

การเพิ่มประสิทธิภาพระบบผลิตไฟฟ้าด้วยโซลาร์เซลล์บนหลังคา ชนิดเชื่อมต่อสายส่งโดยใช้ฟิล์มน้ำ

ไพศาล เบื้องบน สายชล คำพรหม สุวรรณ รวบกระโทก กฤติเดช บัวใหญ่ และกานท์ เกิดชื่น¹

หน่วยวิจัยนวัตกรรมกรรมพลังงานไฟฟ้า สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

744 ถ.สุรนารายณ์ ต.ในเมือง อ.เมือง จ.นครราชสีมา 300000

¹Email: kaan.kerdchuen@gmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอแนวคิดและปฏิบัติการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพระบบผลิตไฟฟ้าด้วยโซลาร์เซลล์บนหลังคาชนิดเชื่อมต่อสายส่งโดยใช้ฟิล์มน้ำบนหน้าแผงโซลาร์เซลล์ ฟิล์มน้ำที่ใส่ไปหน้าแผงนี้มีจุดประสงค์เพื่อลดอุณหภูมิของแผงโซลาร์เซลล์ ซึ่งจะส่งผลให้การผลิตไฟฟ้าทำได้สูงขึ้น ระบบปั้มน้ำสำหรับสร้างฟิล์มน้ำใช้มอเตอร์กระแสตรงเชื่อมต่อตรงกับแผงโซลาร์เซลล์ที่แยกอิสระ จากผลการทดสอบในช่วงเดือนเมษายนกับระบบผลิตไฟฟ้าด้วยโซลาร์เซลล์ชนิดเชื่อมต่อสายส่ง 1.5 กิโลวัตต์ พบว่าระบบสามารถเพิ่มกำลังการผลิตด้านออกได้เฉลี่ยเป็น 6.67%

คำสำคัญ: ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยโซลาร์เซลล์บนหลังคา ฟิล์มน้ำ

1. บทนำ

ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยโซลาร์เซลล์ชนิดเชื่อมต่อสายส่งบนหลังคาที่รัฐบาลใช้คำว่า Solar PV Rooftop ได้รับความนิยมนิยมจากประชาชนเป็นอย่างมาก ทั้งนี้เนื่องจากมาจากราคารับซื้อไฟฟ้า และราคาอุปกรณ์ที่ถูกลงเป็นอย่างมาก ประชาชนที่ตัดสินใจติดตั้งระบบโซลาร์เซลล์บนหลังคาทั้งที่เป็นระบบเพื่อขายไฟฟ้า หรือเพื่อลดค่าพลังงานไฟฟ้าต่างต้องเจอผลกระทบจากความร้อนที่บนแผงโซลาร์เซลล์ทั้งสิ้น ซึ่งความร้อนนี้ส่งผลให้กำลังการผลิตไฟฟ้าลดลง

การทำให้อุณหภูมิของแผงโซลาร์เซลล์ลดลงทำให้ประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าสูงขึ้น [1-5] ในบทความ [1] มีการทำสเปรย์น้ำบนหน้าแผงโซลาร์เซลล์ ทำให้ประสิทธิภาพของแผงโซลาร์เซลล์สูงขึ้น ส่วนในบทความ [2] แผงโซลาร์เซลล์ถูกแช่ในน้ำ ในแต่ละระดับความลึกมีการให้ประสิทธิภาพที่แตกต่างกัน ซึ่งที่ระดับความลึกน้อยสุดให้ประสิทธิภาพสูงสุด บทความ [3-4] มีการสเปรย์น้ำบนหน้าแผงโซลาร์เซลล์ในห้องปฏิบัติการเช่นเดียวกัน ซึ่งส่งผลให้การผลิตไฟฟ้ามีประสิทธิภาพมากขึ้น สำหรับบทความ [5] มีการนำเสนอระบบเปิดน้ำอัตโนมัติเมื่ออุณหภูมิของแผงโซลาร์เซลล์สูงขึ้น เพื่อลดอุณหภูมิของแผงโซลาร์เซลล์ของ

