ระบบควบคุมปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำสำหรับบ่อเลี้ยงปลา ผ่านแอพพลิเคชันบนมือถือ

DISSOLVED OXYGEN CONTROLLER FOR FISH POND VIA MOBILE APPLICATION

พงศ์ธนัท วิมลศิริ
พสิษฐ์ สิริวร
ฉัตรชนก พิทักษ์ทรัพย์สิน

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมระบบควบคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2560

ระบบควบคุมปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำสำหรับบ่อเลี้ยงปลา ผ่านแอพพลิเคชันบนมือถือ

DISSOLVED OXYGEN CONTROLLER FOR FISH POND VIA MOBILE APPLICATION

พงศ์ธนัท วิมลศิริ

พสิษฐ์ สิริวร

ฉัตรชนก พิทักษ์ทรัพย์สิน

b00264469
TB00019

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมระบบควบคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2560

DISSOLVED OXYGEN CONTROLLER FOR FISH POND

VIA MOBILE APPLICATION

PONGTHANAT WIMOLSIRI

PASIT SIRIVORN

CHATCHANOK PITAKSUPSIN

THIS THESIS IS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF ENGINEERING IN CONTROL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2017

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2560

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบควบคุมปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำสำหรับบ่อเลี้ยงปลาผ่านแอพพลิเคชันบนมือถือ

DISSOLVED OXYGEN CONTROLLER FOR FISH POND VIA MOBILE APPLICATION

ผู้จัดทำ	นายพงศ์ธนัท	วิมลศิริ	57010806
	นายพสิษฐ์	สิริวร	57010863
	นางสาวฉัตรชนก	พิทักษ์ทรัพย์สิน	57010960

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(ดร.พิชชา ประสิทธิ์มีบุญ)

ระบบควบคุมปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ สำหรับบ่อเลี้ยงปลาผ่านแอพพลิเคชันบนมือถือ

โดย

นายพงศ์ธนัท	วิมลศิริ	57010806
นายพสิษฐ์	สิริวร	57010863
นางสาวฉัตรชนก	พิทักษ์ทรัพย์สิน	57010960

อาจารย์ที่ปรึกษา
ดร.พิชชา ประสิทธิ์มีบุญ

ปีการศึกษา 2560

บทคัดย่อ

คุณภาพของน้ำคือ สิ่งสำคัญในการเพาะเลี้ยงปลา ตัวชี้วัดคุณภาพน้ำที่สำคัญอย่างหนึ่งในบ่อเลี้ยงปลาคือ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (Dissolved Oxygen : DO) ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา วิธีการเพิ่มปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำที่นิยมกันคือ การใช้กังหันน้ำ โดยเกษตรกรส่วนใหญ่ไม่สามารถเปิดใช้งานกังหันน้ำได้ตลอดเวลา เพราะเป็นการสิ้นเปลืองอย่างมาก ซึ่งอาจทำให้คุณภาพของน้ำไม่ดีเท่าที่ควร และอาจส่งผลให้เกิดความเสียหายต่อปลาที่เพาะเลี้ยงไว้ได้ ปริญญานิพนธ์นี้จึงพัฒนาระบบควบคุมปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ เพื่อใช้เทคโนโลยีในการแก้ไขปัญหา โดยระบบจะมีการตรวจวัดปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ หากปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำต่ำกว่าค่าที่ตั้งไว้ กังหันน้ำจะทำงานโดยอัตโนมัติเพื่อเพิ่มปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำให้กลับมาสู่ค่าที่เหมาะสม และผู้ใช้ยังสามารถตรวจสอบระดับออกซิเจนที่ละลายในน้ำ และสั่งการทำงานของกังหันน้ำ ผ่านแอพพลิเคชันบนสมาร์ทโฟนได้ โดยเชื่อมต่อกับระบบไวไฟ ระบบควบคุมปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ สามารถลดปัญหาปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำต่ำกว่าค่าที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงปลา ทั้งยังเพิ่มความสะดวกแก่ผู้ใช้มากยิ่งขึ้น

DISSOLVED OXYGEN CONTROLLER FOR FISH POND VIA MOBILE APPLICATION

By

Mr. Pongthanut Wimolsiri 57010806

Mr. Pasit Sirivorn 57010863

Ms. Chatchanok Pitaksupsin 57010960

Advisor

Dr. Pitcha Prasitmeeboon

Academic Year 2017

ABSTRACT

The one of important thing for fish culture is water quality. Dissolved oxygen (DO) is one of the major indicator of water quality which always fluctuates. Water turbines are usually employed to increase dissolved oxygen. Most farmers turn on water turbines from night to dawn which the dissolved oxygen level is low. However, using water turbines at night only is not effective since high temperature during daytime can also lower down the level of dissolved oxygen and cause damage to the cultured fish. This project develops the dissolved oxygen controller to solve the problem. The designed DO control system has two modes; the automatic mode and the manual mode. Using the automatic mode, water turbines will be turned on whenever the DO level detected by a DO sensor is lower than the target level. Once the DO level reaches the target level, the water turbines will stop working automatically. In manual mode, users can control the water turbines to be on and off through the application on their smartphones. The application also provides the data of DO level measured in the period of time. Not only can this DO controller solve the problem of oxygen in the water below the appropriate value for fish culture but also provid convenience for users

กิตติกรรมประกาศ

การที่ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีนั้น ทางคณะผู้จัดทำขอกราบขอบคุณ ดร.พิชชา ประสิทธิ์มีบุญ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ท่านที่สองคือ ดร.อภินัย ฤกษ์รัตน์ รวมถึงอาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุมทุกๆ ท่านที่ถ่ายทอดความรู้ทั้งในภาคทฤษฎี และภาคปฏิบัติ การให้แนวความคิดในการทำงาน พร้อมทั้งข้อแนะนำในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ตลอดจนการให้คำแนะนำในการแก้ไขปัญหาต่างๆ และการช่วยเหลือในด้านอื่นๆ อันเป็นประโยชน์ในการจัดทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ขึ้นมา

อีกทั้งคณะผู้จัดทำ ขอขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคนและผู้ที่เกี่ยวข้องในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ไม่ว่าจะเป็นทั้งที่ปรึกษา และช่วยเหลือรวมถึงเป็นกำลังใจให้แก่กลุ่มของผู้จัดทำจนทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบรูณ์ได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ทางคณะผู้จัดทำ ขอกราบขอบพระคุณครอบครัวที่คอยให้การสนับสนุน และเป็นกำลังใจในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จได้ด้วยดี

ผู้จัดทำ

นายพงศ์ธนัท วิมลศิริ

นายพสิษฐ์ สิริวร

นางสาวฉัตรชนก พิทักษ์ทรัพย์สิน

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญรูป	VI
สารบัญตาราง	VIII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์	1
1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์	2
1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์	2
1.4 ขั้นตอนการศึกษา	2
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	4
1.6 รายละเอียดปริญญานิพนธ์	4
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 กล่าวนำ	5
2.2 แนวคิดและเงื่อนไขในการออกแบบระบบที่นำเสนอ	5
2.3 คุณภาพของน้ำที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงปลา	7
2.3.1 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงปลา	7
2.3.2 ค่าความเป็นกรด–เบสที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงปลา	8
2.3.3 อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงปลา	10
2.4 หลักการของฮาร์ดแวร์ที่เลือกใช้	12
2.4.1 เซนเซอร์	12
2.4.2 บอร์ด Wemos Lolin32	14
2.4.3 เซอร์กิตเบรกเกอร์	15
2.4.4 แมกเนติกคอนแทกเตอร์	16
2.5 การส่งข้อมูลของระบบ	19
2.5.1 ไวไฟ	19

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
บทที่ 3	**การออกแบบและโปรแกรมการทำงาน**	22
	3.1 การออกแบบหน่วยควบคุม	22
	3.1.1 ส่วนของระบบควบคุมและวัดค่า	23
	3.1.2 ขั้นตอนการจัดทำส่วนควบคุมหลัก	31
	3.1.3 โปรแกรมที่ใช้ในการเขียนส่วนควบคุม	33
	3.2 การออกแบบแอพพลิเคชัน	34
	3.2.1 โปรแกรมที่ใช้ในการเขียนแอพพลิเคชัน	34
	3.2.2 รายละเอียดการเขียนโปรแกรม	35
	3.3 รายละเอียดส่วนของซอฟต์แวร์และการทำงาน	38
	3.3.1 การทำงานของอุปกรณ์	38
บทที่ 4	**การทดลองและผลการทดลอง**	42
	4.1 ผลการออกแบบ	42
	4.2 ส่วนประกอบทางไฟฟ้า	42
	4.3 ผลการทดสอบการทำงาน	43
	4.3.1 การทดสอบการทำงานของอุปกรณ์	43
	4.3.2 การทดสอบระยะของการติดตั้ง	44
บทที่ 5	**บทสรุปและข้อเสนอแนะ**	46
	5.1 บทสรุป	46
	5.2 ปัญหาและอุปสรรค	46
	5.3 แนวทางการแก้ไข	46
เอกสารอ้างอิง		47
ภาคผนวก		49

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	Flowchart หลักการทำงานของระบบ	6
2.2	วงจรเซนเซอร์วัดความเป็นกรด–เบส	13
2.3	การจัดเรียงขาของไอซีตรวจวัดอุณหภูมิเบอร์ DS18B20	14
2.4	บอร์ด WEMOS LOLIN32	14
2.5	Mitsubishi NF30 CS 3P	16
2.6	Magnetic Contactor Mitsubishi S-N10	18
2.7	การเชื่อมต่อระบบไวไฟ	19
3.1	ตู้ Dissolved Oxygen Controller	22
3.2	บอร์ด WEMOS LOLIN32 ด้านหน้าและด้านหลัง	24
3.3	การส่งข้อมูลของหน้าจอแบบ I2C	25
3.4	การเชื่อมต่อสายไฟระหว่างหน้าจอและตัวประมวลผล	26
3.5	วงจรรีเลย์ (Relay Module)	26
3.6	ฮีตเตอร์	27
3.7	เซนเซอร์วัดค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ	28
3.8	ภาพแสดงสถานะไฟ LED ในการทำงานของวงจรเซนเซอร์วัดค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ	29
3.9	เซนเซอร์วัดค่าความเป็นกรด–เบส	29
3.10	ภาพแสดงสถานะไฟ LED ในการทำงานของวงจรเซนเซอร์วัดค่าความเป็นกรด–เบส	30
3.11	ภาพ DS18B20 Digital Thermometer	30
3.12	แบบจำลองตู้ควบคุม	31
3.13	การเจาะตู้ควบคุม	32
3.14	การติดตั้งอุปกรณ์ลงบนตู้ควบคุม	32
3.15	การเดินสายตู้ควบคุม	33
3.16	โปรแกรม Arduino IDE	33
3.17	โปรแกรม Blynk	34
3.18	การทำงานของ Blynk Server	35
3.19	หน้าจอลงทะเบียนแอพพลิเคชัน Blynk	36
3.20	หน้าจอสร้างโครงงานของแอพพลิเคชัน Blynk	36

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.21	หน้าจอแสดงผลขอบแอพพลิเคชัน Blynk	37
3.22	หน้าจอ Button Setting ของแอพพลิเคชัน Blynk	37
3.23	การเขียนโปรแกรม Arduino เชื่อมต่อกับ Blynk	38
3.24	Flowchart การทำงานในโหมด Manual	39
3.25	Flowchart การทำงานในโหมด Auto	40
4.1	ตู้ Dissolved Oxygen Controller	42
4.2	แผนควบคุมและวงจร	43

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.1	แผนการดำเนินงาน	3
2.1	การใช้งานของ Mitsubishi NF30 CS 3P ขนาด 10-30 แอมป์	16
2.2	การใช้งานของ Magnetic Contactor Mitsubishi S-N10	18
3.1	คุณลักษณะของบอร์ด WEMOS LOLIN32	24
3.2	คุณลักษณะของฮีตเตอร์	27
3.3	คุณลักษณะของเซนเซอร์วัดค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ	28
3.4	คุณลักษณะของเซนเซอร์วัดค่าความเป็นกรด–เบส	30
4.1	ผลการทดลองการทำงานของอุปกรณ์	44
4.2	ผลการทดลองระยะของการติดตั้งระหว่างหน่วยควบคุมหลักกับจุดเชื่อมต่อไวไฟที่ระยะต่างกัน	45

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์

สิ่งสำคัญอย่างหนึ่งในการเพาะเลี้ยงปลาคือ คุณภาพของน้ำ ตัวชี้วัดคุณภาพน้ำที่สำคัญอย่างหนึ่งในบ่อเลี้ยงปลาคือ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (Dissolved Oxygen : DO) ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา โดยทั่วไปสาเหตุที่ทำให้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำของบ่อเลี้ยงปลามีปริมาณลดลงเกิดจากสภาพแวดล้อมทางภูมิอากาศ เช่น อุณหภูมิของน้ำที่สูงขึ้น, ช่วงเวลากลางคืนจนถึงรุ่งสางก่อนมีแสงแดด และการให้อาหารหรือการเติมสารเคมีบางชนิดลงไปในน้ำ เป็นต้น

วิธีการเพิ่มปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำวิธีหนึ่งที่เกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงปลานิยมกันคือ การใช้กังหันน้ำ โดยเกษตรกรส่วนใหญ่จะเปิดการใช้งานของกังหันน้ำเป็นช่วงเวลา ซึ่งมักจะเปิดในช่วงเวลากลางคืนจนถึงรุ่งสางก่อนมีแสงแดด เป็นช่วงเวลาที่มีปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำน้อยที่สุด จากที่กล่าวมานั้นการเปิดการใช้งานกังหันน้ำเฉพาะตอนกลางคืน อาจทำให้คุณภาพของน้ำไม่ดีเท่าที่ควร เพราะในช่วงเวลากลางวันที่มีอากาศร้อนเป็นผลทำให้อุณหภูมิของน้ำเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำก็จะลดลงด้วยเช่นกัน อาจส่งผลให้เกิดความเสียหายต่อปลาที่เพาะเลี้ยงไว้ได้

ปริญญานิพนธ์นี้จึงพัฒนาระบบควบคุมปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ เพื่อใช้เทคโนโลยีในการแก้ไขปัญหา โดยระบบจะมีการตรวจวัดปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ หากปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำต่ำกว่าค่าที่ตั้งไว้ กังหันน้ำจะทำงานโดยอัตโนมัติเพื่อเพิ่มปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำให้กลับมาสู่ค่าที่เหมาะสม ผู้ใช้ยังสามารถตรวจสอบระดับออกซิเจนในน้ำ และสั่งการทำงานของกังหันน้ำ ผ่านแอพพลิเคชั่นบนสมาร์ทโฟนได้ โดยเชื่อมต่อกับระบบไวไฟ ระบบควบคุมปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ สามารถลดปัญหาปริมาณออกซิเจนในน้ำต่ำกว่าค่าที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงปลา ทั้งยังเพิ่มความสะดวกแก่ผู้ใช้มากยิ่งขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์

1. ศึกษาปริมาณออกซิเจนที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงปลา และตัวแปลที่มีผลต่อปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ
2. ศึกษาการออกแบบระบบควบคุมปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ
3. ศึกษาการทำงานของการส่งข้อมูลด้วยระบบไวไฟ
4. สร้างแอพพลิเคชันที่สามารถแสดงผล และสั่งงานผ่านทางสมาร์ทโฟน

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

1. ออกแบบและสร้างอุปกรณ์วัดและควบคุมปริมาณออกซิเจนในน้ำ ให้เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงปลา
2. ระบบที่ออกแบบมีความเหมาะสมสำหรับการติดตั้งในสภาพแวดล้อมกลางแจ้ง
3. สามารถสั่งงาน และแสดงผลผ่านแอพพลิเคชันบนสมาร์ทโฟนได้ โดยเชื่อมต่อกับระบบไวไฟ

1.4 ขั้นตอนการศึกษา

ในการวางแผนการดำเนินงานเริ่มต้นจากการศึกษารายละเอียดที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ การศึกษาข้อมูลการทำงานของเซนเซอร์ การเขียนแอพพลิเคชันเพื่อวัดผลและสั่งงาน การใช้งานโปรแกรม Arduino IDE การศึกษาคุณภาพของน้ำ และวิธีการเพิ่มปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ และจัดทำฮาร์ดแวร์ สุดท้ายทำการทดสอบการส่งสัญญาณ ทำการทดสอบการใช้งานบนแอพพลิเคชัน ผ่านการเชื่อมต่อไวไฟ ว่ามีความคาดเคลื่อนมากน้อยเพียงใด

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงาน

ลำดับที่	รายละเอียด	กันยายน				ตุลาคม				พฤศจิกายน				ธันวาคม				มกราคม				กุมภาพันธ์				มีนาคม				เมษายน			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	ศึกษาข้อมูลและรายละเอียดที่เกี่ยวข้อง	←											→																				
2	วางโครงร่างของโครงงาน									←			→																				
3	จัดเตรียมเครื่องมือ										←		→																				
4	เขียนโปรมแกรม											←		→																			
5	เขียนแอพพลิเคชัน													←		→																	
6	ทดสอบการส่งสัญญาณ																	←			→												
7	ประกอบอุปกรณ์																							←	→								
8	จัดทำรูปเล่มปริญญานิพนธ์																											←	→				

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้อุปกรณ์ต้นแบบเพื่อใช้ในการวัดและควบคุมปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ โดยสามารถสั่งงานระยะไกลแบบไร้สายผ่านแอพพลิเคชันบนสมาร์ทโฟนได้

2. มีความรู้ ความเข้าใจทางด้านการเขียนโปรแกรม Arduino IDE ในการควบคุมการทำงานของระบบวัดและควบคุมปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำผ่านแอพพลิเคชันบนมือถือ

1.6 รายละเอียดปริญญานิพนธ์

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ แบ่งเนื้อหาออกเป็น 5 บทดังต่อไปนี้

บทที่ 1 บทนำ กล่าวถึงความเป็นมา วัตถุประสงค์ ขอบเขต ขั้นตอนในการดำเนินการ ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ และรายละเอียดปริญญานิพนธ์

บทที่ 2 ทฤษฎีและความรู้ที่เกี่ยวข้อง กล่าวถึงทฤษฎีและหลักการต่างๆ ที่นำมาใช้ในการทำปริญญานิพนธ์ซึ่งประกอบด้วย แนวคิดและเงื่อนไขในการออกแบบระบบที่นำเสนอ, คุณภาพของน้ำที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงปลา, หลักการของฮาร์ดแวร์ที่เลือกใช้ และการส่งข้อมูลของระบบ

บทที่ 3 หลักการออกแบบ กล่าวถึง การออกแบบหน่วยควบคุม, การออกแบบแอพพลิเคชันและรายละเอียดส่วนของซอฟแวร์และการทำงาน

บทที่ 4 ผลการทดลอง กล่าวถึง ผลการออกแบบ, ส่วนประกอบทางไฟฟ้า, การทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ และการทดสอบระยะของการติดตั้ง

บทที่ 5 บทวิจารณ์และสรุป กล่าวถึงการสรุปผลการทำปริญญานิพนธ์ ปัญหาที่พบในระหว่างการดำเนินงาน การแก้ปัญหาและแนวทางในการพัฒนาต่อไป

