กังหันน้ำเติมออกซิเจนพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับบ่อน้ำ
Aerator in water with solar energy for pond

กัลยา ธนาสินธ์[1*], อมรรัตน์ คำบุญ[2], ณัฐดนัย สิงห์คลีวรรณ[3] และ สายัณ พุทธลา[4]
Kanlaya Thanasin[1*], Amonrat Khambun[2], Nutdanai Singkhleewon[3] and Sayan Putthala[4]

[1]สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์อิเล็กทรอนิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา
[2]สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา
[3]สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์อิเล็กทรอนิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา
[4]สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา
[1]Electronics Computer Technology Program, Faculty of Science and Technology, Bansomdejchaopraya Rajabhat University
[2]Physics Program, Faculty of Science and Technology, Bansomdejchaopraya Rajabhat University
[3]Electronics Computer Technology Program, Faculty of Science and Technology, Bansomdejchaopraya Rajabhat University
[4]Physics Program, Faculty of Science and Technology, Bansomdejchaopraya Rajabhat University
*Email: kanlayathanasin@gmail.com
Received: April 01, 2022; Revised: July 01, 2022; Accepted: July 08, 2022

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบกังหันน้ำเติมออกซิเจนพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับบ่อน้ำ โดยมีหลักการใช้โซล่าเซลล์เป็นแหล่งพลังงานขับเคลื่อนกังหันน้ำให้สามารถเติมออกซิเจน และสร้างระบบวัดปริมาณออกซิเจนโดยใช้เซนเซอร์ตรวจวัดปริมาณออกซิเจน (Do-Sensor) และเทียบค่ากับเครื่องวัดปริมาณออกซิเจนมาตรฐาน (Do-Meter 450) ซึ่งกังหันน้ำจะทำงานตั้งแต่เวลา 08.00 - 16.00 น. และจะควบคุมการ เปิด-ปิด กังหันน้ำโดยตั้งเวลาการทำงานไว้ 3 ช่วงเวลา คือ 08.00 - 10.00 น., 11.00 - 13.00 น. และ 14.00 - 16.00 น. และเวลาปิดคือ 10.00 - 11.00 น., 13.00 - 14.00 น. และ 16.00 น. เป็นต้นไป ผ่านการตั้งเวลาด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์โดยควบคุมการทำงานได้ทั้งระบบอัตโนมัติและจากผู้ใช้งานผ่านแอพพลิเคชั่น Bluetooth Terminal เพื่อบันทึกค่าปริมาณออกซิเจนในน้ำในหน่วย มิลลิกรัม/ลิตร (mg/L) ไว้บน SD-Card ทุก ๆ 20 นาที โดยสถานที่ในการบันทึกข้อมูลการทดลองคือบ่อน้ำ ณ วัดหทัยนเรศวร์ อำเภอปากท่อ จังหวัดราชบุรี การเก็บข้อมูลใช้ระยะเวลา 10 วัน พบว่าปริมาณออกซิเจนในน้ำก่อนติดตั้งกังหันน้ำมีค่าเฉลี่ย 4.13 มิลลิกรัม/ลิตร และปริมาณออกซิเจนในน้ำเมื่อติดตั้งกังหันน้ำในบ่อน้ำแล้วพบว่าปริมาณออกซิเจนมีค่าเฉลี่ย 5.46 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบค่าก่อนและหลังการติดตั้งจะพบว่าปริมาณออกซิเจนในน้ำเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 1.33 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งเครื่องต้นแบบนี้สามารถทำงานได้เทียบเท่ากับเครื่องมาตรฐาน

คำสำคัญ: กังหันน้ำ, พลังงานแสงอาทิตย์, ระบบตรวจวัดระดับออกซิเจนในน้ำ

Abstract

The purpose of this research is to design and builds a prototype of an oxygen water-turbine with solar energy for wells. The principle of using solar is a source of energy to drive water turbines producing

sufficient water diversion for using and creating a system that measures the volume of oxygen by using a sensor measures volume of oxygen (Do-sensor) compared standard oxygen meter (Do-Meter 450). The prototyping of an oxygen water starts 08.00 a.m. – 16.00 p.m. and controls turning on-off of the water-turbine by setting the timer of 3 periods. There times are start on 08.00 a.m. – 10.00 a.m., 11.00 a.m. – - 1.00 p.m., and 14.00 a.m. – 16.00 a.m. The closing times are 10.00 a.m. - 11.00 a.m., 1.00 p.m. - 2.00 p.m. and 4.00 p.m. onwards through the time setting with a microcontroller. The water turbine controlled functional both automatic system and from users through the application of terminal Bluetooth recorded the amount of oxygen in water in unit milligrams/liter (mg/L) on the SD-card every 20 minutes. The location in recording experimental data is wells at Hathai Naretsuan Temple, Pak Tho District, Ratchaburi Province. The data collections took 10 days founded amount of oxygen in the water before installed the water turbine with an average of 4.13 milligram/liter. After installation of the water turbine in the wells found amount of oxygen with an average of 5.46 milligram/liter. The experiment compared to the values before and after installation found that the amount of oxygen in the water increased with an average of 1.33 milligram/liter. In this prototype-machine can operate equivalent to standard machine.

Keywords : hydraulic turbine, solar energy, Oxygen Level Monitoring System in water

1. บทนำ

น้ำเป็นทรัพยากรที่สำคัญอย่างหนึ่งในการดำรงชีวิตของมนุษย์และ สิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ในขณะเดียวกันน้ำก็เป็นทรัพยากรธรรมชาติที่สำคัญอย่าง หนึ่งต่อการพัฒนาเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม เช่น การชลประทาน การประมง การสาธารณูปโภคการอุตสาหกรรมและการคมนาคมตลอดจน การระบายของเสียจากชุมชนและโรงงานอุตสาหกรรมเป็นต้น แต่ในประเทศที่พัฒนาแล้วอาจใช้น้ำปริมาณมากถึง 500 ลิตร/คน/วัน จะเห็นได้ว่าจากความต้องการใช้น้ำเพื่อการอุปโภค และบริโภค นั้นสูงมาก มีการคาดการณ์ว่าภายในปี พ.ศ. 2568 อัตราการการเพิ่มของประชากร ในอนาคตอาจมีประชากรเพิ่มขึ้นถึง 3 พันล้านคนที่อาศัยอยู่ในประเทศที่ กำลังพัฒนา ซึ่งจะส่งผลต่อการใช้น้ำเป็นอย่างมาก หากเกิดสภาวะที่ขาด แคลนน้ำในการอุปโภคบริโภคซึ่งเกิดผลกระทบโดยตรงต่อประชากรใน ด้านคุณภาพชีวิต ความเป็นอยู่ สิ่งแวดล้อม ฯลฯ [1]