ระบบปั้มน้ำด้วยโซลาร์เซลล์ อย่างไรก็ตามทุกบทความที่กล่าวไปไม่ได้มีการนำระบบน้ำไปลดอุณหภูมิของแผงโซลาร์เซลล์ในระบบโซลาร์เซลล์เชื่อมต่อสายส่ง (Grid-connected) ให้ใช้งานจริงอย่างเป็นรูปธรรม

ดังนั้นในบทความนี้จึงนำเสนอแนวคิด และปฏิบัติการทำสเปรย์น้ำให้เกิดเป็นฟิล์มน้ำบนแผงโซลาร์เซลล์ของระบบโซลาร์เซลล์เชื่อมต่อสายส่ง โดยระบบปั้มน้ำเพื่อทำฟิล์มน้ำนี้ใช้ไฟฟ้าจากแผงโซลาร์เซลล์แยกอิสระจากระบบเชื่อมต่อสายส่ง ระบบปั้มน้ำนี้เป็นมอเตอร์กระแสตรงที่ต่อตรงกับแผงโซลาร์เซลล์อิสระ โดยจะทำการปั้มน้ำเมื่อมีแสงอาทิตย์ที่เพียงพอ ระบบน้ำจะไหลวนในระบบโดยผ่านรางน้ำฝนของอาคาร ทำให้ไม่เกิดการสิ้นเปลืองน้ำ

2. กำลังการผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์ และอุณหภูมิ

ระบบผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์ชนิดเชื่อมต่อสายส่งนั้นทำงานบนพื้นฐานจุดกำลังสูงสุดตลอดเวลา (Maximum Power Point Tracking, MPPT) กำลังไฟฟ้าสูงสุดที่ผลิตออกมาได้แต่ละจุดการทำงานนั้นโดยปกติแล้วจะขึ้นอยู่กับแรงดันและกระแสไฟฟ้า ถ้าหากแรงดันหรือกระแสไฟฟ้ามีการเปลี่ยนแปลง ก็จะส่งผลต่อค่ากำลังไฟฟ้าที่ผลิตออกมาเช่นกัน ค่าแรงดันเปิดวงจรของเซลล์แสงอาทิตย์นั้นจะมีค่าลดลงแบบเชิงเส้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นตามสมการต่อไปนี้

$$V_{oc} = V_{oc}^* + (T_c - T_c^*) \frac{dV_{oc}}{dT_c} \quad (1)$$

เมื่อ T_c^* ยก เป็นตัวแสดงค่า ณ จุดเงื่อนไขทดสอบมาตรฐาน (Standard Test Conditions, STC) T_c คืออุณหภูมิของเซลล์แสงอาทิตย์ และ dV_{oc} / dT_c คือค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิแรงดันไฟฟ้า โดยปกติสำหรับเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกซิลิกอนมีค่าประมาณ -2.3 มิลลิโวลต์ต่อองศาเซลเซียส [6]

สำหรับค่ากระแสไฟฟ้่าล้ดวงจรของเซลล์อาทิตย์โดยส่วนใหญ่ขึ้นอยู่กับกำลังการฉายรังสีของพระอาทิตย์ อย่างไรก็ตามอุณหภูมิก้มีผลกระทบต่อกระแสไฟฟ้า ดังสมการต่อไปนี้

