

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีนวัตกรรมพลังงานแสงอาทิตย์เชื่อมต่อกับระบบจำหน่ายไฟฟ้า Application of Photovoltaic Energy Innovation Technology Synergy to the Power Distribution System

นัฐโชติ รักไทยเจริญชีพ* ปพน งามประเสริฐ นริศ ชัชรานนท์ และ ทง ลานธารทอง
Nattachote Rugthaicharoencheep*, Papon Ngamprasert, Naris Chattranont
and Thong Lanthathong

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
1381 ถนนประชากรราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร 10800
*nattachote.r@mutp.ac.th

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้นำเสนอการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีนวัตกรรมพลังงานแสงอาทิตย์เชื่อมต่อกับระบบจำหน่ายไฟฟ้า ซึ่งการส่งกำลังไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดเล็กแบบกระจายตัวเชื่อมต่อกับระบบจำหน่ายไฟฟ้า ด้วยโปรแกรมแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ PVSyst และมาตรฐาน IEC 61724 โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อศึกษาร้อยละอัตราส่วนประสิทธิภาพจากการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีนวัตกรรมพลังงานแสงอาทิตย์เชื่อมต่อกับระบบจำหน่ายไฟฟ้า ผลจากการศึกษาพบว่า การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีนวัตกรรมพลังงานแสงอาทิตย์เชื่อมต่อกับระบบจำหน่ายไฟฟ้า สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้สูงสุดและมีความต่อเนื่อง รวมทั้งเพิ่มประสิทธิภาพพลังงานไฟฟ้ากับระบบจำหน่ายไฟฟ้า

คำสำคัญ: โฟโตโวลตาอิก, ความเข้มแสง, ร้อยละอัตราส่วนประสิทธิภาพ, กำลังการผลิตกระแสไฟฟ้า

Abstract

This research paper presents the application of innovative photovoltaic energy technology connected to the power distribution system. The distributed small scale solar power transmission was connected to the power distribution system with mathematical modeling program of PVSyst and IEC 61724 standard. The main objective was to study the percentage of performance ratio from the applying innovative solar energy technology connected to the power distribution system. The results showed that the application of innovative solar energy technology connected to the power distribution system can produce maximum electricity and continuity as well as increase the efficiency of electric power with the power distribution system.

Keywords: Photovoltaic, Irradiance, % Performance Ratio, Power Generation Capacity

1. บทนำ

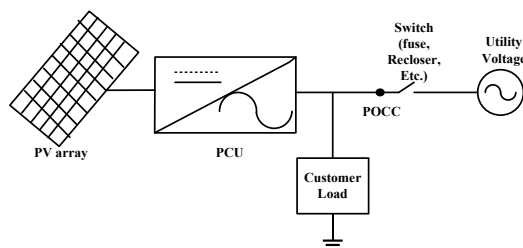
ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ประกอบด้วย แผงเซลล์แสงอาทิตย์มีหน้าที่การผลิตไฟฟ้ากระแสตรง (Direct Current หรือ DC) เมื่อได้รับความเข้มของแสงอาทิตย์จะเริ่มจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าไปยังอุปกรณ์แปลงผันไฟฟ้าก่อนเชื่อมต่อเข้ากับระบบจำหน่าย (Grid Connected Inverter) เพื่อเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้ากระแสตรง เป็นไฟฟ้ากระแสสลับ (Alternative Current หรือ AC) และเชื่อมต่อเข้ากับระบบ

ของการไฟฟ้า เพื่อผลิตไฟฟ้าใช้เอง ลดค่าไฟ ประหยัดค่าไฟ หรือใช้ไฟฟ้า

ในอดีตจนถึงปัจจุบันระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ได้นำมาใช้กับระบบกระจายตัวขนาดเล็ก โดยมีการออกแบบมาเป็นทฤษฎีของโครงการสาธิต โรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ขนาด 1 เมกะวัตต์ที่สถานีย่อยในประเทศสหรัฐอเมริกา ได้แก่ สถานี Lugo ใน Hesperia, California จากนั้นได้รับการออกแบบและดำเนินการเป็นโรงไฟฟ้ากลาง เพื่อเพิ่ม

ประสิทธิภาพของระบบ ซึ่งได้รับการตรวจสอบครั้งแรกตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2525 [1-2]

