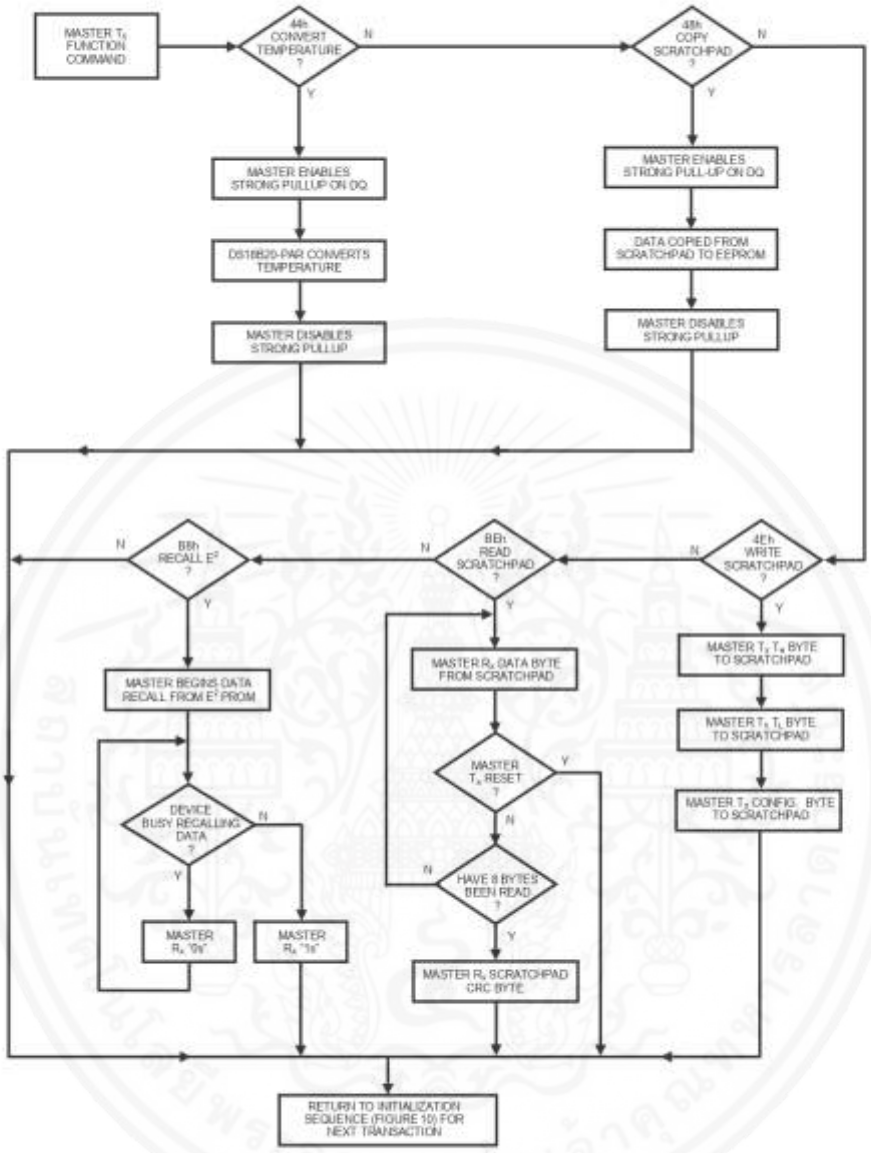
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ROM COMMANDS FLOW CHART Figure 10



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DS18B20-PAR FUNCTION COMMANDS FLOW CHART Figure 11



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1-WIRE SIGNALING

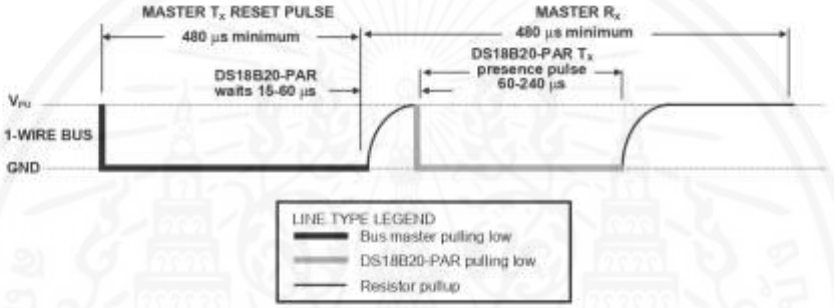
The DS18B20-PAR uses a strict 1-Wire communication protocol to insure data integrity. Several signal types are defined by this protocol: reset pulse, presence pulse, write 0, write 1, read 0, and read 1. All of these signals, with the exception of the presence pulse, are initiated by the bus master.

INITIALIZATION PROCEDURE: RESET AND PRESENCE PULSES

All communication with the DS18B20-PAR begins with an initialization sequence that consists of a reset pulse from the master followed by a presence pulse from the DS18B20-PAR. This is illustrated in Figure 12. When the DS18B20-PAR sends the presence pulse in response to the reset, it is indicating to the master that it is on the bus and ready to operate.

During the initialization sequence the bus master transmits (T_X) the reset pulse by pulling the 1-Wire bus low for a minimum of 480 µs. The bus master then releases the bus and goes into receive mode (R_X). When the bus is released, the 5k pullup resistor pulls the 1-Wire bus high. When the DS18B20-PAR detects this rising edge, it waits 15–60 µs and then transmits a presence pulse by pulling the 1-Wire bus low for 60–240 µs.

INITIALIZATION TIMING Figure 12



READ/WRITE TIME SLOTS

The bus master writes data to the DS18B20-PAR during write time slots and reads data from the DS18B20-PAR during read time slots. One bit of data is transmitted over the 1-Wire bus per time slot.