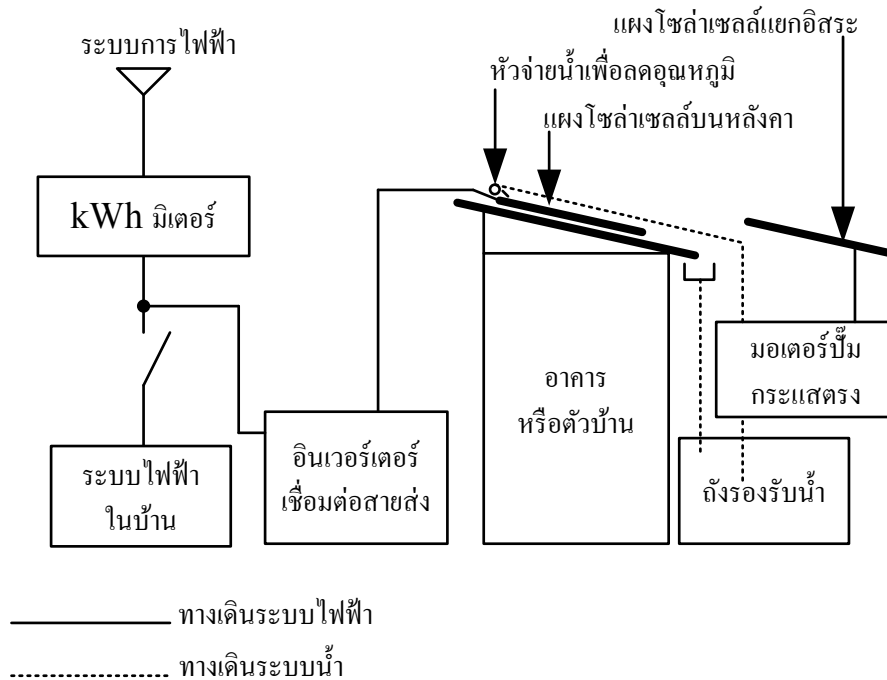
$$I = I_{sc} - I_{o1}(e^{qV/kT} - 1) - I_{o2}(e^{qV/2kT} - 1) \quad (2)$$

เมื่อ I_{o1} และ I_{o2} เป็นกระแสมีดอิมตัวในบริเวณประจุเป็นกลาง และบริเวณประจุ q คือขนาดของประจุ k คือค่าคงที่ของ Boltzmann และ T is อุณหภูมิหน่วยเป็นเคลวิน [7].

จากสมการที่ (1) และ (2) เราจะเห็นว่าส่วนประกอบของสมการมีส่วนของอุณหภูมิเข้ามาเกี่ยวข้อง ทั้งสองสมการ ดังนั้นถ้าหากเรามีการทำให้อุณหภูมิเปลี่ยนแปลงก็จะส่งผลต่อกำลังไฟฟ้าที่แผงโซลาร์เซลล์จะผลิตได้ต่อไป

3. ระบบโซลาร์เซลล์บนหลังคาเชื่อมต่อสายส่งใช้ฟิล์มน้ำลดอุณหภูมิแผง

ในบ้านพักอาศัยทั่วไปของคนไทยมักมีระบบรางน้ำเพื่อเก็บกักน้ำฝน ซึ่งบนหลังคาบ้านเหล่านี้หากมีการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์ชนิดเชื่อมต่อสายส่งอาจจะเพื่อขายพลังงานไฟฟ้าหรือเพื่อลดค่าพลังงานไฟฟ้าของบ้านก็ตาม เราสามารถใส่ระบบรางน้ำเหล่านั้นเพื่อเป็นการหมุนเวียนน้ำที่ใช้เป็นฟิล์มน้ำที่ใช้ลดอุณหภูมิของแผงโซลาร์เซลล์ได้ โดยระบบปั้มน้ำเพื่อลดอุณหภูมิแผงนี้เราจะใช้แผงโซลาร์เซลล์แยกอิสระ จากคุณสมบัติของแผงโซลาร์เซลล์ที่จะไม่สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าได้อย่างอนันต์ถึงแม้จะเกิดการลัดวงจรก็ตาม เราจึงสามารถต่อแผงโซลาร์เซลล์ตรงเข้ามอเตอร์ปั้มน้ำกระแสตรงได้ทันที ระบบปั้มน้ำนี้จะทำงานเมื่อแสงแดดเพียงพอ ซึ่งก็น่าจะเป็นช่วงที่แผงโซลาร์เซลล์ของระบบผลิตไฟฟ้าชนิดเชื่อมต่อสายส่งนั้นต้องการการลดอุณหภูมิพอดี กรอบแนวคิดนี้แสดงเป็นภาพรวมของระบบผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์ชนิดเชื่อมต่อสายส่งเพื่อลดค่าพลังงานในบ้านได้ดังรูปที่ 1 และในรูปที่ 2 เป็นปฏิบัติการจริงตามกรอบแนวคิดนี้



