ระบบควบคุมบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำอัตโนมัติ
AUTOMATIC CONTROL SYSTEM TO MANAGE AQUATIC ANIMALS POND

พีรธัช บัวภาคำ
นโม ทิพสิงห์
วศิน พิเดช

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2560

ระบบควบคุมบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำอัตโนมัติ

AUTOMATIC CONTROL SYSTEM TO MANAGE AQUATIC ANIMALS POND

พีรธัช บัวภาคำ
นโม ทิพสิงห์
วศิน พิเดช

ส.003645 29
TB00026

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2560

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AUTOMATIC CONTROL SYSTEM TO MANAGE AQUATIC ANIMALS POND

PEERATHACH BUAPHAKAM

NAMO TIPSING

WASIN PIDEJ

A THESIS SUBMITTED INPARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF ENGINEERING IN INSTRUMENTATION ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2017

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2560

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

.....

หัวข้อปริญญานิพนธ์ ระบบควบคุมบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำอัตโนมัติ
AUTOMATIC CONTROL SYSTEM TO MANAGE AQUATIC ANIMALS POND

นักศึกษาผู้จัดทำ นายพีรธัช บัวภาคำ **รหัสนักศึกษา** 57010591
นายนโม ทิพสิงห์ **รหัสนักศึกษา** 57010661
นายวศิน พิเดช **รหัสนักศึกษา** 57011561

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชา วิศวกรรมการวัดคุม

ปีการศึกษา 2560

อาจารย์ควบคุมปริญญานิพนธ์	ลายมือชื่อ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นรินทร์ ธรรมารักษ์วัฒนะ	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	ระบบควบคุมบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำอัตโนมัติ AUTOMATIC CONTROL SYSTEM TO MANAGE AQUATIC ANIMALS POND
นักศึกษาผู้จัดทำ	นายพีรธัช บัวภาคำ **รหัสนักศึกษา** 57010591
	นายนโม ทิพสิงห์ **รหัสนักศึกษา** 57010661
	นายวศิน พิเดช **รหัสนักศึกษา** 57011561
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นรินทร์ ธรรมารักษ์วัฒนะ
ปีการศึกษา	2560

บทคัดย่อ

โครงการนี้จัดทำขึ้นเพื่อการวิจัยและพัฒนาการวัดค่าออกซิเจนและค่าความเป็นกรดเป็นด่าง การควบคุมออกซิเจนและการเปลี่ยนถ่ายน้ำของบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำเพื่อให้ลดประมานการทำงานโดนบุคคลที่อาจเกิดความผิดพลาดได้มากกว่าซึ่งความให้มีความแม่นยำ ประหยัดค่าแรงงาน ทำงานโดยสอดคล้องกับการควบคุมปริมาณและคุณภาพให้เกิดความประหยัด ในการพัฒนาระบบ ประยุกต์ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการควบคุมการเปิด-ปิดของวาล์วและควบคุมค่าต่าง ๆ ในน้ำเครื่องตีน้ำให้เป็นการทำงานอัตโนมัติและใช้ค่าต่าง ๆ ที่ทำการวัดมาคำนวนในการทำงานของวาล์วและระบบตีน้ำบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำอัตโนมัติพร้อมทั้งยังเก็บข้อมูลสถิติเพื่อการวิจัยและพัฒนาต่อไปได้โดยระบบเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งที่สามารถเชื่อมต่อกับสมาร์ทโฟนในระบบต่าง ๆ ในปัจจุบันได้เพื่อเป็นตัวช่วยในการอ่านค่าข้อมูลสามารถเก็บข้อมูลเพื่อเป็นสถิติและสามารถควบคุมระบบผ่านสมาร์ทโฟนได้ง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	AUTOMATIC CONTROL SYSTEM TO MANAGE AQUATIC ANIMALS POND
Authors	Mr. Peerathach Buaphakam
	Mr. Namo Tipsing
	Mr. Wasin Pidej
Thesis Advisor	Asst.Prof.Dr. Narin Tammarugwattana
Year	2017

ABSTRACT

This project describe the development of the oxygen and alkalinity measurement system,for oxygen control and water transfer between ponds. In the heart of the developed system like a microcontroller that controls the value openings as well as the stirrer based on oxygen and pH readings form the sensors.statistics of the system operation is provided for futher research,and development.conectivity to smartphones is also provided though the internet,so that user can access as well as controlling the system online.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์ของบุคคลหลาย ผู้มีพระคุณท่านแรกที่ผู้ศึกษาขอขอบพระคุณ คือ ผศ.ดร.นรินทร์ ธรรมารักษ์วัฒนะ อาจารย์ที่ปรึกษาที่ได้ให้ความรู้ สนับสนุนงบประมาณ คำแนะนำ ตรวจทาน แก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่ทุกขั้นตอน และเทคนิคการนำเสนอรายงานปากเปล่า เพื่อให้การค้นคว้าฉบับนี้สมบูรณ์ที่สุด ผู้ศึกษาขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้ นอกจากนี้

ขอบพระคุณอาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุมทุกท่านที่ได้สอนได้ให้คำแนะนำในการศึกษาค้นคว้าและจัดทำปริญญานิพนธ์

ขอขอบคุณผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่ช่วยในการสืบค้นข้อมูลแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิดและให้กำลังใจในการศึกษาแก่ผู้จัดทำ

ขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังที่ได้สนับสนุนงบประมาณทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II

กิตติกรรมประกาศ.....III

สารบัญ.....IV

สารบัญตาราง.....VII

สารบัญรูป.....VIII

บทที่ 1 บทนำ..... **1**

1.1 ที่มาและความสำคัญ..... 1

1.2 วัตถุประสงค์..... 1

1.3 เป้าหมายและขอบเขตของปริญญานิพนธ์..... 2

1.4 แผนการดำเนินการ..... 2

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง.....**3**

2.1 คุณสมบัติของออกซิเจนละลายน้ำ..... 3

2.1.1 ปัจจัยที่มีผลต่อการละลายออกซิเจน..... 3

2.1.2 ปริมาณออกซิเจนที่มีผลต่อปลา..... 3

2.1.3 การวัดปริมาณออกซิเจนในน้ำ..... 4

2.1.4 หลักการพื้นฐานของการวัดค่า DO ของหัววัด..... 4

2.1.5 ตัวตรวจวัดค่าออกซิเจนการละลายน้ำ..... 5

2.2 ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)..... 6

2.2.1 รายละเอียดของ PH meter (SKU: SEN0161)..... 7

2.2.2 pH Electrode Characteristics..... 8

2.3 ระบบบำบัดน้ำเสียจากบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ..... 8

2.4 Arduino..... 10

2.4.1 รู้จักกับ Arduino..... 10

2.4.2 โครงสร้างการเขียนโปรแกรม ภาษาซี ของ Arduino..... 11

2.4.3 ตัวแปรใน Arduino..... 14

2.4.4 ค่าคงที่ใน Arduino..... 14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญต่อ (ต่อ)

หน้า

2.4.5 บอร์ด Arduino UNO R3 15
2.5 เทคโนโลยีการเชื่อมต่อของสรรพสิ่ง 16
2.6 MQTT 16
2.7 กล้องวงจรปิด IP Camera 17
2.8 เครื่องปริ้นท์ 3 มิติ 18
2.9 MyDevices Cayenne Online Dashboard 19
2.9.1 วิธีการทำงานของ Cayenne 19
2.9.2 คุณสมบัติของ Cayenne 20

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน 21
3.1 ขั้นตอนการทำงานของบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำอัตโนมัติ 21
3.1.1 ขั้นตอนการทำงานของแอปพลิเคชัน Cayenne mydevices 21
3.1.2 ผังแสดงการทำงานของบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ 22
3.2 ติดตั้งโปรแกรม Arduino และโค้ดคำสั่งโปรแกรมในการอ่านค่าและส่งข้อมูล 22
3.3 กำหนดรูปแบบการเชื่อมต่อกับคำสั่ง Arduino โดยใช้ Widget 23
3.3.1 การติดตั้งบอร์ด Arduino R3 Uno 23
3.3.2 ฟังก์ชันควบคุมมอเตอร์ 23
3.3.3 ฟังก์ชันควบคุม Relay 24
3.3.4 ฟังก์ชันควบคุมแบบ Generic 24
3.3.5 ฟังก์ชันการแสดงผลแบบแสดงค่าตัวเลข 25
3.4 อุปกรณ์การทดลอง 25
3.5 การต่อวงจร 26
3.5.1 การต่อวงจรบอร์ด Arduino กับ Dissolved Oxygen Sensor 26
3.5.2 การต่อวงจรบอร์ด Arduino กับ pH Sensor 26
3.6 แบบจำลองบ่อที่ใช้ในการทดลอง 27

บทที่ 4 การทดลองและการแสดงผล 29
4.1 นำสารละลายมาตรฐานมาวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง เพื่อสอบเทียบเครื่องมือวัด 29
4.2 กำหนดรูปแบบการแสดงผลข้อมูล 30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญต่อ (ต่อ)

หน้า

4.3 ตารางผลข้อมูล..... 31
4.4 ตารางฐานข้อมูล..... 36
4.5 การควบคุมระยะไกลผ่านกล้อง IP Camera..... 37

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ..... 38
5.1 สรุปผล..... 38
5.2 ข้อเสนอแนะ..... 38

บรรณานุกรม..... 39

ภาคผนวก..... 40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 แสดงความต้องการออกซิเจนของปลาแต่ละชนิด....4

2.2 ตารางคุณสมบัติเฉพาะทางเทคนิคของ DO Sensor....6

2.3 ตารางคุณสมบัติเฉพาะทางเทคนิคของ pH Sensor....7

2.4 ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเอาต์พุตของแรงดันและค่า pH....8

4.1 ตารางการวัดค่าการละลายออกซิเจนเมื่อใช้ใบพัดแตกต่างกัน 3 รูปแบบ....31

4.2 ตารางการทดลองค่าการละลายออกซิเจนในน้ำเมื่อวัดในปริมาณออกซิเจนต่ำ....32

4.3 ตารางการทดลองค่าการละลายออกซิเจนในน้ำเมื่อเทียบกับเวลาตามเงื่อนไขต่าง ๆ....33

4.4 ตารางการทดลองความเป็นกรด-ด่างในน้ำเมื่อเทียบกับเวลาตามเงื่อนไขต่าง ๆ....34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

2.1 แสดงส่วนประกอบของหัววัดเซนเซอร์ค่าการละลายออกซิเจนในน้ำ.... 4
2.2 แสดงคุณลักษณะของวงจรที่เชื่อมต่อ Sensor และ Microcontroller.... 5
2.3 แสดงการทำงานของวงจร.... 5
2.4 แสดงชุดวัดออกซิเจนในน้ำ.... 6
2.5 แสดงภาพชุดวัดความเป็นกรด-ด่างในน้ำ.... 7
2.6 แสดงหลักการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียแบบบึงประดิษฐ์.... 9
2.7 แสดงภาพรวมของระบบบำบัดน้ำเสียแบบบึงประดิษฐ์.... 9
2.8 แสดงส่วนประกอบของบอร์ด Arduino Uno R3.... 15
2.9 แสดงส่วนประกอบของระบบอินเตอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง.... 16
2.10 แสดงหลักการทำงานของ MQTT.... 17
2.11 แสดงกล้อง IP Camera และคุณสมบัติต่างๆของกล้อง.... 17
2.12 แสดงภาพเครื่องปริ้นท์ 3 มิติ.... 18
2.13 แสดงภาพแบบของใบพัดในโปรแกรมแบบ 3 มิติ.... 19
3.1 แสดงรูปผังการทำงานของระบบบ่ออัตโนมัติ.... 22
3.2 แสดงรูปฟังก์ชั่นใช้ติดตั้งบอร์ด Arduino.... 23
3.3 แสดงรูปฟังก์ชั่นใช้เชื่อมข้อมูลของ Motor.... 23
3.4 แสดงรูปฟังก์ชั่นใช้เชื่อมข้อมูลของ Relay.... 24
3.5 แสดงรูปฟังก์ชันใช้เชื่อมข้อมูลของ pH Sensor และ DO Sensor.... 24
3.6 แสดงรูปฟังก์ชันใช้แสดงค่าตัวเลข.... 25
3.7 แสดงรูปการต่อวงจร Arduino กับ Dissolved Oxygen Senso.... 26
3.8 แสดงรูปการต่อวงจร Arduino กับ pH Sensor.... 26
3.9 แสดงแบบของบ่อจำลองที่ใช้ (รูปด้านซ้าย) และบ่อบำบัดจำลอง (รูปด้านขวา).... 27
3.10 แสดงรูปบ่ออะคริลิคจำลองที่ใชในการทดลอง.... 27
3.11 แสดงรูปภาพรวมของบ่อที่ใช้ในโครงงาน.... 28
4.1 แสดงสารละลายมาตรฐานกรด-เบส ที่นำมาใช้สอบเทียบเครื่องมือ.... 29
4.2 แสดงผลการแสดงข้อมูลในเว็บบราว์เซอร์บนคอมพิวเตอร์.... 30
4.3 แสดงผลการแสดงข้อมูลในแอพลิเคชันสมาร์ทโฟน.... 30
4.4 กราฟแสดงการวัดค่าการละลายออกซิเจนในน้ำเมื่อใช้ใบพัดต่างกัน 3 รูปแบบ.... 32
4.5 กราฟแสดงค่าการละลายออกซิเจนเมื่อมีปริมาณออกซิเจนที่ต่ำและเวลาเปลี่ยนไป.... 33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

4.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการละลายออกซิเจนกับเวลา....34
4.7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นกรด-ด่างเมื่อเทียบกับเวลา....35
4.8 แสดงผลตารางฐานข้อมูล Database....36
4.9 แสดงภาพที่มาจากกล้อง IP Camera ที่ใช้ตรวจดูการทำงานของบ่อ....37
ก-1 แสดงการยอมรับเงื่อนไขในการใช้โปรแกรม....41
ก-2 แสดงตัวเลือก Component ที่ต้องการติดตั้ง....41
ก-3 Destination Folder ที่ต้องการติดตั้ง....42
ก-4 แสดงโปรแกรมขณะกำลังติดตั้ง....42
ก-5 แสดงการติดตั้ง USB driver....43
ก-6 แสดงการสิ้นสุดการติดตั้งโปรแกรม....43
ก-7 แสดงการเข้าไปในส่วน Device Manager....44
ก-9 แสดงการเลือก Update Driver ของ Arduino Port....44
ก-8 แสดงการเลือกเพื่อค้นหา Driver ที่มีอยู่ในเครื่อง....45
ก-10 แสดงการเปิดหน้าค้นหา Driver....45
ก-11 แสดงการค้นหา Driver Folder....46
ก-12 แสดงการเสร็จสิ้นการติดตั้ง Arduino Port Driver....46
ข-1 แสดงหน้าเว็ปไซต์ Cayennemydevice.com....48
ข-2 แสดงปุ่มเพื่อทำการ Sign up....48
ข-3 แสดงการลงทะเบียนเพื่อใช้งาน....49
ข-4 แสดงการยอมรับข้อตกลงกฎระเบียบขององค์กร Mydevice....49
ข-5 แสดงหน้าต่างเพื่อLogin เข้าระบบ....50
ข-6 แสดงหน้าจอหลักของ Cayenne เพื่อทำการเชื่อต่อกับ Microcontroller....50
ข-7 แสดงการDownload Application ใน Smartphone....51
ข-8 แสดงหน้าต่าง Login ใน Smartphone....51
ข-9 แสดงหน้าต่างแสดงส่วนของ Application....52
ข-10 แสดงหน้าต่างแสดงการทำงานของ Microcontroller....52
ง-1 แสดงการ Download Program EYE4....60
ง-2 แสดงโปรแกรม EYE4....60
ง-3 แสดงการลงทะเบียนเข้าใช้โปรแกรม EYE4....61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

ง-4 แสดงหน้าโปรแกรม EYE4 61
ง-5 แสดงการเชื่อมกล้องกับโปรแกรม 62
ง-6 แสดงการ Configuration UID กล้องกับ EYE4 62
ง-7 แสดง UID ของกล้อง IP Camera 63
ง-8 แสดงภาพที่ได้รับจาก IP Camera เมื่อรับชมจากระยะไกล 63
ง-9 แสดงการDownload application “PNP” 64
ง-10 แสดงการ Configuration IP camera กับ Application “PNP” 64
ง-11 แสดงภาพผ่านกล้อง IP camera เมื่อรับชมผ่าน Smartphone 65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ปัจจุบันรัฐบาลไทยมีนโยบายและแผนการพัฒนาประเทศโดย-นโยบายการขับเคลื่อนไทยแลนด์ 4.0 ซึ่งเป็นการขับเคลื่อนการพัฒนาประเทศที่ต้องใช้นวัตกรรมและระบบเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้เป็นเครื่องมือในการดำรงชีวิตประจำวันเป็นพื้นฐานในการพัฒนาประเทศด้านต่างให้ทัดเทียบกับประเทศที่พัฒนาแล้วประชาชนจึงควรศึกษาและนำเทคโนโลยีต่าง ๆ มาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด รวมถึงเกษตรกรยุคใหม่ที่ควรศึกษากระบวนการและปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับผลผลิตที่ได้ สามารถวางแผนกำหนดกระบวนการผลิตและกระบวนการตัดสินใจได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ จึงได้จัดทำโครงการนี้ขึ้นมาเพื่อสนับสนุนและส่งเสริมนโยบายภาครัฐในการนำเอาเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้กับการเลี้ยงสัตว์น้ำซึ่งในการทำเกษตรประมง เช่น กุ้ง หอย ปู ปลา จำเป็นต้องอาศัยบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำเพื่อให้สัตว์น้ำเติบโตตามที่ต้องการ ซึ่งปัจจัยที่ทำให้สัตว์น้ำเหล่านี้เติบโตเพียงพอที่จะจัดจำหน่ายได้ต้องมีปัจจัยดังนี้ บ่อเลี้ยงต้องมีปริมาณออกซิเจนในน้ำที่เหมาะสม น้ำในบ่อต้องสะอาด หรือค่า pH ในน้ำที่เหมาะสมและมีการให้อาหารสัตว์เลี้ยงเป็นปกติในทุกวัน

ซึ่งปัญหาที่พบในการทำฟาร์มเลี้ยงสัตว์น้ำของเกษตรกรมีดังนี้

1)การจ้างคนมาดูแลบ่อเลี้ยงทุก ๆวันอาจเกิดข้อบกพร่องในการดูแลบ่อเลี้ยงเช่น ในวันที่ฝนตก คนดูแลจะไม่สามารถออกมาดูบ่อเลี้ยงได้ ทำให้สัตว์น้ำที่เลี้ยงอยู่เกิดปัญหาขาดการดูแล

2)เนื่องจากการทำงานในการเลี้ยงสัตว์น้ำส่วนใหญ่ยังเป็นการคาดคะเนที่ไม่แน่นอนจากประสบการณ์ที่ผ่านมาไม่ได้อ้างอิงจากการวิจัยที่มีประสิทธิภาพทำให้เกิดปัญหาต่าง ๆ ตามมาเช่น อากาศเปลี่ยนแปลงบ่อยทำให้กุ้งในบ่อเลี้ยงลอยขึ้นมาซึ่งเป็นผลจากระดับออกซิเจนในน้ำมีไม่เพียงพอ ซึ่งถ้าเราได้มีการเฝ้าติดตามแบบเรียลไทม์จะแก้ไขปัญหาตรงจุดนี้ได้

3) โดยปกติเกษตรกรใช้บ่อเลี้ยงปลาไประยะหนึ่งแล้วขุดบ่อใหม่เพื่อเอาปลาลงบ่อใหม่แล้วจึงพักฟื้นบ่อเดิมโดยการปรับหน้าดินให้มีค่า pH ที่เหมาะสมแก่การเลี้ยง ถ้าเรามีตัววัดค่า pH เพื่อบอกความแน่นอนของสภาพน้ำได้จะทำให้ลดเวลาและต้นทุนของการเลี้ยงได้ดียิ่งขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์

1) เพื่อศึกษาระบบตรวจวัดและควบคุมอัตโนมัติในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำที่ใช้ไมโครคอนโทลเลอร์เชื่อมต่อข้อมูลผ่านอุปกรณ์เซ็นเซอร์และคอมพิวเตอร์

2) ควบคุมปัจจัยที่มีผลต่อการเลี้ยงสัตว์น้ำส่งผลให้การเลี้ยงสัตว์น้ำมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

3) เพื่อลดต้นทุนในการจ้างแรงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) เพื่อศึกษาและพัฒนาระบบการควบคุมระยะไกลผ่านสมาร์ทโฟน

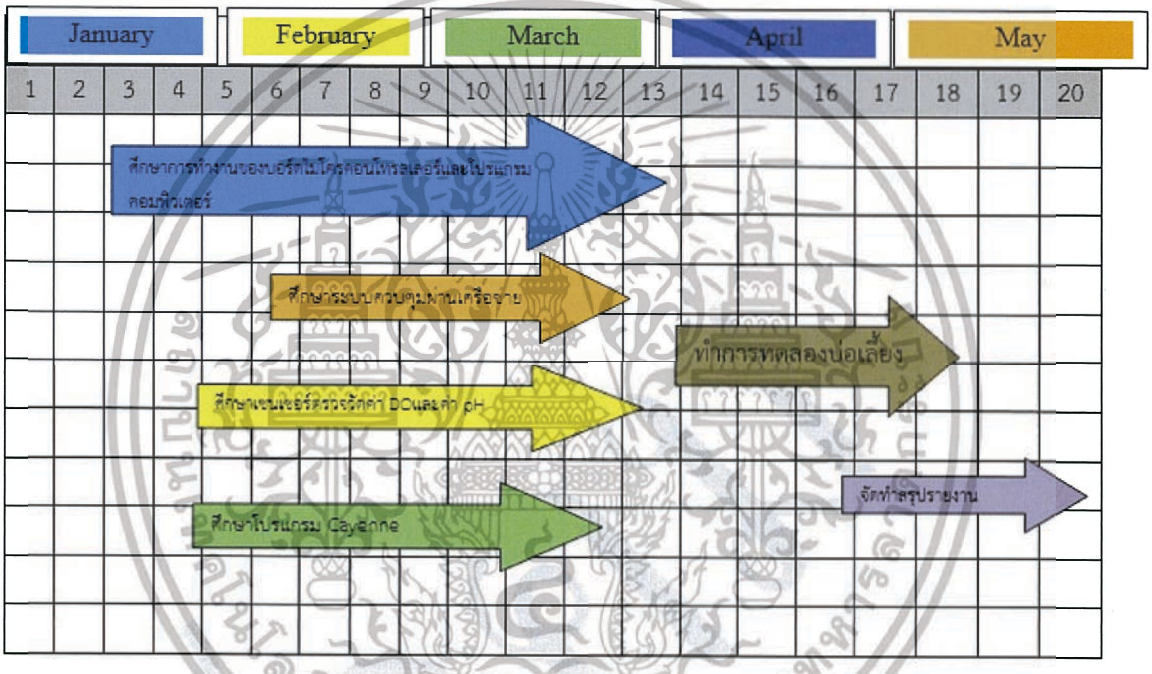
1.3 เป้าหมายและขอบเขตของปริญญานิพนธ์

1) วิเคราะห์และออกแบบระบบควบคุมบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำอัตโนมัติ

2) สร้างโมเดลจำลองระบบควบคุมบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำอัตโนมัติ

3) พัฒนาระบบการควบคุมและแสดงผลระยะไกลผ่านสมาร์ทโฟน

1.4 แผนการดำเนินการ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 คุณสมบัติของออกซิเจนละลายน้ำ

ออกซิเจนเป็นปัจจัยที่นับว่ามีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตเนื่องจากสัตว์น้ำทุกชนิดจำเป็นต้องใช้ออกซิเจนในกระบวนการต่าง ๆ ภายในร่างกายเพื่อการเจริญเติบโต กุ้งทะเลมีความต้องการออกซิเจนที่ละลายในน้ำตั้งแต่ 5 มิลลิกรัมออกซิเจนต่อลิตรขึ้นไป ถือว่าเป็นสภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของกุ้ง การเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำในรอบวันออกซิเจนที่ละลายมีแนวโน้มสูงขึ้นตั้งแต่ 8:00 นาฬิกา ไปจนถึง 15:00 นาฬิกา ซึ่งเป็นค่าสูงสุด และมีแนวโน้มลดลงตั้งแต่ 18:00 นาฬิกา ไปเรื่อย ๆ จนถึง 6:00 นาฬิกา ซึ่งจะเป็นค่าต่ำสุด ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำบริสุทธิ์ที่อุณหภูมิของน้ำที่ 25°c จะมีปริมาณออกซิเจนอิ่มตัวประมาณ 8.24 mg/l เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นเป็น 30°c จะมีปริมาณออกซิเจนอิ่มตัวในน้ำ 7.54 mg/l แต่ในน้ำทะเลที่มีความเค็ม 30 ppt และอุณหภูมิ 30°c จะมีปริมานออกซิเจนอิ่มตัวในน้ำประมาณ 6.93 mg/l ถ้าอุณหภูมิของน้ำสูงขึ้นหรือความเค็มเพิ่มขึ้นปริมาณออกซิเจนในน้ำจะมีค่าลดลง ปริมานออกซิเจนละลายน้ำมีผลต่อการดำรงชีวิตของกุ้งมาก ถ้าปริมานออกซิเจนมีค่าต่ำกว่า mg/l กุ้งจะมีการเจริญเติบโตช้า กุ้งทะเลจะมีการเจริญเติบโตดีถ้ามีออกซิเจนละลายสูงกว่า 5 mg/l ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนของปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ ได้แก่ แสงแดด การไหลเวียนของน้ำ แพงค์ตอนพืชและสัตว์น้ำ ความโปร่งแสง ความลึกของบ่อ ชนิดและปริมาณจุรินทรีย์ สิ่งขับถ่ายของกุ้ง รวมทั้งปริมาณอาหารที่เหลือจากการกินของกุ้งคุณสมบัติของออกซิเจนละลายน้ำ [1]

