HƯỚNG DẪN

Thiết kế hệ thống điện mặt trời hòa lưới

Phần 1: Kiến thức căn bản về solar

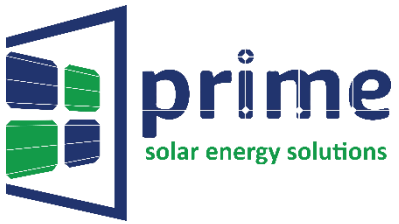
Trình bày:

ĐỖ HỮU ĐỒNG

Giám đốc kỹ thuật: Datkeys Solar

Giám đốc điều hành: Prime Solar

Email: dong.do@primesolar.vn



CÔNG TY TNHH GIẢI PHÁP NLMT PRIME

205 Linh Trung, KP1, P. Linh Trung, Q. Thủ Đức, TP. HCM

www.primesolar.vn

Nội dung

1. Cơ bản về bán dẫn và PN junction
2. Solar cells (Tế bào quang điện)
3. Solar module (Tấm pin mặt trời)
4. PV inverter (Biến tần PV)
5. Thiết kế hệ thống điện mặt trời

1- Cơ bản về bán dẫn và PN junction

Chất bán dẫn là gì?

- Chất bán dẫn (semiconductor) là vật liệu có độ dẫn điện (conductivity) nằm khoảng giữa của vật liệu dẫn điện (như đồng) và vật liệu cách điện (như thủy tinh, nhựa)
- Có 2 loại chất bán dẫn:

- Single-element (đơn chất): như Germanium, Silicon
- Compound (hỗn hợp, hợp chất): như gallium-arsenide

Electrical Classification of Solid Materials

MATERIALS	RESISTIVITY ($\Omega \cdot cm$)
Insulators	$10^5 < \rho$
Semiconductors	$10^{-3} < \rho < 10^5$
Conductors	$\rho < 10^{-3}$

1- Cơ bản về bán dẫn và PN junction

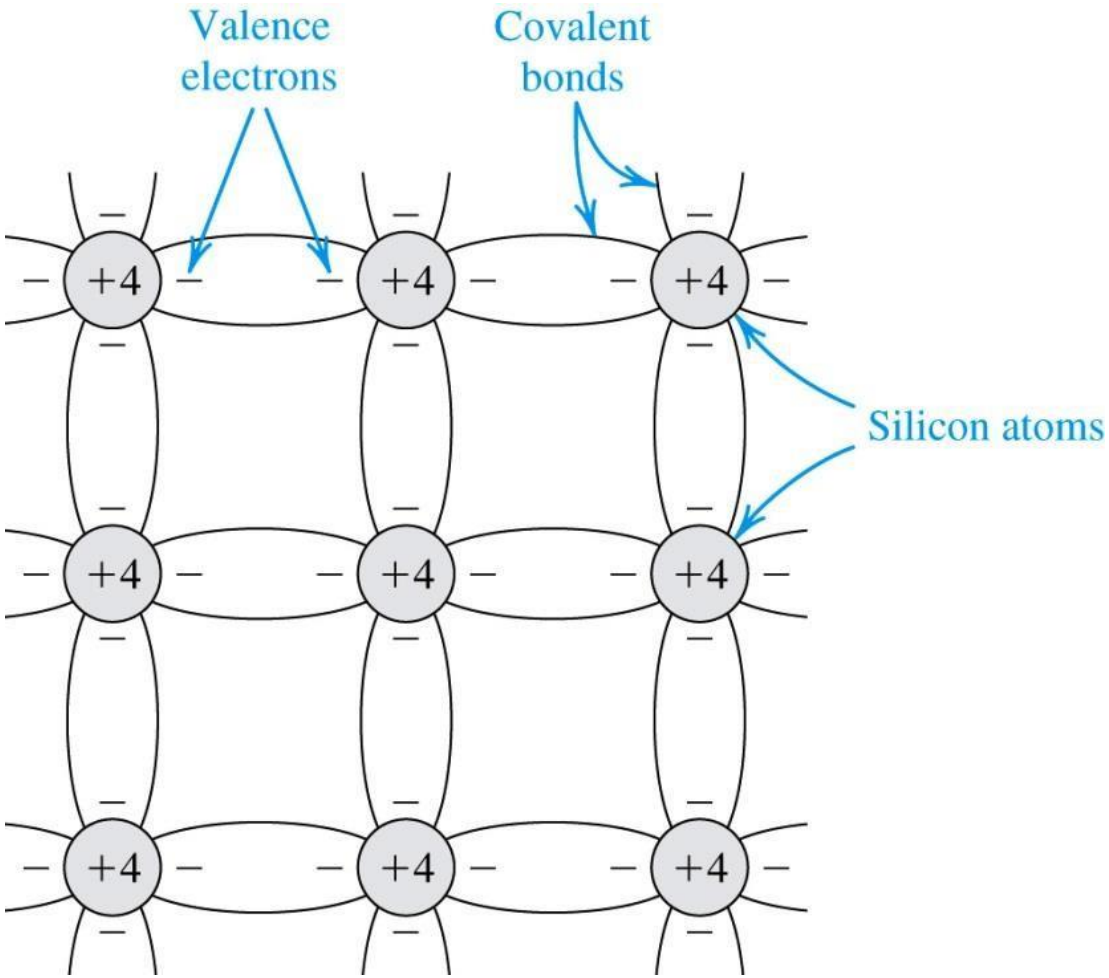
Vật liệu bán dẫn

		IIIA	IVA	VA	VIA
		5 10.811 **B** Boron	6 12.01115 **C** Carbon	7 14.0067 **N** Nitrogen	8 15.9994 **O** Oxygen
		13 26.9815 **Al** Aluminum	14 28.086 **Si** Silicon	15 30.9738 **P** Phosphorus	16 32.064 **S** Sulfur
IIB					
30 65.37 **Zn** Zinc		31 69.72 **Ga** Gallium	32 72.59 **Ge** Germanium	33 74.922 **As** Arsenic	34 78.96 **Se** Selenium
48 112.40 **Cd** Cadmium		49 114.82 **In** Indium	50 118.69 **Sn** Tin	51 121.75 **Sb** Antimony	52 127.60 **Te** Tellurium
80 200.59 **Hg** Mercury		81 204.37 **Tl** Thallium	82 207.19 **Pb** Lead	83 208.980 **Bi** Bismuth	84 (210) **Po** Polonium

1- Cơ bản về bán dẫn và PN junction

Nguyên tử Silicon

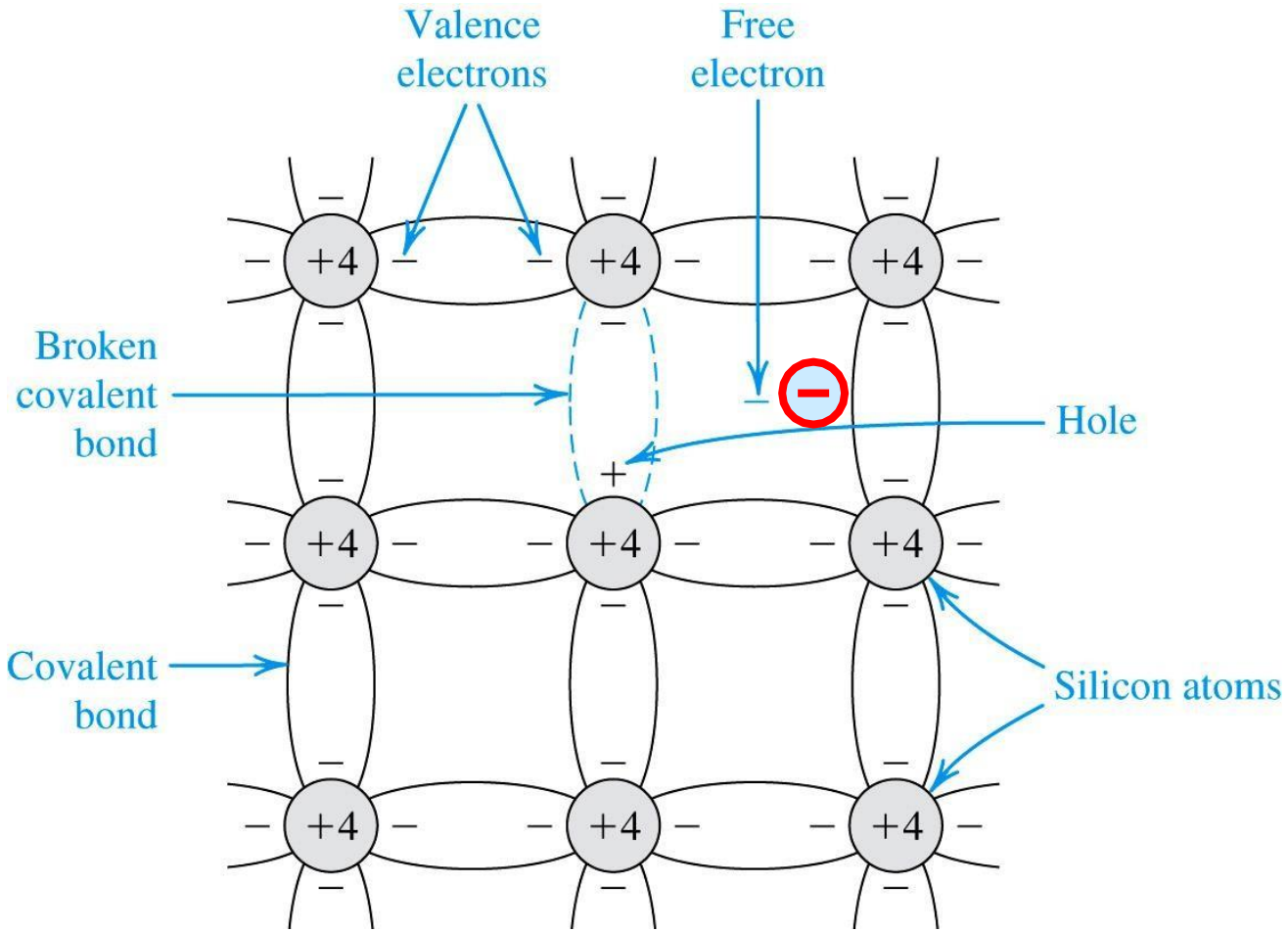
- Có 4 electron hóa trị (valence electrons)
- Cần 4 electron hóa trị khác để tạo các liên kết hóa trị (covalent bond)
- Ở nhiệt độ tuyệt đối (0 ^{0}K *-273.15* ^{o}C*):* các liên kết hóa trị bền vững.
- Độ dẫn điện là zero ở nhiệt độ thấp