การเชื่อมต่อกับระบบไฟฟ้าโซลาร์เซลล์กับโครงข่ายดังแสดงในรูปที่ 1 การปฏิบัติการโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดเล็กแบบกระจายตัวอาจเป็นอันตรายต่อบุคคลและอุปกรณ์ จำเป็นต้องได้รับการป้องกัน ตามแผนการป้องกันที่มีอยู่ ซึ่งได้รับผลกระทบจากภายนอกหรือภายในที่ทำให้การผลิตพลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ล้มเหลวหรือหยุดชั่วขณะ



รูปที่ 1 การเชื่อมต่อ PV กับโหลด

เมื่อมีระบบไฟฟ้าโซลาร์เซลล์มากกว่าหนึ่งโมดูล ระบบการควบคุมคุณภาพไฟฟ้า PV จะมีความซับซ้อนของระบบเพิ่มขึ้น ปัญหาเหล่านี้สามารถแก้ไขได้โดยใช้ระบบการส่งการระยะไกล สำหรับการป้องกันแบบโหมดอิสระ (Islanding) รวมถึงการพิจารณาประสิทธิภาพในการป้องกันสูงสุด แสดงให้เห็นถึงความเป็นไปได้ของการป้องกันแบบโหมด อิสระบน Power Line Carrier Communications (PLCC) [3]

ดังนั้นบทความวิจัยนี้นำเสนอการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีนวัตกรรมพลังงานแสงอาทิตย์เชื่อมต่อกับระบบจำหน่ายไฟฟ้า ซึ่งการส่งกำลังไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดเล็กแบบกระจายตัว [4] ด้วยโปรแกรมแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ PVSyst และ IEC 61724 [5] โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อศึกษาร้อยละอัตราส่วนประสิทธิภาพของการจ่ายกำลังไฟฟ้าจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดเล็กแบบกระจายตัวเชื่อมต่อกับระบบจำหน่ายไฟฟ้า

2. วัตถุประสงค์

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อจำลองพฤติกรรมของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Photovoltaic: PV) เพื่อรวมเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต้นแบบเหล่านี้เข้ากับระบบสาธารณูปโภคทั่วไปและเพื่อกำหนดพฤติกรรมของระบบที่เกิดขึ้น [6] ผลจากการศึกษาเหล่านี้แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่าการใช้เซลล์แสงอาทิตย์สามารถรวมเข้ากับระบบสาธารณูปโภคใน

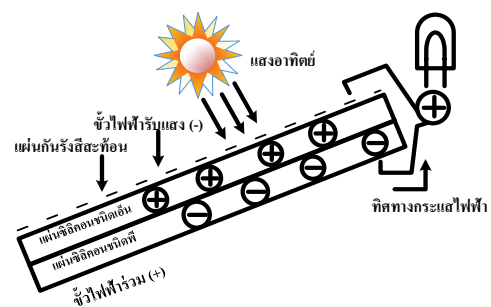
ปริมาณมากโดยไม่ต้องสร้างปัญหาที่ผิดปกติในการทำงานและการควบคุมระบบมีการศึกษามาตรการควบคุมเพื่อลดผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงโหลดขนาดใหญ่

3. ขอบเขตการวิจัย

บทความนี้เสนอการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีนวัตกรรมระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ขนาด 5.95 เมกกะวัตต์ เชื่อมต่อกับระบบจำหน่ายไฟฟ้าระดับแรงดัน 22 kV ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) อำเภอท่าสองยาง จังหวัดตาก เพื่อศึกษาร้อยละอัตราส่วนประสิทธิภาพการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีนวัตกรรมระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดเล็กแบบกระจายตัวเชื่อมต่อกับระบบจำหน่ายไฟฟ้า ด้วยโปรแกรมแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ PVSyst และมาตรฐาน IEC 61724

4. ระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์

ในปี ค.ศ. 1954 แดริลชาแป็ง (Daryl Chapin) แคลวิน ฟูลเลอร์ (Calvin Fuller) และเจอร์ราร์ด เพียร์สัน (Gerald Pearson) นักวิทยาศาสตร์ จากห้องปฏิบัติการเบลล์ สหราชอาณาจักรประสบความสำเร็จในการนำปรากฏการณ์โฟโตโวลตาอิกมาประยุกต์ใช้ประดิษฐ์เซลล์โฟโตโวลตาอิกด้วยสารซิลิคอน (Si) เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า สารกึ่งตัวนำ คือ P และ N สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้ โดยอาศัยปรากฏการณ์โฟโตโวลตาอิก ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 การทำงานของเซลล์แสงอาทิตย์ที่ประกอบขึ้นจากสารกึ่งตัวนำ P และ N

พลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานหมุนเวียน (Renewable Energy) สามารถนำมาใช้ได้อย่างไม่สิ้นสุด และมีลักษณะกระจายไปถึงผู้ใช้โดยตรง อีกทั้งยังเป็นแหล่งพลังงานที่สะอาดปราศจากมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม ตามปกติมนุษย์ใช้พลังงานแสงอาทิตย์จากธรรมชาติในกิจวัตรประจำวัน เมื่อสังคมมนุษย์มีการพัฒนาไปสู่ยุคเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ความต้องการพลังงานมีเพิ่มขึ้นจึงมีการใช้พลังงานจากแหล่ง

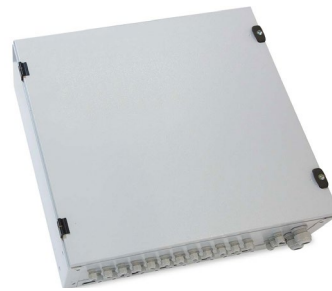
อื่น ๆ เพิ่มขึ้นด้วยที่สำคัญ ได้แก่ พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิล (Fossil) ในรูปของน้ำมัน ถ่านหิน และก๊าซธรรมชาติ การใช้พลังงานเหล่านี้ก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมอีกทั้งยังเป็นแหล่งพลังงานที่มีปริมาณจำกัดซึ่งถ้าใช้อย่างต่อเนื่องก็จะหมดไปในอนาคต นับตั้งแต่เกิดวิกฤตการณ์พลังงานตั้งแต่ปี ค.ศ. 1973 เป็นต้นมา [7-8] นักวิทยาศาสตร์จึงได้ทำการในการวิจัยและพัฒนาเพื่อนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ทดแทนพลังงาน

จากเชื้อเพลิงฟอสซิล จนถึงปัจจุบันเทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์บางอย่างได้รับการพัฒนาจนถึงขั้นนำมาใช้งานได้จริง เช่น ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยโซลาร์เซลล์ การทำน้ำอุ่นด้วยพลังงานแสงอาทิตย์และการอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีเทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์อีกหลายชนิดที่อยู่ระหว่างการดำเนินการวิจัยและพัฒนาโดยคาดว่าจะสามารถนำมาใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพในอนาคต อย่างไรก็ตามการนำอุปกรณ์พลังงานแสงอาทิตย์เหล่านี้มาใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ [9] จึงจำเป็นต้องทราบศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ของบริเวณที่จะใช้งานด้วย

โดยทั่วไปศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ของพื้นที่หนึ่งจะสูงหรือต่ำ ขึ้นกับปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบพื้นที่นั้นโดยบริเวณที่ได้รับรังสีดวงอาทิตย์มากก็จะมีศักยภาพในการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้งานสูงสำหรับการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ที่ต้องใช้อุปกรณ์รวมแสง ซึ่งจำเป็นต้องทราบสัดส่วนของรังสีรวมต่อรังสีกระจายด้วย

5. วิธีดำเนินการวิจัย

ในระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ PV Cell (อุปกรณ์พื้นฐานที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้า) รวมถึง PV Array ดังแสดงในรูปที่ 3 (ชุดประกอบของ PV Module, PV String หรือ PV Sub-Array ที่เชื่อมต่อกันทางไฟฟ้า และส่วนประกอบอื่น ๆ จนถึงขั้วต่อสายด้านเข้าไฟฟ้ากระแสตรงของอินเวอร์เตอร์ หรืออุปกรณ์แปลงผันกำลังไฟฟ้า หรือโหลดไฟฟ้ากระแสตรง) มีพฤติกรรมเสมือนเป็นแหล่งกำเนิดกระแสภายใต้ค่าอิมพีแดนซ์ต่ำ กระแสผิดพลาดจึงอาจมีค่ามากกว่าค่ากระแสโหลดสูงสุดปกติไม่มากนัก แม้จะเกิดการลัดวงจรไฟฟ้า



