O-IR07

แบบจำลองความเข้มแสงของแหล่งผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์

Solar Irradiance Model of Photovoltaic Module

ธีรภัทร ทวีวงศ์, อนุสรณ์ ธนเสนา, อัมรินทร์ จงไพศาล และนัฐโชติ รักไทยเจริญชีพ*

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร10800

E-mail: nattachote.r@rmutp.ac.th*

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอแบบจำลองความเข้มแสงที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลกระทบของค่าความเข้มแสงกับแหล่งผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์หรือเซลล์แสงอาทิตย์นำมาทดสอบการรับค่าความเข้มแสงของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากซิลิกอนชนิดผลึกเดี่ยวเปรียบเทียบกันระหว่างแหล่งกำเนิดแสงจากแบบจำลองความเข้มแสงที่มีชุดควบคุมความเข้มของแสง โดยมีแหล่งกำเนิดแสงเป็นหลอดทังสเตนฮาโลเจนและจากแสงอาทิตย์ธรรมชาติในระดับความเข้มของแสง 100 ถึง 1000วัตต์ต่อตารางเมตรเพื่อศึกษาดูผลกระทบของแรงดันไฟฟ้าที่ออกจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่แรงดันไฟฟ้าในสภาวะปกติและแรงดันไฟฟ้าในสภาวะการชาร์จแรงดันไฟฟ้าที่มีโหลดไม่เกิน100 วัตต์ จากการทดสอบแสดงให้เห็นว่าแบบจำลองความเข้มแสงมีค่าความผิดพลาดเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 6.12 โดยมีค่าผิดพลาดสูงสุดร้อยละ 10.44 เมื่อนำชุดกำเนิดแสงอาทิตย์เทียมไปใช้กับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ พบว่า สามารถควบคุมค่าความเข้มของแสงให้ใกล้เคียงกับแสงอาทิตย์ธรรมชาติตามความเข้มแสงที่กำหนดไว้ได้ รวมถึงแรงดันไฟฟ้าที่ออกจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทั้งสองสภาวะมีค่าแรงดันไฟฟ้าใกล้เคียงกันกับแสงอาทิตย์ธรรมชาติ และความเข้มของแสงตั้งแต่300 วัตต์ต่อตารางเมตรขึ้นไปสามารถใช้ได้กับโหลดคงที่100 วัตต์ ได้อย่างต่อเนื่องมีประสิทธิภาพ และมีความมั่นคงในการใช้ไฟฟ้า

คำสำคัญ: แบบจำลองความเข้มรังสีแสงอาทิตย์; เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกเดี่ยว; สภาวะการชาร์จแรงดันไฟฟ้า

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เนื่องจากในปัจจุบันประเทศไทยได้มีการใช้พลังงานไฟฟ้ามากขึ้นเรื่อยๆจึงทำให้พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากโรงไฟฟ้าในประเทศไทยไม่เพียงพอต่อการใช้งานในปัจจุบัน วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตไฟฟ้านั้นก็ลดลงเรื่อยๆ เช่นถ่านหิน ก๊าซธรรมชาติ ดังนั้นจึงได้มีการรณรงค์ให้มีการใช้พลังงานทดแทนในการช่วยผลิตพลังงานไฟฟ้าตอบสนองความต้องการใช้ไฟฟ้า ในปัจจุบันพลังงานทดแทนที่นำมาช่วยผลิตกระแสไฟฟ้าที่เห็นได้ชัดที่สุดคือพลังงานจากลมและพลังงานแสงอาทิตย์ โดยในที่นี้จะกล่าวถึงอุปกรณ์ที่ใช้แสงอาทิตย์ในการผลิตกระแสไฟฟ้าซึ่งมีชื่อเรียกว่า โซล่าเซลล์หรือเซลล์แสงอาทิตย์ อุปกรณ์ชนิดนี้จะทำหน้าที่ในการเปลี่ยนพลังงานจากแสงอาทิตย์ให้กลายเป็นพลังงานไฟฟ้าและในปัจจุบันก็มีการนำเอาโซล่าเซลล์มาใช้ประโยชน์ในการช่วยผลิตกระแสไฟฟ้ากันอย่างแพร่หลาย