WRITE TIME SLOTS

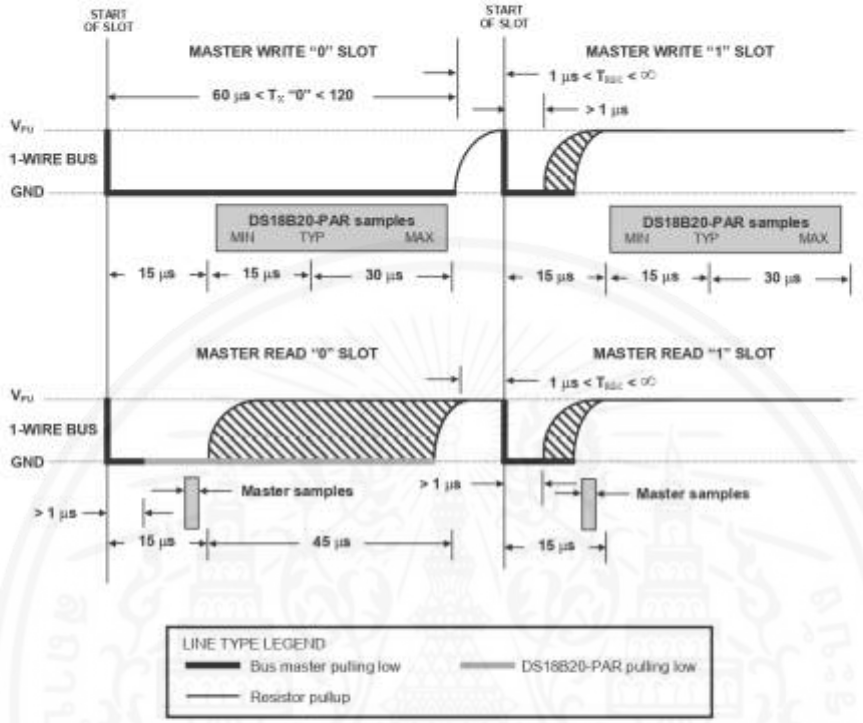
There are two types of write time slots: "Write 1" time slots and "Write 0" time slots. The bus master uses a Write 1 time slot to write a logic 1 to the DS18B20-PAR and a Write 0 time slot to write a logic 0 to the DS18B20-PAR. All write time slots must be a minimum of 60 µs in duration with a minimum of a 1 µs recovery time between individual write slots. Both types of write time slots are initiated by the master pulling the 1-Wire bus low (see Figure 13).

To generate a Write 1 time slot, after pulling the 1-Wire bus low, the bus master must release the 1-Wire bus within 15 µs. When the bus is released, the 5k pullup resistor will pull the bus high. To generate a Write 0 time slot, after pulling the 1-Wire bus low, the bus master must continue to hold the bus low for the duration of the time slot (at least 60 µs).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The DS18B20-PAR samples the 1-Wire bus during a window that lasts from 15 µs to 60 µs after the master initiates the write time slot. If the bus is high during the sampling window, a 1 is written to the DS18B20-PAR. If the line is low, a 0 is written to the DS18B20-PAR.

READ/WRITE TIME SLOT TIMING DIAGRAM Figure 13



READ TIME SLOTS

The DS18B20-PAR can only transmit data to the master when the master issues read time slots. Therefore, the master must generate read time slots immediately after issuing a Read Scratchpad [BEh] command, so that the DS18B20-PAR can provide the requested data. In addition, the master can generate read time slots after issuing a Recall E^2 [B8h] command to find out the recall status as explained in the DS18B20-PAR FUNCTION COMMAND section.

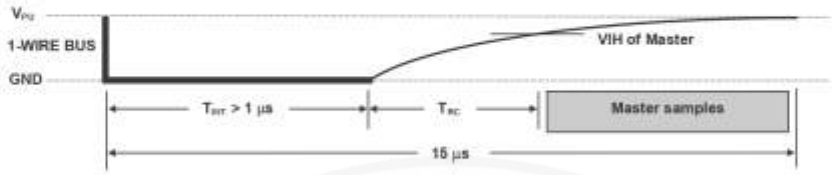
All read time slots must be a minimum of 60 µs in duration with a minimum of a 1 µs recovery time between slots. A read time slot is initiated by the master device pulling the 1-Wire bus low for a minimum of 1 µs and then releasing the bus (see Figure 13). After the master initiates the read time slot, the DS18B20-PAR will begin transmitting a 1 or 0 on bus. The DS18B20-PAR transmits a 1 by leaving the bus high and transmits a 0 by pulling the bus low. When transmitting a 0, the DS18B20-PAR will release the bus by the end of the time slot, and the bus will be pulled back to its high idle state by the pullup resister. Output data from the DS18B20-PAR is valid for 15 µs after the falling edge that initiated

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

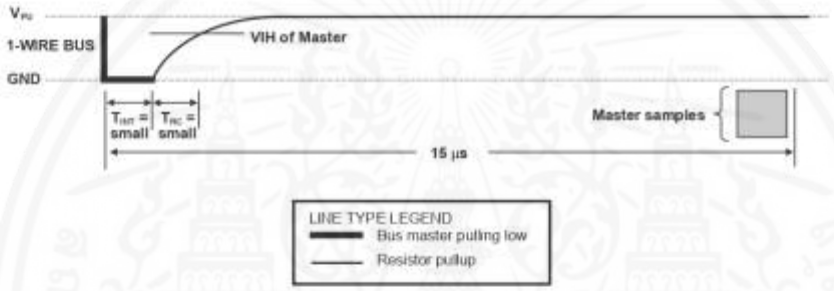
the read time slot. Therefore, the master must release the bus and then sample the bus state within 15 µs from the start of the slot.

Figure 14 illustrates that the sum of T_{INIT}, T_{RC}, and T_{SAMPLE} must be less than 15 µs for a read time slot. Figure 15 shows that system timing margin is maximized by keeping T_{INIT} and T_{RC} as short as possible and by locating the master sample time during read time slots towards the end of the 15 µs period.

DETAILED MASTER READ 1 TIMING Figure 14



RECOMMENDED MASTER READ 1 TIMING Figure 15



DS18B20-PAR OPERATION EXAMPLE 1

In this example there are multiple DS18B20-PARs on the bus. The bus master initiates a temperature conversion in a specific DS18B20-PAR and then reads its scratchpad and recalculates the CRC to verify the data.

