

การออกแบบระบบชาร์จแบตเตอรี่ด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบปรับขยายอัตโนมัติสำหรับรถกอล์ฟไฟฟ้าขนาด 6 ที่นั่ง

DESIGN OF AN AUTOMATICALLY EXPANDABLE SOLAR BATTERY CHARGING SYSTEM FOR A 6-SEATER ELECTRIC GOLF CART

ศรายุทธ โรหิตเสถียร^{1*} อุดมศักดิ์ โชติมงคล¹ และสมบุญ โภกผา¹

Sarayut Rohitsathian^{1*}, Udomsak Chotimongkol¹ and Somboon Kokpha¹

Received: June 10, 2025

Revise: June 24, 2025

Accepted: June 27, 2025

¹สาขาเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม

¹Department of Modern Automotive Technology, Faculty of Engineering and Technology, Siam Technology College

*Corresponding author Email: Sarayutr@siamtechno.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและทดสอบประสิทธิภาพของระบบชาร์จแบตเตอรี่ด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบปรับขยายอัตโนมัติสำหรับรถกอล์ฟไฟฟ้าขนาด 6 ที่นั่ง โดยเปรียบเทียบกับระบบเซลล์แสงอาทิตย์แบบคงที่เพื่อศึกษาความแตกต่างด้านพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้และระยะเวลาชาร์จแบตเตอรี่ การทดลองดำเนินการระหว่างเดือนมกราคมถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2568 ณ วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม เขตบางกอกใหญ่ กรุงเทพมหานคร โดยเก็บข้อมูลสัปดาห์ละ 4 วัน (วันอังคารถึงวันศุกร์) ตั้งแต่เวลา 08.00 – 16.00 น. ระบบเซลล์แสงอาทิตย์ที่ใช้ในการศึกษาประกอบด้วย 2 ระบบ ได้แก่ 1) ระบบแบบคงที่ ใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ Mono Half Cells ขนาด 550 วัตต์ จำนวน 1 แผง และ 2) ระบบแบบปรับขยายอัตโนมัติ ซึ่งใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ Mono Half Cells ขนาด 550 วัตต์ จำนวน 1 แผง ร่วมกับแผงขนาด 100 วัตต์ จำนวน 2 แผงซึ่งสามารถกางขยายเพื่อเพิ่มพื้นที่รับแสงอัตโนมัติ โดยทั้งสองระบบจ่ายไฟให้กับแบตเตอรี่ลิเทียมฟอสเฟต (LiFePO₄) ขนาด 48 โวลต์

ผลการทดลองพบว่า ระบบแบบปรับขยายอัตโนมัติสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้มากกว่าระบบแบบคงที่เฉลี่ย 870 วัตต์ชั่วโมงต่อวัน และสามารถลดระยะเวลาการชาร์จแบตเตอรี่ได้เฉลี่ย 1.5–2.0 ชั่วโมง ความเข้มของแสงอาทิตย์มีผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพของระบบ โดยพบว่าทั้งสองระบบมีประสิทธิภาพสูงสุดในวันที่มีแสงแดดจัด และลดลงในวันที่มีเมฆมาก จากผลการวิจัยจึงสรุปได้ว่า ระบบชาร์จแบตเตอรี่แบบปรับขยายอัตโนมัติมีศักยภาพในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตพลังงาน และเหมาะสมต่อการประยุกต์ใช้งานจริงในรถกอล์ฟไฟฟ้าหรือยานพาหนะไฟฟ้าขนาดเล็กประเภทอื่น ๆ โดยเฉพาะในบริเวณที่มีข้อจำกัดด้านพื้นที่ติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์

คำสำคัญ: ระบบเซลล์แสงอาทิตย์แบบปรับขยายอัตโนมัติ รถกอล์ฟไฟฟ้า ประสิทธิภาพการผลิตพลังงานไฟฟ้า

ABSTRACT

This research was conducted to design and evaluate the performance of an automatic expandable solar charging system for a 6-seat electric golf cart, in comparison with a conventional fixed solar charging system. The study aimed to analyze the differences in electrical energy output and battery charging duration. The experiment was carried out from January to May 2025 at Siam Technology College, Bangkok Yai District, Bangkok, Thailand.

Data were collected four days per week (Tuesday to Friday) between 08:00 and 16:00. Two photovoltaic (PV) systems were tested: (1) the fixed system, which utilized a single 550-watt Mono Half Cell solar panel, and (2) the automatic expandable system, which employed one 550-watt Mono Half Cell panel along with two 100-watt panels that automatically extended to increase sunlight exposure. Both systems charged a 48V lithium iron phosphate (LiFePO_4) battery.

The results indicated that the automatic expandable system generated, on average, 870 watt-hours more energy per day than the fixed system, and reduced the charging time by approximately 1.5 to 2.0 hours. Solar irradiance was found to have a direct effect on system performance, with both systems operating most efficiently on sunny days and less effectively under cloudy conditions. In conclusion, the automatic expandable solar charging system demonstrated significant potential for enhancing energy production efficiency. It is particularly well-suited for practical applications in electric golf carts and other small electric vehicles, especially in areas where installation space for solar panels is limited.