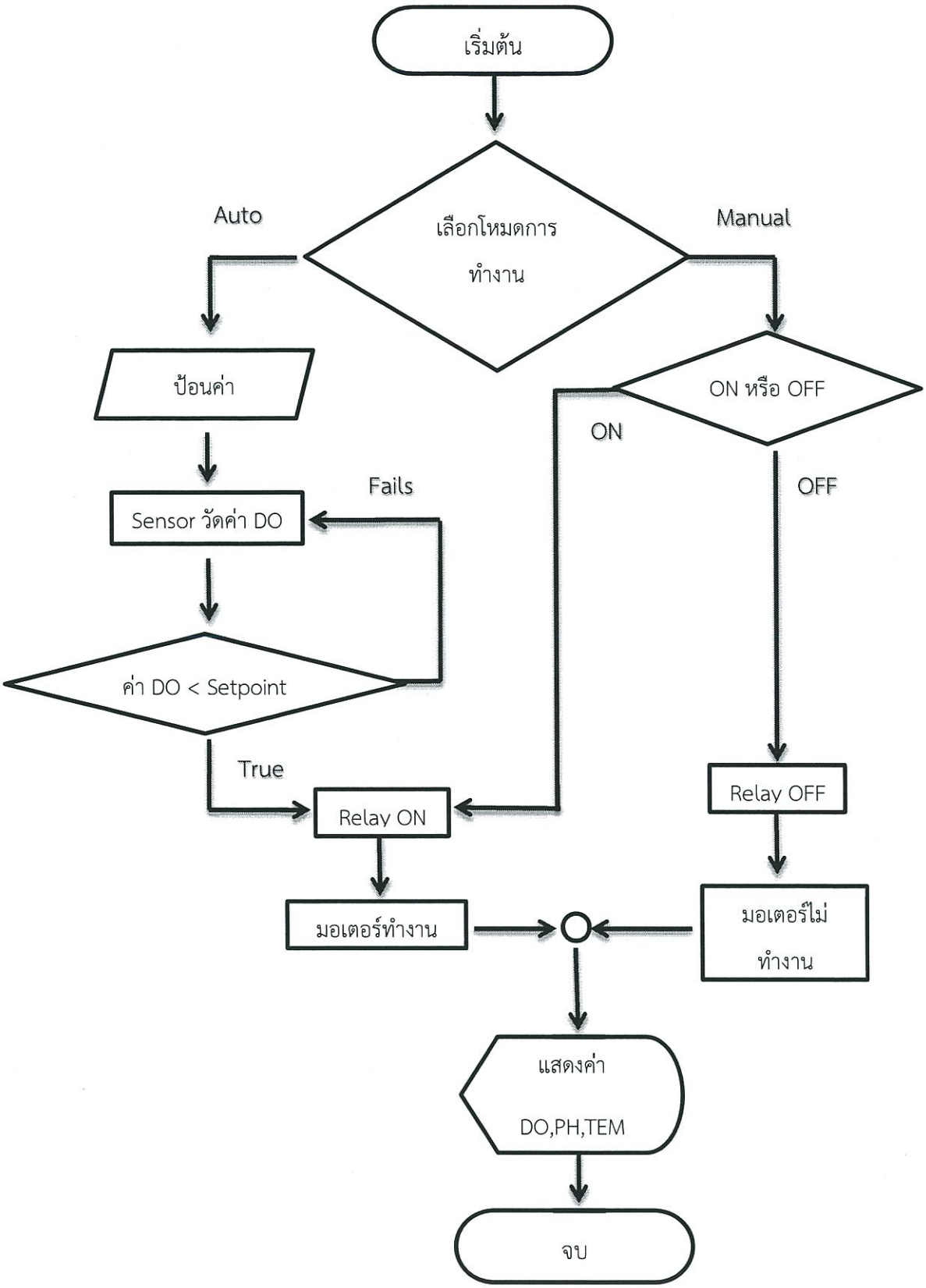
บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 กล่าวนำ

ระบบที่นำเสนอนั้นเป็นระบบวัดและควบคุมปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ โดยมีการวัดค่าตัวแปร และส่งสัญญาณแบบไร้สายเพื่อใช้ในพื้นที่กลางแจ้ง ไกลห่างจากแหล่งพักอาศัย โดยสามารถแสดงค่าได้แบบเวลาจริง และมีการแสดงผลผ่านแอพพลิเคชัน สามารถสั่งงานระยะไกลผ่านแอพพลิเคชันบนสมาร์ทโฟน เพื่อเพิ่มความสะดวกสบายแก่ผู้ใช้งาน โดยการสื่อสารแบบไร้สายนั้นเลือกใช้เป็นการเชื่อมต่อแบบไวไฟ ที่ใช้พลังงานต่ำและติดตั้งง่าย มีความเสถียร สามารถใช้ได้ในระยะไกล เหมาะสมกับระบบที่นำเสนอ ระบบที่นำเสนอนั้นสามารถนำไปใช้พัฒนาเพื่อตรวจสอบคุณลักษณะต่างๆ ของน้ำแบบไร้สาย หากติดตั้งเซนเซอร์เพื่อวัดค่าตัวแปรเพิ่ม ซึ่งสามารถนำไปใช้ในอุตสาหกรรม การเกษตร การปศุสัตว์ เป็นต้น

2.2 แนวคิดและเงื่อนไขในการออกแบบระบบที่นำเสนอ

ระบบใช้เซนเซอร์ 3 ชนิดในการวัดคุณภาพของน้ำ ได้แก่ เซนเซอร์วัดค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ, เซนเซอร์วัดค่าความเป็นกรด-เบส และเซนเซอร์วัดค่าอุณหภูมิ โดยค่าตัวแปรที่วัดได้จะถูกส่งมาประมวลผลยังบอร์ด WEMOS LOLIN32 เพื่อสั่งงานให้มอเตอร์ทำงาน โดยมีการแสดงค่าตัวแปรที่วัดได้ผ่านหน้าจอบนตัวควบคุมปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (Dissolved Oxygen Controller) และบนแอพพลิเคชันบนสมาร์ทโฟนผ่านการเชื่อมต่อไวไฟแบบเวลาจริง การใช้งานจะมี 2 แบบคือ การใช้งานแบบอัตโนมัติ (Auto Mode) และการใช้งานแบบปรับค่าด้วยตนเอง (Manual Mode) การใช้งานแบบอัตโนมัติ สามารถเลือกค่า Set Point เพื่อเปิด-ปิดการทำงานของกังหันน้ำได้แบบอัตโนมัติ ส่วนการใช้งานแบบปรับค่าด้วยตนเอง สามารถสั่งงานเปิด-ปิดการทำงานของกังหันน้ำได้ที่แอพพลิเคชัน หรือหน้าอุปกรณ์ ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 Flowchart หลักการทำงานของระบบ

2.3 คุณภาพของน้ำที่เหมาะต่อการเลี้ยงปลา [1]

2.3.1 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงปลา

ออกซิเจนเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดในการดำรงชีวิต เนื่องจากสิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์ย่อมต้องการออกซิเจนเพื่อการหายใจและเจริญเติบโต ออกซิเจนในน้ำขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น อุณหภูมิ ระดับความสูงและความเค็ม ออกซิเจนละลายในน้ำได้น้อยเมื่ออุณหภูมิสูง และน้ำที่มีความเค็มสูงจะมีออกซิเจนละลายในอัตราความเข้มข้นเท่ากับออกซิเจนในบรรยากาศ เรียกว่า จุดอิ่มตัว (Saturation Level) ดังนั้นสัตว์น้ำจะเสี่ยงต่อการขาดแคลนออกซิเจนมากกว่าสัตว์บก ในช่วงฤดูร้อนอัตราการย่อยสลายและปฏิกิริยาต่างๆ จะเพิ่มมากขึ้นทำให้ปริมาณความต้องการออกซิเจนสูงไปด้วย บางครั้งในแหล่งน้ำจะมีปรากฏการณ์เกินจุดอิ่มตัว (Super Saturation) เนื่องจากการผลิตออกซิเจนออกมามาก เช่น พืชสีเขียวทำการสังเคราะห์แสง (Photosynthesis) ในตอนกลางวัน สภาพดังกล่าวหากเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วจะเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำได้เช่นกัน ดังนั้นการควบคุมและป้องกันไม่ให้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำลดลงอยู่ในระดับต่ำ จึงเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อคุ้มครองให้สัตว์น้ำอาศัยอยู่ได้ปกติ

แหล่งที่มาของออกซิเจนในน้ำ

1. จากบรรยากาศโดยตรง เช่น กระแสลมพัดผ่านผิวน้ำ แต่มีปริมาณไม่มาก

2. จากกระบวนการสังเคราะห์แสง (Photosynthesis) ของพืชน้ำ เช่น แพลงก์ตอนพืชเป็นแหล่งให้ออกซิเจนในน้ำมากที่สุด ซึ่งตอนกลางวันพืชน้ำจะสังเคราะห์แสงผลิตออกซิเจนออกมาละลายในน้ำ

3. จากกระบวนการเคมีอื่นๆ ในน้ำโดยแหล่งน้ำบางแหล่งมีแร่ธาตุทำปฏิกิริยากันทำให้เกิดออกซิเจนละลายในน้ำได้

สาเหตุทำให้ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำลดลง

1. จากการหายใจของสัตว์น้ำและพืชน้ำ

2. จากการเน่าสลายของอินทรีย์วัตถุ เช่น แบคทีเรีย

3. จากกระบวนการทางเคมีหรือสารประกอบแร่ธาตุต่างๆ

4. จากการหมุนเวียนของน้ำผสมกับน้ำที่มีปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำน้อยกว่า

สัตว์น้ำและพืชน้ำใช้ออกซิเจนละลายน้ำเพื่อการหายใจ การควบคุมปริมาณพืชน้ำและแพลงก์ตอนจึงมีความจำเป็นที่ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำเพียงพอตลอดวัน การเน่าสลายของ

อินทรีย์วัตถุต่างๆ โดยแบคทีเรียที่ต้องการใช้ออกซิเจนอย่างเดียวเรียกว่า Biochemical Oxygen Demand (BOD) จะเป็นดรรชนีในการบ่งชี้ว่าน้ำมีความเน่าเสียมากน้อยเพียงใด ถ้าปริมาณความต้องการออกซิเจนสูงมาก แสดงว่าในน้ำมีอินทรีย์วัตถุเน่าสลายอยู่มาก โดยมีแบคทีเรียทำการย่อยสลาย โดยทั่วไปปลาไม่สามารถทนอยู่ในน้ำที่มีปริมาณออกซิเจนต่ำกว่า 0.3 mg/L หรือต่ำกว่า 1.0 mg/L เป็นเวลานาน แต่ปลาบางชนิดที่มีความต้องการออกซิเจนต่ำ และมีอวัยวะพิเศษช่วยในการหายใจสามารถที่จะอยู่ได้ ดังนั้นในการควบคุมป้องกันไม่ให้สัตว์น้ำได้รับอันตรายไม่ควรให้ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำต่ำกว่า 3 mg/l หรือหากต่ำกว่านี้ควรเป็นระยะเวลาสั้นไม่เกิน 2-3 ชั่วโมง

การขาดแคลนออกซิเจนในน้ำถึงแม้ไม่ต่ำถึงระดับที่ทำให้ปลาตาย แต่อาจส่งผลต่อการดำรงชีวิตสัตว์น้ำได้หลายประการ เช่น ปริมาณออกซิเจนต่ำกว่า 3 mg/l ทำให้ระยะฟักไข่ของปลาช้ากว่าปกติ สัตว์น้ำขนาดตัวอ่อนมีความแข็งแรงน้อยลง การเจริญเติบโตและต้านทานสารพิษจะน้อยลงไปด้วย แนวทางแก้ไขภาวะขาดแคลนออกซิเจนระยะสั้น ควรใช้เครื่องมือพ่นน้ำเป็นฝอยกระจายเพื่อดึงเอาออกซิเจนในบรรยากาศลงมา การป้องกันระยะยาวควบคุมปริมาณแพลงก์ตอนไม่ให้มากเกินไป โดยใช้วิธีวัดความโปร่งใส (Transparency) เป็นแผ่นไม้ทาสีขาวสลับดำหย่อนลงไปในน้ำ หากต่ำกว่า 30 เซนติเมตร แสดงว่ามีแพลงก์ตอนมากเกินไประยะที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตช่วง 30-60 เซนติเมตร การลดปริมาณแพลงก์ตอนโดยการระบายน้ำออกจากบ่อประมาณหนึ่งในสามของปริมาณเดิม เอาน้ำใหม่เข้า จากนั้นคอยควบคุมลดปริมาณอาหารและปุ๋ยที่ใส่ในบ่อ นอกจากนี้แพลงก์ตอนพืชชนิดสีเขียวแกมน้ำเงิน (Blue Green Algae) จะเกิดขึ้นในน้ำมีอุณหภูมิสูงช่วงฤดูร้อน แพลงก์ตอนชนิดนี้อาจตายพร้อมกันในวันที่ท้องฟ้าแจ่มใสลมสงบ ทำให้ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำลดลง หรือสังเกตจากสีเขียวเป็นสีเทาหรือน้ำตาล แสดงว่าเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงชนิดแพลงก์ตอน ซึ่งต้องเฝ้าดูและตรวจสอบออกซิเจนในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำตลอด

การขาดออกซิเจนในบ่อเลี้ยงส่งผลให้ปลาที่อาศัยอยู่ในน้ำมีปริมาณออกซิเจนไม่เพียงพอ และมักจะว่ายน้ำเร็วกว่าปกติ กระวนกระวาย กระโดดออกมาจากบ่อหรืออาจจะว่ายน้ำอยู่บริเวณผิวน้ำและโผล่ปากขึ้นมาเหนือน้ำเพื่อฮุบอากาศ การขาดออกซิเจนในน้ำในบ่อเลี้ยงมักเกิดจากการเปลี่ยนน้ำไม่ดีพอหรือให้อาหารมากเกินไป อาหารที่เหลือจะเกิดการเน่าเปื่อยและใช้ออกซิเจนมากทำให้ออกซิเจนในน้ำลดลง นอกจากนี้การที่น้ำมีอุณหภูมิสูงจะมีผลช่วงเร่งปฏิกิริยาการเน่าเปื่อยของอาหารทำให้ปริมาณออกซิเจนในน้ำลดลง และการใช้สารเคมีบางชนิดเพื่อรักษาโรค สามารถทำให้เกิดภาวะการขาดออกซิเจน เช่น ฟอร์มาลีนและด่างทับทิม เป็นต้น

การป้องกันการขาดออกซิเจนในบ่อเลี้ยงสามารถทำได้โดยการดูแลความสะอาดของบ่อ มีระบบการให้อากาศที่ดีและมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำอยู่เสมอ โดยดูดน้ำจากก้นบ่อออกให้มากที่สุดเท่าที่ทำได้ นอกจากนี้ไม่ควรปล่อยปลาลงเลี้ยงหนาแน่นเกินไป

2.3.2 ความเป็นกรด–เบสที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงปลา

ความเป็นกรด–เบสเป็นการวัดปริมาณความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออนที่มีอยู่ในน้ำ เพื่อเป็นเครื่องแสดงให้ทราบว่า น้ำหรือสารละลายมีคุณสมบัติเป็นกรด-เบส ในการทำปฏิกิริยาต่างๆ ระดับความเป็นกรด–เบสมีค่าอยู่ระหว่าง 0-14 โดยค่าของ 7 เป็นจุดกึ่งกลางหากต่ำกว่า 7 มีค่าเป็นกรด หากสูงกว่า 7 มีค่าเป็นเบส ค่า pH ในแหล่งน้ำธรรมชาติโดยทั่วไปขึ้นอยู่กับภูมิประเทศ สิ่งแวดล้อมหลายประการ เช่น ลักษณะพื้นดินและหิน ตลอดจนการใช้ที่ดินบริเวณแหล่งนั้น และอิทธิพลของสิ่งมีชีวิตในน้ำ เช่น จุลินทรีย์และแพลงก์ตอนพืช pH ของน้ำมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของพืชและสัตว์ในแหล่งน้ำ พืชน้ำสามารถใช้ธาตุอาหารได้ดีหรือไม่ขึ้นอยู่กับค่า pH ของน้ำ หากระดับ pH ต่ำกว่า 4.5 พืชน้ำไม่สามารถเจริญเติบโตได้ ขณะเดียวกันหากค่า pH ต่ำหรือสูงเกินไปก็ไม่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ จึงมีผู้แนะนำช่วง pH ที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ สามารถแบ่งได้ดังนี้

- pH 4.0 หรือต่ำกว่า = เป็นจุดอันตรายทำให้ปลาตายได้

- pH 4.0-6.0 = ปลาบางชนิดอาจไม่ตาย แต่ผลผลิตจะต่ำคือ การเจริญเติบโตช้าการสืบพันธุ์หยุดชะงัก

- pH 6.5-9.0 = ระดับที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

- pH 9.0-11.0 = ไม่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำหากต้องอาศัยอยู่เป็นเวลานาน

- pH 11 หรือมากกว่า = เป็นพิษต่อปลา

ในบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจะมีค่า pH เปลี่ยนแปลงในช่วงตอนกลางวันและกลางคืน เนื่องจากแพลงก์ตอนพืชและพืชน้ำใช้คาร์บอนไดออกไซด์ เพื่อทำการสังเคราะห์แสงในตอนกลางวัน ทำให้ค่า pH สูง และจะค่อยๆ ลดในตอนกลางคืน เนื่องจากคาร์บอนไดออกไซด์ถูกปล่อยคืนกลับมาจากการหายใจของสิ่งมีชีวิตในน้ำ น้ำที่มีค่าความเป็นเบสจะมีปริมาณแพลงก์ตอนพืชมาก pH จะสูง (pH 9-10) ในช่วงบ่าย ดังนั้นการเช็คค่า pH ในบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำควรเช็คในเวลาเช้ามืดและช่วงบ่าย เพื่อได้ทราบค่า pH ต่ำสุดและสูงสุดในรอบวันเพื่อที่จะป้องกันแก้ไขได้ทัน กรณีค่า pH สูง (pH 9-10) หากเกิดขึ้นช่วงระยะเวลาสั้นๆ จะไม่เป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ และแหล่งน้ำที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงไม่ควรมีค่า pH เปลี่ยนแปลงเกิน 2 หน่วยในรอบวัน ค่า pH นอกจากมีผลต่อสัตว์น้ำโดยตรงแล้วยังมีผลทางอ้อม เช่น ทำให้สารพิษชนิดอื่นๆ แตกตัวเพิ่มขึ้นหรือลดลง ค่า pH ที่ระดับสูงขึ้นส่งผลให้ความเป็นพิษของแอมโมเนียเพิ่มมากขึ้น การแทรกซึมของสารพิษบางชนิดเข้าสู่ร่างกายสัตว์น้ำขึ้นอยู่กับค่า pH ของสารละลายนั้นๆ นอกจากนี้การใส่ปุ๋ยในบ่อปลาหากปรากฏว่าน้ำหรือดิน

ในบ่อที่มีสภาพเป็นกรดมากเกินไป จะต้องปรับปรุงค่า pH สูงขึ้นจนอยู่ในระดับที่เหมาะสมเสียก่อนจึงใส่ปุ๋ย เพื่อที่จะให้ปุ๋ยสามารถละลายและถูกนำไปใช้โดยสิ่งมีชีวิตได้อย่างมีดระสิทธิภาพ

การปรับค่า pH ในบ่อเลี้ยงปลาหลายแห่งที่ดินมีสภาพเป็นกรด (Acid Soil) ส่งผลให้ให้น้ำในบ่อมีสภาพเป็นกรด และไม่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจึงต้องปรับปรุงโดยการเติมปูนขาว (Liming) ปูนขาวจะทำปฏิกิริยากับดินช่วยให้ค่า pH, ค่าความเป็นเบสและความกระด้างสูงขึ้นไปด้วย หากบ่อสร้างใหม่ต้องคอยเช็คคุณภาพน้ำและปรับสภาพน้ำอยู่เสมอ

ปลาแต่ละชนิดจะมีความทนทานต่อกรด–เบสได้ต่างกัน หากน้ำมีสภาพความเป็นกรดมากเกินไปทำให้ปลามีผิวหนังซีดขุ่นขาว ปลาจะว่ายไปมาอย่างรวดเร็ว นอกจากนี้ปลาจะพยายามฮุบอากาศและพยายามกระโดดออกจากบ่อ ท้ายที่สุดทำให้ปลาตายได้ เช่นเดียวกันหากน้ำมีสภาพเป็นเบส (pH 8-9 หรืออาจสูงกว่า) จะทำให้ครีบปลากร่อนและเกิดการระคายเคืองขึ้นที่เหงือก การป้องกันไม่ให้ pH ของน้ำสูงเกินไปทำได้โดยการคุมมิให้น้ำมีสีเขียวจัดเกินไป โดยการลดปุ๋ย ลดให้อาหาร พร้อมถ่ายน้ำออกบางส่วนแล้วเติมปูนขาวอัตรา 50-60 กิโลกรัมต่อไร่ และไม่ควรเลี้ยงปลาหนาแน่นมากเกินไป