1- Cơ bản về bán dẫn và PN junction

Electron tự do và lỗ trống (hole) - thành phần tạo ra dòng điện (current) trong bán dẫn

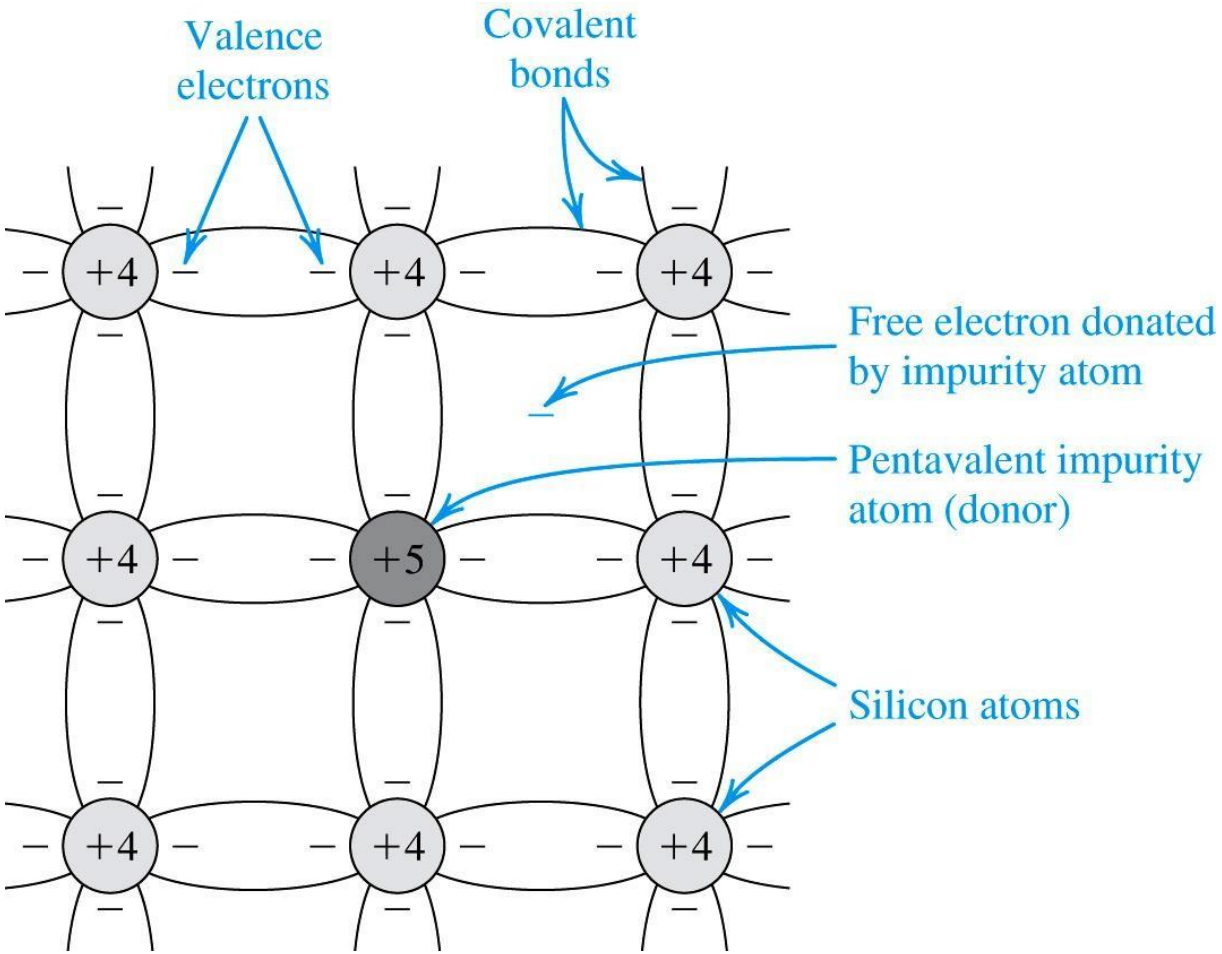
Ở nhiệt độ phòng, một số liên kết bị phá vỡ để tạo electron tự do và lỗ trống. Tuy nhiên, số lượng vẫn không đủ để tạo dòng điện - **Giải pháp là pha thêm tạp chất vào bán dẫn để tăng độ dẫn điện**.



1- Cơ bản về bán dẫn và PN junction

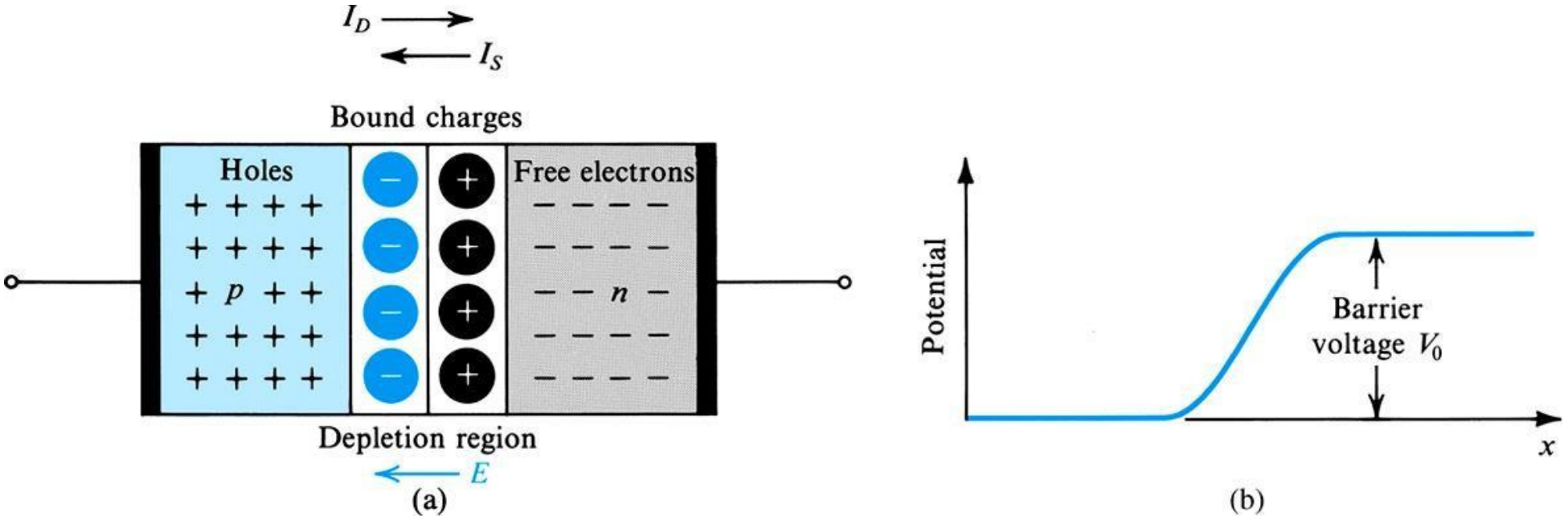
Bán dẫn loại N

- Thành phần mang điện tích âm (free electron) chiếm đa số - N-type
- Silicon được pha tạp với các nguyên tố nằm trong nhóm 5.
- Gia tăng số lượng free electron trong chất bán dẫn