พลังงานแสงอาทิตย์ เป็นต้นกำเนิดของชีวิตบนโลกมนุษย์ พืชและจุลินทรีย์ที่สามารถสังเคราะห์แสงได้เป็นต้นตอของระบบห่วงโซ่อาหาร และนับเป็นแหล่งพลังงานที่ไม่มีทางหมดไป เป็นพลังงานหมุนเวียนที่สะอาดไม่ทำปฏิกิริยาใด ๆ อันจะทำให้สิ่งแวดล้อมเป็นพิษสำหรับประเทศไทยซึ่งเป็นประเทศใกล้เส้นศูนย์สูตรและได้รับพลังงานแสงอาทิตย์เฉลี่ยต่อปีเป็นจำนวนมากและมีสภาพภูมิอากาศที่ค่อนข้างคงตัว ไม่เปลี่ยนแปลงง่าย ปัญหาความไม่แน่นอนของผลผลิตพลังงานแสงอาทิตย์จึงมีไม่มากนัก เซลล์แสงอาทิตย์จึงเป็นสิ่งประดิษฐ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ชนิดหนึ่งที่ถูกนำมาใช้ผลิตไฟฟ้า เนื่องจากสามารถเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้าได้โดยตรง [2]

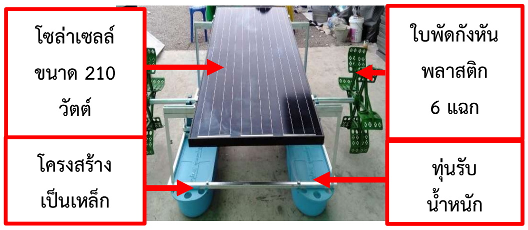
ปัจจุบันได้เกิดภาวะวิกฤตหรือมลพิษทางน้ำเพิ่มขึ้นในแต่ละปีและยากต่อการควบคุมโดยเฉพาะในด้านคุณภาพของน้ำ แต่ปัจจัยสำคัญที่ก่อให้เกิด มลพิษทางน้ำส่วนใหญ่จะมาจากการเกษตร โรงงานอุตสาหกรรม การคมนาคมทางน้ำ และสิ่งปฏิกูลจากแหล่งชุมชน เป็นต้น ทั้งนี้จะเห็นได้ว่ามีสารพิษมากมายหลายอย่างที่ปนเปื้อนมากับน้ำ ทำให้เกิดสภาวะน้ำเสียในชุมชนอาจเกิดมาจากสาเหตุต่าง ๆ เช่น สารจาก ยาฆ่าแมลง ยาฉีดหญ้า ตะกั่ว เป็นต้น จากสถานการณ์ที่ได้กล่าวมาข้างต้น ปัญหาเรื่องออกซิเจนในแหล่งน้ำ และบ่อน้ำประสบปัญหาออกซิเจนในน้ำไม่เพียงพอ ทำให้เกิดผลเสียต่อคุณภาพของน้ำในพื้นที่ ที่มีแหล่งน้ำ เช่น สระน้ำ บ่อน้ำ ประกอบกับ ผู้วิจัยได้ไปร่วม

โครงการ ณ วัดหทัยนเรศวร์ จ.ราชบุรี ซึ่งทางวัดก็ได้ประสบปัญหาของสระน้ำ ในบริเวณวัด ซึ่งทำให้บ่อน้ำนั้นไม่มีการหมุนเวียนของออกซิเจน ทำให้บ่อน้ำนั้นมีคุณรูปที่แย่ มีความขุ่นสูง มีสี มีกลิ่น ทางผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะสร้างกังหันน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ ให้กับวัดหทัยนเรศวร์ โดยเน้นเพิ่มปริมาณของออกซิเจนในแหล่งน้ำนี้ ด้วยการนำเทคโนโลยีในยุคปัจจุบันที่นำไมโครคอนโทรลเลอร์ เซนเซอร์และแอพพลิเคชั่นมาสร้างระบบควบคุมอัตโนมัติของการทำงานกังหันน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ให้มีประสิทธิภาพสูงสุดในการฟื้นฟูบ่อน้ำนี้ [2-3]

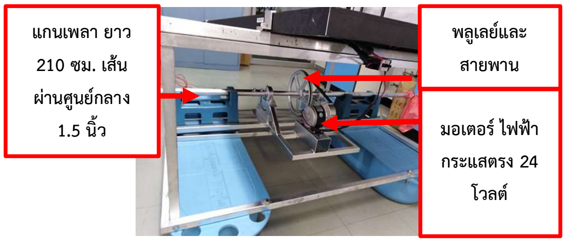
2. วัสดุและวิธีการทดลอง

2.1 การออกแบบโครงสร้างกังหันน้ำพลังงานแสงอาทิตย์

การออกแบบโครงสร้างกังหันน้ำในแต่ละส่วนประกอบไปด้วยตัวใบกังหันน้ำที่จะใช้วัสดุที่เป็นพลาสติกเนื่องจากมีความแข็งแรงทนทานและน้ำหนักเบา ซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลางโดยรวม 62 เซนติเมตร จำนวน 2 วง โดยแต่ละวงมีจำนวนใบ 6 ใบ [3] ส่วนโครงสร้างรับน้ำหนักของกังหันน้ำใช้วัสดุที่เป็นเหล็ก เนื่องจากมีความแข็งแรงทนทานสามารถรับน้ำหนักได้มาก ส่วนทุ่นลอยน้ำทำมาจากวัสดุที่เป็นพลาสติกใช้สำหรับรับน้ำหนัก จำนวน 2 ทุ่น กังหันน้ำใช้โซล่าเซลล์ขนาด 210 วัตต์ [4] แบบโพลีคริสตัลไลน์ ส่วนมอเตอร์ ใช้มอเตอร์กระแสตรงแรงดันไฟฟ้า 24 โวลต์ กระแส 9.78 แอมป์ ความเร็วรอบของมอเตอร์อยู่ที่ 307 รอบ/นาที ส่วนพูลเลย์ขับมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5.08 เซนติเมตร และพูลเลย์ตามมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25.4 เซนติเมตร ขับเคลื่อนด้วยสายพาน ขนาดโดยรวมของกังหันน้ำ มีขนาด กว้าง 210 เซนติเมตร ยาว 158 เซนติเมตร สูง 75 เซนติเมตร (ขนาดรวมเพลาที่ยื่นออกมา) [5]



