



การผลิตไฟฟ้า จากพลังงานแสงอาทิตย์

วศ.ไพศาล จิรนนตรัตน์



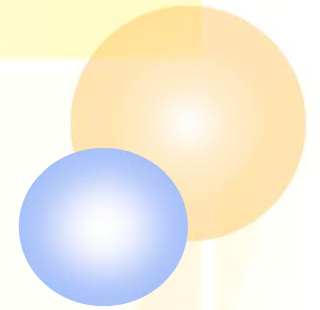
การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ โดย วศ.ไพศาล จิรนนตรัตน์ (สฟก.1764)

สงวนลิขสิทธิ์ หนังสือเล่มนี้ตามพระราชบัญญัติ (ฉบับเพิ่มเติม) พ.ศ. 2558
ห้ามคัดลอกเนื้อหา ภาพประกอบ รวมทั้งดัดแปลงเป็นแผ่นบันทึกเสียง ดัดแปลงวีดิทัศน์
ห้ามเผยแพร่ด้วยรูปแบบ และวิธีการอื่นก่อนได้รับอนุญาต

ไพศาล จิรนนตรัตน์
การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์
ISBN (e-book) 978-616-594-868-5
พิมพ์ครั้งที่ 1 ธันวาคม 2565

ผู้เขียน ไพศาล จิรนนตรัตน์
ผู้จัดจำหน่าย ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330
โทร.0-2218-9872 โทรสาร 0-2254-9495
จัดทำโดย ไพศาล จิรนนตรัตน์
ราคา 349 บาท





บทที่ 1

ทรัพยากรพลังงานแสงอาทิตย์



1.1 ดวงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงาน

เราเรียกพลังงานจากดวงอาทิตย์ว่า **"พลังงานทดแทน"**

พลังงานแสงอาทิตย์ หมายถึง รังสีจากดวงอาทิตย์ที่มาถึงโลก

1.1.1 ข้อดีของพลังงานแสงอาทิตย์



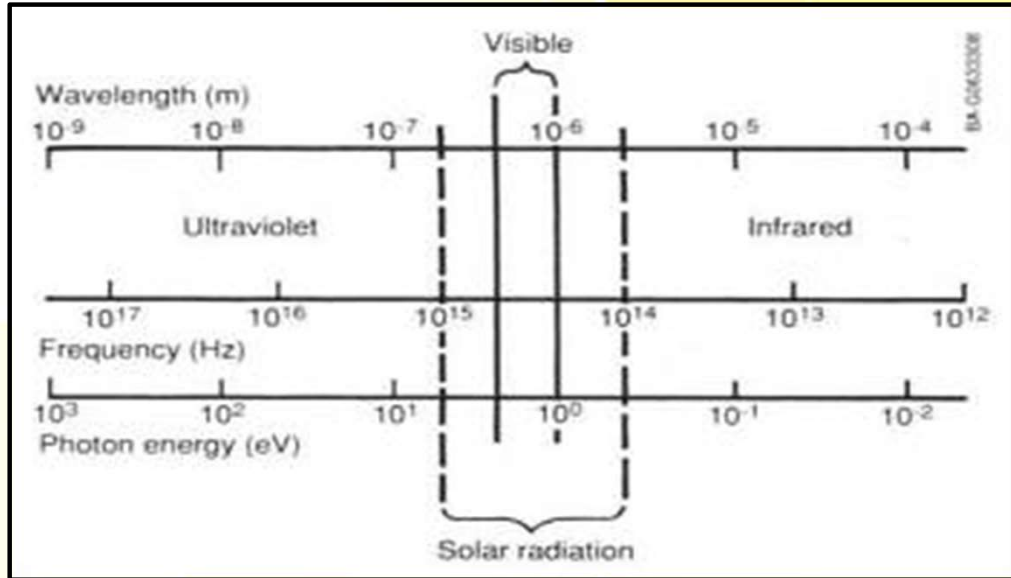
1) พลังงานแสงอาทิตย์นั้น**ไร้ขีดจำกัด**
และจะไม่หมดไป

2) เทคโนโลยีที่ใช้แปลงแสงอาทิตย์เป็นไฟฟ้าไม่ได้ก่อให้เกิดคาร์บอนไดออกไซด์และมลพิษทาง **อากาศ** อื่น ๆ

3) ไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม

รูปพลังงานจากดวงอาทิตย์

1.1.2 สเปกตรัมพลังงานแสงอาทิตย์

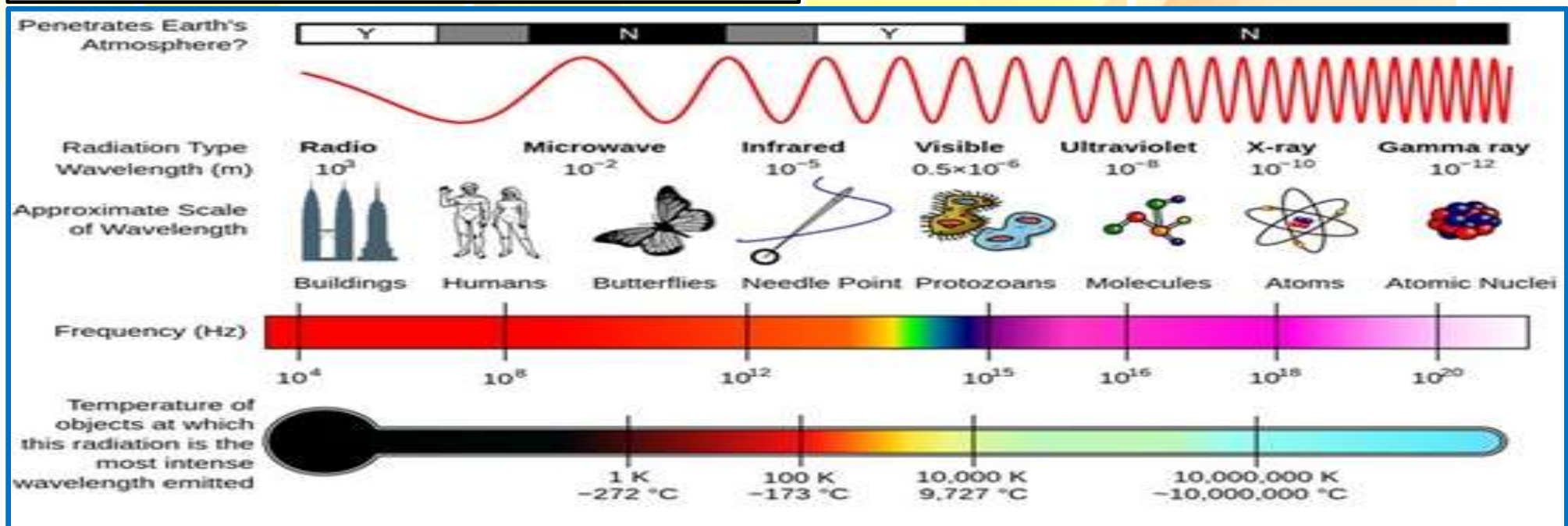


สเปกตรัมพลังงานแสงอาทิตย์
มีระดับพลังงานที่แตกต่างกัน

แสงสีแดง มีพลังงานต่ำสุด
แสงสีม่วง พลังงานสูงสุด

ความยาวคลื่น คือ ระยะทางจากจุดสูงสุดของคลื่นหนึ่ง
ไปถึงจุดสูงสุดของคลื่นลูกถัดไป

ยิ่งความยาวคลื่นมากก็ยิ่งใช้พลังงานน้อยเท่านั้น

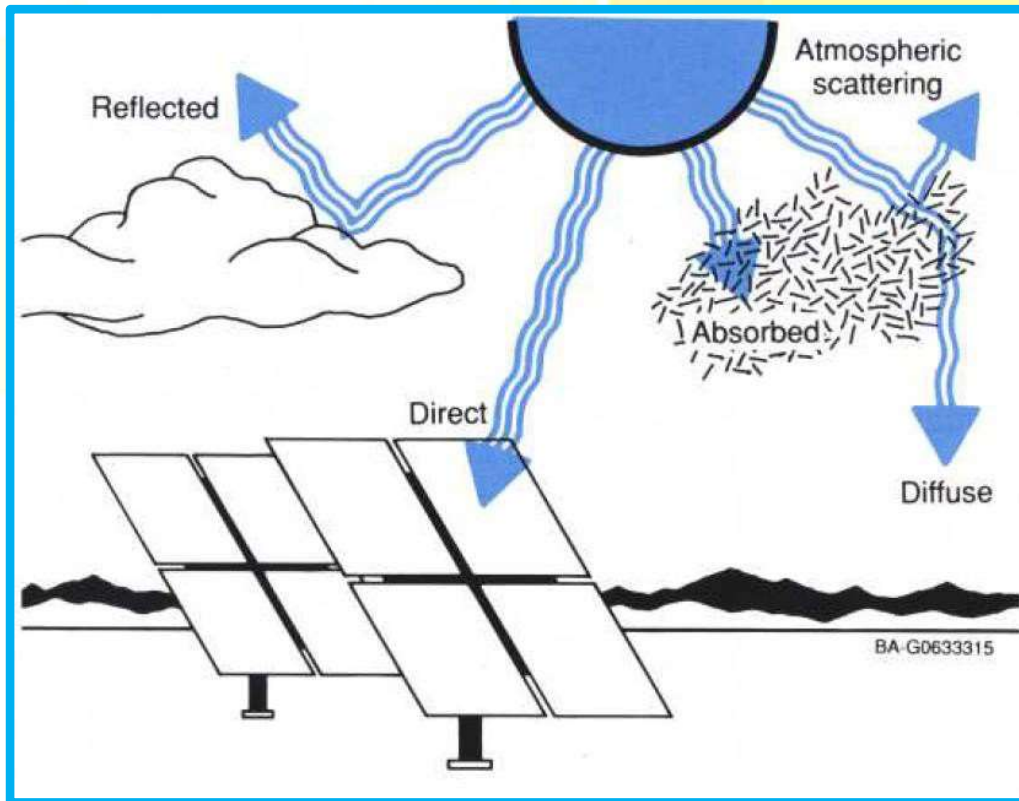


สเปกตรัมพลังงานแสงอาทิตย์



บทที่ 1 ทรัพยากรพลังงานแสงอาทิตย์

1.1.2 สเปกตรัมพลังงานแสงอาทิตย์



ดวงอาทิตย์ปลดปล่อยพลังงานความร้อน
โลกได้รับพลังงานนี้เพียงเล็กน้อย ค่าเฉลี่ย
1,367 วัตต์ต่อตารางเมตร