1- Cơ bản về bán dẫn và PN junction

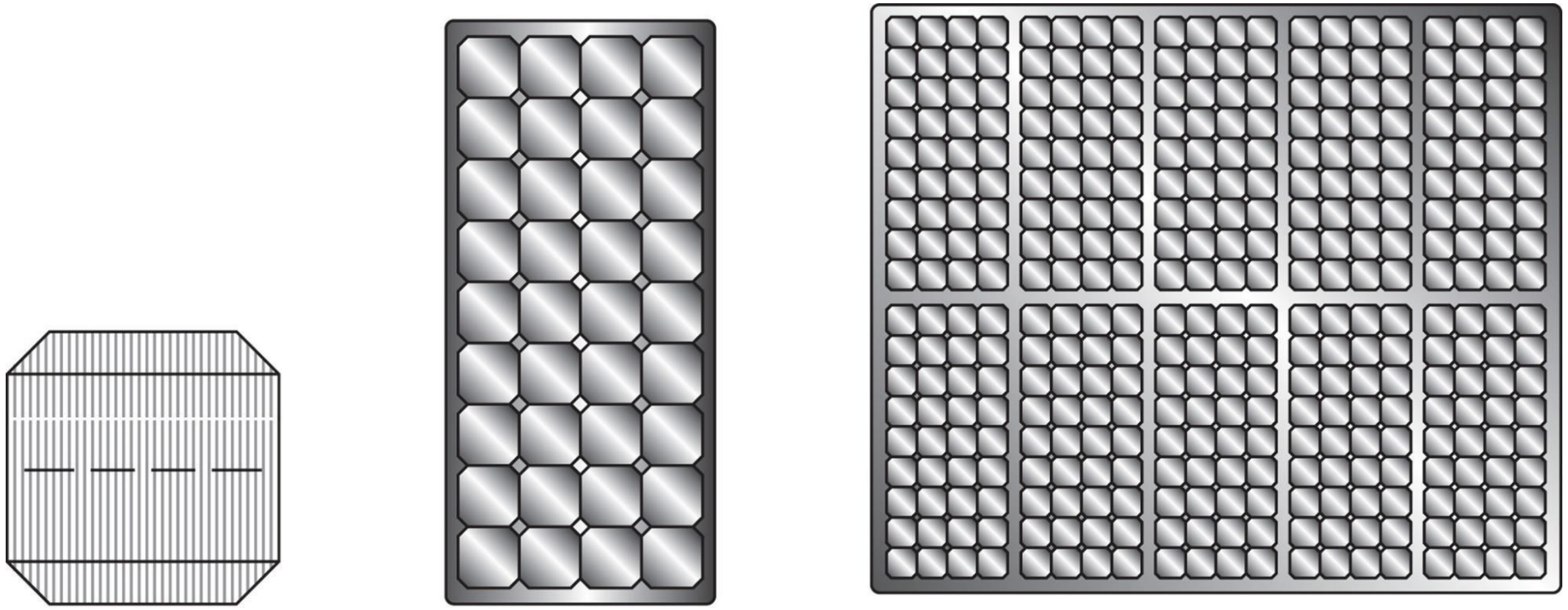
Trung hòa điện tích trong PN junction



- Điện áp cản V_0 (barrier voltage): 0.6 – 0.9 V (đối với silicon)
- Nếu điện áp dương đặt vào đầu anode, PN junction sẽ phân cực thuận và dẫn điện.
- Nếu điện áp dương đặt vào đầu cathode, PN junction sẽ phân cực nghịch và không dẫn điện.

2- Solar cells (Tế bào quang điện)

Hình ảnh

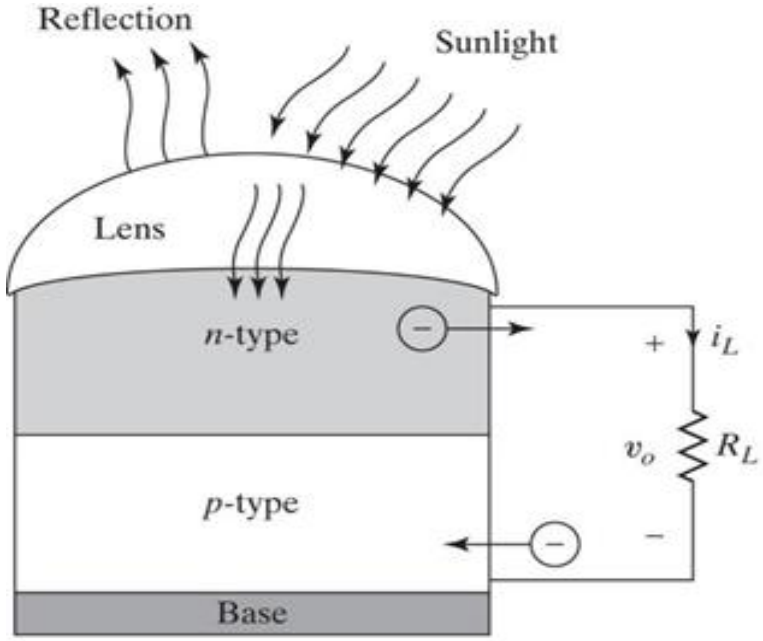


(a) Cell (b) Module with *m* cells (c) Array with *n* modules

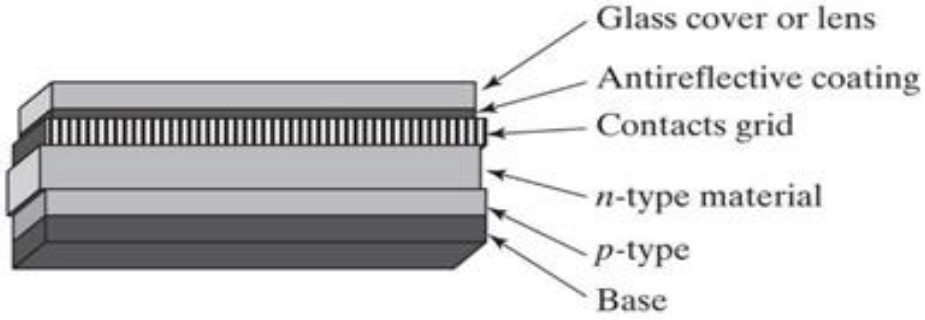
2- Solar cells (Tế bào quang điện)

Mô hình về điện của solar cells

- Dòng điện tạo ra trong diode pn-junction thông thường là từ điện áp bên ngoài đặt vào 2 cực của pn-junction
- Tuy nhiên, **dòng điện của solar cells** được tạo ra từ ánh sáng mặt trời (sunlight) hoặc ánh sáng nhân tạo.
- Cường độ dòng điện, hiệu điện thế của solar cell phụ thuộc nhiều vào bức xạ và nhiệt độ.



(a) PV cell with load



(b) Parts of a PV cell

2- Solar cells (Tế bào quang điện)

Solar cell chuyển đổi năng lượng ánh sáng sang điện năng như thế nào?

- Đầu tiên năng lượng từ các photon ánh sáng được hấp thụ vào solar cell và hình thành các cặp electron-hole (điện tử-lỗ trống) trong chất bán dẫn. Năng lượng của photon được truyền đến các hạt electron trong mạng tinh thể, được kích thích và trở thành dẫn điện.
- Các cặp electron-hole sau đó bị phân chia bởi ngăn cách tạo bởi các loại chất bán dẫn khác nhau (pn junction). Hiệu ứng này tạo nên hiệu điện thế của solar cell.
- Solar cell được nối nối tiếp thành 60-cell hoặc 72-cell, sau đó được nối trực tiếp vào mạch ngoài và tạo nên dòng điện khi có tải.

2- Solar cells (Tế bào quang điện)

Công suất và Năng lượng

- Công suất có đơn vị là watt (W): P (watt) = V (điện áp) x I (dòng điện)
- Năng lượng điện có đơn vị là watt-hours (Wh): E (Wh) = P x t (thời gian)
- 1kWh = 1 ký điện

Ví dụ: 1 bóng đèn 10W thắp sáng trong 10 giờ, năng lượng điện tiêu thụ là 10 W x 10 h = 100 Wh.

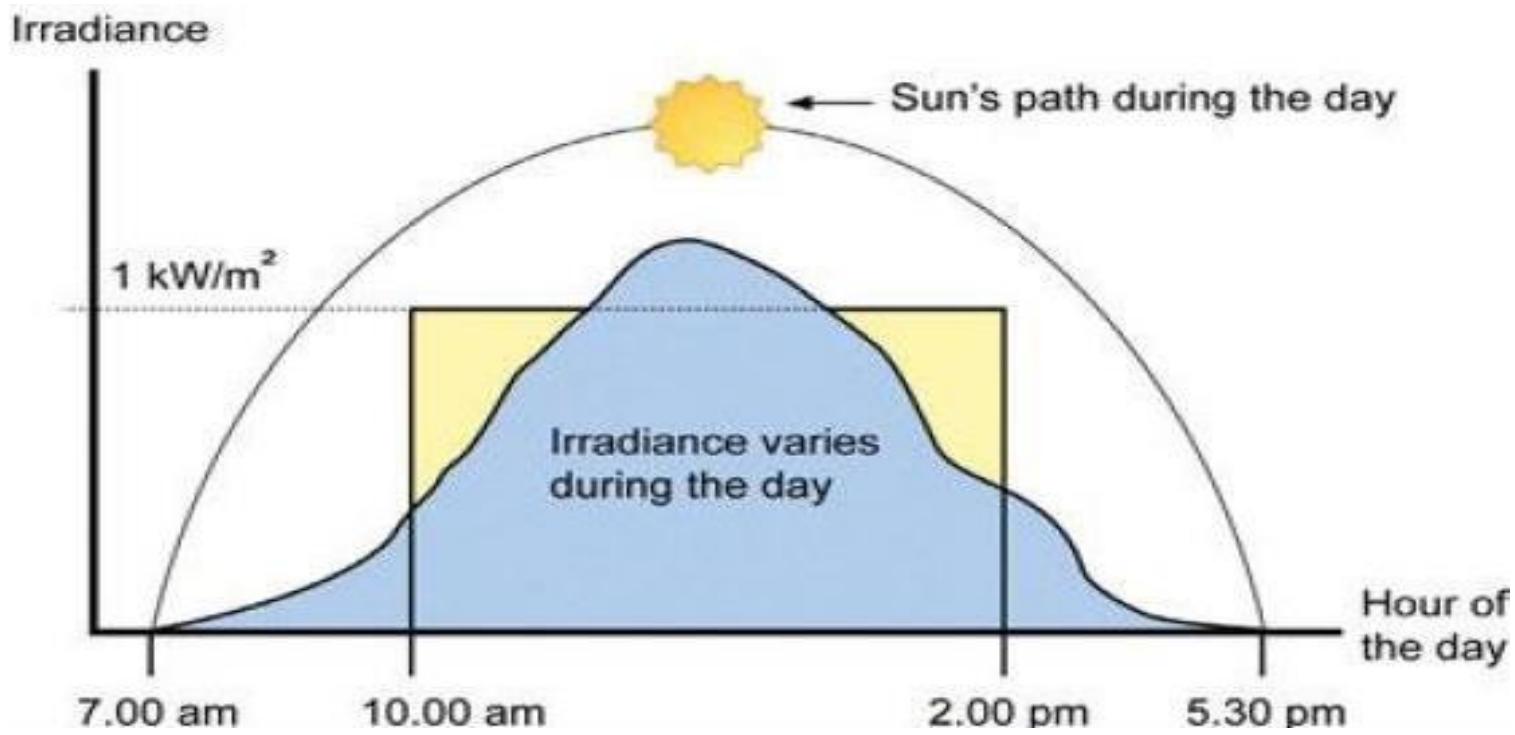
2- Solar cells (Tế bào quang điện)

Số giờ nắng cực đại (peak sun hours)

- Số giờ nắng cực đại là số giờ nắng tại một khu vực có bức xạ mặt trời là 1000 W /m2
- Lưu ý: số giờ nắng cực đại của khu vực khác với số giờ nắng cực đại trên 1 hệ thống cụ thể.