MASTER MODE	DATA (LSB FIRST)	COMMENTS
TX	Reset	Master issues reset pulse.
RX	Presence	DS18B20-PARs respond with presence pulse.
TX	55h	Master issues Match ROM command.
TX	64-bit ROM code	Master sends DS18B20-PAR ROM code.
TX	44h	Master issues Convert T command.
TX	DQ line held high by strong pullup	Master applies strong pullup to DQ for the duration of the conversion (t_{CONV}).
TX	Reset	Master issues reset pulse.
RX	Presence	DS18B20-PARs respond with presence pulse.
TX	55h	Master issues Match ROM command.
TX	64-bit ROM code	Master sends DS18B20-PAR ROM code.
TX	BEh	Master issues Read Scratchpad command.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MASTER MODE	DATA (LSB FIRST)	COMMENTS
RX	9 data bytes	Master reads entire scratchpad including CRC. The master then recalculates the CRC of the first eight data bytes from the scratchpad and compares the calculated CRC with the read CRC (byte 9). If they match, the master continues; if not, the read operation is repeated.

DS18B20-PAR OPERATION EXAMPLE 2

In this example there is only one DS18B20-PAR on the bus. The master writes to the T_H, T_L, and configuration registers in the DS18B20-PAR scratchpad and then reads the scratchpad and recalculates the CRC to verify the data. The master then copies the scratchpad contents to EEPROM.

MASTER MODE	DATA (LSB FIRST)	COMMENTS
TX	Reset	Master issues reset pulse.
RX	Presence	DS18B20-PAR responds with presence pulse.
TX	CCh	Master issues Skip ROM command.
TX	4Eh	Master issues Write Scratchpad command.
TX	3 data bytes	Master sends three data bytes to scratchpad (T_H, T_L, and config).
TX	Reset	Master issues reset pulse.
RX	Presence	DS18B20-PAR responds with presence pulse.
TX	CCh	Master issues Skip ROM command.
TX	BEh	Master issues Read Scratchpad command.
RX	9 data bytes	Master reads entire scratchpad including CRC. The master then recalculates the CRC of the first eight data bytes from the scratchpad and compares the calculated CRC with the read CRC (byte 9). If they match, the master continues; if not, the read operation is repeated.
TX	Reset	Master issues reset pulse.
RX	Presence	DS18B20-PAR responds with presence pulse.
TX	CCh	Master issues Skip ROM command.
TX	48h	Master issues Copy Scratchpad command.
TX	DQ line held high by strong pullup	Master applies strong pullup to DQ for at least 10 ms while copy operation is in progress.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS*

Voltage on any pin relative to ground	–0.5V to +6.0V
Operating temperature	–55°C to +100°C
Storage temperature	–55°C to +125°C
Soldering temperature	See J-STD-020A Specification

*These are stress ratings only and functional operation of the device at these or any other conditions above those indicated in the operation sections of this specification is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods of time may affect reliability.

DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS (-55°C to +100°C; V_{PU}=3.0V to 5.5V)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITION	MIN	TYP	MAX	UNITS	NOTES
Pullup Supply Voltage	V_{PU}		3.0		5.5	V	1,2
Thermometer Error	t_{ERR}	-10°C to +85°C			±½	°C	3
		-55°C to +100°C			±2		
Input Logic Low	V_{IL}		-0.3		+0.8	V	1,4,5
Input Logic High	V_{IH}		3.0		5.5	V	1,6
Sink Current	I_L	V_{LO}=0.4V	4.0			mA	1
Active Current	I_{DQA}			1	1.5	mA	7
DQ Input Current	I_{DQ}			5		µA	8
Drift				±0.2		°C	9

NOTES:

1. All voltages are referenced to ground.
2. The Pullup Supply Voltage specification assumes that the pullup device (resistor or transistor) is ideal, and therefore the high level of the pullup is equal to V_{PU}. In order to meet the V_{IH} spec of the DS18B20-PAR, the actual supply rail for the strong pullup transistor must include margin for the voltage drop across the transistor when it is turned on; thus: $V_{PU_ACTUAL} = V_{PU_IDEAL} + V_{TRANSISTOR}$.
3. See typical performance curve in Figure 16.
4. Logic low voltages are specified at a sink current of 4 mA.
5. To always guarantee a presence pulse under low voltage parasite power conditions, V_{ILMAX} may have to be reduced to as low as 0.5V.
6. Logic high voltages are specified at a source current of 1 mA.
7. Active current refers to supply current during active temperature conversions or EEPROM writes.
8. DQ line is high ("hi-Z" state).
9. Drift data is based on a 1000 hour stress test at 125°C.

AC ELECTRICAL CHARACTERISTICS: NV MEMORY

(-55°C to +100°C; V_{PU}=3.0V to 5.5V)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITION	MIN	TYP	MAX	UNITS
NV Write Cycle Time	t_{WR}			2	10	ms
EEPROM Writes	N_{EEWR}	-55°C to +55°C	50k			writes
EEPROM Data Retention	t_{EEDR}	-55°C to +55°C	10			years