2.1.1 ปัจจัยที่มีผลต่อการละลายออกซิเจน

- ความดันอากาศ ถ้าความดันอากาศสูงออกซิเจนจะละลายได้มาก
- อุณหภูมิของน้ำ ถ้าอุณหภูมิของน้ำสูงออกซิเจนจะละลายได้น้อยลง
- ความเข้มข้นของเกลือหรือสารในน้ำ ถ้ามีความเข้มข้นของสารสูง ออกซิเจนจะละลายได้น้อยลง [2]

2.1.2 ปริมาณออกซิเจนที่มีผลต่อปลา

ออกซิเจนเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับสิ่งมีชีวิตทุกชนิด ปลาหรือสัตว์น้ำชนิดอื่น ๆก็เช่นเดียวกันถ้าเกิดสภาวะที่ขาดออกซิเจนก็จะมีผลกระทบต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 2.1 ปลาแต่ละชนิดมีความต้องการออกซิเจนในระดับที่แตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของปลา [3] ดังแสดงในตาราง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 แสดงความต้องการออกซิเจนของปลาแต่ละชนิด [3]

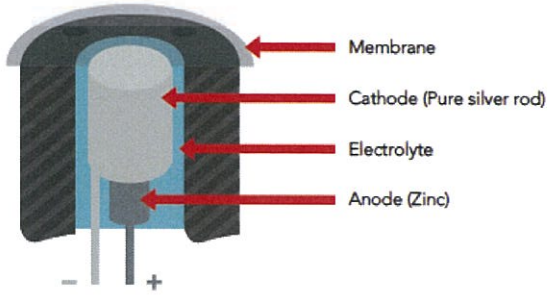
ชนิดของปลา	ระดับต่ำสุดที่ทำให้ปลาชนิดต่าง ๆ ตาย	ระดับที่ปลาอาจตายถ้าเป็นเวลาหลาย ๆ ชั่วโมง	ระดับที่ปลามีชีวิตอยู่ได้ และทำให้ปลามีการเจริญเติบโตช้า	ระดับที่เหมาะกับการเจริญเติบโตของปลา
ปลาทอง	0.1-2.0	1.7	4.5	5.0-6.4
ปลานิล	0.8-1.2	1.1	5.0	5.5-7.5
ปลาสลิด	1.6-3.8	2.6	4.0-5.0	5.0
ปลาสวาย	1.1-2.4	2	3.0-5.5	5.0-6.8

2.1.3 การวัดปริมาณออกซิเจนในน้ำ

เนื่องจากออกซิเจนในน้ำสามารถเปลี่ยนแปลงได้โดยง่าย การวิเคราะห์หาปริมาณออกซิเจนในน้ำจึงต้องทำทันทีที่เก็บตัวอย่าง การหาปริมาณออกซิเจนลายน้ำมีวิธีหาที่สามารถทำได้ 2 วิธีคือ วิธีทางเคมี และเครื่องมือวัด DO Meter [4]

2.1.4 หลักการพื้นฐานของการวัดค่า DO (Dissolved Oxygen) ของหัววัด

วิธีการวัดปริมาณออกซิเจนละลายน้ำของหัววัดเครื่อง DO meter นั้นใช้หลักการทางไฟฟ้าเคมี (Electrochemical) ซึ่งมีองค์ประกอบที่สำคัญ (เป็นองค์ประกอบที่อยู่ภายในหัววัด) คือ ขั้วแคโทด แอโนด อิเล็กโทรไลต์ และเยื่อหุ้มหัววัด(เป็นวัสดุที่มีความเป็นเยื่อเลือกผ่านโดยให้เฉพาะ (ออกซิเจนผ่านได้) ดังแสดงในรูปที่ 2.1 [5]



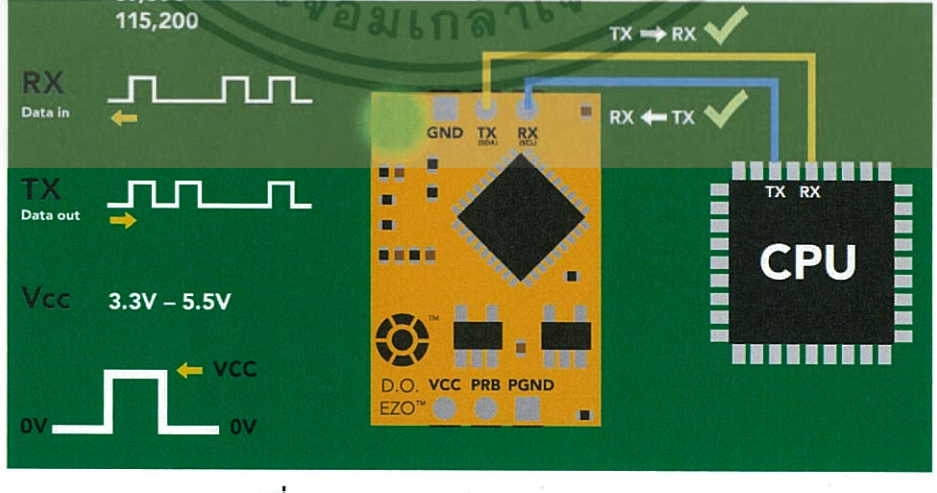
รูปที่ 2.1 แสดงส่วนประกอบของหัววัดเซนเซอร์ค่าการละลายออกซิเจนในน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.5 ตัวตรวจวัดค่าออกซิเจนการละลายน้ำ

จะใช้ตัวตรวจวัดปริมาณออกซิเจนในน้ำของ Atlas Scientific™ โดยมีหลักการ คือ วัดค่าออกซิเจนในน้ำแล้วให้ผลออกมาเป็นแรงดันไฟฟ้า โดยแรงดันเอาต์พุตที่ได้จะเป็นอนาล็อกอยู่ในช่วง 5.6 mV-15.0 mV และเมื่อนำไปต่อวัดค่าออกซิเจนในน้ำจะมีผลตอบสนอง 90% ภายใน 10 นาที โดยสามารถทำงานได้อย่างเต็มที่ ที่อุณหภูมิ 24-26 °c สำหรับเงื่อนไขการทำงานของเขตอุณหภูมิจะอยู่ในช่วง 5-35 °c แรงดันภายในน้ำ -0.2 ถึง 1.0 kgf/cm^2 (ที่ความลึกระดับน้ำ 10 cm) โดยการเก็บรักษาตัวตรวจวัดนี้ต้องเก็บในแนวนอน แรงดันของการวัดไฟฟ้านี้จะเปลี่ยนไปเมื่อเกิดการสะเทือนขึ้น โดยในการทดลองนี้เราใช้ตัววัด Dissolved Oxygen Sensor ยี่ห้อ Atlas Scientific™ [5] ซึ่งจะวัดโดยใช้หัววัดและมีแผ่นวงจรแปลงค่าแล้วเชื่อมต่อกับ Microcontroller จากนั้นข้อมูลจะแสดงที่มอนิเตอร์ซึ่งโปรแกรมที่ใช้งานคือ Arduino เราทำการต่อวงจรกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์โดยการเชื่อมต่อแบบ UART Mode ในการรับส่งข้อมูลจากตัวเซนเซอร์ไปยังคอมพิวเตอร์รายละเอียด ต่าง ๆ ของ Dissolved Oxygen Sensor มีดังรูปที่ 2.2 รูปที่ 2.3 และ รูปที่ 2.4

รูปที่ 2.2 แสดงคุณลักษณะของวงจรที่เชื่อมต่อ Sensor และ Microcontroller [5]



รูปที่ 2.3 แสดงการทำงานของวงจร [5]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยมีรายละเอียดการทำงานของการวัดคือ

ตารางที่ 2.2 ตารางคุณสมบัติเฉพาะทางเทคนิคของ Dissolved Oxygen Sensor [5]

Specification	Description
Mode	UART
Baud	38,400
Readings	continuous
Speed	1 reading per second
Readings without probe	18.17
Temperature compensation	20 °C
Salinity compensation	0 (Fresh water)

รูปที่ 2.4 แสดงชุดวัดออกซิเจนในน้ำ [5]

2.2 ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)

ความเป็นกรดเป็นด่างเป็นการวัดปริมาณความเข้มข้นของไฮโดรเจนอิออนที่มีอยู่ในน้ำเพื่อเป็นเครื่องแสดงให้เราทราบว่าน้ำหรือสารละลายมีคุณสมบัติเป็นกรดเป็นด่าง ในการทำปฏิกิริยาต่าง ๆ ระดับความเป็นกรดด่างมีค่าอยู่ระหว่าง 0-14 โดย 7 เป็นจุดกึ่งกลางหากต่ำกว่า 7 มีค่าเป็นกรด หากสูงกว่าเป็นด่าง ค่า pH ในแหล่งน้ำธรรมชาติโดยทั่วไปขึ้นอยู่กับภูมิประเทศ สิ่งแวดล้อมหลายประการ เช่น ลักษณะพื้นดินและหิน ตลอดจนการใช้ที่ดินบริเวณแหล่งนั้น และอิทธิพลของสิ่งมีชีวิตในน้ำ เช่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จุลินทรีย์และแพลงก์ตอนพืช pH ของน้ำมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของพืชและสัตว์ในแหล่งน้ำ พืชน้ำสามารถใช้ธาตุอาหารได้ดีหรือไม่ขึ้นอยู่กับค่า pH ของน้ำ หากระดับ pH ต่ำกว่า 4.5 พืชน้ำเจริญเติบโตได้ไม่ดีขณะเดียวกันหากค่า pH ต่ำหรือสูงเกินไปก็ไม่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ จึงมีผู้แนะนำช่วง pH ที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำดังนี้

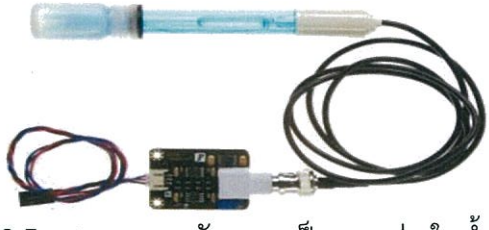
- pH 4.0 หรือต่ำกว่า = เป็นจุดอันตรายทำให้ปลาตายได้
- pH 4.0-6.0 = ปลาบางชนิดอาจไม่ตาย แต่ผลผลิตจะต่ำคือ การเจริญเติบโตช้า
- pH 6.5-9.0 = ระดับที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ
- pH 9.0-11.0 = ไม่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำหากต้องอาศัยอยู่เป็นเวลานาน
- pH 11 หรือมากกว่า = เป็นพิษต่อปลา

บ่อเลี้ยงหลายแห่งดินมีสภาพเป็นกรด (acid soil) ทำให้น้ำในบ่อมีสภาพเป็นกรดไม่เกิดผลดีต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจึงต้องปรับปรุงโดยการเติมปูนขาว (Liming) โดยปูนขาวจะทำปฏิกริยากับดินช่วยให้ค่า pH ค่าความเป็นด่างและความกระด้างสูงขึ้นไปด้วย หากบ่อสร้างใหม่ต้องคอยเช็คคุณภาพน้ำและปรับสภาพน้ำอยู่เสมอ [4] ในโครงงานนี้จะตั้งค่าให้ pH sensor ทำการวัดค่าความเป็น กรด-ด่าง ในน้ำแล้วจะส่งค่าไปที่ controller โดยค่าที่ทำการควบคุมจะตั้ง Set point ไว้ที่ 6.0<SP<8.5 เมื่อน้ำที่วัดได้ไม่อยู่ในช่วงนี้ จะถือว่าคุณภาพของน้ำเป็นอันตรายต่อการเลี้ยงสัตว์น้ำ เราจึงเปิดวาว์ลน้ำให้ไหลเข้า เพื่อเจือจางความเข้มข้นของน้ำ ให้มีคุณสมบัติเป็นกลาง โดยคุณสมบัติของpH sensor จะแสดงในตารางที่ 2.2 , ตารางที่ 2.3 และรูปที่ 2.5

2.2.1 รายละเอียดของ PH meter (SKU: SEN0161)

ตารางที่ 2.2 ตารางคุณสมบัติเฉพาะทางเทคนิคของ PH Sensor [6]

Specification	Description
Module Power	5.00V
Module Size	43mm×32mm
Measuring Range	0-14PH
Accuracy	± 0.1 pH
การประยุกต์ใช้งาน	ทดสอบคุณภาพน้ำ,เกษตรกรรม



รูปที่ 2.5 แสดงภาพชุดวัดความเป็นกรด-ด่างในน้ำ [6]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 pH Electrode Characteristics

ตารางที่ 2.3 ตารางความสัมพันธ์ระหว่างค่าเอาต์พุตของแรงดันและค่า pH [6]

แรงดันไฟฟ้า (mV)	ค่า pH	แรงดันไฟฟ้า (mV)	ค่า pH
414.12	0	-414.12	14
354.96	1	-354.96	13
295.8	2	-295.8	12
236.64	3	-236.64	11
177.48	4	-177.48	10
118.32	5	-118.32	9
59.16	6	-59.16	8
0	7	0	7

ข้อควรระวัง

- อิเลคโทรดที่ใช้สำหรับชุดแรกหรือชุดระยะยาวโดยไม่ใช้ซ้ำขั้วอิเลคโทดและแกนทรายแช่อยู่ในสารละ 3NKCL ที่เปิดใช้งานได้แบดชั่วโมง
- ปลั๊กไฟฟ้าควรเก็บให้สะอาดและแห้ง
- สารละลายอ้างอิง Electrode เป็นโซลูชัน 3NKCL
- ควรหลีกเลี่ยงมลภาวะระหว่างการวัดเพื่อไม่ให้เกิดความผิดพลาดในการวัด
- ขดลวดไฟฟ้าหรือแกนทรายปนเปื้อนจะทำให้ PTS ลดลงการตอบสนองช้า ดังนั้นขึ้นอยู่กับ

ลักษณะของสารมลพิษกับวิธีการทำความสะอาดการกู้คืนประสิทธิภาพของอิเลคโทด

- อิเลคโทรดไม่ควรแช่ในสารละลายกรดคลอไรด์ในระยะยาว
- อิเลคโทรดเมื่อใช้งานต้องถอดแกนเซรามิคทรายและแหวนยางออกเพื่อแก้ปัญหาของสะพานเกลือให้มีความเร็วคงที่

2.3 ระบบบำบัดน้ำเสียจากบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ

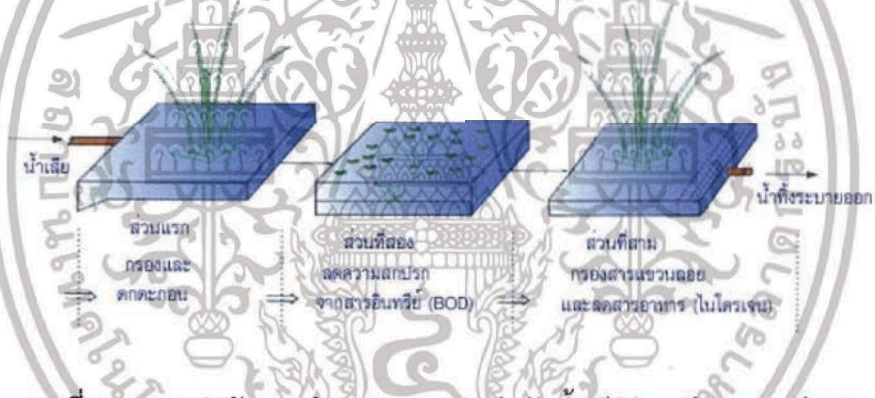
ระบบบึงประดิษฐ์แบบ Free Water Surface Wetland (FWS) [7] เป็นแบบที่นิยมใช้ในการปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งหลังจากผ่านการบำบัดจากบ่อปรับเสถียร (Stabilization Pond) แล้ว ลักษณะของระบบแบบนี้จะเป็นบ่อดินที่มีการบดอัดดินให้แน่นหรือปูพื้นด้วยแผ่น HDPE ให้ได้ระดับเพื่อให้น้ำเสียไหลตามแนวนอนขนานกับพื้นดินบ่อดินจะมีความลึกแตกต่างกันเพื่อให้เกิดกระบวนการบำบัดตามธรรมชาติอย่างสมบูรณ์โครงสร้างของระบบแบ่งเป็น 3 ส่วนโดยแสดงในรูปที่ 2.6 และ รูปที่ 2.7 (อาจเป็นบ่อเดียวกันหรือหลายบ่อขึ้นกับการออกแบบ) คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) เป็นส่วนที่มีการปลูกพืชที่มีลักษณะสูงโผล่พ้นน้ำและรากเกาะดินปลูกไว้ เช่น กก แฝก ธูปฤาษี เพื่อช่วยในการกรองและตกตะกอนของสารแขวนลอยและสารอินทรีย์ที่ตกตะกอนได้ ทำให้กำจัดสารแขวนลอยและสารอินทรีย์ได้บางส่วน เป็นการลดสารแขวนลอยและค่าบีโอดีได้ส่วนหนึ่ง

2) เป็นส่วนที่มีพืชชนิดลอยอยู่บนผิวน้ำ เช่น จอก แหน บัว รวมทั้งพืชขนาดเล็กที่แขวนลอยอยู่ในน้ำ เช่น สาหร่าย จอก แหน เป็นต้น พื้นที่ส่วนที่สองนี้จะไม่มีการปลูกพืชที่มีลักษณะสูงโผล่พ้นน้ำเหมือนในส่วนแรกและส่วนที่สามน้ำในส่วนนี้จึงมีการสัมผัสอากาศและแสงแดดทำให้มีการเจริญเติบโตของสาหร่ายซึ่งเป็นการเพิ่มออกซิเจนละลายน้ำ (DO) ทำให้จุลินทรีย์ชนิดที่ใช้ออกซิเจนย่อยสลายสารอินทรีย์ที่ละลายน้ำได้เป็นการลดค่าบีโอดีในน้ำเสีย และยังเกิดสภาพไนตริฟิเคชั่น (Nitrification)

3) มีการปลูกพืชในลักษณะเดียวกับส่วนแรก เพื่อช่วยกรองสารแขวนลอยที่ยังเหลืออยู่ และทำให้เกิดสภาพดิไนตริฟิเคชั่น (Denitrification) เนื่องจากออกซิเจนละลายน้ำ ลดลง ซึ่งสามารถลดสารอาหารจำพวกสารประกอบไนโตรเจนได้



รูปที่ 2.6 แสดงหลักการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียแบบบึงประดิษฐ์ [7]

รูปที่ 2.7 แสดงภาพรวมของระบบบำบัดน้ำเสียแบบบึงประดิษฐ์ [7]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 Arduino

2.4.1 รู้จักกับ Arduino

Arduino อ่านว่า (อา-ดู-อิ-โน่ หรือ อาดุยโน่) เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ตระกูล AVR ที่มีการพัฒนาแบบ Open Source คือมีการเปิดเผยข้อมูลทั้งด้าน Hardware และ Software ตัวบอร์ด Arduino ถูกออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่าย ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นศึกษา ทั้งนี้ผู้ใช้งานยังสามารถดัดแปลง เพิ่มเติม พัฒนาต่อยอดทั้งตัวบอร์ด หรือโปรแกรมต่อได้อีกด้วย

ARDUINO คือ บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์สำเร็จรูป ที่รวมเอาตัวไมโครคอนโทรลเลอร์และอุปกรณ์อื่น ๆ ที่จำเป็น มาในบอร์ดเดียว แถมยังเปิดเผยข้อมูลทุก ๆ อย่าง ทั้งลายวงจรและตัวอย่างโปรแกรม ทำให้ผู้ใช้สามารถนำไปพัฒนาต่อได้ง่าย เพียงแค่เรามีบอร์ด Arduino กับคอมพิวเตอร์อีกซักเครื่อง ก็พร้อมใช้งานได้แล้ว โดยที่ไม่ต้องมาปวดหัว กับการทำวงจรที่ซับซ้อน หรือการติดตั้งโปรแกรมที่ยุ่งยาก โดยทาง ARDUINO เองและบริษัทที่เกี่ยวข้อง ได้ผลิตบอร์ดสำเร็จรูปออกมาหลายรุ่น หลายขนาด โดยแต่ละรุ่นก็มีข้อดีแตกต่างกันออกไป แต่รุ่นที่เราจะมาแนะนำกันในวันนี้คือ ARDUINO NANO ซึ่งเป็นรุ่นที่มีขนาดเล็ก เหมาะสำหรับผู้ที่ต้องการเริ่มต้นเขียนโปรแกรมบนไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อศึกษา หรือเพื่อนำมาประยุกต์ใช้สร้างงานอดิเรกง่าย ๆ จุดเด่นที่ทำให้บอร์ด Arduino เป็นที่นิยมใช้งานอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน และมีผู้พัฒนาหลากหลายทำให้เกิดโครงงานต่าง ๆ มากมาย เนื่องจาก มีราคาไม่แพง อีกทั้งยังง่ายต่อการพัฒนา มีรูปแบบคำสั่งพื้นฐานไม่ซับซ้อนเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้น, มี Arduino Community กลุ่มคนที่ร่วมกันพัฒนาที่แข็งแรง, Open Hardware ทำให้ผู้ใช้สามารถนำบอร์ดไปต่อยอดใช้งานได้หลายด้านCross Platform สามารถพัฒนาโปรแกรมบน OS ใดก็ได้ [8]

2.4.2 โครงสร้างการเขียนโปรแกรม ภาษาซี ของ Arduino

ภาษาซีของArduinoจะจัดแบ่งรูปแบบโครงสร้างของการเขียนโปรแกรมออกเป็นส่วนย่อย ๆหลายๆส่วนโดยเรียกแต่ละส่วนว่าฟังก์ชันและเมื่อนำฟังก์ชันมารวมเข้าด้วยกันก็จะเรียกว่าโปรแกรม โดยโครงสร้างการเขียนโปรแกรมของ Arduino นั้น ทุก ๆโปรแกรมจะต้องประกอบไปด้วยฟังก์ชันจำนวนเท่าใดก็ได้แต่น้อยที่สุดต้องมีฟังก์ชันจำนวน 2 function คือ setup() และ loop()

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรม 2.1 รูปแบบโครงสร้างการเขียนโปรแกรม

```
#include <Servo.h> //สั่งไฟล์ชื่อ Servo.h เข้ามาใช้ในโปรแกรม
int Servo1 = 9; //กำหนดให้ Servo1 แทน Pin digital-9
Servo myservo; //สร้างObject ชื่อ myservo เพื่อควบคุม servo
void setup()
{
  myservo.attach(Servo1);  //กำหนดให้ขาDigital-9 สร้างสัญญานควบคุม Servo
  }
```

Header ได้แก่ส่วนที่เป็น Compiler Directive ต่าง ๆรวมไปถึงส่วนของการประกาศใช้ตัวแปรและค่าคงที่ต่าง ๆ ที่จะใช้ในโปรแกรม

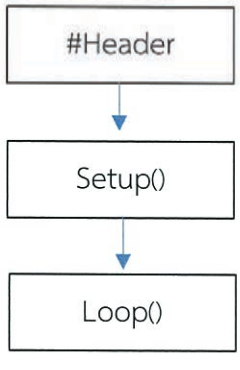
setup() ในส่วนนี้เป็น ฟังก์ชันบังคับที่ต้องกำหนดใหม่ในทุก ๆคนถึงแม้ว่าในบางโปรแกรมจะเป็นการใช้งานก็ยังจำเป็นต้องประกาศไว้ด้วยเสมอเพียงแต่ไม่ต้องเขียนคำสั่งใด ๆไว้ในระหว่างโปรแกรม

วงเล็บปีกกา { } ที่ใช้เป็นตัวกำหนดขอบเขตของฟังก์ชันเพิ่มฟังก์ชันนี้จะใช้สำหรับบรรจุคำสั่งในส่วนที่ต้องการให้โปรแกรมทำงานเพียงรอบเดียวตอนเริ่มต้นทำงานของโปรแกรมครั้งแรกเท่านั้น คำสั่งเกี่ยวกับการ setup ค่าการทำงานต่าง ๆ เช่นการกำหนดหน้าที่การใช้งานของ PinMode และการกำหนดค่า Baud rate สำหรับใช้งานออกสื่อสารอนุกรมเป็นต้น

loop() เป็นฟังก์ชันบังคับที่ต้องกำหนดใหม่ในทุก ๆโปรแกรมเช่นเดียวกับฟังก์ชัน setup โดยฟังก์ชันloop() มีแต่ใช้บรรจุคำสั่งที่ต้องการให้โปรแกรมทำงานเป็นวงรอบทำซ้ำ ๆกันไปไม่รู้จบซึ่งถ้าเปรียบเทียบกับรูปแบบของ ANNSI-C ส่วนนี้ก็คือฟังก์ชัน main() นั่นเอง

โปรแกรม 2.2 แสดงโครงสร้างโปรแกรมของ Arduino

```
#include <Servo.h>
int Servo1 = 9;
Servo myservo;
void setup()
{
  myservo.attach(Servo1);
 }
```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเห็นได้ส่วนแรกซึ่งถือเป็นส่วนเรื่องต้นของโปรแกรมซึ่งจะเรียกว่า Header โดยส่วนประกอบคำสั่ง include ซึ่งเป็นคำสั่งพิเศษที่เรียกว่า Compile Directive ซึ่งมันไม่ใช่คำสั่งสำหรับสั่งงานในโปรแกรมดังนั้นคำสั่งนี้จึงไม่ต้องมีเครื่องหมายเซมิโคลอนปิดท้ายคำสั่งเหมือนคำสั่งอื่นโดยคอมไพเลอร์

directive ใช้ทำหน้าที่สำหรับบอกให้Compilerรับรู้เงื่อนไขในการแปลคำสั่งเท่านั้นซึ่งในกรณีคำสั่ง include จะใช้สำหรับบอกให้ Compiler รับรู้ในการแปลคำสั่งของโปรแกรมนี้มีไฟล์ภายนอกใดบ้างที่จำเป็นต้องใช้ร่วมกับการแปลคำสั่งให้โปรแกรม