โซล่าเซลล์หรือเซลล์แสงอาทิตย์นั้น เป็นสิ่งประดิษฐ์ที่สร้างขึ้นจากสารกึ่งตัวนำชนิดหนึ่ง โดยสารกึ่งตัวนำ ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานจากพลังงานแสงอาทิตย์ สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์หรือแสงสว่างได้โดยตรง เซลล์แสงอาทิตย์สร้างจากสารกึ่งตัวนำ เช่น ซิลิคอน (Silicon), แกลเลี่ยม อาเซไนด์ (Gallium Arrsenide)เป็นต้น โดยเมื่อมีแสงมาตกกระทบที่แผงโซล่าเซลล์นั้นจะเกิดกระบวนการที่เรียกว่า “กระบวนการโฟโตโวตาอิก” เป็นกระบวนการที่ทำให้เกิดพลังงานไฟฟ้า ซึ่งสิ่งที่เป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดกระบวนการผลิตไฟฟ้านี้ก็คือ ปริมาณแสง ความเข้มของแสง ความสม่ำเสมอของแสง ให้มีค่าที่เพียงพอ ซึ่งปัจจัยข้างต้นนั้นมีผลต่อระบบการผลิตไฟฟ้าของโซล่าเซลล์ ซึ่งปัญหาที่ทำให้มีผลต่อการรับแสงของโซล่าเซลล์นั้นมีปัจจัยต่างๆดังนี้คือ อุณหภูมิ ความร้อน สภาพอากาศทางธรรมชาติ ในช่วงเวลาที่ท้องฟ้ามีเมฆปกคลุมมาก เวลากลางคืน หรือฝนตก หรือในช่วงฤดูหนาวนั้นมีปริมาณแสงที่น้อยหรือแทบไม่มีเลย ซึ่งปัญหาข้างต้นนั้นเป็นสิ่งที่ควบคุมไม่ได้

จากเหตุผลดังกล่าวโครงงานนี้จึงสร้างขึ้นมาเพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการทดลอง ศึกษาหาความรู้และทำความเข้าใจถึงหลักการทำงานของโซล่าเซลล์ และทางผู้จัดทำได้มีแนวคิดที่จะใช้แสงเทียมแทนแสงจากดวงอาทิตย์จริง เพื่อศึกษาวิธีการรับค่าแสงของโซล่าเซลล์และสามารถทำการทดลองอุปกรณ์ชนิดนี้ได้ในช่วงที่ไม่มีแสงจากดวงอาทิตย์ เพราะในบางครั้งต้องรอเวลาในการวัดและทดสอบ เพื่อจะได้ความเข้มของแสงที่เหมาะสม ดังนั้นผู้จัดทำจึงได้ออกแบบแบบจำลองความเข้มแสงของแหล่งผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ขึ้นมาเพื่อใช้ในการวัดและทดสอบโซล่าเซลล์ ทั้งเวลากลางวันและกลางคืน

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

บทความของ เชี่ยวชาญ โตโคกสูง [1] ได้นำเสนอออกแบบและปรับปรุงระบบแสงอาทิตย์เทียมเพื่อใช้ทดสอบแผงเซลล์แสงอาทิตย์และอุปกรณ์ทางแสงในห้องปฏิบัติการ ระบบแสงอาทิตย์เทียมที่ออกแบบมีขนาด 13.5x13x30 เซนติเมตร ใช้หลอดแอลอีดี สีขาวขนาด 10 มิลลิเมตร จำนวน 81 หลอด เป็นตัวกำเนิดแสงสำหรับทดสอบ ควบคุมการเคลื่อนที่ของแผงหลอดแอลอีดี ขณะทดสอบด้วยโปรแกรม Lab VIEW ผลการ

ทดสอบพบว่าระบบแสงอาทิตย์เทียมที่สร้างขึ้น สามารถทดสอบ แผงเซลล์แสงอาทิตย์ได้ที่มีขนาดไม่เกิน 12x12 เซนติเมตร มีความสว่างสูงสุด 97.92 ลักซ์

บทความของ นภัทร วัจนเทพินทร์ [2] ได้นำเสนอการพัฒนาชุดกำเนิดแสงอาทิตย์เทียมสำหรับห้องปฏิบัติการและนำมาทดสอบผลของการผลิตไฟฟ้าไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ เปรียบเทียบกันระหว่างแสงอาทิตย์เทียม และจากแสงอาทิตย์ธรรมชาติ ใช้หลอดทังสเตนฮาโลเจนเป็นแหล่งกำเนิดแสง มีควบคุมความเข้มของแสงอาทิตย์เทียม ปรับความเข้มของแสงได้ 10 ระดับ และมีรีโมทไร้สายควบคุมการปิดเปิดแหล่งกำเนิดแสง ผลการวิจัยพบว่า ชุดกำเนิดแสงอาทิตย์เทียมให้ค่าความเข้มของแสงอาทิตย์ต่างจากแสงอาทิตย์ต่างจากค่าที่คาดหมายเล็กน้อย มีค่าพลาดเฉลี่ยร้อยละ 7.28 เมื่อนำชุดกำเนิดแสงอาทิตย์เทียมไปใช้กับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ พบว่า แผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ใช้แสงอาทิตย์เทียม ที่มีความเข้มของแสงเท่ากับแสงอาทิตย์ธรรมชาติ จะผลิตไฟฟ้าได้ต่ำกว่าแสงอาทิตย์จากธรรมชาติ ที่ค่าเฉลี่ย 2.37 เท่า