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

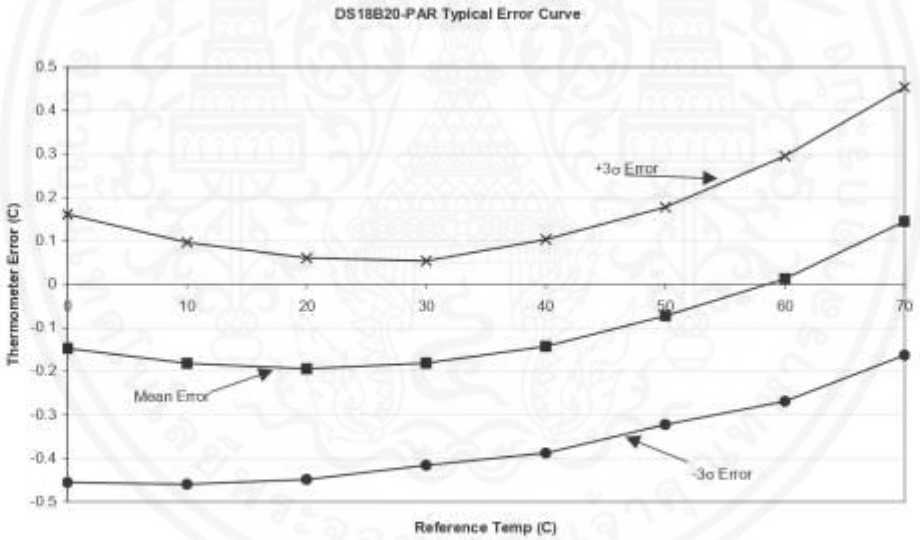
AC ELECTRICAL CHARACTERISTICS (-55°C to +100°C; V_{PU}=3.0V to 5.5V)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITION	MIN	TYP	MAX	UNITS	NOTES
Temperature Conversion Time	t_{CONV}	9-bit resolution			93.75	ms	1
		10-bit resolution			187.5	ms	1
		11-bit resolution			375	ms	1
		12-bit resolution			750	ms	1
Time to Strong Pullup On	t_{SPON}	Start Convert T or Copy Scratchpad Command Issued			10	µs	
Time Slot	t_{SLOT}		60		120	µs	1
Recovery Time	t_{REC}		1			µs	1
Write 0 Low Time	t_{LOW0}		60		120	µs	1
Write 1 Low Time	t_{LOW1}		1		15	µs	1
Read Data Valid	t_{RDV}				15	µs	1
Reset Time High	t_{RSTH}		480			µs	1
Reset Time Low	t_{RSTL}		480		960	µs	1,2
Presence Detect High	t_{PDHIGH}		15		60	µs	1
Presence Detect Low	t_{PDLOW}		60		240	µs	1
Capacitance	$C_{IN/OUT}$				25	pF	

NOTES:

1. Refer to timing diagrams in Figure 17.
2. If t_{RSTL} > 960 µs, a power on reset may occur.

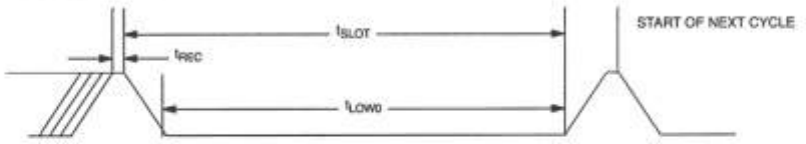
TYPICAL PERFORMANCE CURVE Figure 16



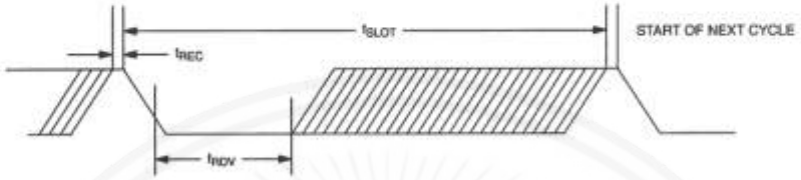
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TIMING DIAGRAMS Figure 17

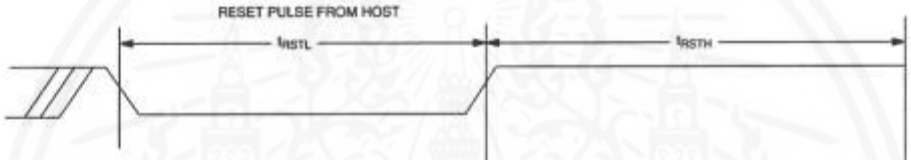
1–WIRE WRITE ZERO TIME SLOT



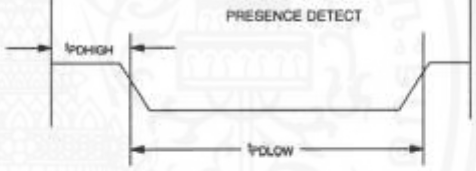
1–WIRE READ ZERO TIME SLOT



1–WIRE RESET PULSE



1–WIRE PRESENCE DETECT



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PH meter(SKU: SEN0161)

Analog pH Meter Kit SKU: SEN0161

Analog pH Meter Kit SKU: SEN0169

Contents

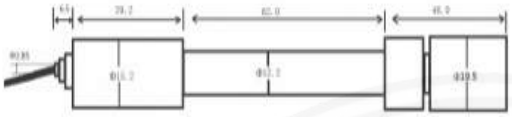
- 1 Introduction
- 2 Specification
- 3 Precautions
- 4 pH Electrode Characteristics
- 5 Usage
    - 5.1 Connecting Diagram
    - 5.2 Method 1. Software Calibration
    - 5.3 Method 2. Hardware Calibration through potentiometer
- 6 FAQ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Introduction

Need to measure water quality and other parameters but haven't got any low cost pH meter? Find it difficult to use with Arduino? Here comes an analog pH meter, specially designed for Arduino controllers and has built-in simple, convenient and practical connection and features. It has an LED which works as the Power Indicator, a BNC connector and PH2.0 sensor interface. You can just connect the pH sensor with BNC connector, and plug the PH2.0 interface into any analog input on Arduino controller to read pH value easily.

Specification



SEN0161 dimension

- Module Power: 5.00V
- Circuit Board Size: 43mm×32mm
- pH Measuring Range: 0-14
- Measuring Temperature: 0-60 ℃
- Accuracy: ± 0.1pH (25 ℃)
- Response Time: ≤ 1min
- pH Sensor with BNC Connector
- PH2.0 Interface (3 foot patch)
- Gain Adjustment Potentiometer
- Power Indicator LED

Precautions

- Before and after use of the pH electrode every time, you need to use (pure)water to clean it.
- The electrode plug should be kept clean and dry in case of short circuit.
- **Preservation**: Electrode reference preservation solution is the **3N KCL** solution.
- Measurement should be avoided staggered pollution between solutions, so as not to affect the accuracy of measurement.
- Electrode blub or sand core is defiled which will make PTS decline, slow response. So, it should be based on the characteristics of the pollutant, adapted to the cleaning solution, the electrode performance recovery.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Electrode when in use, the ceramic sand core and liquid outlet rubber ring should be removed, in order to make salt bridge solution to maintain a certain velocity.