จากตัวอย่างข้างต้นเป็นการบอกให้Compilerทำการผนวกไฟล์ชื่อ“servo .h” เข้ามาใช้เพื่อเรียกใช้คำสั่งต่าง ๆที่บรรจุไว้เข้ามาในงานในโปรแกรมโดยใช้รูปแบบ

โปรแกรม 2.3 ตำแหน่งDirectory ที่เก็บรวบรวม Library ของโปรแกรม Arduino

```
#include <header.h>
```

โดยเมื่อออกคำสั่ง include ด้วยตัวแปรภาษาของ Arduino จะไปค้นหาไฟล์ที่ระบุไว้ในเครื่องหมาย <> หลังคำสั่ง #include จากตำแหน่ง Directory ที่เก็บรวบรวม Library ของโปรแกรม Arduino ไว้ซึ่งก็คือ ”..\arduino-0012\hardware\libraries\” เช่นเมื่อทำการติดตั้งโปรแกรมของ Arduino ไว้ที่Directory ที่ชื่อว่า ”c:\arduino-0012” ไฟล์ภายนอกที่เป็น Library Function และ Header ต่าง ๆ จะถูกรวบรวมไว้ที่”c:\arduino-0012\hardware\libraries\” นั่นเอง โดยส่วนของ Header จะนับรวมไปถึง คำสั่งส่วนที่ใช้ประกาศสร้าง ตัวแปร (Variable Declaration)และค่าคงที่ (Constant Declaration)รวมทั้งฟังก์ชันต่าง ๆ (Function Declaration) ด้วยซึ่งจากตัวอย่างได้แก่ส่วนที่เป็นคำสั่ง

โปรแกรม 2.4 ส่วนของ Header

```
int Servo1 = 9;
Servo myservo;
```

สำหรับส่วนที่มีความสำคัญและจำเป็นที่สุดของโปรแกรม Arduino ที่จำเป็นต้องมีและจะขาดไม่ได้ในการเขียนโปรแกรมของ Arduino คือฟังก์ชัน setup() และฟังก์ชัน loop() ซึ่งฟังก์ชันทั้ง2ส่วนนี้มีรูปแบบโครงสร้างที่เหมือนกัน แต่ถูกกำหนดด้วยชื่อของฟังก์ชันเป็นการเฉพาะคือ setup() และ loop() โดย setup() จะเขียนไว้ก่อน loop() ซึ่งทั้ง2ฟังก์ชันนี้มีขอบเขตเริ่มต้นและสิ้นสุด อยู่ภายใต้เครื่องหมาย { }

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรม 2.5 ฟังก์ชัน setup() ในArduino

```
void setup()
{
 คำสั่งต่าง ๆที่ต้องการเขียนไว้ภายใต้ฟังก์ชัน setup() ;
 }
```

หน้าที่ของฟังก์ชัน setup() ใน Arduino คือใช้ทำหน้าที่เป็นส่วนของโปรแกรมย่อยสำหรับใช้บรรจุคำสั่งต่าง ๆ ที่ใช้สำหรับกำหนดการทำงานของระบบ หรือ กำหนดคุณสมบัติการทำงานให้กับอุปกรณ์ต่าง ๆ ซึ่งคำสั่งทั้งหมดที่บรรจุไว้ภายใต้ฟังก์ชัน setup() นี้จะถูกเรียกขึ้นมาทำงานเพียงรอบเดียวคือตอนเริ่มต้นทำงานโปรแกรม(หลังการรีเซ็ตให้ MCU เริ่มต้นทำงาน) เท่านั้น โดยคำสั่งที่นิยมบรรจุไว้ในฟังก์ชันส่วนนี้ ได้แก่ คำสั่งสำหรับกำหนดโหมดการทำงานของ digital pin หรือ คำสั่งสำหรับ กำหนดคุณสมบัติของพอร์ตสื่อสารอนุกรม เป็นต้น

โปรแกรม 2.6 ฟังก์ชัน loop() ใน Arduino

```
void setup()
{
 คำสั่งต่าง ๆที่ต้องการเขียนไว้ภายใต้ฟังก์ชัน loop() ;
 }
```

หน้าที่ของฟังก์ชัน loop()ใน Arduino คือใช้ทำหน้าที่เป็นส่วนของโปรแกรมหลักสำหรับใช้บรรจุคำสั่งควบคุมการทำงานของโปรแกรมที่ต้องการใช้โปรแกรมทำงานโดยคำสั่งที่บรรจุไว้ในฟังก์ชันนี้จะถูกเรียกขึ้นมาทำงานซ้ำซ้ำกันตามลำดับและเงื่อนไขที่กำหนดไว้

2.4.3 ตัวแปรใน Arduino

ตัวแปรหมายถึงกลุ่มของตัวอักษรตัวเลขและเครื่องหมายใดใดที่รวมกันเป็นชื่อเพื่อใช้กำหนดเป็นตัวแทนของค่าข้อมูลที่เราต้องการการอ้างถึงในโปรแกรมทั้งนี้ก็เนื่องจากว่าในการทำงานของโปรแกรม

*หมายเหตุ : ข้อสังเกตแปลว่าโปรแกรมนี้ประกอบไปด้วยคำสั่งที่เขียนขึ้นเองส่วนหนึ่งและอีกส่วนหนึ่งเป็นคำสั่งจากภายนอกที่มีการสร้างและเก็บรวบรวมเป็นไฟล์ในรูปแบบของแรร์Body condition เจ็บอยู่ภายนอกโปรแกรมเมื่อต้องการใช้งานก็จะเป็นห่วงฝ่ายนั้นเข้ามาใช้งานในโปรแกรมสร้างนั้นก็สามารถเรียกใช้คำสั่งต่าง ๆที่สร้างเก็บไว้ในไฟล์นั้นได้ตามต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จริง ๆ นั้นจะใช้ค่าตัวเลขที่ผู้ใช้กำหนดให้มาทำการประมวลผลซึ่งในการเขียนโปรแกรมเราต้องเขียนโปรแกรมโดยกำหนดเป็นค่าตัวเลขให้กับโปรแกรมตรง ๆ เลยก็จะทำให้โปรแกรมที่เราเขียนขึ้นเต็มไปด้วยค่าตัวเลขต่าง ๆมากมายซึ่งยากต่อการอ่านยากต่อการทำความเข้าใจยากต่อการตรวจสอบความถูกต้องและอาจทำให้เกิดความผิดพลาดได้ง่ายด้วยดังๆทุกภาษาจึงยอมให้มีการกำหนดชื่อขึ้นมาใช้งานแทนค่าตัวเลขเพื่อให้เขียนโปรแกรมได้สะดวกและง่ายต่อการอ่านและทำความเข้าใจได้มากยิ่งขึ้น

2.4.4 ค่าคงที่ใน Arduino

ในภาษา Arduino มีการกำหนดค่าตัวแปรที่แบบค่าคงที่ (constant) ไว้จำนวนหนึ่งให้ผู้เรียกใช้เพื่ออำนวยความสะดวกและช่วยให้ได้อ่านความหมายของคำสั่งในโปรแกรมได้ง่ายและตรงความหมายยิ่งขึ้น

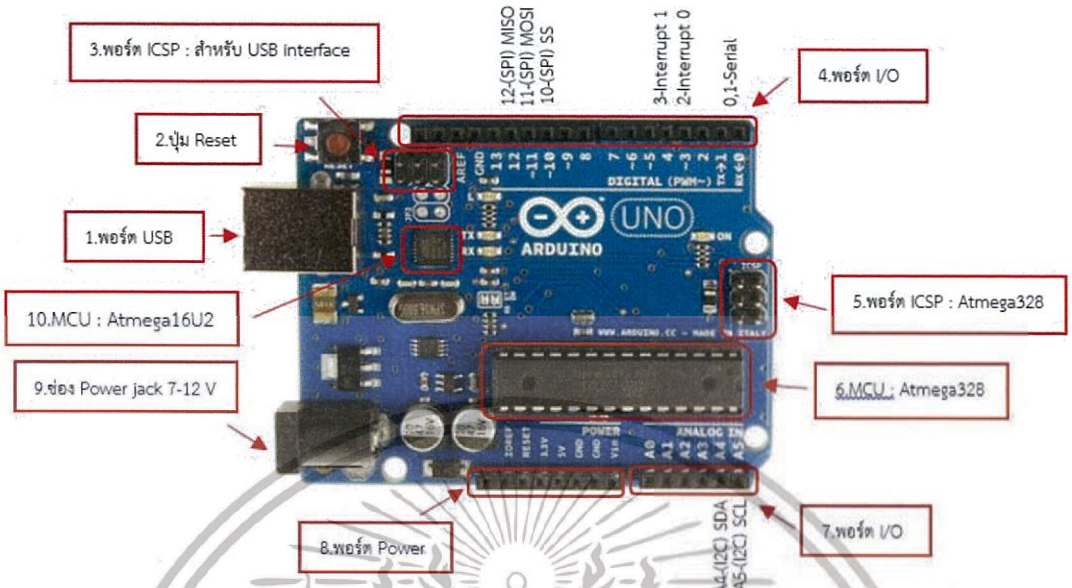
- FALSE เป็นค่าคงที่แบบ Boolean มีค่าเป็น ศูนย์ หรือ เท็จ หรือ FALSE
- TRUE เป็นค่าคงที่แบบ Boolean มีค่าเป็นค่าใด ๆ ที่ไม่ใช่ศูนย์ ซึ่งอาจจะเป็น 1 หรือ -1 หรือค่าอื่นใดก็ได้ที่ไม่ใช่ศูนย์ จะถือเป็นจริงหรือ FALSE ทั้งหมด
- HIGH ใช้แทนสถานะแทนโลจิก HIGH หรือ Logic "1"
- LOW ใช้สถานะโลจิก LOW หรือ Logic"0"
- INPUT ใช้ในการกำหนดค่าสถานะ input ให้กับฟังก์ชัน pinModel()
- OUTPUT ใช้ในการกำหนดค่าสถานะ Output ให้กับฟังก์ชัน pinModel()

นอกจากค่าคงที่ในส่วนที่มีการ จองหรือกำหนดไว้แล้วจาก Complier ใน Arduino ยังค่าคงที่อีกแบบหนึ่ง ซึ่งก็คือ ค่าคงที่แบบตัวเลขจำนวนเต็มที่ถูกกำหนดจากผู้ใช้เอง ซึ่งได้แก่ค่าคงที่อยู่ในรูปของค่าตัวเลขจำนวนเต็มแบบต่าง ๆ แต่เนื่องจาก คุณสมบัติของตัวแปร สำหรับใช้ในการเก็บค่าตัวเลขจำนวนเต็มนั้นจะมีอยู่มากมายหลายแบบ เช่น signed , unsigned , sort , long ตั้งนั้นในการกำหนดค่าตัวแปรให้กับ Complier ก็ต้องมีการระบุ Complier ทราบด้วยว่า ตัวเลขที่กำหนดให้ไปนั้นเป็นค่าตัวเลขแบบใดโดย Arduino กำหนดให้ใช้ รหัสตัวอักษร ต่อท้ายตัวเลขเพื่อกำหนดค่าคุณสมบัติเฉพาะของตัวเลข ตามต้องการ โดยใช้รหัสตัวอักษร U และ L ต่อท้ายตัวเลขเพื่อบ่งบอกถึงคุณสมบัติตัวเลขในแบบที่เราต้องการ ซึ่งจะใช้ตัวอักษรตัวเล็กหรือตัวใหญ่ก็ได้มีความหมายเหมือนกัน คือ

- U หรือ u ใช้บอกให้ Complier รู้ตัวเลขที่กำหนดเป็นแบบ Unsigned เช่น 33U
- L หรือ l ใช้บอกให้ Complier รู้ตัวเลขที่กำหนดเป็นแบบ long เช่น 100000L
- UL หรือ ul ใช้บอกให้ Complier รู้ตัวเลขที่กำหนดเป็นแบบ Unsigned long เช่น 32767UL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.5 บอร์ด Arduino UNO R3



รูปที่ 2.8 แสดงส่วนประกอบของบอร์ด Arduino Uno R3 [8]

1. USB Port: ใช้สำหรับต่อกับ Computer เพื่ออับโหลดโปรแกรมเข้า MCU และจ่ายไฟให้กับบอร์ด

2. Reset Button: เป็นปุ่ม Reset ใช้กดเมื่อต้องการให้ MCU เริ่มการทำงานใหม่

3. ICSP Port ของ Atmega 16U2 เป็นพอร์ตที่ใช้โปรแกรม Visual Com port บน Atmega16U2

4. I/O Port : Digital I/O ตั้งแต่ขา D0 ถึง D13 นอกจากนี้ บาง Pin จะทำหน้าที่อื่น ๆ เพิ่มเติมด้วย เช่น Pin0,1 เป็นขา Tx, Rx Serial, Pin3,5,6,9,10 และ 11 เป็นขา PWM

5. ICSP Port: Atmega 328 เป็นพอร์ตที่ใช้โปรแกรม Bootloader

6. MCU: Atmega 328 เป็น MCU ที่ใช้บนบอร์ด Arduino

7. I/O Port : นอกจากจะเป็น Digital I/O แล้ว ยังเปลี่ยนเป็น ช่องรับสัญญาณอนาล็อก ตั้งแต่ขา A0-A5

8. Power Port: ไฟเลี้ยงของบอร์ดเมื่อต้องการจ่ายไฟให้กับวงจรภายนอก ประกอบด้วยขาไฟเลี้ยง +3.3 V, +5V, GND, Vin

9. Power Jack: รับไฟจาก Adapter โดยที่แรงดันอยู่ระหว่าง 7-12 V

10. MCU ของ Atmega 16U2 เป็น MCU ที่ทำหน้าที่เป็น USB to Serial โดย Atmega 328 จะติดต่อกับ Computer ผ่าน Atmega 16U2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 เทคโนโลยีการเชื่อมต่อของสรรพสิ่ง

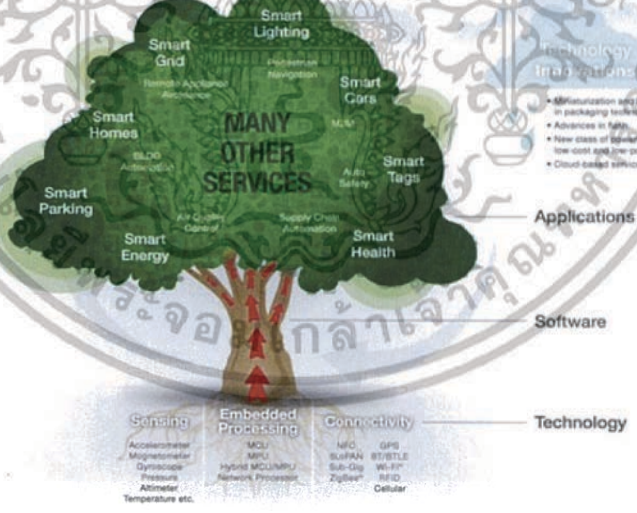
Internet of Things หรือ IoT คือ สภาพแวดล้อมอันประกอบด้วยสรรพสิ่งที่สามารถสื่อสารและเชื่อมต่อกันได้ผ่านโพรโทคอลการสื่อสารทั้ง แบบใช้สายและไร้สาย โดยสรรพสิ่งต่าง ๆ มีวิธีการระบุตัวตนได้ รับรู้บริบทของสภาพแวดล้อมได้ และมีปฏิสัมพันธ์โต้ตอบและทำงานรวมกันได้ IoT จะเปลี่ยนรูปแบบและกระบวนการผลิตในภาคอุตสาหกรรมไปสู่ยุคใหม่ หรือที่เรียกว่า Industry 4.0 ที่จะอาศัยการเชื่อมต่อสื่อสารและทำงานร่วมกันระหว่างเครื่องจักร มนุษย์ และข้อมูล เพื่อเพิ่มอำนาจในการตัดสินใจที่รวดเร็วและมีความถูกต้องแม่นยำสูง โดยเทคโนโลยีที่ทำให้ IoT เกิดขึ้น ได้จริงและสร้างผลกระทบในวงกว้างได้ แบ่งออกเป็นสามกลุ่มได้แก่

1) เทคโนโลยีที่ช่วยให้สรรพสิ่งรับรู้ข้อมูลในบริบทที่เกี่ยวข้อง เช่น เซ็นเซอร์

2) เทคโนโลยีที่ช่วยให้สรรพสิ่งมีความสามารถในการสื่อสาร เช่น ระบบสมองกลฝังตัว รวมถึงการสื่อสารแบบไร้สายที่ใช้พลังงานต่ำ อาทิ Zigbee, 6LowPAN, Bluetooth

3)เทคโนโลยีที่ช่วยให้สรรพสิ่งประมวลผลข้อมูลในบริบทของตนเช่นเทคโนโลยีการระมวลผลแบบคลาวด์ และเทคโนโลยีการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ หรือ Big Data Analytics

โดยภาพรวมของ Internet of thing จะแสดงในรูปที่ 2.8 เป็นแผนภาพเพื่อนให้เข้าใจได้ง่าย [9]



รูปที่ 2.9 แสดงส่วนประกอบของระบบอินเตอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง [9]

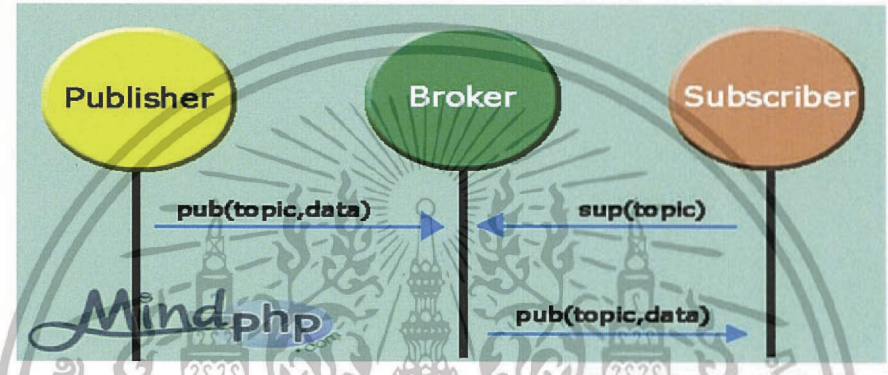
2.6 MQTT

Message Queuing Telemetry Transport (MQTT) เป็น Protocol ที่ออกแบบมาเพื่อการเชื่อมต่อแบบ M2M (machine-to-machine) คืออุปกรณ์กับอุปกรณ์ สนับสนุนเทคโนโลยี IoT (Internet of Things) คือเทคโนโลยีที่อินเทอร์เน็ตเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เช่น โทรศัพท์มือถือ รถยนต์ โทรทัศน์ ตู้เย็น เข้ากับอินเทอร์เน็ตทำให้สามารถเชื่อมโยงสื่อสารกับอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้ โดยผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งจะทำให้มนุษย์สามารถ ควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ จากที่อื่นได้ เช่นการสั่งปิดเปิดไฟในบ้านจากที่อื่น ๆ

เนื่องจากโปรโตคอลตัวนี้มีน้ำหนักเบา ออกแบบมาเพื่อใช้งานกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ขนาดเล็ก การรับส่งข้อมูลในเครือข่ายที่มีขนาดเล็ก แบนร์วิธต่ำ ใช้หลักการแบบ publisher / subscriber คล้ายกับหลักการที่ใช้ใน Web Service ที่ต้องใช้ Web Server เป็นตัวกลางระหว่างคอมพิวเตอร์ของผู้ใช้ แต่ MQTT จะใช้ตัวกลางที่เรียกว่า Broker เพื่อทำหน้าที่ จัดการคิว รับ - ส่ง ข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ และทั้งในส่วนที่เป็น Publisher และ Subscriber [9] ดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 แสดงหลักการทำงานของ MQTT [9]

2.7 กล้องวงจรปิด IP Camera

ใช้ตรวจสอบความเคลื่อนไหวของบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ ณ เวลาในขณะนั้น จะทำให้เรามองดูสภาพการณ์ทำงานของระบบได้อย่างชัดเจนผ่านห้องควบคุม ซึ่ง IP Camera นี้จะสามารถดูผ่านแอพลิเคชันในสมาร์ทโฟนและคอมพิวเตอร์ได้อย่างสะดวกสะบาย [10] ดังรูปที่ 2.11

รูปที่ 2.11 แสดงกล้อง IP Camera และคุณสมบัติต่าง ๆของกล้อง [10]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 เครื่องปริ้นท์ 3 มิติ

3D Printer เกือบทุกเครื่องนั้นใช้หลักการเดียวกัน คือพิมพ์ 2มิติแต่ชั้นในแนวระนาบกับพื้นโลก XY ก่อน ส่วนที่พิมพ์ก็คือภาพตัดขวาง Cross Section ของวัตถุนั้น ๆ เอง พอพิมพ์เสร็จในสองมิติแล้วเครื่องจะเลื่อนฐานพิมพ์ไปพิมพ์ชั้นถัดไป พิมพ์ไปเรื่อย ๆหลายร้อย หลายพันชั้น จนออกมาเป็นรูปร่าง 3 มิติ การเลื่อนขึ้นหรือลง(เลื่อนในแนวแกน Z)ของฐานพิมพ์ นี่เองทำให้เกิดมิติที่ 3 โดยแสดงรูปเครื่องพิมพ์3มิติดังรูปที่ 2.12

หมึกที่ใช้ของ 3D Printer แตกต่างกันออก บางชนิดพิมพ์โดยฉีดเส้นพลาสติกออกมาก บางชนิดพ่นน้ำเรซิ่นออกมา แล้วฐานแสงให้เรซิ่นแข็งในแต่ละชั้น บางชนิดฉีดซีเมนต์-3D Printer สร้างบ้าน น้ำตาล-3D Printer ทำขนม หรือแม้กระทั่งสเต็มเซลล์ 3D Printer กับการพิมพ์อวัยวะ

ไฟล์ที่ใช้กับเครื่องพิมพ์ 3มิติ นั้นเป็นไฟล์ 3มิติ แทนที่จะเป็นรูปภาพเหมือนในเครื่องพิมพ์บนกระดาษทั่วไป 3D File นี้อาจสร้างจากโปรแกรม เช่น AutoCAD, SolidWork, 3Ds Max, Zbrush, Maya, SketchUp หรือ แม้กระทั่ง PhotoShop

รูปที่ 2.12 แสดงภาพเครื่องปริ้นท์ 3 มิติ [11]

PLA หรือ Polylactic-acid เป็นพลาสติกได้มาจากส่วนผสม วัตถุทางธรรมชาติ เช่น ส่วนประกอบข้าวโพด หรือ ธัญญะพืช (หากเคยเรียน Bio ที่โรงเรียน Lactic acid จะอยู่ในน้ำนม) PLA เป็น Thermoplastic เช่นกัน คือ หากถูกความร้อนสามารถหลอมละลายเปลี่ยนรูปร่างต่าง ๆได้ เนื่องจากเป็นวัสดุที่เกิดจากผลผลิตธรรมชาติ จึงเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม แต่ข้อเสียก็ย่อยสลายได้ง่ายเช่นเดียวกัน หากเทียบกับ ABS k-bigpic

คุณสมบัติเด่น (ใส-แข็ง-เปราะ) มีลักษณะใสและเงา ชิ้นงานที่ออกมามีลักษณะกึ่งใส คล้ายแก้ว และมีมีความเงากว่า จึงเหมาะชิ้นงานพวกโมเดล หรือ วัตถุที่ต้องการความเงา ความแข็ง เนื่องจากคุณสมบัติคล้ายๆกับแก้ว คือ แข็ง จึงเหมาะกับชิ้นงานที่ต้องการความแข็ง แต่ต้องระวังให้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากไม่ทนต่อ การบิด และการดึง กลิ่นเป็นมิตร มีหล่อมละลายจะมีกลิ่นอ่อนๆ เนื่องจากเป็นส่วนประกอบจากธรรมชาติ กลิ่นจึงไม่เหมือนพลาสติกโดยทั่วไป ชิ้นงานสวยกว่า เนื่องจากมีจุดหลอมเหลวอยู่ที่ 180-220 องศา น้ำพลาสติกที่ออกจากหัวฉีดนั้นจะมีความหนืดน้อยกว่า PLA ทำให้เกิดชิ้นงานที่มีความคมมากกว่า เก็บลายละเอียดดีกว่า ใช้งานง่ายกว่า ขึ้นรูปง่ายกว่า เนื่องจากจุดหลอมเหลวต่ำ และไม่ต้องใช้ แผ่นรองความร้อน ขึ้นรูปและเย็นตัวเร็วกว่า จึงเหมาะการใช้งานในโรงเรียน หรือ ตามบ้าน 3d-printing-shapeways

คุณสมบัติด้อย เปราะ จากที่กล่าวไว้ข้างต้นแข็งแต่เปราะ ไม่ทดต่อแรงบิดนัก หากดึงหรือบิด ABS จะเริ่มงอแล้วค่อยขาด แต่ PLA จะหักก่อนที่จะงอ (คุณสมบัติคล้ายๆแก้ว) ทนความร้อนได้น้อยกว่า เนื่องจากมี Glass Transition(สถานะที่มีคุณสมบัติกึ่งของแข็ง-ของเหลว) ที่ 60-65 องศาเท่านั้น จึงเปลี่ยนรูปร่างได้ง่ายๆ จากไปไว้ในที่อุณหภูมิสูง เช่นเก็บไว้ในรถ หรือ ใกล้เครื่องทำความร้อน ย่อยสลายได้ง่ายกว่า เนื่องจากเป็นวัสดุหลักจากธรรมชาติ จึงย่อยสลายได้ง่ายกว่า ไม่เหมาะอย่างยิ่งที่จะเอาไปใช้งานตากแดด [11]

