ประสิทธิภาพระบบโซล่าเซลล์ เพื่อปั๊มน้ำ และแสงสว่าง สำหรับการใช้งานที่หอพักการกีฬาแห่งประเทศไทย จังหวัดอุดรธานี

THE EFFICIENCY OF SOLAR CELL SYSTEM FOR WARTER PUMPING AND LIGHTING ON SPORTS AUTHORITY OF THAILAND ACCOMMODATION UDON THANI PROVINCE

วีรพงศ์ คำจันดี[1], ภาสกร เหล่าฮอ[1], สมชาย สิริพัฒนากุล[1], อลงกรณ์ พรมที[1], ภูเบศ พิพิธหิรัญการ[1], อภัยภักดิ์ ประทุมทิพย์[1], หัถยา คำภาษี[1] และ ยุทธศักดิ์ ทอดทอง[1,*]
[1]สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
Weerapong Khamchandee[1], Passakorn Laohor[1], Somchai Siripattanakul[1], Alongkorn Promtee[1], Phubet Phiphithirankan[1], Aphaipak Prathumthip[1], Hattaya Khampasee[1] and Yuthasak Todthong[1*]
[1]Department of Electrical Engineering, Faculty of Technology, Udon Thani Rajabhat University

(Received: January 9, 2023; Revised: April 15, 2023; Accepted: April 20, 2023)

*ผู้ประสานงาน : ยุทธศักดิ์ ทอดทอง อีเมล : yutthasak.todtong@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยโซล่าเซลล์พลังงานทดแทนเพื่อสูบน้ำและระบบแสงสว่าง มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของระบบโซล่าเซลล์เพื่อสูบน้ำและระบบแสงสว่าง ที่หอพักการกีฬาแห่งประเทศไทย จังหวัดอุดรธานี ซึ่งสามารถช่วยอำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้งาน มีประสิทธิภาพ และมีความทันสมัย โดยสามารถควบคุมการเปิด-ปิด การใช้งานปั๊มน้ำและระบบแสงสว่าง ผ่านแอพพลิเคชั่นมือถือได้ จากผลการทดลอง พบว่าโซล่าเซลล์สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้สูงถึง 16.77Ah ต่อชั่วโมงในการชาร์จแบตเตอรี่ และยังสามารถใช้ปั๊มน้ำพร้อมกับการชาร์จแบตเตอรี่ได้ด้วย ในการใช้งานเวลากลางคืนเมื่อใช้งานปั๊มน้ำขนาด 150 W เวลา 2 ชั่วโมง หลอดไฟขนาด 9 W จำนวน 3 หลอดเวลา 6 ชั่วโมง แบตเตอรี่ยังสามารถให้พลังงานไฟฟ้าได้ดี สามารถควบคุมการทำงานผ่านแอพพลิเคชั่นมือถือเพื่อควบคุมการเปิด-ปิด และการตั้งเวลาการทำงานได้อย่างดี รวมไปถึงการวัดค่าการไหลของปริมาณน้ำก็ได้ปริมาณตามที่ผู้ใช้ต้องการ

คำสำคัญ: โซล่าเซลล์, สูบน้ำ, แสงสว่าง, แอพพลิเคชั่นมือถือ

ABSTRACT

The purpose of renewable energy solar cells is to test the efficiency of the solar cell system for water pumping and lighting at Sports Authority of Thailand Accommodation Udon Thani Province. The system is efficient for the user. Moreover, it is modern and able to control the on-off of the water pumps and the lighting systems through a mobile application. From the experimental results, it was found that the solar cell can produce electricity up to 16.77 Ah per hour to charge the battery and can use the water pump while charging the battery. At night, using a 150 W water pump for 2 hours, lamp 9 W for 6 hours, the battery can still provide good power. The users are able to get the on-off control setting and good water flow measurement. By mobile application.

