

ETM-100

การเพิ่มสมรรถนะของระบบโซลาร์เซลล์โดยการสะท้อนแสง

The Enhanced System Performance of Solar Cells by Diffused Reflection

วรัญญู บุญยะโอภาส, อภิรักษ์ สวัสดิ์กิจ*, และทีปกร คุณาพรวิวัฒน์

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม

61 ถนนพหลโยธิน เสนานิคม เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

*E-mail: apirak.sa@spu.ac.th โทร 02-5791111 โทรสาร 02-5611721

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการเพิ่มสมรรถนะของแผงโซลาร์เซลล์ โดยการติดตั้งแผงสะท้อนแสงเพื่อเพิ่มความเข้มแสงให้กับโซลาร์เซลล์ ในการออกแบบใช้โซลาร์เซลล์ขนาด 40 วัตต์ มีความกว้าง 470 มม. ยาว 676 มม. และหนา 2 มม. จำนวน 2 ชุด สำหรับแผงสะท้อนแสงซึ่งทำจากกระจกเงามีขนาดความกว้าง 235 มม. ยาว 676 มม. เริ่มการทดสอบโดยติดตั้งแผงสะท้อนแสงเข้ากับโซลาร์เซลล์เพียง 1 ชุด เพื่อเปรียบเทียบผลที่ได้กับแผงโซลาร์เซลล์ที่ไม่ได้ติดตั้งแผงสะท้อนแสง จากการคำนวณพบว่ามุมของการติดตั้งแผงสะท้อนแสงเข้ากับโซลาร์เซลล์ ที่เหมาะสมคือ 67 องศา จากแนวระนาบ สำหรับตำแหน่งทิศทางการติดตั้งโซลาร์เซลล์ เพื่อให้สามารถรับแสงจากดวงอาทิตย์ได้อย่างเหมาะสม ต้องหันแผงไปทางทิศใต้ทำมุม 14 องศา กับแนวระนาบ สำหรับอำเภอภาชี จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ซึ่งใช้เป็นพื้นที่ในการทดสอบ ข้อมูลทางด้านเทคนิคที่บันทึกขณะทดสอบประกอบด้วย อุณหภูมิ กระแสไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้า และความเข้มแสงอาทิตย์ จากการเก็บข้อมูลในช่วงเดือนที่ดวงอาทิตย์มีความเข้มแสงสูงสุดในรอบปี ระหว่างวันที่ 9 – 15 เมษายน 2557 ช่วงเวลา 06.00–18.00 น. เป็นช่วงวันที่มีสภาพอากาศในช่วงกลางวัน มีอุณหภูมิสูง ส่งผลให้การผลิตกำลังงานไฟฟ้าลดลง ตามคุณสมบัติเฉพาะตัวของโซลาร์เซลล์ แต่ผลที่ได้พบว่าแผงโซลาร์เซลล์ที่ติดตั้งแผงสะท้อนแสง ยังคงสามารถผลิตกำลังงานส่งออกได้สูงถึงร้อยละ 17.02 ในวันที่อุณหภูมิบนแผงโซลาร์เซลล์สูงถึง 67.4 °C และผลจากการบันทึกข้อมูลข้างต้น สามารถนำมาวิเคราะห์ให้เห็นถึงแนวโน้มในการเพิ่มกำลังงานไฟฟ้าส่งออกของระบบรวม ที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 27.13 เมื่อเทียบกับโซลาร์เซลล์ที่ไม่ติดตั้งแผงสะท้อนแสง

คำหลัก: โซลาร์เซลล์ ; แผงสะท้อนแสง ; ความเข้มแสงอาทิตย์

Abstract

This study aims to investigate efficiency enhancement of solar cells by using the mirror reflector to increase the intensity of sunlight. In conducting the study, 2 sets of 40-watt solar cells with the dimension of 470 mm. width x 676 mm. length x 2 mm. thickness, and a mirror reflector which was 235 mm. wide and 676 mm. long were used. The reflector was tilted at 67 degrees horizontal to one solar cell and the cell was faced southward at 14 degrees horizontal, the perfect angle for maximum sun exposure in the area of Pachee district, PhraNakhon Si Ayutthaya province, where the study was carried out. During the experiment, temperature, electricity current, voltage, and sunlight intensity were observed and recorded. The data was collected between April 9-15, 2014, from 6 a.m. to 6 p.m., the period when sunlight intensity reached the maximum point. Generally, the sky was clear and the temperature was high during that period, so it was expected that the efficiency of solar cells would drop. However, the study

ETM-100

found that the solar cell with more focused sunlight due to the mirror reflector produced the power at the rate of 17.02% on the day when the temperature of the solar cell was 67.4 degrees Celsius. The data suggested the likeliness of higher efficiency and the average rate of 27.13% increase in energy output of the solar cell, compared to the typical efficiency of solar cells when no mirror reflectors were used.