บทความของ Gibson [4] ได้นำเสนอการทดสอบการชาร์จแบตเตอรี่ด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์จากการใช้งานด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกซิลิกอนและชนิดอะมอร์ฟัสซิลิกอนถึงการใช้สายชาร์จพลังงานไปสู่แบตเตอรี่ โดยแบตเตอรี่ชนิดที่เป็นเหล็กฟอสเฟตได้เก็บพลังงานในการชาร์จแบตเตอรี่ให้เต็มความจุโดยได้ประสิทธิภาพสูงที่สุด ในขณะที่หลีกเลี่ยงอันตราย จากความร้อน อันตรายที่เกี่ยวข้องจากการชาร์จเกินความจำกัดของการออกแบบการควบคุมระบบการชาร์จจากแสงอาทิตย์

บทความของ Dongsen [5] ได้นำเสนอพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ไปสู่อุปกรณ์ตัวหนึ่งเสมือนตัวควบคุมพลังงานไฟฟ้า (qZSI) กับแบตเตอรี่ โดยแบตเตอรี่ต่อตรงกับตัวเก็บประจุของระบบ (qZSI) เพื่อความมั่นคงของพลังงาน การจัดเรียงของระบบใหม่โดยการออกแบบและการดำเนินการหลักคือการวิเคราะห์, การค้างอยู่ของพลังงานในแบตเตอรี่, ระบบผลิตไฟฟ้าสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าตามความต้องการอย่างคงที่ให้โหลดแม้แต่พลังงานไฟฟ้าที่ออกจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ พลังงานไฟฟ้าที่วัดได้แสดงให้เห็นว่าการควบคุมของระบบ ในขณะที่ต้องคำนึงถึงความปลอดภัยของแบตเตอรี่ กับพลังงานไฟฟ้าที่วัดได้ ระบบสามารถกำหนดพลังงานไฟฟ้าที่ไหลไปยังแบตเตอรี่ให้ปลอดภัยจากการชาร์จเกินจำกัด หรือ การขาดการชาร์จ การศึกษานี้สำรวจการควบคุมโดยรวมของระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์โดยวิธีของการควบคุมกำลังไฟฟ้าสูงสุดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ และใช้โปรแกรม MATLAB ในการนำเสนอ การวิจัยผลว่า ระบบสามารถดำเนินการอย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัย จากการวัดค่าพลังงาน

3.หลักการพื้นฐานการส่องสว่าง

การส่องสว่าง หมายถึง ปริมาณแสงที่กระทบลงบนวัตถุต่อพื้นที่ มีหน่วยเป็น ลูเมนต่อตารางเมตร หรือ ลักซ์ความสว่างที่ตกบนพื้นที่ผิวต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ ถ้าพิจารณาผิวที่อยู่ห่างจากหลอดไฟที่มีกำลังส่องสว่าง 1 แคลเดลลา เป็นระยะทาง 1 เมตร ความเข้มแห่งการส่องสว่างจะมีค่า 1 ลักซ์โดยความเข้มแห่งการส่องสว่างจะแปรผกผันกับระยะทางกำลังสองดังสมการที่ 1

$$E = IR^2 \quad (1)$$

ให้ E คือความสว่าง (lux)

R คือระยะห่างจากหลอดไฟถึงผิวที่พิจารณา(m)

I คือกำลังส่องสว่าง (แคนเดลลา,cd) โดยที่ $I = \frac{p}{4\pi r^2}$

P แทนกำลังของ หลอดไฟ (Watt) และ $4\pi r^2$ คือ พื้นที่ผิวที่แสงตกกระทบ(m^2)

4. วัสดุ อุปกรณ์

4.1. การออกแบบและสร้างแบบจำลองความเข้มรังสีแสงอาทิตย์

ศึกษารายละเอียดข้อมูลต่างๆจากทฤษฎี และ โครงการวิจัยอื่นๆที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาเป็นแนวคิดในการออกแบบแบบจำลองความเข้มแสง เมื่อได้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องแล้วจึงนำมาทำการออกแบบและสร้างแบบจำลอง โดยจะต้องออกแบบวงจรควบคุมความเข้มแสงของแบบจำลองความเข้มแสง โดยกำหนดการศึกษาเป็นระดับ ระดับละ 100 w/m^2 จนถึง 1000 w/m^2และสามารถปรับความเข้มแสงได้ด้วยวงจรแสงสว่างดิมเมอร์ 1000 W จัดหาอุปกรณ์ตามที่ออกแบบเพื่อที่จะนำมาสร้างวงจรควบคุมความเข้มแสงและโครงสร้างของแบบจำลองความเข้มแสง ประกอบตัวกำเนิดแสง และทำการทดลองเพื่อปรับระดับความเข้มแสงให้ได้ 10 ระดับตามที่กำหนด ภายใต้เครื่องมือวัดความเข้มแสงอาทิตย์Solar Power Meter รุ่น ST-1307 คณะผู้วิจัยเลือกใช้หลอดทังสเตนฮาโลเจน 1500 W 220 V จำนวน 3 หลอด แผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกเดี่ยว 130 W 18 V(Monocrystalline Photovoltaic) ส่วนโครงสร้างทำด้วยเหล็ก ให้มีความแข็งแรงรับน้ำหนักได้ดี มีล้อเลื่อนด้านล่างสะดวกในการเคลื่อนย้ายแบบจำลองความเข้มรังสีแสงอาทิตย์ ฐานแกนหลอดไฟสามารถเลื่อนเข้าออกได้เพื่อในการทดลอง สามารถหาจุดกระจายแสงที่ดีเครื่องมือวัดใช้ Digital MultiMeter รุ่น