Keywords: Solar Cell, Pumping Water, Light, Mobile Application

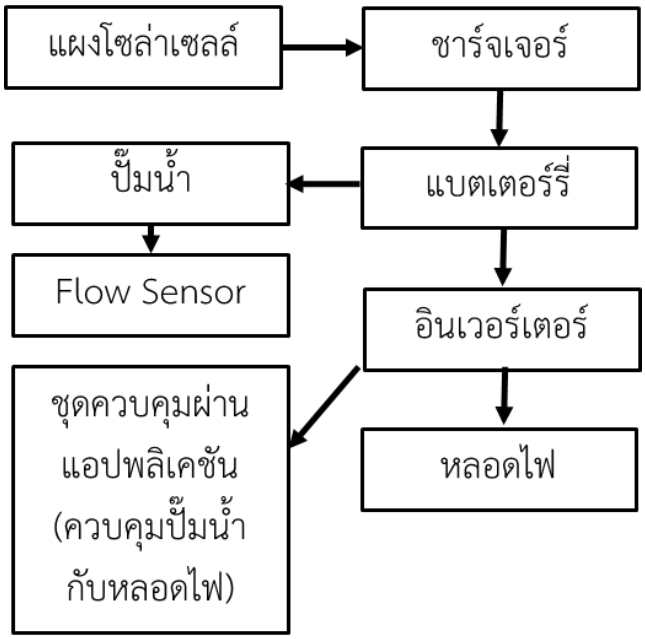
1. บทนำ

ในการดำเนินชีวิต เราใช้พลังงานในการผลิตกระแสไฟฟ้าในหลายด้าน ไม่ว่าจะเป็นทางด้านการคมนาคม ด้านเกษตรกรรม และอุตสาหกรรม การใช้พลังงานในปัจจุบัน พลังงานที่ใช้กันอยู่ทุกวันส่วนใหญ่ได้จากพลังงานสิ้นเปลือง คือมาจากน้ำมันเชื้อเพลิง ซึ่งมีความต้องการในปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด ในขณะที่ประเทศของเราไม่มีแหล่งน้ำมันเพียงพอกับความต้องการใช้ โดยประเทศไทยต้องสูญเสียงบประมาณในการนำเข้าน้ำมันดิบเป็นจำนวนมหาศาล ดังนั้นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยลดการใช้พลังงานสิ้นเปลืองก็คือการใช้พลังงานทดแทน ซึ่งจากสภาพภูมิศาสตร์ และตำแหน่งที่ตั้งของประเทศไทย พลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานทดแทนที่มีความเหมาะสมในการนำมาใช้ประโยชน์เป็นอย่างมาก โดยพลังงานแสงอาทิตย์สามารถเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานไฟฟ้าได้โดย การใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่า เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ทำการเปลี่ยนจากพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้า โดยมีงานวิจัยที่นำพลังงานแสงอาทิตย์ไปประยุกต์ใช้กับงานด้านต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นประยุกต์ใช้กับรถเก็บใบไม้บังคับวิทยุ [1] เพื่อช่วยอำนวยความสะดวกในการเก็บใบไม้ รวมไปถึงประยุกต์ใช้กับเรือเก็บขยะบนผิวน้ำ เพื่อใช้ในการทำความสะอาดบริเวณอ่างเก็บน้ำ [2,3] จะเห็นได้ว่า การประยุกต์ใช้พลังงานทดแทนกับระบบต่างๆ เพื่อให้มีการใช้งานที่หลากหลาย และใช้งานได้สะดวกมากขึ้น เป็นสิ่งที่น่าสนใจและน่านำไปประยุกต์ใช้ ยิ่งไปกว่านั้นการควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ ก็สามารถควบคุมผ่านทางโทรศัพท์มือถือได้ [4-6] สำหรับสถานะการณ์ในปัจจุบัน การผลิตพลังงาน

ไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ก็เป็นพลังงานทดแทนทางเลือกหนึ่ง และสถาบันการศึกษาควรจะเป็นต้นแบบในการสาธิตการใช้พลังงานทดแทน และเป็นศูนย์เผยแพร่ถ่ายทอดการใช้ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อเป็นการศึกษาวิจัยและเป็นศูนย์เรียนรู้เพื่อใช้ในการเรียนการสอนและขยายผลแก่ผู้สนใจ ดังนั้นใน

งานวิจัยนี้จึงได้ติดตั้ง และทำการทดสอบประสิทธิภาพของระบบโซล่าเซลล์ เพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้าใช้ในการสูบน้ำและใช้กับระบบแสงสว่าง สำหรับการใช้งานที่หอพักการกีฬาแห่งประเทศไทย จังหวัดอุดรธานี

