

# การออกแบบและติดตั้งระบบการจัดเรียงการเชื่อมต่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อลดผลกระทบของการบังเงาบางส่วน

## Design and Installation of a Reconfiguration System for Solar PV Panels to Reduce the Effect of Partial Shading

สุธิดา นามเมืองรักษ์<sup>1</sup> อารยา ศรีเรืองสุข<sup>1</sup> รชต ลูกไทย<sup>1</sup> สิริภัทร สมจิต<sup>1</sup> และ รองฤทธิ์ นัฏธนากร<sup>1</sup>

<sup>1</sup>สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น Suthida\_na@kkumail.com

Received: 25/12/23, Revised: 7/02/24, Accepted: 14/02/24

### บทคัดย่อ

ในปัจจุบันมีการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์มากขึ้น เพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้าที่สะอาดและลดค่าไฟให้กับผู้ใช้ไฟฟ้า แต่จากข้อจำกัดด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งอาจจะก่อให้เกิดการบังเงาบางส่วนต่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ทำให้ประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าของแผงลดลง เพื่อจัดการกับปัญหานี้ข้างต้น คณะผู้จัดทำโครงการจึงศึกษาการออกแบบและติดตั้งระบบการจัดเรียงการเชื่อมต่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อลดผลกระทบของการบังเงาบางส่วน ซึ่งได้พิจารณารูปแบบการเชื่อมต่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์จำนวน 4 รูปแบบ คือ อนุกรม-ขนาน แบบ A อนุกรม-ขนาน แบบ B Total Cross Tied แบบ A และ Total Cross Tied แบบ B โดยเชื่อมต่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 20 วัตต์ จำนวน 9 แผง อีกทั้งได้จำลองการบังเงาบางส่วนทั้งหมด 8 กรณี เพื่อค้นหารูปแบบการจัดเรียงการเชื่อมต่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ช่วยลดผลกระทบการบังเงาบางส่วนทั้ง 8 กรณี จากผลการทดลองพบว่ารูปแบบการเชื่อมต่อแบบ Total Cross-Tied แบบ B ได้ประสิทธิภาพการผลิตกำลังไฟฟ้าสูงสุด เมื่อเปรียบเทียบกับรูปแบบการเชื่อมต่อทั้ง 4 รูปแบบ จากกรณีการบังเงาบางส่วนทั้ง 8 กรณี

**คำสำคัญ:** ประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้า การบังเงาบางส่วน ระบบการจัดเรียงการเชื่อมต่อ แผงเซลล์แสงอาทิตย์

### Abstract

Currently, there has been an increased installation of solar panels to generate clean electrical energy and reduce electricity costs of consumers. However, due to environmental limitations, there may be instances of partial shading on the solar panels, leading to a decrease in the overall electricity production efficiency of the system. To address this issue, this study is conducted on designing and installing a reconfiguration system for solar PV panels to mitigate the impact of partial shading. There are four types of solar panel array configurations considered in this work consisting of series-parallel type A, series-parallel type B, total cross-tied type A, and total cross-tied type B. Additionally, eight patterns of partial shading are considered to examine

the effectiveness of the reconfiguration system in reducing the impact of partial shading and enhancing power generation efficiency. The results revealed that the total cross-tied configuration presented the highest power generation efficiency when compared to the series-parallel configuration.

