

ขนาดของระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์

ธีระพงษ์ กิตติสยาม

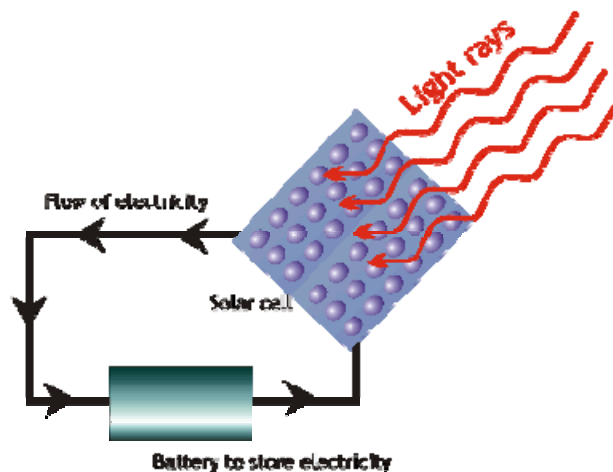
การคำนวณขนาดระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ยึดความจำเป็นในการใช้ไฟฟ้าเป็นหลัก โดยคำนึงถึงผลกระทบจาก แรงดันใช้งานของแผงเซลล์สุริยะ ความเข้มแสง สถานที่ตั้งแผงเซลล์สุริยะ มุมที่แสงอาทิตย์ตกกระทบผิวโลก แบตเตอรี่ อุณหภูมิ รวมทั้งผลกระทบอื่น ๆ เช่น สายไฟ ขั้วต่อ ตัวแปลงไฟ และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ ผลกระทบเหล่านี้ก่อให้เกิดความสูญเสียพลังงานไฟฟ้าซึ่งคิดเป็นค่าเผื่อ เพื่อใช้คำนวณขนาดระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ให้เพียงพอต่อความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้า



แผงเซลล์สุริยะ

1. บทนำ

พลังงานเป็นสิ่งจำเป็นในการดำรงชีวิตของมนุษย์ แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ พลังงานแบบสิ้นเปลือง เช่น พลังงานจากถ่านหิน น้ำมัน แก๊สธรรมชาติ เป็นต้น และพลังงานแบบหมุนเวียน เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม เป็นต้น พลังงานแบบหลังเป็นพลังงานบริสุทธิ์ ไม่ก่อให้เกิดมลภาวะ ประเทศไทยตั้งอยู่เส้นรุ้งที่ 5 – 17 องศาเหนือ เส้นแวงที่ 96 – 106 องศาตะวันออก เป็นบริเวณที่มีพลังงานแสงอาทิตย์สูง ค่าความเข้มเฉลี่ยประมาณวันละ $4.75 \text{ kWh/m}^2 \pm 15\%$ พลังงานแสงอาทิตย์จึงเป็นแหล่งพลังงานที่น่าสนใจ เซลล์สุริยะสามารถเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ไปเป็นพลังงาน ไฟฟ้าได้โดยตรง ปัจจุบันมีประสิทธิภาพมากกว่า 15% อย่างไรก็ตาม การคำนวณขนาดของเซลล์สุริยะเป็นเรื่องซับซ้อน เนื่องจากมีตัวแปรเข้ามาเกี่ยวข้องมากมาย การคำนวณค่ามาตรฐานในลักษณะเป็นสูตรสำเร็จใช้ได้เพียงบางแห่ง ไม่สามารถยึดถือเป็นรูปแบบตายตัว การคำนวณขนาดระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ จึงยึดถือความจำเป็นในการใช้ไฟฟ้าเป็นหลัก



ภาพการแปลงพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้า

2. การหาขนาดระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์

สมมติต้องการใช้ไฟฟ้าก่อนเข้าตัวแปลงไฟ เป็น ไฟฟ้ากระแสตรง 12V 250W ใช้งานวันละ 5 ชั่วโมง จึงมีความต้องการพลังงานไฟฟ้าวันละ 1250W หรือต้องใช้กระแสไฟฟ้าวันละ $1250W / 12V = 104.2 A$ ใช้แผงเซลล์สุริยะที่ให้กำลังไฟฟ้าได้ชั่วโมงละ 50 W ในเวลา 5 ชั่วโมงสามารถจ่ายกำลังไฟฟ้าได้ 250 W ต้องใช้แผงเซลล์สุริยะจำนวน 5 แผง จึงจะเพียงพอต่อความต้องการพลังงานไฟฟ้า 1250 W ในส่วนของแบตเตอรี่ ใช้แบตเตอรี่ขนาด 12V 100A ชนิด C20° ซึ่งสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าได้ไม่เกิน 25 A ภายในเวลา 5 ชั่วโมง ต้องใช้แบตเตอรี่จำนวน 5 ลูกมาต่อขนานกันจึงเพียงพอต่อความต้องการกระแสไฟฟ้าวันละ 104.2 A อย่างไรก็ตาม การคำนวณที่ผ่านมามีได้คำนึงถึงผลกระทบต่าง ๆ ที่ทำให้เกิดการสูญเสียพลังงาน