Sanwa PC700และโปรแกรม PCLink7 แสดงการทำงานของแผงแสงอาทิตย์ มีตัวควบคุมการประจุไฟฟ้า (Charge Controller)แบบPulse Width Modulation 10 A 12 Vอินเวอร์เตอร์แบบPure Sine Wave 300 W 12 VDC to 220 VAC

4.2. แบบจำลองความเข้มแสง

แบบจำลองความเข้มแสงนี้ได้แบ่งการการทำงานไว้ 2 ชุดการทำงานคือ ชุดแสดงการทำงานของแสงอาทิตย์เทียมและแผงเซลล์แสงอาทิตย์กับ ชุดควบคุมการทำงานและหน้าจอแสดงผล

รูปที่ 1: ชุดแสดงการทำงานของแสงอาทิตย์เทียมและแผงเซลล์แสงอาทิตย์

รูปที่ 2: ชุดควบคุมการทำงานและหน้าจอแสดงผล

5. วิธีการทดลอง

5.1. ทดลองวัดค่าจากแสงอาทิตย์ธรรมชาติ

5.1.1 นำแผงโซล่าเซลล์ติดตั้งนอกอาคารบริเวณที่ไม่มีเงาบังหันหน้าไปทางทิศใต้โดยมีความชัน 15 องศาจากพื้นดิน[3,6]

5.1.2 ต่อเอาต์พุตเข้ากับโหลดคงที่ 100 วัตต์

5.1.3 ทดลองวัดค่าความเข้มของแสงโดยใช้ Solar Power Meter รุ่น ST-1307 ทำการวัดค่าที่ได้ทุก 30 นาทีพร้อมกับวัดค่าแรงดันไฟฟ้าที่ออกจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์โดยใช้ Digital MultiMeter รุ่น Sanwa PC700เริ่มตั้งแต่ 7.00 น. ถึง 13.00 น. ช่วงเดือนมิถุนายน 2557

5.1.4 ทำการทดลองในสองสภาวะคือ สภาวะแบบปกติและสภาวะการชาร์จแรงดันไฟฟ้าแล้วบันทึกผลการทดลอง

5.2.ทดลองด้วยชุดกำเนิดแสงอาทิตย์เทียม

5.2.1 ดำเนินการทดลองแบบจำลองความเข้มแสงอาทิตย์ในห้องปฏิบัติการ

5.2.2 ต่อเอาต์พุตเข้ากับโหลดคงที่ 100 วัตต์

5.2.3 ปรับระดับความเข้มแสงทั้ง 10 ระดับ ตั้งแต่ 100-1000 W/m² ทดลองวัดค่าความเข้มของแสงโดยใช้ Solar Power Meter รุ่น ST-1307โดยกำหนดจุดที่วัดในตำแหน่งที่กำหนดไว้ 9 จุดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ในระยะฉายแสง 60 เซนติเมตรคำนวณหาค่าเฉลี่ยของความเข้มแสงที่ได้จากการทดลองกับค่าที่กำหนดไว้แล้วจึงนำมาคำนวณหาค่าความผิดพลาด

5.2.4 วัดค่าแรงดันไฟฟ้าที่ออกมาจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทั้ง10 ระดับโดยใช้ Digital MultiMeter รุ่น Sanwa PC700

5.2.5 ทำการทดลองในสองสภาวะคือ สภาวะแบบปกติและสภาวะการชาร์จแรงดันไฟฟ้า แล้วบันทึกผลการทดลอง