**Keywords:** Generation Efficiency, Partial Shading, Reconfiguration System, Solar PV Panel

### 1. คำนำ

ในปัจจุบันผู้ใช้ไฟฟ้ามีแนวโน้มที่จะใช้ไฟฟ้ามากขึ้นเรื่อยๆ โดยเฉพาะในช่วงฤดูร้อน ที่จะมีการใช้เครื่องปรับอากาศต่อเนื่องนานกว่าปกติ ซึ่งเครื่องปรับอากาศถือเป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้ปริมาณไฟฟ้าที่สูงมาก จึงเป็นการเพิ่มภาระค่าใช้จ่ายให้แก่ผู้ใช้ไฟฟ้าเป็นอย่างมาก [1] ดังนั้นจึงจะต้องมีวิธีการหรืออุปกรณ์ที่จะมาช่วยในการลดภาระค่าใช้จ่ายให้แก่ผู้ใช้ไฟฟ้า ซึ่งการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์กำลังเป็นที่นิยมในปัจจุบันเนื่องจากเป็นพลังงานสะอาดที่ไม่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และไม่มีต้นทุนพลังงาน สามารถนำมาใช้งานได้อย่างไม่จำกัด [2] เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Photovoltaic Cell) เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ชนิดหนึ่งที่สามารถเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้า เนื่องจากเซลล์แสงอาทิตย์ทำมาจากสารกึ่งตัวนำ (Semiconductor) ซึ่งจะเกิดการถ่ายเทพลังงานระหว่างกันเมื่อมีพลังงานแสงอาทิตย์ตกกระทบส่งผลให้มีการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนภายในสารกึ่งตัวนำและได้ผลผลิตออกมาเป็นพลังงานไฟฟ้า โดยไฟฟ้าที่ได้คือไฟฟ้ากระแสตรง [3] การผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์สามารถสร้างประโยชน์ให้แก่ผู้ใช้งาน ไม่ว่าจะเป็นการลดภาระค่าไฟ และยังสามารถคืนทุนได้ภายในอนาคต [4] โดยการใช้พลังงานจากธรรมชาติ ไม่ก่อให้เกิดมลพิษแก่สิ่งแวดล้อมและสามารถนำไฟฟ้าที่ได้จากการผลิตนี้จำหน่ายให้กับการใช้ไฟฟ้าได้อีกด้วย แต่อย่างไรก็ตามการใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ในการผลิตไฟฟ้านั้นมีข้อจำกัดด้านสิ่งแวดล้อม เมื่อมีเงาบางส่วนบังแผงจะทำให้กำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้มีค่าลดลง ซึ่งส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพโดยรวมของแผง หรือทำให้ประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าลดลง [5] ดังนั้นคณะผู้จัดทำจึงมีความประสงค์ที่จะทำการศึกษาและ

ออกแบบการติดตั้งสวิตช์ควบคุมอัตโนมัติสำหรับเปลี่ยนรูปแบบการเชื่อมต่อทางไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์เมื่อเกิดการบังเงาบางส่วน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ โดยหลังจากการออกแบบและติดตั้งสวิตช์ควบคุมอัตโนมัติสำหรับการแก้ปัญหาจากการบังเงาบางส่วนแล้ว คณะผู้จัดทำจะนำข้อมูลการผลิตไฟฟ้าที่ได้จากระบบดังกล่าว มาประเมินประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าและเปรียบเทียบกับการผลิตไฟฟ้าก่อนการติดตั้งสวิตช์ควบคุมอัตโนมัติกับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ โดยในงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการออกแบบและติดตั้งระบบการจัดเรียงการเชื่อมต่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อลดผลกระทบของการบังเงาบางส่วนและเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตกำลังไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์

## 2. การออกแบบการทดลอง

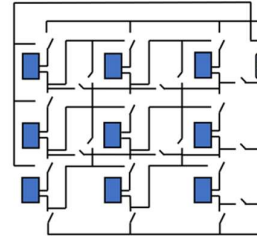
### 2.1 ขั้นตอนการออกแบบและติดตั้งระบบการจัดเรียงแผง