NOTE: Differences between the probes, SEN0161 and SEN0169

Their usages/ specifications are almost the same. The differences locates at

Long-firing Operation: SEN0169 supports, while SEN0161 NOT, i.e. you can not immerse SEN0161 in water for Continuous Testing.

Life Span: In 25 ℃, pure water, do Continuous Testing with them both, SEN0169 can work two years, while SEN0161 can only last for 6 months. And just for reference, if put them in turbid, strongly acid and alkali solution, 25℃, the life span would drop to one year (SEN0169), 1 month(or shorter, SEN0161).
Tempreture, pH, turbidity of the water effect the probe life span a lot.

Waterproof: You can immerse the whole probe SEN0169 into the water, while you can only immerse the front part of the probe SEN0161, the electrode glass bulb, into water, the rear part, from the white shell to the cable, MUST NOT be under water.

Strongly Acid and Alkali: SEN0169 are preferred for strongly acid and alkali test. And if your testing range is usually within pH6~8, then SEN0161 is capable for that.

pH Electrode Characteristics

The output of pH electrode is Millivolts, and the pH value of the relationship is shown as follows (25 ℃):

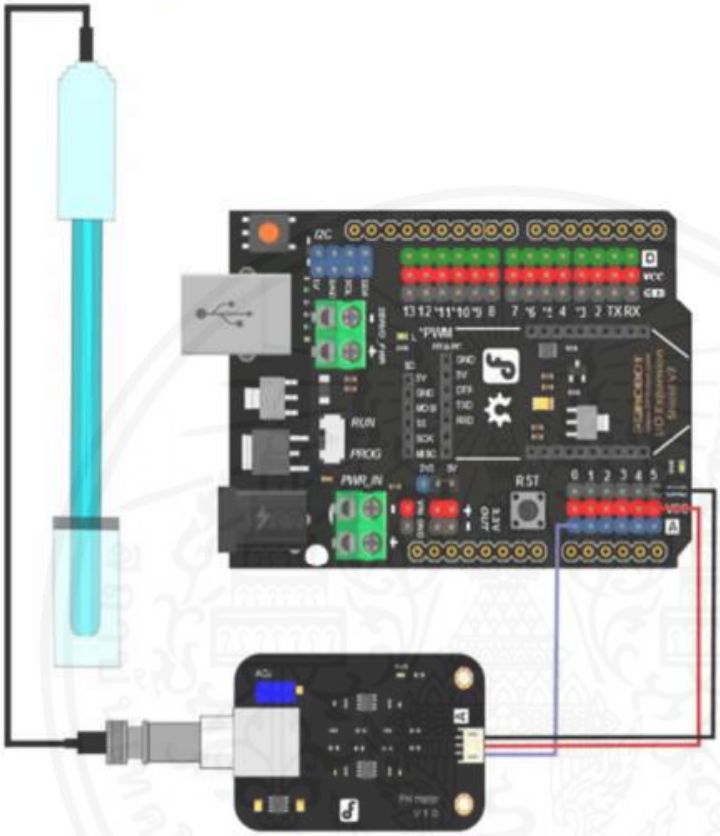
VOLTAGE (mV)	pH value	VOLTAGE (mV)	pH value
414.12	0.00	-414.12	14.00
354.96	1.00	-354.96	13.00
295.80	2.00	-295.80	12.00
236.64	3.00	-236.64	11.00
177.48	4.00	-177.48	10.00
118.32	5.00	-118.32	9.00
59.16	6.00	-59.16	8.00
0.00	7.00	0.00	7.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

NOTE: It is normal that if your reading is much different with the table since you are not reading from the electrode directly but from the voltage adapter, it has converted the original voltage (-5V ~ +5V) to Arduino compatible voltage, i.e. 0 ~ 5V. See the discussion on Forum.

Usage

Connecting Diagram



NOTE:

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Before you insert the pH probe into one solution from another, or after you finish using the sensor, you must wash the pH electrode with pure water everytime (distilled water is the best)!
The closer **power supply** to +5.00V, the more accurate pH readings you could get.
You have to immerse the pH probe into stationary solution instead of the running one to get relative stable pH readings.
How long should it be under the solution? It depends on the pH value, the closer to neutral solution (pH = 7.00), the longer it will take. As we tested in water pH = 6.0, the blue one costs 6 minutes, and in standard Acid/ Alkali (4.00/ 10.00) solutions, it only needs 10 seconds.

Method 1. Software Calibration

The software calibration is easier than the next part - Hardware Calibration through the Potentiometer. Because it writes the calibration values into Arduino's EEPROM, so you can calibrate once for all if you won't replace your Arduino. It uses mathematical method that to draw a line using two points, i.e. using the Acid standard solution, pH = 4.00 and alkaline pH = 10.00 or 9.18 to draw the linear relation between the voltage and the pH value.

For NOTE 3. Arduino sample sketch "**EEPROM Clear**"

NOTE:

During the calibration (from step 4 to step 7), **power outage** should be avoided, or you will have to start over from step 4.
Software Calibration has nothing to do with the **potentiometer** on the adapter. Especially after you finished the calibration, you should never adjust the potentiometer, or you should start over. Moreover, considering the mechanical vibration might interfere the potentiometer value, you could seal it by Hot Melt Adhesive.
If you want to try Hardware Calibration, you'd better reset the EEPROM setting by uploading the Arduino IDE sample sketch "**EEPROM Clear**" as shown as the right hand picture.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Steps

1. Wiring the pH probe, pH meter adapter (the little PCB board) and Arduino UNO as the Diagram section above.
2. Upload the sample code "Software Calibration" below to UNO.
3. Open Serial Monitor, choose command format as “Both NL & CR”and 115200.
4. Send “**Calibration**” to enter Calibration Mode, and you will see “Enter Calibration Mode” directly.