Key Words : solar cells; reflectors; sunlight intensity

1. บทนำ

สถานการณ์ของประเทศไทยในปัจจุบันต้องยอมรับว่าเรากำลังเผชิญกับวิกฤติพลังงานและจากปัญหาวิกฤติสารกัมมันตภาพรังสีรั่วไหลของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ที่ประเทศญี่ปุ่น การเลือกใช้พลังงานหมุนเวียนที่เป็นพลังงานสะอาดจึงมีบทบาทมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งพลังงานแสงอาทิตย์ แต่การเลือกใช้พลังงานชนิดนี้จำเป็นต้องใช้แผงโซลาร์เซลล์และอุปกรณ์ควบคุม ซึ่งมีราคาสูงดังนั้นการหาวิธีเพิ่มกำลังการผลิตพลังงานไฟฟ้าของโซลาร์เซลล์ด้วยวิธีต่างๆ ที่สามารถปรับใช้ได้จึงเป็นส่วนสำคัญเช่นวิธีการเพิ่มความเข้มแสง, วิธีการติดตั้งที่เหมาะสม หากสามารถเพิ่มกำลังการผลิตพลังงานไฟฟ้าของโซลาร์เซลล์ให้สูงขึ้นส่งผลให้ต้นทุนในการเลือกใช้พลังงานชนิดนี้ลดลง บุคคลทั่วไปสามารถเข้าถึงพลังงานชนิดนี้ได้มากขึ้น

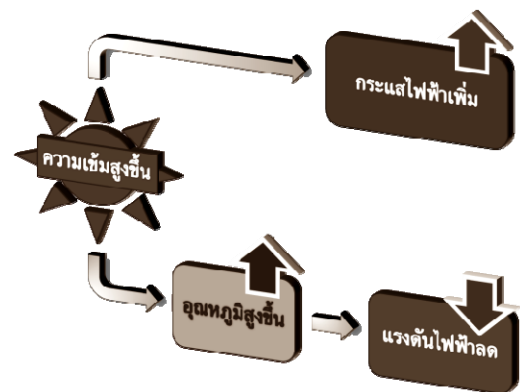
2. วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เปรียบเทียบสมรรถนะของแผงโซลาร์เซลล์ทั่วไปกับแผงโซลาร์เซลล์ที่ติดตั้งแผงสะท้อนแสง
2. กำหนดทิศทางการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์และมุมขององศาในการติดตั้งแผงสะท้อนแสง ว่าจะส่งผลต่อสมรรถนะของโซลาร์เซลล์อย่างไร
3. เพื่อศึกษาอุณหภูมิบนแผงโซลาร์เซลล์ ที่สูงขึ้นมากกว่าปกติจะส่งผลกระทบอย่างไร

3. การเพิ่มความเข้มแสง

การเพิ่มความเข้มแสงด้วยแผงสะท้อนแสงต้องอาศัยตำแหน่งทิศทางการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ และมุมมองของแผงสะท้อนแสงที่เหมาะสมเพื่อให้สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้สูงขึ้น เมื่อความเข้มแสงเพิ่มขึ้น จะส่งผลให้อุณหภูมิบนแผงโซลาร์เซลล์เพิ่ม

สูงขึ้นด้วย แต่ลักษณะเฉพาะตัวทางไฟฟ้าของโซลาร์เซลล์ เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นความสามารถในการผลิตกระแสไฟฟ้าจะลดต่ำลง [1] ดังนั้นในช่วงฤดูร้อน มีความเข้มแสงมาก สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้มาก แต่อุณหภูมิบนแผงโซลาร์เซลล์ที่ติดตั้งแผงสะท้อนแสงจะสูง ทำให้ความสามารถในการผลิตพลังงานไฟฟ้าถูกลดทอนลงด้วย