รูปที่ 1 องค์ประกอบของกังหันน้ำ



รูปที่ 2 การออกแบบโครงสร้างกังหันน้ำ

2.2 อุปกรณ์ในการสร้างเครื่องต้นแบบและระบบควบคุมกังหันน้ำเติมออกซิเจนพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับบ่อน้ำ

2.2.1 แผงโซล่าเซลล์ ยี่ห้อ JA SOLAR ขนาด 210 วัตต์ แบบโพลีคริสตัลไลน์ ใช้สำหรับแปลงพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้าขนาด 210 วัตต์ เพื่อนำกระแสไฟฟ้าที่ได้มาใช้งานกับมอเตอร์กระแสตรง 24 โวลต์ [5] เพื่อขับเคลื่อนเพลาที่ติดตั้งใบพัดจำนวน 2 ใบ ให้สามารถผันน้ำได้ ดังแสดงในรูปที่ 3.

รูปที่ 3 แผงโซล่าเซลล์ JA SOLAR

2.2.2 ศึกษาเกี่ยวกับเซนเซอร์ตรวจวัดระดับออกซิเจน เป็นเซนเซอร์ตรวจวัดระดับออกซิเจน (Do-Sensor) ที่ใช้สำหรับการวัดระดับค่าออกซิเจนในน้ำ โครงสร้างของเซนเซอร์ประกอบด้วยชุดโมดูลเชื่อมต่อการทำงานร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ การใช้งานสามารถนำมาตรวจวัดค่าระดับออกซิเจนจากบ่อน้ำ จากหัวโพรบวัดของเซนเซอร์ [6] ซึ่งจะต้องมีการต่อใช้งานร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ให้สามารถแสดงผลผ่านแอพพลิเคชั่น Bluetooth Terminal บนสมาร์ทโฟนโดยสามารถวัดค่าออกซิเจนได้ตั้งแต่ 0-20 มิลลิกรัม/ลิตร ดังแสดงในรูปที่ 4

รูปที่ 4 แสดงเซนเซอร์ Dissolved Oxygen Sensor.

2.2.3 เครื่องวัดปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ รุ่น DO-meter450 เป็นเครื่องเทียบมาตรฐานที่ใช้สำหรับเปรียบเทียบค่าออกซิเจนในบ่อน้ำของเซนเซอร์ วัดระดับออกซิเจนกับเครื่องวัดระดับออกซิเจนมาตรฐานเพื่อหาค่าความคลาดเคลื่อนของเซนเซอร์ [7] ในการวัดระดับออกซิเจนในหน่วย มิลลิกรัม/ลิตรได้ ดังแสดงในรูปที่ 5

รูปที่ 5 เครื่องวัดออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO Meter450)

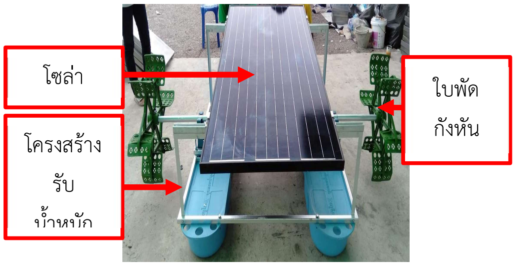
2.2.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์อาดุยโน่ ยูโน่ อาร์3

บอร์ดอาดุยโน่ ทำหน้าที่เป็นตัวควบคุมการทำงานของเซนเซอร์วัดระดับออกซิเจนเพื่อแสดงผลผ่านแอพพลิเคชั่น Bluetooth Terminal และบันทึกค่าออกซิเจนลงบน SD-Card ทุก ๆ 20 นาทีและคอยควบคุมการทำงานเปิด-ปิดของกังหันน้ำเติมออกซิเจนพลังงานแสงอาทิตย์ให้สามารถทำงานได้ตามคำสั่งที่เราได้ตั้งไว้ผ่านการเขียนโปรแกรมใน Arduino 1.8.9 [6] ดังแสดงในรูปที่ 6