รูปที่ 1 แนวคิดการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์บนหลังคา

ในรูปที่ 2 เป็นปฏิบัติการจริงตามแนวคิดที่นำเสนอไป ส่วนที่ 1 คือแผงโซลาร์เซลล์ขนาด 280 วัตต์ จำนวน 6 แผง ส่วนที่ 2 เป็นอินเวอร์เตอร์เชื่อมต่อสายส่ง (Grid-connected Inverter) ขนาด 1500 วัตต์ ส่วนที่ 3 เป็นหัวสเปรย์น้ำเพื่อใช้เป็นลักษณะฟิล์มน้ำบนแผงโซลาร์เซลล์ และส่วนที่ 4 เป็นชุดปั้มน้ำกระแสตรงด้วยโซลาร์เซลล์แยกอิสระ ซึ่งจะทำงานที่เวลาประมาณ 10.00 น (เมื่อแสงเพียงพอ)



รูปที่ 2 ชุดปฏิบัติการทดลอง

สำหรับส่วนที่ 3 เป็นส่วนที่จ่ายน้ำให้เป็นฟิล์มน้ำบนแผงจะใช้หัวฉีดสำหรับการทำระบบน้ำหยดในการเกษตร เพื่อให้ น้ำที่ฉีดออกมาตลอดแนวท่อจ่ายน้ำมีความสม่ำเสมอมากขึ้น ลักษณะการติดตั้งดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 การติดตั้งหัวฉีดสเปรย์น้ำบนแผงโซลาร์เซลล์

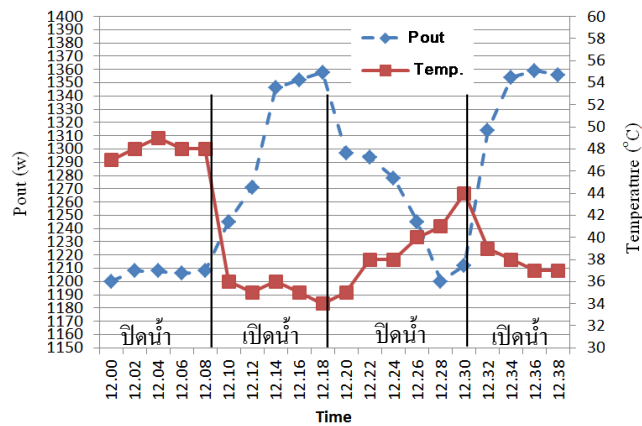
4. ผลการทดลอง

การทดลองนี้เราจะบันทึกค่ากำลังไฟฟ้าที่อินเวอร์เตอร์ป้อนเข้าระบบไฟฟ้าในขณะที่มีการเปิด-ปิดน้ำลงบนหน้าแผงโซลาร์เซลล์ ในขณะที่เดียวกันอุณหภูมิด้านหน้าและหลังแผงโซลาร์เซลล์ก็จะบันทึกเช่นกัน ซึ่งทำให้เราทราบความสัมพันธ์ระหว่างกำลังไฟฟ้า และอุณหภูมิของแผงได้ ในช่วงการทดลองนี้ดำเนินการในช่วงไม่มีเมฆ ดังนั้นกำลังแสงอาทิตย์ค่อนข้างคงที่ ผลการทดลองของวันหนึ่งในช่วงเดือนเมษายนเป็นดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการทดลอง

ช่วง	เวลา	P_{out} (W)	อุณหภูมิหน้า แผง (°C)	อุณหภูมิ หลังแผง (°C)
ปิดน้ำ	12.00	1200	47	48
	12.02	1208	48	49
	12.04	1208	49	50
	12.06	1206	48	49
	12.08	1208	48	49
เปิดน้ำ	12.10	1245	36	37
	12.12	1271	35	36
	12.14	1346	36	38
	12.16	1352	35	37
	12.18	1358	34	37
ปิดน้ำ	12.20	1297	35	38
	12.22	1294	38	40
	12.24	1278	38	40
	12.26	1245	40	42
	12.28	1200	41	45
เปิดน้ำ	12.30	1212	44	46
	12.32	1314	39	40
	12.34	1354	38	40
	12.36	1359	37	40
	12.38	1356	37	40