รูปที่ 1 แผนภาพผลกระทบจากการเพิ่มความเข้มแสง

3.1 ตำแหน่งการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์

เพื่อให้ได้กำลังการผลิตพลังงานไฟฟ้าสูงสุด ต้องติดตั้งให้แผงโซลาร์เซลล์หันหน้าตั้งฉากกับดวงอาทิตย์ แต่การปรับเปลี่ยนมุมมองตลอดทั้งปีนั้นไม่สะดวกในการปรับเปลี่ยน เพื่อให้ง่ายในการติดตั้งจึงเลือกใช้ มุมเวลาเที่ยงสุริยะ (solar noon angle) ในแต่ละวัน หาค่าเฉลี่ยตลอดทั้งปี และคำนวณมุมเดคลิเนชันเฉลี่ยตลอดทั้งปีจะมีค่าเท่ากับ 0 พื้นที่สำหรับทำการวิจัยตั้งอยู่ที่จังหวัดพระนครศรีอยุธยา จึงมีค่าประมาณ 14 องศา จากแนวระนาบโดยหันหน้าไปทางทิศใต้

$$\text{solar noon angle} = \text{latitude} - \text{declination} \quad (1)$$

15-17 ตุลาคม 2557 จังหวัดขอนแก่น

ETM-100

- จ) เครื่องมือวัดมุมองศา
- ฉ) อินฟราเรดเทอร์โมสแกน
- ช) โซลาร์ชาร์จคอนโทรล
- ซ) แบตเตอรี่
- ณ) เครื่องวัดความเข้มแสงอาทิตย์

Time of Solar module										
Horizontal solar panels			Reflector of EAST			Reflector of WEST			Overlap time (hours)	Angle
First Beam time	Last Beam time	Solar Time (hours)	First Beam time	Last Beam time	Solar Time (hours)	First Beam time	Last Beam time	Solar Time (hours)		
7.33	16.27	8.55	11.00	14.27	3.27	9.33	13.00	3.27	2.00	75
7.32	16.28	8.57	10.56	14.20	3.24	9.40	13.04	3.24	2.08	74
7.31	16.29	8.59	10.52	14.13	3.21	9.47	13.08	3.21	2.16	73
7.30	16.30	9.01	10.48	14.06	3.18	9.54	13.12	3.18	2.24	72
7.29	16.31	9.03	10.44	13.59	3.15	10.01	13.16	3.15	2.32	71
7.27	16.33	9.05	10.40	13.53	3.13	10.07	13.20	3.13	2.40	70
7.26	16.34	9.07	10.36	13.46	3.10	10.14	13.24	3.10	2.48	69
7.25	16.35	9.09	10.32	13.39	3.07	10.21	13.28	3.07	2.56	68
7.24	16.36	9.12	10.28	13.32	3.04	10.28	13.32	3.04	3.04	67
7.23	16.37	9.14	10.24	13.25	3.01	10.35	13.36	3.01	2.50	66
7.22	16.38	9.16	10.20	13.18	2.58	10.42	13.40	2.58	2.36	65
7.21	16.39	9.18	10.16	13.11	2.55	10.49	13.44	2.55	2.22	64
7.20	16.40	9.20	10.12	13.04	2.52	10.56	13.48	2.52	2.08	63
7.19	16.41	9.23	10.08	12.57	2.49	11.03	13.52	2.49	1.55	62
7.18	16.42	9.25	10.04	12.50	2.46	11.10	13.56	2.46	1.41	61
7.16	16.44	9.27	10.00	12.44	2.44	11.16	14.00	2.44	1.27	60

ตารางที่ 1 แสดงระยะเวลาการทำงานของแผงโซลาร์เซลล์และแผงสะท้อนแสง

5. ขั้นตอนการวิจัย

- ขั้นตอนในการติดตั้งอุปกรณ์เพื่อเก็บข้อมูลมีดังนี้
1. ติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ขนาด 40 วัตต์ จำนวน 2 ชุด ปรับทิศทางโดยให้หันหน้าแผงไปทางทิศใต้
2. ปรับตั้งแผงโซลาร์เซลล์ทำมุมกับแนวระนาบ 14 องศา ที่อุปกรณ์ทั้ง 2 ชุด ดังรูปที่ 2.
3. ติดตั้งแผงสะท้อนแสงปรับตั้งไว้ที่มุม 67 องศา พร้อมเดินสายไฟฟ้า ดังรูปที่ 5.
4. บันทึกข้อมูลประกอบไปด้วย ค่าความเข้มแสงอาทิตย์, อุณหภูมิบนแผงโซลาร์เซลล์, สภาพอากาศขณะทำการเก็บข้อมูล, กระแสไฟฟ้า และแรงดันไฟฟ้า ระหว่างวันที่ 9-15 เมษายน 2557 ช่วงเวลา 06.00 น. ถึง 18.00 น.