Sản lượng điện của hệ thống

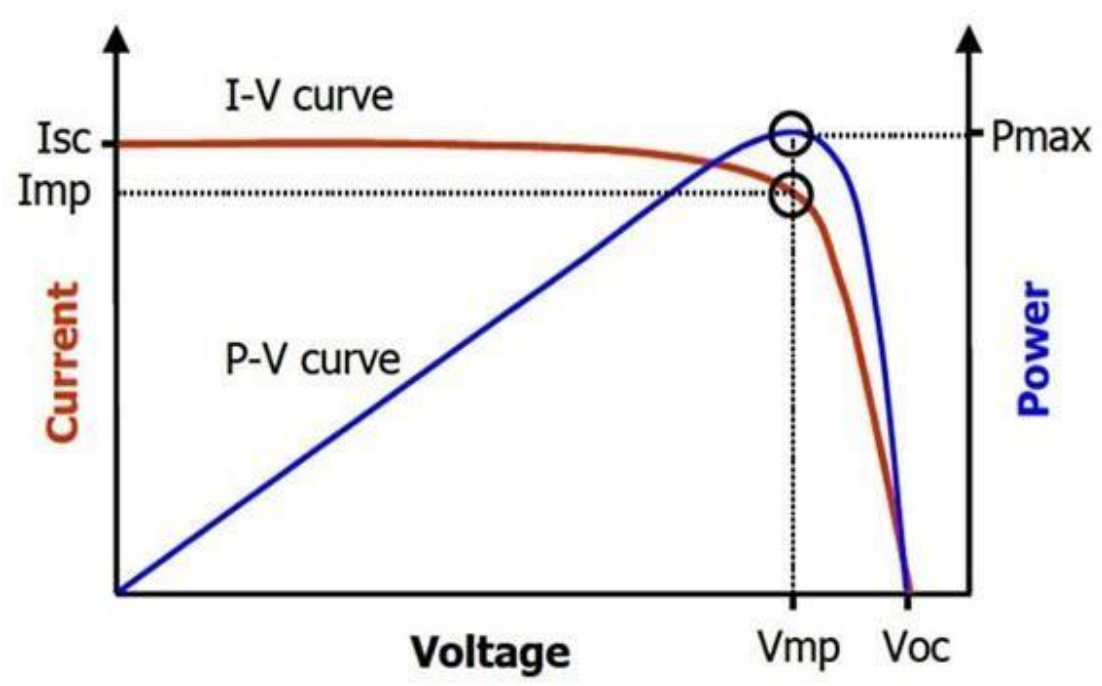
- Sản lượng điện của hệ thống (kWh) = Công suất peak của các tấm pin mặt trời (kW) x Số giờ nắng cực đại hệ thống (h)



2- Solar cells (Tế bào quang điện)

Đặc tính IV và PV của solar cell

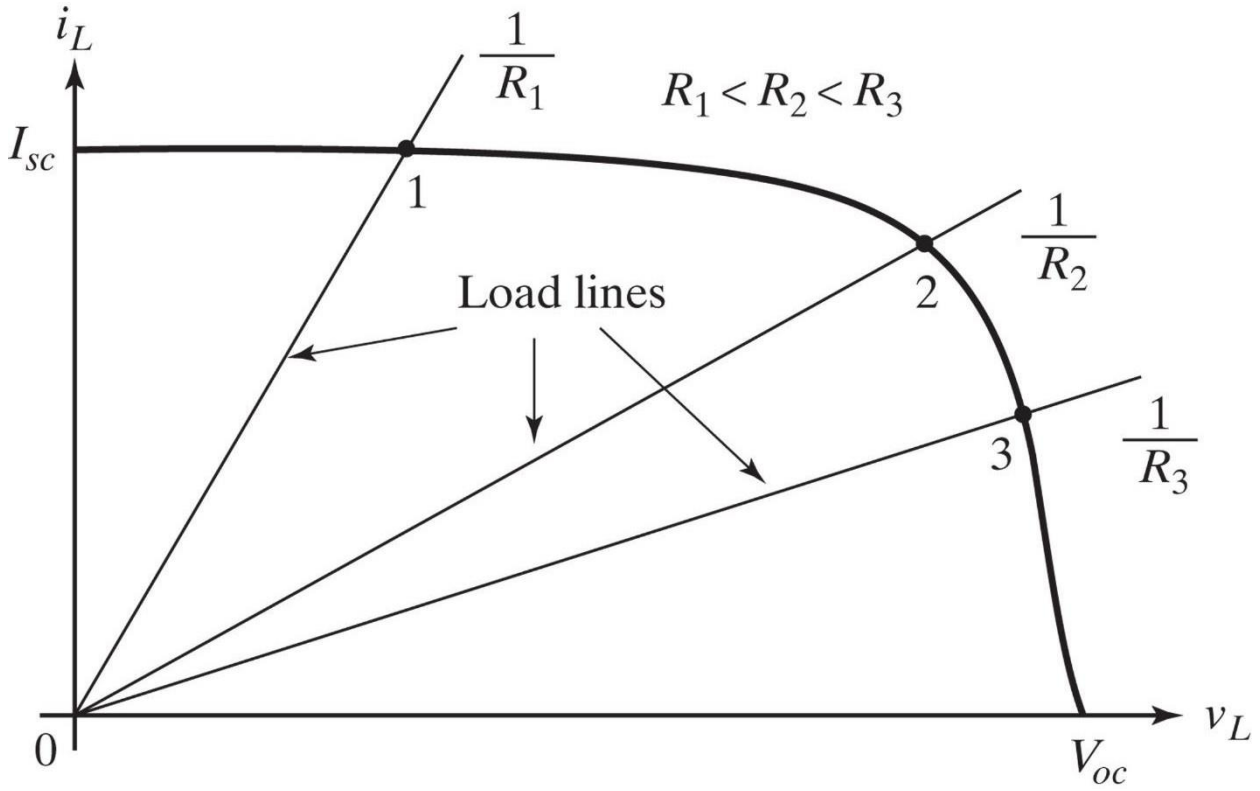
- I_{sc} dòng ngắn mạch (là dòng điện khi chập 2 đầu +/-, đo bằng ampe kềm)
- V_{oc}: điện áp hở mạch (dùng volt kế đó 2 đầu cực +/- khi không tải)
- V_{mp} : điện áp tại công suất cực đại
- I_{mp}: dòng điện tại công suất cực đại
- Pmax = Vmp x Imp
- Thuật toán dò tìm điểm công suất cực đại này được gọi là Maximum Power Point Tracking (MPPT), thường nghe đến trong inverter.



2- Solar cells (Tế bào quang điện)