ในโครงงานเราจะใช้ 3d printer ทำการออกแบบและสร้างใบพัด ที่เราเป็นคนคิดเองขึ้นมาได้ เพื่อการปั่นน้ำทำให้เกิดออกซิเจนในน้ำได้มีประสิทธิภาพที่สุดโดยตัวอย่างของใบพัดแสดงในรูปที่ 2.13

รูปที่ 2.13 แสดงภาพแบบของใบพัดในโปรแกรมแบบ 3 มิติ

2.9 MyDevices Cayenne Online Dashboard

2.9.1 วิธีการทำงานของ Cayenne

คาเยนน์เป็นผู้ออกแบบโครงการ IoT แบบลากและวางแบบแรกในตระกูล Cayenne ซึ่งจะช่วยให้นักพัฒนาสามารถสร้างและโฮสต์โครงการอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อกันได้อย่างรวดเร็ว คาเยนน์ได้รับการออกแบบมาสำหรับอินเทอร์เน็ตของสิ่งต่าง ๆ ควบคุมอุปกรณ์จากระยะไกลได้โดยสามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดงข้อมูลข้อมูลได้โดยสามารถอ่านข้อมูลได้ตลอดเวลาติดตามความเคลื่อนไหวต่าง ๆได้ดีมีส่วนประกอบที่สำคัญหลายอย่างในแพลตฟอร์มดังนี้

• Cayenne App - ติดตั้งและควบคุมโครงการ IoT ด้วยเครื่องมือลากและวางจากแอปพลิเคชัน

• Cayenne Online Dashboard - ใช้เบราว์เซอร์เพื่อตั้งค่าและควบคุมโครงการ IoT ของคุณ

Cayenne Cloud รับผิดชอบในการประมวลผลและจัดเก็บข้อมูลอุปกรณ์ผู้ใช้และข้อมูลเซ็นเซอร์สำหรับคำสั่งการกระทำทริกเกอร์และการแจ้งเตือน

• Cayenne Agent - ช่วยให้สามารถสื่อสารกับเซิร์ฟเวอร์เอเจนต์และฮาร์ดแวร์เพื่อใช้คำสั่งการกระทำการทริกเกอร์และการแจ้งเตือนขาเข้าและขาออก

ทุกครั้งที่คุณกดปุ่มจากแอป Cayenne หรือแดชบอร์ดออนไลน์จะเดินทางไปยัง Cloud กาเนิดที่ซึ่งประมวลผลและหาทางเข้าสู่ฮาร์ดแวร์ของคุณ ทำให้เกิดการโต้ตอบกับปลายทางแบบเล็ง คุณสามารถใช้แอปพลิเคชันมือถือ Cayenne หรือแดชบอร์ดแบบออนไลน์ได้โดยขึ้นอยู่กับคุณ การเปลี่ยนแปลงใด ๆ ที่คุณทำกับฮาร์ดแวร์จากแอปบนอุปกรณ์เคลื่อนที่จะปรากฏขึ้นเมื่อดูแดชบอร์ดออนไลน์และในทางกลับกัน [12]

2.9.2 คุณสมบัติของ Cayenne

- การเชื่อมต่อโดยใช้ Ethernet, Wi-Fi และโทรศัพท์มือถือ (เฉพาะแอปสมาร์ทโฟน)
- ค้นพบและตั้งค่า Arduino เขียนบนเครือข่าย (Ethernet หรือ Wi-Fi เท่านั้น)
- แดชบอร์ดปรับแต่งได้ด้วยเครื่องมือลากและวาง
- เพิ่มและควบคุมเซ็นเซอร์ตัวกระตุ้นและส่วนขยายที่เชื่อมต่อกับ Raspberry Arduino
- กำหนดค่าทริกเกอร์สำหรับ Arduino, Sensors และ Actuators
- ตั้งค่าและรับเกณฑ์การแจ้งเตือนผ่านทางอีเมลและข้อความ
- ตรวจสอบข้อมูลประวัติของอุปกรณ์และข้อมูลเซ็นเซอร์
- ทดสอบและกำหนดค่าฮาร์ดแวร์โดยใช้ GPIO จากระยะไกล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงาน

3.1 ขั้นตอนการทำงานของบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำอัตโนมัติ

เมื่อนำน้ำเข้าสู่บ่อเลี้ยงสัตว์น้ำแล้ว oxygen sensor ที่ติดตั้งภายในบ่อจะเริ่มการทำงานโดยเป็นการทำงานแบบ Real time คือการวัดค่าการละลายของออกซิเจนในน้ำตลอดเวลา

เมื่อค่าการละลายของออกซิเจนในน้ำน้อยกว่า Set point คือ 5 มิลลิกรัมออกซิเจนต่อลิตร Controller จะสั่งการให้กังหันน้ำหมุนเพื่อตีน้ำเพิ่มการละลายของออกซิเจนในน้ำให้มีค่ามากขึ้น

เมื่อได้ค่าการละลายของออกซิเจนที่มากกว่าหรือเท่ากับค่า Set point แล้ว Controller จึงจะสั่งปิดการทำงานของกังหันน้ำ

ในการเลี้ยงสัตว์น้ำสัตว์น้ำจะมีการถ่ายของเสียออกมาซึ่งของเสียของสัตว์น้ำจะออกมาในรูปของไนเตรทซึ่งเป็นตัวการในการทำให้น้ำเสียและทำให้ค่า pH ในน้ำเปลี่ยนแปลงไปทำให้ไม่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ เราจึงทำการควบคุมค่า pH ในบ่อน้ำโดยการใช้ pH Sensor วัดค่า pH ในน้ำตลอดเวลา

เมื่อ pH sensor ทำการวัดค่า pH ในน้ำแล้วจะส่งค่าไปที่ microcontroller โดยค่าที่ทำการควบคุมจะตั้ง Set point ไว้ที่ 6.0 < SP < 8.5

ถ้าค่าที่ได้จากการวัดไม่อยู่ในช่วงดังกล่าว Controller จะสั่งการให้เปิดปั๊มเพื่อทำการ Flow น้ำที่ไม่ได้ออกจากบ่อเพื่อทำการบำบัด และนำน้ำดีที่ได้จากการบำบัดแล้วเข้าสู่บ่ออีกครั้ง เพื่อให้ได้ค่า pH ตามค่าเป้าหมายจึงทำการปิดปั๊มน้ำเพื่อเป็นการปรับสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมต่อการเลี้ยงสัตว์น้ำ

3.1.1 ขั้นตอนการทำงานของแอปพลิเคชัน Cayenne mydevices

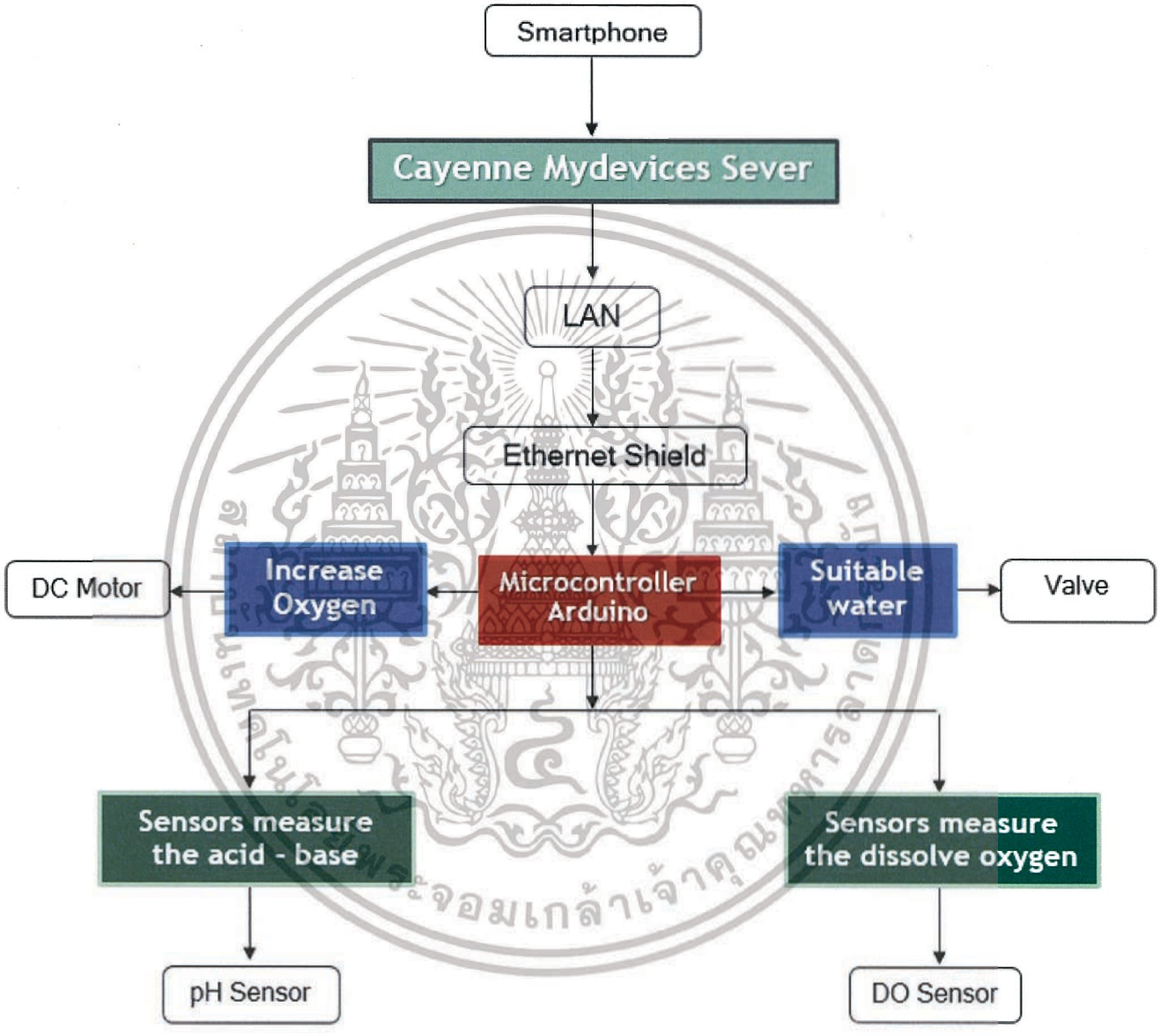
อุปกรณ์การวัดค่าการละลายออกซิเจนในน้ำจะกำหนดการรับค่าโดยผ่านฟังก์ชัน Trigger ให้การรับค่าอยู่ที่ 5.0 ถึง 20 ถ้าหากค่าที่ได้มีค่าต่ำกว่า 5.0 มอเตอร์จะทำงานเพื่อหมุนกังหันน้ำเพิ่มค่าการละลายออกซิเจนในน้ำให้มากขึ้นและหากค่าที่ได้อยู่ในช่วงดังกล่าวแล้วมอเตอร์ก็จะหยุดการทำงานอัตโนมัติ

อุปกรณ์วัดค่า pH ทำการกำหนดค่า ที่ 6.0 ถึง 8.5 หากค่าไม่อยู่ในช่วงที่กำหนดปั๊มน้ำจะทำงานด้วยตัวเองและหากค่าอยู่ในช่วงที่ควบคุมปั๊มก็จะหยุดการทำงานโดยอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 ผังแสดงการทำงานของบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ

จากขั้นตอนการทำงานข้างต้นจึงสามารถทำการสร้างแผนภูมิแสดงการทำงานของระบบควบคุมบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำอัตโนมัติได้ดังแสดงในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แผนภูมิแสดงการทำงานของบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำอัตโนมัติ

3.2 ติดตั้งโปรแกรม Arduino และโค้ดคำสั่งโปรแกรมในการอ่านค่าและส่งข้อมูล

ทำการติดตั้งโปรแกรม Arduino ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ให้ความสะดวกในการเขียนคำสั่งในบอร์ด Microcontroller Arduino ให้ไปรับส่งข้อมูลจากอุปกรณ์ sensor และสามารถแสดงผลในจอมอนิเตอร์ของคอมพิวเตอร์ได้ โดยใช้คำสั่งให้เชื่อมต่อ Cayenne.mydevices

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทั้งในด้านการส่งข้อมูลและการแสดงผลข้อมูลเก็บเป็น database โดยใช้รูปแบบ mqqt ในการสื่อสาร [9]

3.3 กำหนดรูปแบบการเชื่อมต่อกับคำสั่ง Arduino โดยใช้ Widget

3.3.1 การติดตั้งบอร์ด Arduino R3 Uno

ในการเชื่อมต่อนั้นเราจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ Microcontroller เข้ามาเพื่อช่วยในการเชื่อมต่ออุปกรณ์การวัดเข้ากับระบบควบคุมออนไลน์ Cayenne โดยการใช้บอร์ด Arduino UNO R3 เชื่อมต่อผ่านระบบ Ethernet โดยใช้ Ethernet shield รุ่น W5100 เพื่อทำให้อุปกรณ์เข้าสู่ระบบ Online ตัวอย่างบอร์ด Arduino จะแสดงในรูปที่ 3.2

รูปที่ 3.2 แสดงรูปฟังก์ชันใช้ติดตั้งบอร์ด Arduino

3.3.2 ฟังก์ชันควบคุมมอเตอร์

ทำการควบคุมมอเตอร์โดยการควบคุมผ่านสัญญาณดิจิทัลผ่านบอร์ด Arduino ที่ขาสัญญาณฝั่งดิจิทัลโดยสามารถกำหนดขาที่ต้องการเชื่อมต่อผ่านแอปพลิเคชันได้โดยตรง โดยใช้มอเตอร์ควบคุมให้ใบพัดหมุน ให้เกิดออกซิเจนในน้ำ โดยภาพฟังก์ชันการควบคุม Motor จะแสดงตามรูปที่ 3.3

รูปที่ 3.3 แสดงรูปฟังก์ชันใช้เชื่อมข้อมูลของ Motor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

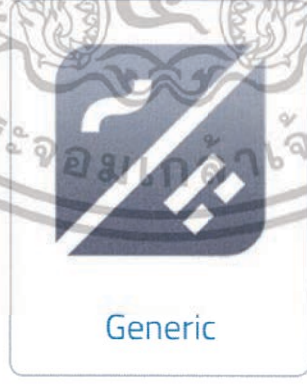
3.3.3 ฟังก์ชันควบคุม Relay

นำมาใช้ในการควบคุมการเปิด-ปิด Water Pump โดยใช้การเชื่อมต่อกับ บอร์ด Arduino และเขียนคำสั่งควบคุม Online ผ่านแอปพลิเคชัน Cayenne โดยเป็นการรับส่งสัญญานแบบดิจิทัล โดยภาพฟังก์ชันการควบคุม Relay จะแสดงตามรูปที่ 3.4

รูปที่ 3.4 แสดงรูปฟังก์ชันใช้เชื่อมข้อมูลของ Relay

3.3.4 ฟังก์ชันควบคุมแบบ Generic

สามารถกำหนดรูปแบบการเขียนคำสั่งควบคุมเองได้โดยที่เราสามารถออกแบบการเชื่อมต่อสัญญานได้เอง เช่นสามารถกำหนดการเชื่อมต่อสัญญานว่าจะเป็นแบบ Analog หรือเป็นแบบ Digital ในโครงงานนี้เราใช้เป็นตัวรับค่าที่มาจาก pH Sensor และ DO Sensor โดยภาพฟังก์ชันการควบคุมแบบ Genetic จะแสดงตามรูปที่ 3.5

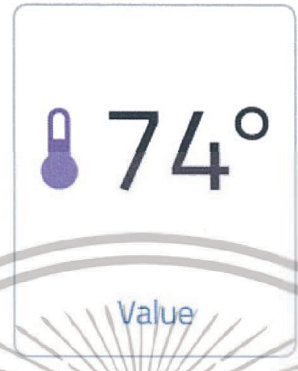


รูปที่ 3.5 แสดงรูปฟังก์ชันใช้เชื่อมข้อมูลของ pH Sensor และ DO Sensor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.5 ฟังก์ชันการแสดงผลแบบแสดงค่าตัวเลข

การแสดงผลโดยการแสดงค่าจากอุปกรณ์การวัดที่เราทำการเชื่อมต่อโดยการแสดงผลจะเป็นการแสดงเป็นตัวเลขที่บอกปริมาณค่าต่าง ๆ ที่วัดได้จากอุปกรณ์ พร้อมทั้งสามารถดูกราฟได้ และดูข้อมูลย้อนหลัง เป็นไฟล์ xlsx ได้ โดยภาพฟังก์ชันการแสดงผลแบบค่าตัวเลขจะแสดงตามรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 แสดงรูปฟังก์ชันใช้แสดงค่าตัวเลข

3.4 อุปกรณ์การทดลอง

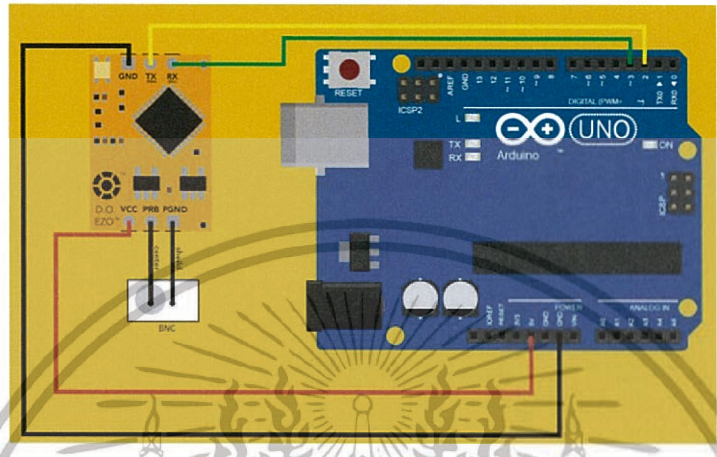
- Dissolved Oxygen Sensor
- pH Sensor
- บอร์ด Arduino UNO R3
- สายไฟ
- Relay
- มอเตอร์
- แผ่นอะคลิลิค
- กล้อง IP Camera
- น้ำยาประสานแผ่นอาคลิลิค
- นอตตัวเมีย ตัวผู้ แหวน เหล็กฉาก
- ท่อสายยาง
- Water Pump

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 การต่อวงจร

3.5.1 การต่อวงจรบอร์ด Arduino กับ Dissolved Oxygen Sensor

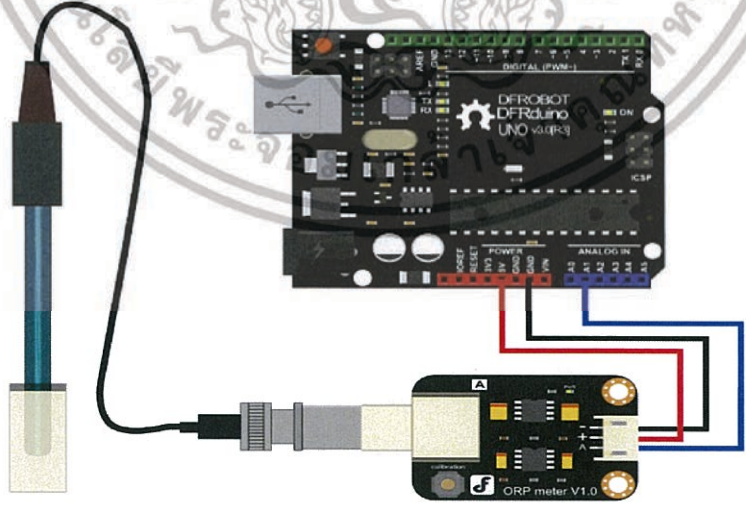
การต่อวงจรการทำงานของอุปกรณ์ Dissolved Oxygen Sensor กับอุปกรณ์บอร์ด Arduino แสดงตามรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 แสดงรูปการต่อวงจร Arduino กับ Dissolved Oxygen Sensor [5]

3.5.2 การต่อวงจรบอร์ด Arduino กับ pH Sensor

การต่อวงจรการทำงานของอุปกรณ์ pH Sensor กับอุปกรณ์บอร์ด Arduino แสดงตามรูปที่ 3.8

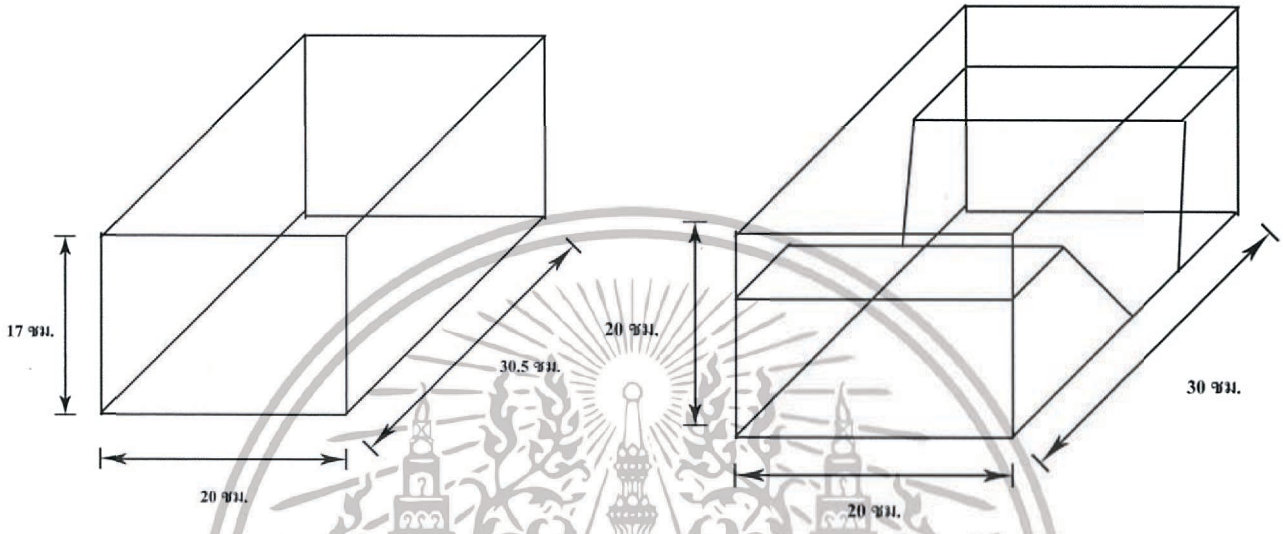


รูปที่ 3.8 แสดงรูปการต่อวงจร Arduino กับ pH Sensor [6]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 แบบจำลองบ่อที่ใช้ในการทดลอง

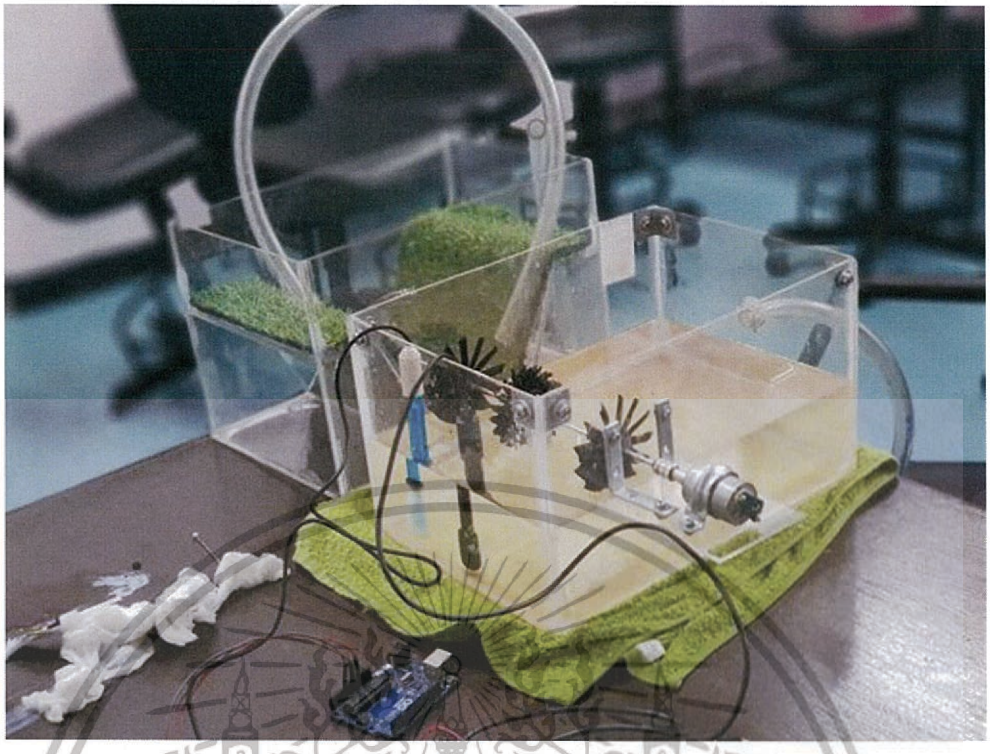
การออกแบบบ่อทดลองเลี้ยงสัตว์น้ำอัตโนมัติและบ่อบำบัดแบบบึงประดิษฐ์ ผู้ทำการทดลองได้ศึกษาค้นคว้ารูปแบบการจำลองบ่อให้มีขนาดที่เหมาะสมกับสภาพห้องทดลองโดยมีขนาดและรูปแบบดังแสดงในรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 แสดงแบบของบ่อจำลองที่ใช้ (รูปด้านซ้าย) และบ่อบำบัดจำลอง (รูปด้านขวา)