2.3.3 อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงปลา

อุณหภูมิของน้ำเป็นปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพล โดยทางตรงและทางอ้อมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ จึงจำเป็นต้องทำการตรวจสอบเพื่อหาความเปลี่ยนแปลง ที่เกิดขึ้นเป็นระยะทั้งในแหล่งน้ำธรรมชาติและบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ โดยปกติอุณหภูมิของน้ำตามธรรมชาติจะแปรผันตามภูมิอากาศ ซึ่งขึ้นอยู่กับฤดูกาล ระดับความสูงและสภาพภูมิประเทศ นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของแสงสว่างจากดวงอาทิตย์, กระแสลม, ความลึก, ปริมาณสารแขวนลอยหรือความขุ่น และสภาพแวดล้อมทั่วๆ ไปของแหล่งน้ำ

ตามธรรมชาติอุณหภูมิน้ำจะเปลี่ยนแปลงอย่างช้าๆ และไม่ก่อให้เกิดปัญหาต่อการดำรงชีวิตสัตว์น้ำ อุณหภูมิของร่างกายสัตว์น้ำจะเปลี่ยนแปลงไปตามอุณหภูมิของน้ำและสภาพแวดล้อมที่มันอาศัยอยู่ แต่ต้องอยู่ในขอบเขตที่เหมาะสม ปลาจะสามารถทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิของน้ำในช่วงจำกัด เมื่ออุณหภูมิของน้ำสูงขึ้นกิจกรรมต่างๆ ในการดำรงชีวิตก็จะสูงขึ้น เมื่ออุณหภูมิลดลง กิจกรรมเหล่านั้นก็จะลดลงไปด้วยตามกฎของ Van Hoff's Law ซึ่งกล่าวว่ากระบวนการ เมตาโบลิซึม (Metabolic Rate) ของสิ่งมีชีวิตจะเพิ่มเป็น 2-3 เท่า เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น 10 องศาเซลเซียส เช่น การหายใจ, การว่ายน้ำ, การกิน, การย่อยของอาหาร, การขับถ่ายและการเต้นของหัวใจ เป็นต้น กิจกรรมเหล่านี้จะแตกต่างกันไปในปลาแต่ละชนิด ซึ่งขึ้นอยู่กับกระบวนการทางชีวเคมีภายในร่างกายและสภาพแวดล้อม เช่น ปลาขนาดใหญ่จะมีอัตราเมตาบอลิซึมน้อยกว่าปลาที่มีขนาดเล็ก โดยปกติอุณหภูมิภายในตัวปลาจะแตกต่างไปจากอุณหภูมิของน้ำเพียง 0.5-1 องศาเซลเซียส เหงือกปลาจะเป็นอวัยวะที่สำคัญช่วยในการถ่ายเทและรักษาระดับอุณหภูมิของร่างกาย ปลาขนาดเล็กจะมี

อัตราส่วนระหว่างเหงือกต่อน้ำหนักตัวมากกว่าปลาขนาดใหญ่ ทำให้ปลาขนาดเล็กสามารถทนทานและปรับตัวได้ดีกว่าปลาขนาดใหญ่ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิเกิดขึ้น อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิของน้ำอย่างรวดเร็ว (Temperature Shock) สามารถทำให้เกิดอันตรายต่อสัตว์น้ำได้ เช่น ทำให้ระบบการควบคุมขับถ่ายน้ำและแร่ธาตุภายในร่างกาย (Osmoregulatory System) ผิดปกติไปทำให้ร่างกายอ่อนแอและตายได้ การปล่อยน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ ที่มีอุณหภูมิสูงหรือระบบหล่อเย็น (Cooling System) จะมีผลกระทบต่อสัตว์น้ำบริเวณดังกล่าวหากอุณหภูมิสูงกว่า 2-3 องศาเซลเซียส อาจเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต และส่งผลกระทบต่อห่วงโซ่อาหารในระดับสูงขึ้นไป ชนิด, ปริมาณ และสัดส่วนของประชากรจะถูกควบคุมโดยอุณหภูมิ นอกจากนี้อุณหภูมิยังมีผลต่อสภาพแวดล้อมทางกายภาพของแหล่งน้ำหลายประการ เช่น ความหนาแน่น, ความหนืด, ความสามารถในการละลายก๊าซออกซิเจน, การแบ่งชั้นของน้ำ, การหมุนเวียนของแร่ธาตุต่างๆ และกระแสน้ำ เป็นต้น ผลกระทบที่สำคัญต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำที่มีอุณหภูมิสูงคือ ปริมาณออกซิเจนละลายอยู่ในน้ำจะลดลง ขณะเดียวกันสัตว์น้ำต้องการออกซิเจนเพิ่มมากขึ้น จึงเกิดปัญหาขาดแคลนออกซิเจนขึ้นได้ และการทำงานของแบคทีเรียและจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ ในการย่อยสลายสิ่งปฏิกูลต่างๆ ในน้ำก็จะเพิ่มขึ้นและต้องการใช้ออกซิเจนมากขึ้น ก็จะทำให้แหล่งน้ำขาดออกซิเจนเร็วขึ้นเป็นเหตุให้เกิดการเน่าเสีย นอกจากนี้การอพยพย้ายถิ่น การวางไข่ การฟักไข่เป็นตัวของสัตว์น้ำล้วนแต่ถูกควบคุมโดยอุณหภูมิ การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิของน้ำทำให้พืชน้ำโดยเฉพาะแพลงก์ตอนมีการเจริญเติบโต และเพิ่มปริมาณของสาหร่ายหลายชนิด เช่น อุณหภูมิสูงจะมีพวกสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวมาก จะไม่ก่อประโยชน์ต่อสัตว์น้ำบางชนิด และอาจเป็นพิษแก่สัตว์น้ำได้ นอกจากนี้หากมีปริมาณมากก็จะทำให้เกิดการเน่าเสียและมีกลิ่นเหม็น ซึ่งมีผลกระทบต่อสัตว์น้ำได้เช่นเดียวกัน

เนื่องจากปลาไม่สามารถทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิกะทันหัน ดังนั้นการเคลื่อนย้ายจากที่หนึ่งไปอีกที่หนึ่งจึงต้องระวังเป็นพิเศษ โดยจะต้องให้ปลาปรับตัวให้เข้ากับอุณหภูมิอย่างช้าๆ โดยเฉพาะถ้านำปลาที่ที่มีอุณหภูมิต่ำไปที่มีอุณหภูมิสูง อุณหภูมินอกจากมีผลต่อสัตว์น้ำโดยตรงยังอาจมีผลทางอ้อม เช่น อุณหภูมิที่สูงขึ้นทำให้สารพิษประเภทต่างๆ เช่น ยาปราบศัตรูพืชและโลหะหนักมีความรุนแรงมากขึ้น เนื่องจากอุณหภูมิสูงจะช่วงเร่งให้มีการดูดซึม และการแพร่กระจายของสารพิษเหล่านั้นให้เข้าสู่ร่างกายเร็วขึ้น อย่างไรก็ตามสารพิษบางชนิดมีพิษลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นเนื่องจากอุณหภูมิไปทำให้ปฏิกิริยาย่อยสลาย และการกำจัดสารพิษออกนอกร่างกายได้เร็วขึ้นกว่าปกติ นอกจากนี้อุณหภูมิของน้ำที่เปลี่ยนแปลงไปทำให้ความต้านทานต่อโรคของสัตว์น้ำเปลี่ยนแปลงไป และเชื้อโรคบางชนิดสามารถแพร่กระจายได้ดีในอุณหภูมิที่แตกต่างกัน

ปลาในเขตร้อน เช่น ประเทศไทยชอบอาศัยอยู่ในน้ำที่มีอุณหภูมิ 25-32 องศาเซลเซียส โดยทั่วไปบ่อเลี้ยงปลาธรรมชาติมีปริมาณแร่ธาตุสารแขวนลอย, แพลงก์ตอน และความขุ่นค่อนข้างสูง จึงทำให้ตอนกลางวันที่มีแดดจัด ผิวน้ำชั้นบนจะสามารถดูดซับความร้อนไว้ได้มาก ซึ่งอาจมีอุณหภูมิสูงกว่า 35 องศาเซลเซียส ส่วนน้ำชั้นล่างที่มีอุณหภูมิต่ำอาจเกิดการแบ่งชั้นของอุณหภูมิตามความลึก (Thermal Stratification) แต่มักปรากฏในแหล่งน้ำที่มีขนาดใหญ่ ส่วนในบ่อเลี้ยงปลามีพื้นที่น้อย

ความลึกไม่เกิน 2 เมตร จะไม่ค่อยเกิดปรากฏการณ์ดังกล่าว อย่างไรก็ดีในบ่อที่มีความขุ่นสูง และกระแสลมไม่พัดผ่าน อาจเกิดการแบ่งชั้นอุณหภูมิขึ้นได้ โดยเฉพาะในวันที่มีท้องฟ้าใสลมสงบ แดดจัด การรวมตัวของน้ำชั้นบนและชั้นล่างจะเกิดขึ้นตอนกลางคืนหรือรุ่งเช้า เนื่องจากอุณหภูมิของน้ำจะค่อยๆ ลดทำให้เกิดการรวมตัวหรือหากในบ่อมีความขุ่นลดลง ปริมาณแพลงก์ตอนลดน้อยลงทำให้แสงสว่างส่องลงไปลึกมากขึ้น การแพร่กระจายของอุณหภูมิจะสม่ำเสมอในทุกๆ ความลึก การรวมตัวของการแบ่งชั้นของอุณหภูมิในภายหลังส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ ซึ่งทำให้เกิดการขาดแคลนออกซิเจนในแหล่งน้ำได้

อุณหภูมิที่ผิดปกติอาจทำให้เกิดโรค หากอุณหภูมิของน้ำเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างกะทันหันอาจทำให้ปลาตายได้ เช่น เปลี่ยนแปลงช่วง +12 องศาเซลเซียส ปลาส่วนใหญ่จะปรับตัวทันแต่มีปลาหลายชนิดไม่สามารถทนต่อการเปลี่ยนแปลงได้ ตัวอย่างของการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิที่เกิดขึ้นเสมอคือ การขนส่งปลาจากบ่อหนึ่งไปอีกบ่อหนึ่ง ดังนั้นควรระวังในการขนถ่าย หากปลาช็อคเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิกะทันหันจะส่งผลให้ปลาอ่อนแอลง และติดเชื้อได้ง่ายและปลาที่อยู่ในน้ำที่เย็นหรืออุณหภูมิต่ำจะมีลักษณะผิวหนังซีดและเกิดการติดเชื้อราได้ง่าย

โดยสรุปการป้องกันผลกระทบอุณหภูมิที่มีต่อสัตว์น้ำ ควรป้องกันไม่ให้อุณหภูมิของแหล่งน้ำมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วหรือผิดปกติไปจากสภาพที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ หรือฤดูกาล และไม่ควรเกินในช่วงอุณหภูมิปกติในการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ

2.4 หลักการของฮาร์ดแวร์ที่ใช้งาน

2.4.1 เซนเซอร์

1. หลักการเซนเซอร์วัดค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (Dissolved Oxygen Sensor) [2]

โพรบ (Electrode) ของเซนเซอร์ จะตอบรับความดันย่อยของออกซิเจนในของเหลว หรือในออกซิเจนในอากาศที่ถูกวัด เป็นการวัดในรูปของค่าความดันมากกว่าความเข้มข้น ออกซิเจนทั้งหมดที่แพร่ผ่านเมมเบรนนั้นจะถูกใช้ไปที่แคโทด ซึ่งเป็นที่ที่เกิดปฏิกิริยาทางเคมีไฟฟ้า โดยจะถูกรีดิวซ์ให้อยู่ในรูป Hydroxyl Ion ก่อให้เกิดกระแสไฟฟ้าภายในโพรบ ตามสมการที่ (2.1)

$$O_2 + 2H_2O + 4e^- \leftrightarrow 4OH^- \qquad (2.1)$$

เพราะว่าออกซิเจนที่ถูกใช้ไปทั้งหมดนั้นถูกใช้ไปในทางเคมี และความดันย่อยของออกซิเจนในอิเลคโตรไลท์นั้นเป็นศูนย์ ดังนั้นจึงเกิดความชันของความดันย่อยของออกซิเจนขึ้นที่เมมเบรน และอัตราที่ออกซิเจนผ่านโพรบนั้นก็เป็นผลจากความดันย่อยของออกซิเจนในอากาศ หรือออกซิเจนในของเหลวที่กำลังวัดเมื่อโพรบถูกจุ่มในน้ำที่อิ่มตัวด้วยอากาศ กระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจะไม่ได้รับ

ผลกระทบจากอุณหภูมิ ค่าความเค็มของน้ำ อย่างไรก็ตามในส่วนของค่าความเข้มข้นของออกซิเจนที่ละลายในน้ำนั้นจะแปรผันตามอุณหภูมิ และค่าความเค็มของน้ำ เนื่องจากการรายงานผลค่าความเข้มข้นของออกซิเจนที่ละลายนั้นจะถูกต้องที่สุดเมื่อได้รับการชดเชยตามอุณหภูมิ ค่าความเค็มของน้ำ และค่าความดันบรรยากาศ ณ ขณะนั้น

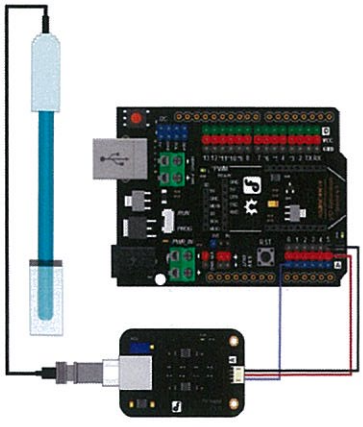
ถ้ารายงานค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ในรูปของค่าความดันย่อยของออกซิเจน การชดเชยค่าจากอุณหภูมิ และหรือค่าความเค็มของน้ำจะไม่จำเป็นอีกต่อไป เนื่องจากโดยส่วนใหญ่แล้วโพรบ จะมีระบบชดเชยอุณหภูมิอยู่แล้ว ยกตัวอย่างเช่น ถ้าเครื่องแปลงค่าจากการวัดค่าความดันย่อยของออกซิเจน ไปสู่ค่า DO ในหน่วย mg/l ณ อุณหภูมิขณะนั้นจึงจำเป็นจะต้องป้อนค่าความเค็ม และค่าความดันบรรยากาศเพื่อการชดเชยค่าที่จะทำให้เกิดความถูกต้องสูงสุดในการวัด

2. หลักการเซนเซอร์วัดค่าความเป็นกรด-เบส (pH Sensor) [3]

เซนเซอร์วัดค่าความเป็นกรด-เบสมีส่วนประกอบหลัก 2 ส่วนคือ โพรบ (Electrode) และเครื่องวัดศักย์ไฟฟ้า โดยโพรบจะวัดค่าการแตกตัวของประจุไฮโดรเจนที่อยู่รอบผนังบางๆ ของกระเปาะแก้ว โพรบจะให้ค่าความต่างศักย์เล็กน้อยประมาณ 0.06 โวลต์ต่อหน่วยพีเอช ส่วนเครื่องวัดศักย์ไฟฟ้าจะเปลี่ยนค่าศักย์ไฟฟ้าที่วัดได้ให้เป็นค่าความเป็นกรดเบส โดยค่าความต้านทานในการวัดมีค่าสูงมาก ประมาณ 20 ถึง 1000 เมกะโอห์ม

การใช้งานจะต้องปรับเทียบมาตรฐานก่อนการใช้โดยการปรับเทียบกับสารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐานที่ค่าความกรดด่าง 4, 7 หรือ 10 อย่างน้อยสองค่าที่มีค่าครอบคลุมในช่วงที่ต้องการวัด การใช้งานควรล้างโพรบด้วยน้ำสะอาดปราศจากประจุ หรือน้ำกลั่น แล้วซับด้วยกระดาษชำระ แล้วรีบจุ่มอิเล็กโทรดลงในสารละลายที่ต้องการวัดอย่างรวดเร็ว ดังสมการที่ (2.2) และรูปที่ 2.2

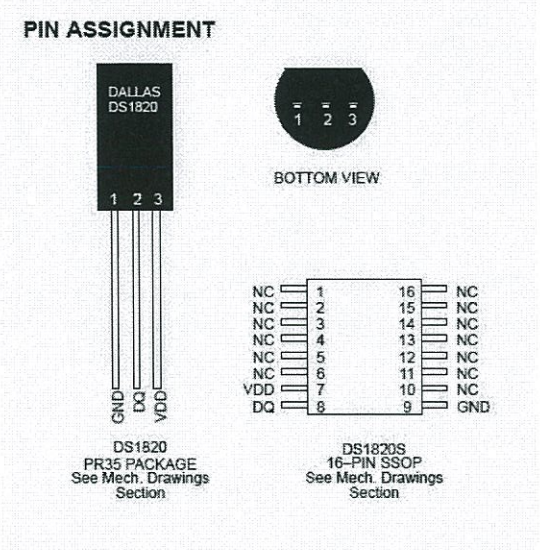
$$E = E^0 + \frac{RT}{F}\ln(\alpha_{H+}) = E^0 - \frac{2.303RT}{F}pH \qquad (2.2)$$



รูปที่ 2.2 วงจรเซนเซอร์วัดความเป็นกรด-เบส

3. หลักการเซนเซอร์วัดค่าอุณหภูมิชนิดไอซี (DS1820) [4]

เซนเซอร์วัดค่าอุณหภูมิในน้ำไอซีดิจิตอลเบอร์ DS1820 เป็นเซนเซอร์วัดอุณหภูมิที่มีข้อมูลขนาด 9 บิต เซนเซอร์สามารถเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านมาตรฐานการเชื่อมต่อแบบ 1-wireTM เพื่อแสดงค่าอุณหภูมิที่วัดได้ของไอซี ซึ่งใช้สายในการเชื่อมต่อข้อมูลเพียงเส้นเดียวร่วมกับกราวด์และไฟเลี้ยง ไอซีดิจิตอลเบอร์ DS1820 สามารถอ่าน เขียน และแปลงค่าอุณหภูมิโดยใช้คำสั่งผ่านสายเส้นเดียวกันกับข้อมูลได้ โดยไม่จำเป็นต้องใช้ไฟเลี้ยงจากภายนอก ไอซี DS1820 ที่ผลิตออกแต่ละตัวมีเลขประจำตัวเฉพาะ ทำให้สามารถเชื่อมต่อบนสายข้อมูลเส้นเดียวกันได้หลายตัว ทำให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานด้านการตรวจวัดในบริเวณต่างๆ ได้อย่างหลากหลาย อาทิเช่น ในงานด้านการควบคุมความร้อน การระบายอากาศ ระบบปรับอากาศ เซนเซอร์วัดอุณหภูมิภายในอาคาร ติดตั้งกับเครื่องจักรกล และในกระบวนการที่มีการตรวจสอบอุณหภูมิตลอดเวลา เป็นต้น ดังรูปที่ 2.3

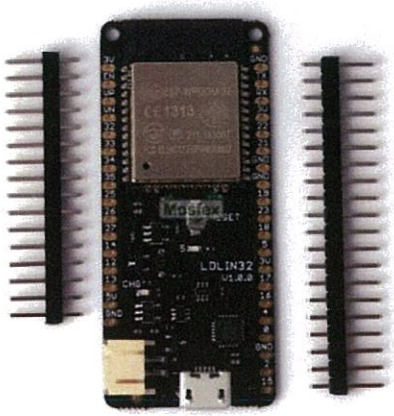


รูปที่ 2.3 การจัดเรียงขาของไอซีตรวจวัดอุณหภูมิเบอร์ DS1820

2.4.2 บอร์ด WEMOS LOLIN32 [5]

ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) เป็นอุปกรณ์ไอซีชนิดหนึ่ง ที่สามารถเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงาน สามารถรับข้อมูลในรูปแบบสัญญาณดิจิตอล เข้าไปทำการประมวลผลแล้วส่งข้อมูลดิจิตอลออกมาเพื่อนำไปใช้งานตามต้องการ ซึ่งมีความสามารถที่คล้ายคลึงกับระบบคอมพิวเตอร์ โดยภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ได้รวมเอาซีพียู, หน่วยความจำ และพอร์ต ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักสำคัญของระบบคอมพิวเตอร์เข้าไว้ด้วยกัน ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นไมโครโพรเซสเซอร์ชนิดหนึ่งที่ได้รับการพัฒนาแยกออกมาภายหลังเพื่อนำไปใช้ในวงจรด้านงานควบคุม

WEMOS LOLIN32 คือ บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์จากผู้ผลิต Wemos ที่พัฒนาเพิ่มเติมจาก ESP8266 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มี WIFI ติดมาด้วย สามารถใช้ Arduino เขียนโปรแกรมได้ มีการเชื่อมต่อ Bluetooth Low-Energy (BLE, BT4.0, Bluetooth Smart) และยังมี GPIO ถึง 30 ขา ESP32 ทำงานช่วงไฟเลี้ยง 2.2 ถึง 3.6 โวลต์ โดยปกติจะจ่ายไฟ 3.3 โวลต์ และอินพุตของ ESP32 ไม่สามารถใช้ไฟ 5 โวลต์ได้ เพราะฉะนั้นเพื่อความปลอดภัยควรมีไอซีเป็น Buffer หรือหา Shift Level ใส่ไว้ด้วย ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 บอร์ด WEMOS LOLIN32

2.4.3 เซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit Breaker) [6]

เซอร์กิตเบรกเกอร์เป็นอุปกรณ์ที่ออกแบบมาเพื่อเปิด-ปิดวงจรโดยไม่อัตโนมัติ และสามารถเปิดวงจรโดยอัตโนมัติเมื่อมีกระแสไหลเกินกว่าค่าที่กำหนด ถือว่าเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ป้องกันกระแสเกินหรือลัดวงจรเช่นเดียวกับฟิวส์ แต่แตกต่างกันตรงที่เมื่อทำการเปิดวงจรหรือตัดวงจรแล้ว สามารถที่จะปิดหรือต่อวงจรได้ทันทีหลังจากแก้ปัญหาความผิดปกติในระบบได้แล้ว โดยไม่ต้องทำการเปลี่ยนอุปกรณ์ใหม่เหมือนกับฟิวส์

เซอร์กิตเบรกเกอร์จะถูกแบ่งออกตามพิกัดแรงดันไฟฟ้าหรือการออกแบบ หากแบ่งตามพิกัดแรงดันไฟฟ้าจะแบ่งได้ 3 ประเภท ได้แก่ Low Voltage เบรกเกอร์, Medium Voltage เบรกเกอร์ และ High Voltage เบรกเกอร์ เบรกเกอร์ส่วนใหญ่ที่นิยมใช้กันคือ Low Voltage เบรกเกอร์ เบรกเกอร์กลุ่ม Low Voltage คือ พวก MCB, MCCB และ ACB เบรกเกอร์เหล่านี้จะมีลักษณะที่แตกต่างกันตามการออกแบบ ทั้งขนาด รูปร่างที่ถูกออกแบบมาให้เข้ากับการใช้งานหลากหลายประเภท

1. เซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันไฟฟ้าต่ำ (Low Voltage Circuit Breakers)

แรงดันไฟฟ้าต่ำน้อยกว่า 1,000 VAC เป็นเบรกเกอร์แบบที่ใช้งานทั่วไป ใช้งานเชิงพาณิชย์และอุตสาหกรรม ติดตั้งในตู้คอนซูมเมอร์ยูนิท ตู้ DB (Distribution) หรือตู้โหลดเซนเตอร์ เบรกเกอร์ชนิดนี้ได้รับการรับรองตามมาตรฐานสากล เช่น มาตรฐาน IEC 947 เบรกเกอร์แรงดันไฟฟ้าต่ำมักถูกติดตั้งในตู้ที่เปิดออกได้ ซึ่งสามารถถอดและเปลี่ยนได้โดยไม่ต้องถอดสวิตช์ออก ตัวอย่าง เบรกเกอร์แรงดันไฟฟ้าต่ำ มีดังนี้ MCB, RCCB, RCBO, MCCB และ ACB

2. เซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันไฟฟ้ากลาง (Medium Voltage Circuit Breakers)

เบรกเกอร์แรงดันไฟปานกลางที่มีแรงดันไฟฟ้าตั้งแต่ 1–72 กิโลโวลต์ อาจจะประกอบเข้าไปในตู้เหล็กสวิตช์ขนาดใหญ่ (Metal-enclosed Switchgear Lineups) สำหรับใช้ในอาคารหรืออาจใช้เป็นชิ้นส่วนติดตั้งภายนอกในสถานีย่อย เช่น แอร์เซอร์กิตเบรกเกอร์ (ACB) ที่มีการอัดน้ำมันเข้าไปให้ทำงาน สำหรับใช้งานภายนอกอาคาร แต่ปัจจุบันหันมาใช้เบรกเกอร์สุญญากาศ (Vacuum Circuit Breakers) แทน มีแรงดันไฟฟ้าประมาณ 40.5 กิโลโวลต์ เบรกเกอร์เหล่านี้ทำงานโดยรีเลย์ตรวจจับกระแสไฟฟ้าที่ทำงานผ่านหม้อแปลงกระแสไฟฟ้า ลักษณะของเบรกเกอร์แรงดันไฟปานกลางได้การรับรองจากมาตรฐาน IEC 62271 และเบรกเกอร์ชนิดนี้มักใช้เซนเซอร์กระแสสลับและรีเลย์ป้องกันแทนการใช้เซนเซอร์วัดความร้อนหรือแม่เหล็กในตัว

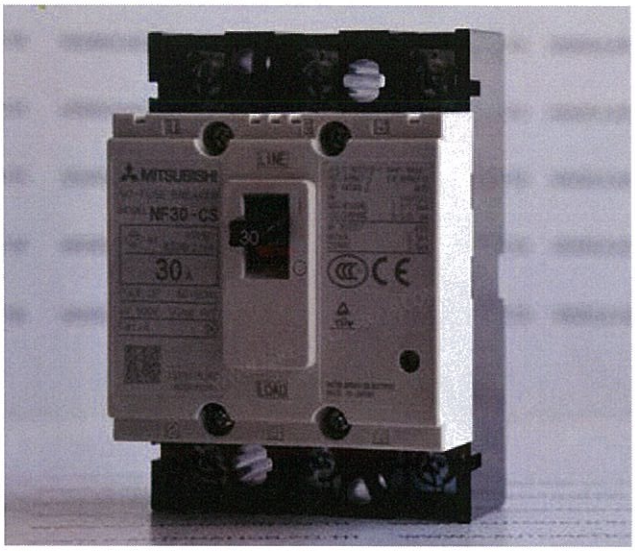
3. เซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันไฟฟ้าสูง (High Voltage Circuit Breakers)

เครือข่ายการส่งกำลังไฟฟ้ามีการป้องกัน และควบคุมโดยเซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันไฟฟ้าสูง ความหมายของ “แรงดันไฟฟ้าสูง” อาจมีความแตกต่างกันไป แต่ในงานส่งกำลังจะมีขนาดแรงดันไฟ 72.5 kV หรือสูงกว่า (ตามคำจำกัดความล่าสุดของ IEC) เซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันไฟสูงจะทำงานด้วยขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า ที่มีรีเลย์ตรวจจับกระแสไฟที่ทำงานผ่านหม้อแปลงกระแสไฟฟ้าอีกที ในส่วนของชุดรีเลย์ป้องกันที่ซับซ้อนนั้น ช่วยป้องกันอุปกรณ์จากโหลดเกินหรือไฟรั่วลงดินได้

ระบบนี้เลือกใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์ Mitsubishi NF30 CS 3P ขนาด 10-30 แอมป์ ซึ่งมีการใช้งานดังตารางที่ 2.1 และรูปที่ 2.5

ตารางที่ 2.1 การใช้งานของ Mitsubishi NF30 CS 3P ขนาด 10-30 แอมป์

อุปกรณ์	กระแสลัดวงจรสูงสุด (KA)
เซอร์กิตเบรกเกอร์ NF30 CS 3P 10-30 A Mitsubishi	1.5



รูปที่ 2.5 Mitsubishi NF30 CS 3P

2.4.4 แมกเนติกคอนแทกเตอร์ (Magnetic Contactor) [7]

แมกเนติกคอนแทกเตอร์คือ อุปกรณ์สวิตช์ตัดต่อวงจรไฟฟ้าเพื่อการเปิด-ปิดของหน้าสัมผัส (Contact) ทำงานโดยอาศัยอำนาจแม่เหล็กไฟฟ้าช่วยในการเปิด-ปิดหน้าสัมผัสในการตัดต่อวงจรไฟฟ้า เช่น เปิด-ปิด การทำงานของวงจรควบคุมมอเตอร์ นิยมในวงจรของระบบแอร์, ระบบควบคุมมอเตอร์ หรือใช้ในการควบคุมเครื่องจักรต่างๆ โดยแมกเนติกคอนแทกเตอร์นั้นจะมีส่วนประกอบหลักที่สำคัญต่อการทำงาน ได้แก่ แกนเหล็ก (Core), ขดลวด (Coil), หน้าสัมผัส (Contact)

2.4.4.1 หลักการทำงานแมกเนติกคอนแทกเตอร์

เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านไปยังขดลวดสนามแม่เหล็กที่อยู่ขากลางของแกนเหล็ก ขดลวดจะสร้างสนามแม่เหล็กที่แรงสนามแม่เหล็กชนะแรงสปริงดึงให้แกนเหล็กชุดที่เคลื่อนที่ลงมาในสภาวะนี้ (ON) คอนแทกทั้งสองชุดจะเปลี่ยนสภาวะการทำงานคือ คอนแทกปกติปิดจะเปิดวงจรจุดสัมผัสออก และคอนแทกปกติเปิดจะต่อวงจรของจุดสัมผัส เมื่อไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านเข้าไปยังขดลวดสนามแม่เหล็กคอนแทกทั้งสองชุดจะกลับไปสู่สภาวะเดิม

2.4.4.2 ชนิดและขนาดของแมกเนติกคอนแทกเตอร์

แมกเนติกคอนแทกเตอร์ที่ใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับ แบ่งเป็น 4 ชนิดตามลักษณะของโหลดและการนำไปใช้งานมีดังนี้

AC 1 : เป็นแมกเนติกคอนแทกเตอร์ที่เหมาะสำหรับโหลดที่เป็นความต้านทาน หรือในวงจรที่มีอินดัคทีฟน้อยๆ

AC 2 : เป็นแมกเนติกคอนแทกเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับใช้กับโหลดที่เป็นสปริงมอเตอร์

AC 3 : เป็นแมกเนติกคอนแทกเตอร์ที่เหมาะสำหรับใช้การสตาร์ท และหยุดโหลดที่เป็นมอเตอร์กรงกระรอก

AC 4 : เป็นแมกเนติกคอนแทกเตอร์ที่เหมาะสำหรับการสตาร์ท-หยุดมอเตอร์ วงจร jogging และการกลับทางหมุนมอเตอร์แบบกรงกระรอก

2.4.4.3 การพิจารณาเลือกไปใช้งาน

ในการเลือกแมกเนติกคอนแทกเตอร์ในการใช้งานให้เหมาะสมกับมอเตอร์นั้น จะพิจารณาที่กระแสสูงสุดในการใช้งาน (Reated Current) และแรงดันของมอเตอร์ต้องเลือกแมกเนติกคอนแทกเตอร์ ที่มีกระแสสูงกว่ากระแสที่ใช้งานของมอเตอร์ที่มีแรงดันเท่ากัน ในการพิจารณาเลือกแมกเนติกคอนแทกเตอร์ใช้งานควรพิจารณาดังนี้

- ลักษณะของโหลดและการใช้งาน
- แรงดันและความถี่
- สถานที่ใช้งาน
- ความบ่อยครั้งในการใช้งาน
- การป้องกันจากการสัมผัสและการป้องกันน้ำ
- ความคงทนทางกลและทางไฟฟ้า

ระบบนี้เลือกใช้แมกเนติกคอนแทกเตอร์ รุ่น Magnetic Contactor Mitsubishi S-N10 ซึ่งมีการใช้งานดังตารางที่ 2.2 และรูปที่ 2.6

ตารางที่ 2.2 การใช้งานของ Magnetic

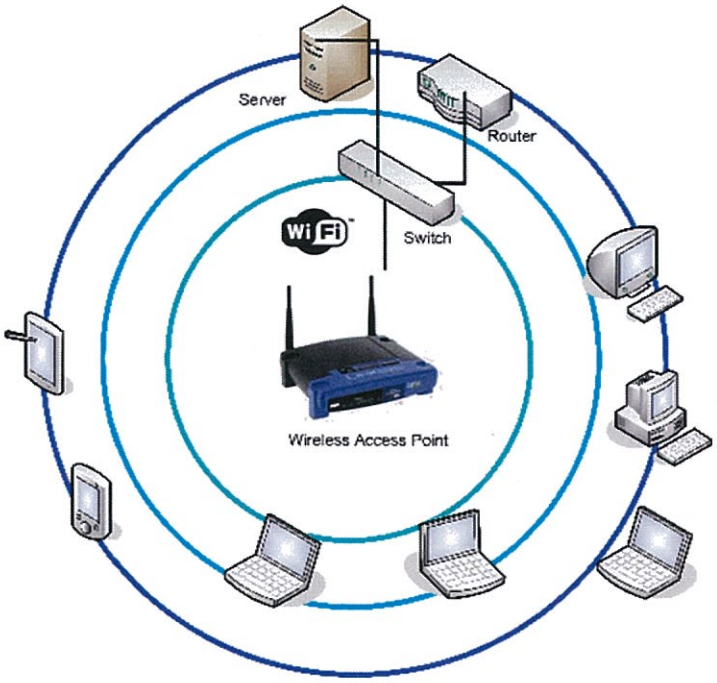
กระแสที่ใช้งาน Rated Operating Current (AC3)		ขนาดมอเตอร์สูงสุด Max. Motor Capacity 3 Phase (AC3)		Thermal Current (AC1)	คอนแทกช่วย Standard Auxiliary Contact	
220-240V	380-440V	220-240V KW(HP)	380-440V KW(HP)		NO	NC
11	9	2.5(3.3)	4(5.5)	20	1NO	-

รูปที่ 2.6 Magnetic Contactor Mitsubishi S-N10

2.5 การส่งข้อมูลของระบบ

2.5.1 ไวไฟ (Wi-Fi) [8]

ไวไฟเป็นเทคโนโลยีที่ได้รับความนิยมที่ช่วยให้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ในการแลกเปลี่ยนข้อมูลหรือการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตแบบไร้สายโดยใช้คลื่นวิทยุ ซึ่งอยู่บนมาตรฐาน IEEE 802.11 แต่ปัจจุบันนิยมใช้ไวไฟเพื่อต่อกับอินเทอร์เน็ต โดยอุปกรณ์พกพาต่างๆ เช่น คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล เครื่องเล่นเกมส์ โทรศัพท์สมาร์ทโฟน แท็บเล็ต กล้องดิจิทัลและเครื่องเสียงดิจิทัล สามารถเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตได้ผ่านอุปกรณ์ที่เรียกว่า แอคเซสพอยต์ หรือ ฮอตสปอต และบริเวณที่ระยะทำการของแอคเซสพอยต์ครอบคลุมอยู่ที่ประมาณ 20 เมตรในอาคาร แต่จะสามารถครอบคลุมระยะทางได้ไกลกว่าถ้าเป็นที่โล่งแจ้ง ดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 การเชื่อมต่อระบบไวไฟ

2.5.1.1 ลักษณะการเชื่อมต่อของอุปกรณ์

ไวไฟได้กำหนดลักษณะการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ภายในเครือข่ายแลน ไว้ 2 ลักษณะคือ โหมด Infrastructure และโหมด Ad-Hoc หรือ Peer-to-Peer

1. โหมด Infrastructure

โดยทั่วไปแล้วอุปกรณ์ในเครือข่ายไวไฟ จะเชื่อมต่อกันในลักษณะของโหมด Infrastructure ซึ่งเป็นโหมดที่อนุญาตให้อุปกรณ์ภายใน LAN (Local Area Network) สามารถเชื่อมต่อกับเครือข่ายอื่นได้ ในโหมด Infrastructure นี้จะประกอบไปด้วยอุปกรณ์ 2 ประเภท ได้แก่ สถานีผู้ใช้ (Client Station) ซึ่งก็คือ อุปกรณ์คอมพิวเตอร์, แล็ปท็อป, หรือ PDA ต่างๆ ที่มีอุปกรณ์ Client Adapter เพื่อใช้รับส่งข้อมูลผ่านไวไฟ และสถานีแม่ข่าย (Access Point) ซึ่งทำหน้าที่ต่อเชื่อมสถานีผู้ใช้เข้ากับเครือข่าย การทำงานในโหมด Infrastructure มีพื้นฐานมาจากระบบเครือข่ายโทรศัพท์มือถือ กล่าวคือ สถานีผู้ใช้จะสามารถรับส่งข้อมูลโดยตรงกับสถานีแม่ข่ายที่ให้บริการแก่สถานีผู้ใช้นั้นอยู่เท่านั้น ส่วนสถานีแม่ข่ายจะทำหน้าที่ส่งต่อ (Forward) ข้อมูลที่ได้รับจากสถานีผู้ใช้ไปยังจุดหมายปลายทางหรือส่งต่อข้อมูลที่ได้ รับจากเครือข่ายอื่นมายังสถานีผู้ใช้

2. โหมด Ad-Hoc หรือ Peer-to-Peer

เครือข่ายไวไฟในโหมด Ad-Hoc หรือ Peer-to-Peer เป็นเครือข่ายที่ปิดคือ ไม่มีสถานีแม่ข่ายและไม่มีการเชื่อมต่อกับเครือข่ายอื่น บริเวณของเครือข่ายไวไฟในโหมด Ad-Hoc จะเรียกว่า Independent Basic Service Set (IBSS) ซึ่งสถานีผู้ใช้หนึ่งสามารถติดต่อสื่อสารข้อมูลกับสถานีผู้ใช้อื่นๆ ในเขต IBSS เดียวกันได้โดยตรงโดยไม่ต้องผ่านสถานีแม่ข่าย แต่สถานีผู้ใช้จะไม่สามารถรับส่งข้อมูลกับเครือข่ายอื่นๆ ได้

2.5.1.2 การเข้าและถอดรหัสข้อมูล

การเข้าและถอดรหัสข้อมูล (WEP Encryption/Decryption) ใช้หลักการในการเข้าและถอดรหัสข้อมูลที่เป็นแบบ Symmetrical นั่นคือ รหัสที่ใช้ในการเข้ารหัสข้อมูลจะเป็นตัวเดียวกันกับรหัสที่ใช้ สำหรับการถอดรหัสข้อมูล

การทำงานของการเข้ารหัสข้อมูลในกลไก WEP Encryption

1. Key ขนาด 64 หรือ 128 บิต สร้างขึ้นโดยการนำเอารหัสลับซึ่งมีความยาว 40 หรือ 104 บิต มาต่อรวมกับข้อความเริ่มต้น IV (Initialization Vector) ขนาด 24 บิตที่กำหนดแบบสุ่มขึ้นมา

2. Integrity Check Value (ICV) ขนาด 32 บิต สร้างขึ้นโดยการคำนวณค่า 32-bit Cyclic Redundant Check จากข้อมูลดิบที่จะส่งออกไป (ICV) ซึ่งจะนำไปต่อรวมกับข้อมูลดิบ มีไว้สำหรับตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลหลังจากการถอดรหัสแล้ว

3. ข้อความที่มีความสุ่ม (Key Stream) ขนาดเท่ากับความยาวของข้อมูลดิบที่จะส่งกับอีก 32 บิต (ซึ่งเป็นความยาวของ ICV) สร้างขึ้นโดยหน่วยสร้างข้อความที่มีความสุ่มหรือ PRNG (Pseudo-Random Number Generator) ที่มีชื่อเรียกว่า RC4 ซึ่งจะใช้ Key ที่กล่าวมาข้างต้นเป็น Input (หรือ Seed) PRNG จะสร้างข้อความสุ่มที่แตกต่างกันสำหรับ Seed แต่ละค่าที่ใช้