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

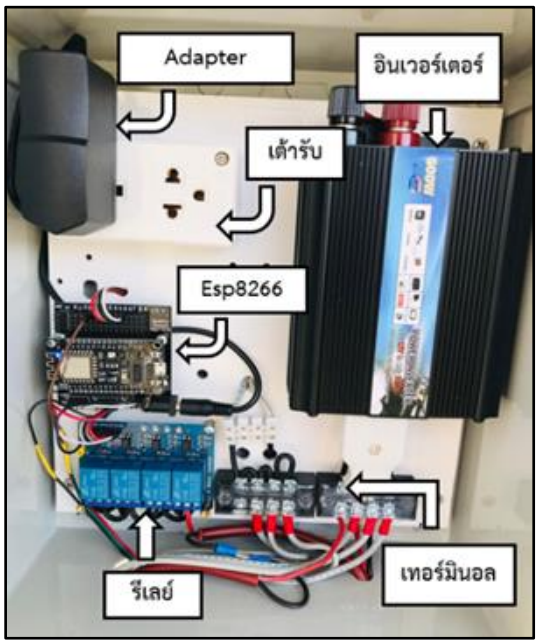


รูปที่ 1 แผนผังการทำงานของโซล่าเซลล์พลังงานทดแทนเพื่อสูบน้ำและระบบแสงสว่าง

สำหรับปั๊มน้ำเมื่อพิจารณาจำนวนปั๊ม 1 ตัว 150 วัตต์ ใช้งาน 2 ชั่วโมง จะได้กำลังไฟฟ้า 300 W สำหรับแสงสว่างเมื่อพิจารณาจำนวนหลอดไฟ 3 หลอด หลอดละ 9 วัตต์ ใช้งาน 8 ชั่วโมง จะได้กำลังไฟฟ้า 216 W ฉะนั้นกำลังไฟฟ้ารวมทั้งหมด 516 W เมื่อพิจารณากำลังไฟฟ้ารวมกับการรับแสง 5 ชั่วโมง จะได้กำลังไฟฟ้า 103.2 W และจะนำค่านี้ไปพิจารณาขนาดและจำนวนของโซล่าเซลล์ได้ รวมไปถึงการคำนวณกระแสของแบตเตอรี่คำนวณได้ 84 Ah (516/(12x0.6x0.85)) จากรูปที่ 1 คือ

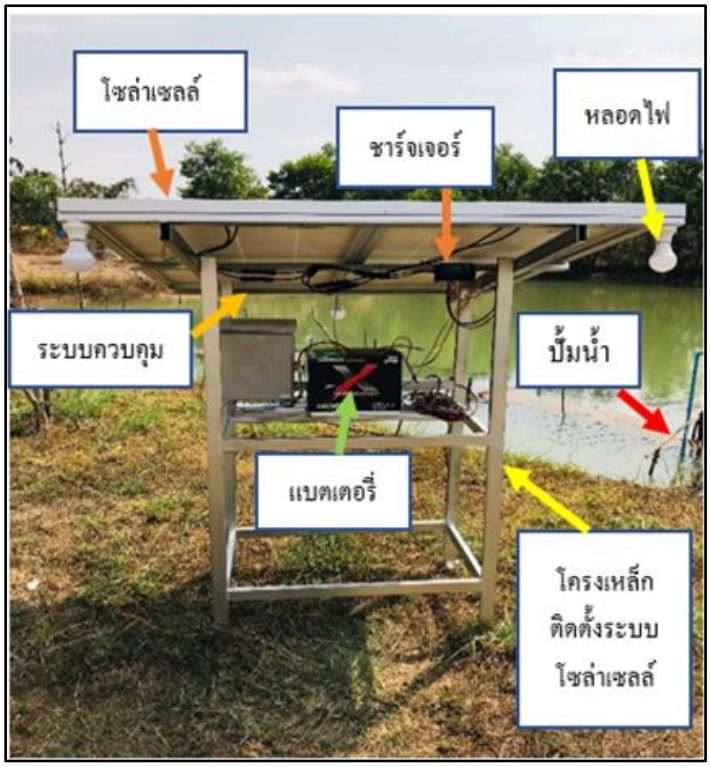
แผนผังการทำงานของโซล่าเซลล์พลังงานทดแทนเพื่อสูบน้ำและระบบแสงสว่างประกอบด้วย โซล่าเซลล์ 150 W จำนวน 2 แผง รับพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์เปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้า จ่ายให้วงจรชาร์จเจอร์เพื่อชาร์จแบตเตอรี่ 12 V (85 Ah) ให้เป็นแหล่งจ่ายไฟให้กับอินเวอร์เตอร์เพื่อแปลงไฟกระแสตรง 12 V_{DC} ให้เป็นไฟกระแสสลับ 220 V_{AC} จ่ายให้ชุดควบคุมและระบบแสงสว่าง เพื่อควบคุมการเปิด-ปิดปั๊มน้ำขนาด 12 V (150 W) และระบบแสงสว่าง (3 หลอด, หลอดละ 9 W)