รูปที่ 3.10 แสดงรูปบ่ออะคริลิคจำลองที่ใชในการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.11 แสดงรูปภาพรวมของบ่อที่ทำการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดและมอเตอร์ที่ใช้ในโครงงาน

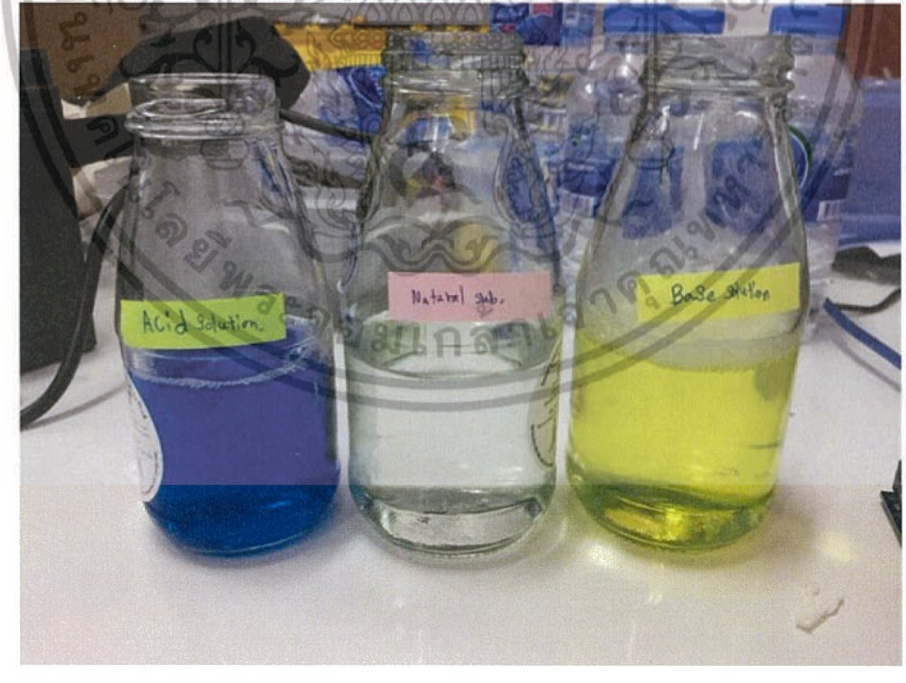
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การทดลองและการแสดงผล

ในการทดลองได้นำเอาสารลายตัวอย่างมาทำการทดลองในขวดแก้วที่ได้จัดทำขึ้น เพื่อทำการวัดค่าการละลายของออกซิเจนในน้ำเพื่อทดสอบอุปกรณ์ตัววัดค่าการละลายออกซิเจนในน้ำยี่ห้อ Atlas Scientific™ โดยใช้การตีน้ำโดยกังหันเพื่อเพิ่มอากาศลงไปในน้ำทำให้ออกซิเจนเกิดการละลายในน้ำมากขึ้น และ ทดสอบค่าความเป็นกรด-ด่างในน้ำ โดยใช้ตัววัด pH Sensor ยี่ห้อ SKU รุ่น SEN0161 โดยใช้หลักการน้ำดีไล่น้ำเสีย คือการใช้เครื่องสูบน้ำ สูบน้ำดีเข้ามายังบ่อจำลองและน้ำที่เสียในบ่อจะถูกไล่และล้นออกในปากน้ำล้นเข้าสู่การบำบัดน้ำเสียด้วยบึงประดิษฐ์จำลองที่มีการเตรียมไว้ โดยมีการวัดค่าการแสดงผลไว้ดังนี้

4.1 นำสารละลายมาตรฐานมาวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง เพื่อสอบเทียบเครื่องมือวัด

เมื่อนำ pH Sensor ไปวัดจะได้ค่าออกมาตามสารละลายมาตรฐานซึ่งแสดงในรูปที่ 4.1 หากค่าไม่ตรงต้องปรับแก้ให้ค่าตรงถือเป็นการสอบเทียบเครื่องมือในการวัดก่อนนำไปใช้งานจริงในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำให้มีความถูกต้องและแม่นยำ

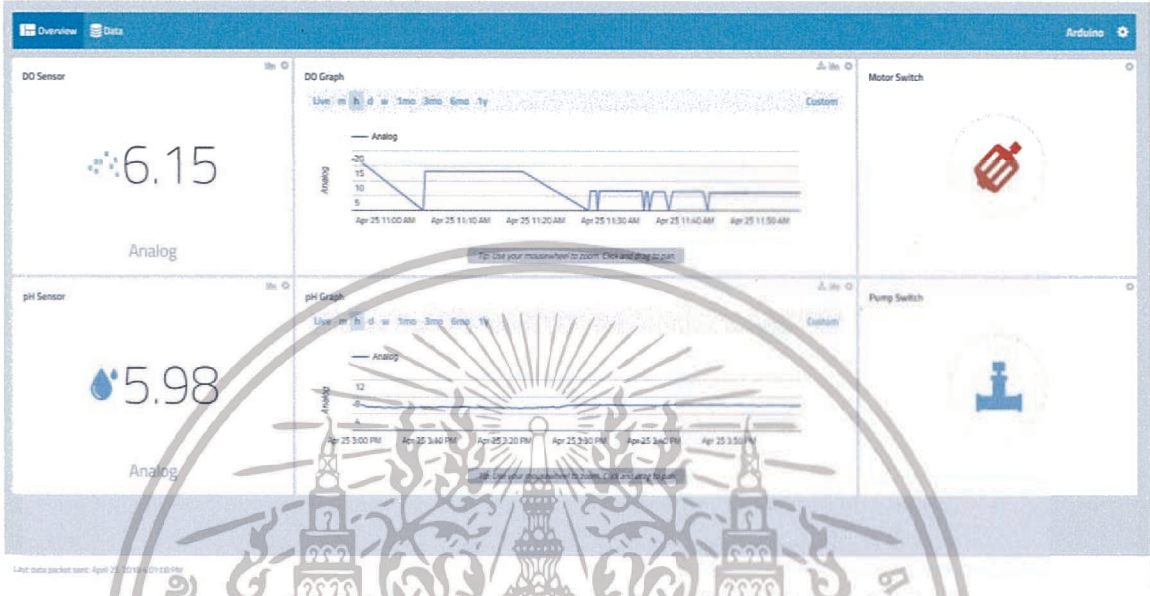


รูปที่ 4.1 แสดงสารละลายมาตรฐานกรด-เบส ที่นำมาใช้สอบเทียบเครื่องมือ

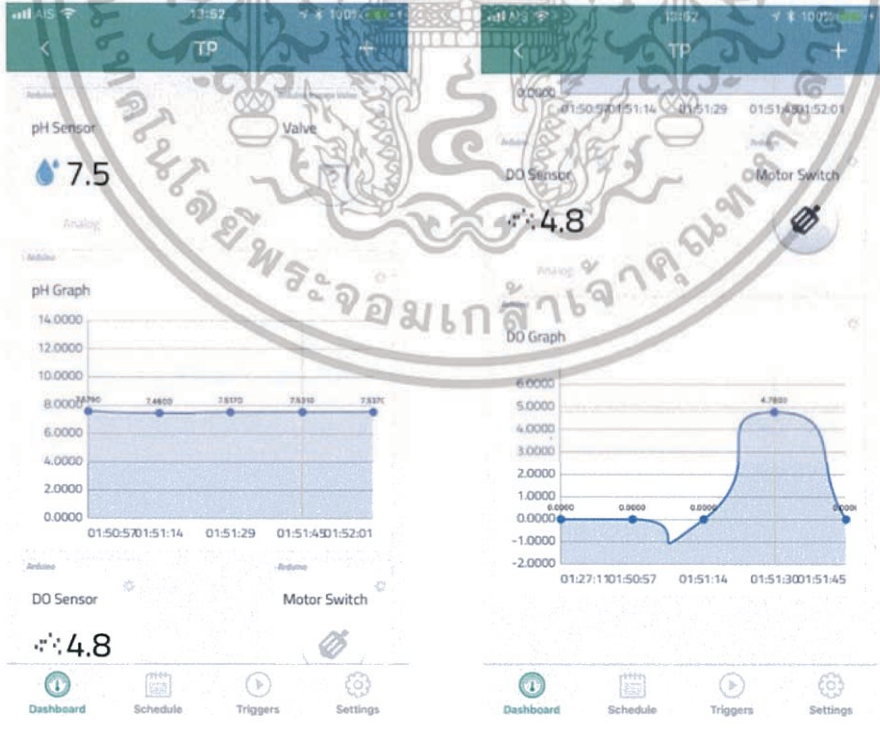
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 กำหนดรูปแบบการแสดงผลข้อมูล

จากการทดลองเราต้องกำหนดรูปแบบการแสดงผลข้อมูลของโครงงานเพื่อกำหนดตำแหน่งการจัดวางการแสดงข้อมูลของอุปกรณ์ต่าง ๆ โดยจะกำหนดให้แสดงดังรูปที่ 4.2 และ รูปที่ 4.3 ต่อไปนี้



รูปที่ 4.2 แสดงผลการแสดงข้อมูลในเว็บบราว์เซอร์บนคอมพิวเตอร์ [12]



รูปที่ 4.3 แสดงผลการแสดงข้อมูลในแอพลิเคชันสมาร์ทโฟน [12]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

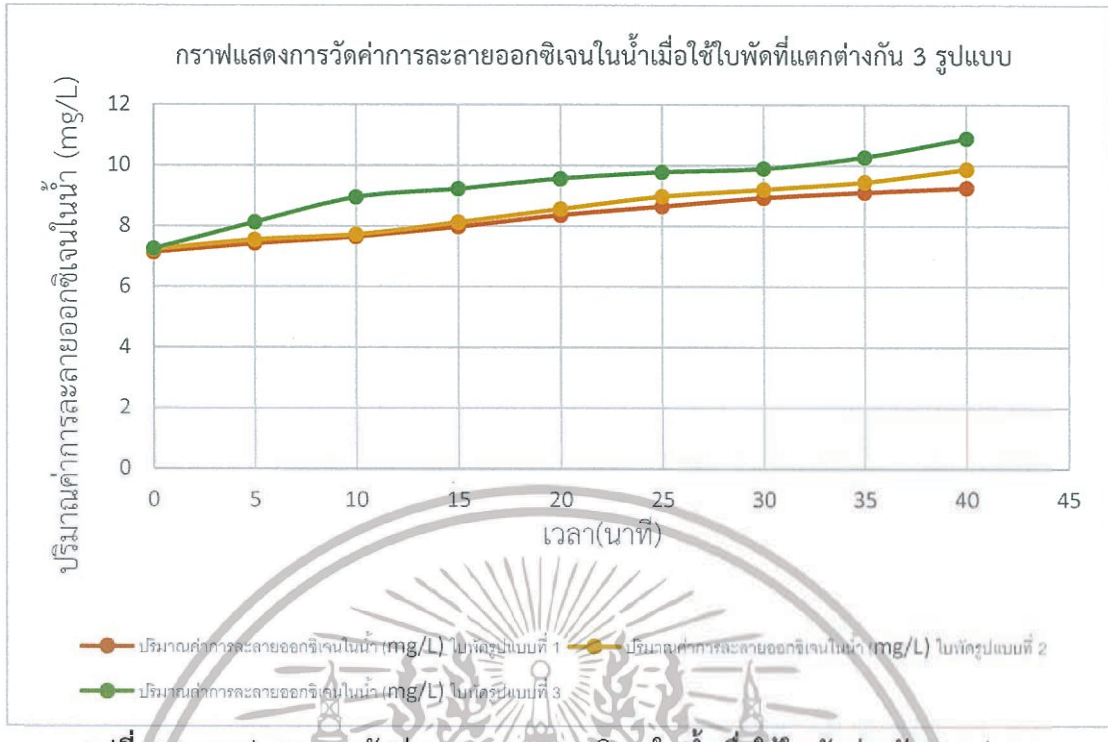
4.3 ตารางผลข้อมูล

จากการศึกษาระบบบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำพบว่าต้องมีการใช้ใบพัดเพื่อมาตีน้ำให้เกิดออกซิเจนมากที่สุด เพื่อให้เกิดออกซิเจนเพียงพอต่อการเลี้ยงสัตว์น้ำในปริมาณมาก ๆ ดังนั้นเราจึงออกแบบใบพัดแบบใหม่ขึ้นมา โดยปกติในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำที่ใช้ใบพัดจะมีใบพัด 2 รูปแบบ (ในตารางจะเป็นรูปแบบที่ 1 และ 2 ส่วนแบบใหม่ที่เราออกแบบขึ้นมาเป็นแบบที่ 3) โดยเรามีแนวคิดว่าถ้าออกแบบให้สามารถตีน้ำให้เกิดฟองน้ำปริมาณมาก ๆ ก็จะทำให้เกิดออกซิเจนในน้ำได้มาก เราจึงทำการวัดค่าการละลายออกซิเจนในน้ำเมื่อเทียบกับเวลาดังตารางที่ 4.1 ได้ดังนี้

ตารางที่ 4.1 ตารางการวัดค่าการละลายออกซิเจนในน้ำเมื่อใช้ใบพัดที่แตกต่างกัน 3 รูปแบบ

เวลา (นาที)	ปริมาณค่าการละลายออกซิเจนในน้ำ (mg/L)		
	ใบพัดรูปแบบที่ 1	ใบพัดรูปแบบที่ 2	ใบพัดรูปแบบที่ 3
0	7.13	7.22	7.24
5	7.42	7.54	8.12
10	7.65	7.72	8.95
15	7.98	8.12	9.23
20	8.36	8.56	9.56
25	8.64	8.97	9.78
30	8.93	9.21	9.89
35	9.11	9.45	10.27
40	9.26	9.87	10.89

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

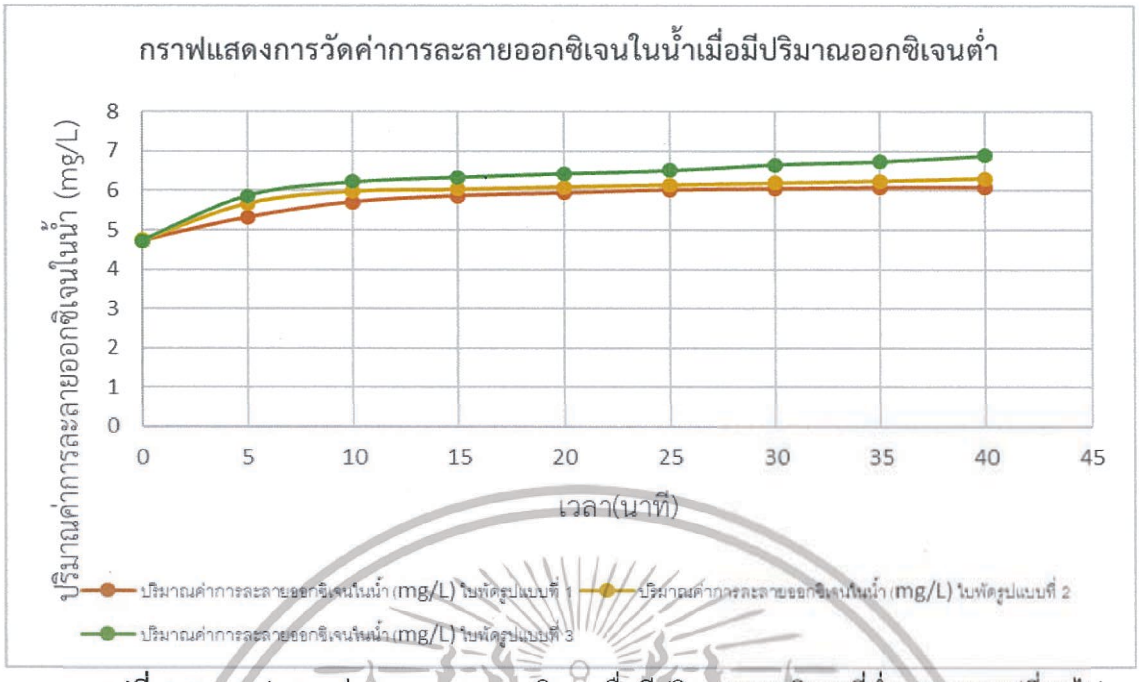


รูปที่ 4.4 กราฟแสดงการวัดค่าการละลายออกซิเจนในน้ำเมื่อใช้ใบพัดต่างกัน 3 รูปแบบ

ตารางที่ 4.2 ตารางการทดลองค่าละลายออกซิเจนในน้ำเมื่อวัดใบน้ำเมื่อมีปริมาณออกซิเจนต่ำ

เวลา (นาที)	ปริมาณค่าการละลายออกซิเจนในน้ำ (mg/L)		
	ใบพัดรูปแบบที่ 1	ใบพัดรูปแบบที่ 2	ใบพัดรูปแบบที่ 3
0	4.72	4.73	4.72
5	5.32	5.67	5.87
10	5.71	5.98	6.22
15	5.87	6.03	6.34
20	5.94	6.09	6.43
25	6.02	6.14	6.51
30	6.05	6.19	6.66
35	6.08	6.24	6.74
40	6.09	6.31	6.89
45	6.10	6.39	6.95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



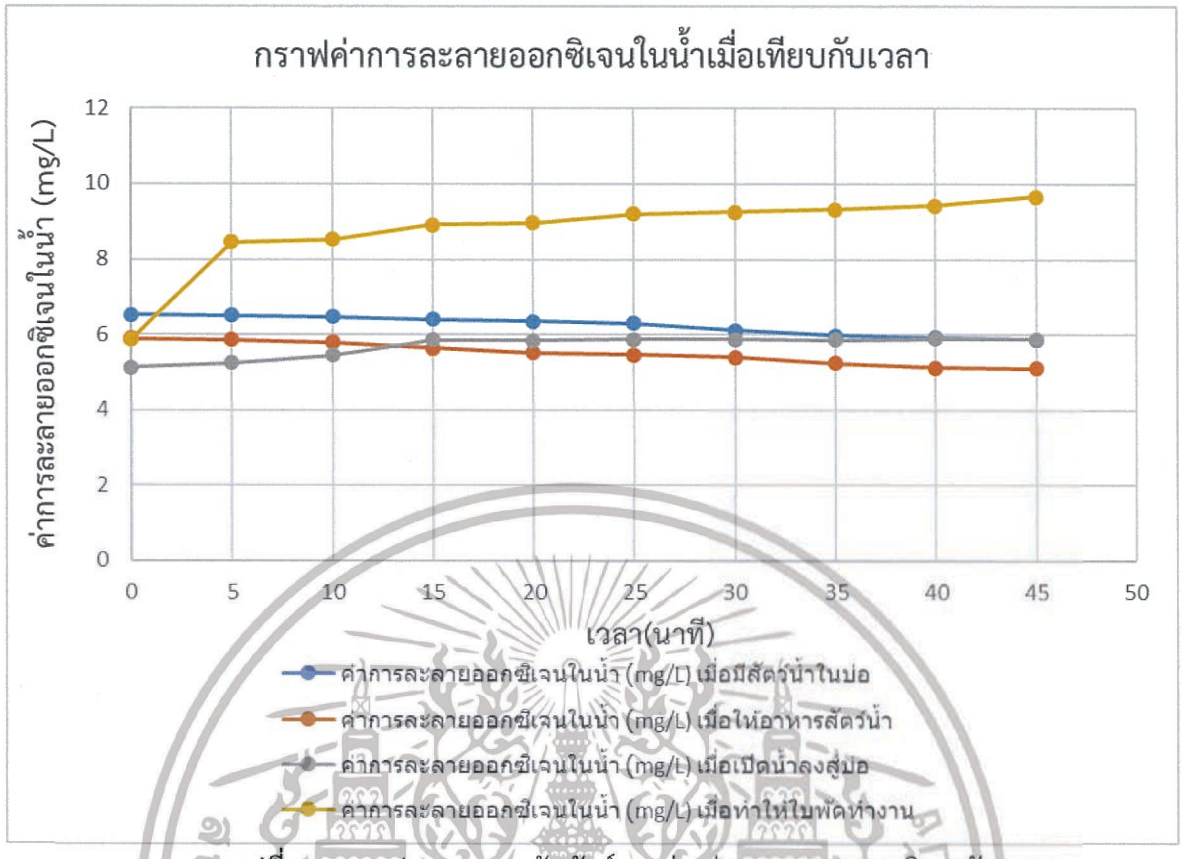
รูปที่ 4.5 กราฟแสดงค่าการละลายออกซิเจนเมื่อมีปริมาณออกซิเจนที่ต่ำและเวลาเปลี่ยนไป

จากกราฟทั้งสองแบบสามารถสรุปได้ว่าใบพัดรูปแบบที่ 3 สามารถตีน้ำให้เกิดออกซิเจนในน้ำได้ดีกว่าอีก 2 รูปแบบ ภายใต้เงื่อนไขเดียวกัน ดังนั้นเราจึงใช้ ใบพัดรูปแบบที่ 3 ในโครงงานระบบบ่อเลี้ยงสัตว์อัตโนมัติ เพื่อทำการตีน้ำให้ค่าออกซิเจนในน้ำได้ดีที่สุด โดยจะให้ค่าการละลายออกซิเจนในน้ำสูงที่สุด

ตารางที่ 4.3 ตารางการทดลองค่าละลายออกซิเจนในน้ำเมื่อเทียบกับเวลาตามเงื่อนไขต่าง ๆ

เวลา(นาที)	ค่าการละลายออกซิเจนในน้ำ (mg/L)			
	เมื่อมีสัตว์น้ำในบ่อ	เมื่อให้อาหารสัตว์น้ำ	เมื่อเปิดน้ำลงสู่บ่อ	เมื่อทำให้ใบพัดทำงาน
0	6.53	5.89	5.12	5.88
5	6.51	5.86	5.24	8.46
10	6.48	5.79	5.44	8.52
15	6.41	5.64	5.85	8.92
20	6.36	5.52	5.84	8.96
25	6.31	5.46	5.87	9.21
30	6.12	5.39	5.88	9.25
35	5.98	5.25	5.86	9.32
40	5.92	5.12	5.89	9.43
45	5.88	5.10	5.88	9.66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

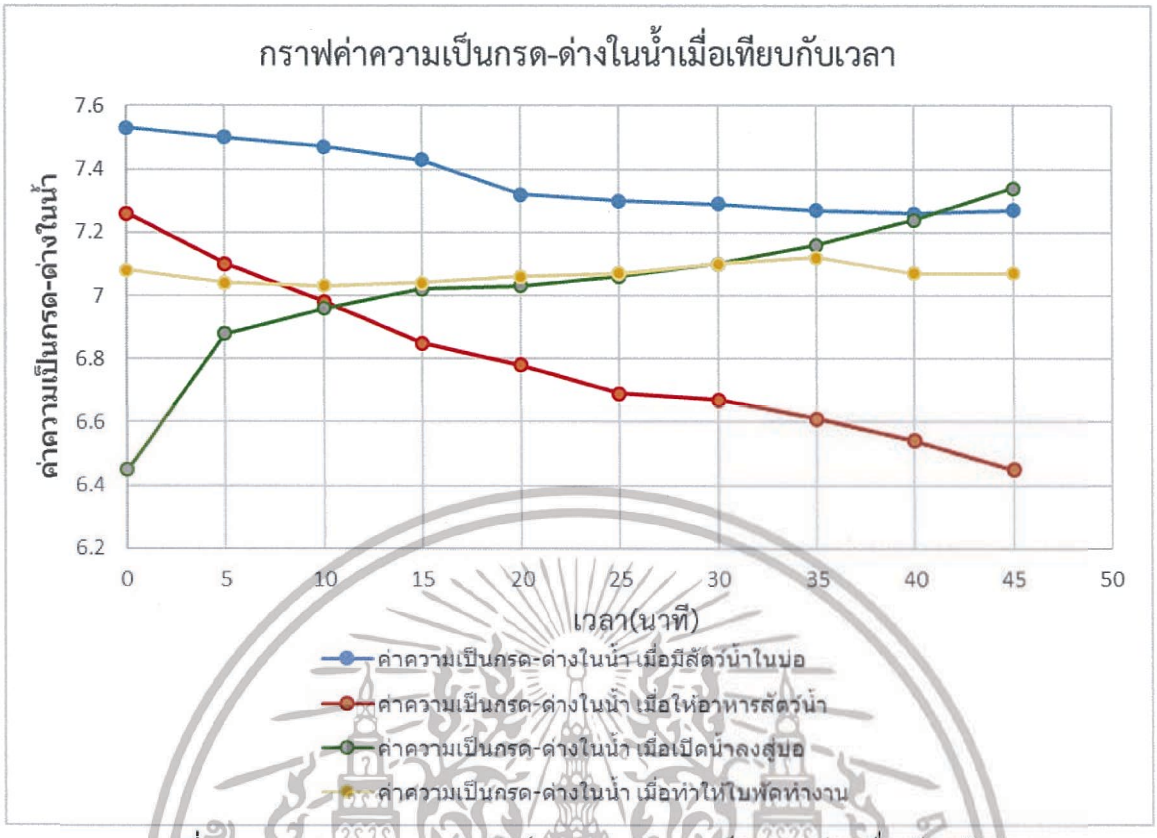


รูปที่ 4.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการละลายออกซิเจนกับเวลา

ตารางที่ 4.4 ตารางการทดลองความเป็นกรด-ด่างในน้ำเมื่อเทียบกับเวลาตามเงื่อนไขต่าง ๆ