4. ข้อความที่ได้รับการเข้ารหัส (Ciphertext) สร้างขึ้นโดยการนำเอา ICV ต่อกับข้อมูลดิบแล้วทำการ XOR แบบบิตต่อบิตกับข้อความสุ่ม (Key Stream) ซึ่ง PRNG ได้สร้างขึ้น

5. สัญญาณที่จะส่งออกไปคือ ICV และข้อความที่ได้รับการเข้ารหัส (Ciphertext)

การทำงานของการเข้ารหัสข้อมูลในกลไก WEP Decryption

1. Key ขนาด 64 หรือ 128 บิต สร้างขึ้นโดยการนำเอารหัสลับซึ่งมีความยาว 40 หรือ 104 บิต (ซึ่งเป็นรหัสลับเดียวกับที่ใช้ในการเข้ารหัสข้อมูล) มาต่อรวมกับ IV ที่ส่งมากับสัญญาณที่ได้รับ

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

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

4. สร้าง ICV' โดยการคำนวณค่า CRC-32 จากข้อมูลดิบที่ถอดรหัสแล้วเพื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่า ICV ที่ส่งมา หากค่าทั้งสองตรงกัน (ICV' = ICV) แสดงว่าการถอดรหัสถูกต้องและผู้ที่ส่งมาได้รับอนุญาต (มีรหัสลับของเครือข่าย) แต่หากค่าทั้งสองไม่ตรงกันแสดงว่าการถอดรหัสไม่ถูกต้องหรือผู้ที่ส่งมาไม่ได้รับอนุญาต

บทที่ 3
การออกแบบและโปรแกรมการทำงาน

3.1 การออกแบบหน่วยควบคุม

การออกแบบตู้ไฟฟ้าในการควบคุมและส่งข้อมูลผ่านสัญญาณไวไฟ ออกแบบโดยใช้ตู้ที่มีมาตรฐาน IP55 ติดตั้งกลางแจ้งตู้ไฟฟ้าทำงานโดยใช้ไฟฟ้ากระแสสลับ ขนาด 220 โวลต์ โดยอุปกรณ์บนหน้าตู้มีดังนี้

1. ปุ่มปรับการใช้งาน โดยเลือกการใช้งานในแบบการสั่งการหน้าตู้ไฟฟ้าและการสั่งการบนแอพพลิเคชัน

2. ไฟแสดงสถานะมี 3 สีคือ สีเขียว (แสดงสถานะ on), สีแดง (แสดงสถานะ off) และสีเหลือง (แสดงสถานะ overload)

3. จอ LCD แสดงค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ, ค่าความเป็นกรด-เบส และค่าอุณหภูมิ

4. ปุ่มปรับการใช้งาน ในการทำงานบนแอพพลิเคชันสามารถปรับการใช้งานได้ทั้ง การใช้งานแบบอัตโนมัติ (Auto Mode) และการใช้งานแบบปรับค่าด้วยตนเอง (Manual Mode)

5 ปุ่มเปิด-ปิดการใช้งาน สำหรับสั่งการกังหันผ่านหน้าตู้ไฟฟ้ามี 2 สีคือ สีเขียว ซึ่งแสดงสถานะ on และสีแดง ซึ่งแสดงสถานะ off ดังรูปที่ 3.1

รูปที่ 3.1 ตู้ Dissolved Oxygen Controller

3.1.1 ส่วนของระบบควบคุมและการวัดค่า

1. ตัวควบคุม (Controller) [9]

ตัวควบคุมที่รับค่าและประมวลผลของระบบคือ WEMOS LOLIN32 ซึ่งทำหน้าที่ประมวลผลส่งข้อมูลไปยังตัวแอพพลิเคชันบนมือถือและเขียนคำสั่งให้กับระบบควบคุม ค่าที่ใช้สั่งการมาจากการวัดค่าของเซนเซอร์วัดค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ, เซนเซอร์วัดค่าความเป็นกรด-เบส และเซนเซอร์วัดค่าอุณหภูมิ ซึ่งสั่งควบคุมมอเตอร์ให้กังหันทำงานเพื่อเติมออกซิเจนในน้ำ

WEMOS LOLIN32 คือ บอร์ดจากผู้ผลิต WeMos ที่มีชื่อเสียงด้านการทำบอร์ดพัฒนา ESP8266 ที่มีขนาดเล็กและรวมถึงบอร์ดเสริมต่างๆ ที่ช่วยให้สามารถใช้งานได้ง่ายขึ้น ต่อจากการทำบอร์ดพัฒนา ESP8266 แบรนด์ WeMos ก็ได้ทำบอร์ดพัฒนา ESP32 เป็นครั้งแรก ซึ่งมีข้อดีคือ เป็นบอร์ดที่มีราคาที่ไม่สูงมาก และตัวบอร์ดยังรองรับการชาร์จใช้พลังงานไฟฟ้าจากแบตเตอรีลิโพผ่านคอนเนคเตอร์แบบ JST และมีความแตกต่างจากทุกบอร์ดตรงที่ใช้ชิปไอซีแปลง USB เป็น UART เบอร์ CP2104 จากบริษัท Silicon Labs ที่มีขนาดเล็กกว่าชิปไอซี CP2102 และมีลักษณะแบบปกติของ WeMos คือ บอร์ดไม่มีปุ่มควบคุม GPIO0 ทำให้ไม่สามารถกดเข้าโหมดอัพโหลดโปรแกรมด้วยตนเองได้ บอร์ด WEMOS LOLIN32 ใช้โมดูล ESP-WROOM-32 มีรอม 4MB (หรือ 32Mbit) ใช้ไอซีเรกกูเลเตอร์แบบ LDO หลอด LED แสดงสถานะการชาร์จแบตเตอรี และหลอด LED เชื่อมต่อกับ GPIO5 สวิตซ์กดติดปล่อยดับเชื่อมต่อกับขา CHP_PU ของโมดูล ESP-WROOM-32 ใช้สำหรับรีเซ็ตบอร์ด ชิปไอซีจัดการการชาร์จแบตเตอรีถูกตั้งไว้ให้จ่ายกระแสชาร์จที่ 500mA ใช้พลังงานไฟฟ้าและสื่อสารผ่านพอร์ต MicroUSB มีขาต่อใช้งานทั้งหมด 40 ขา น้ำหนัก 5.8 กรัม มาพร้อมกับ Wi-Fi มาตรฐาน 802.11 b/g/n รองรับการใช้งานทั้งในโหมด Station softAP และ Wi-Fi direct และมีบลูทูธในตัว รองรับการใช้งานในโหมด 2.0 และโหมด 4.0 BLE ทำงานได้ที่อุณหภูมิ -40 องศาเซลเซียส ถึง 125 องศาเซลเซียส ดังตารางที่ 3.1 และรูปที่ 3.2

ตารางที่ 3.1 คุณลักษณ์ของบอร์ด WEMOS LOLIN32

Microcontroller	ESP-32
Operating Voltage	3.3 โวลต์
Digital I/O Pins	26 ขา
Analog Input Pins	12 ขา
Clock Speed(Max)	240 เมกะเฮิร์ท
Flash	4 เมกะไบต์
Length	58 มิลลิเมตร
Width	25.4 มิลลิเมตร
Weight	5.8 กรัม

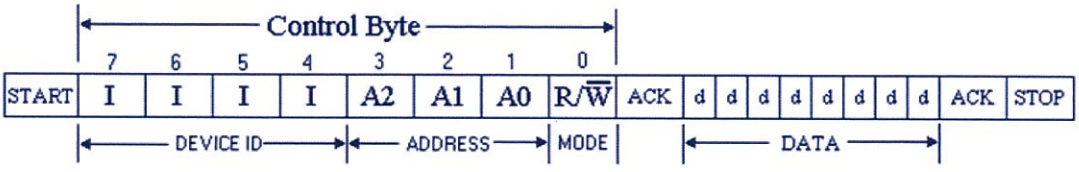
รูปที่ 3.2 บอร์ด WEMOS LOLIN32 ด้านหน้า (รูปซ้าย) และด้านหลัง (รูปขวา)

2. หน้าจอแสดงผล (LCD Monitor) [10]

จอ Liquid Crystal Display (LCD) เป็นจอแสดงผลรูปแบบหนึ่งที่นิยมนำมาใช้งานกันกับระบบสมองกลฝังตัวอย่างแพร่หลาย จอ LCD มีทั้งแบบแสดงผลเป็นตัวอักขระเรียกว่า Character LCD ซึ่งมีการกำหนดตัวอักษรหรืออักขระที่สามารถแสดงผลไว้ได้อยู่แล้ว และแบบที่สามารถแสดงผลเป็นรูปภาพหรือสัญลักษณ์ได้ตามความต้องการของผู้ใช้งานเรียกว่า Graphic LCD

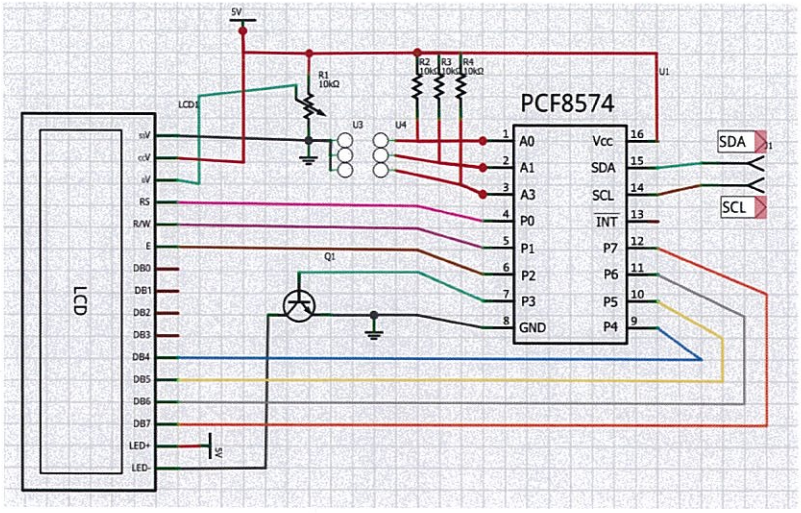
การควบคุมการแสดงผลของจอ LCD (I2C) ในการควบคุมหรือสั่งงาน โดยทั่วไปจอ LCD จะมีส่วนควบคุม (Controller) อยู่ในตัวแล้ว ผู้ใช้สามารถส่งรหัสคำสั่งสำหรับควบคุมการทำงานของจอ LCD (I2C) เช่นเดียวกันกับจอ LCD แบบธรรมดา คือ รหัสคำสั่งที่ใช้ในการควบคุมนั้นเหมือนกัน แต่ต่างกันตรงที่รูปแบบในการรับส่งข้อมูล ในจอ LCD 16 x 4 ที่มีการส่งข้อมูลรูปแบบ I2C ที่ใช้ขาเพียง 4 ขาที่ใช้ในการเชื่อมต่อเท่านั้น ดังรูปที่ 3.3

1. GND เป็น Ground ใช้ต่อระหว่าง Ground ของระบบ Microcontroller กับ LCD
2. VCC เป็นไฟเลี้ยงวงจรที่ป้อนให้กับ LCD มีขนาด +5 VDC
3. SDA (Serial Data) เป็นขาที่ใช้ในการรับส่งข้อมูล
4. SCL (Serial Clock) เป็นขาสัญญาณนาฬิกาในการรับส่งข้อมูล



รูปที่ 3.3 การส่งข้อมูลของหน้าจอแบบ I2C

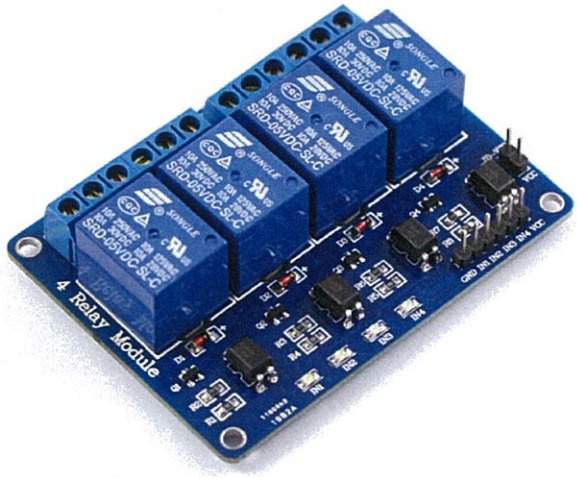
สำหรับการเชื่อมต่อสัญญาณระหว่าง Microcontroller กับ LCD ที่มีบอร์ด I2C อยู่แล้วนั้น การส่งข้อมูลจาก Microcontroller จะถูกส่งออกมาในรูปแบบ I2C ไปยังบอร์ด I2C และบอร์ดจะมีหน้าที่จัดการข้อมูลให้ออกมาในรูปแบบปกติ หรือแบบ Parallel เพื่อใช้ในการติดต่อไปยังจอ LCD โดยที่รหัสคำสั่งที่ใช้ในการสั่งงานจอ LCD ยังคงไม่ต่างกับจอ LCD ที่เป็นแบบ Parallel โดยส่วนใหญ่บอร์ด I2C จะเชื่อมต่อกับตัวควบคุมของจอ LCD เพียง 4 บิตเท่านั้น โดยวงจรภายในระหว่างจอ LCD กับบอร์ด I2C นั้น มีการต่อไว้ดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 การเชื่อมต่อสายไฟระหว่างหน้าจอและตัวประมวลผล

3. วงจรรีเลย์ (Relay Module) [11]

วงจรรีเลย์ทำหน้าที่สำหรับการสั่งการเปิด–ปิดอุปกรณ์ต่างๆ ในระบบนั้นกำหนดให้รีเลย์ทำงานเป็นอุปกรณ์ตัดกระแสไฟฟ้าที่ใช้สำหรับ Magnetic Relay เพื่อไปสั่งเปิด-ปิดกังหันน้ำในบ่อเพื่อเพิ่มออกซิเจนในน้ำอีกต่อหนึ่ง โดยโมดูลรีเลย์ 4 ตัว ทำงานได้ทั้งกระแสตรงและกระแสสลับ AC-DC (Output) รับกระแสมากสุด 10 A โดยรับแรงดัน 5 V จากไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อขับการทำงานของรีเลย์ สั่งงานโดยใช้ Logic 0 (Active LOW) มีไฟ LED แสดงสถานะการทำงานของรีเลย์แต่ละตัว และมีวงจรไฟควบคุมและไฟแรงดันสูงของ Relay เพื่อแยกไฟคนละชุดออกจากกัน โดยใช้ Optocoupler เพื่อแยก Ground กับ Relay ทุกตัว สามารถใช้ได้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ทุกแบบ เช่น Arduino, NodeMCU, ESP32, Raspberry Pi, Orange Pi ดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 วงจรรีเลย์ (Relay Module)

4. Heater

ตัวฮีตเตอร์ที่นำมาใช้เป็นฮีตเตอร์สำหรับตู้ปลาเพื่อนำมาทดสอบการทำงานของระบบเบื้องต้น ดังตารางที่ 3.2 และรูปที่ 3.6

ตารางที่ 3.2 คุณลักษณะของฮีตเตอร์

Output	Heat
ช่วงอุณหภูมิ	16-32 °C
Voltage	220-240V
Frequency	50Hz
Power	300W
Length	27cm
Weight	0.395kg
Length Of Cable	110cm

รูปที่ 3.6 ฮีตเตอร์

5. เซนเซอร์ (Sensor)

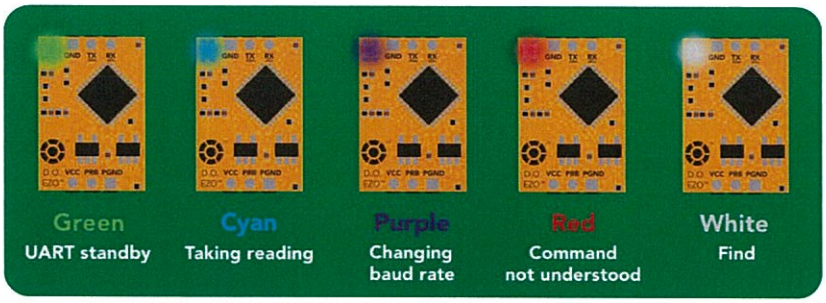
เซนเซอร์ที่ใช้งานมี 3 ชนิดคือ เซนเซอร์วัดค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ, เซนเซอร์วัดค่าความเป็นกรด-เบส และเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ ซึ่งทั้ง 3 ตัวจะส่งข้อมูลไปยังตัวควบคุมเพื่อประมวลผลและสั่งการกังหันต่อไป เซนเซอร์ทุกชนิดจะลากสายจากตู้ไฟฟ้า และจุ่มอยู่ในน้ำ

5.1 เซนเซอร์วัดค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ [12] ดังรูปที่ 3.7

รูปที่ 3.7 เซนเซอร์วัดค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ

ตารางที่ 3.3 คุณลักษณะของเซนเซอร์วัดค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ

Reads	Dissolved Oxygen
Range	0– 100 mg/L
Response Time	~0.3 mg/L/per sec
Max Pressure	3,447 kPa (500 PSI)
Max Depth	343 meters (1,125 ft)
Temperature Range °C	1– 50 °C
Data Format	ASCII
Cable Length	1 meter
Weight	52 grams
Time Before Recalibration	~1 Year
Life Expectancy	5 Years +
Maintenance	~18 Months



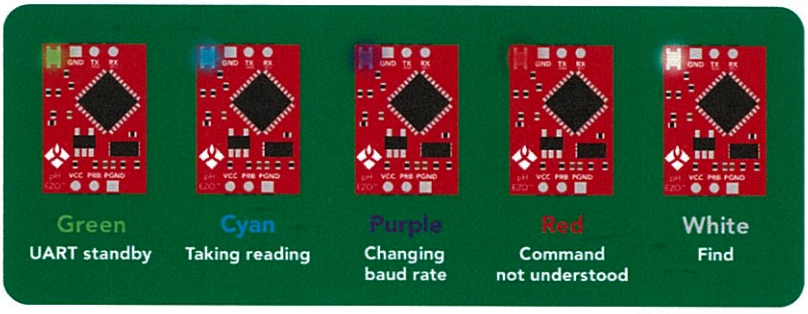
รูปที่ 3.8 ภาพแสดงสถานะไฟ LED ในการทำงานของวงจรเซนเซอร์วัดค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ

5.2 เซนเซอร์วัดค่าความเป็นกรด-เบส [13] ดังรูปที่ 3.9

รูปที่ 3.9 เซนเซอร์วัดค่าความเป็นกรด-เบส

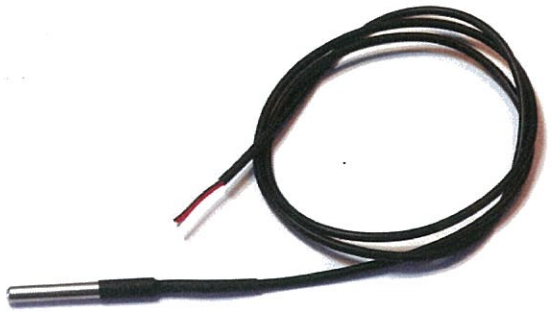
ตารางที่ 3.4 คุณลักษณะของเซนเซอร์วัดค่าความเป็นกรด-เบส

Reads	pH
Range	.001–14.000
Response Time	+/- 0.0001
Max Pressure	100 PSI
Max Depth	60m (197 ft)
Temperature Range °C	1– 99 °C
Data Format	ASCII
Cable Length	1 meter
Weight	49 grams
Accuracy	+/– 0.002
Time Before Recalibration	~1 Year
Life Expectancy	~2.5 Years +