Đặc tính tải (load lines) của solar cell

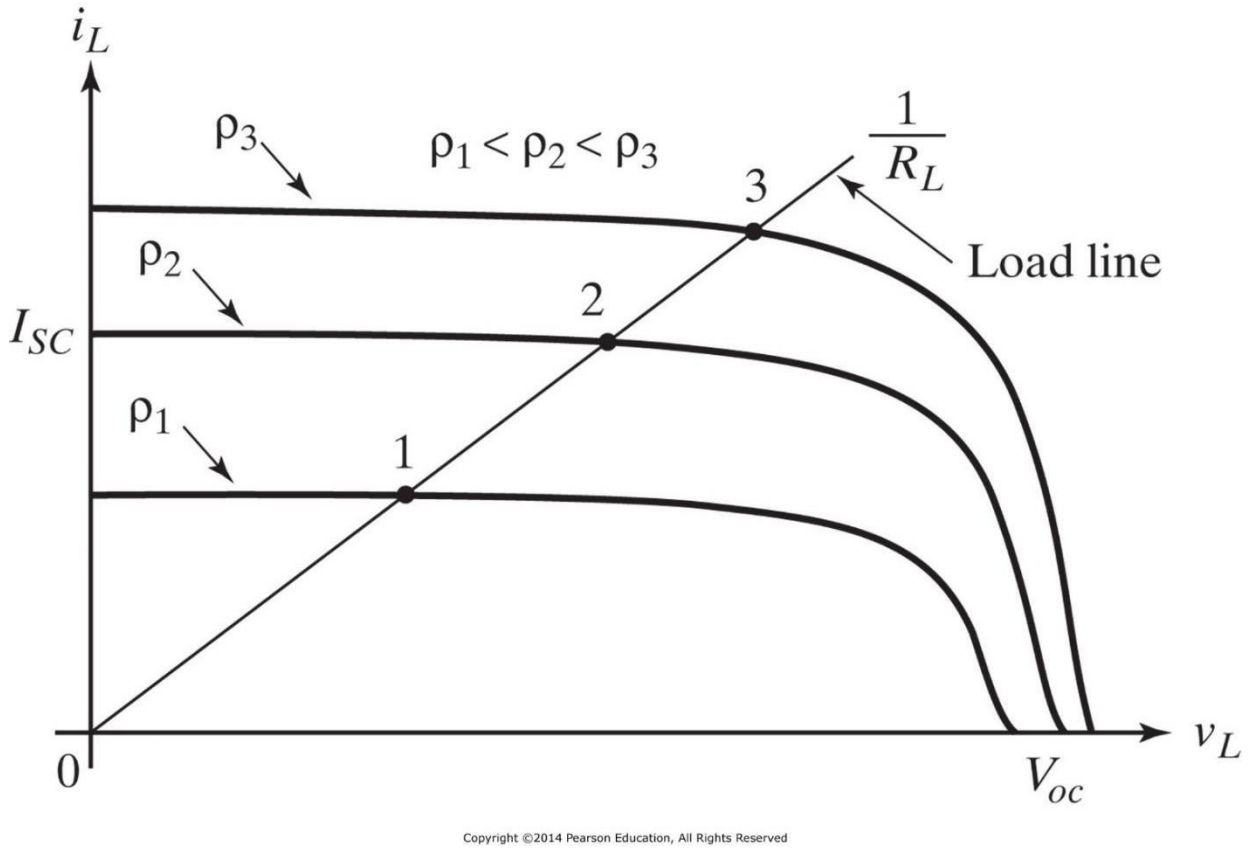
- Điểm hoạt động (operating point) của solar cell phụ thuộc vào điện trở tải
- Khi điện trở tải tăng lên, điện áp đầu ra của solar cell cũng tăng lên.



2- Solar cells (Tế bào quang điện)

Ảnh hưởng của bức xạ (irradiance)

- Khi bức xạ mặt trời tăng sẽ dẫn đến tăng dòng ngắn mạch I_{sc}, điện áp hở mạch V_{oc} của solar cell.

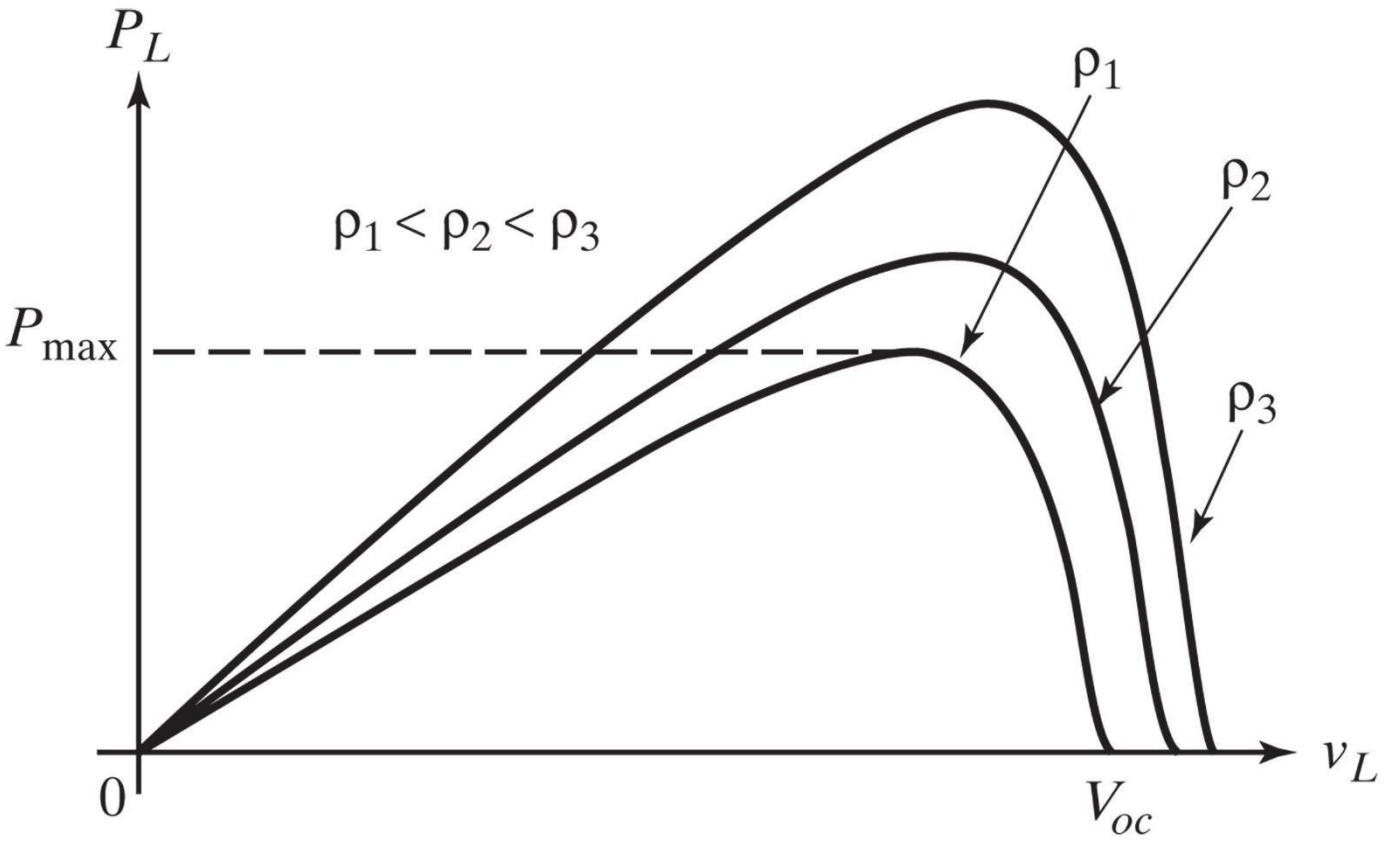


Copyright ©2014 Pearson Education, All Rights Reserved

2- Solar cells (Tế bào quang điện)

Ảnh hưởng của bức xạ (irradiance)

- Khi bức xạ mặt trời tăng sẽ dẫn đến tăng điểm công suất cực đại P_{max} của solar cell/tấm pin.

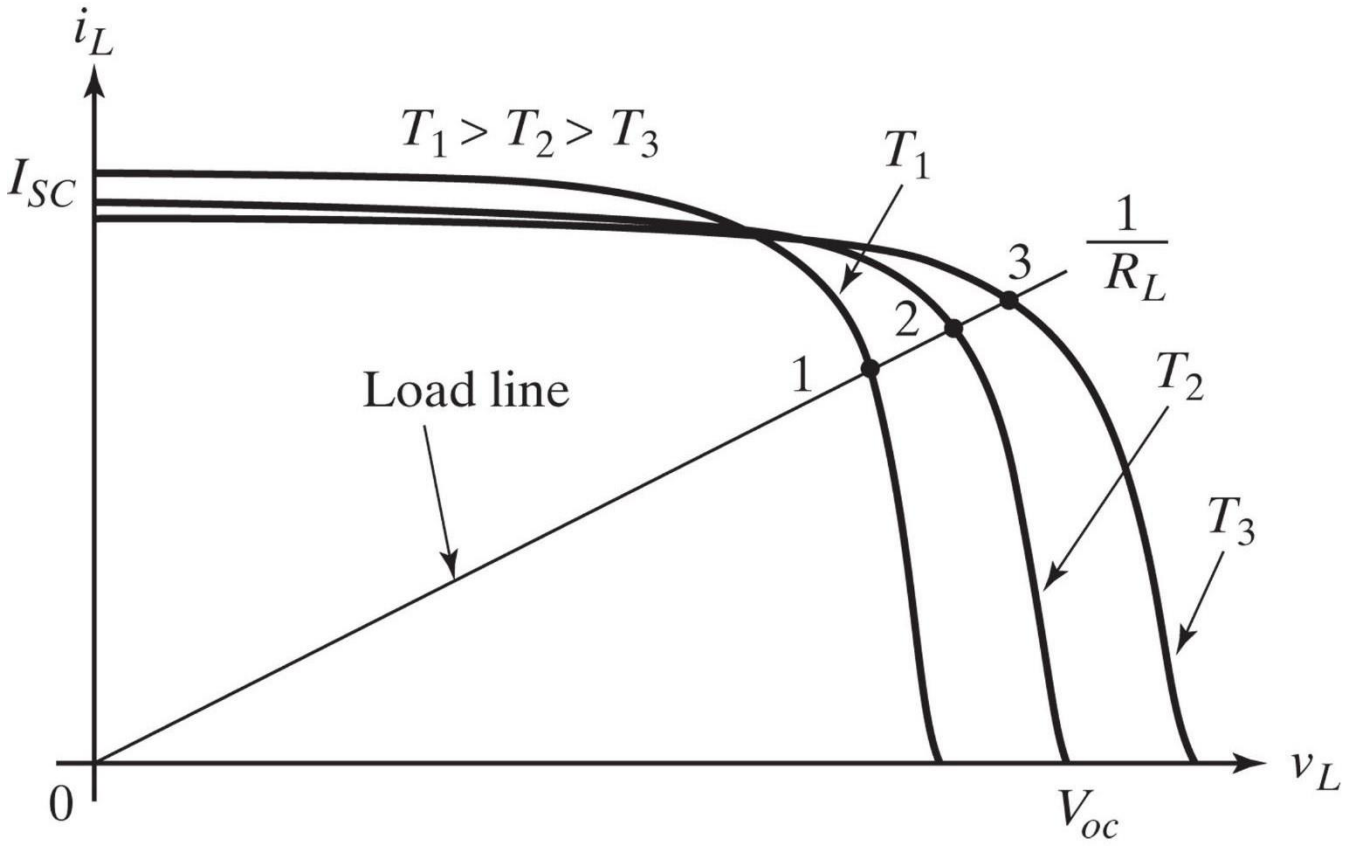


Copyright ©2014 Pearson Education, All Rights Reserved

2- Solar cells (Tế bào quang điện)