5.3.ทดลองด้วยโปรแกรม PCLink7 ช่วงความเข้มแสง 100 W/m^{2}ถึง 1000 W/m^2

5.3.1 ดำเนินการทดลองแบบจำลองความเข้มแสงอาทิตย์ในห้องปฏิบัติการ

5.3.2 ต่อเอาต์พุตเข้ากับโหลดคงที่ 100 วัตต์

5.3.3 ต่อDigital MultiMeter รุ่น Sanwa PC700เข้ากับ Notebookเปิดโปรแกรม PCLink7

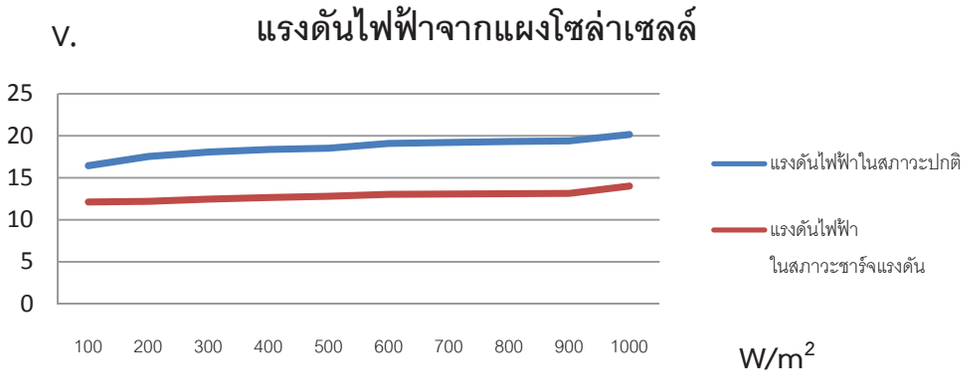
5.3.4 วัดค่าแรงดันไฟฟ้าที่ออกมาจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทั้ง10 ระดับโดยใช้ Digital MultiMeter รุ่น Sanwa PC700

5.3.5 ทำการทดลองในสองสภาวะคือ สภาวะแบบปกติและสภาวะการชาร์จแรงดันไฟฟ้า แล้วบันทึกผลการทดลอง

6. ผลการทดลอง

6.1.ผลการทดลองค่าจากแสงอาทิตย์ธรรมชาติ

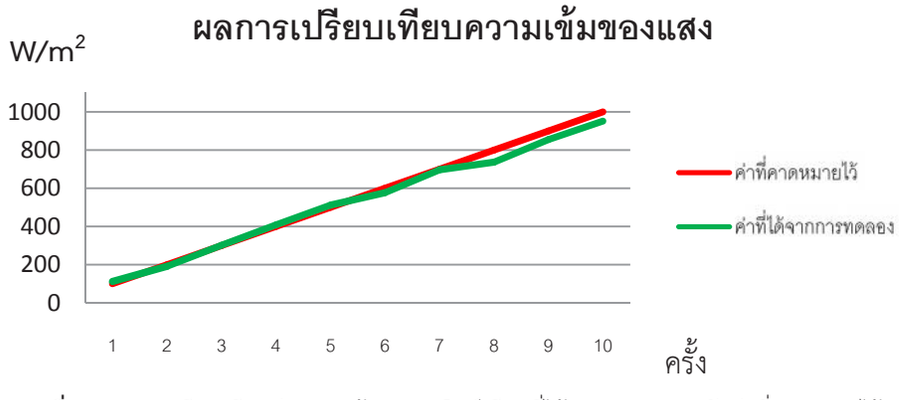
แสงที่เกิดขึ้นเป็นแสงที่ได้จากธรรมชาติจะมีช่วงเวลาที่มีความเข้มของแสงที่ไม่แน่นอน ดังนั้นค่าแรงดันที่ออกมาจากแผงโซล่าเซลล์จึงไม่คงที่ เมื่อเริ่มวัดระดับความเข้มของแสงอาทิตย์จริงตามช่วงเวลาที่กำหนดตั้งแต่ 7.00 น. ถึง 13.00 น. ช่วงเดือนมิถุนายน 2557เพื่อหาค่าความเข้มของแสงจากดวงอาทิตย์จริงตั้งแต่ 100 W/m^{2}ถึง 1000 W/m^2 โดยมีการต่อโหลดก็จะได้ช่วงเวลาของความเข้มแสงที่กำหนดและแรงดันไฟฟ้าที่ออกมาจากแผงโซล่าเซลล์ในสภาวะปกติและในช่วงที่กำลังชาร์จแรงดันไฟฟ้า ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3: ผลแรงดันไฟฟ้าที่ได้จากแผงโซล่าเซลล์ขนาด 130 W

จากรูปที่ 3 พบว่าที่แรงดันไฟฟ้าสูงสุดเท่ากับ 21.15 V ที่ความเข้มของแสงอาทิตย์ธรรมชาติ 1000 W/m^2 และแรงดันไฟฟ้าต่ำสุดเท่ากับ 16.43 V ความเข้มของแสงอาทิตย์ธรรมชาติ 100 W/m^{2}แรงดันไฟฟ้าจากความเข้มแสงอาทิตย์ธรรมชาติเฉลี่ย18.631 V

