

การพัฒนากังหันน้ำเติมอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ควบคุมผ่านสัญญาณไร้สาย The Development of Solar Aerator Controlled by Wireless Signal

ชัยยงค์ เสริมผล¹, จิระเดช สังคะโฮ¹, และพลวัฒน์ ศรีโยหา¹
Chaiyong Soemphol¹, Jiradet Sangkhaho¹, and Ponlawat Sriyoha¹
¹สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

¹Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, Mahasarakham University

Received: August 21, 2019

Revised: September 23, 2019

Accepted: September 30, 2019

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาและพัฒนาเครื่องกังหันน้ำเติมอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ที่สามารถสั่งงานและควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์ผ่านสัญญาณไร้สายได้ เครื่องที่นำเสนอใช้แผงโซลาร์เซลล์ขนาด 570 วัตต์เป็นแหล่งกำเนิดพลังงานไฟฟ้า โดยมีการเก็บสะสมพลังงานไฟฟ้าด้วยแบตเตอรี่ขนาด 130 แอมป์แอมป์ชั่วโมง มีมอเตอร์กระแสตรง 250 วัตต์ เป็นต้น กำลังหมุนกังหันและสามารถใช้ร่วมกับใบพัดวิดน้ำแบบ 6 และ 8 ใบพัดได้ ผลการทดสอบการทำงานพบว่าเครื่องที่สร้างขึ้นสามารถสั่งงานผ่านสัญญาณไร้สายได้ในระยะไม่เกิน 100 เมตร นอกจากนี้ผลการทดสอบเปรียบเทียบปริมาณการใช้กระแสในการทำงาน ความเร็วรอบของมอเตอร์และปริมาณการเติมออกซิเจนในน้ำของเครื่องกังหันน้ำ พบว่าภายใต้เงื่อนไขการทดสอบเหมือนกัน เครื่องกังหันน้ำที่ใช้ใบพัดวิดน้ำแบบ 6 ใบจะใช้กระแสจ่านวนน้อยกว่าในการขับมอเตอร์ให้หมุนด้วยความเร็วรอบที่สูงกว่ากังหันน้ำที่ใช้ใบพัดวิดน้ำแบบ 8 ใบพัด ส่งผลให้เครื่องกังหันน้ำแบบ 6 ใบพัดสามารถใช้เพิ่มปริมาณออกซิเจนในน้ำได้มีประสิทธิภาพมากกว่าแบบ 8 ใบพัด

คำสำคัญ: กังหันน้ำ, พลังงานงานแสงอาทิตย์, สัญญาณไร้สาย, ออกซิเจนละลายน้ำ

Abstract

This research presents the study and construction of solar aerators that can control motor speed by a wireless signal. The proposed machine used solar panels with 570 watts to generate electricity and collected electric energy with 130 AH battery capacity. The 250 watts DC motor was used to rotate the turbine which could be used with 6 or 8 propeller turbines. The experimental results showed that the constructed machine could be controlled by a wireless signal at the distance less than 100 meters. Furthermore, the comparison between the used current, motor speed and the amount of added oxygen in the water of the aerator had been presented. The results showed that under the same testing conditions, the 6 propeller turbines used a smaller amount of current to drive the motor to spin at a higher speed than the aerator that used the 8 propeller turbine. As a result, a 6 propeller turbine can be used to increase the amount of oxygen in the water more efficiently than an 8-propeller turbine.

Keywords: aerator, solar energy, wireless signal, dissolved Oxygen



บทนำ

น้ำเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีความสำคัญในการดำรงชีวิตของมนุษย์และสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ บนโลกนี้ โดยในแต่ละวันเราล้วนจำเป็นต้องใช้น้ำในการอุปโภคบริโภคทั้งสิ้น นอกจากนี้ น้ำก็ยังเป็นทรัพยากรที่สำคัญอย่างหนึ่งต่อการพัฒนาเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม การใช้น้ำในการสาธารณูปโภคภาคอุตสาหกรรม การใช้น้ำในภาคการคมนาคมขนส่ง ตลอดจนการใช้น้ำในภาคเกษตรกรรม การประมง เป็นต้น ในปัจจุบันจะพบว่าประเทศไทยมีการใช้น้ำในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำมากยิ่งขึ้น เช่น การเพาะเลี้ยงปลา การเพาะเลี้ยงกุ้ง โดยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในแต่ละชนิดนั้นย่อมมีปัจจัยที่ส่งผลต่อการดำรงชีวิตและการเจริญเติบโตที่ต่างกัน เช่น พื้นที่ในการขุดลอกสระน้ำเพื่อนำมาใช้ในการเพาะเลี้ยง ปัจจัยทางสภาพภูมิอากาศ ปัจจัยทางด้านอาหาร และปัจจัยทางด้านออกซิเจนที่ละลายน้ำ ซึ่งในการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำนั้นต้องพึ่งพาอาศัยออกซิเจนที่ละลายน้ำไปใช้ในการหายใจ ดังนั้นจึงสามารถกล่าวได้ว่าออกซิเจนเป็นปัจจัยสำคัญเป็นอันดับแรกในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ เพราะหากสัตว์น้ำไม่มีออกซิเจนที่นำไปใช้ในการหายใจจะส่งผลให้สัตว์น้ำมีการเจริญเติบโตที่ช้า หรืออาจส่งผลให้สัตว์น้ำที่เกษตรกรเลี้ยงเกิดสภาวะขาดออกซิเจนและ

ทำให้สัตว์น้ำตายได้ โดยสาเหตุหลักที่ทำให้น้ำในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำมีปริมาณออกซิเจนต่ำ คือ เชื้อจุลินทรีย์ที่เกิดจากอาหารที่ให้กับสัตว์น้ำ ซึ่งบางครั้งเกษตรกรมีการให้อาหารที่มากเกินไปกว่าจำนวนของสัตว์น้ำ จะนำไปใช้ประโยชน์รวมถึงของเสียที่สัตว์น้ำได้ปล่อยออกมา จะทำให้เกิดเชื้อจุลินทรีย์สะสมภายในน้ำส่งผลให้ออกซิเจนภายในน้ำลดลงและนอกจากนี้พื้นที่ส่วนใหญ่ที่ใช้ในการเลี้ยงสัตว์น้ำนั้นเป็นพื้นที่จำกัด และน้ำไม่สามารถไหลเวียนหรือถ่ายเทอากาศภายในตัวเองได้เหมือนแม่น้ำในธรรมชาติ ซึ่งน้ำในธรรมชาติ มีการไหลเวียนและเคลื่อนที่ของน้ำอยู่ตลอดเวลา จึงมีการถ่ายเทและปรับสภาพออกซิเจนภายในน้ำได้โดยธรรมชาติ

กระบวนการเพิ่มออกซิเจนเพื่อเพิ่มคุณภาพน้ำมีหลากหลายวิธี แต่ที่นิยมนำมาใช้ในประเทศไทย คือ การเพิ่มออกซิเจนในน้ำโดยการใช้กังหันน้ำเติมอากาศซึ่งใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นตัวหมุนใบพัดวิดน้ำในบ่อขึ้นมาให้เป็นละอองสัมผัสกับอากาศ ทำให้น้ำมีพื้นที่ในการกระจายตัวรับออกซิเจนในอากาศได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งวิธีการนี้เป็นวิธีที่สะดวกสบาย และประหยัดค่าใช้จ่าย แต่จะมีปัญหาในพื้นที่ห่างไกลที่กระแสไฟฟ้ายังเข้าไม่ถึง จะไม่มีแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้าได้โดยตรง จำเป็นต้องใช้พลังงานจากแหล่งพลังงานอื่น ๆ ซึ่งในปัจจุบันแหล่งพลังงานจากแสงอาทิตย์ได้ถูกนำมาใช้