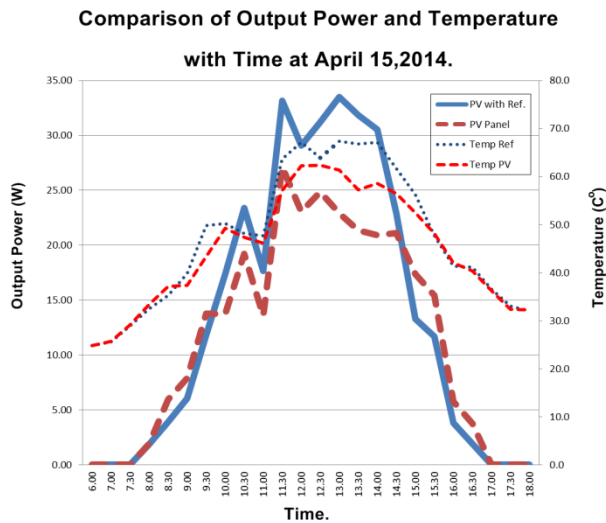
รูปที่ 5 แผนภาพการต่อสายวงจรไฟฟ้า

6. ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลจากการเก็บข้อมูลข้างต้น และนำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบ ข้อมูลตลอดทั้ง 7 วัน พบว่าวันที่ 15 เมษายน 2557 มีสภาพท้องฟ้าปลอดโปร่ง และมีอุณหภูมิสูงตลอดทั้งวัน เป็นช่วงที่ผลิตกำลังไฟฟ้าได้ต่ำที่สุด เนื่องจากคุณสมบัติเฉพาะตัวของโซลาร์เซลล์จากการวัดค่าอุณหภูมิบนแผงโซลาร์เซลล์ทั้ง 2 ชุด มีค่าอุณหภูมิสูงที่สุด แตกต่างกันประมาณร้อยละ 10

ETM-100

แต่ผลที่ได้พบว่าแผงโซลาร์เซลล์ที่ติดตั้งแผงสะท้อนแสงยังคงสามารถผลิตกำลังงานไฟฟ้าส่งออก รวมตลอดทั้งวันได้สูงกว่าถึงร้อยละ 17.02 ดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 แผนภาพเปรียบเทียบ ค่ากำลังไฟฟ้าส่งออก และ อุณหภูมิบนแผงโซลาร์เซลล์ เทียบกับ เวลา ของแผงโซลาร์เซลล์ทั้ง 2 ชุด ในวันที่ 15 เมษายน 2557

สำหรับแนวทางการแก้ไขปัญหาเนื่องจากความร้อนสูง หากมีการติดตั้งระบายความร้อนที่ดี จะส่งผลให้ประสิทธิภาพในการผลิตกระแสไฟฟ้าสูงขึ้น เช่น ครัวระบายความร้อน, กระจกกันความร้อน

7. สรุปผลการวิจัย

ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลข้างต้นตลอด 7 วัน สามารถนำมาวิเคราะห์ให้เห็นถึงแนวโน้มในการเพิ่มกำลังงานไฟฟ้าส่งออกของระบบรวม ที่เพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 27.13 เมื่อเปรียบเทียบกับแผงโซลาร์เซลล์ที่ไม่ติดตั้งแผงสะท้อนแสง ดังรูปที่ 7-8

Output Power comparison.



รูปที่ 7 แผนภาพเปรียบเทียบ ค่ากำลังไฟฟ้าส่งออกรวมในแต่ละวัน ของแผงโซลาร์เซลล์ทั้ง 2 ชุด

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง} = \frac{\text{ค่าเปรียบเทียบ} - \text{ค่ามาตรฐาน}}{\text{ค่ามาตรฐาน}} \times 100$$

	9 April	10 April	11 April	12 April	13 April	14 April	15 April	Avg.
Output Power (%)	21.30	19.65	53.99	28.68	17.55	31.69	17.02	27.13

รูปที่ 8 ค่ากำลังงานไฟฟ้าเปรียบเทียบทั้ง 7 วัน

8. เอกสารอ้างอิง

- [1] Christiana Honsberg and Stuart Bowden, The Photovoltaic Education Network. Available from: <http://pveducation.org> (access on 30/08/2014.)
- [2] Green Rhino Energy. Solar Technologies, Concentrating Photovoltaics. Available from: http://www.greenrhinoenergy.com/solar/technologies/pv_concentration.php (access on 30/08/2014.)
- [3] E. Radziemski, "The effect of temperature on the power drop in crystalline silicon solar cells", Publisher by: Renewable Energy, (2003)
- [4] Performance enhancement of PV Solar System by mirror reflection. ICECE2010 International Conference (18-20 Dec. 2010) Publisher by: IEEE