Keywords: Automatic Expandable Solar System, Electric Golf Cart, Electrical Energy Production Efficiency

1. บทนำ

การเปลี่ยนผ่านสู่การใช้พลังงานสะอาดและยานพาหนะไฟฟ้า (Electric Vehicles: EVs) กำลังได้รับความสนใจอย่างกว้างขวางทั่วโลก เนื่องจากเป็นแนวทางสำคัญในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกซึ่งเป็นสาเหตุหลักของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ [1] โดยเฉพาะอย่างยิ่ง พลังงานแสงอาทิตย์ถือเป็นแหล่งพลังงานหมุนเวียนที่มีศักยภาพสูง มีความยั่งยืน ปลอดภัย และสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างหลากหลายรูปแบบ [2], [3] หนึ่งในทางประยุกต์ใช้ที่น่าสนใจคือการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ในการชาร์จยานพาหนะไฟฟ้า ซึ่งช่วยลดการพึ่งพาพลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิล และลดมลพิษทางอากาศในระยะยาว [4] สำหรับประเทศไทยซึ่งตั้งอยู่ในเขตร้อนมีศักยภาพด้านพลังงานแสงอาทิตย์ที่สูงมาก โดยมีศักยภาพการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์เฉลี่ยประมาณ 18–20 เมกะจูลต่อตารางเมตรต่อวัน โดยเฉพาะในพื้นที่ภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ [5] ทำให้ประเทศไทยมีความเหมาะสมในการลงทุนและติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์ ทั้งในระดับอุตสาหกรรมและระดับครัวเรือน

ในปัจจุบันรถกอล์ฟไฟฟ้าขนาดเล็กแบบ 6 ที่นั่ง ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในสถานที่ต่าง ๆ เช่น สนามกอล์ฟ รีสอร์ท โรงพยาบาล และหมู่บ้านจัดสรร เนื่องจากสามารถใช้งานได้สะดวกในพื้นที่จำกัด และมีต้นทุนการดำเนินงานที่ต่ำเมื่อเทียบกับรถที่ใช้น้ำมัน [6] อย่างไรก็ตามการใช้กระแสไฟฟ้าจากโครงข่ายไฟฟ้าหลักเพื่อชาร์จรถกอล์ฟไฟฟ้ายังคงมีต้นทุนค่าไฟฟ้าที่ต้องพิจารณา แม้ว่ารถกอล์ฟไฟฟ้าจะมีข้อได้เปรียบหลายประการ แต่ก็ยังมีข้อจำกัดบางประการที่อาจส่งผลต่อการใช้งานจริง เช่น ความเร็วในการเคลื่อนที่ที่ค่อนข้างต่ำ (เฉลี่ยไม่เกิน 25 กม./ชม.) ทำให้เหมาะสำหรับใช้งานในระยะใกล้เท่านั้น [7] อีกทั้งระยะทางในการวิ่งต่อการชาร์จหนึ่งครั้งมีระยะทางจำกัด โดยเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 40–60 กิโลเมตร ขึ้นอยู่กับแบตเตอรี่และน้ำหนักบรรทุก [8] นอกจากนี้เวลาที่ใช้ในการชาร์จแบตเตอรี่ยังอาจเป็นอุปสรรค โดยเฉพาะในพื้นที่ที่ไม่มีจุดจ่ายไฟฟ้าอย่างเพียงพอ หรือในช่วงที่มีความต้องการใช้รถต่อเนื่องซึ่งทำให้เกิดความไม่สะดวกในการใช้งาน จากผลการศึกษา [9] พบว่าการพัฒนาระบบโซลาร์เซลล์แบบติดตั้งบนหลังการถยนต์ไฟฟ้าสามารถเพิ่มระยะทางในการวิ่งได้เฉลี่ย 10–15% ต่อการชาร์จเต็มหนึ่งครั้ง โดยไม่มีการเพิ่มภาระโหลดต่อแบตเตอรี่หลักอย่างมีนัยสำคัญ และช่วยลดต้นทุนค่าไฟฟ้ารวมได้ 12–18% ภายในเวลาไม่เกิน 5 ปีของการใช้งาน นอกจากนี้การใช้แผงโซลาร์เซลล์ร่วมกับระบบปรับทิศทางอัตโนมัติสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าได้มากกว่า 25–30% เมื่อเทียบกับแผงคงที่ [10] อีกทั้งการพัฒนาระบบไฮบริดระหว่างแผงโซลาร์เซลล์กับแบตเตอรี่สำหรับใช้งานในรถกอล์ฟพบว่าสามารถลดการ

พึ่งพาไฟฟ้าจากภายนอกและยืดอายุการใช้งานของแบตเตอรี่หลักได้อย่างมีนัยสำคัญ [11] นอกจากนี้ยังมีการศึกษาพฤติกรรมการทำงานของผู้ใช้งานเมื่อมีการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์บนตัวรถ พบว่าช่วยลดความถี่ในการชาร์จไฟจากระบบไฟฟ้าภายนอกได้อย่างต่อเนื่อง [12]