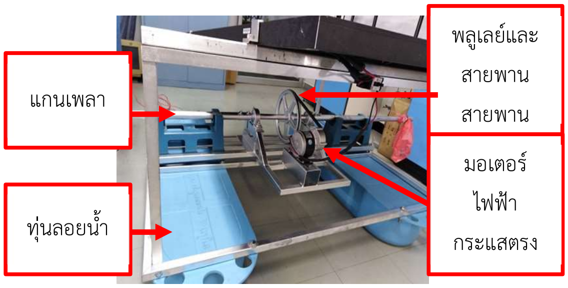
รูปที่ 6 แสดงบอร์ดอาดุยโน่ยูโน่อาร์ 3

3. การติดตั้งอุปกรณ์ทั้งหมดของกังหันน้ำเติมออกซิเจนพลังงานแสงอาทิตย์

การติดตั้งอุปกรณ์ทั้งหมดของกังหันน้ำเติมออกซิเจนพลังงานแสงอาทิตย์



รูปที่ 7 การติดตั้งกังหันน้ำด้านบน

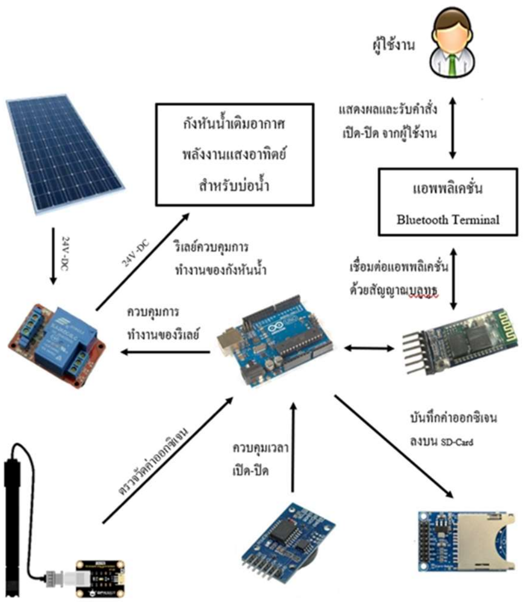


รูปที่ 8 การติดตั้งกังหันน้ำด้านล่าง

3.1 ออกแบบระบบการทำงานของกังหันน้ำ

ระบบการทำงานของกังหันน้ำเติมออกซิเจนพลังงานแสงอาทิตย์ ใช้พลังงานไฟฟ้าที่ถูกแปลงมาจากพลังงานแสงอาทิตย์ โดยผ่านโซล่าเซลล์ขนาด 210 วัตต์ (W) ซึ่งการคำนวณขนาดของแผงโซลาร์สามารถหาได้จากสมการ ขนาดของแผงโซลาร์เซลล์ = ค่าการใช้พลังงานรวมทั้งหมด / 6 ชั่วโมง (ปริมาณแสงอาทิตย์ที่ได้ใน 1 วัน) = (210 W) X 6 ชั่วโมง / 6 ชั่วโมง = 210 W ดังนั้น ขนาดของเซลล์แสงอาทิตย์ที่ต้องใช้ คือ ขนาด 24 โวลต์ เนื่องจากพลังงานที่ใช้ 210 W ซึ่งแผงโซลาร์เซลล์ขนาดนี้ จะต้องใช้อุปกรณ์หรือมอเตอร์แรงดันไฟฟ้านาด 24 โวลต์ [13] เพื่อส่งกระแสไฟฟ้าให้กับมอเตอร์กระแสตรงขนาด 9.78 แอมป์ (A) ที่ติดตั้งอยู่กับพลูเลย์ขนาด 5.08 เซนติเมตร ส่งกำลังด้วยสายพานไปยังพลูเลย์ขนาด 25.4 เซนติเมตร ที่ติดตั้งอยู่กับเพลา โดยปลายทั้ง 2 ข้างของเพลาถูกติดตั้งด้วย ใบพัดกังหันน้ำขนาด 62 เซนติเมตรเพื่อใช้ในการผันน้ำในบ่อให้มีปริมาณออกซิเจนเพิ่มขึ้น [8] โดยหลักการทำงานจะมี

ไมโครคอนโทรลเลอร์ เป็นอุปกรณ์ควบคุมหลักในการทำงาน โดยการตั้งเวลาควบคุมการทำงานผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์ และสามารถแสดงผลค่าออกซิเจนในน้ำและควบคุมการทำงาน เปิด-ปิด แสดงผลผ่านแอพพลิเคชั่น Bluetooth Terminal บนสมาร์ทโฟน [9] ดังแสดงในรูปที่ 9



รูปที่ 9 ระบบการทำงานของกังหันน้ำเติมออกซิเจน

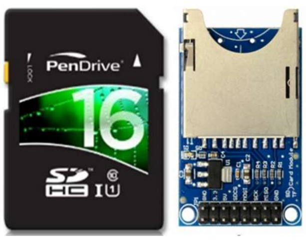
3.2 การออกแบบโปรแกรมควบคุมการทำงานของกังหันน้ำเติมออกซิเจนพลังงานแสงอาทิตย์

ในการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมนั้น จะเป็นการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมการ เปิด-ปิด กังหันน้ำบนแอพพลิเคชั่น Bluetooth Terminal บนสมาร์ทโฟน ระบบปฏิบัติการ แอนดรอยด์ โดยการส่งสัญญาณบลูทูธผ่านโมดูล Bluetooth HC-05 ลำดับถัดไป เขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงานของ เซนเซอร์วัดระดับออกซิเจนในน้ำ เพื่อแสดงผลและเปรียบเทียบค่าออกซิเจนกับเครื่องมาตรฐาน ในลำดับถัดไปเป็นการเขียนโปรแกรมควบคุมการตั้งเวลาการทำงาน เปิด-ปิด ของกังหันน้ำโดยผ่านโมดูลนาฬิกา DS3231 ในลำดับถัดไปเป็นการเขียนโปรแกรมในการบันทึกค่าปริมาณออกซิเจนทุก ๆ 20 นาที โดยผ่านการเชื่อมต่อจาก SD-Card โมดูล [6-7]

3.2.1 การเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของกังหันน้ำเติมออกซิเจนพลังงานแสงอาทิตย์