#### เซลล์แสงอาทิตย์จริง

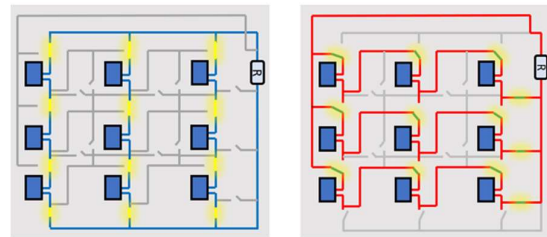
ทางคณะผู้จัดทำได้ออกแบบระบบการจัดเรียงการเชื่อมต่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อลดผลกระทบของการบังเงาบางส่วน 8 กรณี ซึ่งมีรูปแบบการเชื่อมต่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์ 4 รูปแบบดังนี้ อนุกรม-ขนาน แบบ A อนุกรม-ขนาน แบบ B Total Cross Tied แบบ A และ Total Cross Tied แบบ B โดยจะออกแบบตำแหน่งการติดตั้งสวิตช์ควบคุมบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์แผงจริง ขนาด 20 วัตต์ จำนวน 9 แผง ขนาด 3x3 เพื่อวิเคราะห์แนวโน้มการผลิตกำลังไฟฟ้าของระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในสภาพแวดล้อมจริง โดยทำการออกแบบตำแหน่งการติดตั้งสวิตช์ 23 ตัว ในการควบคุมบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์แผงจริง ดังรูปที่ 1 เพื่อควบคุมรูปแบบการจัดเรียงการเชื่อมต่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์ 4 รูปแบบ ซึ่งใช้ Arduino รุ่น Mega 2560 เป็นตัวควบคุมให้สวิตช์ทำงานตามรูปแบบการเชื่อมต่อที่เหมาะสมกับรูปแบบการบังเงาบางส่วน 8 กรณี จากนั้นทำการวัดค่าและบันทึกค่ากำลังไฟฟ้าของระบบผลิตไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์โดยใช้เครื่องวัดวัตต์มิเตอร์ ซึ่งการเกิดการบังเงาบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์แต่ละกรณีนั้น เกิดจากสภาพแวดล้อมจริง บริเวณลานลาดฟ้า ชั้น 4 ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยขอนแก่น ช่วงเวลา 11:00 – 13:00 น. เป็นช่วงเวลาที่ความเข้มรังสีดวงอาทิตย์มีค่าประมาณ 0.773771 กิโลวัตต์/ตารางเมตร



รูปที่ 1 ทดลองการสั่งให้สวิตช์ทำงานตามคำสั่งกับแผงเซลล์แสงอาทิตย์แผงจริง



รูปที่ 2 รูปแบบการเชื่อมต่อของวงจรก่อนทำการสับสวิตช์



(a) ระบบเชื่อมต่ออนุกรม-ขนาน แบบ A (b) ระบบเชื่อมต่ออนุกรม-ขนาน แบบ B

รูปที่ 3 รูปแบบการเชื่อมต่อของวงจรหลังทำการสับสวิตช์

ให้ระบบเชื่อมต่อแบบอนุกรม-ขนาน

โดยลักษณะของสวิตช์ทั้ง 23 ตัวก่อนเริ่มทำการสับสวิตช์ ดังรูปที่ 2 เพื่อจัดเรียงการเชื่อมต่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์ให้ระบบเชื่อมต่อตามรูปแบบ 4 รูปแบบที่เหมาะสมกับลักษณะการบังเงาบางส่วนในแต่ละกรณี ซึ่งรูปแบบการจัดเรียงการเชื่อมต่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์ 4 รูปแบบ โดยนำสวิตช์มาจัดเรียงโครงสร้างการเชื่อมต่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์ 9 แผง จะมีลักษณะการเชื่อมต่อดังนี้ การเชื่อมต่อแบบอนุกรม-ขนาน แบบ A คือ การจัดเรียงแผงที่ 1 4 และ 7 ให้อนุกรมกันเป็นสตริงในแนวหลัก จัดเรียงแผงที่ 2 5 และ 8 ให้อนุกรมกันเป็นสตริงในแนวหลัก และจัดเรียงแผงที่ 3 6 และ 9 ให้อนุกรมกันเป็นสตริงในแนวหลัก จากนั้นนำทั้ง 3 สตริงมาต่อขนานกันในแนวแถว ดังรูปที่ 3(a) นอกจากนี้ การเชื่อมต่อแบบอนุกรม-ขนาน แบบ B คือ การจัดเรียงแผงที่ 1 4 และ 7 ให้อนุกรมกันเป็นสตริงในแนวแถว จัดเรียงแผงที่ 2 5 และ 8 ให้อนุกรมกันเป็นสตริงในแนวแถว และจัดเรียงแผงที่ 3 6 และ 9 ให้อนุกรมกันเป็นสตริงในแนวแถว จากนั้นนำทั้ง 3 สตริงมาต่อขนานกันในแนวหลัก ดังรูปที่ 3(b) และรูปแบบการเชื่อมต่อแบบ Total Cross-Tied แบบ A คือ การ