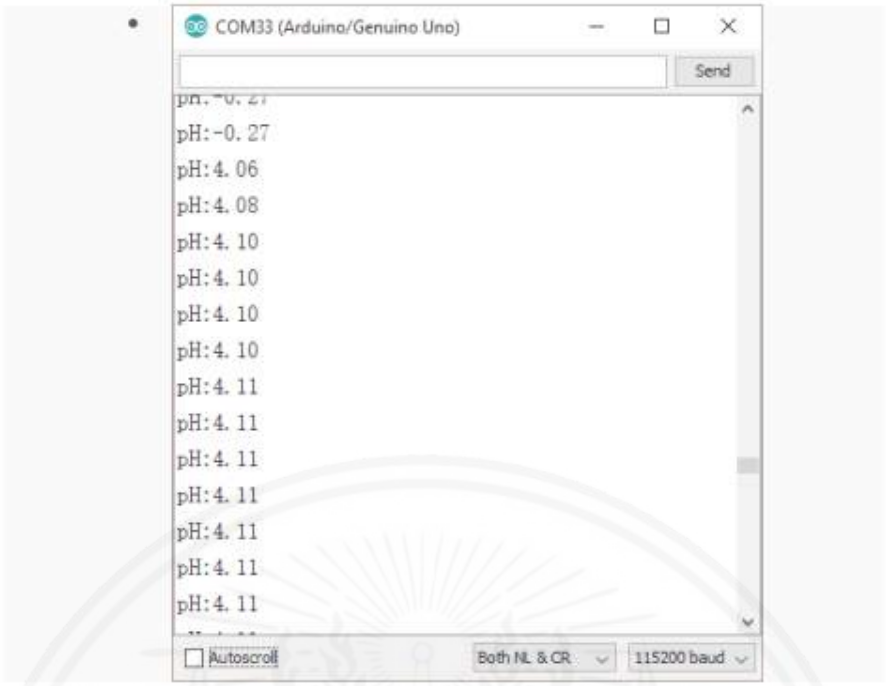
5. Acid Calibration
1. Wash your pH probe with pure water (distilled water is best) and dryer it in case of diluting the standard pH solution. Insert it into standard acid solution of pH = 4.0. Wait several seconds till the readings get relative stable.
2. Enter “**acid:4.00**”(no bland space, lower case), and you will get “Acid Calibration Successful” notice. Then go on with Alkali Calibration.

6. Alkali Calibration
1. Take out the pH probe out of the acid solution, CLEAN it again as you did in last step. After this, insert it into the standard alkali solution with pH = 10 or 9.18. Waiting for the stable readings
2. Enter “**alkali:10.00**”, and you will see “Alkali Calibration Successful”.

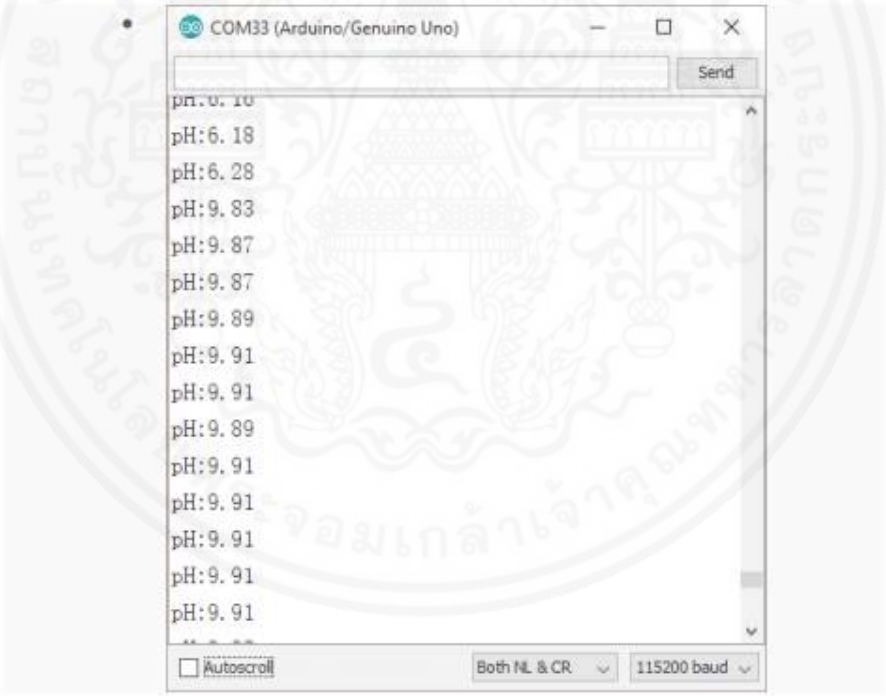
7. Enter “exit” to finish calibration. You will see “Calibration Successful,Exit Calibration Mode”.

8. Check if the pH meter was calibrated successfully with the solution pH = 4.00, 9.18, 10.00, if the readings are within the error of 0.1. Congrats!

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



In Standard acid solution pH = 4.00



In Standard alkali solution pH = 10.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Gravity: Analog Electrical Conductivity Sensor / Meter(K=10)

SKU:DFR0300-H

INTRODUCTION

DFRobot Gravity: analog electrical conductivity sensor/meter(K=10) is particularly used to measure the high electrical conductivity liquid, such as seawater, concentrated brine, etc. The measurement range is up to 100ms/cm. This product is suitable for the water quality application of mariculture, for example, marine fisheries, marine aquariums.