รูปที่ 3 รูปแบบทั่วไปของ PV Array

การออกแบบ PV Array ควรเพิ่มความความระมัดระวังในเรื่องต่อไปนี้

ก. ในการติดตั้งต้องป้องกันการเกิดความผิดพลาดระหว่างสาย (Phase-to-Phase Fault) ความผิดพลาดลงดิน (Earth Fault) และสายหลุดหลวมโดยไม่ได้ตั้งใจใน PV Array ให้น้อยที่สุด

ข. การตรวจจับและการเตือนความผิดพลาดลงดินและการหยุดจ่ายไฟ ต้องเป็นส่วนหนึ่งของฟังก์ชันระบบป้องกันเพื่อลดความเสี่ยงในการเกิดอัคคีภัย

การติดตั้งต้องไม่ก่อให้เกิดความร้อนเกินพิกัดอุณหภูมิการทำงานสูงสุดขององค์ประกอบใด ๆ ของระบบพลังงานแสงอาทิตย์ ค่าพิกัดของ PV Module จากผู้ผลิต คือ ค่าที่ได้จากการทดสอบตามสภาวะทดสอบมาตรฐาน [10]

ในการติดตั้งโดยทั่วไปจะทำให้ PV Module มีอุณหภูมิสูงขึ้น โดยคาดการณ์ว่า PV Module จะทำงานที่อุณหภูมิสูงขึ้นมากกว่าอุณหภูมิแวดล้อมประมาณ 25°C ในสภาวะที่มีการระบายอากาศที่ดีภายใต้ความเข้มแสงที่ 1,000 W/m² (Full Sun) หากระดับความเข้มแสงมากกว่า 1,000 W/m² และมีการระบายอากาศที่ไม่ดี อุณหภูมิของ PV Module จะเพิ่มขึ้นเกินกว่านี้มาก (มีความเป็นไปได้ที่อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นอาจเพิ่มขึ้นอีก 40-50°C จากอุณหภูมิแวดล้อม)

5.1 ร้อยละอัตราส่วนประสิทธิภาพ

ระบบไฟฟ้ากำลังของโรงไฟฟ้า ประกอบด้วยระบบไฟฟ้าหลัก ดังแสดงในรูปที่ 4 ร้อยละของพลังงาน PV แบบ on-grid และ off-grid ในประเทศที่รายงาน IEA ดังแสดงในรูปที่ 5 ร้อยละอัตราส่วนประสิทธิภาพดังสมการที่ (1) และ (2)

$$PR = \frac{E_{Grid}}{(GlobInc \times P_{nomPV})} \quad (1)$$

โดยที่ E_{Grid} คือ ระบบที่เชื่อมต่อกับกริด
ปกติพลังงานที่มีอยู่ใน
ระบบสแตนด์อะโลนนั้น
เป็นพลังงานแสงอาทิตย์
ที่ส่งมอบอย่างมี
ประสิทธิภาพให้กับผู้ใช้

P_{nomPV} คือ กำลังไฟฟ้าที่ติดตั้งของ
STC (ค่าบนแผ่นป้ายของ
ผู้ผลิต) ความเท่าเทียมกัน
นี้อธิบายได้จากข้อเท็จจริง
ที่ว่า STC (1000 วัตต์ต่อ
ตารางเมตรที่อุณหภูมิ 25
องศาเซลเซียส) แต่ละ
กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อตาราง
เมตรของการฉายรังสี
เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจะผลิต
ไฟฟ้า 1 กิโลวัตต์ชั่วโมง

$$PR_{(corr)} = \left(\frac{E_{Grid}}{P_{nomPV} \times \sum hours \left(\frac{GlobInc}{G_{Ref} \times (1 - mu_{Pmpp} \times (Tarray - Tarray_{Aver}))} \right)} \right) \quad (2)$$