จัดเรียงแผงที่ 1 4 และ 7 ให้อนุกรมกันเป็นสตริงในแนวหลัก จัดเรียงแผงที่ 2 5 และ 8 ให้อนุกรมกันเป็นสตริงในแนวหลัก และจัดเรียงแผงที่ 3 6 และ 9 ให้อนุกรมกันเป็นสตริงในแนวหลัก จากนั้นนำทั้ง 3 สตริงมาต่อขนานกันในแนวแถว และเพิ่มสวิตช์เพื่อให้แผงเซลล์แสงอาทิตย์แต่ละแผงมีการขนานกัน ดังรูปที่ 4(a) การเชื่อมต่อแบบ Total Cross-Tied แบบ B คือ การจัดเรียงแผงที่ 1 4 และ 7 ให้อนุกรมกันเป็นสตริงในแนวแถว จัดเรียงแผงที่ 2 5 และ 8 ให้อนุกรมกันเป็นสตริงในแนวแถว และจัดเรียงแผงที่ 3 6 และ 9 ให้อนุกรมกันเป็นสตริงในแนวแถว จากนั้นนำทั้ง 3 สตริงมาต่อขนานกันในแนวหลัก และเพิ่มสวิตช์เพื่อให้แผงเซลล์แสงอาทิตย์แต่ละแผงมีการขนานกัน ดังรูปที่ 4(b)



(a) ระบบเชื่อมต่อ TCT แบบ A  
รูปที่ 4 รูปแบบการเชื่อมต่อของวงจรหลังทำการสับสวิตช์ให้ระบบเชื่อมต่อแบบ TCT

โดยมีลักษณะการบังเงาบางส่วน ดังนี้

- กรณีที่ 1 ไม่มีการบังเงาบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์
- กรณีที่ 2 เกิดการบังเงาบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ แผงที่ 1
- กรณีที่ 3 เกิดการบังเงาบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ แผงที่ 1 และ 4
- กรณีที่ 4 เกิดการบังเงาบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ แผงที่ 1 และ 2
- กรณีที่ 5 เกิดการบังเงาบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ แผงที่ 1 2 4 และ 5
- กรณีที่ 6 เกิดการบังเงาบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ แผงที่ 1 2 8 และ 9
- กรณีที่ 7 เกิดการบังเงาบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ แผงที่ 1 2 4 5 7 และ 8
- กรณีที่ 8 เกิดการบังเงาบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ แผงที่ 4 5 6 7 8 และ 9

จากนั้นทำการหาค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของค่ากำลังไฟฟ้าของรูปแบบการเชื่อมต่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทั้ง 8 กรณี โดยหาเปอร์เซ็นต์ค่าความแตกต่างระหว่างรูปแบบการเชื่อมต่อแบบอนุกรม-ขนานแบบ A กับแบบอนุกรม-ขนาน B ดังสมการ (1) รูปแบบการเชื่อมต่อแบบอนุกรม-ขนานแบบ A กับแบบ Total Cross – Tied A ดังสมการ (2) และรูปแบบการเชื่อมต่อแบบอนุกรม-ขนานแบบ A กับแบบ Total Cross-Tied B ดังสมการ (3)