ดังนั้นการออกแบบระบบแผงโซลาร์เซลล์แบบปรับขยายอัตโนมัติ ที่สามารถเพิ่มพื้นที่รับแสงได้ในขณะจอดรถ จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตพลังงานและชาร์จแบตเตอรี่ได้มากขึ้นโดยไม่เพิ่มขนาดตัวรถในขณะเคลื่อนที่ งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นการพัฒนาาระบบชาร์จแบตเตอรี่ด้วยโซลาร์เซลล์ที่สามารถปรับขยายพื้นที่แผงได้โดยอัตโนมัติ เพื่อเพิ่มความสะดวกและประสิทธิภาพในการชาร์จแบตเตอรี่สำหรับรถกอล์ฟไฟฟ้าขนาด 6 ที่นั่ง

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อออกแบบระบบชาร์จแบตเตอรี่ด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ที่สามารถปรับขยายพื้นที่แผงรับแสงได้อัตโนมัติสำหรับรถกอล์ฟไฟฟ้าขนาด 6 ที่นั่ง

2.2 เพื่อทดสอบประสิทธิภาพระบบชาร์จแบตเตอรี่ด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบปรับขยายพื้นที่แผงรับแสงได้อัตโนมัติสำหรับรถกอล์ฟไฟฟ้าขนาด 6 ที่นั่ง

3. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนหลัก ได้แก่ การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น การออกแบบระบบและสร้างต้นแบบ และการวิเคราะห์ผล ดังรายละเอียดต่อไปนี้

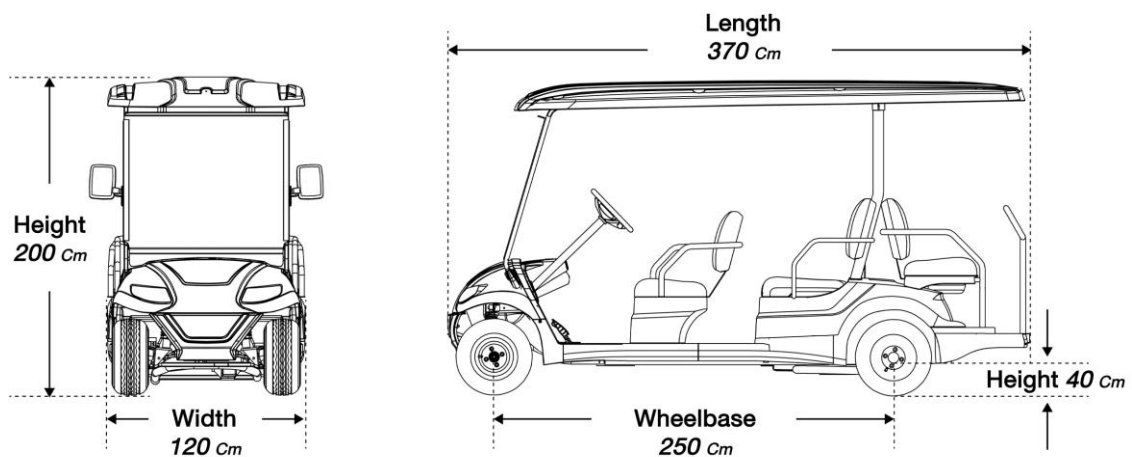
3.1 ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น

3.1.1 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับรถกอล์ฟไฟฟ้าขนาด 6 ที่นั่ง

ในการศึกษาอ้างอิงข้อมูลรถกอล์ฟไฟฟ้าขนาด 6 ที่นั่ง ยี่ห้อ GRANADA II โดยมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 1 แสดงข้อมูลทางเทคนิคของรถกอล์ฟไฟฟ้าขนาด 6 ที่นั่ง ยี่ห้อ GRANADA II

รายการ	รายละเอียด
กำลังมอเตอร์	48V 4kW (AC)
แบตเตอรี่	Lithium 48V 105 Ah
น้ำหนักรถ	585 kg
รองรับน้ำหนักบรรทุกสูงสุด	500 kg
ระยะทางสูงสุดต่อการชาร์จ 1 ครั้ง	90 km
ความเร็วสูงสุด	35 km/h



รูปที่ 1 แสดงลักษณะของรถกอล์ฟไฟฟ้า 6 ที่นั่ง

3.1.2 ศึกษาเทคโนโลยีโซลาร์เซลล์ที่เหมาะสม

จากข้อมูลของขนาดพื้นที่หลังคาของรถกอล์ฟ 6 ที่นั่ง ผู้วิจัยได้นำมาศึกษาอ้างอิงเพื่อคัดเลือกขนาดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่เหมาะสมสำหรับนำมาใช้ในการออกแบบ พบว่าแผงขนาด 550 วัตต์ มีความเหมาะสมในการนำมาติดตั้งเป็นแผงหลัก และขนาด 100 วัตต์ เป็นแผงเสริมสำหรับระบบ โดยมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 2 แสดงข้อมูลทางเทคนิคของเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 550W และ 100W ชนิด Mono Half Cells

รายการ	รายละเอียด	
กำลังไฟฟ้าสูงสุด (Pmax)	550W	100W
แรงเคลื่อนไฟฟ้าใช้งานสูงสุด (Vmp)	42.05V	20.88V
กระแสไฟฟ้าใช้งานสูงสุด (Imp)	13.08A	4.79A
ขนาดแผงโซลาร์เซลล์	2279 × 1134 × 35 (mm)	1080 × 450 × 25 (mm)
น้ำหนักแผงโซลาร์เซลล์	27.80 kg	5.50 kg
ประสิทธิภาพ	21.3%	21.50%