3. วงจรการทำงาน



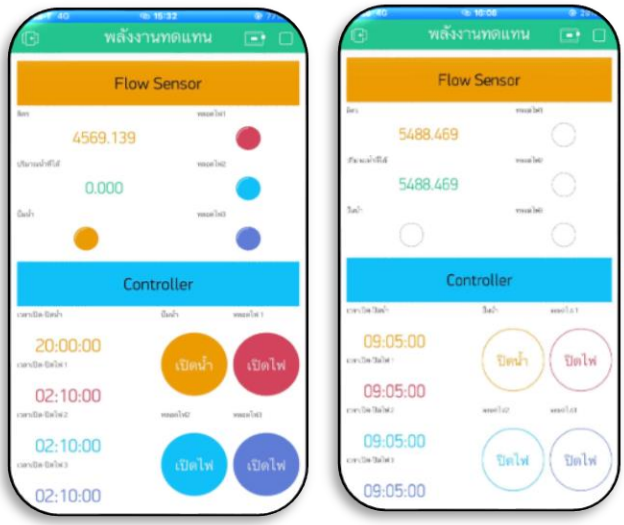
รูปที่ 2 อุปกรณ์ภายในชุดควบคุม

จากรูปที่ 2 คืออุปกรณ์ภายในชุดควบคุม โดยภายในประกอบไปด้วยอินเวอร์เตอร์ขนาด 500 W ชุดบอร์ด Node MCU ESP8266 รีเลย์ 4 Channal เทอร์มินอลบล็อก Adapter AC/DC และเต้ารับ วงจรการใช้งานประกอบไปด้วยแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 2 แหล่งจ่าย คือ แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงแรงดัน 12 V และแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 220 V แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 12 V จะจ่ายให้อินเวอร์เตอร์และปั๊มน้ำ ส่วนแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 220 V จะจ่ายให้กับระบบแสงสว่างและจ่ายให้ระบบควบคุม โดยระบบควบคุมจะใช้ Adapter AC/DC เพื่อจ่ายไฟเลี้ยงให้กับระบบควบคุม



รูปที่ 3 การติดตั้งระบบโซล่าเซลล์บริเวณอ่างเก็บน้ำ หลังหอพักการกีฬาแห่งประเทศไทย จังหวัดอุดรธานี เพื่อสูบน้ำและระบบแสงสว่าง

จากรูปที่ 3 คือส่วนประกอบของโซล่าเซลล์พลังงานทดแทนเพื่อสูบน้ำและระบบแสงสว่างที่ติดตั้งในสถานที่จริง ประกอบไปด้วยแบตเตอรี่และระบบควบคุมอยู่ใต้แผงโซล่าเซลล์ ซึ่งจะนำพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากโซล่าเซลล์มาเก็บไว้ในแบตเตอรี่ เพื่อจ่ายให้ระบบแสงสว่างหรือปั๊มน้ำในเวลากลางคืนได้ ส่วนระบบควบคุมจะรับค่าคำสั่งการทำงานเปิด-ปิดหรือตั้งเวลาทำงานจากมือถือ โดยสถานการณ์เปิดและปิดที่แสดงผ่านทางแอพพลิเคชั่น Blynk ดังแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 แอพพลิเคชั่นที่ใช้ในการควบคุมปั๊มน้ำ และระบบแสงสว่าง

จากรูปที่ 5 คือระบบควบคุมการเปิด-ปิดและตั้งการเวลาการทำงานของปั๊มน้ำและระบบแสงสว่าง ผ่านทางมือถือโดยใช้แอพพลิเคชั่น Blynk โดยจะแสดงสถานการณ์ทำงานของการควบคุมและแสดงผลของปริมาณน้ำที่ได้จากการตรวจจับการไหลผ่าน Flow sensor