$$\%Diff_{(SP_A, SP_B)} = \frac{SP_B - SP_A}{SP_A} \times 100 \quad (1)$$

$$\%Diff_{(SP_A, TCT_A)} = \frac{TCT_A - SP_A}{SP_A} \times 100 \quad (2)$$

$$\%Diff_{(SP_A, TCT_B)} = \frac{TCT_B - SP_A}{SP_A} \times 100 \quad (3)$$

เมื่อ

$SP_A$  คือ ค่ากำลังไฟฟ้าของรูปแบบการเชื่อมต่ออนุกรม - ขนานแบบ A (watt)

$SP_B$  คือ ค่ากำลังไฟฟ้าของรูปแบบการเชื่อมต่ออนุกรม - ขนานแบบ B (watt)

$TCT_A$  คือ ค่ากำลังไฟฟ้าของรูปแบบการเชื่อมต่อ Total Cross-Tied แบบ A (watt)

$TCT_B$  คือ ค่ากำลังไฟฟ้าของรูปแบบการเชื่อมต่อ Total Cross-Tied แบบ B (watt)

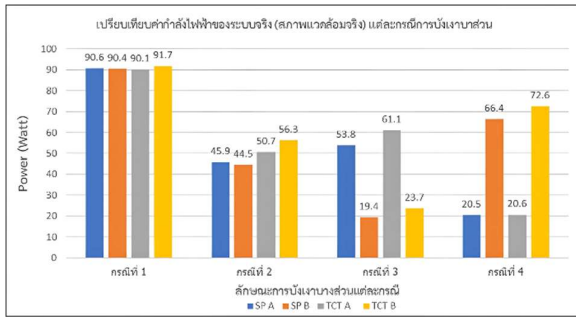
### 3. ผลการทดลอง

จากผลการศึกษาและทดลองการออกแบบและติดตั้งระบบการจัดเรียงแผงเซลล์แสงอาทิตย์จริง ซึ่งได้ผลการวัดค่ากำลังไฟฟ้าของระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ ในกรณีเกิดการบังเงาบางส่วนทั้ง 8 กรณี สำหรับรูปแบบการเชื่อมต่อ 4 รูปแบบ ดังตารางที่ 1

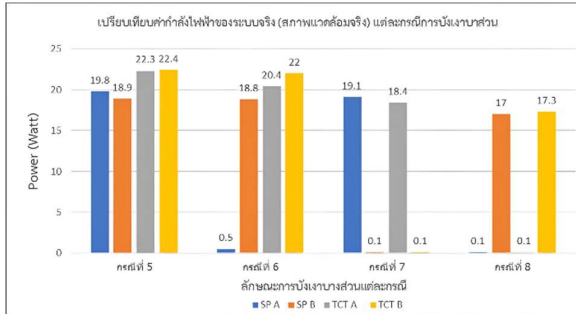
ตารางที่ 1 ผลการวัดค่ากำลังไฟฟ้าของระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ ในสภาพแวดล้อมจริง กรณีการบังเงาบางส่วนทั้ง 8 กรณี สำหรับรูปแบบการเชื่อมต่อ 4 รูปแบบ

กรณีการบังเงา	ค่ากำลังไฟฟ้า (watt)	แบบอนุกรม-ขนาน A	แบบอนุกรม-ขนาน B	Total Cross-Tied A	Total Cross-Tied B
	กรณีที่ 1	90.6	90.4	90.1	91.7
กรณีที่ 2	45.9	44.5	50.7	56.3	
กรณีที่ 3	53.8	19.4	61.1	23.7	
กรณีที่ 4	20.5	66.4	20.6	72.6	
กรณีที่ 5	19.8	18.9	22.3	22.4	
กรณีที่ 6	0.5	18.8	20.4	22.0	
กรณีที่ 7	19.1	0.1	18.4	0.1	
กรณีที่ 8	0.1	17.0	0.1	17.3	