ในตารางที่ 1 จะเห็นว่าเมื่อถูกเปิดเข้าที่หน้าแผงโซลาร์เซลล์ อุณหภูมิของแผงจะลดลงโดยเฉลี่ย 12.2 องศาเซลเซียส หรือ 16.4% ในขณะที่กำลังผลิตไฟฟ้าจะสูงขึ้นโดยเฉลี่ย 82.3 วัตต์ หรือ 6.67% อย่างไรก็ตาม ในทางปฏิบัติเราไม่ได้ดำเนินการเปิดปิดน้ำเป็นช่วงๆ ลักษณะนี้ การที่เราดำเนินการลักษณะนี้เพื่อต้องการแสดงให้เห็นความแตกต่างขณะมีและไม่มีกรลดอุณหภูมิด้วยน้ำ เพื่อให้ตารางที่ 1 มีความชัดเจนและเห็นความเปลี่ยนแปลงได้ชัดเจนมากขึ้น เราจึงเขียนเป็นกราฟได้ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 กราฟผลการทดลอง

5. บทสรุป

การใช้ฟิล์มน้ำบนหน้าแผงโซลาร์เซลล์สามารถทำให้ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยโซลาร์เซลล์เชื่อมต่อสายส่งสามารถผลิตไฟฟ้าให้สูงขึ้นได้ ทั้งนี้เนื่องจากอุณหภูมิของแผงโซลาร์เซลล์ลดลงนั่นเอง ในทางปฏิบัติสิ่งที่ต้องพิจารณาเพิ่มอีกประการคือน้ำที่หมุนเวียนจะมีอุณหภูมิสูงขึ้นเรื่อยๆ ดังนั้นควรใช้ถังเก็บน้ำที่มีขนาดใหญ่มากขึ้นตามระบบที่ต้องการลดอุณหภูมิด้วย ระบบสร้างฟิล์มน้ำไม่ได้ใช้พลังงานจากไฟฟ้าภายในบ้านหรือพลังงานไฟฟ้าจากระบบผลิตไฟฟ้าที่เชื่อมเข้าระบบไฟฟ้า แต่ใช้แผงโซลาร์เซลล์แยกอิสระ ซึ่งระบบปั๊มน้ำแยกอิสระนี้เราสามารถประยุกต์ใช้ในงานอื่นได้อีกมาก ยกตัวอย่างเช่นระบบสูบน้ำในด้านการเกษตร อย่างไรก็ตามการเพิ่มระบบผลิตปั๊มน้ำนี้ก็มิได้มีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นด้วย และขนาดปั๊มน้ำที่เหมาะสมก็เป็นสิ่งที่ควรพิจารณาด้วยเช่นกัน

เอกสารอ้างอิง

- [1] K.A. Moharram, M.S. Abd-Elhady, H.A. Kandil, H. El-Sherif, Enhancing the performance of photovoltaic panels by water cooling. *Ain Shams Engineering Journal*, Volume 4, Issue 4, December 2013, 869–877
- [2] Sayran A. Abdulgafar, Omar S. Omar, Kamil M. Yousif, Improving The Efficiency of Polycrystalline Solar Panel Via Water Immersion Method. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, Vol. 3, Issue 1, January 2014, 8127- 8132
- [3] Salih Mohammed Salih, Osama Ibrahim Abd, Kaleid Waleed Abid, Performance enhancement of PV array based on water spraying technique. *International Journal of Sustainable and Green Energy*, 2015; 4(3-14): 8-13

- [4] L. Dorobanțu and M. O. Popescu, Increasing the Efficiency of Photovoltaic Panels Through Cooling Water Film. *U.P.B. Sci. Bull.*, Series C, Vol. 75, Issue 4, 2013, 223-232.
- [5] D. Baskar, Efficiency Improvement on Photovoltaic Water Pump System by Automatic Water Spraying over Photovoltaic Cells. *Middle-East Journal of Scientific Research* 19 (8): 2014, 1127-1131
- [6] Eduardo Lorenzo, Energy Collected and Delivered by PV Modules,” *Handbook of photovoltaic science and engineering*, Chapter 20, John Wiley & Sons, 2003
- [7] Jeffery L. Gray, The Physics of the Solar Cell. *Handbook of photovoltaic science and engineering*, Chapter 3, John Wiley & Sons, 2003.

บทความนี้คัดลอกและปรับปรุงจาก EECON 38 และตีพิมพ์ออนไลน์ใน JPPE เมื่อ 12 ก.ย. 2559