รูปที่ 5 การทำงานของปั๊มน้ำและระบบแสงสว่าง

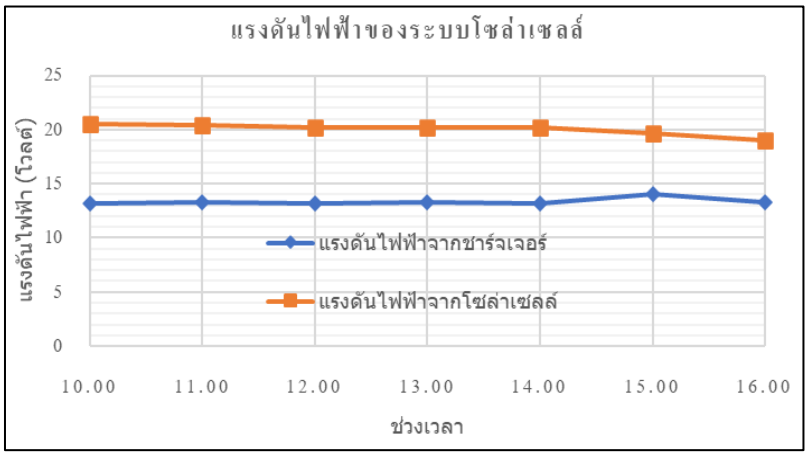
4. ผลการทดลอง

การเก็บข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูลประสิทธิภาพขอโซล่าเซลล์พลังงานทดแทนเพื่อสูบน้ำและระบบแสงสว่าง แบ่งออกเป็น 4 หัวข้อ คือ

1. การทดสอบวัดแรงดันของระบบโซล่าเซลล์ในช่วงไม่มีโหลด
2. การทดสอบวัดกระแสของระบบโซล่าเซลล์ในช่วงมีโหลดปั๊มน้ำและแสงสว่าง
3. การทดสอบแรงดันและกระแสไฟฟ้า ที่ใช้ในช่วงเวลากลางคืน
4. การวัดค่าปริมาณน้ำ

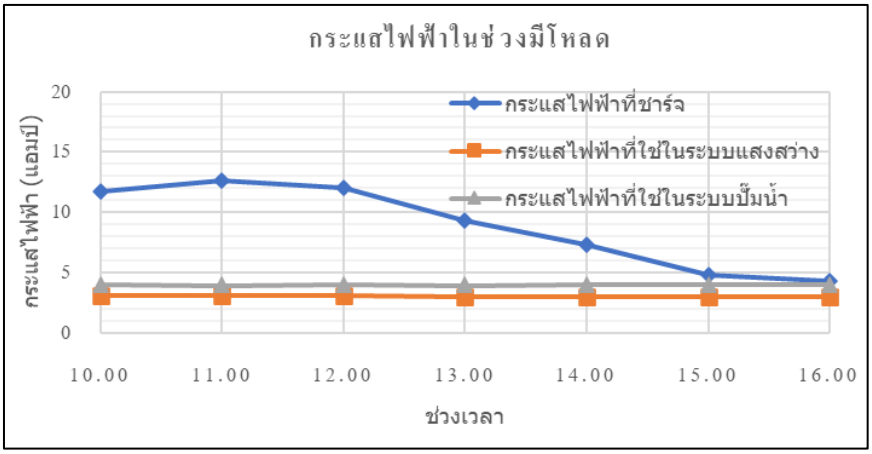
4.1 การทดสอบวัดแรงดันของระบบโซล่าเซลล์ในช่วงไม่มีโหลด

จากรูปที่ 6 ผลการทดลองการชาร์จของระบบโซล่าเซลล์ โดยทำการวัดค่าแรงดันไฟฟ้าจากโซล่าเซลล์ได้ประมาณ 20.2-20.56 V ที่ช่วงเวลา 10.00-14.00 น. หลักจากนั้นแรงดันลดลงมาที่ 19.61-19.02 V ที่ช่วงเวลา 15.00-16.00 น. ส่วนแรงดันที่ออกจากชาร์จเจอร์มีค่าอยู่ที่ประมาณ 13.2-13.99 V ที่ช่วงเวลา 10.00-16.00 น.



รูปที่ 6 แรงดันไฟฟ้าของระบบโซล่าเซลล์

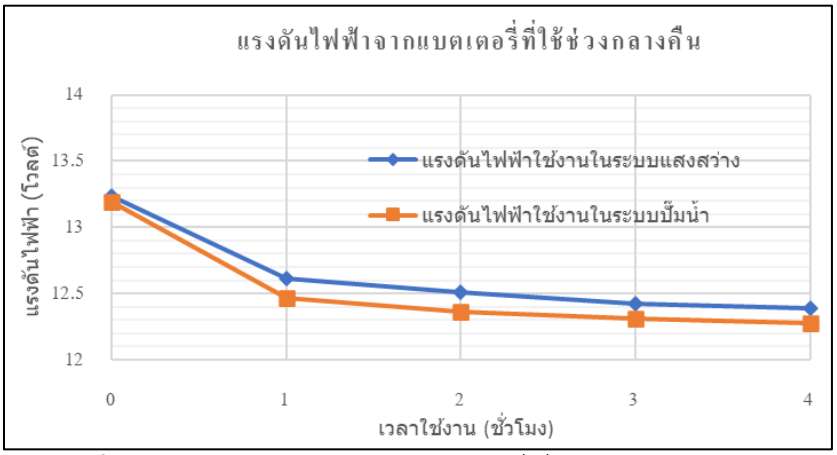
4.2 การทดสอบวัดกระแสของระบบโซล่าเซลล์ในช่วงมีโหลดปั๊มน้ำและแสงสว่าง