เวลา(นาที)	ค่าความเป็นกรด-ด่างในน้ำ			
	เมื่อมีสัตว์น้ำในบ่อ	เมื่อให้อาหารสัตว์น้ำ	เมื่อเปิดน้ำลงสู่บ่อ	เมื่อทำให้ใบพัดทำงาน
0	7.53	7.26	6.45	7.08
5	7.50	7.10	6.88	7.04
10	7.47	6.98	6.96	7.03
15	7.43	6.85	7.02	7.04
20	7.32	6.78	7.03	7.06
25	7.30	6.69	7.06	7.07
30	7.29	6.67	7.10	7.10
35	7.27	6.61	7.16	7.12
40	7.26	6.54	7.24	7.07
45	7.27	6.45	7.34	7.07

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



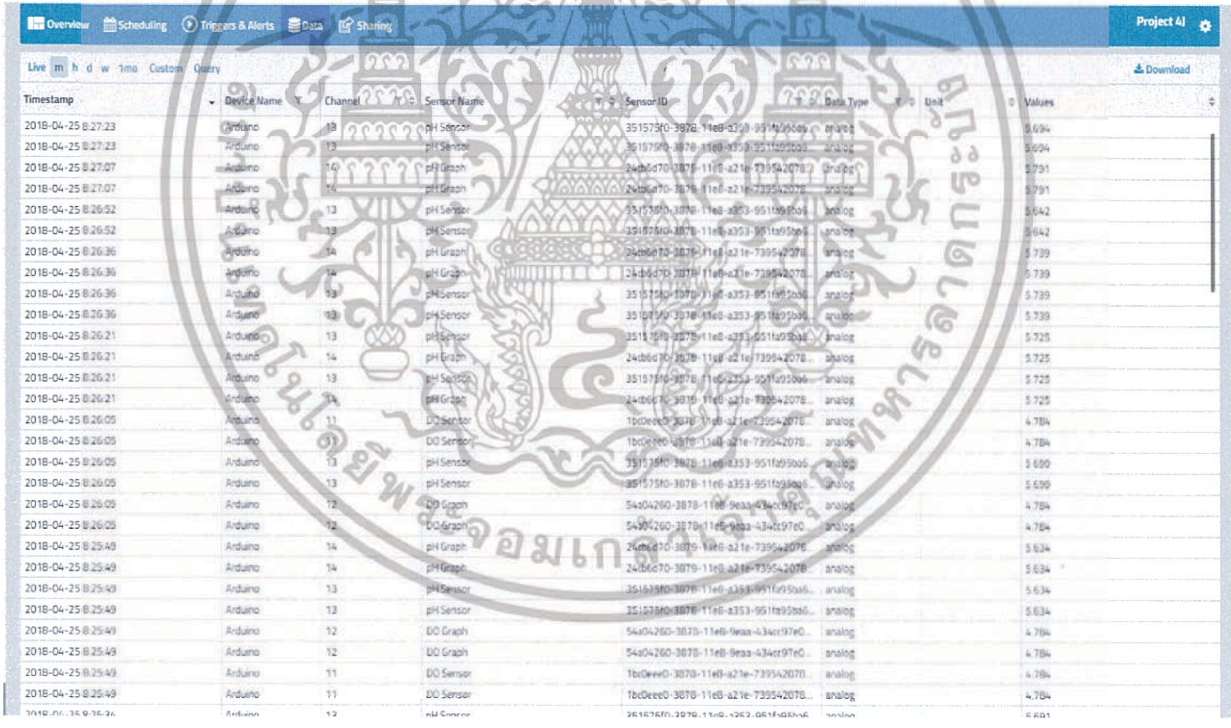
รูปที่ 4.7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นกรด-ด่างเมื่อเทียบกับเวลา

จากผลการทดลองทั้งการวัดค่าออกซิเจนในน้ำและการวัดค่าความเป็นกรด-ด่างในน้ำ ในสภาวะต่าง ๆ อันได้แก่ สภาวะที่มีน้ำในบ่อ สภาวะที่มีสัตว์น้ำในบ่อแล้วให้อาหารลงในบ่อ สภาวะที่เปิดน้ำจากบ่อบำบัดมาลงในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ และสภาวะเมื่อเปิดมอเตอร์ใบพัดหมุนเพื่อตีน้ำให้เกิดออกซิเจนในน้ำ โดยในแต่ละสภาวะจะทำการทดลองวัดค่าตั้งแต่การใส่สัตว์น้ำลงในบ่อ ต่อมาเป็นสภาวะที่ให้อาหารแก่สัตว์น้ำ แล้วจึงเปิดน้ำจากบ่อบำบัดเข้าสู่บ่อเลี้ยง สุดท้ายเป็นสภาวะเมื่อเปิดมอเตอร์หมุนใบพัดตีน้ำ อย่างละ 45 นาที พบว่าตัวแปรที่มีผลทำให้ค่าออกซิเจนในน้ำดีขึ้นคือการใช้ใบพัดตีน้ำที่เราได้ทำการออกแบบสามารถเพิ่มค่าการละลายออกซิเจนในน้ำจาก 5.88 ไปเป็น 9.66 ซึ่งเป็นค่าละลายออกซิเจนในน้ำที่เหมาะสมแก่การเลี้ยงสัตว์น้ำอย่างยิ่ง ต่อมาทำการวัดค่าความเป็นกรด-ด่างในน้ำ พบว่าตัวแปรที่ทำให้ค่าค่าความเป็นกรด-ด่างในน้ำอยู่ช่วงไม่เหมาะสมแก่การเลี้ยงสัตว์น้ำคือสภาวะที่ให้อาหารแก่สัตว์เลี้ยง จากค่าความเป็นกรด-ด่างในน้ำอยู่ในช่วง 7.26-7.27 กลายเป็น 6.45 และมีแนวโน้มว่าน้ำจะกลายเป็นกรดมากขึ้นทำให้สัตว์น้ำในบ่ออาจจะตายได้ แต่เมื่อเราทำการเปิดน้ำจากบ่อบำบัดมาลงในบ่อเลี้ยงทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างในน้ำอยู่ในช่วงที่เหมาะสมคือน้ำมีสภาพเป็นกลางมากขึ้น วัดค่าได้ประมาณ 7.34 จากแนวคิดใส่น้ำดีเข้า ไล่น้ำเสียออก อย่างไรก็ตามการเปิดมอเตอร์ใบพัดไม่มีผลต่อค่าความเป็นกรด-ด่างในน้ำให้เปลี่ยนแปลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ตารางฐานข้อมูล

ในโครงงานนี้มีการเก็บสถิติข้อมูลลงตารางฐานข้อมูล Database ซึ่งจะสามารถบอกวันเวลา ชื่ออุปกรณ์ที่ใช้งาน ช่องการเชื่อมต่อ อุปกรณ์เซนเซอร์ที่ใช้งาน ไอดีของเซนเซอร์ที่เชื่อมต่อ ประเภทของข้อมูล หน่วยของข้อมูล ค่าที่วัดได้จากอุปกรณ์ โดยการอัพเดตข้อมูลของอุปกรณ์จะอัพเดตทุกครั้งที่มีข้อมูลส่งเข้ามาในเซิฟเวอร์ของ Cayenne ผ่าน Arduino Ethernet Shield ที่เชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตผ่าน LAN (ระบบเครือข่ายท้องถิ่น)ดังแสดงในรูปที่ 4.8 ในส่วนของโปรโตคอลที่ใช้สื่อสารกันคือ MQTT ที่สามารถรับส่งข้อมูลโต้ตอบกันระหว่างตัวบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์กับแอปเซิฟเวอร์ของ Cayenne myDevices ทำให้การรับส่งข้อมูลเป็นไปอย่างรวดเร็วและแม่นยำ การเก็บบันทึกลงในตารางฐานข้อมูลจึงมีความถูกต้องไม่ว่าจะเป็นช่วงเวลาที่รับข้อมูลเข้ามาพร้อมกันหลายๆตัวหรือช่วงเวลารับข้อมูลมีความถี่สูง ทำให้เรามีตารางฐานข้อมูลที่เชื่อถือได้และมีความทันสมัยต่อการใช้งาน [12]

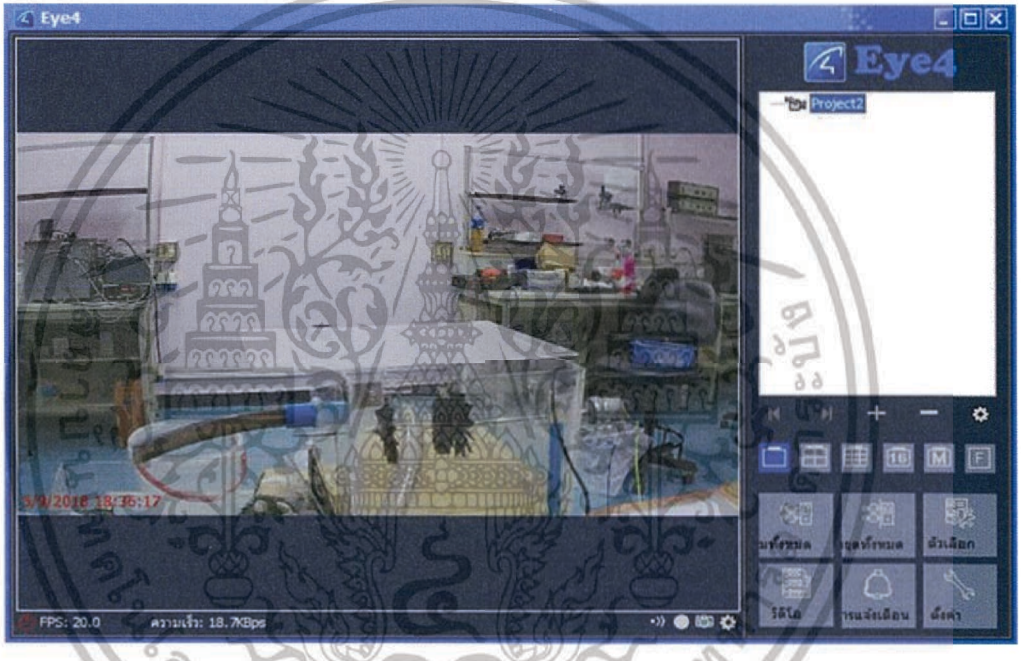


รูปที่ 4.8 แสดงผลตารางฐานข้อมูล Database

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 การควบคุมระยะไกลผ่านกล้อง IP Camera

ในโครงงานนี้มีการใช้กล้อง IP Camera เพื่อตรวจสอบการทำงานของบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำแบบเรียลไทม์ ว่าสั่งการแล้วอุปกรณ์เซนเซอร์ทำงานหรือไม่ สภาพบ่อ ณ เวลานั้นเป็นอย่างไร จึงเป็นการอำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้งาน ไม่มีความจำเป็นต้องไปดูบ่อเลี้ยงสัตว์ให้ยุ่งยาก เพียงอยู่ในบ้านหรือออกไปทำธุระด้านนอกก็สามารถตรวจสอบสภาพการทำงานของบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำได้ อีกทั้งตัวกล้อง IP Camera สามารถหมุนไปตามทิศทางที่เราสั่งการได้และสามารถส่งเสียงจากกล้อง ให้เราได้ยินเสียงเหตุการณ์ ณ เวลานั้นได้อย่างสมบูรณ์ ทำให้ผู้ใช้งานมีความมั่นใจในระบบที่ใช้ได้ดีโดยแสดงตัวอย่างรูปภาพจากกล้อง IP camera ตามรูปที่ 4.9 [10]



รูปที่ 4.9 แสดงภาพที่มาจากกล้อง IP Camera ที่ใช้ตรวจดูการทำงานของบ่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

ผลจากการทดลองการวัดออกซิเจนที่ละลายในน้ำเพื่อควบคุมมอเตอร์ใบพัดตีน้ำในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ และการวัดค่าความเป็นกรด-ด่างเพื่อควบคุมปั๊มน้ำโดยผ่านระบบ IoT โดยทำการเชื่อมต่อกับระบบ Internet กับ Microcontroller ผ่านสาย LAN เพื่อทำการควบคุมจากระยะไกล และทำการเก็บค่าการวัดเป็นสถิติที่สามารถดูย้อนหลังได้ทำให้การควบคุมแบบอัตโนมัติสะดวกสบายต่อเกษตรกรผู้ใช้เทคโนโลยีนี้ และทำให้ไม่ต้องจ้างแรงงานในการควบคุมดูแลมากนัก จากข้อมูลที่ได้จากการทดลองสามารถวิเคราะห์ ค่าการละลายออกซิเจนในน้ำและค่าความเป็นกรดด่างได้ ว่าแต่ละช่วงมีสภาพเป็นอย่างไร จึงทำให้ประหยัดไฟฟ้าในการเปิด-ปิดมอเตอร์และปั๊มเพื่อปั่นน้ำและปั๊มน้ำเข้าบ่อ ซึ่งตรงกันข้ามกับระบบที่ต้องเปิดมอเตอร์และปั๊มตลอดเวลาทำให้มีค่าใช้จ่ายที่สูง กว่าระบบควบคุมอัตโนมัตินั่นเอง

5.2 ข้อเสนอแนะ

ในโครงงานนี้ได้ทำการศึกษาบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำเพียงบ่อเดียวแต่ในความเป็นจริงแล้วเกษตรกรจะทำการเลี้ยงมากกว่าหนึ่งบ่อ ในความเป็นจริงแล้วเราสามารถทำการนำเอาความรู้ด้านวิศวกรรมทำการควบคุมการวัดพร้อมทีละหลายๆบ่อได้โดยใช้การเชื่อมต่อสื่อสารทางเทคโนโลยียกตัวอย่างเช่น การเชื่อมต่อแบบสื่อสาร Profibus Modbus เป็นต้น ส่วนเพิ่มเติมในโครงงานนี้ควรเพิ่มการทำระบบการจัดการทางด้านการให้อาหารโดยอัตโนมัติระบบการสุ่มดูตัวอย่างการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำ และระบบการจัดการน้ำเสียที่มีคุณภาพซึ่งอาจเป็นการใช้วิธีการทางเคมีหรือวิธีการอื่น ๆ ซึ่งจะทำให้ระบบมีประสิทธิภาพมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และจารุวรรณ สมศิริ. 2528. คุณสมบัติของน้ำและวิธีการวิเคราะห์สำหรับการวิจัยทางการประมง. ฝ่ายวิจัยสิ่งแวดล้อมสัตว์น้ำ. สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ, กรมประมง. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.หน้า 17-93.

[2] กมลพร ทองอุไทย และสุปราณี ชินบุตร. เอกสารแนะนำกรมประมง.หน้า 23-26.

[3] มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์ และ ไพพรรณ พรประภา.(2538). การจัดการคุณภาพน้ำและการบำบัดน้ำเสียในบ่อเลี้ยงปลาและสัตว์น้ำอื่น ๆ เล่มที่ 1 การจัดการคุณภาพน้ำ. พิมพ์ครั้งที่2. กรุงเทพมหานคร : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[4] ไมตรี ดวงสวัสดิ์. 2526. คุณสมบัติของน้ำกับการเลี้ยงปลา. สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ,หน้า 1-23.

[5] อุปกรณ์ Dissolved Oxygen Sensor แหล่งที่มา : https://www.atlas- scientific.com/product_pages/circuits/ezo_do.html (22 พฤศจิกายน 2560)

[6] อุปกรณ์ pH Sensor แหล่งที่มา: https://github.com/ jimaobian/ DFRobotWiki wiki/PH_meter(SKU__SEN0161) (22 พฤศจิกายน 2560)

[7] ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบึงประดิษฐ์ แหล่งที่มา : http://www.sri.cmu.ac.th/~srilocal /water/page_04d.htm (22 พฤศจิกายน 2560)

[8] ส่วนประกอบของ Arduino UNO R3 แหล่งที่มา : http://dd4toew.blogspot.com/2017/05/arduino-uno-r3.html (25 พฤศจิกายน 2560)

[9] ioT และ MQTT แหล่งที่มา : http://startingpoit.blogspot.com/2017/06/week02-arduino-iots-mqtt-and-anto.html (18 มกราคม 2561)

[10] กล้อง IP Camera Web site: http://www.vstarcam.com (21 มีนาคม 2561)

[11] เครื่องปริ้นท์ 3 มิติ Web site: https://www.makerbot.com/replicator (21 มีนาคม 2561)

[12] Cayenne Mydevices-IoT projects แหล่งที่มา : https://cayenne.mydevices.com (18 มกราคม 2561)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

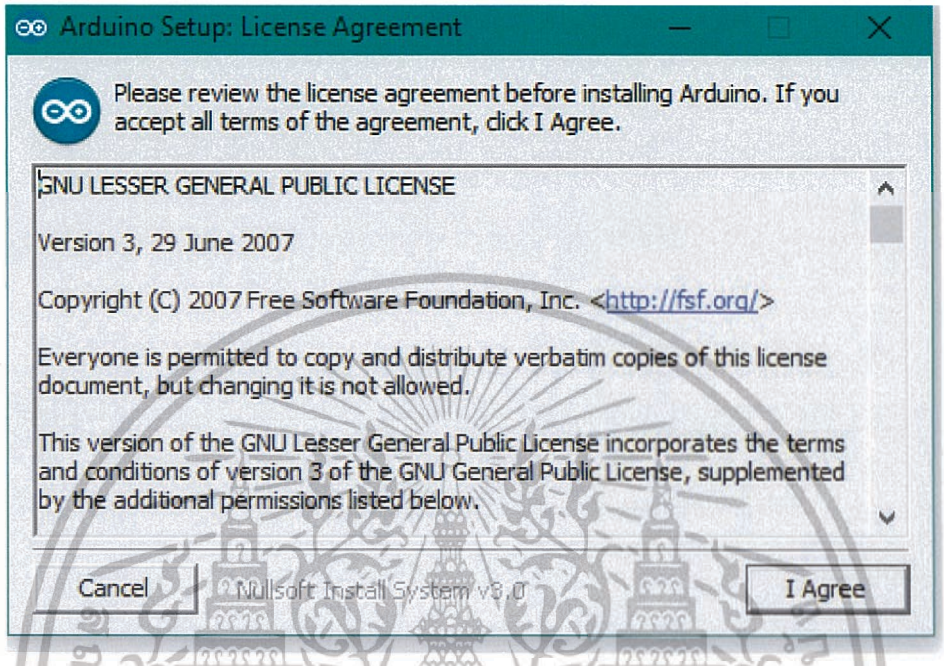
ภาคผนวก ก
การติดตั้งโปรแกรม Arduino

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Arduino 1.8.5 Installing

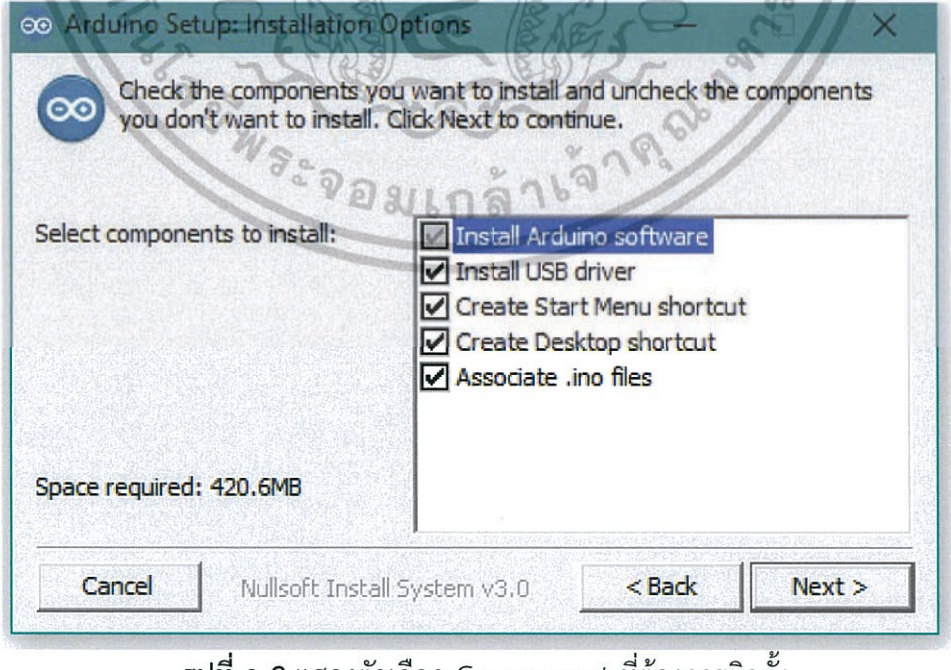
มีขั้นตอนดังนี้

1. เข้าไปดาวน์โหลดโปรแกรมได้ที่ https://www.arduino.cc/en/Main/Software
   เลือกตัวโปรแกรมให้เหมาะสมกับระบบปฏิบัติการ กด I Agree> เพื่อยอมรับเงื่อนไขต่าง ๆ



รูปที่ ก-1 แสดงการยอมรับเงื่อนไขในการใช้โปรแกรม

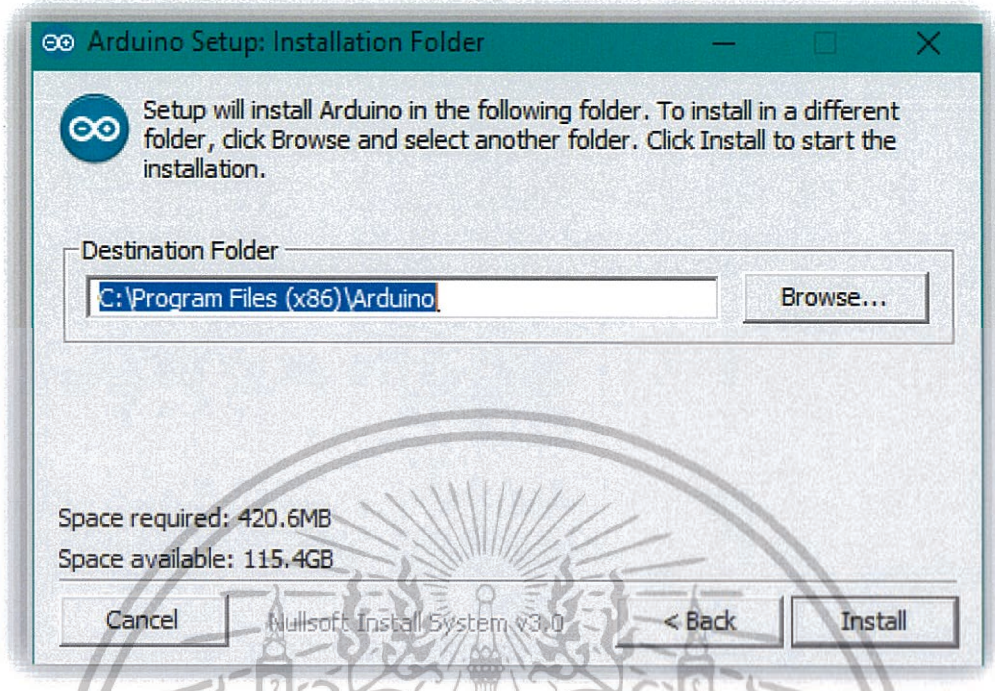
2.เลือก Component ที่ต้องการใช้งานตามภาพ Next>



รูปที่ ก-2 แสดงตัวเลือก Component ที่ต้องการติดตั้ง

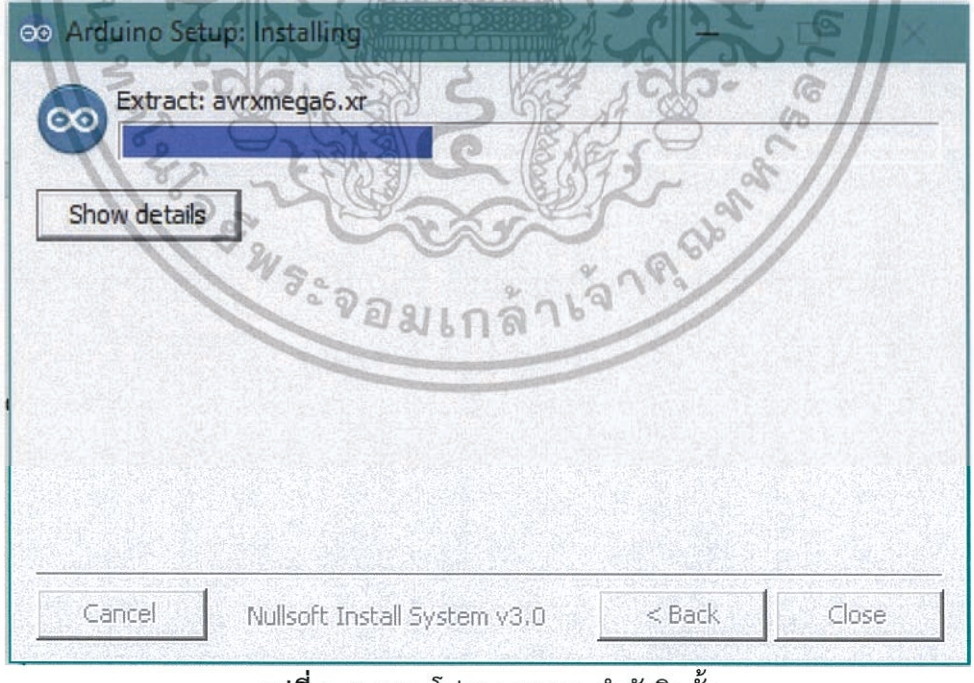
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.เลือก Destination Folder ที่ต้องการติดตั้ง จากนั้น Install>