ติดตั้งแผงเซลล์สุริยะบนหลังคาบ้าน

3. ผลกระทบที่ทำให้เกิดการสูญเสียพลังงาน

ผลกระทบที่ทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานมีดังนี้

3.1 แผงเซลล์สุริยะ 50W 12V มีแรงดันใช้งาน 17 V ดังนั้น แผงเซลล์สุริยะสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าได้สูงสุด $50W / 17V = 2.94 A$ ประจุแบตเตอรี่วันละ 5 ชั่วโมงเป็น $2.94 \times 5 = 14.7 A$ เมื่อใช้เป็นจำนวน 5 แผง ทำให้ได้กระแสไฟฟ้าสูงสุดวันละ 73.5 A ซึ่งไม่เพียงพอต่อความต้องการกระแสไฟฟ้าวันละ 104.2 A

3.2 กระแสไฟฟ้าเป็นสัดส่วนตรงกับความเข้มแสง ขณะที่แรงดันไฟฟ้าไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก ความเข้มแสงอาทิตย์ที่ระดับน้ำทะเลเมื่อแสงอาทิตย์ตั้งฉากกับพื้นโลก สภาพอากาศปลอดโปร่งปราศจากเมฆหมอก มีความเข้มเฉลี่ย $1000 W/m^2$ การที่แผงเซลล์สุริยะทั้ง 5 แผงจ่ายกระแส 73.5 A/วัน เกิดขึ้นได้เมื่อสภาพอากาศปราศจากเมฆ หมอก ฝุ่น หรือ ฝน ตลอดทั้ง 5 ชั่วโมงใช้งาน ซึ่งเป็นไปไม่ได้ เห็นได้ว่า ถ้าท้องฟ้าปิดกระแสไฟฟ้าที่ได้จากแผงเซลล์สุริยะลดลงขณะที่อัตราการใช้กระแสไฟฟ้ายังคงเท่าเดิม

3.3 ความสูญเสียจากมุมที่แสงอาทิตย์ตกกระทบผิวโลก ความเข้มแสงเฉลี่ย $1000 W/m^2$ คิดเมื่อแสงอาทิตย์ตั้งฉากกับผิวโลก ถ้ามุมเปลี่ยนไป เช่น เป็นมุม 60° ความเข้มแสงเหลือเป็น $750 W/m^2$ ดังนั้น ประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ไม่ได้เป็นค่าสูงสุดอยู่ตลอดเวลา

3.4 ความสูญเสียจากสถานที่ตั้งแผงเซลล์สุริยะ พลังงานแสงอาทิตย์เฉลี่ย เป็นดังตารางที่ 1 พบว่าค่าพลังงานแสงอาทิตย์เฉลี่ยสำหรับประเทศไทย คือ $949.31 W/m^2/ชั่วโมง$ ซึ่งไม่ถึง $1000 W/m^2/ชั่วโมง$

ตารางที่ 1 พลังงานแสงอาทิตย์เฉลี่ย (W/m^2 /ชั่วโมง)

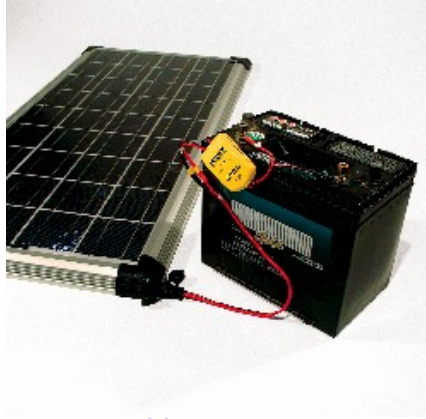
สถานที่	เหนือ	กลาง	อีสาน	ใต้
1 มค – 26 กพ	930	932	938	994
27 กพ – 12 เมย	1070	1082	1002	1074
13 เมย – 28 พค	1118	988	1074	970
29 พค – 15 กค	958	924	972	928
16 กค – 31 สค	880	840	914	944
1 กย – 15 ตค	934	898	910	908
16 ตค – 28 พย	944	910	972	838
29 พค – 13 มค	866	926	916	824
เฉลี่ย	962.5	937.5	962.25	935