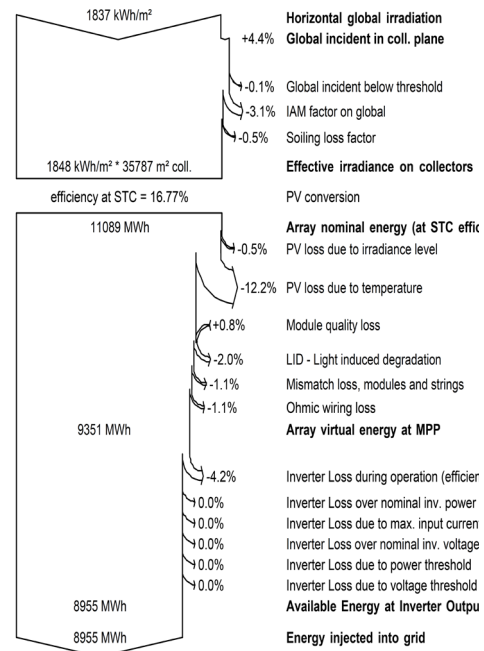
โดยที่ $GlobInc$ คือ รังสีเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น
ในค่ารายชั่วโมง

G_{Ref} คือ 1000 วัตต์ต่อตาราง
เมตร

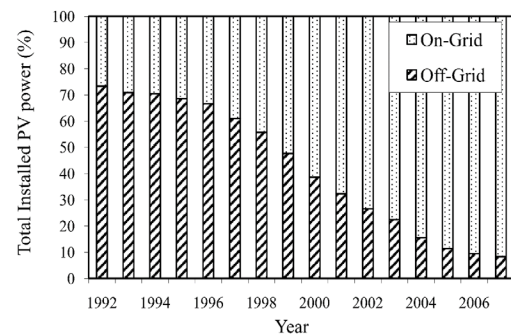
mu_{Pmpp} คือ P_{mpp} ค่าสัมประสิทธิ์
อุณหภูมิของโมดูล
เซลล์แสงอาทิตย์

$Tarray$ คือ อุณหภูมิ (เซลล์) ของ
ชั่วโมงนี้

$Tarray_{Aver}$ คือ อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดทั้ง
ปี



รูปที่ 4 การสูญเสียที่เกิดขึ้นในระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์
แสงอาทิตย์



รูปที่ 5 ร้อยละของพลังงาน PV แบบ on-grid และ
off-grid ในประเทศที่รายงาน IEA หัวข้อ

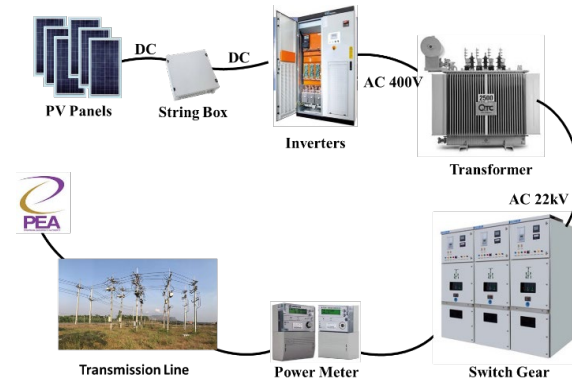
6. ผลการวิจัย

6.1 กำลังการผลิตกระแสไฟฟ้า

การผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ถือเป็นระบบ
การผลิตไฟฟ้าที่ได้รับความนิยมอย่างยิ่ง ด้วยความที่การ
ผลิตไฟฟ้าในยุคนี้จำเป็นต้องอาศัยหลักการหลายอย่าง แต่
ด้วยความที่ขั้นตอนการผลิตต่าง ๆ หากยิ่งนานวันเข้าสิ่งที่ใช้
ก็ย่อมหมดไป ดังนั้นการใช้พลังงานแสงอาทิตย์จึงเป็น
ทางเลือกที่ดีที่จะช่วยให้การผลิตกระแสไฟฟ้าเป็นสิ่งที่ทำได้
ต่อเนื่อง เพราะพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานที่ไม่มีวัน
หมดไปจากโลกนี้อย่างแน่นอน

เซลล์แสงอาทิตย์หรือที่เราเรียกว่า โซลาร์เซลล์เป็น สิ่งประดิษฐ์แบบอิเล็กทรอนิกส์ที่ทำการเปลี่ยนพลังงาน แสงอาทิตย์ให้กลายเป็นพลังงานไฟฟ้าได้โดยตรง สำหรับ เซลล์แสงอาทิตย์ทำมาจากสารกึ่งตัวนำมีการดูดกลืน พลังงานแสงอาทิตย์แล้วมีการเปลี่ยนให้กลายเป็นพลังงาน ไฟฟ้าซึ่งไฟฟ้าที่ได้นี้จะป้อนเป็นไฟฟ้าในระบบกระแสตรง เซลล์ แสงอาทิตย์ถือเป็นอุปกรณ์ผลิตพลังงานไฟฟ้าที่ไม่ จำเป็นต้องเลือกใช้เชื้อเพลิงอื่น ๆ นอกจากแสงอาทิตย์ถือว่า