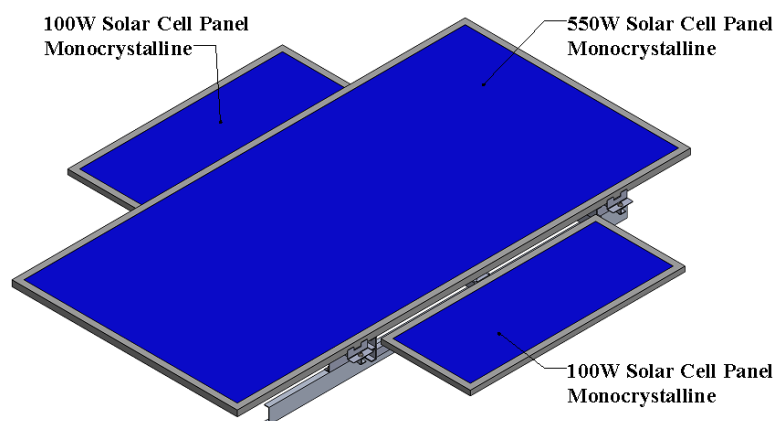


รูปที่ 2 แสดงลักษณะของเซลล์แสงอาทิตย์ ชนิด Mono Half Cells

3.2 การออกแบบระบบ

3.2.1 การออกแบบติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาของรถกอล์ฟไฟฟ้า 6 ที่นั่ง

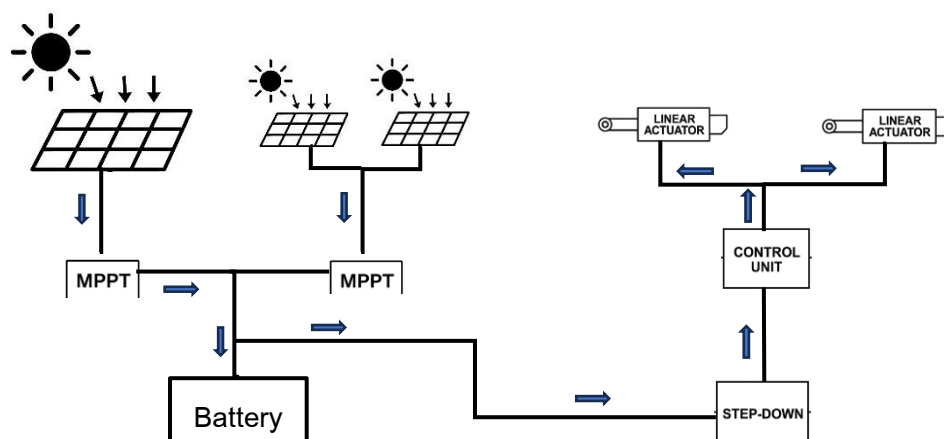
จากข้อมูลรถกอล์ฟไฟฟ้าขนาด 6 ที่นั่ง พบว่ามีพื้นที่หลังคาที่มีความกว้าง 1.2 เมตร ความยาว 3.2 เมตร จากการศึกษาข้อมูล พบว่าแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีขนาดเหมาะสมกับพื้นที่หลังคา คือ แผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดโมโนคริสตัลไลน์ขนาด 550 วัตต์ โดยมีความกว้าง 1.134 เมตร ความยาว 2.279 เมตร และผู้วิจัยได้ออกแบบเพิ่มพื้นที่เซลล์แสงอาทิตย์โดยติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดโมโนคริสตัลไลน์ขนาด 100 วัตต์ จำนวน 2 แผงไว้ด้านล่างโดยสามารถเลื่อนขยายออกโดยใช้มอเตอร์ก้านชัก (Linear Actuator) ในขณะรถจอดเมื่อต้องการชาร์จ ทำให้ระบบเซลล์แสงอาทิตย์โดยรวมมีขนาด 750 วัตต์ และสามารถเลื่อนเก็บในขณะรถเคลื่อนที่ ทำให้ระบบเซลล์แสงอาทิตย์โดยรวมมีขนาด 550 วัตต์ ดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 แสดงลักษณะการออกแบบติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาของรถกอล์ฟไฟฟ้า 6 ที่นั่ง

3.2.2 การออกแบบระบบไฟฟ้า และอุปกรณ์ร่วมกับแผงเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาของรถกอล์ฟไฟฟ้า 6 ที่นั่ง

ผู้วิจัยได้ออกแบบระบบเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับติดตั้งบนหลังคาของรถกอล์ฟ 6 ที่นั่ง โดยแยกเป็น 2 ชุด ดังนี้ ชุดที่ 1 ขนาด 550 วัตต์ ประกอบด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 550 วัตต์ จำนวน 1 แผง และ ชุดที่ 2 ขนาด 200 วัตต์ ประกอบด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 100 วัตต์ จำนวน 2 แผง โดยทั้ง 2 ระบบนำมาเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อื่น ๆ ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 แสดงการออกแบบอุปกรณ์ร่วมกับแผงเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาของรถกอล์ฟไฟฟ้า 6 ที่นั่ง