3.5 แรงดันไฟฟ้าที่จ่ายจากแผงเซลล์สุริยะมีค่าลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นโดยเฉลี่ยทุก $1^{\circ}C$ แรงดันลดลง 0.5% แผงเซลล์สุริยะจ่ายแรงดันขณะไร้โหลด 21 V ณ อุณหภูมิ $25^{\circ}C$ ถ้าอุณหภูมิเปลี่ยนไป เช่น $30^{\circ}C$ จะทำให้แรงดันลดลง $(30 - 25) \times 0.5 = 2.5\%$ ดังนั้น เซลล์สุริยะจ่ายแรงดันขณะไร้โหลดเท่ากับ $21 - (21 \times 2.5) = 20.475$ V หรือจ่ายแรงดันขณะมีโหลดเท่ากับ 16.575 V เมื่อนำมาคูณกับกระแสที่จ่ายออกมาจากแผงเซลล์สุริยะ คิดเป็นกำลังไฟฟ้า $16.575V \times 2.94A = 48.73$ W กำลังไฟฟ้าของแผงเซลล์สุริยะไม่ถึง 50 W ตามที่ควรจะเป็น

ตารางที่ 2

ชั่วโมงที่	กำลัง (W)	แรงดัน(V)	กระแส (A)
1	250	12.00	20.83
2	250	11.94	20.93
3	250	11.88	21.04
4	250	11.82	21.15
5	250	11.76	21.25
รวม			105.1

3.6 แบตเตอรี่ 12V 100A C20 จ่ายกระแสไฟฟ้ได้ชั่วโมงละ 5 A เมื่อนำแบตเตอรี่ 5 ลูกต่อขนานกัน ได้กระแสรวม 25 A/ชั่วโมง อย่างไรก็ตาม เมื่อมีการใช้งานแบตเตอรี่ แรงดันของแบตเตอรี่จะลดลง ดังตารางที่ 2 สังเกตว่าอัตราการกินกระแสไฟฟ้าต่ำในชั่วโมงแรกและมากขึ้นตามลำดับ กระแสไฟฟ้ารวม 105.1 A มากกว่ากระแสไฟฟ้าที่คำนวณในตอนต้น 104.2 A



แบตเตอรี่ที่ใช้กับ แผงเซลล์สุริยะ

4. การคำนวณขนาดของระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ขึ้นใหม่โดยคิดผลกระทบต่างๆ

จุดต่ำสุดที่แบตเตอรี่ทำงานได้ คือ 10.8 V กระแสไฟฟ้าที่โหลด เป็น $250\text{W}/10.8\text{V} = 23.15 \text{ A/ชั่วโมง}$ ใช้งานวันละ 5 ชั่วโมง เป็น $23.15 \times 5 = 115.75 \text{ A/วัน}$

ความสูญเสียพลังงานจาก อุณหภูมิ สายไฟ ขั้วต่อ โหลด อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ คิดเป็นค่าเพื่อ 20%^๒ กระแสไฟฟ้าที่ต้องการจากแผงเซลล์สุริยะ คือ $115.75\text{A} \times 1.2 = 138.9 \text{ A/วัน}$

เนื่องจากความเข้มแสงอาทิตย์ในแต่ละวันไม่ถึง 1000 W/m^2 จึงคิดลดจำนวนชั่วโมงแสงอาทิตย์/วัน เป็น 4 ชั่วโมง ต้องใช้แผงเซลล์สุริยะ 50W 2.94A จำนวน 12 แผง จ่ายกระแสไฟฟ้า $2.94 \times 4 \times 12 = 141.2 \text{ A/วัน}$ จึงเพียงพอต่อความต้องการใช้กระแส ไฟฟ้า 138.9 A/วัน

ในส่วนของแบตเตอรี่ ต้องการกระแสไฟฟ้าไม่ต่ำกว่า $23.15 \times 20^{\text{๓}} = 463 \text{ A}$ ดังนั้น ต้องใช้แบตเตอรี่ 12V 100A C20 จำนวน 6 ลูกขนานกัน สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้ารวมได้ 30 A/ชั่วโมง หรือ 150 A/วัน

^๑แบตเตอรี่ 12V 100A C20 หมายความว่า สามารถใช้กระแสไฟฟ้าจากแบตเตอรี่เฉลี่ยไม่เกิน 5 A ต่อเนื่องเป็นเวลา 20 ชั่วโมง แรงดันไฟฟ้าต่ำสุดที่แบตเตอรี่ทำงานได้ คือ 10.8 V

^๒การคิดค่าเผื่อที่มากเกินไป ทำให้สูญเสียงบประมาณโดยไม่จำเป็น ปกติแล้วค่าเผื่อถูกตั้งตามลักษณะงานที่ใช้หรือกำหนดโดยหน่วยงานที่ติดตั้งแผงเซลล์สุริยะ