พลังงานเหล่านี้เป็นพลังงานที่สะอาดไม่มีของเสียที่จะ ก่อให้เกิดมลพิษในระหว่างการใช้งาน ถือเป็นอุปกรณ์ที่ ติดตั้งอยู่กับที่ ไม่มีการเคลื่อนที่ขณะที่กำลังทำงาน ทำให้ไม่ ต้องเป็นกังวลเรื่องปัญหาการสึกหรอหรือต้องมีการ บำรุงรักษาอยู่บ่อย ๆ เหมือนกับอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต ไฟฟ้าประเภทอื่น ๆ [11] ซึ่งระบบไฟฟ้าจากเซลล์ แสงอาทิตย์แสดงดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 ระบบการผลิตกระแสไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์

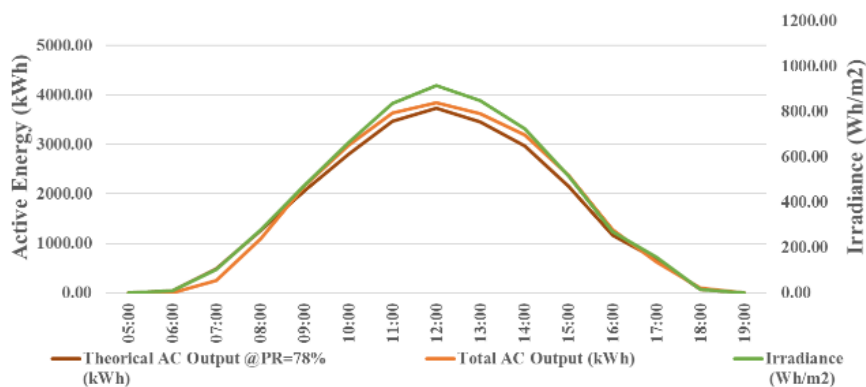
โดยมีหลักการทำงานของตัวระบบดังนี้

1. พอลแสงอาทิตย์ตกกระทบกับแผงโซลาร์เซลล์ แผง โซลาร์เซลล์ทั้งหมดจะทำการผลิตกระแสไฟฟ้าโดยตรงผ่าน ระบบควบคุมเข้าสู่อินเวอร์เตอร์
2. อินเวอร์เตอร์นี้จะทำการเปลี่ยนไฟฟ้ากระแสตรงให้ กลายเป็นไฟฟ้ากระแสสลับเพื่อจ่ายเข้าสู่ระบบไฟฟ้า
3. หากช่วงเวลาที่ความเข้มข้นของแสงอาทิตย์มีไม่มาก พอหรือการใช้อุปกรณ์ที่มีกำลังการใช้ไฟฟ้าสูงมากกว่ากำลัง ที่ผลิตขึ้นมาได้จากโซลาร์เซลล์ ระบบจะมีการนำกำลังไฟฟ้า

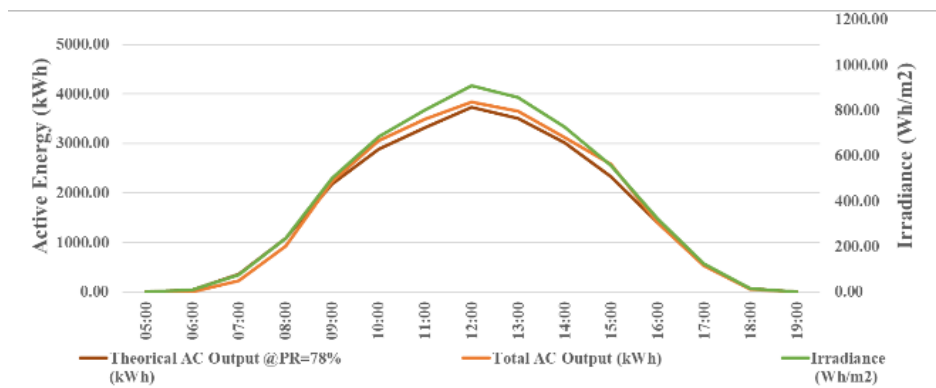
ส่วนที่ขาดจากระบบจำหน่ายไฟฟ้าแบบปกติของการไฟฟ้า ออกมาใช้ เพื่อให้อุปกรณ์ไฟฟ้าสามารถใช้งานได้ตามปกติ