จากรูปที่ 4 การควบคุมการทำงานของระบบชาร์จแบตเตอรี่ด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ที่สามารถปรับขยายพื้นที่แผงรับแสงได้อัตโนมัติสำหรับรถกอล์ฟไฟฟ้าขนาด 6 ที่นั่งแบ่งได้เป็น 2 กรณี คือ 1) ขณะรถจอดอยู่กับที่ พลังงานไฟฟ้าจากกล่อง

Control Unit จะจ่ายไฟฟ้าให้กับมอเตอร์ก้านชักยึดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 100 วัตต์ ทั้ง 2 แผงให้เคลื่อนที่ขยายออกด้านข้างทำให้พื้นที่รับแสงเพิ่มขึ้นจาก 550 วัตต์เป็น 750 วัตต์ พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากเซลล์แสงอาทิตย์ทั้ง 2 ชุดจะถูกส่งผ่านชุดอุปกรณ์ MPPT ก่อนชาร์จลงแบตเตอรี่ 2) ขณะรถเคลื่อนที่ พลังงานไฟฟ้าจากกล่อง Control Unit จะจ่ายไฟฟ้าให้กับมอเตอร์ก้านชักดึงแผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 100 วัตต์ ทั้ง 2 แผงให้เคลื่อนที่หดเข้าเก็บด้านล่างทำให้พื้นที่รับแสงลดลงเหลือ 550 วัตต์ พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากเซลล์แสงอาทิตย์จะถูกส่งผ่านชุดอุปกรณ์ MPPT ก่อนชาร์จลงแบตเตอรี่หรือจ่ายให้กับชุดมอเตอร์ขับเคลื่อนต่อไป และผู้วิจัยได้แสดงรายละเอียดของอุปกรณ์ที่นำมาใช้ในการออกแบบอุปกรณ์ร่วมกับแผงเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาของรถกอล์ฟไฟฟ้า 6 ที่นั่ง ดังนี้

ตารางที่ 3 รายละเอียดอุปกรณ์ของระบบเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับชาร์จแบตเตอรี่รถกอล์ฟไฟฟ้า 6 ที่นั่ง

อุปกรณ์	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2
อุปกรณ์ควบคุมการชาร์จไฟฟ้าแบตเตอรี่	แบบ MPPT Boost 18V-48V LiFePO4 48V 100Ah	
อุปกรณ์ลดแรงดันไฟฟ้า	DC to DC 48V to 12V	
อุปกรณ์ควบคุมการปรับขยายแผงเซลล์แสงอาทิตย์	DC 12V 40A	
อุปกรณ์ปรับขยายแผงเซลล์แสงอาทิตย์	Linear Actuators DC 12V 500mm	

หลังจากทำการออกแบบระบบผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างชุดอุปกรณ์ต้นแบบระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบปรับขยายพื้นที่แผงรับแสงได้อัตโนมัติ และนำมาติดตั้งกับรถกอล์ฟไฟฟ้าขนาด 6 ที่นั่งดังแสดงในรูปที่ 5



รูปที่ 5 แสดงชุดอุปกรณ์ต้นแบบที่ติดตั้งบนหลังคาของรถกอล์ฟไฟฟ้า 6 ที่นั่ง

3.3 การวิเคราะห์ผล

การทดสอบประสิทธิภาพของระบบจะดำเนินการโดยติดตั้งต้นแบบระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบปรับขยายพื้นที่แผงรับแสงได้อัตโนมัติบนรถกอล์ฟไฟฟ้าขนาด 6 ที่นั่ง และวัดค่าต่าง ๆ ภายใต้สภาพแวดล้อมกลางแจ้งในช่วงเวลาที่กำหนด โดยมุ่งเน้นวิเคราะห์ดังนี้

3.2.1 การวัดค่าทางไฟฟ้า [13]

ประกอบด้วย แรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้า โดยค่าทางไฟฟ้าแต่ละค่ามีความสัมพันธ์กันดังนี้

$$P = V \times I \quad (1)$$

P = กำลังไฟฟ้า (W)

V = แรงดันไฟฟ้า (V)

I = กระแสไฟฟ้า (A)

3.2.2 ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ในแต่ละวัน [13]

ในการทดสอบพลังงานรวมที่ผลิตได้ในช่วงเวลา 1 วัน ใช้ระยะเวลา 8 ชั่วโมง เริ่มตั้งแต่ 8.00-16.00 น. โดยได้ทำการทดสอบในช่วงเดือนมกราคม ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2568 โดยใน 1 สัปดาห์จะทำการทดสอบ 4 วัน คือ วันอังคาร ถึงวันศุกร์ สถานที่ที่ใช้ในการทดสอบ วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม เขตบางกอกใหญ่ กรุงเทพมหานคร

$$E = \sum_{t=1}^n P_t \times \Delta t \quad (2)$$

E = พลังงานไฟฟ้ารวม (Wh)

P_t = กำลังไฟฟ้าในช่วงเวลาที่ t (W)

Δt = ช่วงเวลาระหว่างการวัด (h)

n = จำนวนช่วงเวลาทั้งหมดในการวัด

3.2.3 เปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างแผงโซลาร์เซลล์แบบคงที่ และแบบปรับขยายพื้นที่แผงรับแสงได้อัตโนมัติ [14]