Ảnh hưởng của nhiệt độ (temperature)

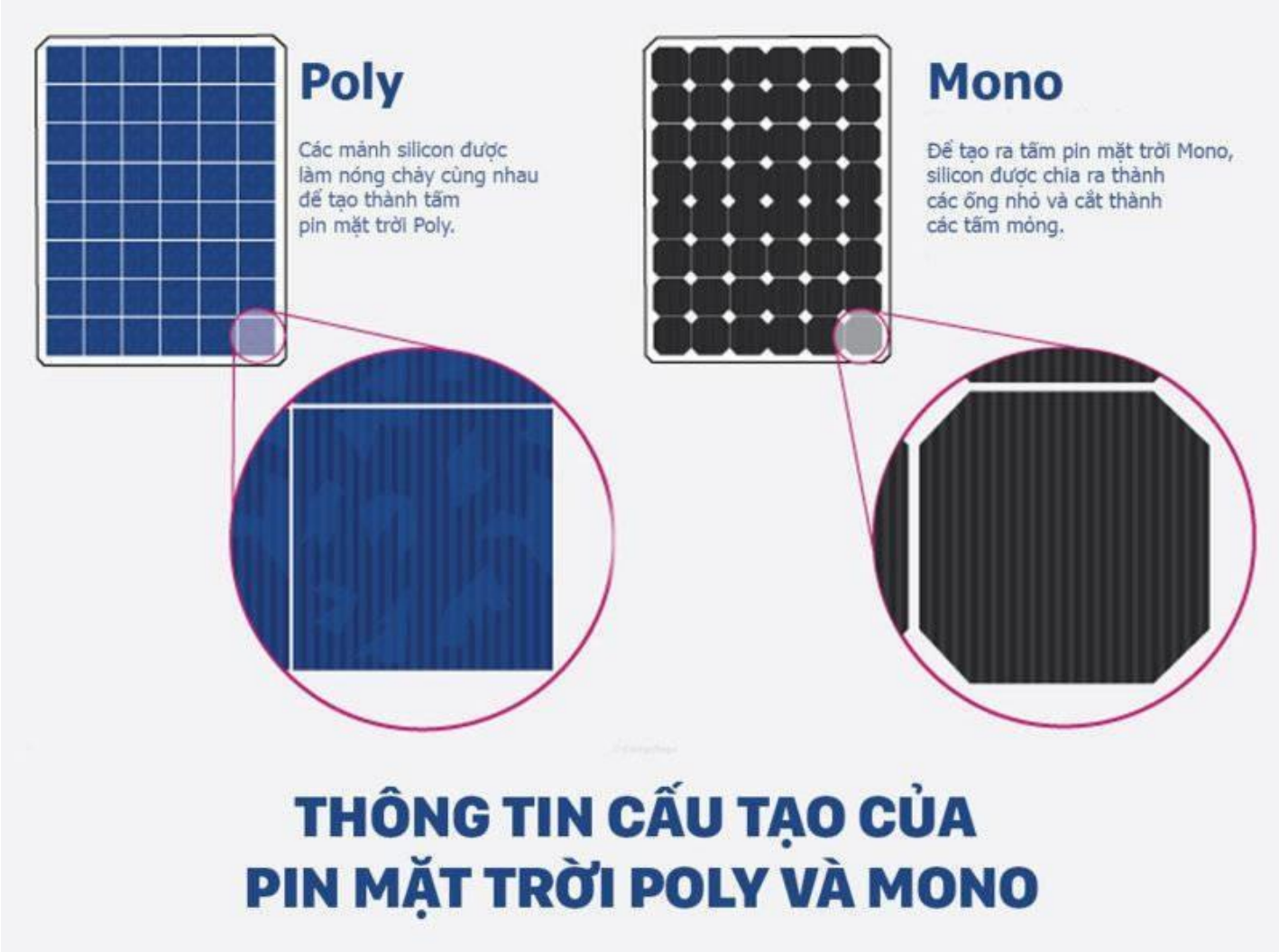
- Khi nhiệt độ tăng, dòng ngắn mạch I_{sc} sẽ tăng, điện áp hở mạch V_{oc} giảm → công suất giảm (lượng giảm của điện áp cao hơn lượng tăng của dòng điện)



Copyright ©2014 Pearson Education, All Rights Reserved

2- Solar cells (Tế bào quang điện)

Monocrystalline Cells và Polycrystalline Cells. Sự khác biệt là gì?

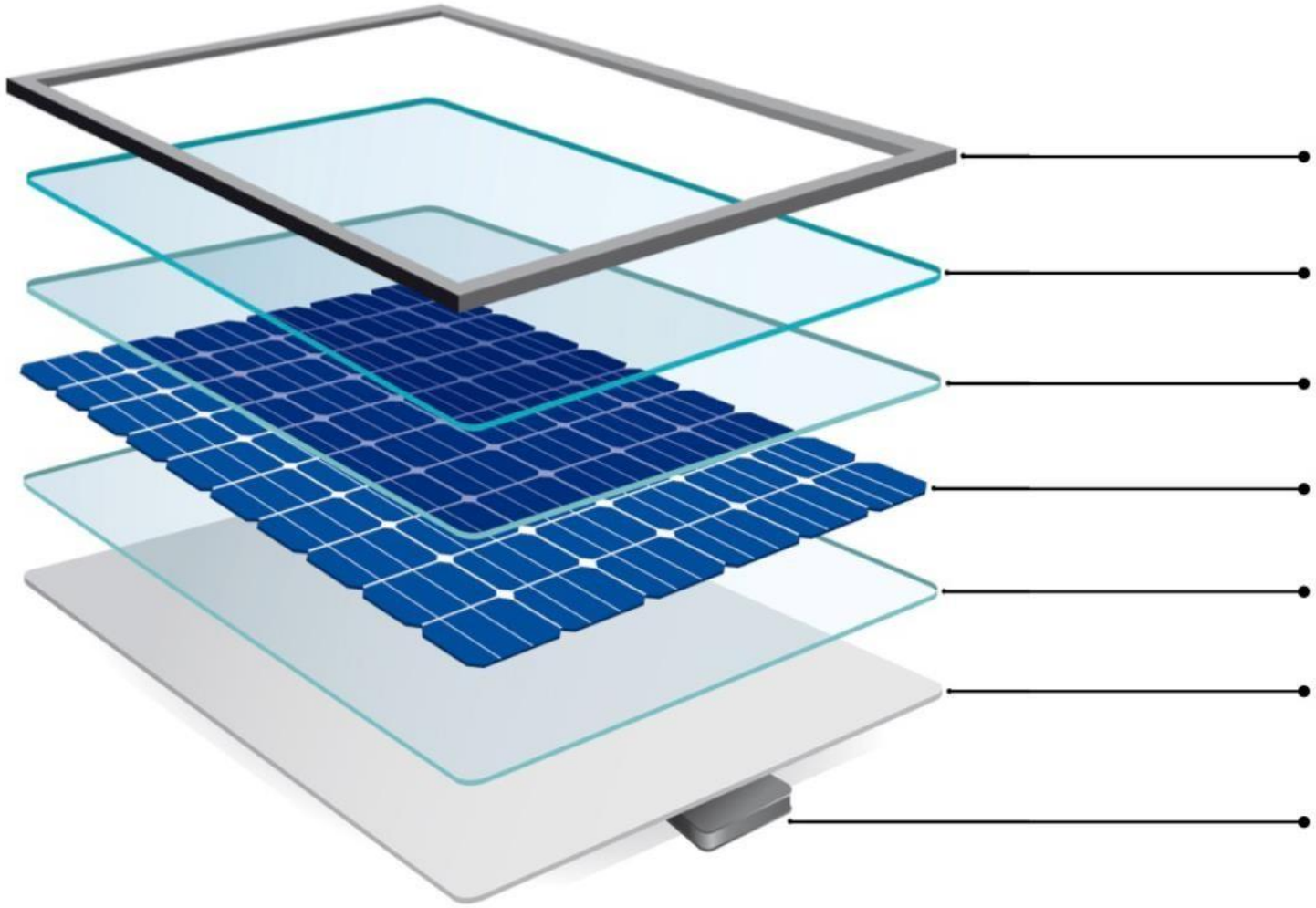


Bảng so sánh giữa Monocrystalline và Polycrystalline

Tiêu chí	Monocrystalline	Polycrystalline
Giá $/W	Đắt hơn, không đáng kể (thị trường hiện tại)	Rẻ hơn (nếu hệ thống từ MW trở lên)
Hiệu suất	- Nếu cùng công suất tấm pin, hiệu suất của 2 loại như nhau, sản lượng điện tạo ra là như nhau.	
	- Tấm pin có công suất cao hơn lên đến 370W, hiệu suất cao hơn với tấm poly cùng công suất. - Tấm pin AE Mono 360W: 18.55%	- Tấm pin có công suất lên đến 340W. Lưu ý: khi so sánh, phải so sánh cùng một hãng. - Tấm pin AE Poly 330W: 17.01%
Nguyên liệu	Từ silicon đơn tinh thể, electrons di chuyển dễ dàng → điện trở bán dẫn thấp	Từ silicon đa tinh thể. Điện trở bán dẫn cao hơn.
Nhiệt độ	Suy giảm hiệu suất thấp hơn khi nhiệt độ tăng	Suy giảm hiệu suất cao hơn khi nhiệt độ tăng
Diện tích mái nhà	Sử dụng khi có giới hạn về diện tích lắp đặt → tiết kiệm chi phí mounting và vật tư khác. Sản lượng điện năng cao hơn trên cùng một diện tích như nhau.	Sử dụng khi diện tích lắp đặt không giới hạn. Tuy nhiên, với cùng công suất hệ thống, số lượng tấm pin sẽ nhiều hơn, chiếm diện tích hơn, nhiều thiết bị và vật tư hơn
Ưu điểm	Luôn tốt hơn về hiệu suất, sản lượng, tổng vốn đầu tư toàn hệ thống.	