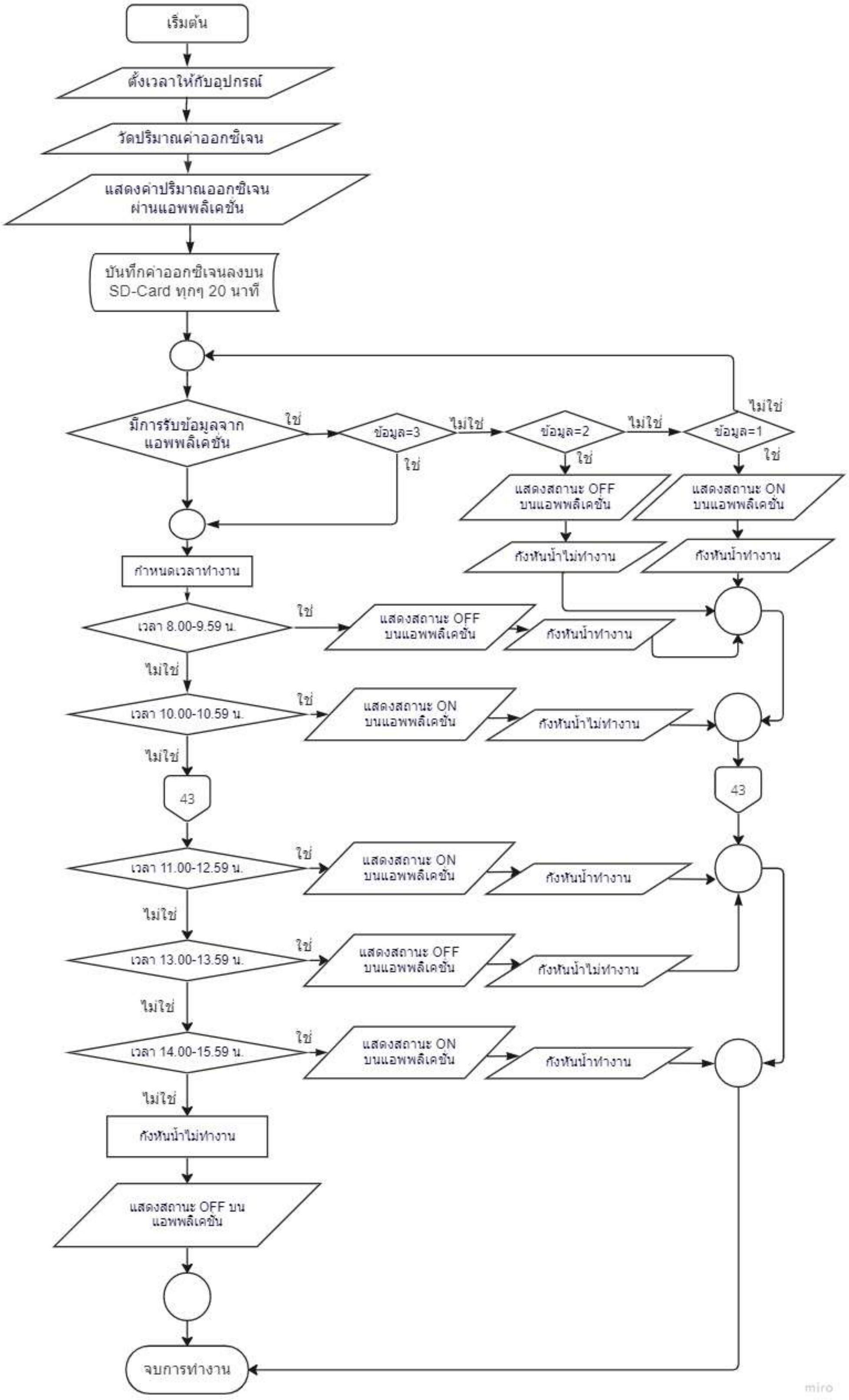
รูปที่ 10 ตัวอย่างโปรแกรม Arduino 1.8.9

การเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของกังหันน้ำเติมออกซิเจนพลังงานแสงอาทิตย์ได้ใช้โปรแกรม Arduino 1.8.9 ในการควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ สร้างระบบควบคุมการตั้งค่าเวลาการเปิด-ปิดของกังหันน้ำเติมออกซิเจนพลังงานแสงอาทิตย์ ผ่านแอพพลิเคชั่น Bluetooth Terminal เชื่อมต่อด้วยสัญญาณบลูทูธกับโมดูล Hc-05 ควบคุมการทำงานด้วยรวมถึงระบบความคุมการทำงานของเซนเซอร์วัดค่าออกซิเจนในน้ำ (Do-Sensor) จะเป็นการเขียนโปรแกรมสร้างระบบการวัดค่าระดับออกซิเจนในน้ำและแสดงผลออกมาในหน่วยของระดับปริมาณของออกซิเจนในน้ำ คือ มิลลิกรัม/ลิตร และระบบยังเขียนโปรแกรมให้สามารถเก็บข้อมูลไว้เป็น Data base ของค่าการวัดระดับออกซิเจนได้โดย ระบบสามารถจะบันทึกค่าออกซิเจนลงใน SD-Card ในช่วงเวลา 08.00-16.00 นาฬิกา ซึ่งจะบันทึกทุก ๆ 20 นาที ของระยะเวลาที่ทำการทดสอบประสิทธิภาพของการทำงาน ซึ่งในการเขียนโปรแกรมจะใช้โปรแกรม ภาษาซี (C++) [7] ดังแสดงในรูปที่ 10-11



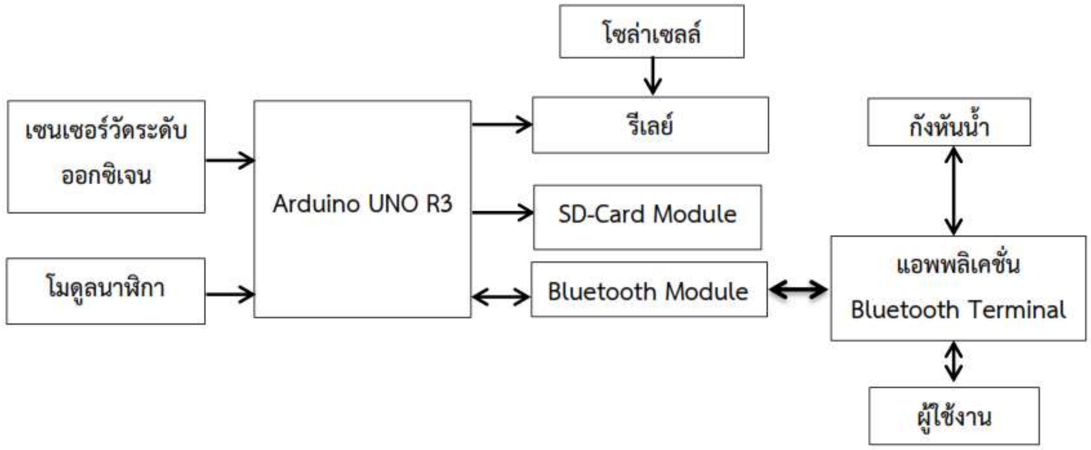
รูปที่ 11 แสดง Module SD-Card

3.3 แผนผังการทำงานของโปรแกรมทั้งหมด



รูปที่ 12 ภาพผังการทำงานของโปรแกรมทั้งหมด

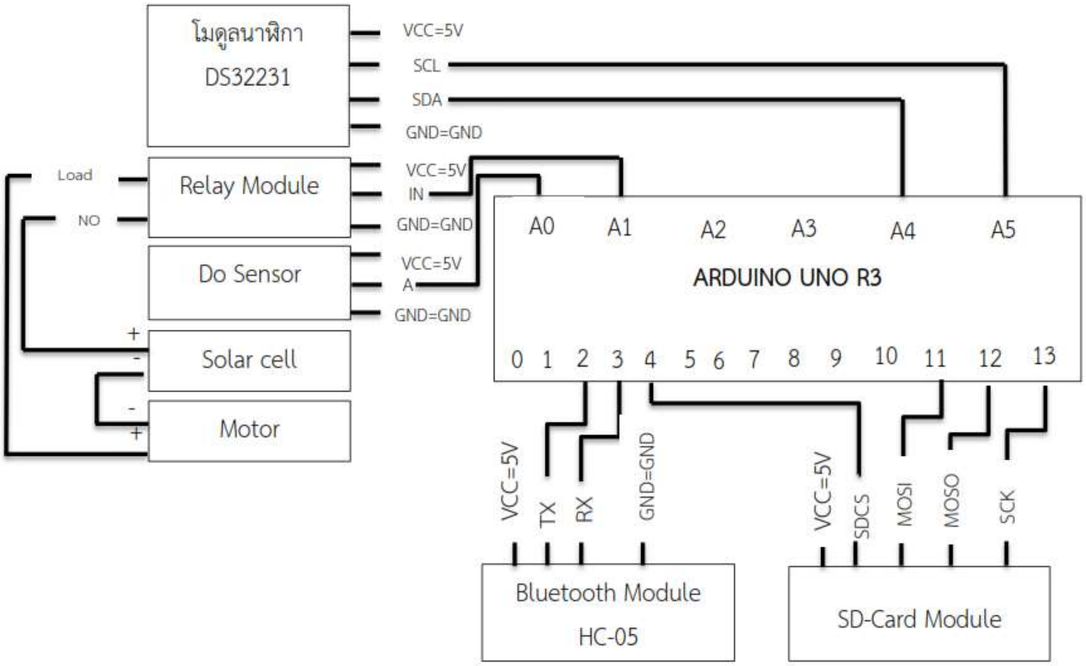
3.4 หลักการทำงานของระบบควบคุมกังหันน้ำเติมออกซิเจนพลังงานแสงอาทิตย์



รูปที่ 13 แสดงบล็อกไดอะแกรมหลักการทำงานของระบบควบคุมกังหันน้ำเติมออกซิเจนพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับบ่อน้ำ

3.5 การออกแบบทางอิเล็กทรอนิกส์

เป็นการออกแบบวงอิเล็กทรอนิกส์สำหรับใช้ควบคุมการทำงานของกังหันน้ำเติมออกซิเจนพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับบ่อน้ำ



รูปที่ 14 วงจรควบคุมกังหันน้ำเติมออกซิเจนพลังงานแสงอาทิตย์

4. ผลการศึกษา

4.1 ผลการทดสอบการสั่งงาน เปิด-ปิด ของกังหันน้ำเติมออกซิเจนพลังงานแสงอาทิตย์ ผ่านแอพพลิเคชั่น Bluetooth Terminal

ผลการทดสอบการสั่งงานการ เปิด-ปิด ของกังหันน้ำเติมออกซิเจนพลังงานแสงอาทิตย์ ผ่านแอพพลิเคชั่น Bluetooth Terminal เชื่อมต่อด้วยสัญญาณบลูทูธกับโมดูล Hc-05 ควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ระยะการในเชื่อมต่อไม่เกิน 15 เมตร ในที่โล่ง โดยทดสอบการสั่งงาน เปิด-ปิด จำนวน 10 ครั้ง ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตารางแสดงผลการทดสอบการทำงานในการสั่งงาน เปิด-ปิด ของกังหันน้ำเติม ออกซิเจนพลังงานแสงอาทิตย์ ผ่านแอพพลิเคชั่น Bluetooth Terminal

ครั้งที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
เปิด	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ปิด	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

หมายเหตุ: ✓ = สามารถทำงานตามคำสั่งได้
✗ = ไม่สามารถทำงานตามคำสั่งได้

จากตารางที่ 1 แสดงผลการทดสอบการสั่งงาน เปิด-ปิด กังหันน้ำเติมออกซิเจนพลังงานแสงอาทิตย์ ผ่านแอพพลิเคชั่น Bluetooth Terminal ในการทดสอบ เปิด-ปิด เป็นจำนวน 10 ครั้ง พบว่าการทดสอบสามารถ เปิด-ปิด กังหันน้ำได้ทั้งหมด 10 ครั้ง โดยไม่มีข้อผิดพลาด

4.2 ผลการทดสอบการทำงานของกังหันน้ำ ตั้งเวลาเปิด-ปิด ผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์

ผลการทดสอบการตั้งเวลาในการ เปิด-ปิด ของกังหันน้ำระบบจะตั้งเวลาเปิด 3 ช่วงเวลา คือ 08.00 - 10.00น. เวลา 11.00 – 13.00น. และเวลา 14.00 – 16.00น. และปิด 3 ช่วงเวลาคือ 10.00 – 11.00น. เวลา 13.00 – 14.00น.และ 16.00 น. การทดสอบนี้ทดสอบภายในหนึ่งวันของวันที่ 6 สิงหาคม 2563 ณ วัดหทัยนเรศวร์ อ.ปากท่อ จ.ราชบุรี ดังตารางที่ 2 เป็นต้นไป

ตารางที่ 2 ตารางแสดงผลการทดสอบการทำงานในการตั้งเวลา เปิด-ปิด

เวลา (นาที)	สถานการณ์ทำงาน	ผลการทดสอบ
08.00	เปิด	✓
08.20-09.40	กังหันน้ำทำงาน	✓
10.00	ปิด	✓
	พักการทำงาน	
11.00	เปิด	✓
11.20-12.40	กังหันน้ำทำงาน	✓
13.00	ปิด	✓
	พักการทำงาน	
14.00	เปิด	✓
14.20-15.40	กังหันน้ำทำงาน	✓
16.00	ปิด	✓

หมายเหตุ: ✓ = สามารถทำงานตามคำสั่งที่ได้ตั้งไว้
✗ = ไม่สามารถทำงานตามคำสั่งที่ได้ตั้งไว้

จากตารางที่ 2 แสดงผลการทดสอบการตั้งเวลา เปิด-ปิด ของกังหันน้ำเติมออกซิเจนพลังงานแสงอาทิตย์ ด้วยการตั้งเวลาผ่านการเขียนโปรแกรมและควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ในการทดสอบการทำงาน จะตั้งเวลาเปิดไว้ที่ 08.00 - 11.00 น.และ 14.00 น. และปิดในเวลา 10.00 - 13.00 น. และ 16.00 น. จากการทดสอบการตั้งเวลา เปิด-ปิด กังหันน้ำพบว่าสามารถทำงานได้ตามเวลาที่ได้ตั้งไว้ด้วยการควบคุมผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์โดยไม่มีข้อผิดพลาด

4.3 ผลการทดสอบการทำงานเซนเซอร์วัดระดับออกซิเจนในการเปรียบเทียบกับเครื่องมาตรฐาน

ผลการทดสอบการทำงานของเซนเซอร์ Do-Sensor วัดระดับออกซิเจนที่ออกแบบและสร้างขึ้น แล้วนำเทียบค่าประสิทธิภาพของการทำงาน โดยการทดสอบจะทำการวัดเปรียบเทียบกับเครื่องวัดระดับออกซิเจนมาตรฐาน Do-Meter ในการวัดระดับออกซิเจน เพื่อเปรียบเทียบค่าปริมาณออกซิเจนและหาค่าความคลาดเคลื่อน (Error) ขั้นตอนในการเทียบค่ามาตรฐานการวัดจะวัดระดับค่าออกซิเจนในน้ำประปาในอัตราส่วนและปริมาณที่เท่ากันหลังจากนั้นก็ทำการวัดค่าออกซิเจน และอ่านค่าที่ออกมาจาก

ระบบการตรวจจับทั้ง 2 ระบบเพื่อนำค่ามา เปรียบเทียบมาตรฐาน โดยการทดสอบจะวัดค่าปริมาณค่าออกซิเจนจำนวน 10 ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ยของค่าปริมาณออกซิเจนในน้ำประปา ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การทำงานของ Do Sensor เทียบกับ Do Meter

ครั้ง	Do Meter (มิลลิกรัม/ลิตร)	Do Sensor (มิลลิกรัม/ลิตร)	Error (%)
1	5.48	5.30	3.28
2	5.56	5.38	3.24
3	5.46	5.29	3.11
4	5.65	5.49	2.83
5	5.64	5.57	1.24
6	5.37	5.30	1.30
7	5.49	5.38	2.00
8	5.34	5.28	1.13
9	5.57	5.46	1.97
10	5.66	5.50	2.82
เฉลี่ย	**5.52**	**5.40**	**2.29**

จากตารางที่ 3 แสดงผลการทดสอบการวัดค่าน้ำประปาของเซนเซอร์ วัดระดับออกซิเจนเพื่อเปรียบเทียบกับเครื่องวัดระดับออกซิเจนมาตรฐานเพื่อหาค่าความคลาดเคลื่อน จากการทดสอบในการวัดค่าออกซิเจนในน้ำประปาจำนวน 10 ครั้ง ค่าเฉลี่ยของเซนเซอร์ วัดระดับออกซิเจนค่าที่วัดได้คือ 5.52 มิลลิกรัม/ลิตร ส่วนเครื่องวัดระดับออกซิเจนมาตรฐานค่าที่วัดได้คือ 5.40 มิลลิกรัม/ลิตร และค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ 2.29 (%)

4.4 ผลการทดสอบค่าออกซิเจนลงบน SD-Card ทุก ๆ 20 นาที เพื่อเปรียบเทียบค่าออกซิเจนกับเครื่องวัดระดับออกซิเจนมาตรฐาน เป็นระยะเวลา 10 วัน

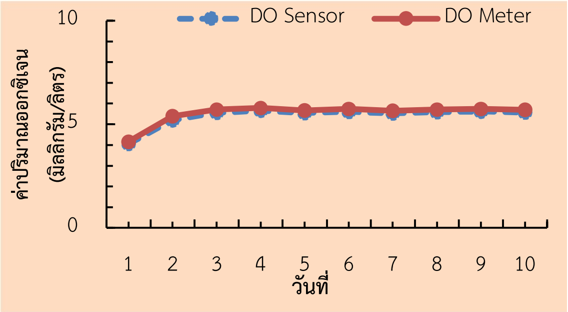
ผลการทดสอบการบันทึกค่าออกซิเจนในบ่อน้ำ เพื่อนำค่าออกซิเจนมาเปรียบเทียบก่อนและหลังการใช้งานกังหันน้ำเติมออกซิเจนพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อดูแนวโน้มว่าค่าออกซิเจนเป็นไปในทิศทางใดเพื่อที่จะบันทึกและสรุปผลการทดลอง โดยการบันทึกค่าออกซิเจนของเครื่องวัดระดับออกซิเจนมาตรฐานเปรียบเทียบกับเซนเซอร์ [12] วัดระดับออกซิเจน ซึ่งเซนเซอร์ วัดระดับออกซิเจนจะบันทึกค่าออกซิเจนลงใน SD-Card ตั้งแต่เวลา 08.00-16.00 น. ซึ่งจะบันทึกทุก ๆ 20 นาที เป็นระยะเวลา 10 วัน ตั้งแต่วันที่ 3 สิงหาคม 2563 ถึง 12 สิงหาคม 2563 ณ วัดหทัยนเรศวร์ อ.ปากท่อ จ.ราชบุรี

ตารางที่ 4 ตารางแสดงค่าเฉลี่ยค่าปริมาณออกซิเจนของเซนเซอร์ (Sensor) วัดระดับออกซิเจน และเครื่องวัดระดับออกซิเจนมาตรฐาน ตั้งแต่วันที่ 3- 12 สิงหาคม 2563

วันที่ในสิงหาคม 2563	Do Sensor (มิลลิกรัม/ลิตร)		Do Meter (มิลลิกรัม/ลิตร)	
	ก่อนหมุน	หลังหมุน	ก่อนหมุน	หลังหมุน
3	3.32	4.05	3.38	4.16
4	3.81	5.19	3.85	5.40
5	3.74	5.56	3.82	5.71
6	4.10	5.65	4.28	5.79
7	4.29	5.54	4.36	5.67
8	4.27	5.60	4.25	5.74
9	4.32	5.52	4.39	5.66
10	4.45	5.58	4.51	5.72
11	4.38	5.61	4.46	5.74
12	4.36	5.57	4.40	5.70
เฉลี่ย	**4.10**	**5.39**	**4.17**	**5.53**

จากตารางที่ 4 ตารางการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าออกซิเจนในน้ำของเซนเซอร์ วัดระดับออกซิเจนกับเครื่องวัดระดับออกซิเจนมาตรฐาน ก่อนหมุนและหลังหมุนของกังหันน้ำในแต่ละวันเป็นระยะเวลา 10 วัน โดยค่าออกซิเจนเฉลี่ยก่อนหมุนของเซนเซอร์วัดระดับออกซิเจนที่วัดได้อยู่ที่ 4.13 มิลลิกรัม/ลิตร และเครื่องเทียบมาตรฐานอยู่ที่ 4.4 มิลลิกรัม/ลิตร และค่าออกซิเจนเฉลี่ยหลังหมุนของเซนเซอร์

วัดระดับออกซิเจนที่วัดได้อยู่ที่ 5.39 มิลลิกรัม/ลิตร และเครื่องเทียบมาตรฐานอยู่ที่ 5.53 มิลลิกรัม/ลิตร



รูปที่ 15 แสดงค่าเฉลี่ยของปริมาณออกซิเจน ในระหว่างวันที่ 3 - 12 สิงหาคม 2563

จากกราฟที่ 1 แสดงค่าปริมาณออกซิเจนของเซนเซอร์ตรวจวัดระดับออกซิเจนเปรียบเทียบค่าปริมาณออกซิเจนที่วัดได้กับเครื่องมาตรฐานเป็นระยะเวลา 10 วัน พบว่าวันที่ 1 ค่าออกซิเจนที่เซนเซอร์วัดระดับออกซิเจนวัดได้คือ 4.05 มิลลิกรัม/ลิตร และ เครื่องมาตรฐานวันได้ 4.16 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งแนวโน้มออกซิเจนเพิ่มขึ้นตามลำดับโดยในวันที่ 10 ค่าออกซิเจนที่เซนเซอร์วัดระดับออกซิเจนวัดได้เพิ่มขึ้น 1.52 มิลลิกรัม/ลิตร และ เครื่องมาตรฐานวันได้เพิ่มขึ้น 1.54 มิลลิกรัม/ลิตร

5. วิจารณ์และสรุปผล

ระบบกังหันน้ำเติมออกซิเจนพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับบ่อน้ำ โดยมีหลักการใช้โซล่าเซลล์แปลงพลังงานแสงอาทิตย์มาเป็นพลังงานไฟฟ้าเพื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับมอเตอร์เพื่อขับเคลื่อนกังหันน้ำให้เพียงพอต่อการใช้งานโดยจะทดสอบการสั่งงาน เปิด-ปิด ของกังหันน้ำจากผู้ใช้งานผ่านแอพพลิเคชั่น Bluetooth Terminal สามารถทำงานการตั้งเวลา เปิด-ปิด อัตโนมัติ และควบคุมการทำงานผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์ได้แสดงสถานะบนหน้าจอโทรศัพท์มือถือรุ่นสมาร์ทโฟน ได้ในระบบแอนดรอยด์ได้จริง ซึ่งได้ตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยซึ่งเน้นการออกแบบกังหันน้ำสามารถเพิ่มปริมาณออกซิเจนในบ่อน้ำได้ โดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์และระบบสามารถตรวจวัดปริมาณออกซิเจนในน้ำและบันทึกค่าปริมาณของออกซิเจนในน้ำแสดงผลผ่านแอพพลิเคชั่นบน สมาร์ทโฟน ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งงานวิจัยนี้มีข้อที่ได้เปรียบด้านเทคโนโลยีและระบบควบคุมอัตโนมัติ เมื่อเทียบกับงานวิจัยที่มีการพัฒนามาแล้ว โดยจะมีหลักการทำงานที่มีการการสั่งงานเปิด-ปิด ของกังหันน้ำจากผู้ใช้งานหรือการเปิด-ปิด ระบบจากการกดสวิตซ์ไฟนั่นเอง [10-12]

ประสิทธิภาพการทำงานของกังหันน้ำเติมออกซิเจนพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับบ่อน้ำ สามารถใช้โซล่าเซลล์แปลงพลังงานแสงอาทิตย์มาเป็นพลังงานไฟฟ้าเพื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับมอเตอร์เพื่อขับเคลื่อนกังหันน้ำให้เพียงพอต่อการใช้งานโดยจะทดสอบการสั่งงาน เปิด-ปิด ของกังหันน้ำจากผู้ใช้งานผ่านแอพพลิเคชั่น Bluetooth Terminal ด้วยสัญญาณบลูทูธ ผลการทดสอบพบว่ากังหันน้ำสามารถทำงานได้ตามคำสั่งที่ได้ตามตั้งไว้ทุกช่วงเวลาและสามารถสั่งการเปิด-ปิดผ่านแอพพลิเคชั่น Bluetooth Terminal ได้โดยไม่มีข้อผิดพลาด พบว่ามีค่าปริมาณออกซิเจนในน้ำก่อนติดตั้งกังหันน้ำมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.13 มิลลิกรัม/ลิตร และปริมาณออกซิเจนในน้ำเมื่อติดตั้งกังหันน้ำในบ่อน้ำแล้วพบว่าปริมาณออกซิเจนมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 5.46 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบค่าก่อนและหลังการติดตั้งจะพบว่าปริมาณออกซิเจนในน้ำเพิ่มขึ้นเฉลี่ยอยู่ที่ 1.33 มิลลิกรัม/ลิตร

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของการวิจัยเรื่อง กังหันน้ำเติมออกซิเจนพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับบ่อน้ำ Aerator in water with solar energy for pond ซึ่งได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2563 ขอขอบพระคุณที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัยเพื่อการดำเนินโครงการวิจัยในครั้งนี้

7. เอกสารอ้างอิง

[1] National Science and Technology Development Agency. Solar Energy Benefits. [Online]. [Cited July 15, 2021]. Available: https:// mnre.go.th

[2] P. Thataphan. Solar cell. [Online]. (2018). [Cited October 30, 2021]. Available: https://medium.-com/@Horizoniiz

[3] C. Wonggeiy. Solar-powered water-oxygenator research for fish breeding ponds. [Online]. (2018). [Cited July 20, 2021]. Available: https://www.rdi.rmutsb.ac.th/

[4] Solar Energy. (2018). Title. Components of solar cells. [Online]. (2018). [Cited July 20, 2021] Available:https://solarenergy-th.blogspot.com/

[5] T. Musika. (2018). Title. Air fill Water Turbine With Solar Energy. [Cited October 13, 2021]. Available: http://rdi.rmutsb.ac.th/

[6] Trossen Robotics. Title Aduino UNO. (2018). [Cited September 13, 2021]. Available: https://trossenro-botics.com/

[7] OSPREY SCIENTIFIC INC. (2021). Title. Do meter Sensor Do-450. [Online]. (2021). [Cited October 20, 2021]. Available: https://Osprey-scientific.com

[8] Daiichi Plastic Co., Ltd. (2018).Title. Water turbine buoyancy. [Online]. (2021). [Cited June 9, 2018] Available: https://mallc3.com/

[9] Protronics Company Intertrade Co., Ltd. (Title. Oxygen level sensor. [Online]. (2021). [Cited June 15, 2018] Available: http://pro-tronics.co.th/

[10] M. Prabha, M. Seema and P. Saraswathi. “Distance based Accident Avoidance System using Arduino,” *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, vol. 2 no.7, pp’777-780, Oct. 2015.

[11] P. MhahaMai, W. Wiraya, Turbine Oxygen Generator Solar Powered Co-Op Reverse Power For Fish Pond. (2018). [Cited September 17, 2021].Available: http://journal.up.ac.th/. 2018

[12] P. Suwannapet. Microcontroller Teaching Materials. [Online]. (2018). [Cited August 14, 2018]. Available: https://www.praphas.com/. 2018

[13] SolarHub, Calculate and design solar systems. [Online]. (2021). [Cited June 14, 2021]. Available: https://www.solarhub.co.th/solar information/solar-design/. 2021