รูปที่ 3.10 ภาพแสดงสถานะไฟ LED ในการทำงานของวงจร PH Sensor

5.3 เซนเซอร์วัดค่าอุณหภูมิ (DS18B20 Digital Thermometer) [14] ดังรูปที่ 3.11



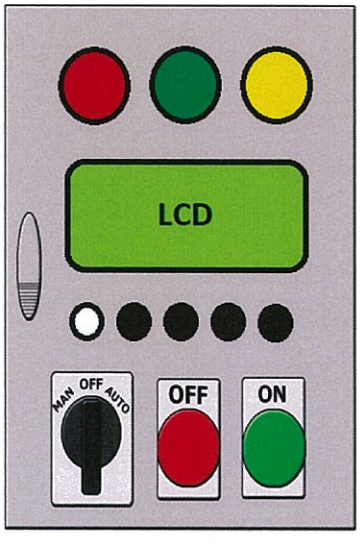
รูปที่ 3.11 ภาพ DS18B20 Digital Thermometer

ข้อมูลเชิงเทคนิคเกี่ยวกับไอซี DS18B20

- ใช้แรงดันไฟเลี้ยง Vdd (หรือ Vcc) ได้ในช่วง 3.0 V ถึง 5.5 V
- มี 3 ขา (สำหรับตัวถัง TO-92) คือ Gnd (Pin 1), DQ (Pin 2), Vdd (Pin 3)
- ใช้งานได้สองแบบ : Normal Mode (ใช้ทั้ง 3 ขา) และ Parasite Power Mode (ใช้เพียง 2 ขา คือ DQ และ GND ในขณะที่ขา Vdd จะต่อกับขา Gnd)
- สามารถนำไอซีมาพ่วงต่อกันในบัสเดียว (เส้นสัญญาณ DQ) ได้หลายอุปกรณ์
- ในการใช้งานจะต้องต่อ pull-up 4.7 kΩ (หรือน้อยกว่าได้เล็กน้อย) ที่ขา DQ กับแรงดันไฟเลี้ยง
- วัดอุณหภูมิได้ในช่วง -55 องศาเซลเซียส ถึง +125 องศาเซลเซียส
- มีความแม่นยำ ±0.5 องศาเซลเซียส สำหรับอุณหภูมิในช่วง -10 องศาเซลเซียส ถึง +85 องศาเซลเซียส
- มีความละเอียดของค่าที่อ่านได้ 12 บิต (Resolution)
- ใช้เวลาในการแปลงข้อมูลสำหรับ ADC ไม่เกิน 750 msec (มิลลิวินาที) สำหรับข้อมูล 12 บิต
- ไอซีแต่ละตัวมีหมายเลขเฉพาะตัว ขนาด 64 บิต (64-bit serial code)
- สำหรับตระกูล DS18B20 มีค่าบิตสำหรับ 8-bit family code ตรงกับ 28h (0 x 28) เป็นบิตแรกของหมายเลขอุปกรณ์

3.1.2 ขั้นตอนการจัดทำส่วนควบคุมหลัก

1. ออกแบบตำแหน่งอุปกรณ์ที่นำมาติดตั้งบนกล่องควบคุม ดังรูปที่ 3.12

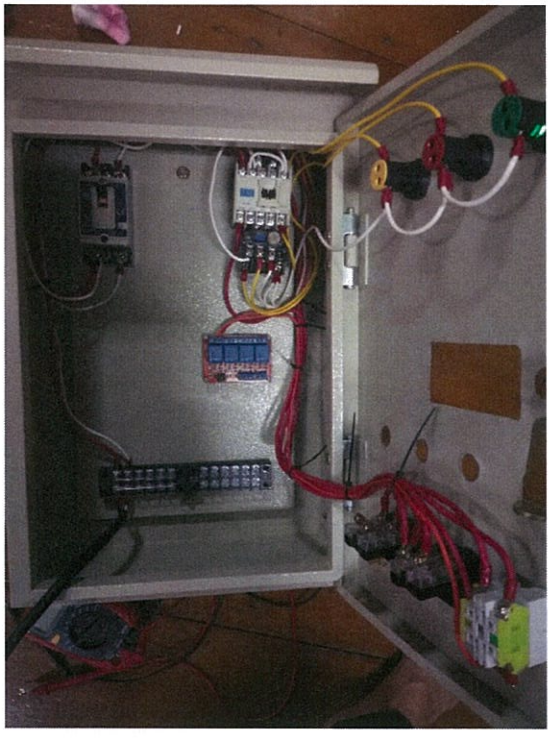


รูปที่ 3.12 แบบจำลองตู้ควบคุม

2. เจาะรูที่กล่องควบคุมตามตำแหน่งที่กำหนดไว้ ดังรูปที่ 3.13

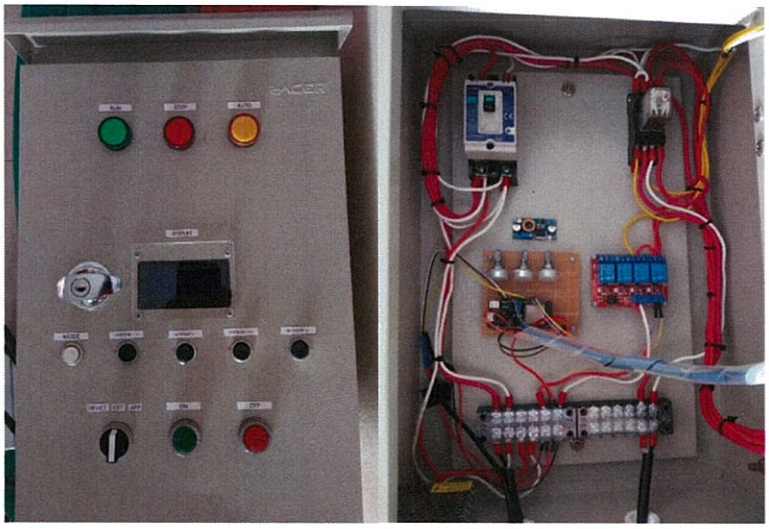
รูปที่ 3.13 การเจาะตู้ควบคุม

3. ติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ลงบนกล่องควบคุม ดังรูปที่ 3.14



รูปที่ 3.14 การติดตั้งอุปกรณ์ลงบนตู้ควบคุม

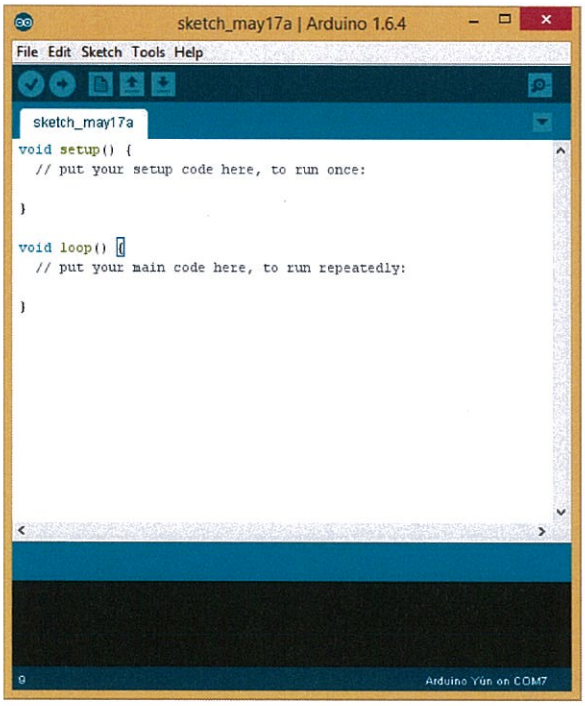
4. เดินสายไฟและเก็บรายระเอียดให้เรียบร้อย ดังรูปที่ 3.15



รูปที่ 3.15 การเดินสายตู้ควบคุม

3.1.3 โปรแกรมที่ใช้ในการเขียนส่วนควบคุม

1. โปรแกรม Arduino IDE ดังรูปที่ 3.16



รูปที่ 3.16 โปรแกรม Arduino IDE

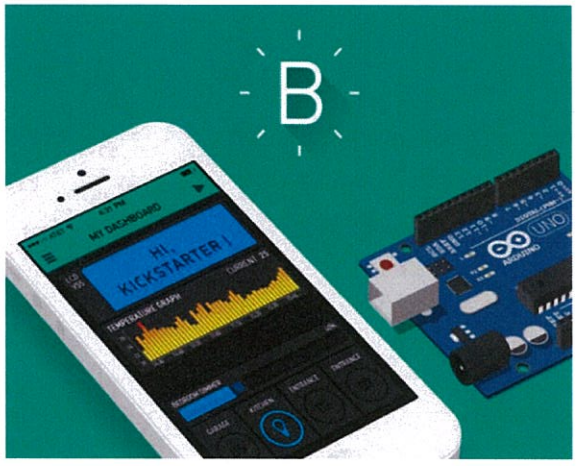
โปรแกรม Arduino IDE เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับเขียนโปรแกรมด้วยภาษา Arduino, คอมไพล์ (Compile), โปรแกรม และอัพโหลด (Upload) โปรแกรมลงบอร์ด Arduino IDE ย่อมาจาก(Integrated Development Environment) คือ ส่วนเสริมของระบบการพัฒนาหรือตัวช่วยต่างๆ ที่จะคอยช่วยเหลือ Developer หรือช่วยเหลือคนที่พัฒนา Application เพื่อเสริมให้เกิดความรวดเร็วถูกต้อง แม่นยำ ตรวจสอบระบบที่จัดทำได้ ทำให้การพัฒนางานต่างๆ เร็วมากขึ้น

3.2 การออกแบบแอพพลิเคชัน

การออกแบบในส่วนของแอพพลิเคชันนั้น ถูกออกแบบให้ใช้การเชื่อมต่อผ่านระบบเครือข่ายไวไฟ (Wi-Fi) เพื่อใช้ในการเชื่อมต่อระหว่างสมาร์ทโฟน และตัวควบคุมปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเข้าด้วยกัน

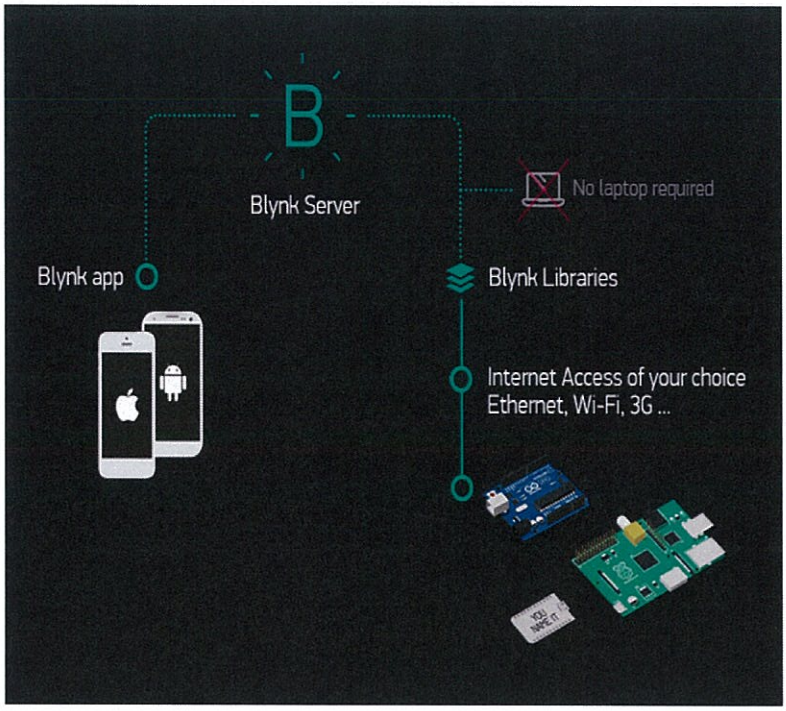
3.2.1 โปรแกรมที่ใช้ในการเขียน แอพพลิเคชัน

1. โปรแกรม Blynk [15] ดังรูปที่ 3.17



รูปที่ 3.17 โปรแกรม BLYNK

โปรแกรม Blynk นั้นเป็นโปรแกรมในรูปแบบแอพพลิเคชัน ถูกออกแบบมาใช้เชื่อมต่ออุปกรณ์ Device ของผู้ใช้เข้ากับ Internet ได้ผ่าน Blynk Server ซึ่ง Blynk Server จะใช้รหัส Token ในการแยกแยะอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อว่าเป็นอุปกรณ์ตัวใด รหัสนี้จะได้มาจากการลงทะเบียนใน Blynk App ที่ผู้ใช้ติดตั้งไว้บนมือถือ รหัสนี้เปรียบเสมือนรหัสประจำตัวประชาชนของผู้ใช้ เพื่อยืนยันตัวตน รหัส Token แต่ละตัวจะไม่ซ้ำกัน จะต้องระบุรหัส Token นี้ไว้ในโค๊ด Arduino Sketch เพื่อเชื่อมต่อกับ Blynk Server ดังรูปที่ 3.18



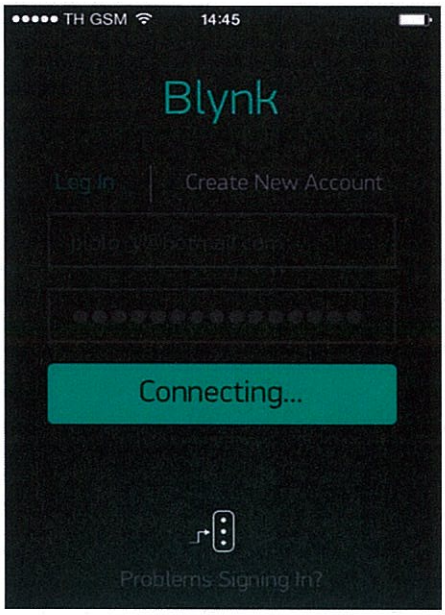
รูปที่ 3.18 การทำงานของ Blynk Server

Blynk server นั้นจัดการกับการรับรองความถูกต้อง การสื่อสารทั้งหมด และยังเก็บข้อมูลบนบอร์ดในขณะที่สมาร์ทโฟนออฟไลน์ เซิร์ฟเวอร์ Blynk ทำงานบน Java และเป็นโอเพนซอร์ส (Open Source) สามารถเรียกใช้งานได้ภายในเครื่อง หากต้องการการรับส่งข้อความระหว่างแอพพลิเคชันเคลื่อนที่ Blynk Server และ Arduino ใช้โปรโตคอลไบนารีที่ง่ายและมีขนาดเล็กและรวดเร็วผ่านซ็อกเก็ต TCP/IP

3.2.2 รายละเอียดการเขียนโปรแกรม

การเขียนโปรแกรม Blynk นั้นเริ่มด้วยการติดตั้งแอพพลิเคชัน Blynk บนสมาร์ทโฟน ซึ่งสามารถติดตั้งได้ทั้งในระบบ IOS และ Andriod ด้วยการดาวโหลดแอพพลิเคชันผ่าน Store ของระบบปฏิบัติการนั้นๆ เมื่อติดตั้งเสร็จเรียบร้อยจึงทำตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ทำการลงทะเบียนเพื่อใช้งาน ดังรูปที่ 3.19

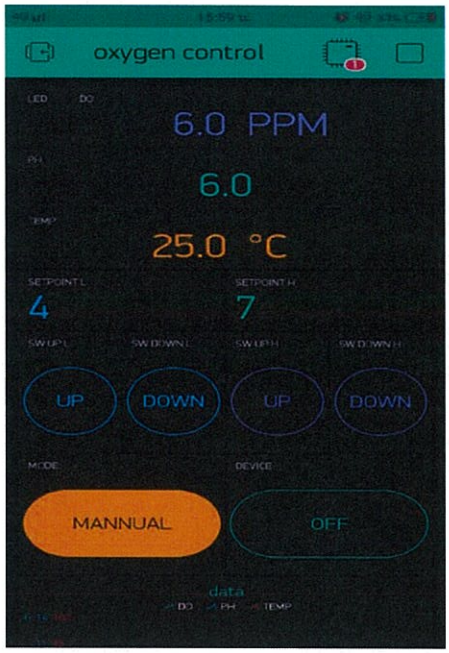


รูปที่ 3.19 หน้าจอลงทะเบียนแอพพลิเคชัน Blynk

2. สร้างโครงงานของผู้ใช้ด้วย Blynk โดยกดที่สัญลักษณ์หกเหลี่ยมมุมขวาบนเพื่อตั้งค่าอุปกรณ์ที่ใช้ ในที่นี้ใช้ ESP 32 เป็นตัว Controller ซึ่ง ESP32 เชื่อมต่อไวไฟผ่านโมดูล ESP8266 ดังรูปที่ 3.20

รูปที่ 3.20 หน้าจอสร้างโครงงานของแอพพลิเคชัน Blynk

3. ออกแบบส่วนแสดงผลของแอพพลิเคชัน ดังรูปที่ 3.21

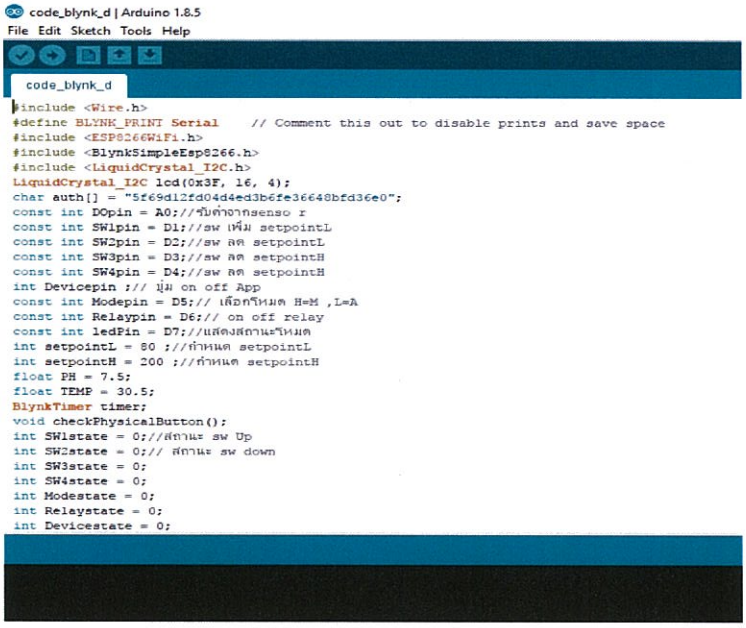


รูปที่ 3.21 หน้าจอแสดงผลของแอพพลิเคชัน Blynk

4. ทำการกำหนดตัวแปลของปุ่มกดหรือ Widget ต่างๆ ที่เลือกไว้ ดังรูปที่ 3.22

รูปที่ 3.22 หน้าจอ Button Setting ของแอพพลิเคชัน Blynk

5. เขียน Code การทำงานผ่านโปรแกรม Arduino IDE เพื่อเชื่อมต่อระหว่าง Controller กับสมาร์ทโฟน ดังรูปที่ 3.23