งานมากยิ่งขึ้น เช่น ใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าเพื่อใช้งานตามบ้านเรือน (Panprayun, 2017) ใช้ในระบบขนส่ง (Rahman, 2016) ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม หรือใช้เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าเพื่อใช้กับการเกษตรที่อยู่นอกเขตการจ่ายไฟฟ้าจากการไฟฟ้า (Torshizi & Mighani, 2017) ซึ่งมีการใช้แผงโซลาร์เซลล์เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าเพื่อนำไปใช้กับระบบไฟฟ้าภายในไร่ ระบบน้ำสำหรับการปลูกพืช รวมถึงการใช้เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าในการผลิตกระแสไฟฟ้าให้กับเครื่องกังหันน้ำเพื่อใช้ในการเพิ่มปริมาณออกซิเจนในน้ำให้กับบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำด้วย (Mahamai, Viriyah & Phechsuwan, 2014) ส่งผลให้เกษตรกรที่อยู่ในพื้นที่ห่างไกลเกิดความสะดวกสบายมากยิ่งขึ้น ไม่จำเป็นต้องพึ่งระบบการจ่ายกระแสไฟฟ้าจากการไฟฟ้า

ในงานวิจัยนี้ จึงได้มีแนวคิดพัฒนาเครื่องกังหันน้ำเติมอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ขึ้นมา เพื่อใช้ในการเพิ่มคุณภาพของน้ำในแหล่งน้ำต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำของเกษตรกร หรือบ่อบำบัดน้ำเสียที่อยู่ในพื้นที่ห่างไกลนอกเขตการส่งจ่ายกระแสไฟฟ้าของการไฟฟ้า โดยจะใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในการผลิตพลังงานไฟฟ้า และมีการใช้แบตเตอรี่เก็บพลังงานไฟฟ้าไว้ใช้ในกรณีที่ไม่มีแสงแดดทำให้สามารถใช้งานได้อย่างต่อเนื่องเต็มประสิทธิภาพ เครื่องสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับมอเตอร์ด้วยกระแสไฟฟ้าที่คงที่ จึงทำให้มอเตอร์สามารถปรับความเร็วรอบได้ตามต้องการ โดยเครื่องที่พัฒนาขึ้นมานี้จะสามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการเพิ่มปริมาณออกซิเจนบ่อน้ำหรือบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่อยู่ในพื้นที่ห่างไกลได้โดยตัวเครื่องสามารถควบคุมการทำงานผ่านสัญญาณไร้สายได้ ทำให้ผู้ใช้มีความสะดวกสบายในการสั่งเปิด-ปิดเครื่อง และควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์ให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมรอบข้าง และปริมาณของพลังงานไฟฟ้าที่เก็บสะสมไว้ในแบตเตอรี่

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาและพัฒนาเครื่องกังหันน้ำเติมอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ให้สามารถใช้กับระบบการส่งงานแบบไร้สายได้ และเปรียบเทียบประสิทธิภาพการเติมอากาศของกังหันน้ำเติมอากาศที่ใช้ร่วมกับใบพัดวิดน้ำแบบ 6 และ 8 ใบพัด

แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การเพิ่มปริมาณออกซิเจนในน้ำจะทำให้มีคุณภาพที่ดีขึ้นส่งผลให้สัตว์น้ำสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ และสามารถทำให้แหล่งน้ำนั้นมีความสมบูรณ์มากขึ้นจนอาจจะสามารถนำจากแหล่งน้ำนั้นกลับมาใช้งานได้ ซึ่งทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสร้างเครื่องมือเพื่อเติมปริมาณออกซิเจนลงในน้ำมี ดังนี้

เครื่องกังหันน้ำเติมอากาศ

เครื่องกังหันน้ำเติมอากาศเป็นอุปกรณ์สำคัญที่ช่วยเพิ่มออกซิเจนแก่น้ำ โดยกังหันน้ำจะใช้ใบพัดในการกวนให้น้ำกระจายตัวในอากาศและรับออกซิเจนละลายน้ำมีค่าความเข้มข้นอยู่สม่ำเสมอทั่วทั้งบริเวณกังหันน้ำจากการศึกษาการใช้งานกังหันน้ำเติมอากาศในประเทศไทยพบว่ากังหันน้ำมักจะถูกใช้งานเมื่อแหล่งน้ำนั้น ๆ มีปริมาณของออกซิเจนในน้ำลดลงเหลือ 2 มิลลิกรัม/ลิตร หรือน้อยกว่า ซึ่งถือว่าน้ำเริ่มขาดออกซิเจน จึงได้นำเครื่องเติมอากาศมาใช้ในการเติมอากาศให้กับน้ำ (Praphat, 2008; Patel & Subhedar, 2017)

ประเภทของกังหันเติมอากาศ

กังหันน้ำเติมอากาศที่ใช้เพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำมีหลายประเภท (Qasim, 1998) ดังนี้

1. เครื่องเติมอากาศแบบกระจาย (diffused aeration machine) เป็นการเติมอากาศโดยอาศัยการถ่ายโอนออกซิเจนกับน้ำ โดยการเติมอากาศจากด้านล่างของถังผ่านแท่งกระจายอากาศ ทำให้เกิดฟองอากาศลอยขึ้นสู่ผิวน้ำ โดยฟองอากาศที่เกิดขึ้นสามารถแบ่งได้ 3 ระดับ คือ แบบฟองละเอียด (fine bubble) แบบฟองขนาดกลาง (medium bubble) และแบบฟองหยาบ (coarse bubble)

2. เครื่องกลเติมอากาศ (mechanical aeration machine) เป็นเครื่องเติมอากาศที่ใช้มอเตอร์ในการส่งกำลังไปยังแกนเพลลาเพื่อขับใบพัดที่ใช้เติมอากาศให้หมุน โดยสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

2.1 เครื่องเติมอากาศที่ผิวน้ำ ส่วนใหญ่ใช้กับระบบบำบัดน้ำเสีย โดยใช้ใบพัดวิดน้ำบริเวณผิวน้ำให้แตกกระจายขึ้นสู่อากาศช่วยเพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัสของน้ำให้มีอัตราการถ่ายเทออกซิเจนเพิ่มขึ้น เนื่องจากมีปริมาณออกซิเจนในอากาศไม่จำกัด เพราะอากาศมีผิวสัมผัสต่อเนื่อง ส่วนน้ำมีผิวสัมผัสไม่ต่อเนื่องจึงมีปริมาณออกซิเจนน้อย เครื่องเติมอากาศที่ผิวน้ำชนิดความเร็วต่ำมีข้อดี คือ ออกแบบติดตั้ง ดูแลรักษาง่าย ประสิทธิภาพการถ่ายเทออกซิเจนสูง ค่าใช้จ่ายในการใช้งานต่ำ ข้อจำกัด คือ ใบพัดวิดน้ำได้เฉพาะผิวน้ำ การผสมกันของน้ำกับอากาศจึงจำกัดความลึก

2.2 เครื่องเติมอากาศแบบอัดอากาศลงใต้น้ำ ระบบเป่าอากาศลงใต้น้ำและกระจายฟองเป็นเครื่องกลเติมอากาศที่ออกแบบแผงท่อเติมอากาศให้กับน้ำเสียโดยการอัดอากาศเข้าไปในท่อน้ำอากาศให้แยกออกไปตามท่อกระจายที่เจาะเป็นรูเล็ก ๆ ใ้รู้ที่เจาะจะปล่อยอากาศใต้น้ำให้น้ำเสีย และทำให้น้ำเคลื่อนตัวช่วยให้การเติมอากาศดีขึ้น ข้อเสียของเครื่องเติมอากาศประเภทนี้คือถ้าออกแบบไม่ดีจนทำให้การเติมอากาศมีประสิทธิภาพต่ำเพราะมีปัญหาการอุดตันของท่อกระจายฟองอากาศ

ปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ

ตามที่ได้ในส่วนของบทนำไปแล้วว่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำมีความสำคัญในการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในน้ำ ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณค่าออกซิเจนละลายน้ำ ซึ่งมี ดังนี้