ชั้นบรรยากาศโลก จะดูดซับและสะท้อนการ
แผ่รังสีนี้ รังสีนี้ส่วนใหญ่เป็น **รังสีเอกซ์และรังสี
อัลตราไวโอเล็ต**

พลังงานแสงอาทิตย์สามารถใช้ผลิตไฟฟ้าได้

รังสีดวงอาทิตย์บางส่วนที่ผ่านเข้าสู่ชั้นบรรยากาศ

1.2 การประมาณพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีอยู่

1.2.1 รังสีและการฉายรังสี

รังสีแสงอาทิตย์ (Solar Radiation)

หมายถึง พลังงานที่ปล่อยออกมาจากดวงอาทิตย์ ประกอบด้วย

1. พลังงานกัมมันตภาพรังสี 2. แสง

- การแผ่รังสีที่ถึงพื้นผิวโลกโดยตรงเรียกว่า รังสีโดยตรง (Direct radiation) **GB**
- รังสีที่กระจัดกระจายที่มาถึงพื้นผิวโลกเรียกว่ารังสีกระจาย (Diffuse radiation) **GD**
- รังสีที่สะท้อนกลับเข้าสู่วงโคจรเมื่อถึงโลก คือ รังสีสะท้อน (Reflected radiation) **GR**

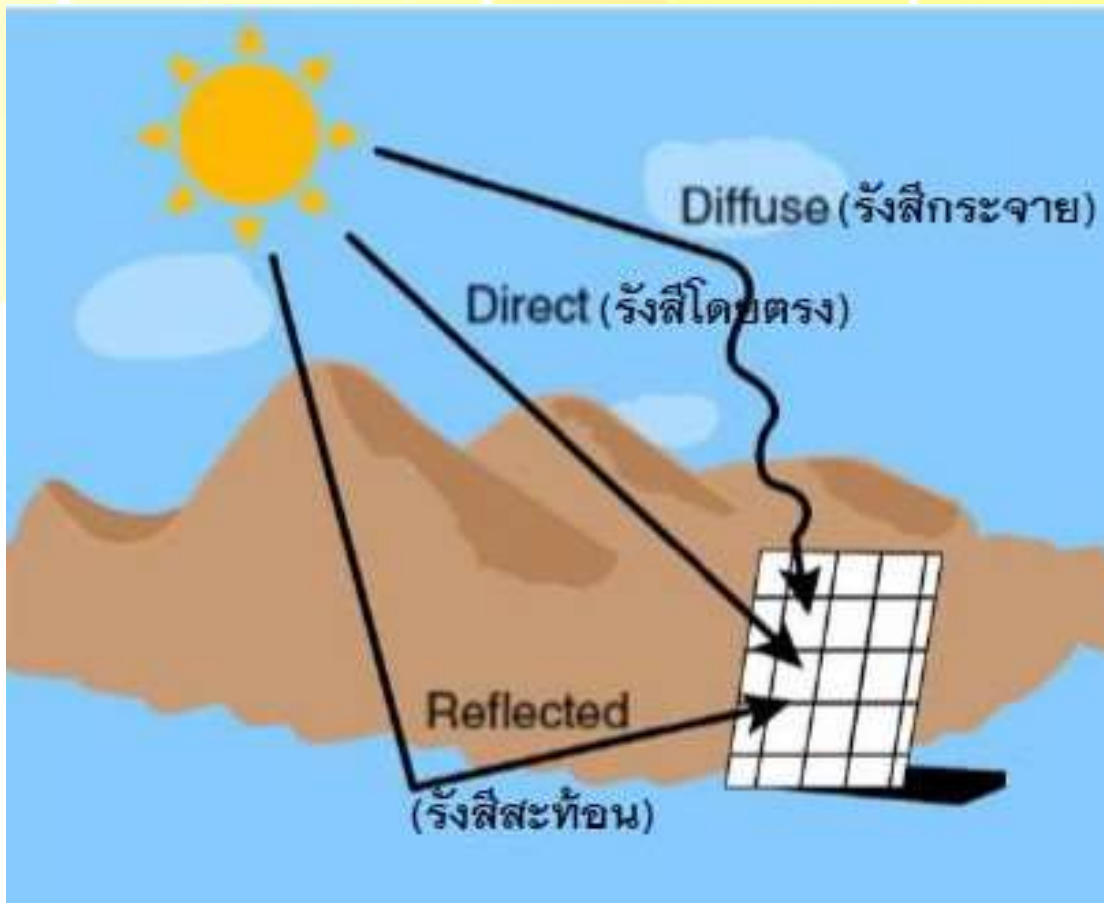
การแผ่รังสีโลกรวม (G) คือ ผลรวมของสามประเภทข้างต้น:

$$G = GB + GD + GR$$



รังสีจากดวงอาทิตย์สายตาไม่สามารถมองเห็นได้ทั้งหมด

การแผ่รังสีสามารถมาในรูปของรังสีอินฟราเรดที่มองไม่เห็น หรือรังสีอัลตราไวโอเล็ต



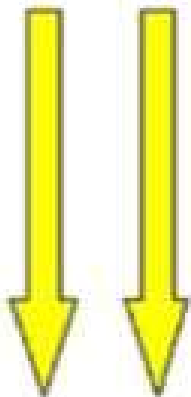
รังสีแสงอาทิตย์



รังสี

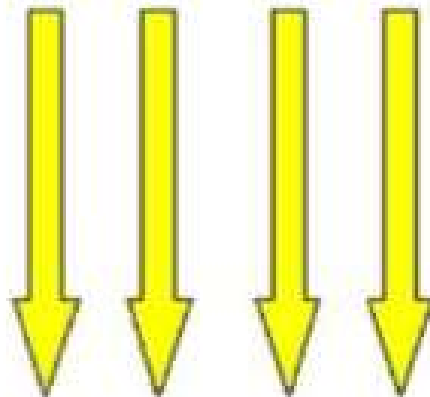
- การแผ่รังสีทำให้เกิดพลังงาน มีหน่วย **วัตต์ (W)** ขึ้นอยู่กับปริมาณพลังงาน ขึ้นอยู่กับความเข้มของรังสีจากดวงอาทิตย์ และขนาดของพื้นที่ผิวที่รับแสง
- การฉายรังสี มีหน่วยเป็น **วัตต์ต่อตารางเมตร (W/m^2)**
โดย พื้นที่ 2 ตร.ม. ได้รับพลังงานแสงอาทิตย์ (W) 2 เท่ามากกว่าพื้นที่ 1 ตร.ม.

รังสีอาทิตย์



1 m²

รังสีอาทิตย์ 2 เท่า



2 m²

รูปเปรียบเทียบ
รังสีอาทิตย์กับพื้นที่รับรังสี



การฉายรังสี



- **การฉายรังสี** เป็นมาตรวัดพลังงานแสงอาทิตย์ มีหน่วยเป็น Wh (วัตต์ชั่วโมง) หรือ kWh (กิโลวัตต์ชั่วโมง)
- พลังงานแสงอาทิตย์เป็น**ผลของกำลังงานแสงอาทิตย์และเวลา** มีหน่วยเป็น Wh/m² (วัตต์ชั่วโมงต่อ ตารางเมตร) หรือเป็น kWh/m² (กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อตารางเมตร)

สรุป

- **การแผ่รังสี** คือแสงอาทิตย์ทั้งหมดที่มาถึงพื้นผิวโลก รวมถึงการแผ่กระจายโดยตรง รังสีสะท้อน และรังสีที่กระจัดกระจาย
- **Irradiance** เป็นการวัดความเข้มของพลังงาน อธิบายถึงพลังงานมาถึงพื้นผิวที่กำหนด
- **การฉายรังสี** คือพลังงานแสงอาทิตย์ที่รวบรวมได้ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง คือผลคูณของ **การฉายรังสี (กำลังงาน) และเวลา**

1.3 การผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์



การผลิต
กระแสไฟฟ้า
เซลล์แสงอาทิตย์
แบ่งเป็น **3** ระบบ

1. ระบบผลิตกระแสไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระ
(PV stand alone system ; Off grid system)

2. ระบบผลิตกระแสไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์แบบต่อกับระบบจำหน่ายไฟฟ้า
(PV grid connected system)

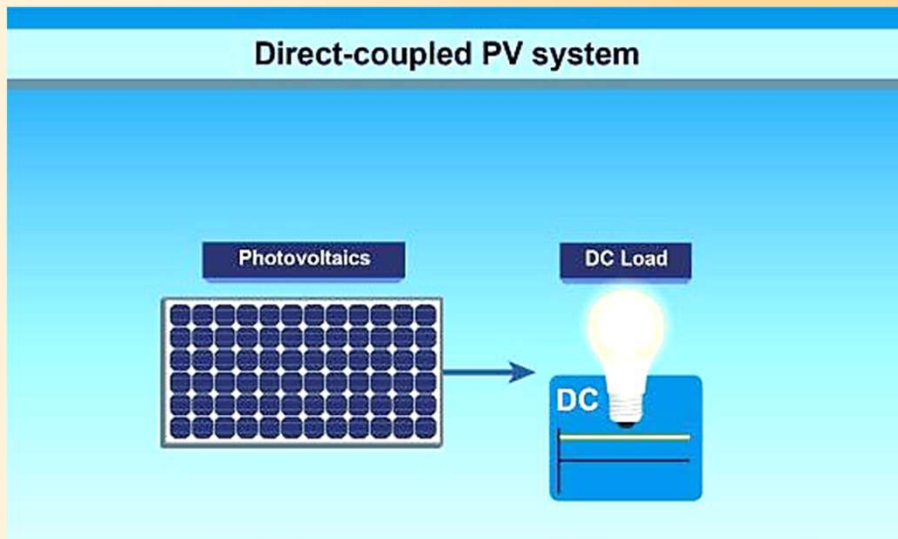
3. ระบบผลิตกระแสไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์แบบผสมผสาน (PV Hybrid system)

1.3.1 ระบบผลิตกระแสไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระ (PV stand alone system ; Off grid system)

เป็นระบบผลิตไฟฟ้าที่ได้รับการออกแบบ สำหรับใช้งานในพื้นที่ชนบท ที่ไม่มีระบบสายส่งไฟฟ้า
มี 2 แบบ คือ

1

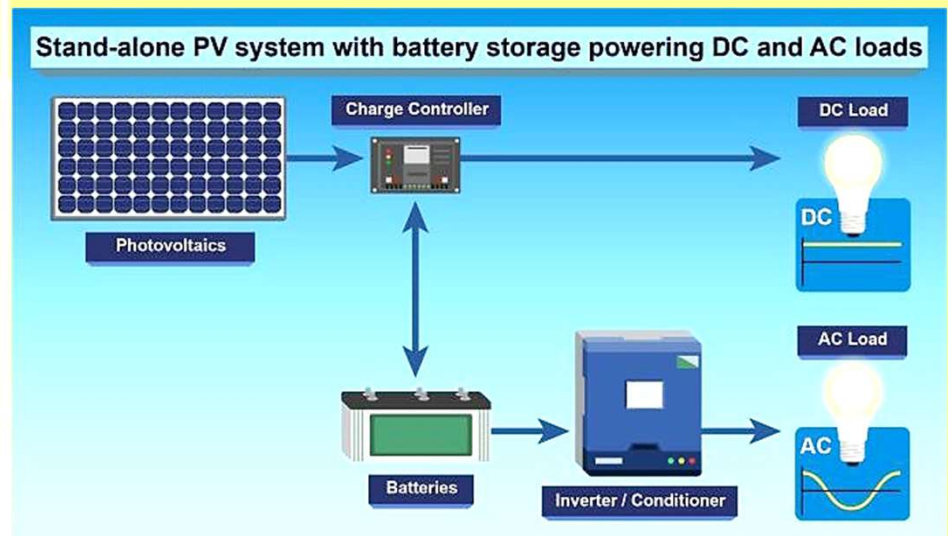
ประกอบด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์ต่อใช้
งานตรงกับโหลดไฟฟ้ากระแสตรง



รูป ระบบผลิตกระแสไฟฟ้าเซลล์
แสงอาทิตย์แบบจ่ายโหลดโดยตรง

2

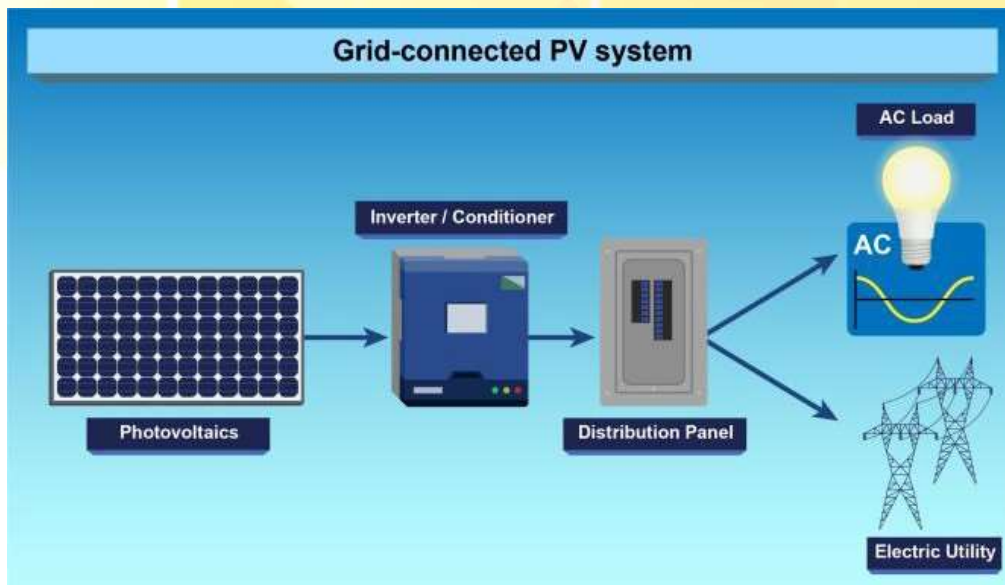
นำแผงเซลล์แสงอาทิตย์ต่อให้ได้แรงดันตามความ
ต้องการของอุปกรณ์ควบคุมการประจุแบตเตอรี่
(**Solar charge controller**) ซึ่งต่ออยู่ถัดมาและ
กำลังไฟฟ้าตามที่ต้องการใช้งานของโหลด



รูป ระบบผลิตกระแสไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระ
ทำงานร่วมกับแบตเตอรี่

1.3.2 ระบบผลิตกระแสไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์แบบต่อกับระบบจำหน่ายไฟฟ้า (PV grid connected system)

ใช้ผลิตไฟฟ้าในเขตเมืองหรือพื้นที่
ที่มีระบบโครงข่ายไฟฟ้าเข้าถึง



ระบบผลิตกระแสไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์
แบบต่อกับระบบจำหน่ายไฟฟ้า

แผงเซลล์แสงอาทิตย์นำมาต่อให้ได้
แรงดันตามความต้องการของอินเวอร์เตอร์
โดยต่อผ่านกล่องต่อสายและ เบรกเกอร์ไฟฟ้า
กระแสตรงและกำลังไฟฟ้าตามที่ต้องการใช้งาน
ของโหลด

แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงที่ได้สามารถนำไปใช้
งานได้โดยตรงโดยการต่อกับโหลดไฟฟ้า
กระแสตรงหรือแปลงเป็นไฟฟ้ากระแสตรง
เป็นไฟฟ้ากระแสสลับ

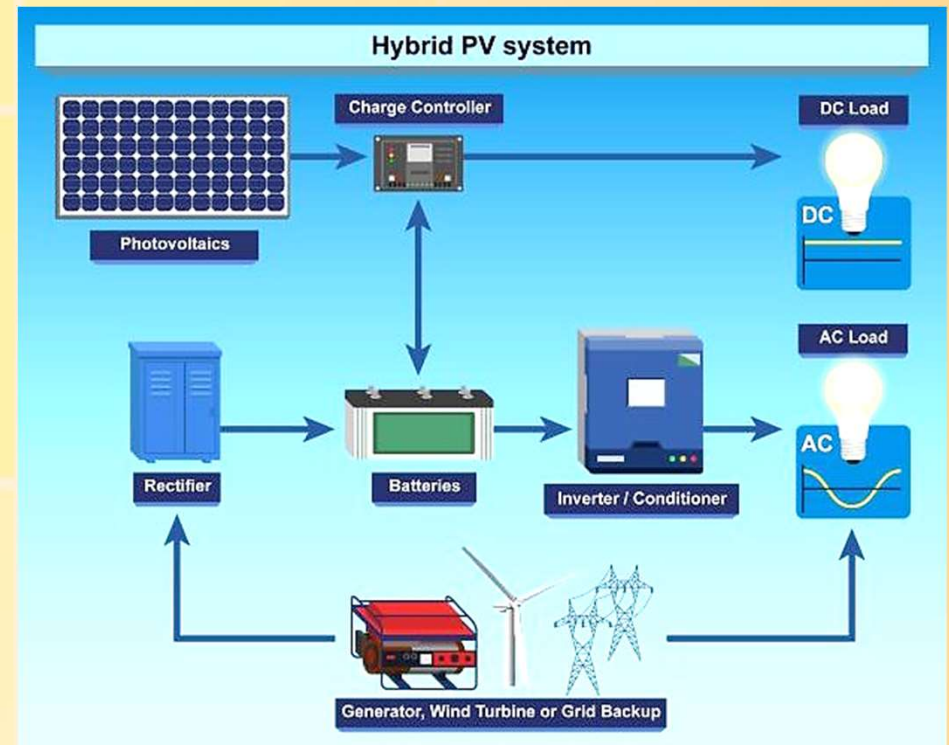
สามารถนำไปใช้กับโหลดไฟฟ้ากระแสสลับ
ในขณะเดียวกันสามารถต่อกับระบบโครงข่าย
ไฟฟ้าผ่านสวิตช์ตัดตอนและมิเตอร์ กิโลวัตต์-
ชั่วโมง

1.3.3 ระบบผลิตกระแสไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์แบบผสมผสาน (PV Hybrid system)

นำแผงเซลล์แสงอาทิตย์มาต่อให้ได้แรงดันตามความต้องการของอุปกรณ์แปลงผันพลังงานแบบผสมผสาน **(Hybrid inverter)**

สามารถใช้งานร่วมกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า กังหันลมผลิตไฟฟ้า และแบตเตอรี่

ไฟฟ้ากระแสสลับที่ได้จะนำไปใช้กับโหลดไฟฟ้ากระแสสลับ 230 Vac และในขณะเดียวกันก็สามารถต่อกับระบบจำหน่ายไฟฟ้าของการไฟฟ้า



ระบบผลิตกระแสไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์
แบบผสมผสาน



บทที่ 2

ระบบการผลิตไฟฟ้า จากพลังงานแสงอาทิตย์



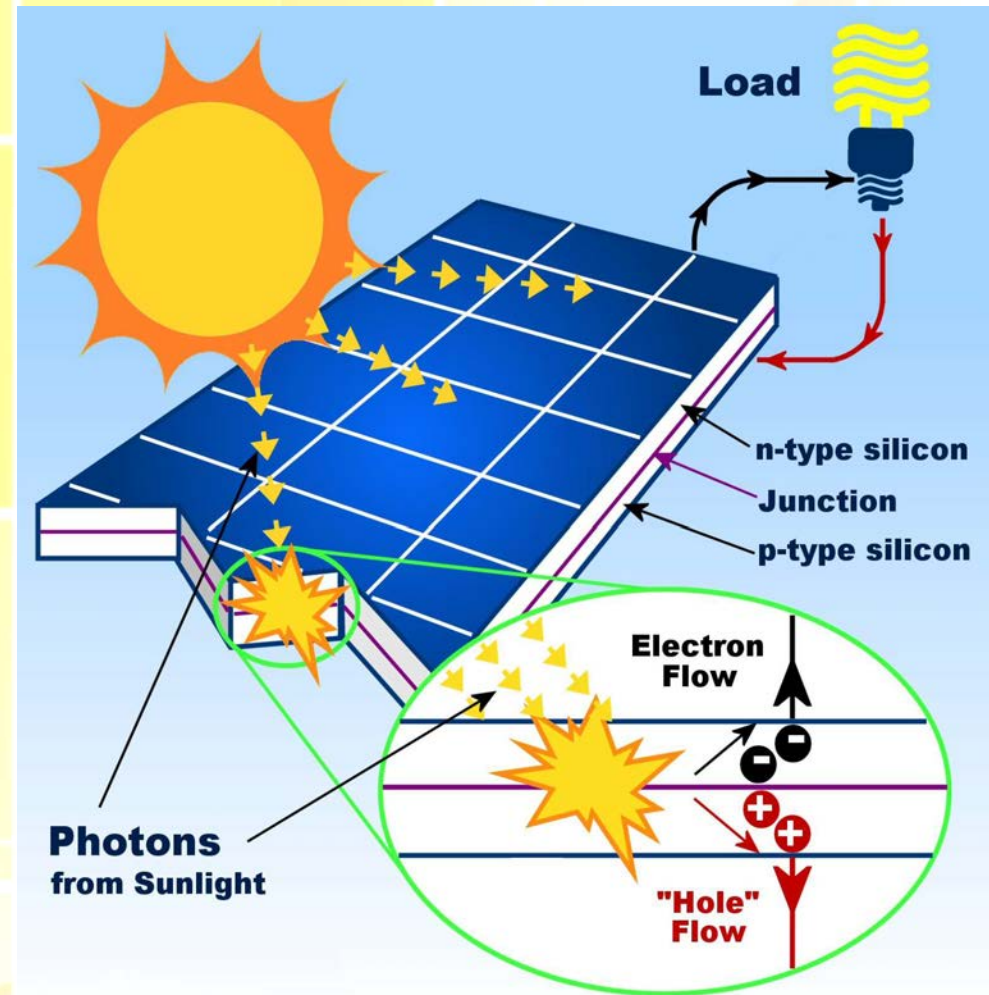
2.1 หลักการพื้นฐานของไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์

หลักการทำงานของ เซลล์แสงอาทิตย์

ขบวนการเปลี่ยนพลังงานแสงเป็น กระแสไฟฟ้าโดยตรง

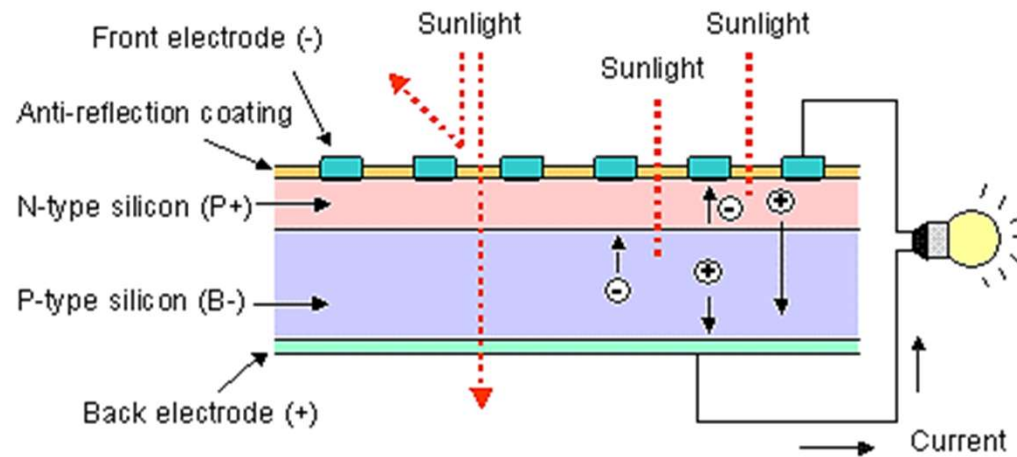
เมื่อแสงซึ่งเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและมีพลังงาน กระแทกกับสารกึ่งตัวนำจะเกิดการถ่ายทอดพลังงานระหว่างกัน

พลังงานจากแสงจะทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของกระแสไฟฟ้า (อิเล็กตรอน) ในสารกึ่งตัวนำ จึงสามารถต่อกระแสไฟฟ้างดกล่าวไปใช้งาน



2.1

หลักการพื้นฐานของไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์



ส่วนประกอบของเซลล์แสงอาทิตย์

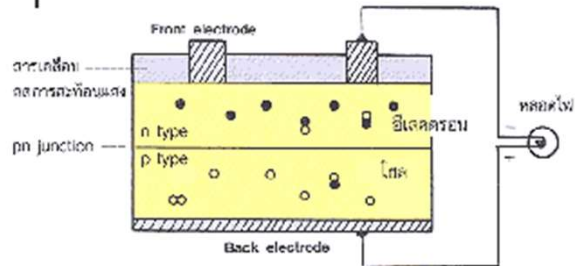
N-type ซิลิคอน คือ สารกึ่งตัวนำที่ผ่านการ**โด๊ปด้วยสารฟอสฟอรัส** ทำให้มีคุณสมบัติเป็นตัวให้อิเล็กตรอนเมื่อรับพลังงานจากแสงอาทิตย์ติดอยู่ด้านหน้าของเซลล์แสงอาทิตย์

P-type ซิลิคอน คือสารกึ่งตัวนำที่ผ่านการ**โด๊ปด้วยสารโบรอน** ทำให้โครงสร้างของอะตอมสูญเสียอิเล็กตรอน (โฮล) เมื่อรับพลังงานจากแสงอาทิตย์จะ**ทำหน้าที่เป็นตัวรับอิเล็กตรอน**

เมื่อนำสารทั้ง 2 ชนิดมาประกบกันด้วย P-N junction จึงทำให้เกิดเป็น
"เซลล์แสงอาทิตย์"

บทที่ 2 ระบบการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์

1

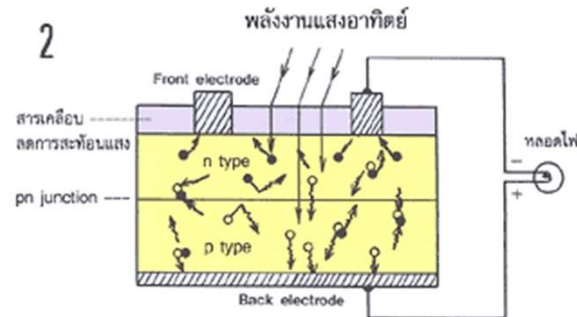


สถานะที่ยังไม่มีแสงแดด

n - type ซิลิคอน พร้อมจะให้ อิเล็กตรอน แต่ก็ยังมีโฮลปะปนอยู่บ้างเล็กน้อย ด้านหน้าของ n - type จะมีแถบโลหะเรียกว่า Front Electrode ทำหน้าที่เป็นตัวรับ อิเล็กตรอน

p - type ซิลิคอน อยู่ด้านหลังของเซลล์ โครงสร้างส่วนใหญ่เป็นโฮล แต่ยังคงมีอิเล็กตรอนปะปนบ้างเล็กน้อย ด้านหลังของ p - type ซิลิคอนจะมีแถบโลหะเรียกว่า Back Electrode ทำหน้าที่เป็นตัวรวบรวมโฮล

2

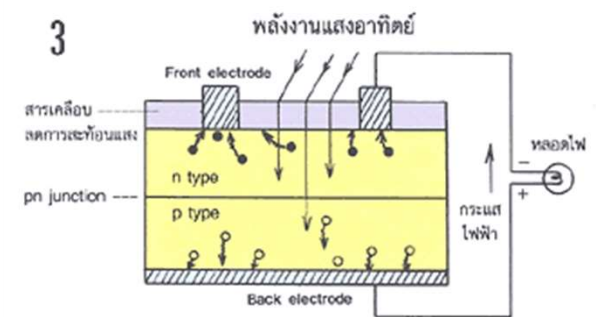


สถานะที่มีแสงแดด

เมื่อมีแสงอาทิตย์ตกกระทบ แสงอาทิตย์จะถ่ายเทพลังงานให้กับ อิเล็กตรอนและโฮล ทำให้เกิดการเคลื่อนไหว

เมื่อพลังงานพอทั้งอิเล็กตรอนและโฮลจะวิ่งเข้าหาเพื่อจับคู่กัน อิเล็กตรอนจะวิ่งไปยังชั้น n - type และโฮลจะวิ่งไปยังชั้น p type

3



อิเล็กตรอนวิ่งไปรวมกันที่ Front Electrode และโฮลวิ่งไปรวมกันที่ Back Electrode เมื่อมีการต่อวงจรไฟฟ้าจาก Front Electrode และ Back Electrode ให้ครบวงจร ก็จะเกิดกระแสไฟฟ้าขึ้น เนื่องจากทั้งอิเล็กตรอนและโฮลจะวิ่งเพื่อจับคู่กัน