ในการทดสอบได้ทำการวัดค่าพลังงานของระบบโซลาร์เซลล์แบบคงที่ และระบบโซลาร์เซลล์แบบปรับขยายพื้นที่แผงรับแสงได้อัตโนมัติมาทำการเปรียบเทียบค่าพลังงานที่เพิ่มขึ้นโดยใช้สมการดังนี้

$$\% \text{ Efficiency Gain} = \frac{E_{\text{auto}} - E_{\text{fixed}}}{E_{\text{fixed}}} \times 100 \quad (3)$$

% Efficiency Gain = ค่าร้อยละของการเพิ่มขึ้นของพลังงานที่ผลิตได้

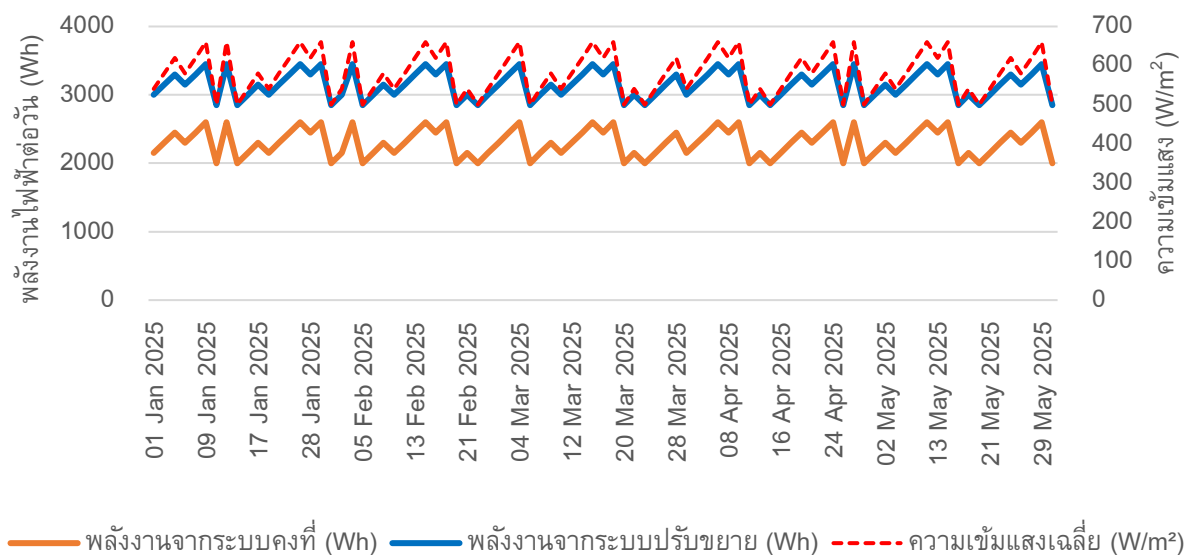
E_{auto} = พลังงานที่ผลิตได้จากแผงโซลาร์เซลล์แบบปรับขยายพื้นที่แผงรับแสงได้ (Wh)

E_{fixed} = พลังงานที่ผลิตได้จากแผงโซลาร์เซลล์แบบคงที่ (Wh)

4. ผลการวิจัย

การทดสอบได้ดำเนินการระหว่างเดือนมกราคม ถึง พฤษภาคม พ.ศ. 2568 ณ วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม เขตบางกอกใหญ่ กรุงเทพมหานคร ในวันอังคารถึงวันศุกร์ ระหว่างเวลา 08.00 – 16.00 น. ผลการวิจัยสามารถสรุปได้ดังนี้

4.1 ผลการเปรียบเทียบพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากระบบแบบคงที่และแบบปรับขยายพื้นที่แผงรับแสงได้อัตโนมัติ



รูปที่ 6 แสดงผลการเปรียบเทียบพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากระบบแบบคงที่และแบบปรับขยายพื้นที่แผงรับแสงได้อัตโนมัติ

จากรูปที่ 6 ผลการทดสอบการผลิตพลังงานไฟฟ้าระหว่างวันที่ 1 มกราคม – 28 พฤษภาคม พ.ศ. 2568 พบว่าระบบเซลล์แสงอาทิตย์แบบปรับขยายพื้นที่แผงรับแสงได้อัตโนมัติสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้มากกว่าระบบแบบคงที่ในทุกเดือน โดยสามารถวิเคราะห์ข้อมูลรายเดือนได้ดังนี้

1) เดือนมกราคม 2568 ระบบคงที่ผลิตพลังงานเฉลี่ยประมาณ 2,250 Wh/วัน ขณะที่ระบบปรับขยายพื้นที่แผงรับแสงได้ผลิตได้เฉลี่ย 3,150 Wh/วัน ซึ่งมากกว่าประมาณ 40% ความเข้มแสงเฉลี่ยในเดือนนี้อยู่ที่ ประมาณ 500–540 W/m² เนื่องจากเป็นช่วงฤดูหนาว แสงแดดไม่แรงมาก และมีความยาวช่วงกลางวันน้อย