รูปที่ 7 กระแสไฟฟ้าในช่วงมีโหลด

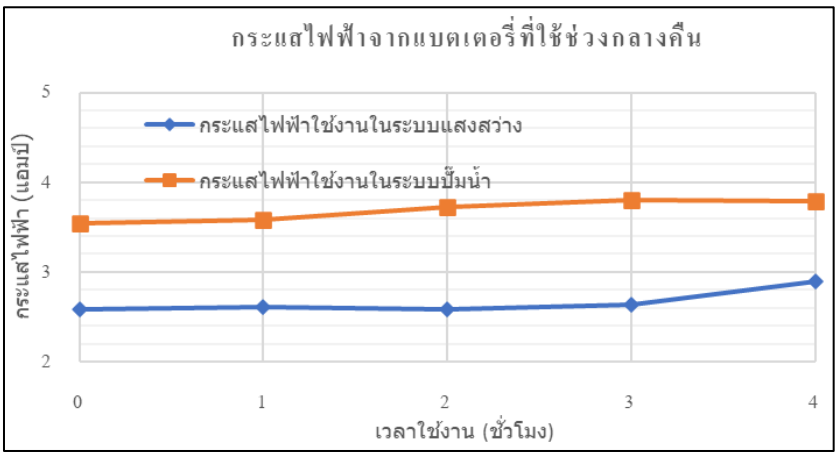
จากรูปที่ 7 คือผลการทดลองโดยวัดค่ากระแสที่ชาร์จกระแสไฟฟ้าที่ใช้ในระบบแสงสว่าง และกระแสไฟฟ้าที่ใช้ปั๊มน้ำ จากกราฟจะเห็นได้ว่า กระแสไฟฟ้าที่ชาร์จในช่วงเวลา 10.00 น. มีกระแส 11.7 A โดยมีกระแสเพิ่มขึ้นเป็น 12.6 A ที่ช่วงเวลา 11.00 น. หลังจากนั้นจะลดลงอยู่ที่ 5.3 A ที่ช่วงเวลา 16.00 น. เนื่องจากช่วงเวลานี้ปริมาณความเข้มแสงน้อย ในส่วนของกระแสไฟฟ้าของระบบแสงสว่างจะมีค่าอยู่ที่ประมาณ 3.00 - 3.15 A ตั้งแต่ช่วงเวลา 10.00 - 16.00 น. และกระแสไฟฟ้าของปั๊มน้ำจะมีค่าอยู่ที่ประมาณ 4 A ตั้งแต่ช่วงเวลา 10.00 - 16.00 น.

4.3 การทดสอบแรงดันและกระแสไฟฟ้า ที่ใช้ในช่วงเวลากลางคืน



รูปที่ 8 กราฟทดลองใช้พลังงานจากแบตเตอรี่เมื่อโซล่าเซลล์หยุดชาร์จ

จากรูปที่ 8 คือการเปรียบเทียบแรงดัน สำหรับการใช้งานปั๊มน้ำและระบบแสงสว่างว่าเมื่อโซล่าเซลล์หยุดชาร์จจากการที่ใช้งานไป 4 ชั่วโมง จะเห็นได้ว่าเมื่อใช้งานปั๊มน้ำ ว่าค่าแรงดันของแบตเตอรี่จาก 13.24 V จะลดลงมาที่ 12.39 V ซึ่งลดลงร้อยละ 6.4 และส่วนของระบบแสงสว่างจะเห็นว่าค่าแรงดันของแบตเตอรี่จาก 13.19 V จะลดลงมาที่ 12.28 V ซึ่งลดลงร้อยละ 6.8