จากรูปที่ 5 แสดงการเปรียบเทียบค่ากำลังไฟฟ้าของระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ในสภาพแวดล้อมจริง เมื่อเกิดการบังเงาบางส่วนในกรณีที่ 1-4 สำหรับรูปแบบการเชื่อมต่อ 4 รูปแบบ สามารถสรุปได้ว่า การเกิดการบังเงาบางส่วนในกรณีที่ 1 สามารถเชื่อมต่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์ได้ทุกรูปแบบ สำหรับการบังเงาบางส่วนในกรณีที่ 2 รูปแบบการเชื่อมต่อที่เหมาะสมคือ Total Cross-Tied แบบ A และ B สำหรับการบังเงาบางส่วนในกรณีที่ 3 รูปแบบการเชื่อมต่อที่เหมาะสมคือ Total Cross-Tied แบบ A และสำหรับการบังเงาบางส่วนในกรณีที่ 4 รูปแบบการเชื่อมต่อที่เหมาะสมคือ Total Cross-Tied แบบ B ซึ่งในแต่ละกรณีจะเลือกรูปแบบการเชื่อมต่อที่เหมาะสมกับลักษณะการบังเงาบางส่วนที่สามารถเพิ่มค่ากำลังไฟฟ้าของระบบผลิตไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์



รูปที่ 5 ผลการเปรียบเทียบค่ากำลังไฟฟ้าของระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ในสภาพแวดล้อมจริง ขนาด 20 วัตต์ ต่อแผง 3x3 ในกรณีการบ่งเงาบางส่วน กรณีที่ 1-4



รูปที่ 6 ผลการเปรียบเทียบค่ากำลังไฟฟ้าของระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ในสภาพแวดล้อมจริง ขนาด 20 วัตต์ ต่อแผง 3x3 ในกรณีการบ่งเงาบางส่วน กรณีที่ 5-8

จากรูปที่ 6 แสดงการเปรียบเทียบค่ากำลังไฟฟ้าของระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ในสภาพแวดล้อมจริง เมื่อเกิดการบ่งเงาบางส่วนในกรณีที่ 5-8 สำหรับรูปแบบการเชื่อมต่อ 4 รูปแบบ สามารถสรุปได้ว่า การเกิดการบ่งเงาบางส่วนในกรณีที่ 5 รูปแบบการเชื่อมต่อที่เหมาะสมคือ Total Cross-Tied แบบ A และ B สำหรับการบ่งเงาบางส่วนในกรณีที่ 6 รูปแบบการเชื่อมต่อที่เหมาะสมคือ Total Cross-Tied แบบ B สำหรับการบ่งเงาบางส่วนในกรณีที่ 7 รูปแบบการเชื่อมต่อที่เหมาะสมคือ อนุกรม-ขนาน แบบ A และสำหรับการบ่งเงาบางส่วนในกรณีที่ 8 รูปแบบการเชื่อมต่อที่เหมาะสมคือ อนุกรม-ขนาน แบบ B และ Total Cross-Tied แบบ B ซึ่งในแต่ละกรณีจะเลือกรูปแบบการเชื่อมต่อที่เหมาะสมกับลักษณะการบ่งเงาบางส่วนที่สามารถเพิ่มค่ากำลังไฟฟ้าของระบบผลิตไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์

#### 4. สรุป

ในงานวิจัยนี้ได้ออกแบบและติดตั้งระบบการจัดเรียงการเชื่อมต่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อลดผลกระทบของการบ่งเงาบางส่วน โดยทำการออกแบบการจัดเรียงการเชื่อมต่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์ และทำการทดลองบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์จริงขนาด 20 วัตต์ จำนวน 9 แผง ขนาด 3x3 โดยมีรูปแบบการเชื่อมต่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์ 4 รูปแบบ คือ การเชื่อมต่อแบบอนุกรม-ขนานแบบ A, การเชื่อมต่อแบบอนุกรม-ขนานแบบ B, การเชื่อมต่อแบบ Total Cross-Tied แบบ A และการเชื่อมต่อแบบ Total