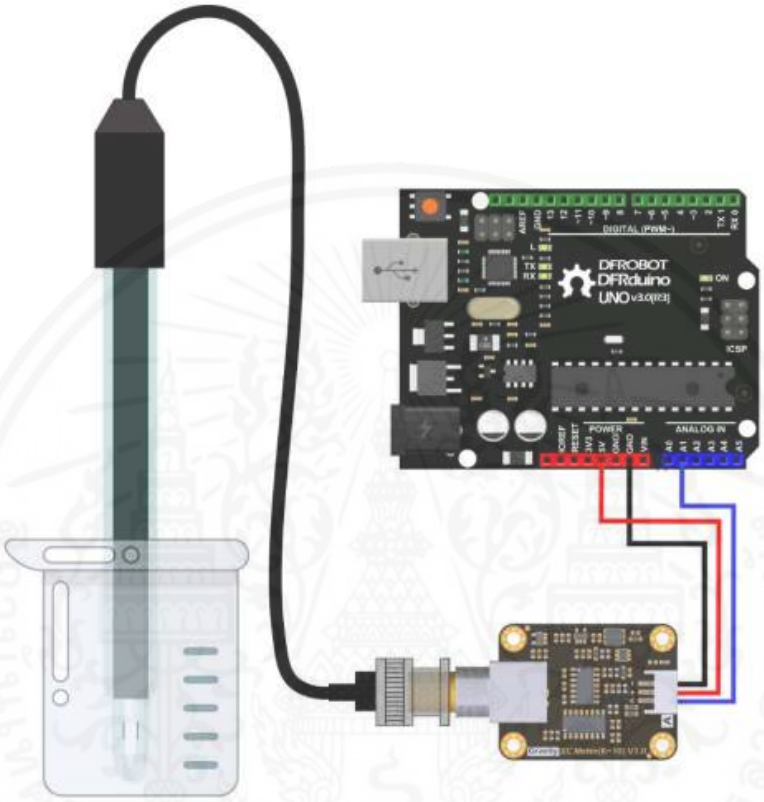
It supports 3~5v wide voltage input, and is compatible with 5V and 3.3V main control board, such as Arduino and Raspberry Pi. The excitation source adopts AC signal, which effectively reduces the polarization effect, improves the precision and prolongs the life of the probe; The software library uses single-point calibration method, and can automatically identify standard buffer solution, so simple and convenient.

With this product, main control board (such as Arduino) and the software library, you can quickly build an electrical conductivity meter, plug and play, no solding required, which providing a set of plug-and-play conductivity measurement solution for makers.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DFRobot provides a variety of water quality sensor products, uniform size and interface, not only meet the needs of various water quality testing, but also suitable for the DIY of multi-parameter water quality tester.

Tips:
This product does not contain a temperature sensor. In order to ensure the measurement accuracy, it is strongly recommended to add a temperature sensor to measure the temperature, and achieve automatic temperature compensation. DS18B20 waterproof temperature sensor can be used.



Arduino Connection Diagram

Attention:
1.The probe is a laboratory-grade probe. Do not immerse in liquid for a long time. Otherwise this will shorten the life of the probe.
2.Platinum black layer is attached to the surface of the sheet metal in the probe. It should avoid any object touching it. It can only be washed with distilled water, otherwise the platinum black layer will be damaged, resulting in inaccurate measurement.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FEATURES

- 3.0~5.0V wide voltage input, 0~3.2V output voltage, which is compatible with 5V and 3.3V main board
- AC excitation source, effectively reduce polarization
- Gravity connector and BNC connector, plug and play, no welding
- Software library supports single-point calibration, and automatically identifies standard buffer solution, integrates temperature compensation algorithm
- Uniform size and connector , convenient for the design of mechanical structures

SPECIFICATION

Signal Conversion Board

- Supply Voltage: 3.0~5.0V
- Output Voltage: 0~3.2V
- Probe Connector: BNC
- Signal Connector: PH2.0-3Pin
- Measurement Accuracy: ±5% F.S.
- Board size: 42mm*32mm/1.65in*1.26in

Electrical Conductivity Probe

- Probe Type: Laboratory Grade
- Cell Constant: 10±2
- Support Detection Range: 10~100ms/cm
- Temperature Range: 0~40°C
- Probe Life: >0.5 year (Actual life is related to frequency of use and scene)
- Cable Length: 100±2cm

SHIPPING LIST

- Electrical Conductivity Probe（K=10, Laboratory Grade） x1
- Signal Conversion Board x1
- Standard Buffer Solution 12.88ms/cm x4
- Gravity Analog Sensor Cable x1
- Waterproof Gasket x2
- Screw Cap for BNC Connector x1
- M3 * 10 nylon pillar x4
- M3 * 5 screw x8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Gravity: Analog TDS Sensor / Meter For Arduino

SKU: SEN0244

TDS (Total Dissolved Solids) indicates that how many milligrams of soluble solids dissolved in one liter of water. In general, the higher the TDS value, the more soluble solids dissolved in water, and the less clean the water is. Therefore, the TDS value can be used as one of the references for reflecting the cleanliness of water.

TDS pen is a widely used equipment to measure TDS value. The price is affordable, and it is easy to use, but it is not able to transmit data to the control system for online monitoring to do some water quality analysis. The professional instrument has high accuracy and can send data to the control system, but the price is expensive for the ordinary people. To this end, we have launched an analog TDS sensor kit which is compatible with Arduino, plug and play, easy to use. Matching with Arduino controller, you can build a TDS detector easily to measure the TDS value of liquid.

This product supports 3.3 ~ 5.5V wide voltage input, and 0 ~ 2.3V analog voltage output, which makes it compatible with 5V or 3.3V control system or board. The excitation source is AC signal, which can effectively prevent the probe from polarization and prolong the life of the probe, meanwhile, increase the stability of the output signal. The TDS probe is waterproof, it can be immersed in water for long time measurement.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This product can be used in water quality application, such as domestic water, hydroponics. With this product, you can easily DIY a TDS detector to reflect the cleanliness of water to protect your health.

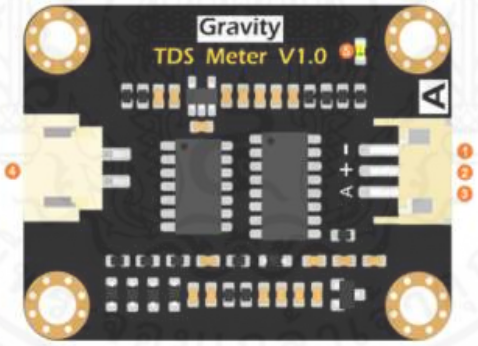
Attention:

1.The probe can not be used in water above 55 degrees centigrade.
2.The probe can not be left too close to the edge of the container, otherwise it will affect the reading.
3.The head and the cable of the probe are waterproof, but the connector and the signal transmitter board are not waterproof. Please be careful.