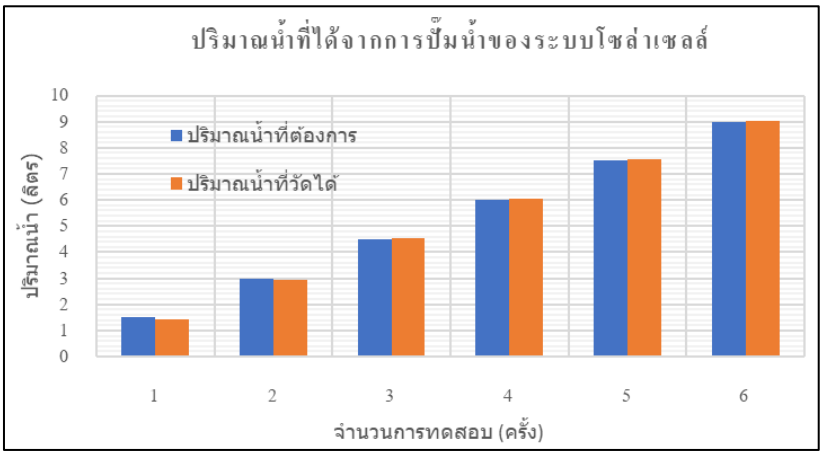
รูปที่ 9 กระแสไฟฟ้าของโหลดจากแบตเตอรี่เมื่อโซล่าเซลล์หยุดชาร์จ

จากรูปที่ 9 คือการเปรียบเทียบกระแส สำหรับการใช้งานปั๊มน้ำระบบแสงสว่างเมื่อโซล่าเซลล์หยุดชาร์จ โดยวัดค่ากระแสไฟฟ้าของปั๊มน้ำจะเห็นได้ว่ากระแสจะอยู่ที่ประมาณ 3.54-3.8 A ใน

เวลา 4 ชั่วโมง ส่วนระบบแสงสว่างจะเห็นได้ว่าค่ากระแสจะอยู่ที่ประมาณ 2.59 - 2.89 A ในเวลา 4 ชั่วโมง

4.4 การวัดค่าปริมาณน้ำ

จากรูปที่ 10 เป็นการเปรียบเทียบการวัดค่าปริมาณน้ำโดยไหลผ่าน Flow sensor โดยทำการทดลอง 6 ครั้ง กำหนดปริมาณน้ำเริ่มต้นที่ 1.5 ลิตร โดยเพิ่มขึ้นทีละ 1.5 ลิตร จนถึง 9 ลิตร หลังจากนั้นจะเปรียบเทียบปริมาณน้ำ จากรูปจะเห็นว่าได้ปริมาณน้ำที่วัดผ่าน Flow sensor มีค่าใกล้เคียงกับปริมาณน้ำที่กำหนด โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนไม่เกินร้อยละ 3.6 จะเห็นว่า Flow sensor ที่ใช้งานในครั้งนี้สามารถทำงานตรวจวัดปริมาณน้ำที่ไหลผ่านได้อย่างมีประสิทธิภาพ



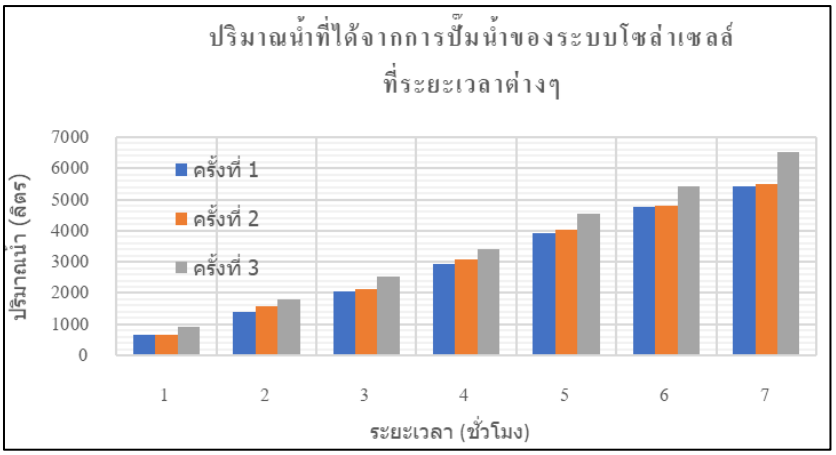
รูปที่ 10 การเปรียบเทียบปริมาณน้ำ

จากรูปที่ 11 คือการวัดค่าปริมาณน้ำที่ได้จาการเก็บค่าปริมาณน้ำในทุกๆ 1 ชั่วโมง เพื่อทดสอบว่าจะสามารถสูบน้ำได้มากน้อยเพียงใด โดยใช้ Flow sensor ทำหน้าที่ตรวจจับวัดปริมาณอัตราการไหลของของเหลวที่ผ่านใน Sensor โดยปริมาณน้ำที่วัดได้ในแต่ละครั้ง คือ