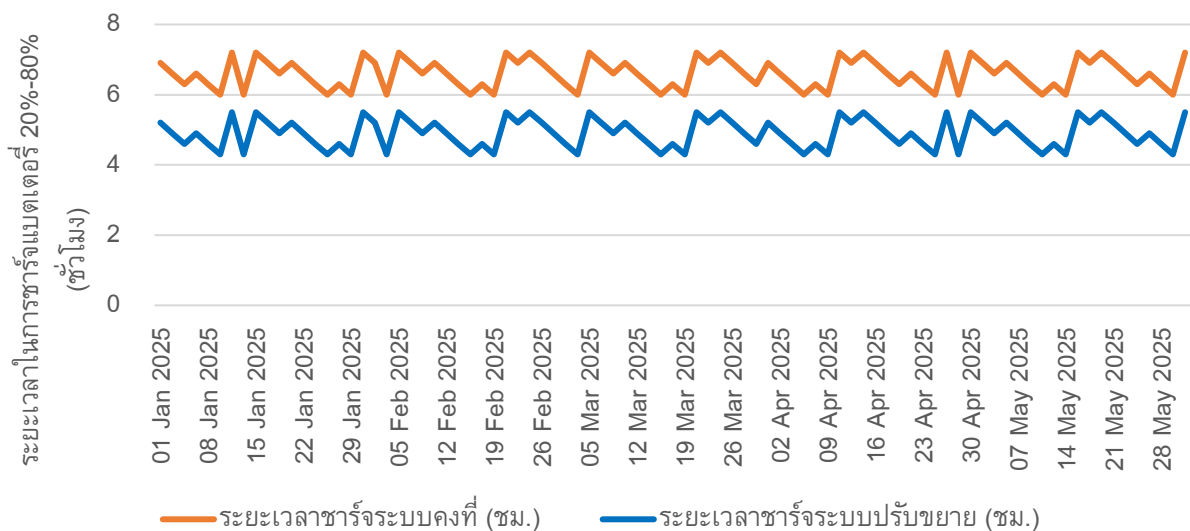
2) เดือนกุมภาพันธ์ 2568 ระบบคงที่เฉลี่ย 2,400 Wh/วัน ส่วนระบบปรับขยายพื้นที่แผงรับแสงได้เฉลี่ย 3,250 Wh/วัน เพิ่มขึ้นประมาณ 35% ความเข้มแสงเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเป็น 520–570 W/m² สะท้อนถึงระยะเวลาแสงแดดที่ยาวนานขึ้นทำให้ระบบสามารถผลิตไฟฟ้าได้เพิ่มขึ้น

3) เดือนมีนาคม 2568 ทั้งสองระบบมีการเพิ่มขึ้นของพลังงานผลิตเนื่องจากแสงแดดยาวนานขึ้น ระบบคงที่เฉลี่ย 2,500 Wh/วัน ขณะที่ระบบปรับขยายอยู่ที่ 3,350 Wh/วัน คิดเป็นการเพิ่มขึ้น 34% ความเข้มแสงเฉลี่ยอยู่ที่ 530–590 W/m² ส่งผลให้ปริมาณพลังงานผลิตต่อวันเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะในระบบแบบปรับขยายพื้นที่แผงรับแสงได้

4) เดือนเมษายน 2568 เป็นเดือนที่มีการผลิตพลังงานสูงสุดจากทั้งสองระบบ โดยระบบคงที่เฉลี่ย 2,600 Wh/วัน และระบบปรับขยายเฉลี่ยสูงถึง 3,500 Wh/วัน เพิ่มขึ้นราว 35% ความเข้มแสงเฉลี่ยสูงสุดในช่วงนี้อยู่ที่ 600–660 W/m² เนื่องจากเป็นช่วงฤดูร้อน แสงแดดมีความเข้มสูงและสม่ำเสมอในแต่ละวัน

5) เดือนพฤษภาคม 2568 มีการลดลงเล็กน้อยของพลังงานที่ผลิตได้เนื่องจากมีเมฆมากขึ้นในบางวัน ระบบคงที่ลดลงเหลือ 2,350 Wh/วัน ส่วนระบบปรับขยายพื้นที่แผงรับแสงได้อยู่ที่ 3,200 Wh/วัน เพิ่มขึ้นประมาณ 36% ความเข้มแสงเฉลี่ยในเดือนนี้ลดลงเล็กน้อยเหลือ 500–580 W/m² เนื่องจากเริ่มเข้าสู่ฤดูฝน มีบางวันที่แสงแดดไม่สม่ำเสมอ แต่ระบบปรับขยายพื้นที่แผงรับแสงได้ยังสามารถรักษาระดับการผลิตที่สูงกว่าได้

4.2 ผลการเปรียบเทียบระยะเวลาการชาร์จแบตเตอรี่ของทั้งสองระบบ



รูปที่ 7 แสดงผลการเปรียบเทียบระยะเวลาการชาร์จแบตเตอรี่ของทั้งสองระบบ

จากรูปที่ 7 พบว่า ระบบชาร์จแบบคงที่ (เส้นสีส้ม) มีระยะเวลาในการชาร์จแบตเตอรี่เฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 6-7 ชั่วโมง ส่วนระบบชาร์จแบบปรับขยายพื้นที่แผงรับแสงได้อัตโนมัติ (เส้นสีน้ำเงิน) มีระยะเวลาในการชาร์จเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 4.5-5.5 ชั่วโมง จากข้อมูลข้างต้นแสดงให้เห็นว่า ระบบแบบปรับขยายอัตโนมัติสามารถลดระยะเวลาในการชาร์จแบตเตอรี่ได้เฉลี่ยประมาณ 1.5-2 ชั่วโมง เมื่อเปรียบเทียบกับระบบแบบคงที่ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพในการเพิ่มอัตราการรับพลังงานจากแสงอาทิตย์ และเพิ่มประสิทธิภาพการใช้งานของรถกอล์ฟไฟฟ้า