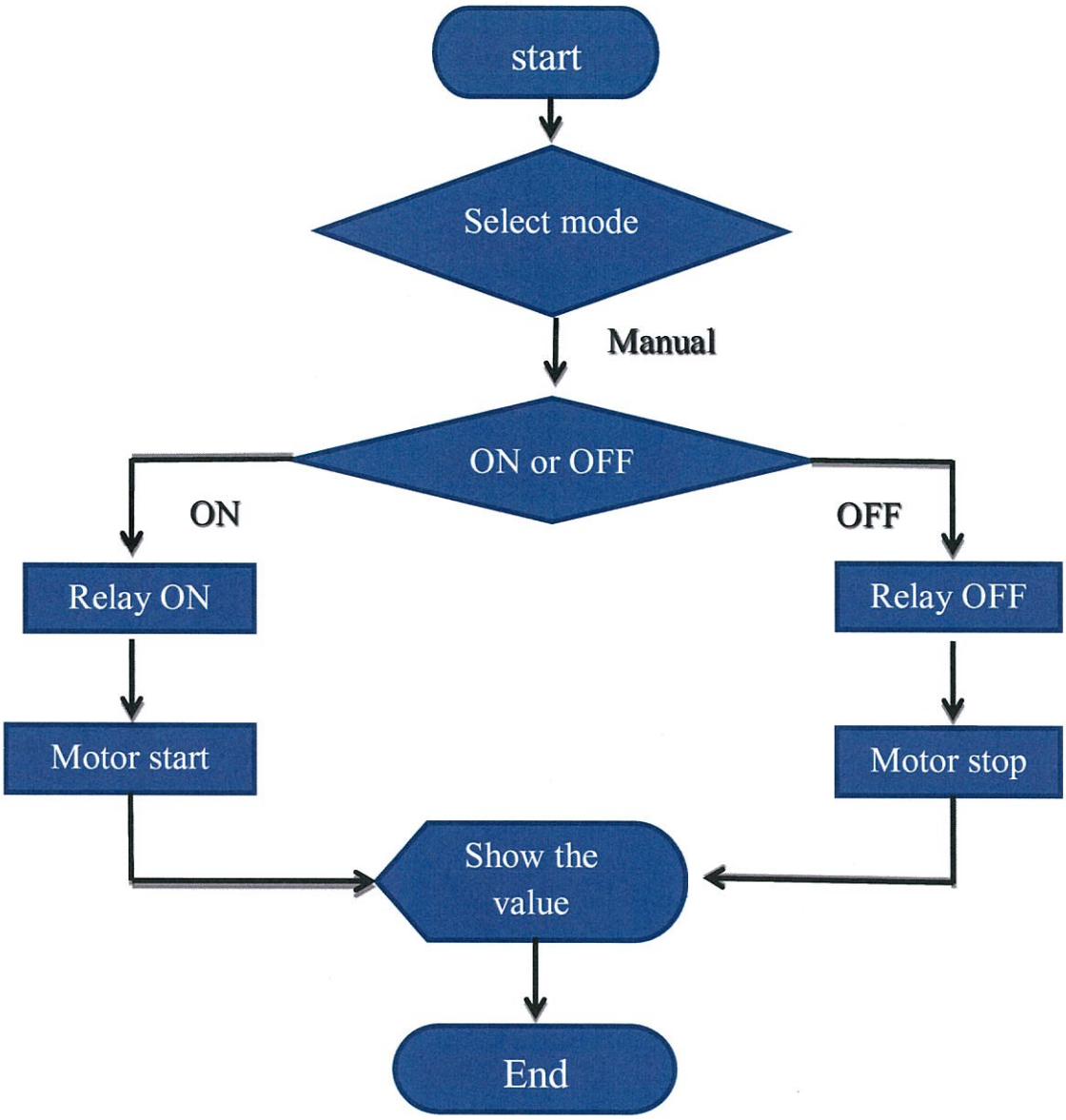


รูปที่ 3.23 การเขียนโปรแกรม Arduino เชื่อมต่อกับ Blynk

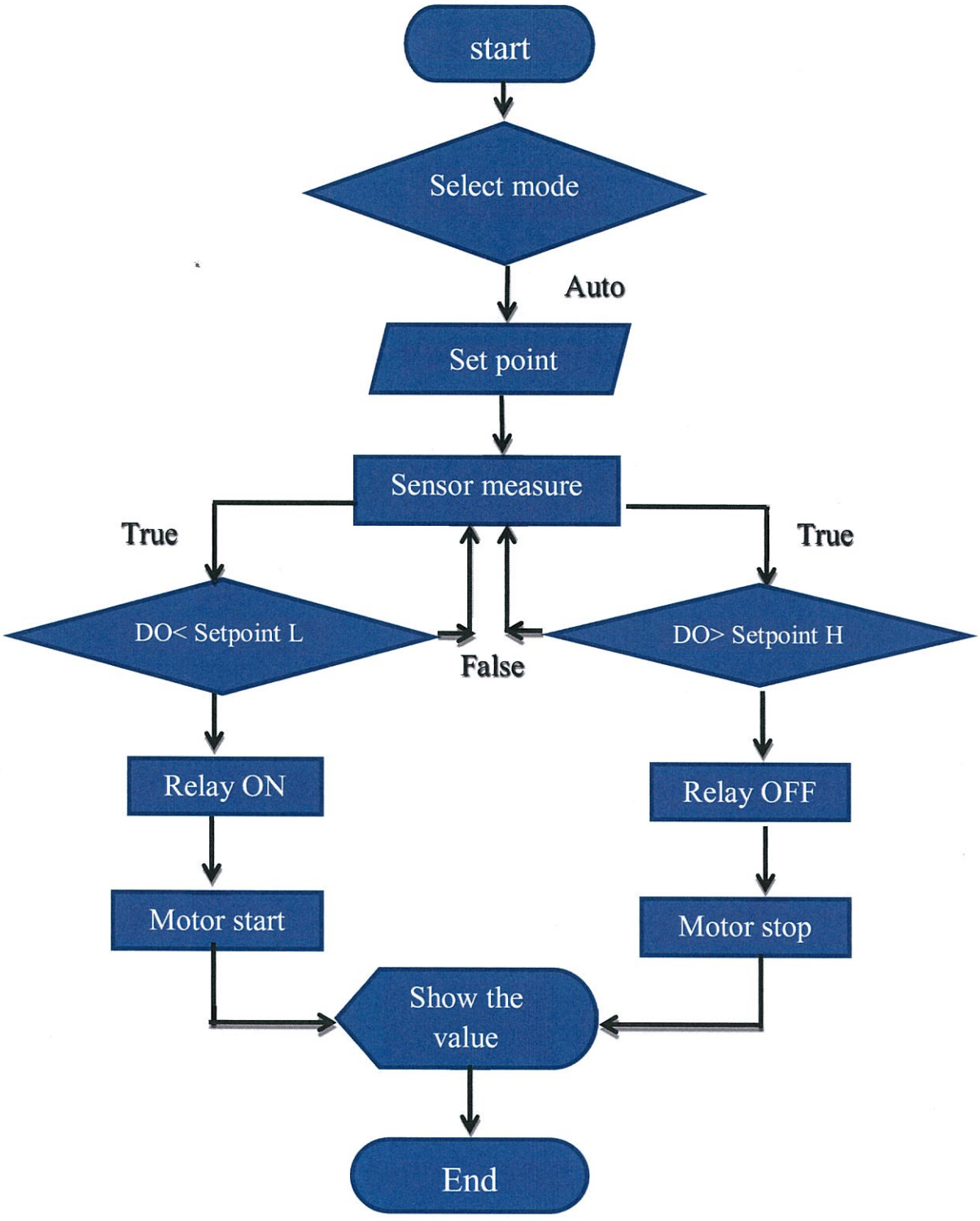
3.3 รายละเอียดส่วนของซอฟต์แวร์และการทำงาน

3.3.1 การทำงานของอุปกรณ์

ในส่วนของการทำงานของอุปกรณ์จะอธิบายในรูปแบบของ Flowchart Diagram เนื่องจาก Flowchart Diagram นั้นเป็นการเขียนอธิบายผ่านรูปภาพ หรือสัญลักษณ์ เพื่ออธิบายขั้นตอนและกระบวนการทำงานของระบบ ดังรูปที่ 3.24 และรูปที่ 3.25



รูปที่ 3.24 Flowchart การทำงานในโหมด Manual



รูปที่ 3.25 Flowchart การทำงานในโหมด Auto

จากรูปที่ 3.24 เริ่มด้วยการเลือกโหมดการทำงานของอุปกรณ์ โดยที่สามารถเลือกได้ที่ตู้ควบคุมและเลือกผ่านแอพพลิเคชัน เมื่อเลือกเป็นโหมด Manual จะมีปุ่มกด ON และ OFF เพื่อควบคุมการทำงานของมอเตอร์ เมื่อกด ON ข้อมูลจะรับเข้ามาในรูปแบบสัญญาณดิจิตอล 1 เข้าไปสู่บอร์ด Microcontroller บอร์ดจะส่งสัญญาณเพื่อไปสั่งงาน Relay Module ให้ปิดวงจร ทำให้มอเตอร์ทำงาน แต่เมื่อกดปุ่ม OFF ข้อมูลจะรับเข้ามาในรูปแบบสัญญาณดิจิตอล 0 เข้าไปสู่ บอร์ด Microcontroller บอร์ดจะส่งสัญญาณเพื่อไปสั่งงาน Relay Module ให้เปิดวงจร ทำให้มอเตอร์หยุดทำงาน

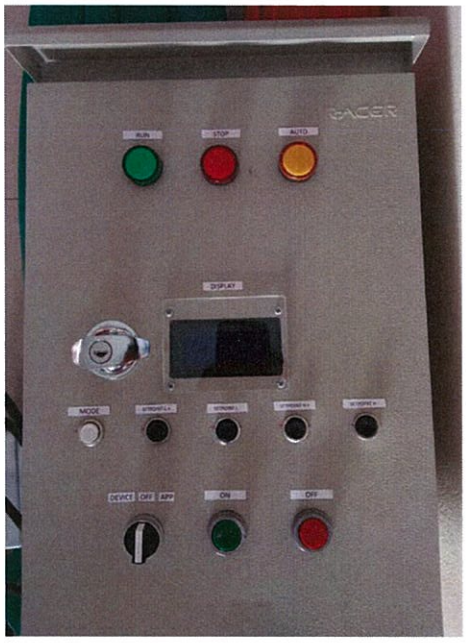
จากรูปที่ 3.25 เริ่มด้วยการเลือกโหมดการทำงานของอุปกรณ์ โดยที่สามารถเลือกได้ที่ตู้ควบคุมและเลือกผ่านแอพพลิเคชัน เมื่อเลือกเป็นโหมด Auto ระบบจะรับค่าจากเซนเซอร์วัดค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ จากนั้นจะส่งข้อมูลไปที่บอร์ด Microcontroller เพื่อเปรียบเทียบกับค่า Setpoint ที่ตั้งเอาไว้ ถ้าค่าจากเซนเซอร์วัดค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่าน้อยกว่า Setpoint L จะทำให้ Microcontroller ส่งสัญญาณเพื่อไปสั่งงาน Relay Module ให้ปิดวงจร ทำให้มอเตอร์ทำงาน เมื่อค่าจากเซนเซอร์วัดค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่ามากกว่า Setpoint H จะทำให้ Microcontroller ส่งสัญญาณเพื่อไปสั่งงาน Relay Module ให้ปิดวงจร ทำให้มอเตอร์หยุดทำงาน

บทที่ 4

ผลการดำเนินงาน

4.1 ผลการออกแบบ

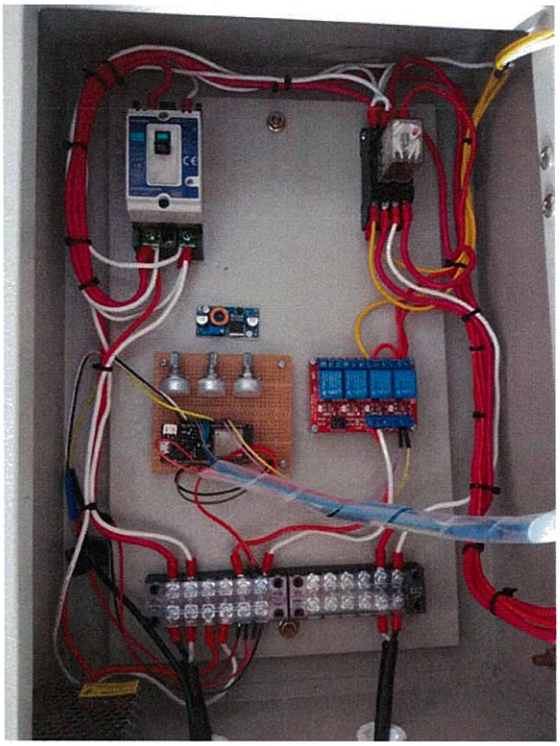
จากการออกแบบโครงสร้างชิ้นงาน Dissolved Oxygen Controller ซึ่งหน้าอุปกรณ์ประกอบไปด้วย ไฟแสดงสถานะ, หน้าจอ LCD, ปุ่มปรับการใช้งาน, ปุ่มปรับค่า Set Point และปุ่มเปิด–ปิดการใช้งาน เป็นอุปกรณ์ที่เหมาะสมต่อการใช้งานเพราะใช้ตู้ที่มีมาตรฐาน IP55 ทำให้สามารถใช้งานได้ทั้งในที่ร่มและกลางแจ้ง สามารถสั่งงานผ่านหน้าอุปกรณ์โดยตรง โดยมีสติกเกอร์บอกการใช้งานของแต่ละปุ่ม เพื่อง่ายต่อการใช้งาน ดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 Dissolved Oxygen Controller

4.2 ส่วนประกอบทางไฟฟ้า

ผลการดำเนินงานในด้านส่วนประกอบทางไฟฟ้า แบ่งเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนแรกคือ ส่วนไฟ DC ส่วนนี้เป็นส่วนที่ใช้เชื่อมต่อระหว่างคอนโทรลเลอร์ และเซนเซอร์ อีกส่วนหนึ่งคือ ส่วนไฟ AC เป็นส่วนที่ใช้เชื่อมระหว่างแมกเนติกคอนแทกเตอร์ และโหลดทั้งหมด ดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 แผนควบคุมและวงจร

4.3 ผลการทดสอบการทำงาน

4.3.1 การทดสอบการทำงานของอุปกรณ์

ในส่วนจะทำการทดลองเพื่อทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ โดยการวัดค่าจากเซนเซอร์วัดค่าอุณหภูมิของน้ำไอซีดิจิตอลเบอร์ DS1820 และนำไปควบคุมการทำงานของฮีทเตอร์ ซึ่งใช้จำลองแทนโหลดเพื่อเพิ่มอุณหภูมิของน้ำให้ตรงตามค่า Set Point ที่ตั้งไว้ การทดลองดังกล่าวเป็นการทดลองของระบบว่าระบบที่นำเสนอนั้น สามารถควบคุมอุณภูมิของน้ำได้หรือไม่

วิธีการทำการทดลอง

นำอุปกรณ์ติดตั้งในห้องปิดที่อุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส จากนั้นนำถังใส่น้ำให้เต็ม แล้วนำเซนเซอร์วัดค่าอุณหภูมิของน้ำไอซีดิจิตอลเบอร์ DS1820 และฮีทเตอร์จุ่มลงในน้ำ จากนั้นทำการเลือกโหมดการทำงานของอุปกรณ์เป็นโหมดอัตโนมัติแล้ว ตั้งเซ็ทพอยท์ L ตามที่กำหนดไว้ แล้วรอระยะเวลา 30 นาที เพื่อทดลองการทำงานของระบบ โดยค่าอุณหภูมิเริ่มต้นที่ 26 องศาเซลเซียส และจากนั้นเพิ่มอุณหภูมิครั้งละ 2 องศาเซลเซียสจนถึง 34 องศาเซลเซียส แล้วทำการเก็บข้อมูลการเปลี่ยนแปลงของน้ำในถัง ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองการทำงานของอุปกรณ์

อุณหภูมิที่ตั้งไว้ (°C)	การทดลองครั้งที่ 1	การทดลองครั้งที่ 2	การทดลองครั้งที่ 3
26	27.3	27.2	26.9
28	28.3	28.6	28.4
30	30.4	30.7	30.2
32	32.2	32.3	32.5
34	34.4	34.5	34.3

สรุปผลการทดลอง

การทำงานของระบบนั้นสามารถคุมอุณหภูมิของน้ำไม่ให้ต่ำกว่าค่าที่กำหนดได้ แต่อุณหภูมิที่ได้จะมีค่ามากกว่าอุณหภูมิที่ตั้งไว้เล็กน้อย เนื่องจากเมื่อถึงอุณหภูมิที่กำหนดแล้วระบบจะตัดการทำงานของฮีทเตอร์ ในขณะที่ฮีทเตอร์ยังมีความร้อนสะสมอยู่ทำให้อุณหภูมิของน้ำเพิ่มขึ้นอีกเล็กน้อย และมีข้อจำกัดคือ ถ้าอุณหภูมิของห้องสูงกว่าอุณหภูมิที่ตั้งไว้ ระบบจะไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิให้ลดลงได้

4.3.2 การทดลองระยะของการติดตั้ง

ในส่วนนี้จะทำการทดลองเพื่อหาระยะการติดตั้งที่มากที่สุด สำหรับการส่งข้อมูลของระบบ โดยการส่งวัดค่าจากเซนเซอร์วัดค่าอุณหภูมิของน้ำไอซีดิจิตอลเบอร์ DS1820 จากหน่วยควบคุมหลักไปยังหน่วยควบคุมระยะไกล โดยใช้การเชื่อมต่อไวไฟ การทดลองดังกล่าวเป็นการทดลองของระบบว่าระบบที่นำเสนอนั้น สามารถติดตั้งในระยะสูงสุดเท่าใด เพื่อให้มีประสิทธิภาพในการส่งข้อมูลระยะไกล

วิธีการทำการทดลอง

นำระบบควบคุมหลักติดตั้งในพื้นที่ที่กำหนด จากนั้นเชื่อมต่อไวไฟ และใช้แอพพลิเคชันเพื่อทดลองสั่งการระบบ โดยระยะเริ่มต้นที่ 10 เมตรจากจุดเชื่อมต่อไวไฟ และเพิ่มระยะห่างจากหน่วยควบคุมหลักกับจุดเชื่อมต่อไวไฟครั้งละ 10 เมตร จนถึงระยะที่ไกลที่สุดที่ระบบไม่สามารถทำงานได้ และเก็บข้อมูลของระยะต่างๆ นั้น รวมถึงทดสอบความเสถียรของระบบ ค่าการวัดที่ได้นั้นจะเปรียบเทียบระหว่างหน่วยควบคุมหลัก และหน่วยควบคุมระยะไกล

ระยะที่วัดใช้การประมาณและมีการคลาดเคลื่อนไม่เกิน 1 เมตร และเป็นระยะกระจัด ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองระยะของการติดตั้งระหว่างหน่วยควบคุมหลักกับจุดเชื่อมต่อไวไฟที่ระยะต่างกัน

ระยะทาง (เมตร)	การทดลองครั้งที่ 1	การทดลองครั้งที่ 2	การทดลองครั้งที่ 3
10	Stable	Stable	Stable
20	Stable	Stable	Stable
30	Stable	Stable	Stable
40	Stable	Stable	Stable
50	Stable	Unstable	Stable
60	Unstable	Unstable	Unstable
70	Unstable	Unstable	Unstable

สรุปผลการทดลอง

การส่งข้อมูลของระบบมีความเสถียรในการส่งข้อมูลระยะไกลที่ระยะการติดตั้งมากที่สุด 50 เมตรโดยประมาณ การส่งข้อมูลในระยะไกลมีความช้ามากกว่าการส่งข้อมูลในระยะใกล้ เนื่องจากไวไฟเป็นการใช้คลื่นวิทยุในการส่งข้อมูล ระยะทางและความถี่ในการส่งและรับข้อมูลจึงมีผลต่อระบบ

จากผลการทดลองเพื่อหาระยะติดตั้งที่มากที่สุด สำหรับการสั่งการระบบในระยะไกลนั้น สามารถส่งข้อมูลได้ที่ระยะการติดตั้งไกลสุด 50 เมตรระหว่างหน่วยควบคุมหลัก และจุดเชื่อมต่อไวไฟ ระยะที่แนะนำให้ใช้งานคือ ระยะ 30 เมตร เนื่องจากเป็นระยะที่ไกลพอประมาณ และมีความถี่เสถียรในการส่งสูง ระยะที่มากกว่า 50 เมตรไปนั้น การส่งข้อมูลจะขาดหาย จึงไม่ควรนำระบบไปใช้งานในระยะดังกล่าว

บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 บทสรุป

การทำปริญญานิพนธ์นี้ต้องมีความรู้หลายด้านประกอบกัน ได้แก่ การใช้โปรแกรม Arduino, Blynk และความรู้ด้านอิเล็กทรอนิกส์ โดยขั้นตอนแรกของการศึกษาและค้นคว้าข้อมูล มีการแบ่งส่วนการทำงานออกเป็น 2 ส่วนหลักๆ คือ ส่วนฮาร์ดแวร์และส่วนซอฟต์แวร์ ซึ่งเป็นการศึกษาความรู้ในทางทฤษฎีมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบระบบ สำหรับการติดตั้งใช้งานจริง จากการทดลองจะเห็นว่า ระบบที่นำเสนอสามารถทำงานได้ตามที่ต้องการ โดยระยะการติดตั้งสูงสุดอยู่ที่ระยะประมาณ 50 เมตร