3- Solar module (Tấm pin mặt trời)

Cấu tạo tấm pin mặt trời



Serrated-clip design
Tensile strength
Black/silver colours are optional

Ultra Clear Tempered AR Glass 2mm-4mm thickness
Lower Reflection

EVA - Higher Transmittance 91%

High Efficiency PV Cells - Mono/Poly - PERC

EVA - Backsheet 0.45mm

Super Isolation multilayer structure
Withstand fire/dust/UV/tear tests

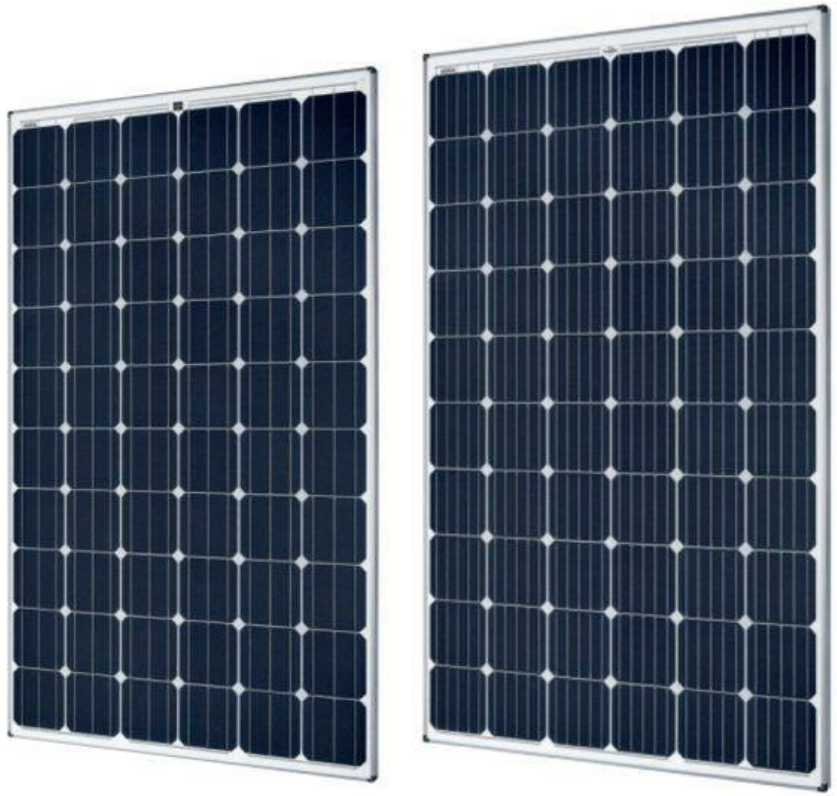
Innovative full-glue-filled junction box
Outstanding sealability



3- Solar module (Tấm pin mặt trời)

3 busbars hay 5 busbars tốt hơn?

- Busbar là các sợi kim loại kết nối các solar cell nối tiếp với nhau để tạo điện áp cao hơn.
- Mỗi solar cell có điện áp V_{mp} trung bình 0.5 V.
- Tấm pin có 5 busbars sẽ có điện trở thấp hơn giữa các cell → công suất tấm pin cao hơn khoảng 2% cho cùng kích cỡ.



Ohms Law

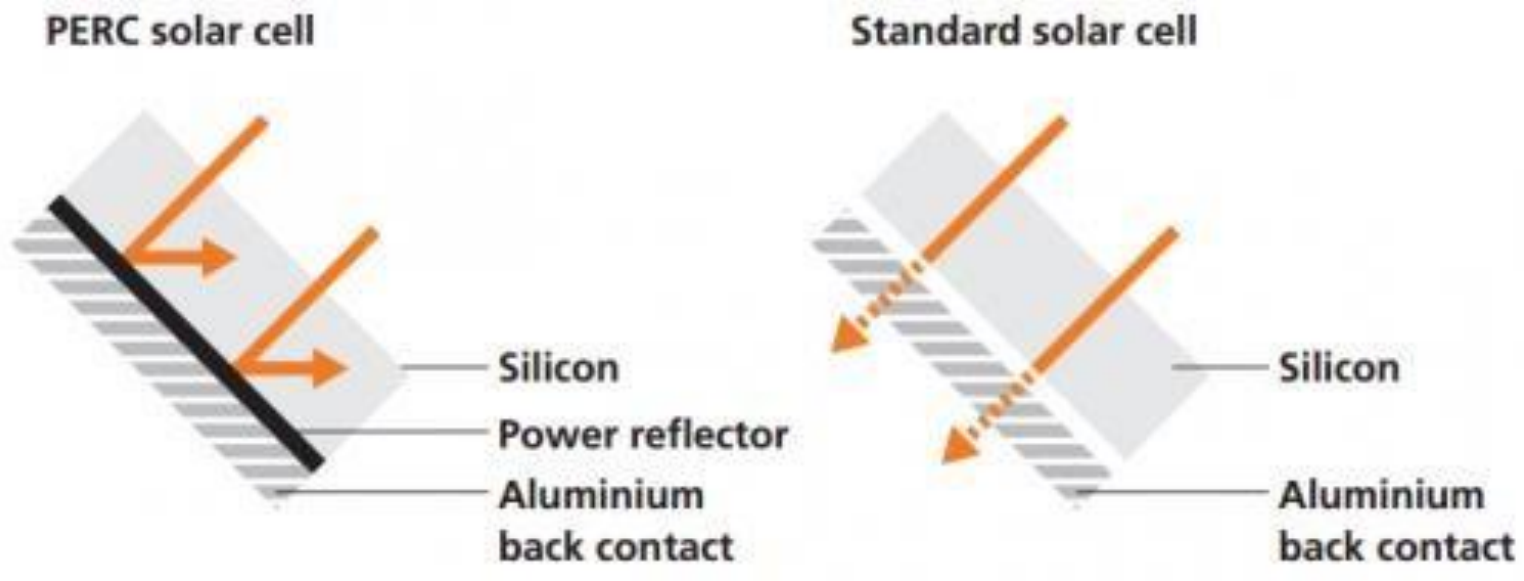
$$\uparrow I = \frac{V_{(\text{stays the same})}}{R\downarrow}$$

$$\uparrow P = \downarrow R \times I^2 \uparrow$$

3- Solar module (Tấm pin mặt trời)

PERC (Passivated Emitter and Rear Cell) Technology

- PERC sử dụng lớp vật liệu thụ động trên bề mặt sau của solar cells để giúp phản xạ lại một phần ánh sáng cho giai đoạn hấp thụ bức xạ lần 2.
- Công nghệ PERC giúp tăng hiệu suất tấm pin, tăng ROI (return of investment trong đầu tư



3- Solar module (Tấm pin mặt trời)

Thông số kỹ thuật trong datasheet – Ví dụ tấm pin AE Solar

prime solar energy solutions

SPECIFICATIONS

		AE345M6-72	AE350M6-72	AE355M6-72	AE360M6-72
Nominal Max. Power	Pmax (Wp)	345	350	355	360
Maximum power voltage	Vmp(V)	39,34	39,46	39,51	39,55
Maximum power current	Imp (A)	8,77	8,87	8,99	9,10
Open-circuit voltage	Voc(V)	47,08	47,149	47,3	47,38
Short-circuit current	Isc (A)	9,51	9,551	9,58	9,62
Module efficiency	(%)	17,78	18,04	18,30	18,55
Power tolerance	Pmax (Wp)	0 / + 5			
Maximum system voltage DC	(V)	1000			
Operating temperature	(°C)	-40 to +85			
Temp. coefficients of Pmax	(%/°C)	-0.38			
Temp. coefficients of Voc	(%/°C)	-0.29			
Temp. coefficients of Isc	(%/°C)	0.050			
Nom. Operating cell temp.(NOCT)	(°C)	45±2			

The electrical data apply to standard test conditions (STC): Irradiance of 1000 W/m² with spectrum AM 1.5 and a cell temperature of 25°C.