รูปที่ ก-3 Destination Folder ที่ต้องการติดตั้ง

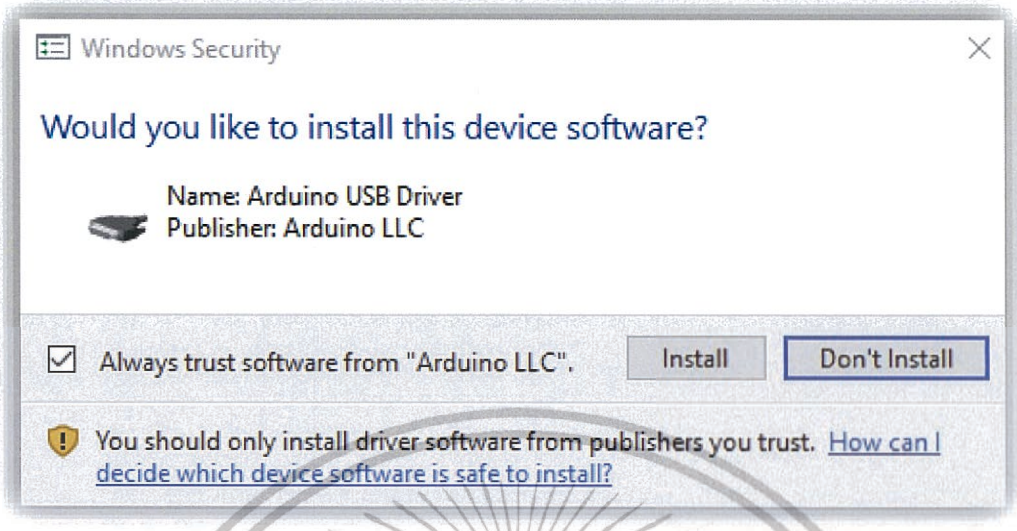
4.โปรแกรมเริ่มการติดตั้ง



รูปที่ ก-4 แสดงโปรแกรมขณะกำลังติดตั้ง

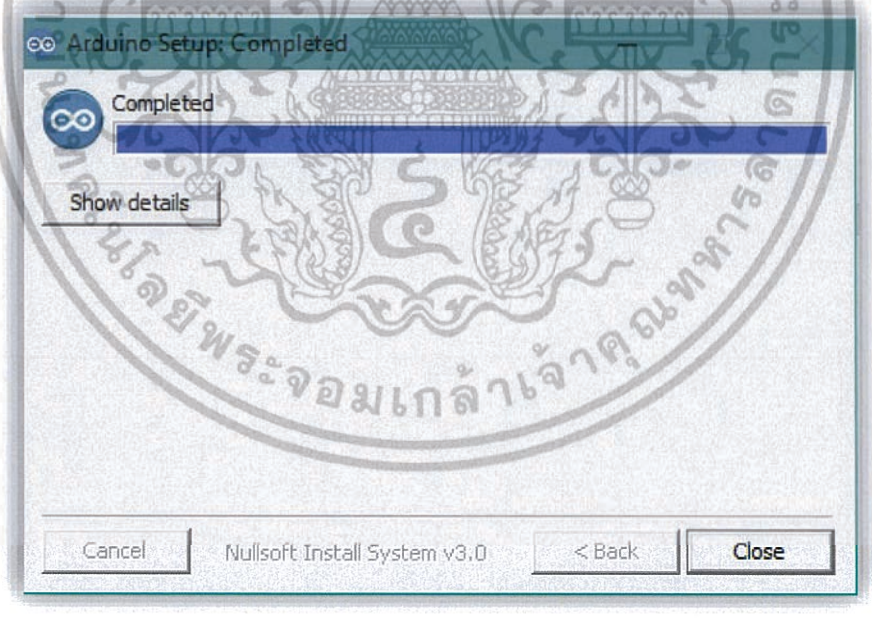
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.ขณะติดตั้งจะมีหน้าต่างเด้งขึ้นมาถาม ให้ติดตั้ง USB driver กด Install>



รูปที่ ก-5 แสดงการติดตั้ง USB driver

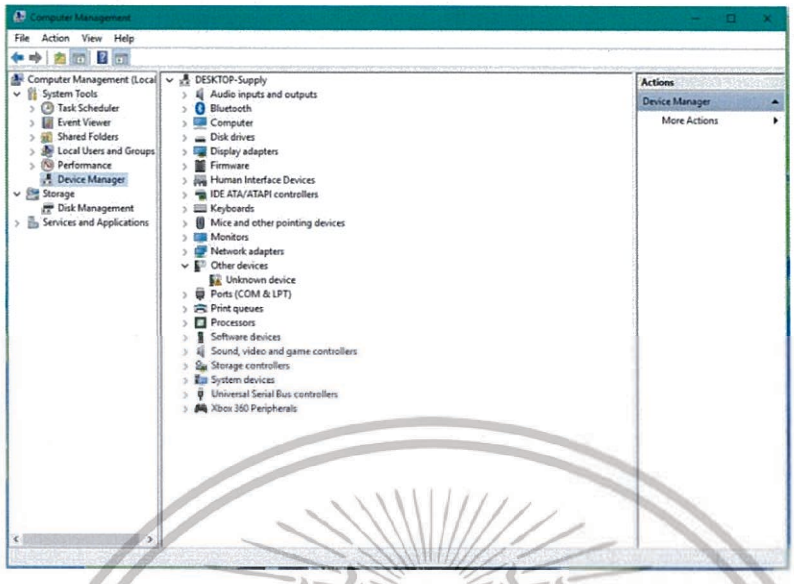
6.เมื่อติดตั้งเสร็จสิ้นกด Close> แล้วลองเข้าโปรแกรมดู เป็นอันเสร็จสิ้นในการติดตั้ง แต่หากพบว่าโปรแกรมนั้นไม่สามารถหาพอร์ตของบอร์ด Arduino เจอให้ทำการติดตั้ง Port Driver ตามขั้นตอนต่อไป



รูปที่ ก-6 แสดงการสิ้นสุดการติดตั้งโปรแกรม

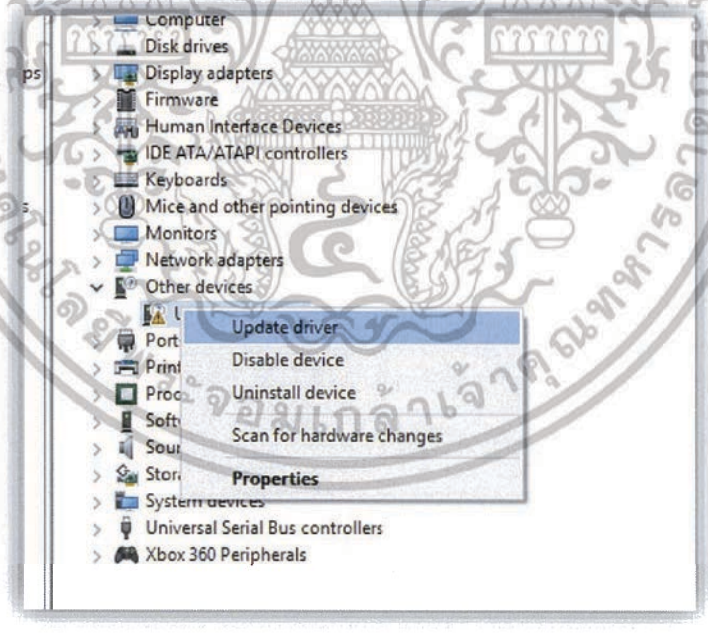
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. คลิกขวาที่ My Computer > Manage > Device Manager



รูปที่ ก-7 แสดงการเข้าไปในส่วน Device Manager

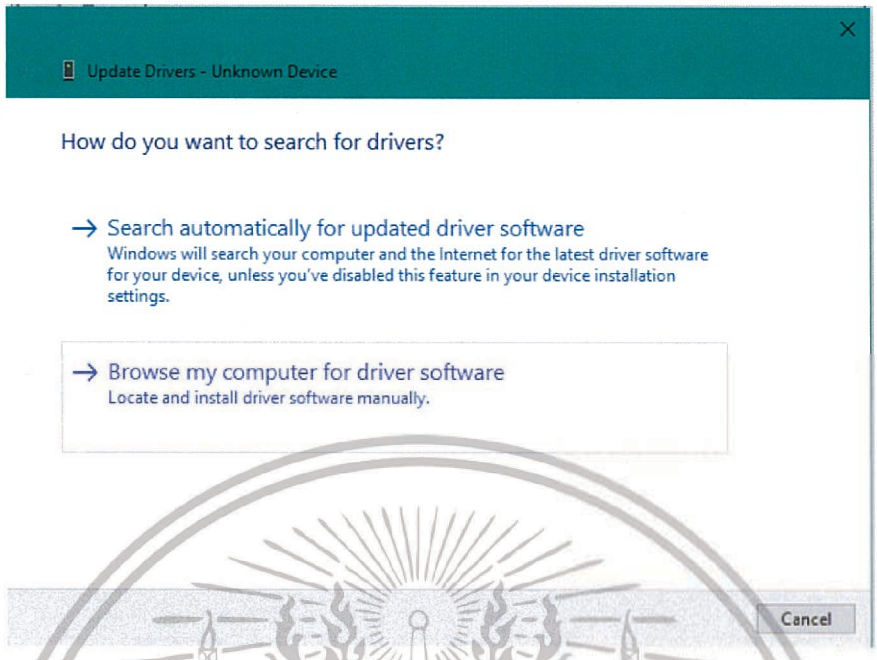
8.ไปที่ Ports คลิกขวาที่ Port ของ Arduino เลือก Update Driver Software



รูปที่ ก-9 แสดงการเลือก Update Driver ของ Arduino Port

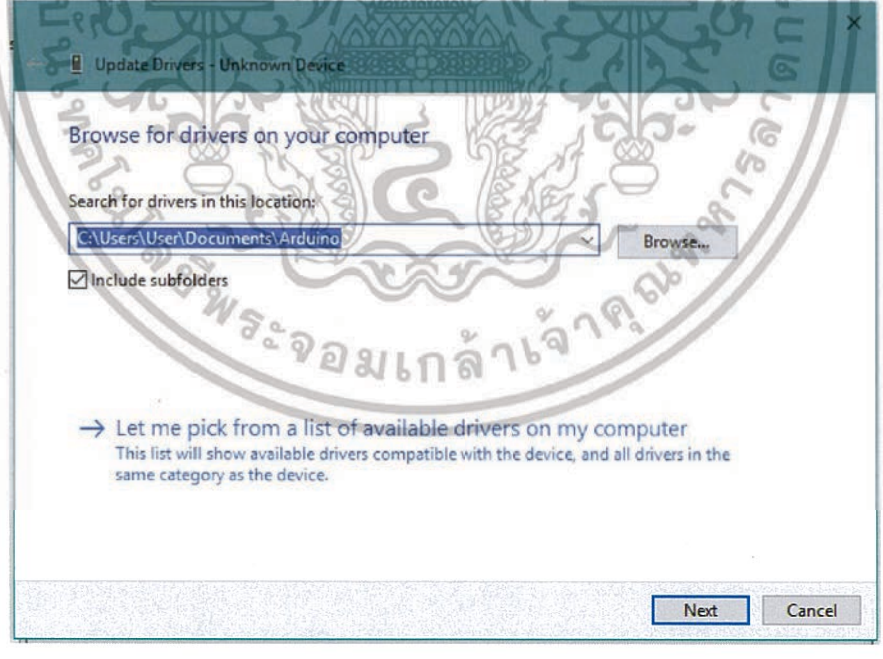
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9.เลือกตัวเลือกที่สอง เพื่อค้นหา Driver ที่มีอยู่ในเครื่องเพื่อติดตั้ง



รูปที่ ก-8 แสดงการเลือกเพื่อค้นหา Driver ที่มีอยู่ในเครื่อง

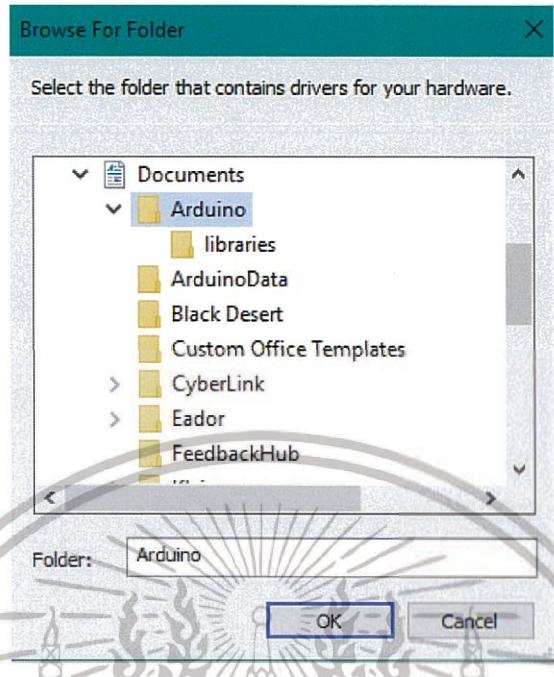
10. คลิกที่ Browse เปิดหน้าต่างค้นหา Driver



รูปที่ ก-10 แสดงการเปิดหน้าค้นหา Driver

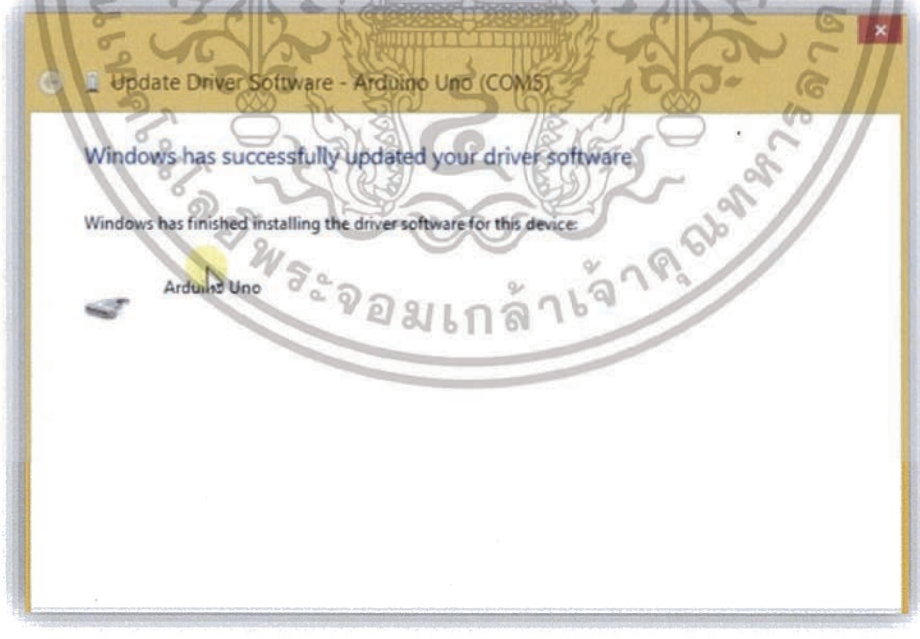
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11.ไปที่ Local disk > Program File > Arduino c> Driver Folder และ OK >



รูปที่ ก-11 แสดงการค้นหา Driver Folder

12. จากนั้นจะกลับมาที่หน้าต่างค้นหา Driver กด Next > เป็นอันติดตั้งเสร็จสิ้น Close >



รูปที่ ก-12 แสดงการเสร็จสิ้นการติดตั้ง Arduino Port Driver

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

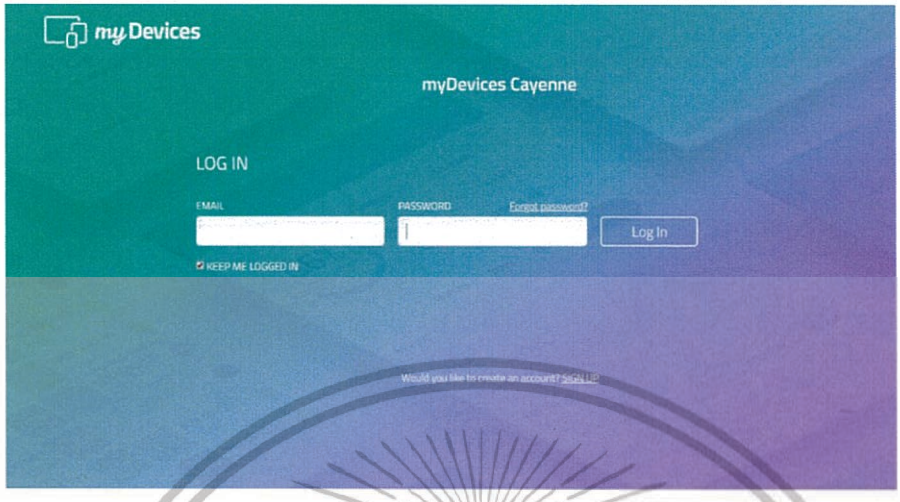
ภาคผนวก ข

การใช้งาน Cayenne บน Online Dashboard และ Application on Smartphone

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.การลงทะเบียนเข้าใช้Application Cayenne ให้เข้าไปที่เว็ปไซต์

https://cayenne.mydevices.com



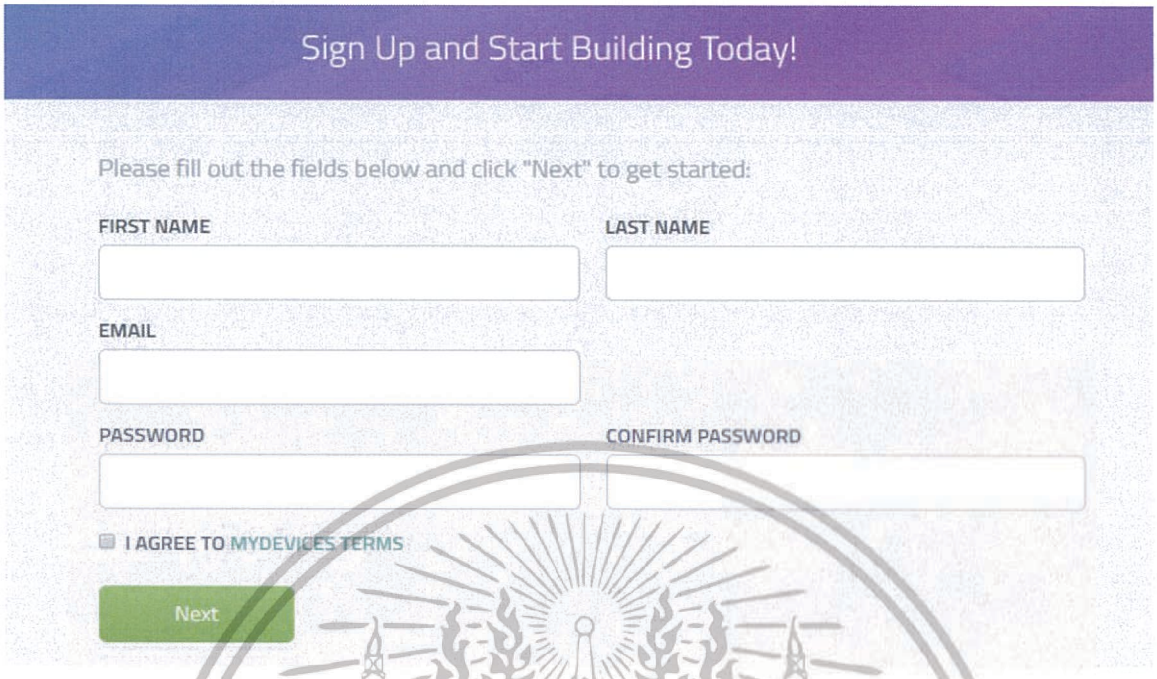
รูปที่ ข-1 แสดงหน้าเว็ปไซต์ Cayennemydevice.com

2.จากนั้นให้คลิกปุ่ม sign up ตามวงกลมสีแดง

รูปที่ ข-2 แสดงปุ่มเพื่อทำการ Sign up

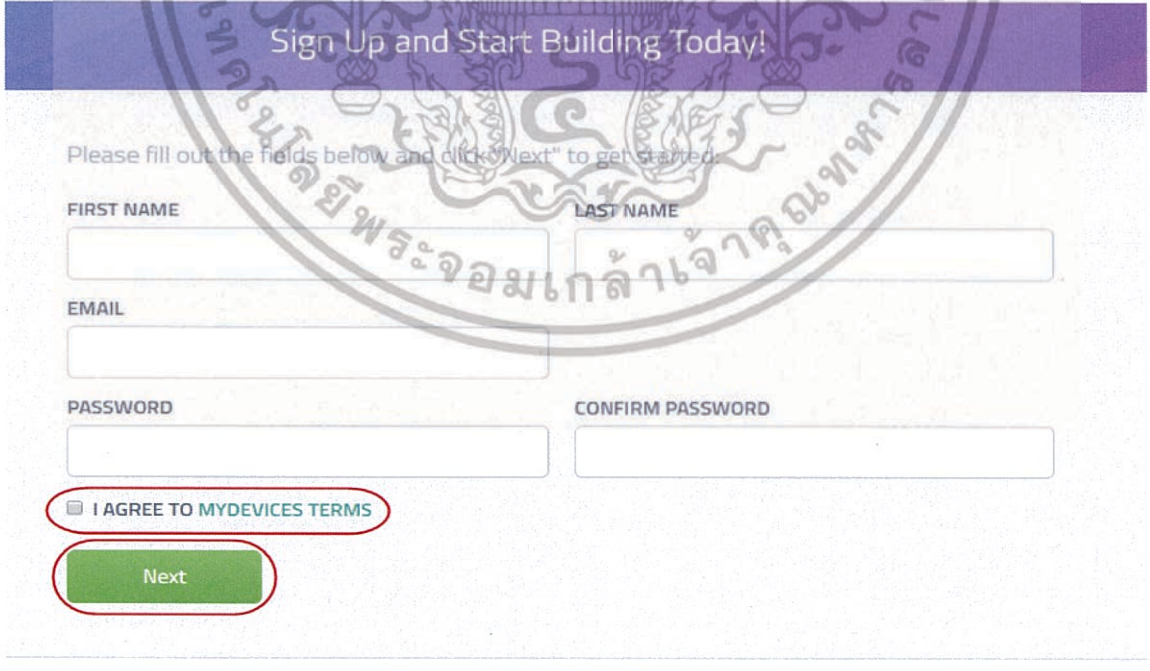
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.เมื่อทำการคลิกแล้วจะปรากฏหน้าต่างดังรูป เพื่อทำการกรอกข้อมูลเพื่อลงทะเบียนเข้าใช้



รูปที่ ข-3 แสดงการลงทะเบียนเพื่อใช้งาน

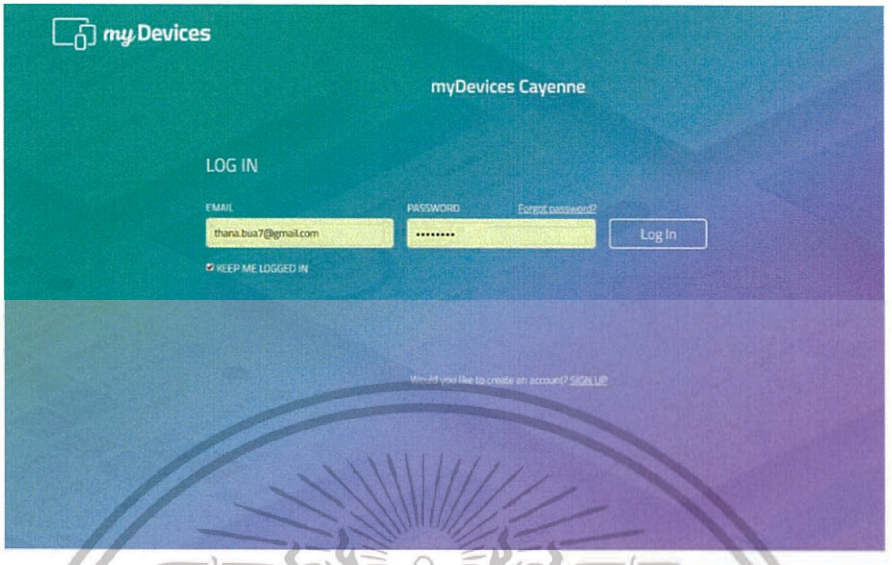
4.เมื่อทำการกรอกข้อมูลลงทะเบียนสำเร็จแล้วให้กดคลิก I agree to MYDEVICE TERMS และกด NEXT



รูปที่ ข-4 แสดงการยอมรับข้อตกลงกฎระเบียบขององค์กร Mydevice

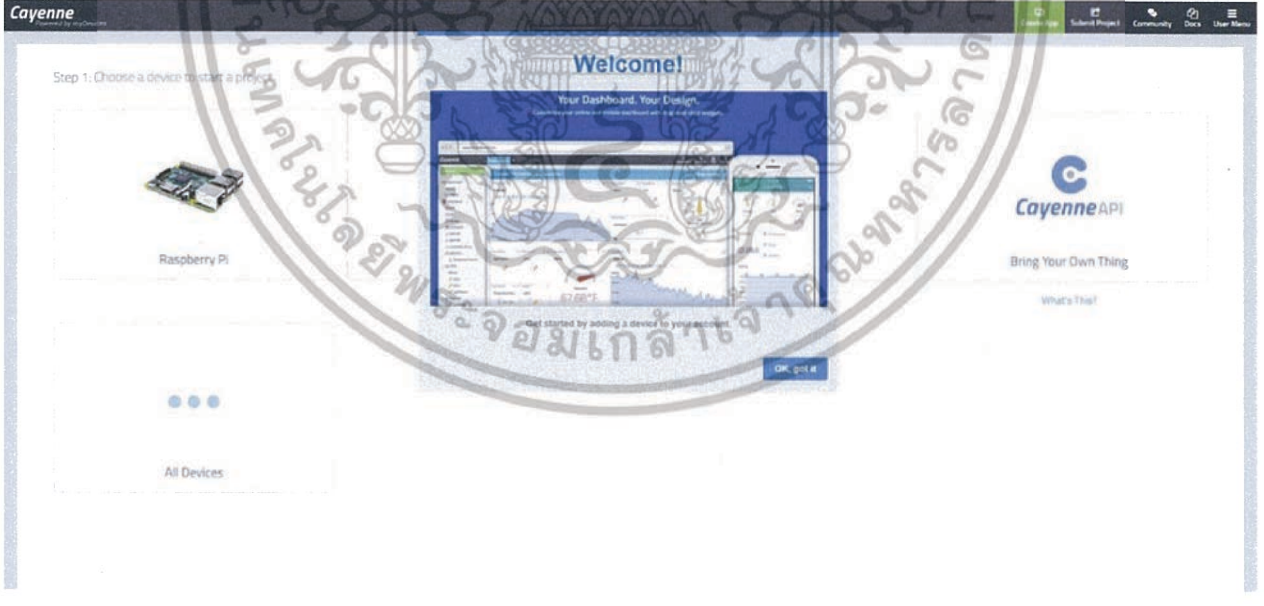
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.เมื่อลงทะเบียนสำเร็จจะปรากฏหน้าต่างให้ทำการLogin เข้าสู่ระบบ