ครั้งที่ 1 วัดได้สูงสุดที่ 5,413.8 ลิตรในเวลา 7 ชั่วโมง

ครั้งที่ 2 วัดได้สูงสุดที่ 5,488.4 ลิตรในเวลา 7 ชั่วโมง

ครั้งที่ 3 วัดได้สูงสุดที่ 6,510.7 ลิตรในเวลา 7 ชั่วโมง



รูปที่ 11 กราฟปริมาณน้ำที่ได้จากการทดลอง

5. สรุป

ระบบโซล่าเซลล์พลังงานทดแทนเพื่อสูบน้ำและระบบแสงสว่างที่ใช้บริเวณหอพักการกีฬาแห่งประเทศไทย จังหวัดอุดรธานี ได้ทำการทดสอบสูบน้ำช่วงเวลากลางวันได้ 6-7 ชั่วโมง เวลากลางคืน 2 ชั่วโมงพร้อมกับใช้งานระบบแสงสว่างได้นานถึง 8 ชั่วโมง แรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่ที่ใช้งานในช่วงเวลากลางคืนลดลงร้อยละ 6.4-6.8 โดยสามารถควบคุมด้วยการตั้งเวลาเปิด-ปิดระบบอัตโนมัติผ่านโทรศัพท์มือถือ และสามารถสูบปริมาณน้ำที่ได้ตามความต้องการได้ โดยความคลาดเคลื่อนไม่เกินร้อยละ 3.6

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ การกีฬาแห่งประเทศไทย อุดรธานี ที่เอื้อเฟื้อสถานที่หอพักนักกีฬาในการทำงานวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบพระคุณสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าที่เอื้อเฟื้อวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ สำหรับการทำงานวิจัย รวมถึงคณาจารย์สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าที่ได้ให้คำแนะนำในการทำวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] ยุทธศักดิ์ ทอดทอง พิรุฬห์กร พันธุ์สาริกิจ วัชรวิชญ์ ดาวสว่าง สมชาย สิริพัฒนากุล ภูเบศ พิพิธหิรัญการ และ หัถยา คำภาษี. (2565). รถเก็บใบไม้บังคับวิทยุพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับทางในมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานีสามพร้าว. **การประชุมวิชาการทางด้านวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ประจำปี 2565 ครั้งที่ 1,** หน้า 102 - 105. อุดรธานี: มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี.

[2] จิรพันธ์ พิมพล ชัชวาล พิมพ์ทรายมูล กิตติภัฏ โสมค้า วริศรา เขียวศรี อรพิน ชาญนาสิน และ วรพงศ์ ตั้งศรีรัตน์. (2563). เรือเก็บขยะบนผิวน้ำควบคุมแบบไร้สายผ่านแอปพลิเคชั่นบนสมาร์ทโฟน. **การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัย เทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 13** หน้า 205 - 208 เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา.

[3] ประภาภรณ์ เพชรสม อิสระพงศ์ พูลสุข และ ประกาศิต ตันติอลงการ. (2016) การศึกษาเรือเก็บขยะควบคุมแบบไร้สาย. **SNRU Journal of Science and Technology**,**8**(3), 309 – 318.

[4] วิศวะ สื่อสุวรรณ. (2562). ระบบการใช้งานควบคุมอุปกรณ์เครื่องไฟฟ้าภายในบ้านผ่านเวปไซด์ด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง. **การประชุมวิชาการงานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 11** หน้า 387 - 390. อุบลราชธานี: มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี.

[5] จุไรรัตน์จินดา อรรคนิตย์ สมชาย สิริพัฒนากุล จ่าอากาศเอกรชานนท์ ศิริประเสริฐ และ จ่าอากาศเอกอภิสิทธิ์ กองหิน. (2565). ระบบควบคุมการแจ้งเตือนอุณหภูมิร่างกายมนุษย์ผ่านแอพลิเคชั่นไลน์. **การประชุมวิชาการทางด้านวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ประจำปี 2565 ครั้งที่ 1** หน้า 43 - 47. อุดรธานี: มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี.

[6] มนัส ศรีมูลชัย ปองพล ในจิตร ชยุตม์ ทิสะเส อภัยภักดิ์ ประทุมทิพย์ และ อลงกรณ์ พรมที. (2565). เครื่องตัดหญ้าไฟฟ้าควบคุมด้วยระบบแอปพลิเคชันสมาร์ทโฟนแอนดรอยด์. **การประชุมวิชาการทางด้านวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ประจำปี 2565 ครั้งที่ 1** หน้า 132 - 135. อุดรธานี: มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี.