

การศึกษาประสิทธิภาพของกังหันน้ำขนาดเล็กร่วมกับระบบชาร์จแบตเตอรี่ สำหรับการผลิตไฟฟ้าในพื้นที่ห่างไกล

เกศรา พลไชย¹, ประจวบ พิระพงษ์¹, ปรัชยนต์ นิตวัฒนานนท์¹, วรยุทธ ไกรวิลาศ²,
ธีระพงษ์ บุญรักษา², และ พรหมพักตร์ บุญรักษา^{3*}

¹ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี

² คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

³ คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

Email: promphak.b@rmutsb.ac.th*

Received: Oct 27, 2025

Revised: Nov 20, 2025

Accepted: Dec 04, 2025

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เสนอการศึกษาแบบจำลองการผลิตไฟฟ้าจากกังหันน้ำขนาดเล็กและระบบชาร์จแบตเตอรี่ 12 โวลต์ 7 แอมแปร์-ชั่วโมง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและทดสอบการผลิตไฟฟ้ากระแสตรงจากกังหันน้ำขนาดเล็ก การทดลองได้ทำการเปรียบเทียบอัตราการไหลของน้ำที่มีผลต่อพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ โดยทำการทดสอบการปล่อยน้ำในอัตราการไหลที่แตกต่างกันและบันทึกผลแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้จากกังหันน้ำขนาดเล็ก ผลการทดลองพบว่ากังหันน้ำขนาดเล็กสามารถผลิตไฟฟ้าได้สูงสุดที่ 1.68 วัตต์ เมื่ออัตราการไหลของน้ำอยู่ที่ 18 ลิตรต่อวินาที ซึ่งสามารถนำไปชาร์จแบตเตอรี่ 12 โวลต์ 7 แอมแปร์-ชั่วโมงได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยระบบชาร์จได้ถูกออกแบบให้สามารถชาร์จได้อย่างรวดเร็วและปลอดภัย โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการปรับกระแสไฟฟ้าในการชาร์จที่ 0.7 แอมแปร์ การศึกษานี้มีความสำคัญต่อการพัฒนาพลังงานทดแทนในชุมชนที่ห่างไกล และแสดงให้เห็นถึงความสามารถในการผลิตและจัดเก็บพลังงานไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: การผลิตไฟฟ้าจากกังหันน้ำขนาดเล็ก, เจนเนอเรเตอร์ขนาดเล็ก, วงจรชาร์จแบตเตอรี่

Performance Evaluation of a Small Hydro Turbine Integrated with a Battery Charging System for Local Area Power Generation

**Kedsara Palachai¹, Prajoub Peerapong¹, Prachayon Nitiwattananon¹,
Warayut Kraiwilas², Terapong Boonraksa², and Promphak Boonraksa^{3*}**

¹ Faculty of Engineering, Bangkok Thonburi University

² Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Rattanakosin

³ Faculty of Engineering and Architecture, Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi

Email: promphak.b@rmutsb.ac.th*

Received: Oct 27, 2025

Revised: Nov 20, 2025

Accepted: Dec 04, 2025

Abstract

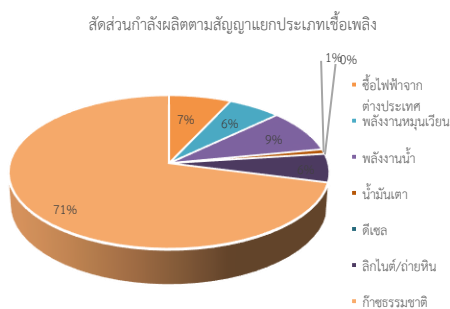
This research presents a modeling study on electricity generation from a micro-hydro turbine and its 12V, 7 Ah battery charging system. The main objective was to design and test the production of direct current electricity using the small water turbine. The experiments compared varying water flow rates to assess the impact on the generated electrical energy. Water was released at different flow rates, and the resulting voltage and current were recorded. The results indicated the micro-hydro turbine generated a maximum output of 1.68 Watts at a flow rate of 18L/min. This output is sufficient to efficiently charge the 12V, 7Ah battery. The charging system, utilizing a Boost Converter, was designed for efficient charging by adjusting the charging current to 0.7Amps. This study is significant for renewable energy development in remote communities, demonstrating the capability to produce and store electrical energy effectively.

Keywords: Small Hydro Turbine, Renewable Energy, Battery Charging Syste

บทนำ

ในปัจจุบัน โลกกำลังเผชิญกับปัญหาภาวะสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการใช้ถ่านหินและน้ำมันเป็นแหล่งพลังงานหลักในกระบวนการต่าง ๆ ของมนุษย์ทั่วโลก แต่ละประเทศได้นำเข้าวัตถุดิบดังกล่าวในปริมาณสูง จนกลายเป็นผลกระทบต่อระบบเศรษฐกิจและเป็นสาเหตุหลักของภาวะโลกร้อนซึ่งส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตบนพื้นโลกอย่างรุนแรง เช่น การเกิดภาวะแห้งแล้งยาวนาน การละลายของธารน้ำแข็งทั่วโลก ระดับน้ำทะเลที่เพิ่มสูงขึ้น และความร้อนในมหาสมุทรที่สูงขึ้น รวมถึงการเกิดไฟป่าอย่างรุนแรงและบ่อยครั้ง

ในระยะเวลา 10 ปีที่ผ่านมา ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554 ถึง พ.ศ. 2564 ประเทศไทยมีการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ โดยมีค่าเฉลี่ยอัตราการเพิ่มที่ร้อยละ 4.4 ต่อปี การเพิ่มขึ้นของการใช้พลังงานนี้ ควบคู่ไปกับการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 3.1 ต่อปี [1-2]



ภาพที่ 1 สัดส่วนการใช้งานเชื้อเพลิงผลิตพลังงานไฟฟ้าในระบบของ กฟผ. ปี พ.ศ. 2565 [1]

จากภาพที่ 1 จะเห็นการเปรียบเทียบปริมาณการใช้เชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้าก๊าซธรรมชาติยังมีปริมาณการใช้มากที่สุดเพื่อเป็นการลดการใช้เชื้อเพลิงและเป็นการลดค่าใช้จ่ายในการซื้อเชื้อเพลิงควรเพิ่มอัตราการใช้เชื้อเพลิง

ประเภทอื่นให้มากขึ้นโดยเฉพาะพลังงานทดแทนและพลังงานการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานน้ำเป็นกระบวนการผลิตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและถือได้ว่าเป็นแหล่งพลังงานสะอาดที่ใช้พลังงานจลน์และพลังงานศักย์ของน้ำในการผลิตไฟฟ้า ไม่ก่อให้เกิดมลพิษและมลภาวะโลกร้อน [3]

พลังงานคือ พลังหรือกำลังที่เกิดจากการไหลของน้ำ ซึ่งเป็นพลังที่มีกำลังงานสูงมาก หากไม่สามารถควบคุมได้พลังน้ำนั้นก็สามารถทำให้เกิดความเสียหายแก่ชีวิตและทรัพย์สินได้อย่างกว้างขวาง ดังตัวอย่างเช่น การเกิดอุทกภัยในบริเวณที่ลาดเชิงเขา หรือบริเวณที่มีความลาดชันสูงในทางตรงกันข้ามหากสามารถควบคุมพลังน้ำได้ตามแนวทางที่เหมาะสมก็สามารถนำมาใช้เป็นประโยชน์แก่มนุษย์ได้พลังน้ำได้ถูกใช้ประโยชน์มาแล้วหลายร้อยปี กังหันน้ำสำหรับยกน้ำขึ้นสู่ที่สูงเพื่อเพื่อหมุนเครื่องจักรในโรงงานสีข้าว โรงงานทอผ้าโรงงานเลื่อยไม้ และโรงงานอื่น ๆ [4-5]

การออกแบบระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานน้ำขนาดเล็กที่เหมาะสมที่สุดนั้น จำเป็นต้องอาศัยการพิจารณาเลือกประเภทของกังหันน้ำให้สอดคล้องกับลักษณะเฉพาะของแหล่งน้ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง หัวน้ำ และ อัตราการไหล ซึ่งเป็นปัจจัยหลักในการตัดสินใจเลือกการออกแบบกังหันน้ำขนาดเล็กสามารถจำแนกประเภทหลักตามหลักการทำงานได้เป็นกังหันแรงกระตุ้น เช่น กังหัน Pelton และ Cross-flow ที่เหมาะกับแหล่งน้ำที่มีหัวน้ำสูงแต่อัตราการไหลต่ำและกังหันแรงปฏิกิริยาเช่น กังหัน Francis และ Kaplan ที่เหมาะสมสำหรับแหล่งน้ำที่มีหัวน้ำต่ำแต่อัตราการไหลสูงการเลือกใช้กังหันที่เหมาะสมกับสภาพการไหลและความดันของระบบส่งน้ำจึงเป็นหัวใจสำคัญ

อย่างไรก็ตาม ระบบพลังงานทางเลือกดั้งเดิมในพื้นที่ห่างไกลมักประสบปัญหาด้านความ

ไม่สม่ำเสมอของแหล่งพลังงาน เช่น โซลาร์เซลล์ที่ไม่สามารถผลิตไฟฟ้าในเวลากลางคืน หรือกังหันลมที่มีกำลังผลิตผันผวน ปัญหาเหล่านี้ส่งผลให้ระบบผลิตไฟฟ้าเดิมไม่เพียงพอต่อการจ่ายโหลดที่มีความต้องการพลังงานต่อเนื่องตลอดเวลา โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่ชนบทที่โครงข่ายไฟฟ้าหลักยังเข้าไม่ถึง ทำให้การใช้ กังหันน้ำขนาดเล็กซึ่งสามารถผลิตไฟฟ้าได้อย่างต่อเนื่องตลอด 24 ชั่วโมง (ในกรณีที่มีอัตราการไหลคงที่ เช่น ระบบชลประทาน) กลายเป็นทางออกที่น่าสนใจความท้าทายทางวิศวกรรมหลักในการใช้กังหันน้ำคือการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์สำรองพลังงาน พลังงานไฟฟ้ากระแสตรงที่ผลิตได้จากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กมีความผันผวนของแรงดันตามความเร็วของน้ำที่เปลี่ยนแปลงไป ซึ่ง ไม่เหมาะกับการนำไปชาร์จแบตเตอรี่โดยตรง เนื่องจากอาจส่งผลให้แบตเตอรี่เสียหายหรือชาร์จได้ไม่มีประสิทธิภาพ ดังนั้น ความสำคัญจึงอยู่ที่การออกแบบวงจรชาร์จแบตเตอรี่ที่เหมาะสม ซึ่งสามารถ ควบคุมแรงดันและกระแสไฟฟ้า ที่ผันผวนจากกังหันน้ำให้เป็นไปตามข้อกำหนดการชาร์จของแบตเตอรี่อย่างแม่นยำ เช่น การใช้เทคนิค MPPT หรือ Boost Converter เพื่อให้มั่นใจได้ว่าพลังงานจะถูกจัดเก็บไว้ในแบตเตอรี่ได้อย่างปลอดภัย มีประสิทธิภาพสูงสุด และพร้อมสำหรับการใช้งานเมื่อไม่มีการไหลของน้ำ

ปัจจุบันในประเทศไทยนั้นทั้งภาครัฐและเอกชนมีความพยายามในด้านแนวคิดการประหยัดพลังงาน และหาพลังงานทดแทนที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์และสามารถลดต้นทุนค่าใช้จ่ายด้านพลังงานได้ คณะผู้วิจัยจึงเห็นพลังงานน้ำนั้นเป็นพลังงานหมุนเวียนที่สะอาดและสามารถนำมาผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ อาทิเช่น น้ำในระบบส่งน้ำประปาที่ใช้ในการอุปโภคบริโภค และน้ำในระบบชลประทานทางการเกษตร เนื่องจากการไหลของกระแสน้ำในทิศทาง

เดียวกันไม่ไหลย้อนกลับ มีอัตราความเร็วในการไหลที่ค่อนข้างคงที่ [6-8] การศึกษาที่ผ่านมาได้แสดงให้เห็นถึงความก้าวหน้าอย่างมากในการพัฒนาระบบพลังน้ำขนาดเล็ก โดยมุ่งเน้นไปที่การออกแบบกังหันเพื่อติดตั้งในท่อส่งน้ำและการใช้เทคนิคขั้นสูง เช่น การติดตามจุดกำลังไฟฟ้าสูงสุดในวงจรจแนตเตอร์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเก็บเกี่ยวพลังงานอย่างสูงสุด [9-10]

อย่างไรก็ตาม แม้จะมีงานวิจัยจำนวนมากเกี่ยวกับการผลิตไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก แต่ช่องว่างขององค์ความรู้คือการขาดการออกแบบและการสร้างแบบจำลองระบบผลิตไฟฟ้าพลังน้ำแบบกังหันน้ำขนาดเล็กที่มีต้นทุนต่ำซึ่งได้ถูกปรับให้เหมาะสมกับลักษณะเฉพาะของอัตราการไหลและความดันที่ค่อนข้างคงที่ในระบบส่งน้ำประปาชลประทานของไทย และการรวมเข้ากับวงจรชาร์จแบตเตอรี่ที่เหมาะสมเพื่อการใช้ประโยชน์ในพื้นที่ห่างไกล ซึ่งเป็นประเด็นที่ยังต้องมีการพัฒนาแบบจำลองเชิงปฏิบัติการที่ชัดเจนและสามารถทำซ้ำได้ [10] คณะผู้วิจัยได้ตระหนักถึงความสำคัญของพลังงานน้ำ จึงมีแนวทางการใช้การไหลของน้ำที่มีกระแสการไหลในทิศทางเดียวดังกล่าวใช้ติดตั้งกังหันน้ำในการผลิตกระแสไฟฟ้าสืบเนื่องจากการมีลักษณะการไหลและความเร็วที่เหมาะสมจึงทำการศึกษา พัฒนาและทำการเปลี่ยนพลังงานน้ำให้เป็นพลังงานไฟฟ้า โดยการออกแบบและสร้างแบบจำลองระบบผลิตไฟฟ้าพลังน้ำแบบกังหันน้ำขนาดเล็ก เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่อไปได้ในอนาคต

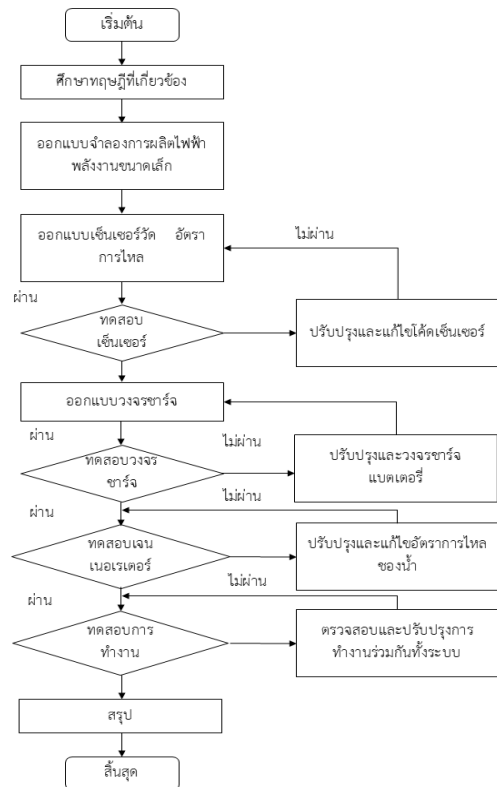
วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากกังหันน้ำขนาดเล็ก
2. เพื่อออกแบบและสร้างแบบจำลองระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าจากกังหันน้ำขนาดเล็ก และระบบชาร์จแบตเตอรี่

3. เพื่อทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของกังหันน้ำขนาดเล็กในการผลิตกระแสไฟฟ้าและระบบการชาร์จแบตเตอรี่

ระเบียบวิธีวิจัย

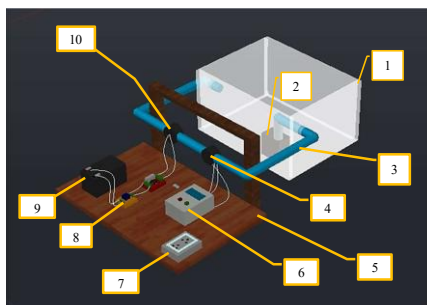
การศึกษานี้มุ่งเน้นการนำพลังงานน้ำมาใช้ผลิตกระแสไฟฟ้า โดยมีการออกแบบแบบจำลองระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าขนาดเล็กจากพลังงานน้ำ และทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของกังหันน้ำขนาดเล็กในการผลิตกระแสไฟฟ้า เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ดังกล่าว ต้องมีการวางแผนงานเพื่อทราบแนวทางการปฏิบัติที่ถูกต้องจากการศึกษาทฤษฎีในบทที่ 2 สามารถแบ่งขั้นตอนในการดำเนินงานของการศึกษาผลิตไฟฟ้าจากกังหันน้ำขนาดเล็ก ได้เป็น 2 ส่วน โดยส่วนที่ 1 คือการติดตั้งพิกัดขนาดปริมาตร 30 ลิตรและต่อท่อพีวีซีเข้ากับชุดเซ็นเซอร์วัดอัตราการไหลของน้ำและทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็ก เพื่อให้ น้ำไหลผ่านกังหันน้ำในเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและเดินท่อนวนกลับไปยังถังพักน้ำตอนต้นและส่วนที่ 2 คือ ส่วนของการสร้างของการออกแบบวงจรชาร์จแบตเตอรี่ ซึ่งมีลักษณะในการดำเนินการดังบล็อกไดอะแกรมในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 บล็อกไดอะแกรมขั้นตอนการดำเนินงาน

1. การออกแบบแบบจำลองกังหันผลิตไฟฟ้าขนาดเล็ก

การสร้างชุดทดสอบกังหันน้ำสำหรับระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานน้ำออกแบบชุดทดสอบกังหันสำหรับระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานน้ำ ดังภาพที่ 3 โดยใช้โปรแกรม Auto cad



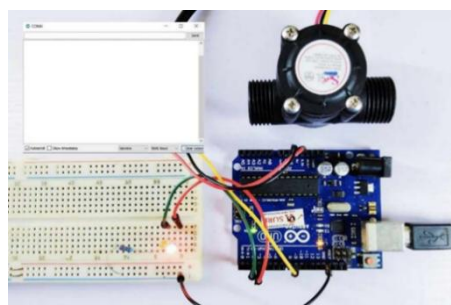
ภาพที่ 3 แบบจำลองกังหันน้ำผลิตไฟฟ้าขนาดเล็ก

หมายเลข 1 ถังพักน้ำขนาด 30 ลิตร หมายเลข 2 ปั๊มน้ำแรงดัน 1200 L/h หมายเลข 3 ท่อพีวีซี ขนาด 1/2 นิ้ว หมายเลข 4 เซ็นเซอร์วัดอัตราการไหลรุ่น YF-S201 [11] หมายเลข 5 ฐานไม้ัดขนาด 40*60 ซม. หมายเลข 6 กล่องพร้อมจอ Lcd แสดงสถานการณ์ไหลของน้ำ แรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า หมายเลข 7 ชุดเต้ารับสำหรับเป็นแหล่งจ่ายให้แก่ปั๊มน้ำ หมายเลข 8 วงจรชาร์จแบตเตอรี่ หมายเลข 9 แบตเตอรี่ขนาด 12 V 7 Ah, หมายเลข 10 เจนเนอเรเตอร์กังหันน้ำ รุ่น F50 12V [12]

2. การออกแบบและทดสอบเซ็นเซอร์วัดอัตราการไหลของน้ำ

การออกแบบและทดสอบเซ็นเซอร์วัดอัตราการไหลของน้ำ มีหลักการทำงานที่ประกอบด้วย วาล์วพลาสติกที่น้ำสามารถไหลผ่านได้ มีโรเตอร์ติดตั้งอยู่ภายในและใช้เซ็นเซอร์แบบ Hall effect เพื่อตรวจจับการหมุนของโรเตอร์ เมื่อน้ำไหลผ่านวาล์ว จะทำให้โรเตอร์หมุน และความเร็วการหมุนจะแปรผันตามอัตราการไหลของน้ำ เซ็นเซอร์ Hall effect จะตรวจจับการเปลี่ยนแปลงของสนามแม่เหล็กที่เกิดจากการหมุนของโรเตอร์ และแปลงเป็นสัญญาณพัลส์ ซึ่งจำนวนพัลส์ต่อหน่วยเวลาจะสัมพันธ์กับอัตราการไหลของน้ำ

การทดสอบความแม่นยำของเซ็นเซอร์ทำโดยใช้ถังน้ำขนาด 6 ลิตร ปล่อยน้ำผ่านเซ็นเซอร์จนหมดถัง และเปรียบเทียบค่าปริมาณน้ำที่เซ็นเซอร์วัดได้กับปริมาณน้ำจริง ทำการทดสอบซ้ำ 10 ครั้ง เพื่อนำมาคำนวณค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน จากนั้นจึงปรับแก้ค่าสอบเทียบเพื่อเพิ่มความแม่นยำในการวัดต่อไป



ภาพที่ 4 การต่อเซ็นเซอร์วัดอัตราการไหลของน้ำกับบอร์ด Arduino R3

จากเซ็นเซอร์วัดอัตราการไหลรุ่น YF-S201 กับบอร์ด Arduino R3, สายสีแดง 5V, สายสีดำ GND, สายสีเหลือง Digital pin 9, LED Digital pin 2,3 และตัวต้านทาน 220 Ω

3. การทดสอบเจนเนอเรเตอร์กังหันน้ำ รุ่น F50

การทดสอบเจนเนอเรเตอร์กังหันน้ำรุ่น F50 12 V นั้นจะทำการทดสอบโดยการต่อเจนเนอเรเตอร์กังหันน้ำ รุ่น F50 12V เข้ากับชุดเซ็นเซอร์วัดอัตราการไหลของน้ำ รุ่น YF-S201 และต่อเข้ากับระบบน้ำปะปาโดยการเปิดวาล์วน้ำเพิ่มขึ้นเป็นระดับๆ โดยมีการต่อเจนเนอเรเตอร์แบบ 1 เครื่อง และ 2 เครื่อง หลังจากนั้นใช้แคลมป์มิเตอร์วัดแรงดันไฟฟ้าที่ได้จากเจนเนอเรเตอร์กังหันน้ำและทำการวัดกระแสไฟฟ้าโดยใช้หลอดไฟกระแสตรง 12V 9 W เป็นโหลด วัดโดยใช้แคลมป์มิเตอร์

อนุกรมเข้ากับโหลด และบันทึกผลอัตราการไหลของน้ำที่มีผลต่อแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในระดับแรงดันไฟฟ้าต่าง ๆ โดยทำการทดสอบซ้ำจำนวน 10 ครั้ง และหาค่าเฉลี่ยแรงดันไฟฟ้าระดับต่าง ๆ ภาพที่ 5 และภาพที่ 6 แสดงการวัดค่าแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าจากเจนเนอเรเตอร์



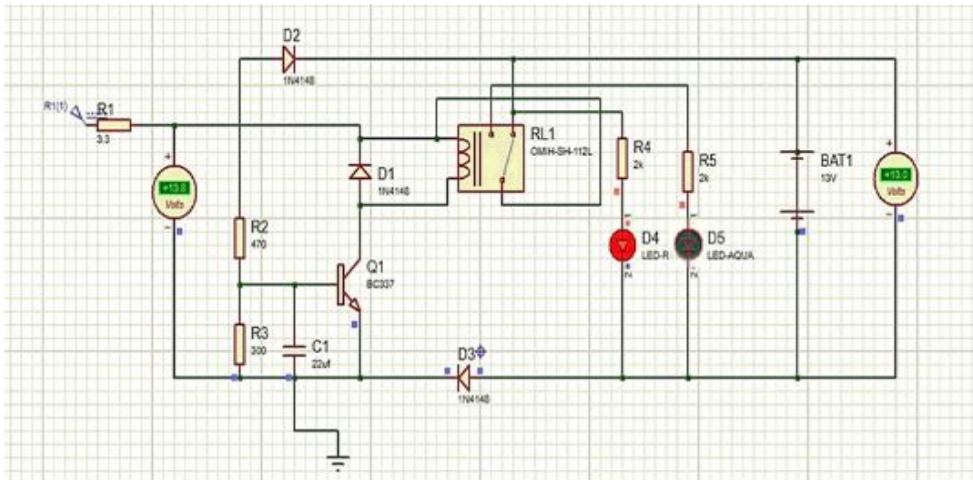
ภาพที่ 5 การวัดแรงดันที่เกิดจากเจนเนอเรเตอร์
เมื่อมีน้ำไหลผ่าน



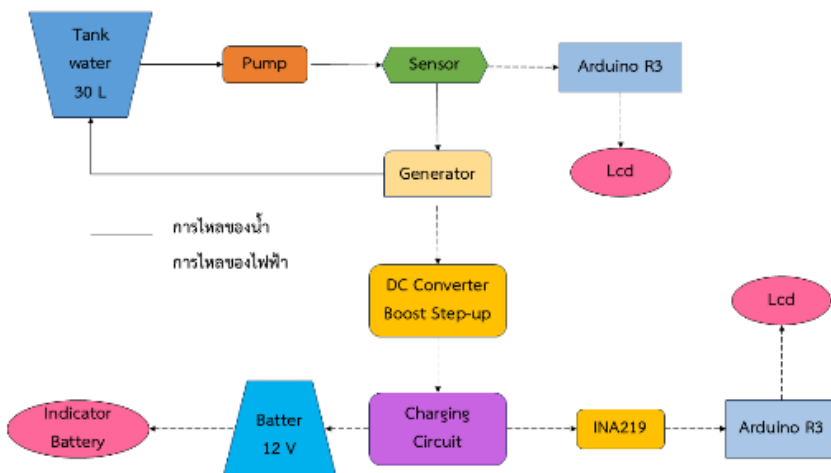
ภาพที่ 6 การวัดกระแสที่เกิดจากเจนเนอเรเตอร์
เมื่อมีน้ำไหลผ่าน

4. การออกแบบวงจรชาร์จแบตเตอรี่ 12V 7Ah

ใช้การออกแบบโดยโปรแกรม Proteus หลักการทำงานของวงจรโดยด้านอินพุตจะมีวงจร Step up ทำให้แรงดันเพิ่มขึ้น การตรวจเช็คแรงดันจากแบตเตอรี่ โดยควบคุมการตัดต่อของรีเลย์การตรวจเช็คแรงดันด้วยการใช้ ทรานซิสเตอร์ BC337 เป็นตัวเปรียบเทียบแรงดัน ในสถานะแรงดันแบตเตอรี่สูงกว่าแรงดันของอินพุต จะได้มีไดโอดไดโอด 1N4742A เป็นตัว Blocking ไม่ให้กระแสจากแบตเตอรี่ไหลกลับไปที่เจนเนอเรเตอร์ ขณะทำการชาร์จแบตเตอรี่จะมี ไฟ LED สีแดงทำงานเมื่อแรงดันของแบตเตอรี่มากกว่าแรงดันอินพุตจะมีไฟ LED สีเขียวแสดงขึ้น ภาพที่ 7 แสดงการทดสอบขณะชาร์จในโปรแกรม Proteus วงจรชาร์จแบตเตอรี่ถูกออกแบบให้สามารถปรับค่ากระแสชาร์จแบตเตอรี่ หรือ C-rate ได้ ซึ่งตั้งค่าให้เหมาะสมกับคุณสมบัติของแบตเตอรี่ที่นำมาใช้ที่กระแสชาร์จไม่เกิน 0.7A



ภาพที่ 7 การทดสอบขณะชาร์จในโปรแกรม Proteus



ภาพที่ 8 บล็อกไดอะแกรมแสดงส่วนประกอบการทำงานของแบบจำลองการผลิตไฟฟ้าขนาดเล็ก

จากภาพที่ 8 การไหลของน้ำนั้นจะไหลจากถังน้ำขนาด 30 ลิตร ผ่านปั๊มน้ำและไหลผ่านเซ็นเซอร์วัดอัตราการไหลของน้ำ ไหลไปยังเจนเนอเรเตอร์เพื่อผลิตไฟฟ้าและไหลกลับยังถังน้ำ ตอนต้นส่วนการไหลของไฟฟ้านั้นจะไหลจากเซ็นเซอร์ไปยัง ArduinoR3 เพื่อแสดงค่ายังจอ Lcd และอีกส่วนคือไหลจากเจนเนอเรเตอร์ไปยังวงจรบูสคอนเวอร์เตอร์เพื่อปรับกระแสก่อนเข้าวงจรชาร์จแบตเตอรี่เพื่อไหลไปยังแบตเตอรี่ ในส่วนเซ็นเซอร์ INA219 จะทำการวัดกระแสและ

แรงดันไฟฟ้าในการชาร์จหลังจากนั้นจะส่งผลไปยัง ArduinoR3 เพื่อแสดงค่ายังจอ Lcd

ผลการวิจัย

ในการศึกษานี้ได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก (Pico-hydro generator) รุ่น F50 และระบบประจุแบตเตอรี่ 12 V ที่ออกแบบขึ้น โดยใช้ Clamp meter ยี่ห้อ FLUKE เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองวัดค่าพารามิเตอร์ทางไฟฟ้า ผลการ

ทดสอบสามารถแบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลัก ได้แก่
(1) ประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 1 เครื่อง
(2) ประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 2 เครื่อง
ที่ต่อแบบขนาน และ (3) ประสิทธิภาพของระบบ
ประจุแบตเตอรี่

1. ประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 1 เครื่อง

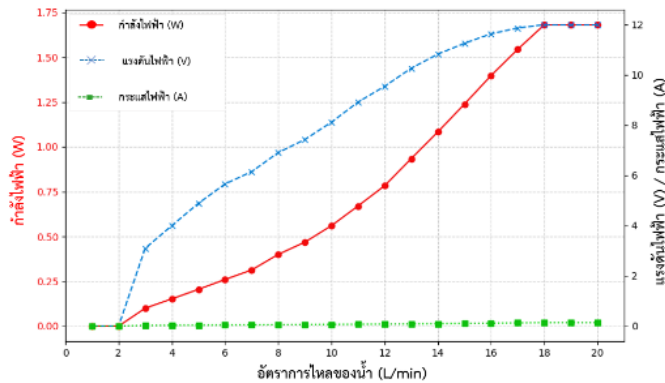
การทดสอบคุณลักษณะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ารุ่น F50 จำนวน 1 เครื่อง เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลของน้ำ (L/min) กับค่าทางไฟฟ้าที่ผลิตได้ ได้แก่ แรงดันไฟฟ้า (V) กระแสไฟฟ้า (A) และกำลังไฟฟ้า (W) แสดงผลดังตารางที่ 1

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเริ่มทำงาน (Cut-in) ที่อัตราการไหล 3 (L/min) โดยสามารถผลิตแรงดันไฟฟ้าได้ 3.10 V กระแสไฟฟ้าประมาณ 32 mA และกำลังไฟฟ้า 0.100 W เมื่ออัตราการไหลของน้ำเพิ่มขึ้น ค่าแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในลักษณะความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง (Linear relationship) ส่งผลให้กำลังไฟฟ้าที่ เพิ่มขึ้นตามไปด้วย

ตารางที่ 1 ผลของกำลังไฟฟ้าของการทดสอบ
เจนเนอเรเตอร์กังหันน้ำ รุ่น F50

อัตราการไหลของน้ำ (L/min)	กระแสไฟฟ้า (A)	แรงดันไฟฟ้า (V)	กำลังไฟฟ้า (W)
1	0	0	0
2	0	0	0
3	0.032	3.10	0.100
4	0.038	4.00	0.152
5	0.042	4.89	0.205
6	0.046	5.66	0.260
7	0.051	6.15	0.313
8	0.058	6.91	0.400
9	0.063	7.43	0.468
10	0.069	8.12	0.560
11	0.075	8.92	0.670
12	0.082	9.55	0.783
13	0.091	10.27	0.934
14	0.1	10.83	1.083
15	0.11	11.26	1.238
16	0.12	11.64	1.397
17	0.13	11.87	1.543
18	0.14	12.00	1.680
19	0.14	12.00	1.680
20	0.14	12.00	1.680

ประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าถึงจุดสูงสุด (Rated performance) ที่ อัตราการไหล 18 L/min โดยสามารถผลิตแรงดันไฟฟ้าได้ 12.00 V และกระแสไฟฟ้าสูงสุด 140 mA (0.14 A) คิดเป็นกำลังไฟฟ้าสูงสุดที่ 1.680 W ผลการทดสอบชี้ให้เห็นว่า ที่อัตราการไหลสูงกว่า 18 L/min (คือ 19 และ 20 L/min) เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเข้าสู่สภาวะอิ่มตัว (Saturation) โดยค่าแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้มีค่าคงที่ ไม่เพิ่มขึ้นอีกต่อไปแสดงในภาพที่ 9



ภาพที่ 9 ผลการทดสอบคุณลักษณะทางไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า F50

2. ประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 2 เครื่องต่อแบบขนาน

เพื่อศึกษาแนวทางการเพิ่มกระแสไฟฟ้าสำหรับระบบประจุแบตเตอรี่ จึงทำการทดสอบโดยนำเครื่องกำเนิดไฟฟ้ารุ่น F50 จำนวน 2 เครื่องมาต่อวงจรแบบขนาน ซึ่งผลการทดสอบแสดงดังตารางที่ 2

จากการทดสอบพบว่า ระบบที่ต่อแบบขนานต้องการอัตราการไหลของน้ำที่สูงขึ้นเพื่อเริ่มการผลิตไฟฟ้า (Cut-in) โดยระบบเริ่มทำงานที่อัตราการไหล 5 L/min ผลิตแรงดัน 3.32 V กระแส 70 mA และกำลังไฟฟ้า 0.232 W ซึ่งแตกต่างจากการใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเครื่องเดียวที่เริ่มทำงานที่ 3 L/min

ตารางที่ 2 ผลของกำลังไฟฟ้าของการทดสอบเจนเนอเรเตอร์กังหันน้ำ 2 เครื่องต่อแบบขนาน

อัตราการไหลของน้ำ (L/min)	กระแสไฟฟ้า (A)	แรงดันไฟฟ้า (V)	กำลังไฟฟ้า (W)
1	0	0	0
2	0	0	0
3	0	0	0
4	0	0	0
5	0.070	3.32	0.232
6	0.084	4.12	0.346
7	0.095	4.92	0.467
8	0.110	5.67	0.624
9	0.128	6.46	0.827
10	0.140	7.24	1.014
11	0.155	8.07	1.250
12	0.168	8.86	1.488
13	0.180	9.48	1.706
14	0.196	9.85	1.930
15	0.210	10.25	2.153
16	0.225	10.74	2.416
17	0.238	10.17	2.420
18	0.250	11.66	2.915
19	0.265	11.87	3.145
20	0.280	12.00	3.360

เมื่ออัตราการไหลเพิ่มขึ้น แรงดันและกระแสไฟฟ้ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้กำลังไฟฟ้าเพิ่มขึ้นตาม ณ อัตราการไหลสูงสุดที่ทดสอบ 20 L/min ระบบสามารถผลิตแรงดันไฟฟ้าได้ 12 V ซึ่งเทียบเท่ากับขีดจำกัดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเครื่องเดียว แต่สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้สูงถึง 280 mA (0.280 A) และให้กำลังไฟฟ้าสูงสุด 3.360 W

เมื่อเปรียบเทียบกับ การทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเครื่องเดียว (ซึ่งให้กระแสสูงสุด 140 mA และกำลังไฟฟ้าสูงสุด 1.680 W) ผลการทดสอบนี้ ยืนยันว่าการต่อแบบขนานสามารถเพิ่มความสามารถในการจ่ายกระแสไฟฟ้า (Current capacity) ได้เป็น 2 เท่า อย่างชัดเจน ส่งผลให้กำลังไฟฟ้ารวมของระบบเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่าตาม ทฤษฎีการต่อวงจรแบบขนาน

3. ผลการทดสอบการชาร์จแบตเตอรี่แบบแรงดันไฟฟ้าคงที่

ทำการทดสอบระบบประจุแบตเตอรี่ขนาด 12 V 7 Ah โดยใช้วิธีการประจุแบบแรงดันคงที่ (Constant Voltage Charging) ที่ 13.8 V เป็นเวลา 180 นาที (3 ชั่วโมง) ผลการประจุแบตเตอรี่ แสดงดังตารางที่ 3 แบตเตอรี่ซึ่งมีแรงดันเริ่มต้น 10.71 V ถูกประจุด้วยกระแสไฟฟ้าค่อนข้างคงที่ ที่ 0.7 A ในช่วง 100 นาทีแรก หลังจากนั้น เมื่อแรงดันของแบตเตอรี่เพิ่มสูงขึ้น (เข้าใกล้ 13.20 V) กระแสการประจุจะค่อย ๆ ลดลง (Tapering) ตามคุณลักษณะของการชาร์จแบบแรงดันคงที่ จนเหลือ 0.13 A ที่เวลา 180 นาที

ณ จุดสิ้นสุดการทดสอบ แรงดันของแบตเตอรี่เพิ่มขึ้นเป็น 13.70 V (วัดค่าจริงได้ 13.72 V ซึ่งแสดงให้เห็นว่าระบบประจุแบตเตอรี่ ที่ออกแบบสามารถทำงานและอัดประจุไฟฟ้าเข้าสู่แบตเตอรี่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ตารางที่ 3 การประจุแบตเตอรี่แบบแรงดันคงที่ โดยใช้แรงดันที่ 13.8 V

เวลาที่ใช้ในการชาร์จ (min)	กระแสไฟฟ้า (A)	แรงดันไฟฟ้า (V)
0	0.7	10.71
20	0.7	11.21
40	0.7	11.70
60	0.7	12.22
80	0.7	12.74
100	0.7	13.20
120	0.55	13.42
140	0.33	13.60
160	0.20	13.68
180	0.13	13.70

สรุปและอภิปรายผล

งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาการนำพลังงานน้ำมาใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้า โดยมุ่งเน้นที่การออกแบบและทดสอบระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าขนาดเล็กจากพลังงานน้ำ ผ่านการใช้กังหันน้ำขนาดเล็ก ผลการทดลองแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพที่น่าพอใจของระบบในการผลิตไฟฟ้า

จากการศึกษาประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก (Pico-hydro generator) รุ่น F50 และระบบประจุแบตเตอรี่ขนาด 12 V ที่ออกแบบขึ้น พบว่า เครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กดังกล่าวสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ภายใต้อัตราการไหลของน้ำที่เหมาะสม การทดสอบด้วยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจำนวน 1 เครื่อง พบว่าเริ่มทำงานที่อัตราการไหล 3 ลิตรต่อนาที โดยให้แรงดันไฟฟ้า 3.10 โวลต์ กระแสไฟฟ้า 0.032 แอมแปร์ และกำลังไฟฟ้า 0.100 วัตต์ เมื่ออัตราการไหลของน้ำเพิ่มขึ้น ค่าแรงดันและกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในลักษณะเชิงเส้นตรง จนถึงอัตราการไหล 18 ลิตรต่อนาที

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าให้ค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดที่ 1.680 วัตต์ (แรงดัน 12.00 โวลต์ กระแส 0.14 แอมแปร์) ซึ่งเป็นค่าประสิทธิภาพสูงสุด ก่อนเข้าสู่สภาวะอิ่มตัวเมื่ออัตราการไหลเกิน 18 ลิตรต่อนาที โดยค่ากำลังไฟฟ้ามีแนวโน้มคงที่ไม่เพิ่มขึ้นอีก

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพเชิงกลไฟฟ้า ของระบบถือเป็นสิ่งสำคัญในการประเมินศักยภาพของกังหันน้ำและเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดยประสิทธิภาพ (η) สามารถคำนวณได้จากอัตราส่วนของกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ P_{out} ต่อกำลังน้ำสูงสุด P_{water} ดังสมการสมการที่ 1

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{water}} \times 100\% \quad (1)$$

แม้ว่างานวิจัยนี้จะไม่ได้รับมูลค่าความสูงของน้ำโดยตรง แต่หากพิจารณากำลังไฟฟ้าสูงสุดที่ 1.680W ณ อัตราการไหล 18 L/min จะพบว่าประสิทธิภาพรวมของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า F50 ในช่วงการทำงานสูงสุดนี้ค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับกำลังน้ำที่อาจเกิดขึ้นจริง ซึ่งบ่งชี้ว่ากังหันน้ำและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ใช้มีข้อจำกัดด้านการแปลงพลังงานจลน์ของน้ำเป็นพลังงานไฟฟ้า การออกแบบกังหันให้มีรูปทรงที่เหมาะสมกับความดันและอัตราการไหลในท่อจึงเป็นแนวทางที่สำคัญในการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบโดยรวมในอนาคตสำหรับการทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจำนวน 2 เครื่องที่ต่อแบบขนาน พบว่าระบบต้องการอัตราการไหลของน้ำที่สูงขึ้นเพื่อเริ่มการผลิตไฟฟ้า โดยเริ่มทำงานที่อัตราการไหล 5 ลิตรต่อนาที สามารถผลิตแรงดันไฟฟ้า 3.32 โวลต์ กระแสไฟฟ้า 0.070 แอมแปร์ และกำลังไฟฟ้า 0.232 วัตต์ เมื่ออัตราการไหลเพิ่มขึ้น แรงดันและกระแสไฟฟ้ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นต่อเนื่องจนถึงอัตราการไหล 20 ลิตรต่อนาที สามารถผลิตแรงดันไฟฟ้าได้ 12.00 โวลต์ กระแสไฟฟ้า 0.280

แอมแปร์ และมีกำลังไฟฟ้าสูงสุด 3.360 วัตต์ เมื่อเปรียบเทียบกับกรณีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเพียงเครื่องเดียวพบว่าการทำงานของระบบขนานสามารถเพิ่มความสามารถในการจ่ายกระแสไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้ารวมได้ประมาณ 2 เท่า ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการทำงานของระบบขนานและยืนยันถึงประสิทธิภาพในการใช้งานร่วมกันของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหลายเครื่อง

นอกจากนี้ การทดสอบระบบประจุแบตเตอรี่แบบแรงดันคงที่ที่ 13.8 โวลต์ เป็นเวลา 180 นาที พบว่าแบตเตอรี่ขนาด 12 V 7 Ah ที่มีแรงดันเริ่มต้น 10.71 โวลต์ สามารถรับประจุไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยในช่วง 100 นาทีแรก กระแสการชาร์จคงที่ที่ประมาณ 0.7 แอมแปร์ และเมื่อแรงดันของแบตเตอรี่เพิ่มขึ้นจนเข้าใกล้ค่าแรงดันที่ กระแสการชาร์จลดลงอย่างต่อเนื่อง ตามลักษณะการประจุแบบแรงดันคงที่ จนเหลือเพียง 0.13 แอมแปร์ ณ สิ้นสุดการทดสอบ โดยแรงดันไฟฟ้าสุดท้ายของแบตเตอรี่เพิ่มขึ้นเป็น 13.70 โวลต์ แสดงให้เห็นว่าระบบประจุแบตเตอรี่ที่ออกแบบสามารถอัดประจุไฟฟ้าเข้าสู่แบตเตอรี่ได้อย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัย ซึ่งการคำนวณเวลาประจุแบตเตอรี่ตามทฤษฎี (T_{theory}) แบตเตอรี่ขนาด 12V, 7Ah ที่มีแรงดันเริ่มต้น 10.71V คาดว่าต้องรับประจุเพิ่มเติมประมาณ 4.5Ah (สมมติฐานตามสถานะการคายประจุ) หากพิจารณากระแสการชาร์จคงที่ในช่วงแรก $I_{charge} = 0.7A$ เวลาที่ใช้ในการประจุตามทฤษฎี T_{theory} สามารถคำนวณจากสมการที่ 2

$$T_{theory} = \frac{\Delta Q}{I_{charge}} \quad (2)$$

โดย ΔQ คือปริมาณประจุที่ต้องการเติม ซึ่งจะได้เวลาประมาณ 6.43 ชั่วโมง (386 นาที) ดังนั้นการทดสอบที่ระยะเวลา 180 นาที (3 ชั่วโมง) จึง

มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความสามารถของระบบในการจ่ายกระแสแรงดันที่และเสถียรภาพของวงจรชาร์จในช่วงแรกของการประจุซึ่งเป็นช่วงที่แบตเตอรี่รับกระแสสูงสุดอย่างรวดเร็ว ผลลัพธ์ที่แรงดันแบตเตอรี่เพิ่มขึ้นถึง 13.70V ณ สิ้นสุดการทดสอบ แสดงให้เห็นถึงศักยภาพการใช้งานในทางปฏิบัติ แม้ว่าแบตเตอรี่จะยังไม่ถึงสถานะการประจุเต็ม 100%

อย่างไรก็ตาม ผลการทดลองยังมีข้อจำกัดสำคัญบางประการที่ควรนำไปพิจารณาเพิ่มเติม โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การทดสอบทั้งหมดดำเนินการภายใต้สภาพแวดล้อมที่ควบคุม ซึ่งมีอัตราการไหลและความดันค่อนข้างคงที่ จึงอาจไม่สะท้อนสภาพการไหลจริงในระบบส่งน้ำของพื้นที่ใช้งานจริงที่มีความผันผวนตามเวลา เช่น ช่วงเปิด-ปิดวาล์ว การสูญเสียแรงดันตามระยะท่อ หรือความแปรปรวนจากสภาวะภายนอก ปัจจัยเหล่านี้อาจส่งผลโดยตรงต่อกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้และเสถียรภาพของระบบชาร์จแบตเตอรี่

เพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือของผลการทดลองและรองรับการประยุกต์ใช้งานจริง ควรมีการทดสอบภาคสนามในสภาพแวดล้อมการไหลจริงหรือจัดทำจำลองพลวัตการไหล (Flow dynamics) เพื่อประเมินผลกระทบจากความแปรปรวนดังกล่าว นอกจากนี้ การออกแบบระบบในระยะต่อไปควรให้ความสำคัญกับการเลือกใช้วัสดุที่มีน้ำหนักเบา แข็งแรง และทนทานต่อสภาวะแวดล้อมชื้น หรือแรงสั่นสะเทือนเพื่อให้ระบบมีความเสถียรและใช้งานได้นานในพื้นที่ทางไกลที่ต้องการการบำรุงรักษาต่ำ

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ ที่ให้สนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

References

- [1] Department of Alternative Energy Development and Efficiency, “Alternative Energy Development Plan 2021-2036,” Ministry of Energy, Thailand, 2021.
- [2] International Energy Agency (IEA), “Thailand Energy Outlook and Policies,” IEA Country Report, Oct. 2024.
- [3] Ministry of Energy, Thailand, Thailand Power Development Plan 2018–2037 Revision 1 (PDP2018 Rev. 1). Bangkok, Thailand: Ministry of Energy, 2022.
- [4] F. Samrat et al., “A comprehensive review on micro-hydro power generation: Current status, potential, and future challenges,” *Energy Rep.*, vol. 11, pp. 3208–3228, May 2025.
- [5] Department of Alternative Energy Development and Efficiency (DEDE), “Department of Alternative Energy Development and Efficiency, Ministry of Energy,” [Online]. Available: <https://www.dede.go.th/articles?id=3827>.
- [6] C. Raghutla and Y. Kolati, “Public-private partnerships investment in energy as new determinant of renewable energy: The role of political cooperation in China and India,” *Energy Reports*, vol. 10, pp. 3092-3101, Nov. 2023.

- [7] A. Singh, D. Sharma, and P. Garg, "A state-of-the-art review on pump as turbine (PAT) for micro-hydropower generation in water supply systems," *Journal of Cleaner Production*, vol. 379, Art. 134691, Dec. 2022.
- [8] N. Limmeechokchai and S. Chungpaibulpatana, "Sustainable energy development in Thailand: Challenges and opportunities in the energy transition era," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 185, Art. 113645, Oct. 2023.
- [9] B. Mohanty, P. Sahoo, and S. Pradhan, "A robust Maximum Power Point Tracking (MPPT) control scheme for micro-hydropower generation systems with battery energy storage," *IEEE Trans. Energy Convers.*, vol. 38, no. 2, pp. 1050–1060, 2023.
- [10] A. A. Almuhaissen, A. M. Alhasan, and A. A. Alameri, "Optimized design of micro-hydro turbines for in-pipe water systems: A review and case study," *Energy Rep.*, vol. 10, pp. 1500–1512, 2024.
- [11] Analog Read, "YF-S201 Water Flow Sensor," [Online]. Available: <https://www.analogread.com>. Accessed: Oct. 25, 2025.
- [12] F50 Micro Hydro Generator, "F50-12V Micro Hydro Generator," [Online]. Available: <https://www.fromfactory.net>. Accessed: Oct. 25, 2025.