^๓คิดจากแบตเตอรี่ชนิด C20

หนังสืออิเล็กทรอนิกส์	
ฟิสิกส์ 1(ภาคกลศาสตร์(ฟิสิกส์ 1 (ความร้อน)
ฟิสิกส์ 2	กลศาสตร์เวกเตอร์
โลหะวิทยาฟิสิกส์	เอกสารคำสอนฟิสิกส์ 1
ฟิสิกส์ 2 (บรรยาย(แก้ปัญหาฟิสิกส์ด้วยภาษา C
ฟิสิกส์พิศวง	สอนฟิสิกส์ผ่านทางอินเทอร์เน็ต
ทดสอบออนไลน์	วิดีโอการเรียนการสอน
หน้าแรกในอดีต	แผ่นใสการเรียนการสอน
เอกสารการสอน PDF	กิจกรรมการทดลองทางวิทยาศาสตร์
แบบฝึกหัดออนไลน์	สุดยอดสิ่งประดิษฐ์
การทดลองเสมือน	
บทความพิเศษ	ตารางธาตุ(ไทย1) 2 (Eng)
พจนานุกรมฟิสิกส์	ลับสมองกับปัญหาฟิสิกส์
ธรรมชาติมหัศจรรย์	สูตรพื้นฐานฟิสิกส์
การทดลองมหัศจรรย์	ดาราศาสตร์ราชมงคล
แบบฝึกหัดกลาง	
แบบฝึกหัดโลหะวิทยา	แบบทดสอบ
ความรู้รอบตัวทั่วไป	อะไรเอ่ย ?
ทดสอบ)เกมเศรษฐี(คติปริศนา
ข้อสอบเอนทรานซ์	เฉลยกลศาสตร์เวกเตอร์
คำศัพท์ประจำสัปดาห์	
ความรู้รอบตัว	
การประดิษฐ์ของโลก	ผู้ได้รับโนเบลสาขาฟิสิกส์
นักวิทยาศาสตร์เทศ	นักวิทยาศาสตร์ไทย
ดาราศาสตร์พิศวง	การทำงานของอุปกรณ์ทางฟิสิกส์
การทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ	

 การเรียนรู้การสอนฟิสิกส์ 1 ผ่านทางอินเทอร์เน็ต 	
1. การวัด	2. เวกเตอร์
3. การเคลื่อนที่แบบหนึ่งมิติ	4. การเคลื่อนที่บนระนาบ
5. กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน	6. การประยุกต์กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน
7. งานและพลังงาน	8. การดลและโมเมนตัม
9. การหมุน	10. สมดุลของวัตถุแข็งเกร็ง
11. การเคลื่อนที่แบบคาบ	12. ความยืดหยุ่น
13. กลศาสตร์ของไหล	14. ปริมาณความร้อน และ กลไกการถ่ายโอนความร้อน
15. กฎข้อที่หนึ่งและสองของเทอร์โมไดนามิก	16. คุณสมบัติเชิงโมเลกุลของสสาร
17. คลื่น	18. การสั่น และคลื่นเสียง
 การเรียนรู้การสอนฟิสิกส์ 2 ผ่านทางอินเทอร์เน็ต 	
1. ไฟฟ้าสถิต	2. สนามไฟฟ้า
3. ความกว้างของสายฟ้า	4. ตัวเก็บประจุและการต่อตัวต้านทาน
5. ศักย์ไฟฟ้า	6. กระแสไฟฟ้า
7. สนามแม่เหล็ก	8. การเหนี่ยวนำ
9. ไฟฟ้ากระแสสลับ	10. ทรานซิสเตอร์
11. สนามแม่เหล็กไฟฟ้าและเสาอากาศ	12. แสงและการมองเห็น
13. ทฤษฎีสัมพัทธภาพ	14. กลศาสตร์ควอนตัม
15. โครงสร้างของอะตอม	16. นิวเคลียร์
 การเรียนรู้การสอนฟิสิกส์ทั่วไป ผ่านทางอินเทอร์เน็ต 	
1. จลศาสตร์ (kinematic)	2. จลพลศาสตร์ (kinetics)
3. งานและโมเมนตัม	4. ซิมเปิลฮาร์โมนิก คลื่น และเสียง
5. ของไหลกับความร้อน	6. ไฟฟ้าสถิตกับกระแสไฟฟ้า
7. แม่เหล็กไฟฟ้า	8. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากับแสง
9. ทฤษฎีสัมพัทธภาพ อะตอม และนิวเคลียร์	