Specification

- **Signal Transmitter Board**
  Input Voltage: 3.3 ~ 5.5V
  Output Voltage: 0 ~ 2.3V
  Working Current: 3 ~ 6mA
  TDS Measurement Range: 0 ~ 1000ppm
  TDS Measurement Accuracy: ± 10% F.S. (25 ℃)
  Module Size: 42 * 32mm
  Module Interface: PH2.0-3P
  Electrode Interface: XH2.54-2P
- **TDS probe**
  Number of Needle: 2
  Total Length: 83cm
  Connection Interface: XH2.54-2P
  Colour: Black
  Other: Waterproof Probe

Board Overview



Analog TDS Sensor / Meter For Arduino

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Num	Label	Description
1	-	Power GND(0V)
2	+	Power VCC(3.3 ~ 5.5V)
3	A	Analog Signal Output(0 ~ 2.3V)
4	TDS	TDS Probe Connector
5	LED	Power Indicator

Tutorial

This tutorial will show you how to measure the TDS value of the water. Please read this tutorial carefully, and pay attention to the steps and details.

The probe can not to be used in water above 55 degrees centigrade.
The probe can not be too close to the edge of the container, otherwise it will affect the reading.
The head and the cable of the probe are waterproof, but the connector and the signal transmitter board are not waterproof.Please pay attention to use.

Requirements

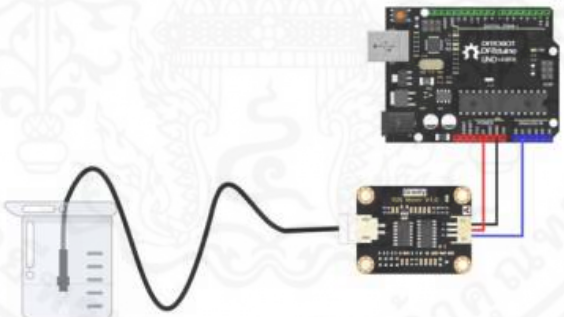
- **Hardware**
  DFRduino UNO R3 (or similar) x 1
  Analog TDS Sensor / Meter Module x 1
  TDS Probe x1
  Jumper Wires x3
  tested liquid x1

- **Software**

Arduino IDE (Version requirements: V1.0.x or V1.8.x), Click to Download Arduino IDE from Arduino®

https://www.arduino.cc/en/Main/Software%7C

Connection Diagram



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้จัดทำ

ชื่อ-นามสกุล นายณัฐพล สุระพจน์

วัน เดือน ปีเกิด 28 มกราคม 2539

ที่อยู่ 39 ม.10 ต.ทุ่งปรัง อ.สิชล
จ.นครศรีธรรมราช 80120

ประวัติการศึกษา พ.ศ.2559ประกาศนียบัตรวิชาชีพขั้นสูง
สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์
อุตสาหกรรม
วิทยาลัยเทคนิคนครศรีธรรมราช

Tel. 093-7140153
Email. 60511010@kmitl.ac.th

ชื่อ-นามสกุล นายสุชาครีย์ สวัสดิพันธ์

วัน เดือน ปีเกิด 17 ตุลาคม 2539

ที่อยู่ 39 ม.6 ต.โคกหล่อ อ.เมือง
จ.ตรัง 92000

ประวัติการศึกษา พ.ศ.2559ประกาศนียบัตรวิชาชีพขั้นสูง
สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์เทคนิค
คอมพิวเตอร์
วิทยาลัยเทคนิคตรัง

Tel. 095-2849996
Email. 60511028@kmitl.ac.th

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อ-นามสกุล นายกฤษณรงค์ อินนาค

วัน เดือน ปีเกิด 11 กรกฎาคม 2541

ที่อยู่ 5 ม.3 ต.เกาะขันธ์ อ.ชะอวด
จ.นครศรีธรรมราช 80180

ประวัติการศึกษา พ.ศ.2559 ประกาศนียบัตรวิชาชีพ
สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์
วิทยาลัยเทคนิคนครศรีธรรมราช

Tel. 095-2692591

Email. 60511032@kmitl.ac.th

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองรูปเล่มปริญญานิพนธ์

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2563

สาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์ หลักสูตรวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

ชื่อโครงงาน เครื่องเลี้ยงลูกปูม้า

RAISING BLUE CRABS MACHINE

ผู้จัดทำ

1. นาย ณัฐพล สุระพจน์ **รหัสนักศึกษา** 60511010
2. นาย สุชาครีย์ สวัสดิพันธ์ **รหัสนักศึกษา** 60511028
3. นาย กฤษณรงค์ อินนาค **รหัสนักศึกษา** 60511032

ด้วยข้าพเจ้านักศึกษาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ สจล.วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร ได้จัดทำ รูปเล่มปริญญานิพนธ์ตามหลักสูตรปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมศาสตร์ หลักสูตรวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งในการนี้ ข้าพเจ้าได้แก้ไขเนื้อหาและจัดทำรูปเล่มตามข้อกำหนดของรูปเล่มปริญญานิพนธ์เรียบร้อยแล้ว จึงขอให้อาจารย์ ตรวจสอบ และรับรองความถูกต้องเหมาะสมของปริญญานิพนธ์ในครั้งนี้ด้วย

อาจารย์รับรองรูปเล่มปริญญานิพนธ์

1. อาจารย์ อาจารย์พิมล ผลพฤกษา ลงชื่อ
2. อาจารย์ ว่าที่ ร.ต.ศิลา ศิริมาสกุล ลงชื่อ
3. อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.มนตรี ไชยชาญยุทธ์ ลงชื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้