- อุณหภูมิ จากการศึกษาจะพบว่า ที่ความดันบรรยากาศ 760 มิลลิเมตรปรอท ที่อุณหภูมิต่ำจะมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำมากกว่าอุณหภูมิสูง
- ความดันอากาศ จะพบว่า ที่อุณหภูมิเดียวกันออกซิเจนละลายกับน้ำได้ที่ความดันอากาศสูงมากกว่าที่ความดันอากาศต่ำ
- ความเค็ม จะพบว่า ถ้าความเค็มมากขึ้นจะมีค่าออกซิเจนละลายน้ำต่ำลงไป
- พื้นที่ผิวน้ำ การถ่ายเทออกซิเจนระหว่างน้ำกับอากาศเกิดขึ้นตลอดเวลา คือ ออกซิเจนในน้ำจะแพร่ขึ้นสู่อากาศ และออกซิเจนในอากาศสัมผัสกับผิวน้ำละลายปน

กับน้ำ ถ้าพื้นผิวน้ำมาก น้ำจะได้รับออกซิเจนจากอากาศมากขึ้น

พลังงานแสงอาทิตย์

พลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานหมุนเวียนที่ใหญ่ที่สุด มีศักยภาพมหาศาลในการเก็บเกี่ยวมาผลิตพลังงานไฟฟ้าและเป็นแหล่งพลังงานหมุนเวียนที่ไม่มีวันหมด นอกจากนี้พลังงานแสงอาทิตย์ยังเป็นพลังที่สะอาดไม่ก่อให้เกิดมลพิษ ซึ่งกำลังเป็นที่นิยม ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาผลิตเป็นพลังงานไฟฟ้าเพิ่มเติมจากการใช้แหล่งพลังงานอื่น ๆ

สำหรับประเทศไทยนั้นมีพื้นที่ตั้งอยู่ใกล้แนวศูนย์สูตร ซึ่งทำให้มีศักยภาพค่อนข้างสูงในการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ โดยจากข้อมูลกรมพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน (Department of Alternative Energy Development and Efficiency, 2018) พบว่าค่าความเข้มรังสีรวมของดวงอาทิตย์รายวันเฉลี่ยต่อปีของพื้นที่ทั่วประเทศมีค่าเท่ากับ $17.6 \text{ MJ/m}^2\text{-day}$ โดยบริเวณที่ได้รับรังสีดวงอาทิตย์สูงสุดเฉลี่ยทั้งปีอยู่ที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ทำให้พบว่าในปัจจุบันพื้นที่ต่าง ๆ ในประเทศไทยมีการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ในการผลิตพลังงานไฟฟ้าในหลากหลายภาคส่วน เช่น ภาคอุตสาหกรรม ภาคครัวเรือน รวมถึงใช้งานในภาคเกษตรกรรม เป็นต้น

เซลล์แสงอาทิตย์

เซลล์แสงอาทิตย์ (photovoltaic cell) หรือ โซลาร์เซลล์ (Solar cell) เป็นตัวกลางที่ใช้สำหรับเปลี่ยนรูปพลังงานแสงอาทิตย์ให้กลายเป็นพลังงานไฟฟ้าโดยใช้ปฏิกิริยาทางเคมีระหว่างแสงอาทิตย์กับแผงโซลาร์เซลล์โดยระบบการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแผงโซลาร์เซลล์ มีลำดับดังนี้

1. แผงโซลาร์เซลล์ รับพลังงานแสงอาทิตย์ เปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้า
2. ควบคุมแรงดันไฟฟ้าให้คงที่โดยใช้เครื่องควบคุมประจุ (Solar charge controller) ก่อนการเก็บสำรองพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้

3. เก็บสำรองพลังงานไฟฟ้าโดยใช้แบตเตอรี่

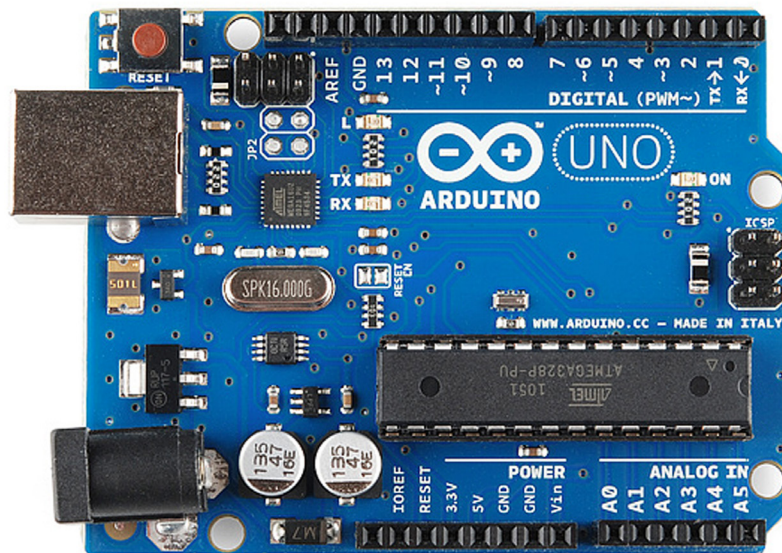
4. กรณีใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสตรงสามารถต่อตรงจากแบตเตอรี่สำรองพลังงานได้เลย แต่กรณีใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสสลับจะต้องใช้ตัวแปลงกระแส (inverter) ก่อนที่จะต่อเข้ากับอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสสลับทั่วไป

ระบบควบคุมความเร็วมอเตอร์กระแสตรง

ในปัจจุบันมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงกลายเป็นส่วนประกอบสำคัญที่ใช้กับเครื่องจักรหรือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีการใช้งานในชีวิตประจำวัน การควบคุมความเร็วมอเตอร์กระแสตรงนั้น สามารถทำได้โดยการควบคุมกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์ ในปัจจุบันจะพบว่าหนึ่งในวิธีที่นิยมใช้ควบคุมความเร็วมอเตอร์กระแสตรง คือ การนำไมโครคอนโทรลเลอร์มาประยุกต์ใช้กับการควบคุมมอเตอร์กระแสตรง เช่น การใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์สร้างสัญญาณพัลส์วidthมอดูเลชัน (Pulse Width Modulation–PWM) เพื่อใช้ในการควบคุมความเร็วมอเตอร์ (Mohammed, 2013) เป็นต้น

บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโน

ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) เป็นอุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็กที่สามารถใช้สั่งควบคุมระบบต่าง ๆ ได้เหมือนกับคอมพิวเตอร์ แต่จะสามารถรับและส่งสัญญาณไปควบคุมอุปกรณ์ภายนอกได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ (Ratsameechy, 2015) บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโน (Arduino) ดังแสดงในภาพ 1 เป็นหนึ่งในบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ได้รับความนิยมนำไปใช้งานด้านการควบคุมระบบต่าง ๆ เนื่องจากมีจุดเด่นในเรื่องของความง่ายต่อการเรียนรู้ และใช้งานเนื่องจากมีการออกแบบคำสั่งต่าง ๆ ขึ้นมาสนับสนุนการใช้งานด้วยการใช้งานด้วยการใช้งานที่มีรูปแบบที่ง่ายไม่ซับซ้อน มีช่องการรับและส่งออกสัญญาณขึ้นพื้นฐานที่พอเพียงกับการใช้งาน โดยตัวบอร์ดอาดูโนจะมีหลากหลายรุ่นให้เลือกใช้งาน แต่ละรุ่นจะมีความสามารถที่แตกต่างกันไป แต่ก็จะมีชุดคำสั่งที่ใช้ควบคุมช่องสัญญาณได้ครบถ้วน ไม่ว่าจะเป็นช่องสัญญาณดิจิทัล (Digital) ช่องสัญญาณแอนะล็อก (Analog) และช่องสัญญาณพัลส์วidthมอดูเลชัน (PWM) เป็นต้น



ภาพ 1 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโน

Note. From “What is an Arduino?” by SparkFun Electronics, 2011, retrieved from <https://learn.sparkfun.com/tutorials/what-is-an-arduino/all>

โมดูลสื่อสารไร้สาย

โมดูลสื่อสารไร้สาย (Wireless module) เป็นส่วนที่ช่วยให้ไมโครคอนโทรลเลอร์เชื่อมต่อกับเครือข่ายข้อมูลในแบบไร้สายผ่านสัญญาณไวไฟ (Wi-Fi) ได้ง่ายขึ้น เนื่องจากตัวโมดูลนี้จะทำหน้าที่จัดการขั้นตอนต่าง ๆ ในการเชื่อมต่อกับเครือข่ายข้อมูลเพียงได้รับคำสั่งในรูปจากไมโครคอนโทรลเลอร์หรือคอมพิวเตอร์ ทำให้การพัฒนาโปรแกรมทางฝั่งไมโครคอนโทรลเลอร์ที่เกี่ยวข้องกับการเชื่อมต่อเครือข่ายข้อมูลผ่านสัญญาณไร้สายทำได้ง่ายขึ้นมาก โมดูลสัญญาณ

ไร้สายที่นิยมนำมาใช้งานกับบอร์ดอา두โนก็ คือ โมดูล NRF24L01 Module ดังภาพ 2 เป็นโมดูลสื่อสารไร้สายที่สามารถเขียนโปรแกรมให้เป็นได้ ทั้งตัวรับและตัวส่งสามารถใช้กับอาดูโนได้หลาย ๆ ตัวพร้อมกัน ใช้กับสัญญาณความถี่ 2.4 GHz จึงสื่อสารได้รวดเร็วและไม่ต้องการสายอากาศที่ยาว มีขนาดเล็กสะดวกในการต่อใช้งาน สามารถประยุกต์ใช้งานได้หลายอย่าง เช่น ใช้เป็นอุปกรณ์ส่งข้อมูลของเซนเซอร์อัตโนมัติสำหรับควบคุมหรือแจ้งการเตือนเหตุการณ์ต่าง ๆ เป็นต้น



ภาพ 2 โมดูลสัญญาณไร้สาย NRF24L01

Note. From “NRF24L01 Wireless module” by AllNewStep, 2019, retrieved from <https://www.arduinoall.com/article/10>

กรอบแนวคิดการวิจัย

สำหรับงานวิจัยนี้เป็นงานที่ทำการศึกษา ออกแบบและพัฒนาเครื่องกังหันน้ำเติมอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ที่สามารถสั่งงานเปิด-ปิด และควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์ได้ด้วยสัญญาณไร้สาย เพื่อใช้สำหรับการเพิ่มปริมาณออกซิเจนในน้ำให้กับบ่อน้ำทั่วไปหรือบ่อน้ำสำหรับเกษตรกรที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำหรือบ่อบำบัดน้ำเสียที่อยู่ในพื้นที่ห่างไกล นอกเขตการส่งจ่ายกระแสไฟฟ้าของการไฟฟ้า โดยจะมีการทดสอบ 4 ส่วน ดังนี้

1. การทดสอบการทำงานเบื้องต้นของเครื่องซึ่งได้แก่ การทรงตัวและการควบคุมการทำงานผ่านสัญญาณไร้สาย
2. การทดสอบประสิทธิภาพของแผงโซลาร์เซลล์โดยการวัดค่าพลังงานไฟฟ้าที่โซลาร์เซลล์ผลิตขึ้นมาได้
3. การทดสอบกระแสการทำงานมอเตอร์
4. การทดสอบความเร็วรอบกังหัน
5. ประสิทธิภาพของการเติมออกซิเจนละลายน้ำของใบพัดวิดน้ำที่ใช้กับเครื่องที่สร้างขึ้น

โดยการทดสอบในข้อ 3-5 จะทดสอบเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างใบพัดวิดน้ำแบบ 6 ใบพัด และแบบ 8 ใบพัด เพื่อหาความเหมาะสมในการนำไปใช้งานจริงต่อไป

สมมติฐานการวิจัย

เครื่องกังหันน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ที่สร้างขึ้นสามารถเพิ่มปริมาณออกซิเจนในน้ำให้กับแหล่งน้ำที่ใช้ทดสอบได้

วิธีดำเนินการวิจัย

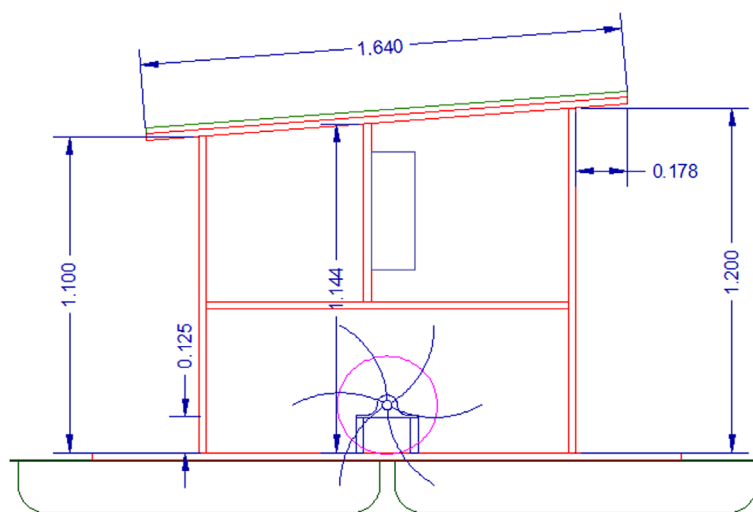
ขั้นตอนการดำเนินการจัดโครงการเครื่องกังหันน้ำเติมอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ควบคุมผ่านสัญญาณไร้สาย เริ่มจากการศึกษาการทำงานของอุปกรณ์การควบคุม รวมไปถึงอุปกรณ์ของการส่งกำลังขับเคลื่อนตัวใบพัดวิดน้ำ และหลักการการเติมอากาศ การนำโซล่าเซลล์มาใช้ในการผลิตไฟฟ้า พร้อมทั้งการออกแบบโครงสร้างโดยรวมของเครื่องกังหันน้ำเติมอากาศพลังงานแสงอาทิตย์

1. การออกแบบโครงสร้างเครื่องกังหันน้ำพลังงานแสงอาทิตย์กังหันน้ำเติมอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ที่จะพัฒนาขึ้นเป็นกังหันน้ำประเภทเติมอากาศบริเวณผิวน้ำ โดยตัวเครื่องจะใช้ใบพัดในการวิดน้ำทั้งหมด 4 ชุด มีการส่งกำลังหมุนใบพัดวิดน้ำด้วยมอเตอร์กระแสตรง 250 วัตต์ ใช้แผงโซล่าเซลล์เป็นแหล่งกำเนิดไฟฟ้าที่นำไปชาร์จเก็บไว้ในแบตเตอรี่ มีชุดควบคุมการทำงานของมอเตอร์ โดยมี

การสั่งงานด้วยระบบไร้สายผ่านบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ อาดูโนร่วมกับโมดูลสื่อสารไร้สาย สามารถส่งคำสั่งควบคุมความเร็วมอเตอร์ได้โดยการป้อนคำสั่งเป็นเปอร์เซ็นต์การทำงานของมอเตอร์ และกดยืนยันคำสั่ง เพื่อให้เครื่องสามารถทำงานตามที่ผู้ใช้งานต้องการ ในส่วนของระยะเวลาของการทำงานก็จะขึ้นอยู่กับกำลังการผลิตไฟฟ้าที่โซล่าเซลล์ผลิตได้และที่เหลือจากการใช้งานก็จะชาร์จเก็บไว้ในแบตเตอรี่ เพื่อใช้ในเวลาที่ไม่มีแสงอาทิตย์เพียงพอในการนำมาผลิตพลังงานไฟฟ้าได้

ในส่วนของการออกแบบโครงสร้างเครื่องกังหันน้ำของงานวิจัยนี้ได้นำแนวทางการออกแบบเครื่องกังหันเติมอากาศแต่ละชนิดที่ได้จากการศึกษาข้อมูลในแต่ละงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมาปรับใช้ให้สามารถนำมาพัฒนาเข้ากับเครื่องกังหันน้ำเติมอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ที่นำเสนอได้

จากการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับชิ้นส่วนและอุปกรณ์ที่จะนำมาใช้กับกังหันน้ำเติมอากาศที่ออกแบบทำให้สามารถออกแบบโครงสร้างของกังหันน้ำเติมอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ให้มีความสามารถในการจัดวางชิ้นส่วนอุปกรณ์ต่าง ๆ ลงในเครื่องกังหันน้ำที่จะสร้างขึ้น โดยตัวเครื่องที่ออกแบบไว้มีขนาดความยาว 210 เซนติเมตร ความกว้างเท่ากับ 200 เซนติเมตรและมีความสูงเท่ากับ 120 เซนติเมตร ดังแสดงในภาพ 3



ภาพ 3 โครงสร้างเครื่องกังหันน้ำเติมอากาศพลังงานแสงอาทิตย์

2. การคำนวณหาขนาดของโซล่าเซลล์และแบตเตอรี่
จากโครงสร้างของเครื่องกังหันที่ได้ออกแบบไว้
ขั้นตอนต่อไปจะเป็นการคำนวณหาขนาดของอุปกรณ์ที่จะ
ใช้งาน โดยเบื้องต้นทางผู้พัฒนากำหนดไว้ว่ากังหันน้ำ
พลังงานแสงอาทิตย์จะต้องมีต้นกำลังที่เพียงพอที่จะหมุน
ใบพัดวิดน้ำเพื่อเติมอากาศลงในน้ำได้ จึงเลือกใช้มอเตอร์
ไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 250 วัตต์ ใช้งานวันละประมาณ
9 ชั่วโมง ซึ่งสามารถนำมาคำนวณหาขนาดของแผงโซล่าเซลล์
ได้ตามกำลังของภาระทางไฟฟ้าที่จะใช้งานได้ ดังนี้

$$\begin{aligned}\text{ขนาดของแผง} &= \text{ค่าการใช้พลังงานรวมทั้งหมด} / 5 \text{ ชั่วโมง} \\ &= (\text{ปริมาณแสงอาทิตย์ที่น้ำจะได้ใน 1 วัน}) \\ &= (250 \text{ W} \times 9 \text{ h}) / 5 \text{ h} \\ &= 450 \text{ W}\end{aligned}$$

Rated Maximum Power (Mp)	285W
Power Tolerance	0- +5W
Cell Efficiency	19.5%
Open Circuit Voltage (Voc)	39.0V
Maximum Power Voltage (Vmp)	31.6V
Short Circuit Current (Isc)	9.56A
Maximum Power Current (Imp)	9.02A

ภาพ 4 คุณสมบัติของแผงโซล่าเซลล์ที่นำมาใช้งาน

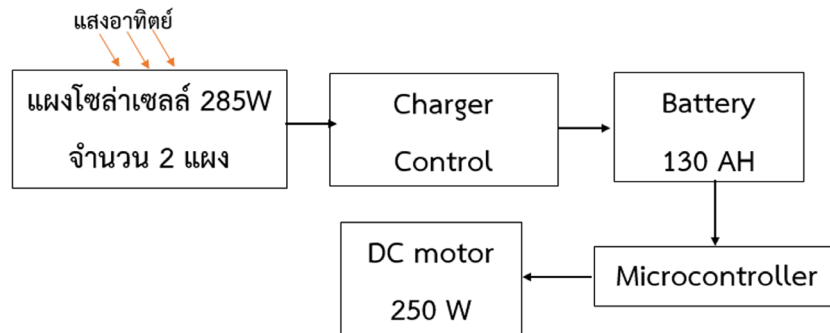
การหาขนาดของแบตเตอรี่เก็บสะสมพลังงาน
ที่เหลือจากการจ่ายพลังงานให้กับมอเตอร์มาเก็บไว้ใช้ใน
เวลาที่แผงโซล่าเซลล์ไม่สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้

โดยในงานวิจัยนี้จะใช้แบตเตอรี่แรงดัน 24 V ซึ่ง
สามารถคำนวณหาขนาดของแบตเตอรี่ได้ ดังนี้

$$\begin{aligned}\text{ขนาดของแบตเตอรี่} &= \text{ค่าพลังงานรวม} / (\text{แรงดันไฟฟ้า} \\ &\quad \text{แบตเตอรี่} \times 0.6) \\ &= 250 \text{ W} \times 9 \text{ h} / (24 \text{ V} \times 0.8) \\ &= 117.19 \text{ Ah}\end{aligned}$$

โซล่าเซลล์ที่เหมาะสมคือแผงโซล่าเซลล์ควรจะมี
ขนาดตั้งแต่ 450 วัตต์ขึ้นไป ดังนั้นในงานวิจัยนี้จะใช้แผง
โซล่าเซลล์ชนิดโมโนคริสตัลไลน์ (Monocrystalline) ขนาด
285 วัตต์ ขนาด 1640 x 992 x 30 จำนวน 2 แผงมา
ต่อขนานกันทำให้จะได้กำลังไฟฟ้ารวม 570 วัตต์ เป็นต้น
กำลังผลิตไฟฟ้า ซึ่งเพียงพอต่อการขับโหลดมอเตอร์ไฟฟ้า
กระแสตรงขนาด 250 วัตต์ได้ โดยคุณสมบัติของแผงโซล่าเซลล์
ที่นำมาใช้ในงานวิจัยนี้แสดงในภาพ 4

สรุป จากการคำนวณหาแบตเตอรี่จะได้ขนาด
แบตเตอรี่ขนาด 117.19 Ah หรือมากกว่าเพื่อเพิ่มกระเก็บ
ประจุไฟฟ้ามากยิ่งขึ้น ดังนั้นเพื่อให้เพียงพอต่อการใช้งาน
ในงานวิจัยนี้จะเลือกใช้แบตเตอรี่ขนาด 130 Ah ซึ่งการเก็บ
ประจุไฟฟ้าของแบตเตอรี่จะถูกควบคุมโดย Solar charger
control ขนาด 30 A โดยภาพ 5 แสดงการไหลของ
พลังงานไฟฟ้าในระบบของเครื่องกังหันน้ำที่ได้พัฒนาขึ้น



ภาพ 5 ระบบการไหลของพลังงาน

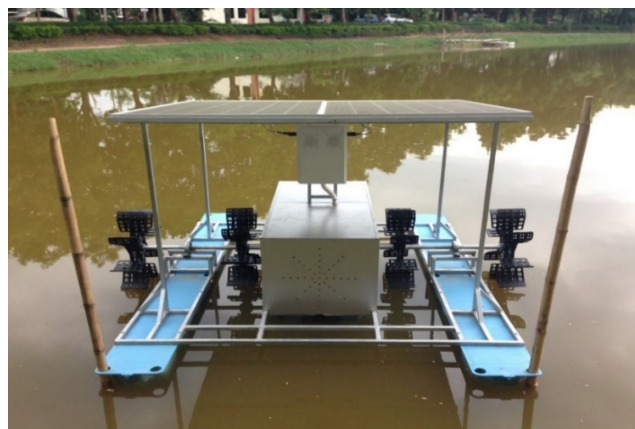
3. ชุดใบพัด

ชุดใบพัดเป็นส่วนที่ทำหน้าที่ตีน้ำให้เป็นฝอยเกิดการแลกเปลี่ยนออกซิเจนในอากาศ โดยใบพัดที่ดีจะต้องทำให้น้ำมีขนาดเล็ก เป็นฝอยมากขึ้นและมีเวลาในการแลกเปลี่ยนออกซิเจนในอากาศได้นานขึ้น (Permchart, 2000) ดังนั้นชุดใบพัดใบพัดวิดน้ำที่จะนำมาทำการทดสอบในงานวิจัยนี้ จะใช้ใบพัดแบบกวั๊ก โดยทดสอบเป็น 2 ชนิด คือ ใบพัดวิดน้ำแบบกวั๊กชนิด 6 ใบ และแบบ 8 ใบ ตามลำดับ