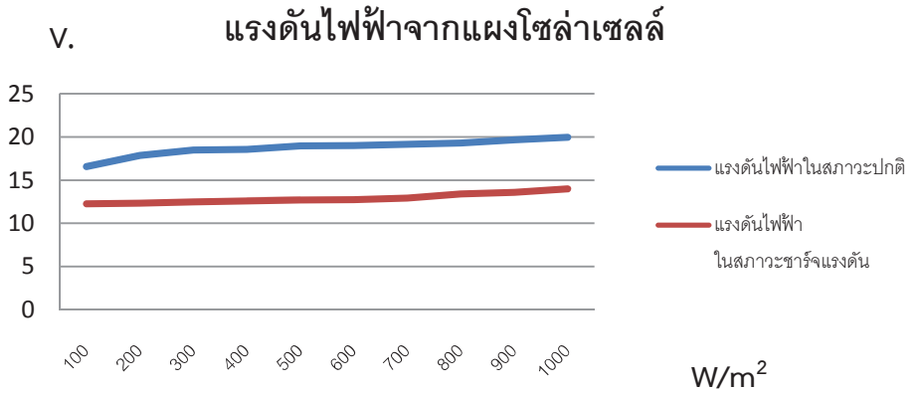
6.2.ผลการทดลองค่าจากแสงอาทิตย์เทียม



รูปที่ 4: ผลการเปรียบเทียบค่าความเข้มแสงอาทิตย์เทียมที่ได้จากการทดลองกับค่าที่คาดหมายไว้

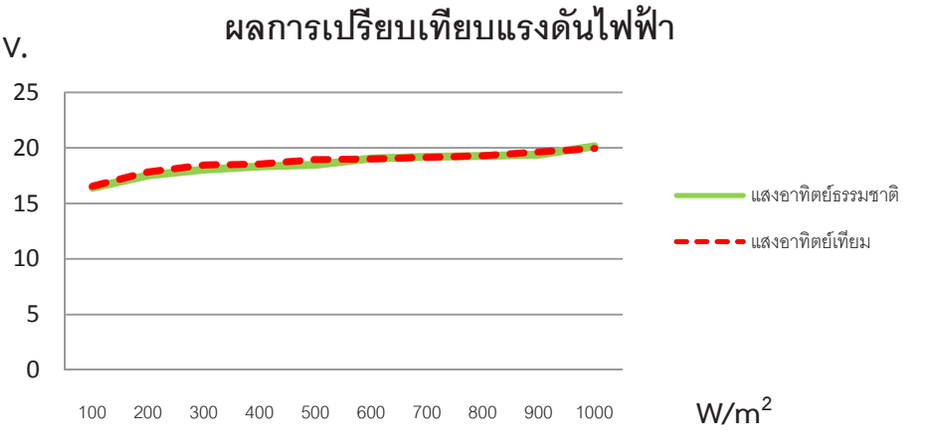
จากรูปที่ 4 พบว่าเมื่อวัดค่าความเข้มแสงโดยเฉลี่ยของการทดลองกับค่าที่กำหนดไว้มีค่าความผิดพลาดของแบบจำลองความเข้มแสงจากแหล่งกำเนิดแสงอาทิตย์เทียมเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 6.12 โดยมีค่าผิดพลาดสูงสุดร้อยละ 10.44ที่ความเข้มแสงแสงอาทิตย์เทียมที่ 100 W/m^2 และมีค่าผิดพลาดต่ำสุดร้อยละ 0.37ที่ความเข้มแสงแสงอาทิตย์เทียมที่ 300 W/m^2

การวัดค่าแสงจากแสงอาทิตย์เทียมเป็นแสงจากหลอดทังสเตนฮาโลเจน โดยกำหนดการวัดค่าไว้ 10 ระดับ เริ่มตั้งแต่ 100 W/m^2ถึง 1000 W/m^2วัดค่าความเข้มของแสงด้วย Solar Power Meter รุ่น ST-1307 ทำการวัดค่าแรงดันไฟฟ้าที่ออกมาจากแผงโซล่าเซลล์ ปรับระดับความเข้มของแสงอาทิตย์เทียมที่ได้จากหลอดทังสเตนฮาโลเจนตั้งแต่ 100 W/m^2ถึง 1000 W/m^2โดยมีการต่อโหลดไม่เกิน 100 W เพื่อดูแรงดันไฟฟ้าที่ออกมาจากแผงโซล่าเซลล์และเมื่อแผงโซล่าเซลล์อยู่ในสภาวะที่กำลังชาร์จแรงดันไฟฟ้าให้กับแบตเตอรี่ วัดค่าทั้งหมด 10 ระดับ ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5: ผลแรงดันไฟฟ้าที่ได้จากแผงโซล่าเซลล์ขนาด 130 W

จากรูปที่ 5 พบว่าเมื่อค่าความเข้มของแสงอาทิตย์เทียมเพิ่มขึ้นแรงดันที่ได้จากแผงโซล่าเซลล์ก็จะเพิ่มขึ้นตามไปด้วยแรงดันไฟฟ้าสูงสุด 19.95 DCV แรงดันไฟฟ้าต่ำสุด 16.56 DCV