Cross-Tied แบบ B และจำลองการบ่งเงาบางส่วนทั้งหมด 8 กรณี โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อค้นหาวิธีปรับระบบการจัดเรียงการเชื่อมต่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ช่วยลดผลกระทบการบ่งเงาบางส่วน จากผลการทดลองทางคณะผู้จัดทำได้นำค่ากำลังไฟฟ้าของการบ่งเงาบางส่วนทั้ง 8 กรณีมาทำการเปรียบเทียบเพื่อหาวิธีปรับระบบการเชื่อมต่อที่เหมาะสมสำหรับแต่ละกรณี ซึ่งสามารถสรุปผลการทดลองได้ดังนี้ สำหรับรูปแบบการบ่งเงาบางส่วนในกรณีที่ 1 สามารถเชื่อมต่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์ได้ทุกรูปแบบสำหรับรูปแบบการบ่งเงาบางส่วนในกรณีที่ 2 รูปแบบการเชื่อมต่อที่เหมาะสมคือ การเชื่อมต่อแบบ Total Cross-Tied แบบ A และ แบบ B ในกรณีที่ 3 คือ การเชื่อมต่อแบบ Total Cross-Tied แบบ A ในกรณีที่ 4 คือ การเชื่อมต่อแบบอนุกรม - ขนาน แบบ B และ การเชื่อมต่อแบบ Total Cross-Tied แบบ B ในกรณีที่ 5 คือ การเชื่อมต่อแบบ Total Cross-Tied แบบ A และการเชื่อมต่อแบบ Total Cross-Tied แบบ B ในกรณีที่ 6 คือ การเชื่อมต่อแบบ Total Cross-Tied แบบ B ในกรณีที่ 7 คือ การเชื่อมต่อแบบอนุกรม-ขนาน แบบ A และในกรณีที่ 8 คือ การเชื่อมต่อแบบอนุกรม-ขนาน แบบ B และการเชื่อมต่อแบบ Total Cross-Tied แบบ B จากผลการทดลองพบว่ารูปแบบการเชื่อมต่อแบบ Total Cross-Tied แบบ B ได้ประสิทธิภาพการผลิตกำลังไฟฟ้าสูงสุด เมื่อเปรียบเทียบกับรูปแบบการเชื่อมต่อทั้ง 4 รูปแบบ จากกรณีการบ่งเงาบางส่วนทั้ง 8 กรณี

#### เอกสารอ้างอิง

- [1] PEA, “การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค แนะนำการใช้ไฟฟ้าช่วงฤดูร้อน เพื่อความปลอดภัยและประหยัดค่าไฟฟ้าของประชาชน .” <https://shorturl.at/FKLR0> (accessed Jun. 03, 2023).
- [2] A. Muhammad Ajmal, V. K. Ramachandaramurthy, A. Naderipour, and J. B. Ekanayake, “Comparative analysis of two-step GA-based PV array reconfiguration technique and other reconfiguration techniques,” *Energy Convers. Manag.*, vol. 230, no. December 2020, p. 113806, 2021, doi: 10.1016/j.enconman.2020.113806.
- [3] กรมประชาสัมพันธ์, “เซลล์แสงอาทิตย์ ( Solar Cell),” 2021. <https://citly.me/Zh2BH> (accessed Aug. 03, 2021).
- [4] T. B. I. E. Team, “พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานหมุนเวียนยอดนิยมของประเทศไทย,” 2021. <https://www.thebangkokinsight.com/news/environmental-sustainability/560679/> (accessed Jun. 23, 2023).
- [5] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, “การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ การถ่ายทอดและเผยแพร่การใช้พลังงานแสงอาทิตย์.” <https://shorturl.at/fY125> (accessed Jun. 15, 2023).