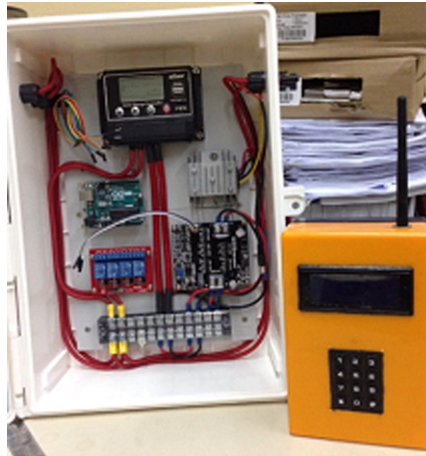
4. การประกอบสร้างเครื่อง

จากโครงสร้างเครื่องกังหันน้ำเติมอากาศพลังงาน

แสงอาทิตย์ที่ได้ออกแบบ สร้างโครงสร้างและประกอบตัวหุ่นลอยน้ำ พร้อมติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์เพื่อใช้ผลิตพลังงานไฟฟ้า แบตเตอรี่ที่ใช้เป็นตัวเก็บพลังงานไฟฟ้าที่ได้ผลิตจากแผงโซลาร์เซลล์ ประกอบกับชุดอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของมอเตอร์ได้ทำให้ได้เครื่องกังหันน้ำเติมอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ที่สมบูรณ์พร้อมทดสอบดังแสดงในภาพ 6 ซึ่งจากภาพเป็นการทดสอบเบื้องต้นเกี่ยวกับการทรงตัวของเครื่องกังหันน้ำที่ได้สร้างขึ้น จากผลการทดสอบถือว่าสามารถทรงตัวอยู่บนผิวน้ำได้อย่างสมบูรณ์



(ก)



(ข)

ภาพ 6 (ก) เครื่องกังหันน้ำเติมอากาศพลังงานแสงอาทิตย์และ (ข) ชุดควบคุมเครื่องกังหันน้ำพลังงานแสงอาทิตย์และรีโมทควบคุมการทำงาน

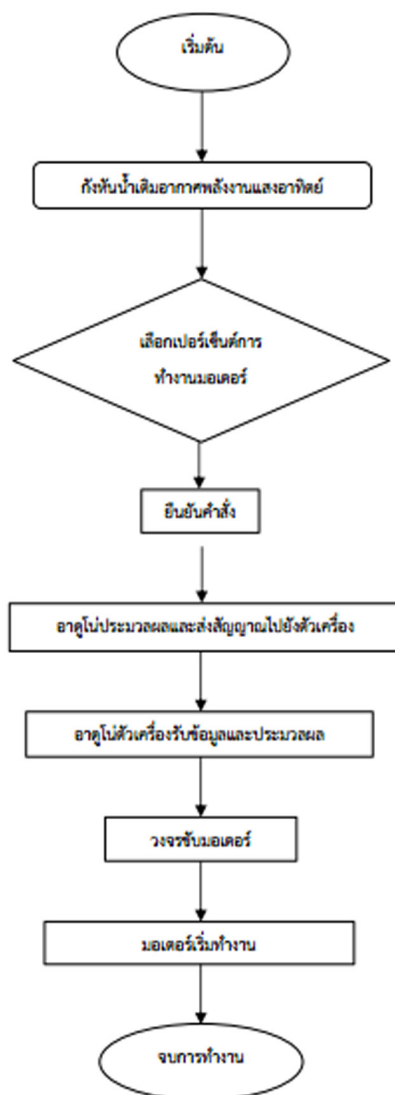
ผลการวิจัย

ในงานวิจัยนี้จะทดสอบประสิทธิภาพของกังหันน้ำเติมอากาศที่ได้พัฒนาขึ้น โดยการทดสอบจะทดสอบในบ่อน้ำขนาด 15 m x 20 m x 1.5 m ที่ตำแหน่ง ละติจูด 16.2478 และลองจิจูด 103.2521 โดยจะทำการทดสอบตั้งแต่การทำงานเบื้องต้นของเครื่อง การทดสอบประสิทธิภาพของแผงโซลาร์เซลล์ การทดสอบกระแสการทำงานมอเตอร์ การทดสอบความเร็วรอบกังหัน และการวัดประสิทธิภาพของการเติมออกซิเจนละลายน้ำของใบพัดทั้งสองชนิด โดยการนำเอาใบพัดวิดน้ำในแต่ละชนิดมาทำการทดสอบภายใต้เงื่อนไขเดียวกัน คือ ทดสอบจากการทำงานในเครื่องส่งกำลังหมุนกังหันตัวเดียวกัน และมีระยะเวลาในการทำงานที่เท่ากัน และทำการวัดประสิทธิภาพของใบพัดวิดน้ำจากปริมาณออกซิเจนที่เปลี่ยนแปลงตามระยะเวลาในการทำงาน เพื่อที่จะได้นำค่าที่วัดได้มาเปรียบเทียบประสิทธิภาพใบพัดแต่ละชนิด ทำให้เราสามารถเลือกใบพัดวิดน้ำไปใช้งานจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยผลการทดสอบมีดังนี้

1. ผลการทดสอบการสั่งงานเบื้องต้น

เครื่องกังหันน้ำเติมอากาศจะส่งคำสั่งการทำงาน การเปิด-ปิดด้วยระบบไร้สาย และควบคุมความเร็วมอเตอร์โดยใช้ PWM ควบคุมสัญญาณความถี่ โดยจะระบุเป็นเปอร์เซ็นต์การทำงาน สามารถป้อนคำสั่งการทำงานได้ตั้งแต่ 1-100 เปอร์เซ็นต์

ภาพ 7 แสดงแผนผังแสดงการทำงานของเครื่องกังหันน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ควบคุมผ่านสัญญาณไร้สาย โดยเมื่อการทำงานเริ่มต้นเมื่อสวิตช์รีโมทควบคุม พร้อมป้อนคำสั่งควบคุมการหมุนของมอเตอร์ตั้งแต่ 1-100 เปอร์เซ็นต์ เมื่อป้อนคำสั่งเรียบร้อยแล้วก็กดยืนยันคำสั่งด้วยปุ่ม # และกดปุ่ม * เพื่อสั่งให้เครื่องเริ่มทำงาน โดยคำสั่งจะแสดงสถานะขึ้นที่หน้าจอ LCD ของรีโมทคอนโทรลและสัญญาณจะถูกส่งไปยังบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ควบคุมการทำงาน



ภาพ 7 แผนผังแสดงการทำงานของเครื่องกักเก็บน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ควบคุมผ่านสัญญาณไร้สาย

ผลการทดสอบแสดงในตาราง 1 จะพบว่า โปรแกรมการสั่งงานแบบไร้สายสามารถส่งคำสั่งการทำงานได้ในระยะไม่เกิน 100 เมตร เครื่องจึงจะสามารถรับสัญญาณคำสั่งที่ป้อนส่งไปยังตัวเครื่องให้ทำงานได้ ส่วนการควบคุม

มอเตอร์สามารถปรับความเร็วของการหมุนได้ตามเปอร์เซ็นต์การสั่งงานที่ได้ส่งคำสั่งผ่านรีโมทด้วยสัญญาณไร้สาย

ตาราง 1

ความเร็วรอบกังหัน

ระยะการสั่งงาน (m)	คำสั่งควบคุม	
	เปิด/ปิด	การปรับความเร็วรอบ
5	✓	✓
20	✓	✓
40	✓	✓
60	✓	✓
80	✓	✓
100	✓	✓
120	×	×

2. การทดสอบประสิทธิภาพการทำงานแผงโซลาร์เซลล์

การทดสอบการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานแผงโซลาร์เซลล์โดยการวัดแรงดันไฟฟ้าจากแผงโซลาร์เซลล์ในช่วงเวลา 08.00 น. ถึง 17.00 น. เก็บผลทุก ๆ 30 นาที จากนั้นนำมาหาค่าเฉลี่ย ผลการทดสอบแสดงในตาราง 1 โดยประสิทธิภาพการแปลงพลังงาน (η) หาได้จากสูตร

$$\eta = \frac{I_m V_m}{P_{in} A_s}$$

โดยที่ I_m คือ กระแสไฟฟ้าสูงสุด

V_m คือ แรงดันไฟฟ้าสูงสุด

P_{in} คือ พลังงานแสงอาทิตย์ที่รับต่อหน่วยพื้นที่ (W/m^2) และ

A_s คือ พื้นที่รับแสง (m^2)