รูปที่ 6: ผลการเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้าที่ได้จากแผงโซล่าเซลล์ขนาด 130 W
เมื่อทดลองด้วยแสงอาทิตย์ธรรมชาติและแสงอาทิตย์เทียม

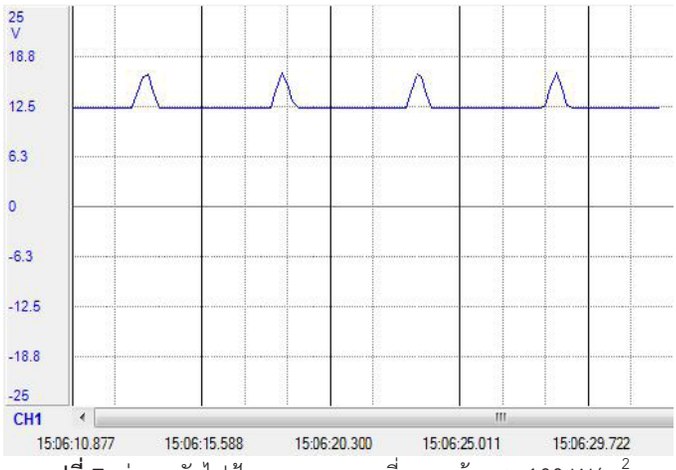
จากรูปที่ 6 เมื่อนำค่าแรงดันไฟฟ้าของแหล่งกำเนิดแสงอาทิตย์ธรรมชาติและแหล่งกำเนิดจากแสงอาทิตย์เทียมมาเปรียบเทียบกันพบว่า มีค่าแรงดันไฟฟ้าที่ใกล้เคียงกัน ที่ค่าความเข้มแสงสูงสุดของแสงอาทิตย์เทียมสูงสุดเฉลี่ย 951.77 W/m^2ได้แรงดันไฟฟ้า 19.95 V แต่ที่ได้จากแสงอาทิตย์ธรรมชาติ คือ 20.15 Vค่าความเข้มแสงสูงสุดประมาณ 1000W/m^2คิดเป็นสัดส่วน 0.99 เท่า

6.3.แสดงการทำงานของแผงโซล่าเซลล์ด้วยโปรแกรม PCLink7 ช่วงความเข้มแสง 100 W/m^2ถึง 1000 W/m^2

เมื่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทำงานในสภาวะชาร์จแรงดันไฟฟ้าให้กับแบตเตอรี่ จะไม่สามารถวัดได้ด้วยสายตาหรือมิเตอร์แบบปกติได้เพราะจะมีค่าที่ไม่คงที่อยู่ตลอดเวลา จึงต้องใช้โปรแกรมในการช่วยแสดงผลออกมา เพื่อดูการทำงานของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในสภาวะที่กำลังชาร์จแรงดันไฟฟ้าจากแบบจำลองความเข้มแสงโดยใช้แหล่งกำเนิดแสงจากอาทิตย์เทียม

6.3.1. ค่าความเข้มแสงที่ 100 W/m^2

เมื่อความเข้มแสงเท่ากับ 100 W/m^{2}และโหลดสูง ทำให้แรงดันไฟฟ้าในแบตเตอรี่ตกลง แผงเซลล์แสงอาทิตย์ก็จะทำการชาร์จแรงดันไฟฟ้าเพิ่ม โดยแรงดันไฟฟ้าที่ความเข้มแสง 100 W/m^{2}สูงสุดอยู่ที่ 16.56 V แรงดันไฟฟ้าในสภาวะที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์กำลังชาร์จแรงดันไฟฟ้าอยู่ที่ 12.42 V ระยะเวลา 4 วินาที ดังรูปที่ 7



รูปที่ 7: ค่าแรงดันไฟฟ้าและระยะเวลาที่ความเข้มแสง 100 W/m^2

6.3.2. ค่าความเข้มแสงที่ 300 W/m^2

เมื่อความเข้มแสงเท่ากับ 300 W/m^{2}และโหลดสูง ทำให้แรงดันไฟฟ้าในแบตเตอรี่ตกลง แผงเซลล์แสงอาทิตย์ก็จะทำการชาร์จแรงดันไฟฟ้าเพิ่ม โดยแรงดันไฟฟ้าที่ความเข้มแสง 300 W/m^{2}สูงสุดอยู่ที่ 18.46 V แรงดันไฟฟ้าในสภาวะที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์กำลังชาร์จแรงดันไฟฟ้าอยู่ที่ 12.50 V ระยะเวลา 4 วินาที ดังรูปที่ 8