รูปที่ ข-5 แสดงหน้าต่างเพื่อLogin เข้าระบบ

6.เมื่อLoginแล้วจะปรากฏหน้าต่างในโปรแกรมดังนี้ จากนั้นให้ทำการ Config เพื่อเชื่อมต่อกับ Microcontroller



รูปที่ ข-6 แสดงหน้าจอหลักของ Cayenne เพื่อทำการเชื่อต่อกับ Microcontroller

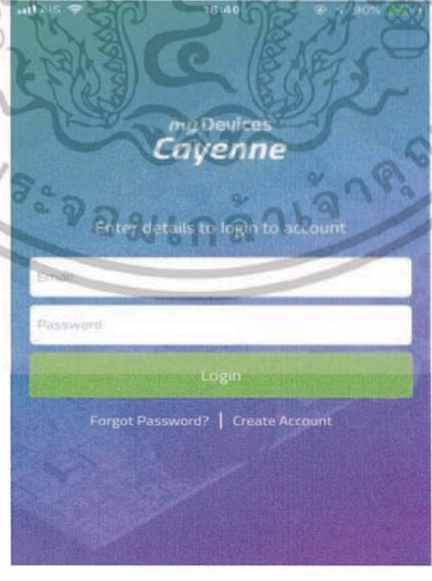
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเข้าใช้งานApplication ผ่านSmartphone

1.Download application ผ่าน App store เมื่อใช้ระบบปฏิบัติการ iOS หรือ ผ่าน Google play เมื่อใช้ระบบปฏิบัติการAndroid

รูปที่ ข-7 แสดงการDownload Application ใน Smartphone

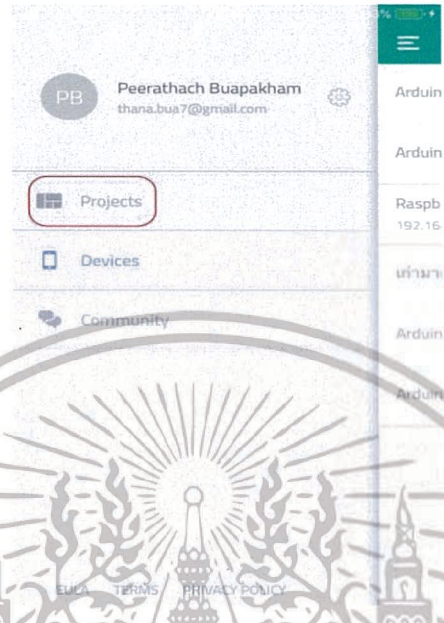
2.เมื่อDownload สำเร็จแล้วเมื่อเปิดApplicationจะปรากฏหน้าต่างให้ Login



รูปที่ ข-8 แสดงหน้าต่าง Login ใน Smartphone

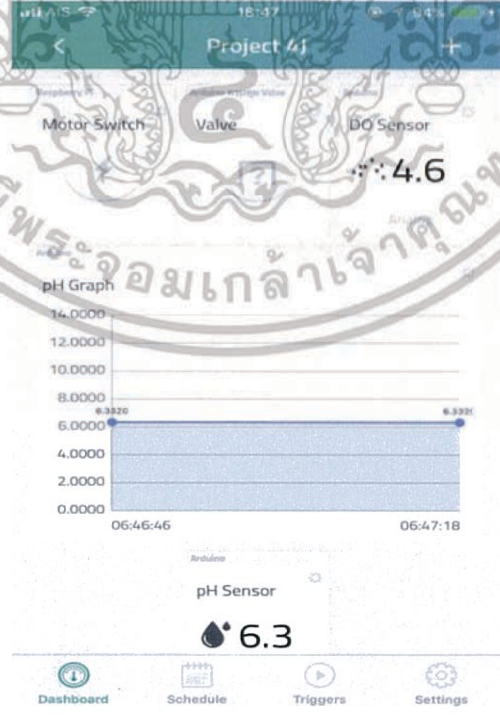
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.เมื่อLoginสำเร็จแล้วก็จะปรากฏหน้าต่างเช่นเดียวกับที่ปรากฏในคอมพิวเตอร์



รูปที่ ข-9 แสดงหน้าต่างแสดงส่วนของ Application

4.เมื่อกดเข้าไปที่ Project ตามวงกลมสีแดงจะแสดงหน้าการทำงานของ Microcontroller



รูปที่ ข-10 แสดงหน้าต่างแสดงการทำงานของ Microcontroller

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค
คำสั่งโปรแกรม Arduino

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรม Arduino

```
#define CAYENNE_PRINT Serial
#include <CayenneMQTTEthernet.h>
#define VIRTUAL_CHANNEL 8
#define ACTUATOR_PIN 8
#define VIRTUAL_CHANNEL 7
#define ACTUATOR_PIN 7
char username[] = "42c24eb0-f626-11e7-91c0-e55799240ffd";
char password[] = "314246529ae1b22def326baa3ce61d32b04cbd6f";
char clientID[] = "652d9570-3877-11e8-b59c-db84183bf26b";
unsigned long lastMillis = 0;
#include <SoftwareSerial.h>                          //we have to include the
SoftwareSerial library, or else we can't use it
#define rx 2                                         //define what pin rx is going to be
#define tx 3                                         //define what pin tx is going to be
#define SensorPin 0 //pH meter Analog output to Arduino Analog Input 0
#define Offset 0.00 //deviation compensate
unsigned long int avgValue; //Store the average value of the sensor feedback
float phValue;
SoftwareSerial myserial(rx, tx);
String inputstring = "";                             //a string to hold incoming data from the
PC
String sensorstring = "";                            //a string to hold the data from the Atlas
Scientific product
boolean input_string_complete = false;               //have we received all the data
from the PC
boolean sensor_string_complete = false;              //have we received all the data
from the Atlas Scientific product
float DO;                                            //used to hold a floating point number that
is the DO
  void setup()
{
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 Serial.begin(9600);
 Cayenne.begin(username, password, clientID);
  myserial.begin(9600);                    //set baud rate for the software serial
port to 9600
  inputstring.reserve(10);                 //set aside some bytes for receiving data
from the PC
  sensorstring.reserve(30);  //set aside some bytes for receiving data from Atlas
Scientific product
  pinMode(ACTUATOR_PIN, OUTPUT);
}
void serialEvent() {                       //if the hardware serial port_0 receives a
char
  inputstring = Serial.readStringUntil(13);      //read the string until we see a <CR>
  input_string_complete = true;                  //set the flag used to tell if we have
received a completed string from the PC
}
void loop()
{
  Cayenne.loop();
    if (input_string_complete){                  //if a string from the PC has been
received in its entirety
    myserial.print(inputstring);                 //send that string to the Atlas Scientific
product
    myserial.print('\r');                        //add a <CR> to the end of the string
    inputstring = "";                            //clear the string
    input_string_complete = false;               //reset the flag used to tell if we have
received a completed string from the PC
  }
  if (myserial.available() > 0) {                //if we see that the Atlas Scientific
product has sent a character
    char inchar = (char)myserial.read();         //get the char we just received
    sensorstring += inchar;                      //add the char to the var called
sensorstring
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  if (inchar == '\r') {                    //if the incoming character is a <CR>
    sensor_string_complete = true;         //set the flag
  }
 }
 if (sensor_string_complete== true) {      //if a string from the Atlas Scientific
product has been received in its entirety
  Serial.println(sensorstring);            //send that string to the PC's serial
monitor
  if (isdigit(sensorstring[0])) {          //if the first character in the string is a digit
    DO = sensorstring.toFloat();           //convert the string to a floating point
number so it can be evaluated by the Arduino
    if (DO >= 6.0) {                       //if the DO is greater than or equal to 6.0
      Serial.println("DO is Good");        //print "high" this is demonstrating
that the Arduino is evaluating the DO as a number and not as a string
    }
    if (DO <= 5.99) {                      //if the DO is less than or equal to 5.99
      Serial.println("DO is Bad");         //print "low" this is demonstrating
that the Arduino is evaluating the DO as a number and not as a string
    }
  }
    sensorstring = "";                     //clear the string
  sensor_string_complete = false;          //reset the flag used to tell if we
have received a completed string from the Atlas Scientific product
 }
  int buf[10]; //buffer for read analog
 for(int i=0;i<10;i++) //Get 10 sample value from the sensor for smooth the value
 {
   buf[i]=analogRead(SensorPin);
   delay(10);
 }
 for(int i=0;i<9;i++) //sort the analog from small to large
 {
   for(int j=i+1;j<10;j++)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    {
      if(buf[i]>buf[j])
      {
        int temp=buf[i];
        buf[i]=buf[j];
        buf[j]=temp;
      }
    }
  }
   avgValue=0;
  for(int i=2;i<8;i++) //take the average value of 6 center sample
  avgValue+=buf[i];
  phValue=(float)avgValue*5.0/1024/6; //convert the analog into millivolt
  phValue=3.5*phValue+Offset; //convert the millivolt into pH value
}
CAYENNE_OUT(V11)
{
  Cayenne.virtualWrite(V11,DO);
}
CAYENNE_OUT(V12)
{
  Cayenne.virtualWrite(V12,DO);
}
CAYENNE_OUT(V13)
{
  Cayenne.virtualWrite(V13, phValue);
}
CAYENNE_OUT(V14)
{
  Cayenne.virtualWrite(V14, phValue);
}
CAYENNE_IN(VIRTUAL_CHANNEL)
{
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  if (getValue.asInt() == 0) {
    digitalWrite(ACTUATOR_PIN, LOW);
  }
  else {
    digitalWrite(ACTUATOR_PIN, HIGH);
}
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

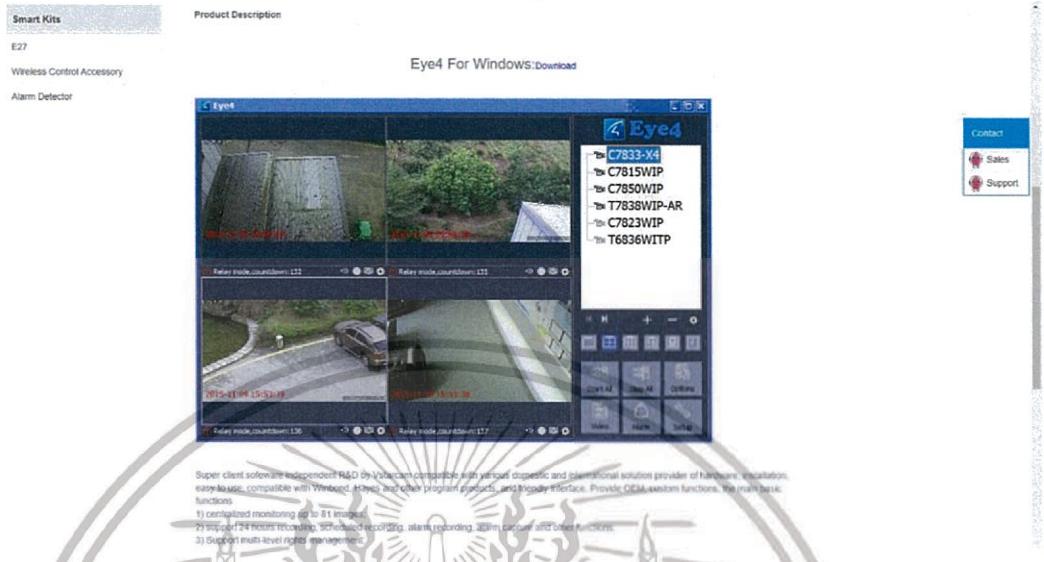
การเชื่อมต่อ IP Camera

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเชื่อมต่อ IP camera เพื่อเฝ้าสังเกตการณ์บ่อจากระยะไกล ผ่าน คอมพิวเตอร์

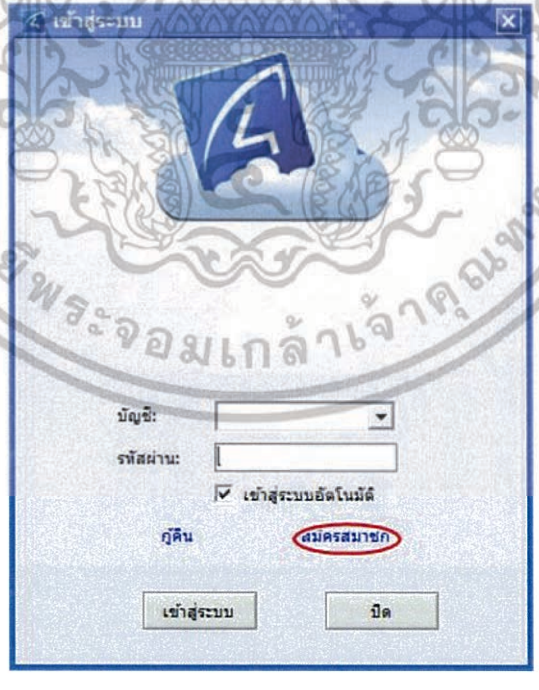
1.Download Program จากเว็ปไซต์

http://www.vstarcam.com/Eye4-For-Windows-Free--34.html



รูปที่ ง-1 แสดงการ Download Program EYE4

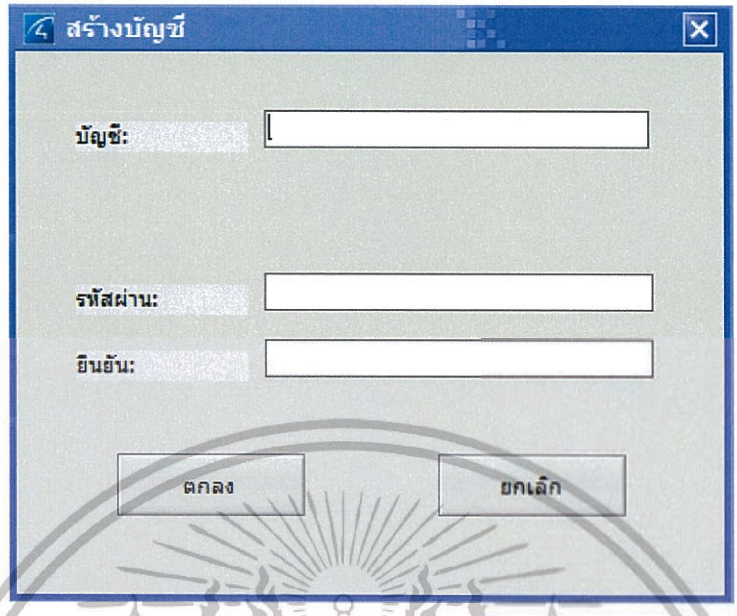
2.เมื่อทำการแตกไฟล์แล้วเปิดโปรแกรมขึ้นมาเพื่อลงทะเบียนเข้าใช้



รูปที่ ง-2 แสดงโปรแกรม EYE4

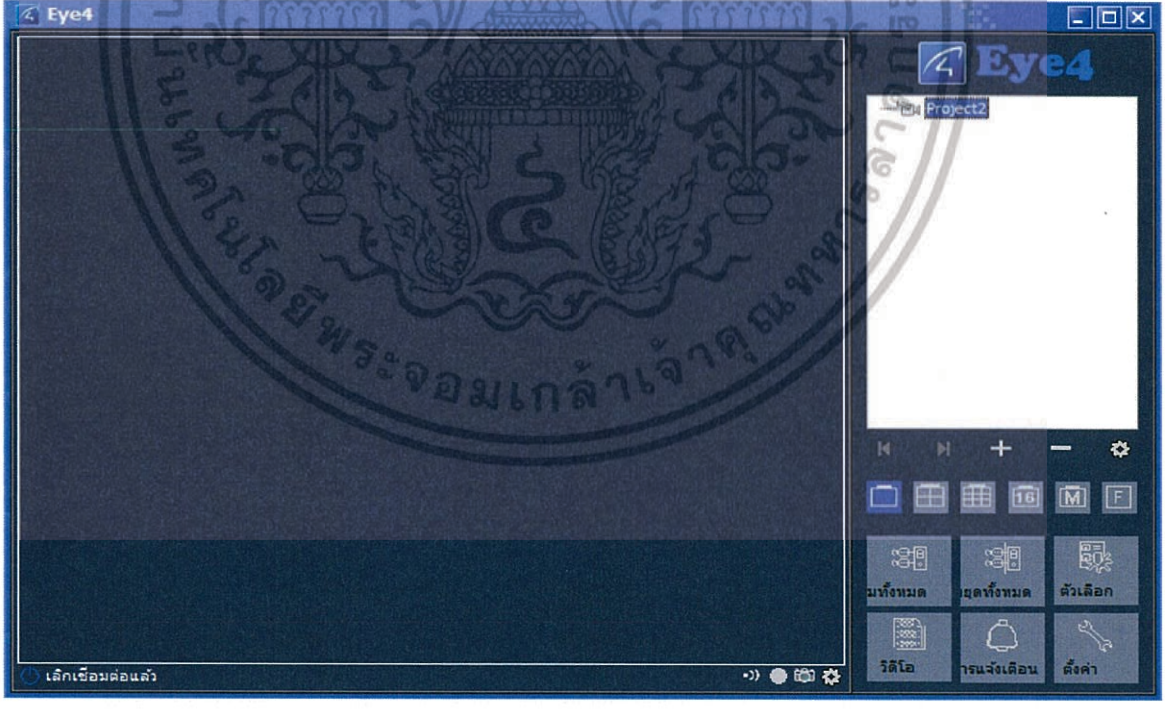
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.ลงทะเบียนเพื่อเข้าใช้โปรแกรม EYE4



รูปที่ ง-3 แสดงการลงทะเบียนเข้าใช้โปรแกรม EYE4

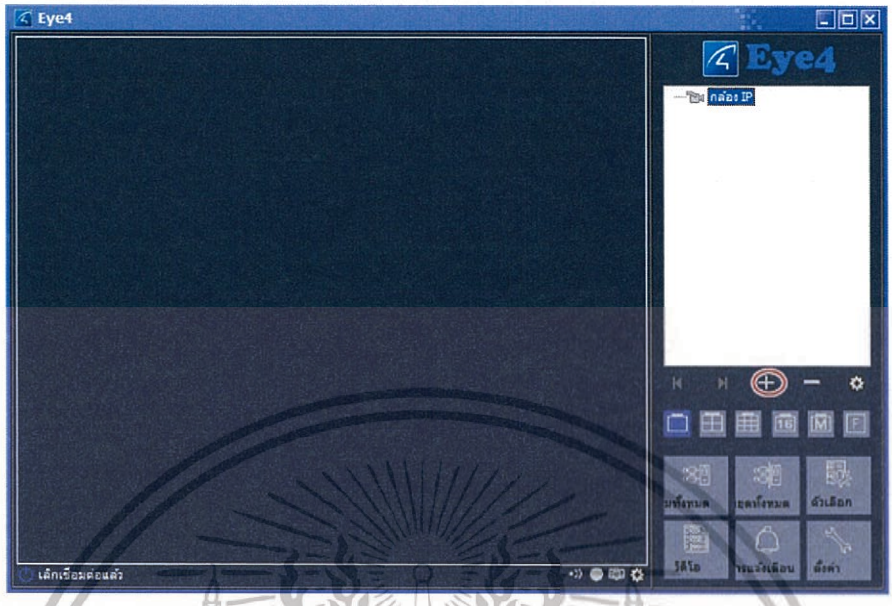
4.เมื่อลงทะเบียนสำเร็จจะปรากฏหน้าต่างเมื่อเข้าโปรแกรมดังรูป



รูปที่ ง-4 แสดงหน้าโปรแกรม EYE4

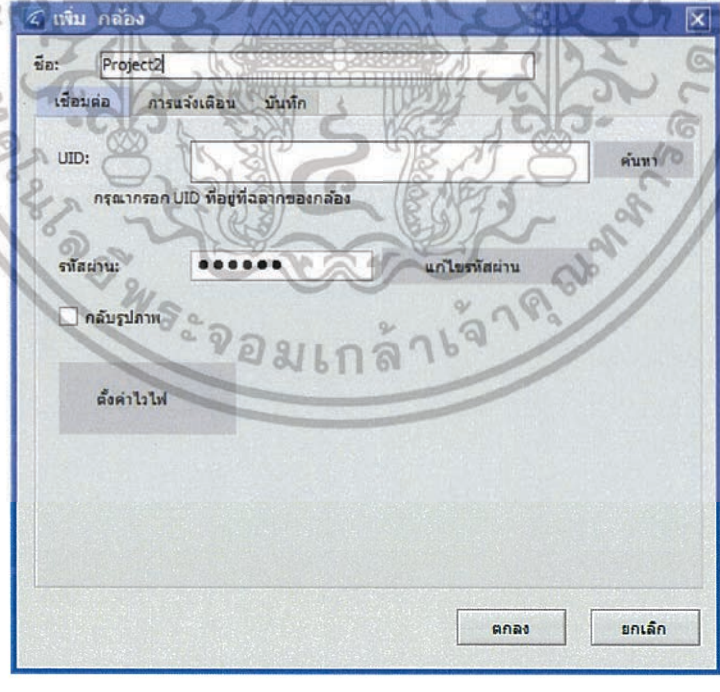
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.เมื่อเข้าโปรแกรมแล้วให้ทำการเชื่อมต่อ กล้องกับโปรแกรมโดยคลิ๊กที่เครื่องหมายบวกตามวงกลมสีแดง



รูปที่ ง-5 แสดงการเชื่อมกล้องกับโปรแกรม

6.เมื่อคลิกแล้วจะปรากฏหน้าต่างตามรูป เพื่อConfig UID ของกล้อง



รูปที่ ง-6 แสดงการ Configuration UID กล้องกับ EYE4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.โดย UID ของกล้องจะนำมาจาก UID ที่ติดไว้ใต้กล้องนั่นเอง

รูปที่ ง-7 แสดง UID ของกล้อง IP Camera

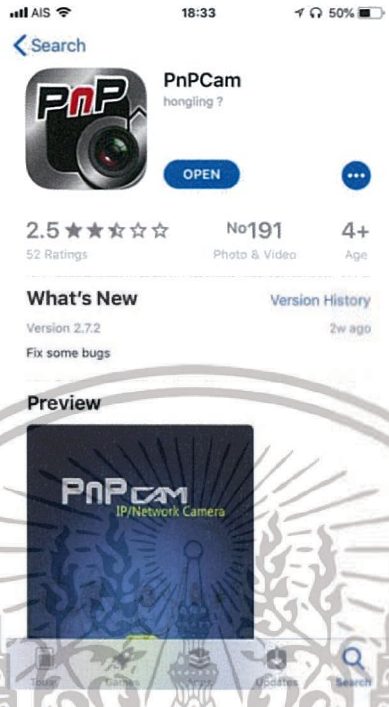
8.เมื่อทำการ Configuration สำเร็จ จึงสามารถรับภาพจากกล้องได้ทันดังปรากฏในรูปภาพ

รูปที่ ง-8 แสดงภาพที่ได้รับจาก IP Camera เมื่อรับชมจากระยะไกล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเชื่อมต่อ IP Camera เพื่อรับชมภาพผ่าน Smartphone

1.ทำการDownload Application “PNP” ผ่าน app store หรือ google play



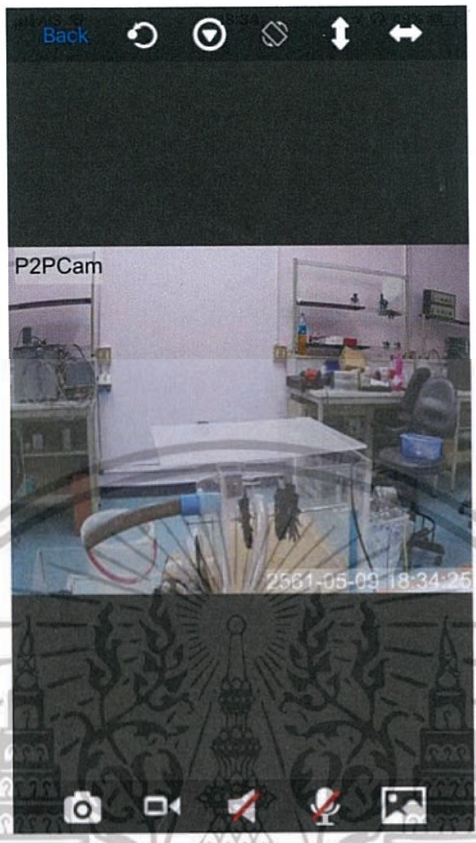
รูปที่ ง-9 แสดงการDownload application “PNP”

2.ทำการ Configuration IP Camera กับ Application “PNP”

รูปที่ ง-10 แสดงการ Configuration IP camera กับ Application “PNP”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.เมื่อทำการ Configuration สำเร็จจะปรากฏภาพผ่านกล้องให้เห็นได้ใน Application ดังรูป



รูปที่ ง-11 แสดงภาพผ่านกล้อง IP camera เมื่อรับชมผ่าน Smartphone

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้