6.2 กรณีศึกษา

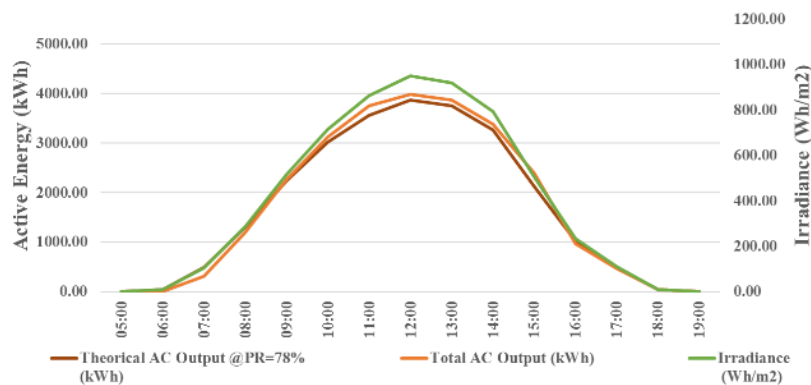
กรณีศึกษาการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีนวัตกรรม พลังงานแสงอาทิตย์เชื่อมต่อกับระบบจำหน่ายไฟฟ้า เพื่อ เพิ่มประสิทธิภาพการประยุกต์ใช้ระบบไฟฟ้าพลังงาน แสงอาทิตย์ขนาดเล็กแบบกระจายตัวในช่วงวันที่ 27, 29 และ 31 มีนาคม 2564 ดังแสดงในรูปที่ 7-รูปที่ 9



รูปที่ 7 กำลังการผลิตไฟฟ้าตลอดทั้งวันของโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ ในช่วงวันที่ 27 มีนาคม 2564



รูปที่ 8 กำลังการผลิตไฟฟ้าตลอดทั้งวันของโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ ในช่วงวันที่ 29 มีนาคม 2564



รูปที่ 9 กำลังการผลิตไฟฟ้าตลอดทั้งวันของโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ ในช่วงวันที่ 31 มีนาคม 2564

จากรูปที่ 7- 9 เป็นกำลังการผลิตไฟฟ้าตลอดทั้งวันของโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ขนาด 5.95 เมกกะวัตต์ ในช่วงวันที่ 27, 29 และ 31 มีนาคม 2564 ตามลำดับ โดยในวันที่ 27 มีนาคม 2564 สามารถผลิตไฟฟ้าตลอดทั้งวันได้ 25,174 kWh มีค่าความเข้มแสงที่ 5,804.51 Wh/m² ค่าร้อยละอัตราส่วนประสิทธิภาพที่ 80.64% ในวันที่ 29 มีนาคม 2564 สามารถผลิตไฟฟ้าตลอดทั้งวันได้ 25,120 kWh มีค่าความเข้มแสงที่ 5,813.81 Wh/m² ค่าร้อยละอัตราส่วนประสิทธิภาพที่ 80.07% และในวันที่ 31 มีนาคม 2564 สามารถผลิตไฟฟ้าตลอดทั้งวันได้ 25,764 kWh มีค่าความเข้มแสงที่ 6,015.58 Wh/m² ค่าร้อยละอัตราส่วนประสิทธิภาพที่ 79.70% ตามลำดับ

7. สรุปและอภิปรายผล

บทความนี้นำเสนอการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีนวัตกรรมพลังงานแสงอาทิตย์เชื่อมต่อกับระบบจำหน่ายไฟฟ้า ด้วยโปรแกรมแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ PVSyst และ IEC 61724 มาช่วยในการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนพื้นดินและเชื่อมต่อกับระบบ

จำหน่ายขนาดกำลัง 5.95 kWp. [12] ในพื้นที่อำเภอท่าสองยาง จังหวัดตาก มีความเหมาะสมและให้ประสิทธิภาพสูง ระบบสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าสูงสุด เท่ากับ 11,089 MWh/year และมีอัตราส่วนสมรรถนะเฉลี่ยรายปี 77.84% ควรเลือกใช้เซลล์แสงอาทิตย์ชนิด Poly-crystalline Si และรองรับกำลังการผลิตไฟฟ้าด้วยกริดอินเวอร์เตอร์ขนาด 330 kW จำนวน 15 เครื่อง ที่เหมาะสม และการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ควรหันหน้าไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ (SE) จึงจะได้รับความเข้มรังสีแสงอาทิตย์สูงสุดและได้ปริมาณพลังงานรวมรายปีมากที่สุดประมาณ 1,837 kWh/m² รวมทั้งการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่มุมเอียง 15 องศา จะให้พลังงานไฟฟ้าและปริมาณพลังงานรวมรายปีมากที่สุด

8. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่สนับสนุนในการทำวิจัยนี้ให้สำเร็จตามเป้าหมายอย่างสมบูรณ์

9. เอกสารอ้างอิง

- [1] S. Chalmers, M. Hitt, J. Underhill, P. Anderson, P. Vogt and R. Ingersoll, "The Effect of Photovoltaic Power Generation on Utility Operation," IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, vol. PAS-104, no.3, pp.524–530, 1985.
- [2] N. Patapoff and D. Mattijetz, "Utility Interconnection Experience with an Operating Central Station MW-Sized Photovoltaic Plant," IEEE Transactions on Power Systems and Apparatus, vol. PAS-104, no.8, pp.2020–2024, 1985.
- [3] M.E. Ropp, K. Aaker, J. Haigh and N. Sabbah, "Using Power Line Carrier Communications to Prevent Islanding," In Proceedings of the 28th IEEE Photovoltaic Specialists Conference, pp.1675–1678, 2000.
- [4] J. S. Savier and D. Das, "Impact of network reconfiguration on loss allocation of radial distribution systems," IEEE Trans. on Power Delivery, vol.22, no.4, pp.2473-2480, 2007.
- [5] P. Ngamprasert, P. Wannakarn and N. Rugthaicharoencheep, "Assessing the Power Generation Potential DC from Photovoltaic Power Plants in the Power Distribution System," UTK Research Journal, vol.14, no.2, pp.38-49, 2020.
- [6] P. Ngamprasert, N. Rugthaicharoencheep and S. Woothipatanapan, "Application Improvement of Voltage Profile by Photovoltaic Farm on Distribution System," 2019 International Conference on Power, Energy and Innovations (ICPEI), pp.98-101, Oct. 2019.
- [7] F. Sarkar, and R. Ramya, "Voltage sag and distortion mitigation in a hybrid power system using FACTS device," International Journal of Science and Research, vol.4, no.5, pp.311-317, 2015.
- [8] P. Ngamprasert, S. Woothipatanapan, P. Wannakarn and N. Rugthaicharoencheep, "Improvement for Voltage Sag with Photovoltaic Performance on Distribution System," IEET-International Electrical Engineering Transactions, vol.6, no.10, pp. 28-33, 2020.
- [9] S. Aarif and Er. R. K. Randhawa, "Improvement of power quality using photovoltaic dynamic voltage restorer," International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology, vol.5, no.9, pp.703-708, 2017.
- [10] The Engineering Institute of Thailand Under H.M. The King's Patronage. Thailand Electrical Installation Standard: Solar Rooftop Power Supply Installations. 1st edit. EIT Standard 022013-16. Bangkok, THAILAND: EIT. 2013.
- [11] A. Kiswantono, E. Prasetyo and A. Amirullah, "Comparative Performance of Mitigation Voltage Sag/Swell and Harmonics Using DVR-BES-PV System with MPPT-Fuzzy Mamdani/MPPT-Fuzzy Sugeno," International Journal of Intelligent Engineering and Systems, vol.12, no.2, pp. 222-235, 2019.
- [12] M. Cortés-Carmona, J. Vega and M. Cortés-Olivares, "Power flow algorithm for analysis of distribution networks including distributed generation," IEEE PES Transmission & Distribution Conference and Exhibition - Latin America (T&D-LA), Lima, Perú, pp.1-5, 2018.