ตาราง 2

ประสิทธิภาพการทำงานแผงโซลาร์เซลล์

เวลา (นาฬิกา)	แรงดันไฟฟ้า (V)	กระแสไฟฟ้า (A)	ประสิทธิภาพ (η) (%)	ความเข้มแสง (W/m^2)
08.00	26.4	7.52	11.06	550.5
09.00	25.8	9.12	11.45	630.6
10.00	25.6	10.4	12.37	660.4
11.00	25.7	12.65	12.16	820.0
12.00	26.1	15.18	12.66	960.2
13.00	28.8	12.84	12.06	940.7
14.00	29	12.30	12.43	880.5
15.00	27.9	10.20	11.79	740.6
16.00	26.4	9.8	12.08	620.0
17.00	26.5	6.5	12.57	420.4
เฉลี่ย	26.82	10.65	12.13	722.39

3. การทดสอบกระแสการทำงานมอเตอร์

การทดสอบกระแสการทำงานของมอเตอร์ เมื่อมอเตอร์มีเปอร์เซ็นต์การทำงานตั้งแต่ 20 เปอร์เซ็นต์ถึง 100 เปอร์เซ็นต์ ในการทดสอบนี้จะแยกเป็นการทดสอบเมื่อติดตั้งกับกังหันที่ใช้ใบพัดวิดน้ำแบบ 6 ใบพัด และแบบ 8 ใบพัด จากตาราง 3 แสดงปริมาณกระแสการทำงานมอเตอร์เทียบกับเมื่อติดตั้งกับกังหันกับใบพัดวิดน้ำ

แบบ 6 ใบพัด และแบบ 8 ใบพัด ตามลำดับ จะพบว่า การใช้กังหันกับใบพัดวิดน้ำแบบ 8 ใบพัด จะกินกระแสเยอะกว่าการใช้กังหันที่ใช้ใบพัดวิดน้ำแบบ 6 ใบพัด ในทุกช่วงการทำงานของระบบ เนื่องจากพื้นที่สัมผัสน้ำของใบพัดแบบ 8 ใบพัดมีค่ามากกว่าส่งผลให้แรงเสียดทานระหว่างใบพัดกับน้ำมีค่าเพิ่มขึ้นด้วย

ตาราง 3

กระแสการทำงานของมอเตอร์

เปอร์เซ็นต์การทำงาน	กระแสการทำงานของมอเตอร์	
	6 ใบพัด	8 ใบพัด
20	5.76	5.50
40	7.11	9.52
60	9.82	11.00
80	10.95	12.08
100	12.15	12.98
เฉลี่ย	9.16	10.22

4. การทดสอบความเร็วรอบกังหัน

ผลการทดสอบความเร็วรอบการทำงานของกังหันที่ใช้ใบพัดวิดน้ำแบบ 6 ใบพัด และแบบ 8 ใบพัด

แสดงในตาราง 4 ผลการทดสอบพบว่าการใช้ใบพัดวิดน้ำแบบ 6 ใบพัด มีความเร็วรอบที่สูงกว่าแบบ 8 ใบพัด เมื่อทดสอบด้วยเปอร์เซ็นต์การทำงานที่เท่ากัน

ตาราง 4

ความเร็วรอบกังหัน

เปอร์เซ็นต์การทำงาน	ความเร็วรอบ (รอบ/นาที)	
	6 ใบพัด	8 ใบพัด
20	29	25
40	36	29
60	40	34
80	48	39
100	54	46
เฉลี่ย	41.4	34.6

5. การวัดปริมาณออกซิเจนในน้ำ

สำหรับการทดสอบวัดปริมาณออกซิเจนในน้ำจะใช้เครื่องมือที่เรียกว่า มิเตอร์วัดออกซิเจน หรือ DO Meter โดยรุ่นของมิเตอร์ที่ได้นำมาใช้วัดค่าปริมาณออกซิเจนในน้ำนั้นจะเป็น DO Meter รุ่น YSI Pro20 Dissolved Oxygen Meter โดยในการทดสอบจะเปิดให้เครื่องทำงานที่ระดับเปอร์เซ็นต์การทำงานในแต่ละระดับเป็นเวลา 30 นาที และทำการอ่านค่าออกซิเจนละลายในน้ำจาก DO Meter ทุก ๆ 10 นาที จากนั้นจะนำค่าที่ได้มาหาค่าเฉลี่ยของแต่ละช่วงเปอร์เซ็นต์การทำงานของระบบ โดยในการวัดเปรียบเทียบประสิทธิภาพการเติมออกซิเจนในน้ำของใบพัดวิดน้ำ ทั้ง 2 แบบนั้น จะถูกทดสอบภายใต้เงื่อนไขการทำงานเหมือนกันทุกประการ

ผลการทดสอบประสิทธิภาพการเติมออกซิเจนของกังหันน้ำทั้งที่ใช้ใบพัดวิดน้ำแบบ 6 ใบพัด และแบบ

8 ใบพัด แสดงในตาราง 5 ผลที่ได้พบว่าในช่วงก่อนการทดสอบปริมาณค่าออกซิเจนละลายในน้ำของบ่อน้ำที่ใช้ในการทดสอบขนาด 15 m x 20 m x 1.5 m ที่ตำแหน่งละติจูด 16.247 และลองจิจูด 103.2521 มีปริมาณเริ่มต้นที่ 2.90 มิลลิกรัม/ลิตร และเมื่อทำการทดสอบในช่วงเปอร์เซ็นต์การทำงานที่เท่ากัน กังหันน้ำที่ใช้ใบพัดวิดน้ำแบบ 6 ใบพัดมีประสิทธิภาพการเติมออกซิเจนได้ดีกว่าแบบ 8 ใบพัดเนื่องจากกังหันน้ำที่ใช้ใบพัดแบบ 6 ใบพัด มีใบวิดน้ำน้อยกว่าแบบ 8 ใบพัด ทำให้กังหันน้ำแบบ 6 ใบพัด หมุดได้เร็วกว่าและวิดน้ำได้สูงกว่ากังหันน้ำแบบ 8 ใบพัด น้ำจึงกลายเป็นฝอยขนาดเล็กและส่งผลให้ประสิทธิภาพการเติมออกซิเจนในน้ำของใบพัดวิดน้ำแบบ 6 ใบพัด ดีกว่าแบบ 8 ใบพัด ดังที่แสดงในตาราง 5

ตาราง 5

ปริมาณค่าออกซิเจนละลายในน้ำ

เปอร์เซ็นต์การทำงาน	ค่าออกซิเจนละลายในน้ำ (มิลลิกรัม/ลิตร)	
	6 ใบพัด	8 ใบพัด
0	2.90	2.90
20	2.99	3.02
40	3.10	3.06
60	3.17	3.15
80	3.62	3.40
100	4.20	3.68
เฉลี่ย	3.33	3.20

การอภิปรายผล

จากผลการทดสอบการทำงานของเครื่องกังหันน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ควบคุมผ่านสัญญาณไร้สายพบว่าการสั่งงานด้วยสัญญาณไร้สายสามารถควบคุมการเปิด/ปิดเครื่องและสามารถควบคุมความเร็วมอเตอร์ได้ตามที่

ออกแบบไว้ โดยในสถานะที่ไม่มีสิ่งกีดขวางสัญญาณ เช่น ต้นไม้ หรืออาคาร เป็นต้น จะสามารถสั่งงานจากรีโมทได้ในระยะไม่เกิน 100 เมตร ถ้าหากมีสิ่งกีดขวางจะทำให้ส่งสัญญาณได้ภายในระยะทางที่สั้นลง

ตาราง 6

เปรียบเทียบการทำงานเฉลี่ยของเครื่องกังหันน้ำเติมอากาศพลังงานแสงอาทิตย์

เปอร์เซ็นต์การทำงาน	ประสิทธิภาพการทำงาน	
	6 ใบพัด	8 ใบพัด
กระแสการทำงาน (A)	9.16	10.22
ความเร็วรอบกังหัน (รอบ/นาที)	41.4	34.6
ค่าออกซิเจนละลายในน้ำ (มิลลิกรัม/ลิตร)	3.33	3.20

สำหรับผลการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องกังหันน้ำเติมอากาศโดยทำการเปรียบเทียบกระแสการทำงานของมอเตอร์ ความเร็วรอบในการหมุนและปริมาณออกซิเจนที่ถูกเติมลงไปของใบพัดวิดน้ำแบบ 6 ใบ และ 8 ใบพัดดังแสดงในตาราง 6 จะพบว่าเมื่อตั้งค่าเปอร์เซ็นต์การทำงานของเครื่องกังหันน้ำเท่ากันการทำงานของมอเตอร์ที่ต่อกับใบพัดแบบ 6 ใบ จะใช้กระแสในการทำงานที่ต่ำกว่าใบพัดแบบ 8 ใบ โดยการกินกระแสของมอเตอร์ที่ต่อกับใบพัดแบบ 6 ใบมีค่าเฉลี่ย

เท่ากับ 9.16 แอมแปร์ ในขณะที่แบบ 8 ใบจะมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 10.22 แอมแปร์ นอกจากนี้การเปรียบเทียบความเร็วรอบในการทำงานพบว่าเมื่อตั้งค่าระดับเปอร์เซ็นต์การทำงานเท่ากันการหมุนของมอเตอร์ที่ต่อกับใบพัดแบบ 6 ใบพัด จะมีความเร็วรอบมากกว่าแบบ 8 ใบพัด ด้วยค่าเฉลี่ยการหมุนของมอเตอร์ที่เชื่อมต่อกับใบพัดวิดน้ำแบบ 6 ใบพัด จะมีความเร็วเฉลี่ยเท่ากับ 41.4 รอบต่อนาที ในขณะที่แบบ 8 ใบพัด จะมีความเร็วเฉลี่ยเท่ากับ 34.6 รอบต่อนาที ทั้งนี้การที่มอเตอร์ที่เชื่อมต่อกับใบพัดวิดน้ำ

แบบ 6 ใบพัด มีความเร็วรอบเฉลี่ยสูงกว่าเนื่องจากใบพัดวิดน้ำมีแรงเสียดทานระหว่างใบพัดกับผิวน้ำน้อยกว่า และจากการทดสอบการเติมออกซิเจนในน้ำพบว่า ที่ระดับเปอร์เซ็นต์การทำงานมอเตอร์เท่ากัน ใบพัดวิดน้ำแบบ 6 ใบพัดจะสามารถเติมออกซิเจนละลายน้ำได้ดีกว่าใบพัดวิดน้ำแบบ 8 ใบพัด โดยค่าเฉลี่ยของปริมาณออกซิเจนละลายน้ำของใบพัดวิดน้ำแบบ 6 ใบพัด และแบบ 8 ใบพัด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.33 มิลลิกรัมต่อลิตร และ 3.20 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ โดยจากการทดลองพบว่า สิ่งที่ทำให้ใบพัดวิดน้ำ 6 ใบพัด มีประสิทธิภาพแตกต่างจากกังหันวิดน้ำแบบ 8 ใบพัด คือ ใบพัดวิดน้ำแบบ 6 ใบพัด มีความเร็วในการหมุนเร็วกว่าทำให้สามารถตีน้ำให้กระจายเป็นฝอยได้ดีกว่าใบพัดวิดน้ำ 8 ใบพัด จึงทำให้ค่าปริมาณการเติมออกซิเจนในน้ำของใบพัดวิดน้ำ 6 ใบพัดมีค่าสูงกว่าพัดวิดน้ำแบบ 8 ใบพัด จากผลการทดสอบทั้งหมดจะพบว่า เครื่องกังหันน้ำเติมอากาศที่สร้างขึ้นโดยใช้ใบพัดวิดน้ำแบบ 6 ใบพัด จะมีประสิทธิภาพที่ดีกว่าการใช้ใบพัดวิดน้ำแบบ 8 ใบพัด ทั้งในแง่ของปริมาณการใช้กระแสในการทำงานของมอเตอร์ที่ต่ำกว่า ความเร็วรอบที่สูงกว่าและปริมาณการเติมออกซิเจนในน้ำที่ดีกว่า

ข้อเสนอแนะ

จากการทำโครงการวิจัยทำให้ผู้จัดทำพบว่า เครื่องกังหันน้ำเติมอากาศพลังงานแสงอาทิตย์มีข้อแก้ไขหลายประการ เช่น มุมในการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการรับแสงอาทิตย์ มุมในการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ ควรทำมุมเอียงเท่ากับมุมละติจูดของตำแหน่งที่ติดตั้ง เพื่อให้รับแสงอาทิตย์ได้สูงสุดเฉลี่ยทั้งปี ในส่วนน้ำหนักของตัวเครื่องที่มีอุปกรณ์หลายประเภทติดตั้งอยู่ ทำให้ตัวหุ่นจมน้ำหนักมากเกินไปที่ออกแบบ ส่งผลให้ใบพัดวิดน้ำมีแรงต้านจากผิวน้ำมากขึ้น รอบมอเตอร์ที่ใช้หมุนใบพัดวิดน้ำจึงช้าลง จึงจำเป็นต้องใช้มอเตอร์ที่มีกำลังแรงม้าที่สูงมาก เพื่อให้มอเตอร์มีแรงในการหมุนใบพัดวิดน้ำให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ส่งผลให้ต้องใช้ต้นทุนในการจัดสร้างค่อนข้างสูง และนอกจากนี้ควรทำการทดสอบกับกรณีที่เชื่อมต่อกับใบพัดวิดน้ำแบบ 10 ใบพัดเพิ่มเติมด้วย

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตรมหาวิทยาลัทยมหาสารคาม ที่ให้สนับสนุนในการทำวิจัยนี้ และขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตรมหาวิทยาลัทยมหาสารคาม ที่ให้ความอนุเคราะห์ให้ใช้เครื่องมือทดสอบค่าออกซิเจนละลายน้ำ



References

- AllNewStep. (2019). *NRF24L01 wireless module*. Retrieved from <https://www.arduinoall.com/article/10>
- Department of Alternative Energy Development and Efficiency. (2018). *Total radiation potential in 2017*. Retrieved from http://www.dede.go.th/ewt_news.php?nid=47941&filename=solar_energy
- Mahamai, P., Viriyah, W., & Pecchsuwan, P. (2014). The paddle wheels aerator used solar and backward energy for fish pound. *Naresuan Phayao Journal*, 7(2), 142 – 150. (in Thai)
- Mohammed, J. A. (2013). Pulse width modulation for DC motor control based on LM324. *Engineering and Technology Journal*, 31(10), 1882–1896.
- Panprayun, G. (2017). 8 kWp Rooftop PV system and Feasibility of system expansion. *Journal of Professional Routine to Research*, 4, 76–86.
- Patel, S. R., & Subhedar, D. (2017). Design of Pond Water Aeration systems: A review. *International Journal of Engineering Technology Science and Research*, 4(8), 1023–1028.
- Permchart, W. (2000). *The key components in efficient air filling*. Retrieved from http://pramong-fac.com/news_inside.php?news_id=2#ad-image-0

- Praphat, A. (2008). *Automatic dissolved Oxygen Monitoring System using Wireless sensor network for shrimp farms* (Bachelor's thesis). King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Bangkok. (in Thai)
- Qasim, S.R. (1998). *Wastewater treatment plants: Planning, design, and operation*. Abingdon, United Kingdom: CRC Press.
- Rahman, Md. R., Mondal, D., & Roomey, S. M. R. K. (2016). Development and performance analysis of a Solar Model Car. *International Conference on Mechanical, Industrial and Energy Engineering 2016, Khulna, Bangladesh* (ICMIEE-PI-160335). Khulna, Bangladesh: ICMIEE.
- Ratsameechy, J. (2015). *Arduino Uno R3 using NI LabView*. Bangkok: Triple ED. (in Thai)
- SparkFun Electronics. (2011). *What is an Arduino?*. Retrieved from <https://learn.sparkfun.com/tutorials/what-is-an-arduino/all>
- Torshizi, M. V., & Mighani, A. H. (2017). The application of solar energy in agricultural systems. *Journal of Renewable Energy and Sustainable Development (RES D)*, 3(2), 234–240.