5. อภิปรายผลการวิจัย

จากข้อมูลรายละเอียดดังกล่าว สามารถสรุปได้ว่า "ความเข้มแสง" เป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลโดยตรงต่อปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ในแต่ละวัน โดยพบว่าค่าความเข้มแสงที่สูงมักจะสอดคล้องกับพลังงานที่ผลิตได้เพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม ระบบแบบปรับขยายพื้นที่แผงรับแสงได้อัตโนมัติมีข้อได้เปรียบที่สามารถรักษาระดับการผลิตได้ดี แม้ในวันที่มีความเข้มแสงไม่สูงมากนัก เนื่องจากสามารถเพิ่มพื้นที่รับแสงและปรับมุมให้เหมาะสมกับทิศทางแสงแดดในแต่ละช่วงเวลา ผลการวิจัยนี้สนับสนุนข้อค้นพบจากงานของ Kelly และคณะ [15] ที่ระบุว่าระบบติดตามแสงสามารถเพิ่มปริมาณพลังงานได้ถึง 25-35% และยังสอดคล้องกับ Mekhilef และคณะ [16] ที่เน้นว่าการปรับมุมรับแสงหรือขยายพื้นที่รับแสงสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในพื้นที่จำกัดได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ ยังตรงกับข้อเสนอของ Chong และ Wong [17] ที่พบว่าแม้ในวันที่มีเมฆบางส่วน ระบบที่สามารถปรับทิศทางหรือขยายพื้นที่รับแสงจะยังสามารถรักษาระดับการผลิตได้ดีกว่าระบบทั่วไป นอกจากนี้ [13] ยังระบุว่า การออกแบบระบบชาร์จแบบปรับขยายสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการแปลงพลังงานในสภาพแวดล้อมที่มีการเปลี่ยนแปลงของแสงได้ดีกว่าแบบคงที่อย่างชัดเจน

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press; 2022.

- [2] Sovacool BK, Ryan SE, Stern PC, Janda K, Rochlin G. The clean energy revolution: A review of energy and climate policy in sustainability transitions. *Energy Res Soc Sci.* 2020;68:101512.
- [3] International Energy Agency (IEA). World Energy Outlook 2023. Paris: IEA; 2023. Available from: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2023>
- [4] International Renewable Energy Agency (IRENA). Renewable Energy Statistics 2022. Abu Dhabi: IRENA; 2022.
- [5] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. รายงานศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ประเทศไทย ปี 2566. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงพลังงาน; 2566.
- [6] Smith T, Jones M. Electric Golf Carts and Sustainable Mobility in Small Communities. *J Clean Transport.* 2020;5(2):45–52.
- [7] Huang Y, Zhang Z, Wei J. Energy efficiency analysis of low-speed electric vehicles in urban mobility. *J Adv Transp.* 2019;2019:1–9.
- [8] Li X, Chen J, Zhao Y. Battery performance and energy management in electric utility vehicles. *Energy Storage.* 2021;3(3):e212.
- [9] Fathabadi H. Novel high accurate maximum power point tracking technique with low computational load and fast convergence for photovoltaic systems under rapidly changing shading conditions. *Sol Energy.* 2017;157:785–795.
- [10] A. Ellobaid, M. A. Abido, and S. R. A. Rahman, "A review of solar photovoltaic systems integration into power grids," *Arabian Journal for Science and Engineering*, vol. 42, no. 3, pp. 703–722, Mar. 2017.
- [11] M. A. Hannan, M. M. Hoque, A. Mohamed, and A. Ayob, "Review of energy storage systems for electric vehicle applications: Issues and challenges," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 69, pp. 771–789, Mar. 2017.
- [12] A. Khaligh and Z. Li, "Battery, ultracapacitor, fuel cell, and hybrid energy storage systems for electric, hybrid electric, fuel cell, and plug-in hybrid electric vehicles: State of the art," *IEEE Trans. Veh. Technol.*, vol. 59, no. 6, pp. 2806–2814, Jul. 2010.
- [13] Markvart T, Castaner L. Solar Cells: Materials, Manufacture and Operation. 2nd ed. Amsterdam (Netherlands): Elsevier; 2013.
- [14] Kumar A, Singh S. Solar-powered battery charging systems for electric vehicles: A review. *J Clean Prod.* 2019 Mar;223:618–30.
- [15] Kelly N, Gibson T, Lloyd AE. Improving photovoltaic energy yield with tracking systems: A comparative analysis. *Renew Energy.* 2009 Apr;34(4):1041–7.
- [16] Mekhilef S, Saidur R, Safari A. A review on solar energy use in industries. *Renew Sustain Energy Rev.* 2011 May;15(4):1777–90.
- [17] Chong K, Wong CS. General formula for on-axis sun-tracking system and its application in improving tracking accuracy of solar collector. *Sol Energy.* 2009 Mar;83(3):298–305.