

ขนาดของระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์

ธีระพงษ์ กิตติสยาม

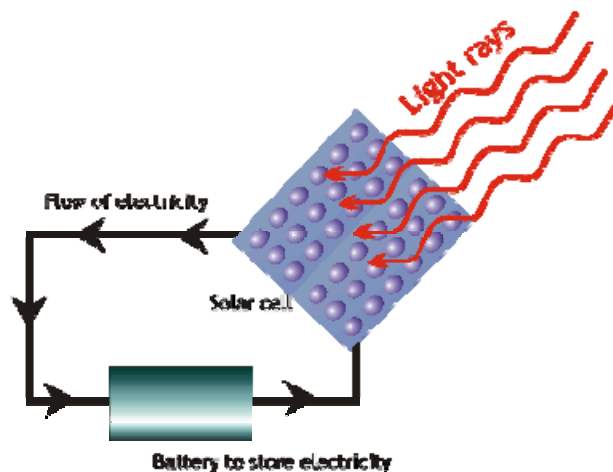
การคำนวณขนาดระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ยึดความจำเป็นในการใช้ไฟฟ้าเป็นหลัก โดยคำนึงถึงผลกระทบจาก แรงดันใช้งานของแผงเซลล์สุริยะ ความเข้มแสง สถานที่ตั้งแผงเซลล์สุริยะ มุมที่แสงอาทิตย์ตกกระทบผิวโลก แบตเตอรี่ อุณหภูมิ รวมทั้งผลกระทบอื่น ๆ เช่น สายไฟ ขั้วต่อ ตัวแปลงไฟ และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ ผลกระทบเหล่านี้ก่อให้เกิดความสูญเสียพลังงานไฟฟ้าซึ่งคิดเป็นค่าเผื่อ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

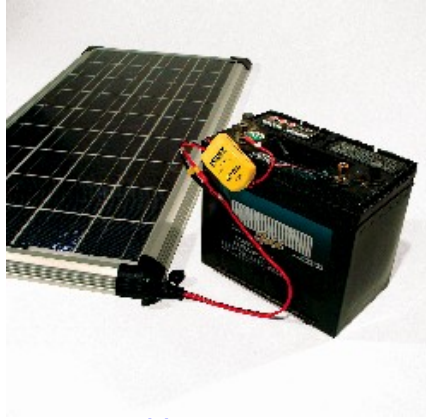
| สถานที่ | เหนือ | กลาง | อีสาน | ใต้ |
|----------------|-------|-------|--------|------|
| 1 มค – 26 กพ | 930 | 932 | 938 | 994 |
| 27 กพ – 12 เมย | 1070 | 1082 | 1002 | 1074 |
| 13 เมย – 28 พค | 1118 | 988 | 1074 | 970 |
| 29 พค – 15 กค | 958 | 924 | 972 | 928 |
| 16 กค – 31 สค | 880 | 840 | 914 | 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 | ตารางธาตุไทย1) 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 | |