รูปที่8 ค่าแรงดันไฟฟ้าและระยะเวลาที่ความเข้มแสง 300 W/m^2

7.อภิปรายผล

แบบจำลองความเข้มแสงที่ใช้แหล่งกำเนิดแสงจากหลอดทังสเตนฮาโลเจนขนาดกำลังไฟฟ้ารวม 4500 วัตต์ สามารถควบคุมความเข้มได้เมื่อนำไปใช้เป็นแหล่งกำเนิดแสงให้กับแผงเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อศึกษาแรงดันไฟฟ้า พบว่า แรงดันไฟฟ้าที่ได้จากแสงอาทิตย์เทียม มีค่าที่ใกล้เคียงกับแสงอาทิตย์ธรรมชาติแต่ในภาพรวมจะต่ำกว่าแสงอาทิตย์ธรรมชาติเล็กน้อย ที่ค่าความเข้มแสงสูงสุดของแสงอาทิตย์เทียมสูงสุดเฉลี่ย 951.77 W/m^2 ได้แรงดันไฟฟ้า 19.95 V แต่ที่ได้จากแสงอาทิตย์ธรรมชาติ คือ 20.15 V ค่าความเข้มแสงสูงสุดประมาณ 1000W/m^2 แรงดันไฟฟ้าคิดเป็นสัดส่วน 0.99 เท่าความเข้มแสงของการทดลองกับค่าที่กำหนดไว้มีค่าความผิดพลาดของแบบจำลองความเข้มแสงจากแหล่งกำเนิดแสงอาทิตย์เทียมเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 6.12 โดยมีค่าผิดพลาดสูงสุดร้อยละ 10.44 ที่ความเข้มแสงแสงอาทิตย์เทียมที่ 100 W/m^2 และมีค่าผิดพลาดต่ำสุดร้อยละ 0.37 ที่ความเข้มแสงแสงอาทิตย์เทียมที่ 300 W/m^{2}อาจเป็นเพราะการกระจายแสงของแสงอาทิตย์เทียมที่ไม่สม่ำเสมอกันที่เกิดจากการติดตั้งหลอดระยะห่างการฉายแสง

8. สรุปผล

ชุดแสดงการทำงานของแสงอาทิตย์เทียมที่สร้างขึ้นนี้สามารถกำเนิดแสงให้มีความเข้มระหว่าง100-1000 W/m^2ได้เทียบเท่าแสงอาทิตย์จริง แต่เมื่อไปส่องให้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ พบว่า ในสภาวะแบบปกติแรงดันไฟฟ้าที่ออกจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะมีค่าที่สูงขึ้นเรื่อยๆตามความเข้มแสงที่เพิ่มขึ้นและสภาวะแบบชาร์จแรงดันไฟฟ้าแรงดันไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ก็จะมีการเปลี่ยนแปลงขึ้นลงตามความเข้มของแสงและโหลด เพื่อทำการชาร์จแรงดันไฟฟ้าให้กับแบตเตอรี่ค่าแรงดันไฟฟ้าที่ออกมาจากการทดลองด้วยแสงอาทิตย์ธรรมชาติและแสงอาทิตย์เทียมจะมีค่าที่ไม่ต่างกันมากและความเข้มของแสงตั้งแต่300 วัตต์ต่อตารางเมตรขึ้นไปกับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกเดี่ยว 130 วัตต์สามารถใช้ได้กับโหลดคงที่ 100 วัตต์ ได้อย่างต่อเนื่องโดยที่แรงดันไฟฟ้าที่ออกจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะไม่ต่ำลง แบบจำลองความเข้มแสงของแหล่งผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ดังกล่าวเหมาะสมที่จะใช้ในการเรียนการสอน หรือใช้ในการสาธิต ฝึกอบรม เพื่อเป็นการสร้างแนวคิด การออกแบบ หรือแสดงในเห็นถึงการใช้งานพลังงานแสงอาทิตย์

บรรณานุกรม

[1] เชี่ยวชาญ โตโคกสูง, 2550, การพัฒนาระบบแสงอาทิตย์เทียมด้วยแอลอีดี, สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

[2] นภัทร วัจนเทพินทร์, 2554,"การพัฒนาชุดกำเนิดแสงเทียมสำหรับห้องปฏิบัติการ," การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยขอนแก่น วิทยาเขตหนองคาย ครั้งที่ 1.

[3] บางจากปิโตรเลียม, “โครงการผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์,” www.bangchak.co.th/Download/SunnyEbookDownload_2sunny-report2012-final.pdf [15 กรกฎาคม 2557].

[4] Gibson,T.L. andKelly,N.A.,“Solar Photovoltaic Charging of Lithium-Ion Batteries,”IEEEVehicle Powerand Propulsion Conference, USA, pp.310-316, 2009.

[5] Sun Dongsen and GeBaoming, “Power Flow Control for Quasi-Z Source Inverter with Battery based PV Power Generation System”, IEEE Trans on Power Electronics, 2011, pp.1051-1055.

[6] ThaiSolarFuture, 2009,“ตำแหน่งที่เหมาะสมในการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์,” www.thaisolarfuture.com/solarroof.php?cat=13, [21 กรกฎาคม 2557].