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

1. ในช่วงแรกที่ยังไม่มีเซนเซอร์ใช้ในการทดลอง

2. เซนเซอร์วัดค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ และเซนเซอร์วัดค่าความเป็นกรด-เบสมีราคาสูง และมีอายุการใช้งานสั้น จึงทำให้ไม่ได้ใช้เซนเซอร์สองชนิดนี้

3. จอ LCD แสดงผลผิดปกติเมื่อ Relay ทำงาน

5.3 แนวทางในการแก้ไข

1. ในช่วงแรกทำการทดลองโดยใช้ตัวต้านทานปรับค่าได้แทนเซนเซอร์

2. เนื่องจากไม่มีเซนเซอร์วัดค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ จึงใช้เซนเซอร์วัดค่าอุณหภูมิแทนไมโครคอนโทรลเลอร์จะเปลี่ยนจากสั่งงานให้มอเตอร์ทำงาน ไปเป็นสั่งงานให้เครื่องทำความร้อนทำงานแทน เพื่อให้เห็นว่าระบบสามารถใช้งานได้จริง

3. เนื่องจากการแสดงผลของจอ LCD ผิดปกตินั้นคาดว่าเกิดจากแหล่งจ่ายที่ใช้ไม่มีความเสถียรของกระแสที่จ่ายให้กับอุปกรณ์ จึงทำการเปลี่ยนแหล่งจ่ายใหม่เพื่อให้มีความเสถียรมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] บริษัท แอ็ซซีซท จำกัด - บริษัท อิแพคท์ เอ็นเตอร์ไพรส์ จำกัด (2554) **"คุณสมบัติของน้ำกับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ."** [online]. Available : http://www.assist-impact.net /index.php?lite=article&qid=41929685 (19 มีนาคม 2561)

[2] **"Dissolved Oxygen Meter เครื่องวัดปริมาณออกซิเจน."** [online]. Available : http://protronics.co.th/Dissolved-Oxygen-Meter-DO-Meterเครื่องวัดออกซิเจน-เครื่องวัดปริมาณออกซิเจน.html r.html (28 มีนาคม 2561)

[3] **"การวัดค่าความเป็นกรดหรือค่า pH ด้วย pH Meter."** [online]. Available : http://iconjpn.com/เครื่องวัด-ph/การวัดค่าความเป็นกรดหรือค่า-ph-ด้วย-ph-meter.html (28 มีนาคม 2561)

[4] Amorn Thedsakhulwong (2558) **"การตรวจวัดอุณหภูมิด้วยไอซีดิจิตอลเบอร์ DS18B20."** [online]. Available : https://ieasydiy.blogspot.com/2015/05/ds1820.html (28 มีนาคม 2561)

[5] Chang (2559) **"รู้จักกับ ESP32 และ Node32s."** [online]. Available : http://www.ayarafun.com/2016/11/introduction-node32s/ (10 เมษายน 2561)

[6] Factomart Industrial Products Marketplace (2559) **"หลักการทำงานของเซอร์กิตเบรกเกอร์."** [online]. Available : https://www.factomart.com/th/factomartblog/cat/fuse-circuit-breaker/post/principle-of-circuit-breaker/ (10 เมษายน 2561)

[7] **"แมกเนติกคอนแทกเตอร์ (Magnetic Contactor)."** [online]. Available : https://www.pballtechno.com/article/5/แมกเนติกคอนแทกเตอร์-magnetic-contactor-และ-รีเลย์relay (18 เมษายน 2561)

[8] **"ไวไฟ."** [online]. Available : https://th.wikipedia.org/wiki/ไวไฟ (17 เมษายน 2561)

[9] **"TTGO ESP32 Development Board WiFi & Bluetooth 4MB Flash."** [online]. Available : https://www.ioxhop.com/product/576/ttgo-esp32-development-board-wifi-bluetooth-4mb-flash (20 เมษายน 2561)

[10] **"Product Reviews."** [online]. Available : https://thaieasyelec.com/article-wiki/review-product-article (21 เมษายน 2561)

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

[11] **"โมดูลรีเลย์ Relay 4 channel DC 5V with Opto-isolator module."** [online]. Available : https://www.mosfex.com/product/74 (21 เมษายน 2561)

[12] **"Dissolved Oxygen."** [online]. Available : https://www.atlas-scientific.com/product_pages/kits/do_kit.html (24 เมษายน 2561)

[13] **"pH sensor."** [online]. Available : https://www.atlas-scientific.com/product_pages/kits/ph-kit.html (24 เมษายน 2561)

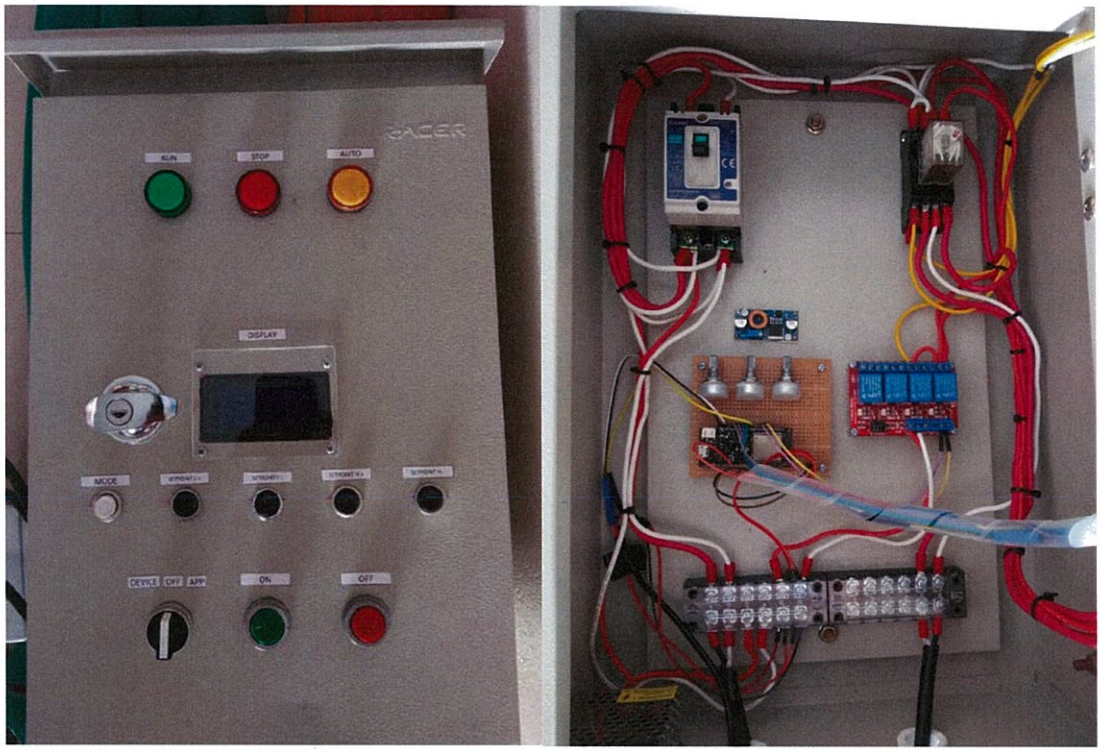
[14] **"การวัดอุณหภูมิด้วยไอซี DS18B20 Digital Thermometer."** [online]. Available : http://cpre.kmutnb.ac.th/esl/learning/index.php?article=ds18b20-temperature-sensor (24 เมษายน 2561)

[15] Wisdomgoody (2558) **"Blynk."** [online]. Available : http://www.ayarafun.com/2015/08/easy-iot-play-with-blynk/ (25 เมษายน 2561)

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

ส่วนประกอบของระบบ



รูปที่ ก.1 Dissolved Oxygen Controller และ ภายใน Dissolved Oxygen Controller

```
#include <OneWire.h>

#include <DallasTemperature.h>

#include <Wire.h>

#include <WiFi.h>

#include <WiFiClient.h>

#include <BlynkSimpleEsp32.h>

#include <LiquidCrystal_I2C.h>

LiquidCrystal_I2C lcd(0x3F, 16, 4);

#define BLYNK_PRINT Serial

#define ONE_WIRE_BUS 25

OneWire oneWire(ONE_WIRE_BUS);

DallasTemperature sensors(&oneWire); //รับค่าจากsensor

const int DOpin = 36;//รับค่าจากsensor

const int PHpin = 39;//รับค่าจากsensor

const int SW1pin = 12;//sw เพิ่ม setpointL

const int SW2pin = 14;//sw ลด setpointL

const int SW3pin = 27;//sw เพิ่ม setpointH

const int SW4pin = 26;//sw ลด setpointH

const int Devicepin =23 ;// ปุ่ม on off App

const int Modepin = 18;// เลือกโหมด H=M ,L=A

const int Relaypin = 32;// on off relay

const int ledPin = 33;
```

รูปที่ ก.2 โค้ดการทำงานของระบบ ภายใน Dissolved Oxygen Controller ส่วนที่ 1

```
int setpointL = 30.0 ;//กำหนด setpointL

int setpointH = 34.0 ;//กำหนด setpointH

float PH = 7;

float Celsius = 0;

float DO = 8;

float temp = 10;

char auth[] = "5f69d12fd04d4ed3b6fe36648bfd36e0";

BlynkTimer timer;

void checkPhysicalButton();

int SW1state = 0;//สถานะ sw Up

int SW2state = 0;// สถานะ sw down

int SW3state = 0;

int SW4state = 0;

int Modestate = 0;

int Relaystate = 0;

int Devicestate = 0;

int ledState = 0;

WidgetLED led1(V3);

BLYNK_CONNECTED() {

  Blynk.syncVirtual(V6);

BLYNK_WRITE(V6) {

  ledState = param.asInt();

  digitalWrite(ledPin, ledState);}
```

รูปที่ ก.3 โค้ดการทำงานของระบบ ภายใน Dissolved Oxygen Controller ส่วนที่ 2

```
void checkPhysicalButton(){
  if (digitalRead(Modepin) == LOW) { // btnState is used to avoid sequential toggles
    if (Modestate != LOW) { // Toggle LED state
      ledState = !ledState;
      digitalWrite(ledPin, ledState); // Update Button Widget
      Blynk.virtualWrite(V6, ledState); }
    Modestate = LOW; } else {
    Modestate = HIGH; }}
void setup(){
  sensors.begin();
  Serial.begin(9600);
  pinMode(SW1pin, INPUT_PULLUP);
  pinMode(SW2pin, INPUT_PULLUP);
  pinMode(Devicepin, INPUT);
  pinMode(Modepin, INPUT_PULLUP);
  pinMode(Relaypin, OUTPUT);
  pinMode(ledPin, OUTPUT);
  digitalWrite(ledPin, ledState);
  Blynk.begin(auth, "jpott", "12345678");
  lcd.begin();
  timer.setInterval(100L, checkPhysicalButton); }
```

รูปที่ ก.4 โค้ดการทำงานของระบบ ภายใน Dissolved Oxygen Controller ส่วนที่ 3

```
void loop() {
  Blynk.run();
  timer.run();
  sensors.requestTemperatures();
  lcd.clear();
  Celsius = sensors.getTempCByIndex(0);
  DO = map(analogRead(DOpin) ,0 ,4095 , 0.0, 10.0);
  PH = map(analogRead(PHpin),0 ,4095 , 0.0 , 14.0);
  Devicestate = digitalRead(Devicepin);
  if ( ledState == 1 && Devicestate == 1) {
    Relaystate = 1;
    led1.on(); }
  digitalWrite(Relaypin, Relaystate); // mode high = manual
  if ( ledState == 1 && Devicestate == 0) {
    Relaystate = 0;
    led1.off(); }
  digitalWrite(Relaypin, Relaystate);
  if (( ledState == 0 ) && ( Celsius < setpointL ) && ( temp < Celsius )) {
    Relaystate = 1;
    led1.on(); }
  digitalWrite(Relaypin, Relaystate); // mode LOW = AUTO
```

รูปที่ ก.5 โค้ดการทำงานของระบบ ภายใน Dissolved Oxygen Controller ส่วนที่ 4

```
if ( ledState == 0 && Celsius > setpointH ) {
    Relaystate = 0;
    led1.off(); }
  digitalWrite(Relaypin, Relaystate);
  SW1state = digitalRead(SW1pin);
  if (SW1state == 1)
    setpointL++;
  SW2state = digitalRead(SW2pin);
  if (SW2state == 1)
    setpointL--;
  SW3state = digitalRead(SW3pin);
  if (SW3state == 1)
    setpointH++;
  SW4state = digitalRead(SW4pin);
  if (SW4state == 1)
    setpointH--;
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("SP L=");
  lcd.print(setpointL);
  lcd.setCursor(9, 0);
  lcd.print("SP H=");
  lcd.print(setpointH);
```

รูปที่ ก.6 โค้ดการทำงานของระบบ ภายใน Dissolved Oxygen Controller ส่วนที่ 5

```
lcd.setCursor(-4, 1);
 lcd.print("DO= ");
 lcd.print(DO);
 lcd.setCursor(-4, 2);
 lcd.print("PH= ");
 lcd.print(PH);
 lcd.setCursor(-4, 3);
 lcd.print("TEMP= ");
 lcd.print(Celsius);
 lcd.setCursor(10, 1);
 lcd.print("MODE");
 lcd.setCursor(6, 2);
 if ( ledState == 0){
 lcd.print("Auto"); }
 if ( ledState == 1){
 lcd.print("MAN"); }
 Blynk.virtualWrite(V5, setpointL);
 Blynk.virtualWrite(V4, setpointH);
 Blynk.virtualWrite(V1, PH);
 Blynk.virtualWrite(V2, Celsius);
 Blynk.virtualWrite(V8, DO);
 Serial.print(" ");
```

รูปที่ ก.7 โค้ดการทำงานของระบบ ภายใน Dissolved Oxygen Controller ส่วนที่ 6

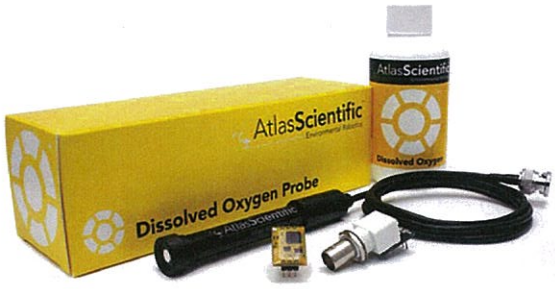
```
Serial.println(Modestate);

  Serial.println(Relaystate);

  Serial.println(Devicestate);

  Serial.println(DO);

  Serial.println(PH);

  Serial.println(Celsius);

  delay(1000);
```

รูปที่ ก.8 โค้ดการทำงานของระบบ ภายใน Dissolved Oxygen Controller ส่วนที่ 7

ภาคผนวก ข.

เอกสารประกอบอุปกรณ์ (Datasheet)

1. เซนเซอร์วัดค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ



- 1 EZO™ Dissolved Oxygen Circuit
- 1 Dissolved Oxygen Probe
- 1 125ml (4oz) 0 Dissolved Oxygen calibration solution
  (used to confirm that the D.O. is working properly)
- 1 Pre-Assembled Female BNC connector
- 1 Basic EZO™ Inline Voltage Isolator *(optional)*

Probe Max Pressure: 3,447 kPa (500PSI)
Probe Max Depth: 343 meters (1,125 ft)
Probe Weight: 51 grams

Female BNC Spec
Thread Size 1/4" - 36 UNS Thread type

This Dissolvd Oxygen Probe can be *fully submerged* in fresh water or salt water, up to the BNC connector *indefinitely*.

2. เซนเซอร์วัดค่าความเป็นกรด – เบส

- 1 EZO™ pH Circuit
- 1 scientific grade silver / silver chloride pH Probe.
- 3 125ml (4oz) calibration solutions (pH 4, pH 7 and pH 10)
- 1 125ml (4oz) pH storage solution
- 1 Pre-Assembled Female BNC connector
- 1 Basic EZO™ Inline Voltage Isolator *(optional)*

Probe Max Pressure: 690 kPa (100PSI)
Probe Max Depth 60 M (197 ft)
Probe Weight: 49 grams

Female BNC Spec
Thread Size 1/4" - 36 UNS Thread type

This pH Probe can be *fully submerged* in fresh water or salt water, up to the BNC connector *indefinitely*.

ภาคผนวก ค.

โปสเตอร์

Department of Instrumentation and Control Engineering
(Control Engineering)
IC 6030

KMITL ENGINEERING PROJECT DAY 2018

Dissolved Oxygen Controller For Fish Pond Via Mobile Application

Pongthanat wimolsiri, Pasit Sirivorn and Chatchanok Pitaksupsin

Abstract

This project develops the dissolved oxygen controller to solve the problem of fluctuating dissolved oxygen level in fish pond. The designed DO control system allow users to control the water turbines to through the application on their smartphones. The application also provides the data of DO level measured in the period of time.

Introduction

The one of important thing for fish culture is water quality. Dissolved oxygen (DO) is one of the major indicator of water quality which always fluctuates. Most farmers turn on water turbines from night to dawn which the dissolved oxygen level is low. However, using water turbines at night only is not effective since high temperature during daytime can also lower down the level of dissolved oxygen and cause damage to the cultured fish. This project develops the dissolved oxygen controller to turn on the water turbines whenever the dissolved oxygen is below the set point. User can also send command through the application on smartphone.

Methodology

First, our group designed the controller system. Then, we built the the controller by using potentiometer to obtain different level of voltages received from a DO sensor. After testing the controller, we create application that is connected with the device through Wi-Fi. Finally, we construct the case of the controller with the LCD display.

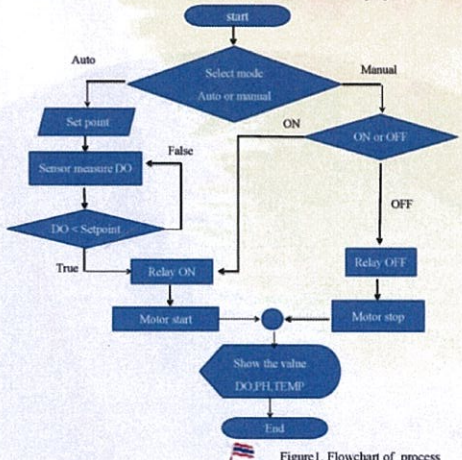


Figure1. Flowchart of process

Results

The designed DO control system has two modes; the automatic mode and the manual mode. Using the automatic mode, water turbines will be turned on whenever the DO level detected by a DO sensor is lower than the target level. Once the DO level reaches the target level, the water turbines will stop working automatically. In manual mode, users can control the water turbines to be on and off through the application on their smartphones. The application also provides the data of DO level measured in the period of time

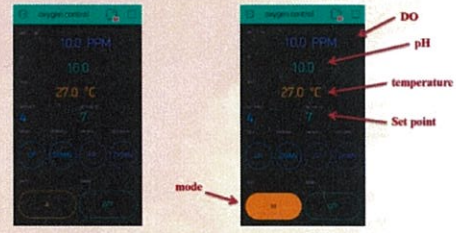


Figure2. Application display of Auto mode (left) and Manual mode (Right)

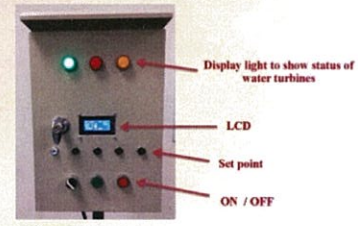


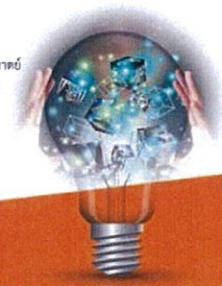
Figure3. DO controller

Conclusion

The DO controller for fish pond is presented. It can be used to solve the problem of fluctuating DO level in the water and provide convenience for users. The application allows users to command the water turbines through the mobile application. For future practical application, a DO sensor will be incorporated into the system.

References

พจน์พิชาญ พวงมาลี, ภูมิภวัต เนินไชย และ ภูริทัต ชามาดย์
"REAL-TIME MONITORING SYSTEM USING ZIGBEE FOR OUTDOOR ENVIRONMENT INSTALLATION"
ปริญญานิพนธ์ วศ.บ. (วิศวกรรมอัตโนมัติ)



E-mail: 57010806@kmitl.ac.th[1], 57010863@kmitl.ac.th[2], 57010960@kmitl.ac.th[3]

ENGINEERS LADKRABANG