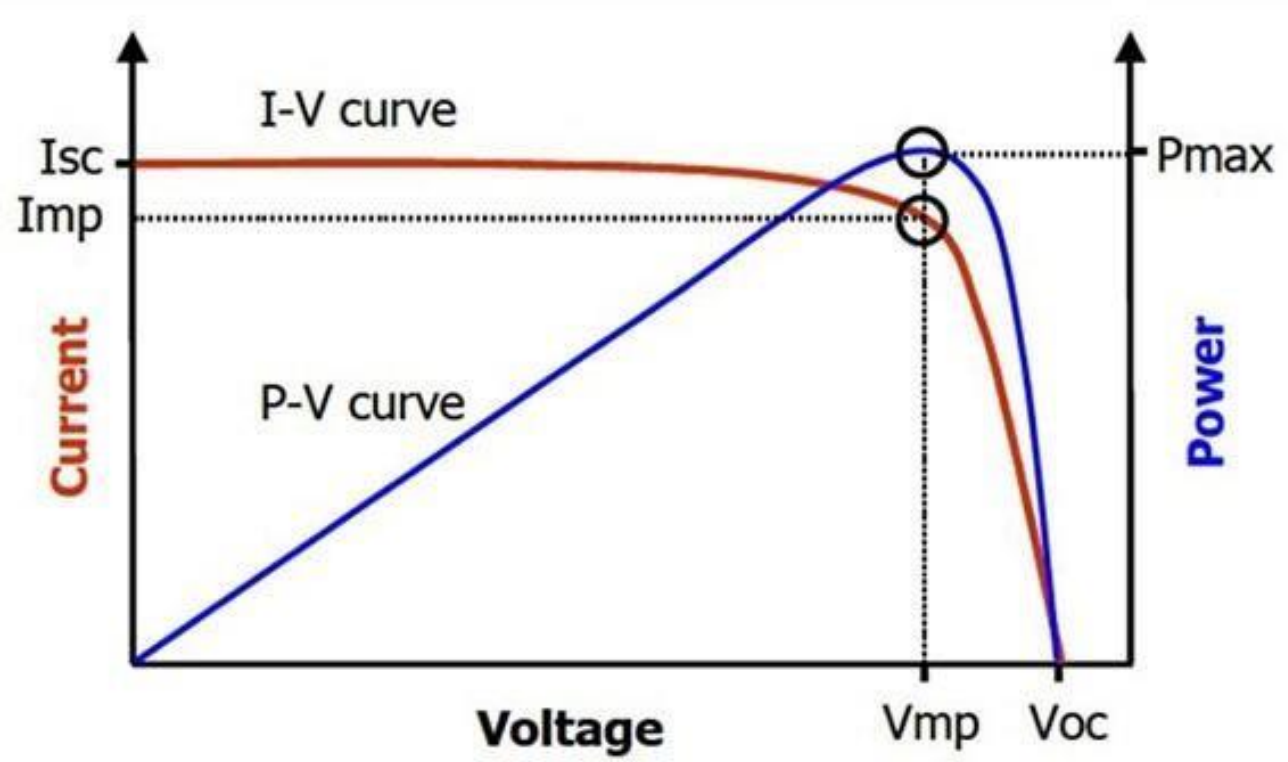
3- Solar module (Tấm pin mặt trời)

Hiệu suất tấm pin mặt trời là gì?

- Là hiệu suất chuyển đổi quang năng thành điện năng.
- Ví dụ: Bức xạ mặt trời tại khu vực lắp pin là 1000W/m2. Hiệu suất tấm pin là 18.55%, nghĩa là 1 m2 pin sẽ tạo ra 18.55% x 1000W = 185.5 W (DC). Diện tích tấm pin bao nhiêu m2, nhân lên, sẽ tính ra công suất DC của tấm pin tại thời điểm có bức xạ đó.

3- Solar module (Tấm pin mặt trời)

Thông số kỹ thuật trong datasheet – Ví dụ tấm pin AE Solar



Thực hành: Kiểm tra công suất P_{max} của tấm pin AE Solar với các thông số trong datasheet.

3- Solar module (Tấm pin mặt trời)

Suy giảm công suất cực đại P_{max}, điện áp V_{oc} , tăng I_{sc} khi nhiệt độ tăng

Mono AE Solar

Temp. coefficients of Pmax	(%/°C)	-0.38
Temp. coefficients of Voc	(%/°C)	-0.29
Temp. coefficients of Isc	(%/°C)	0.050

Poly AE Solar

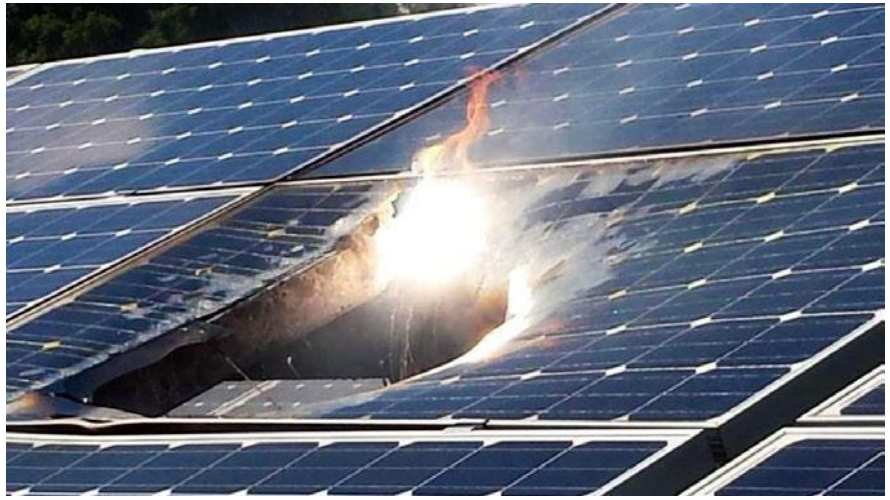
Temp. coefficients of Pmax	(%/°C)	-0.40
Temp. coefficients of Voc	(%/°C)	-0.31
Temp. coefficients of Isc	(%/°C)	0.053

Nếu nhiệt độ tăng lên 10°C, công suất tấm mono giảm 3.8%, tấm poly giảm 4%. Sự khác biệt không đáng kể

3- Solar module (Tấm pin mặt trời)

“Hot-spot” là gì?

- Hot-spot là hiện tượng nhiệt độ tăng lên tại một khu vực trong tấm pin mặt trời. Hot-spot gây ra do sụt giảm dòng điện trong 1 hoặc nhiều cell trong 1 chuỗi cell.
- Nguyên nhân gây ra do bởi bụi bẩn, tuyết, lá cây, bóng che, hoặc lỗi sản xuất tấm pin
- Nhiệt độ tích lũy trên solar cell có thể lên đến 160^0C -> giảm hiệu suất, hư hại tấm pin, hoặc hỏa hoạn.
- Thực tế, 30% hỏa hoạn trên hệ thống điện mặt trời là từ hiện tượng hot-spot này.





3- Solar module (Tấm pin mặt trời)

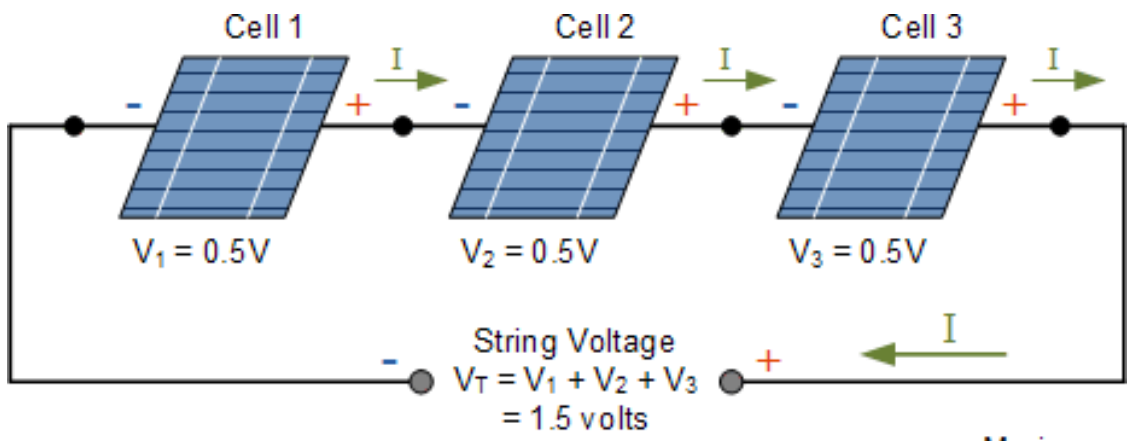
Hiện tượng bóng che (shading)

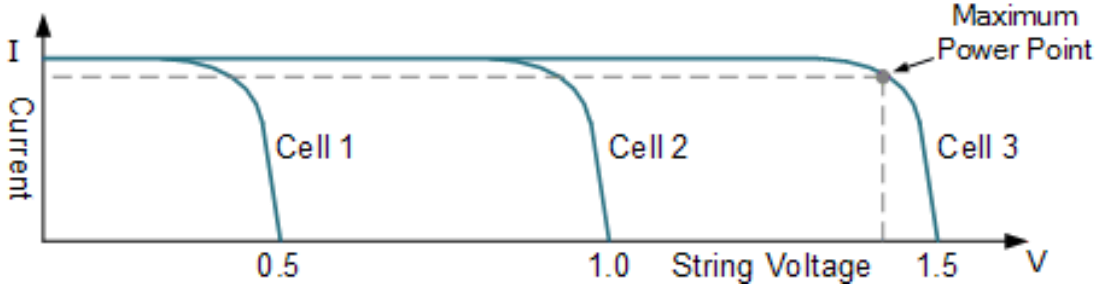
- Khi cell bị che, dòng điện qua cell đó sẽ bị giảm. Do các cell mắc nối tiếp, nên dòng điện của cell string sẽ theo dòng của cell bị che này.
- Cell bị che hoạt động như một điện trở bán dẫn, tiêu thụ điện năng từ các cell bình thường khác >>>Hot - spots



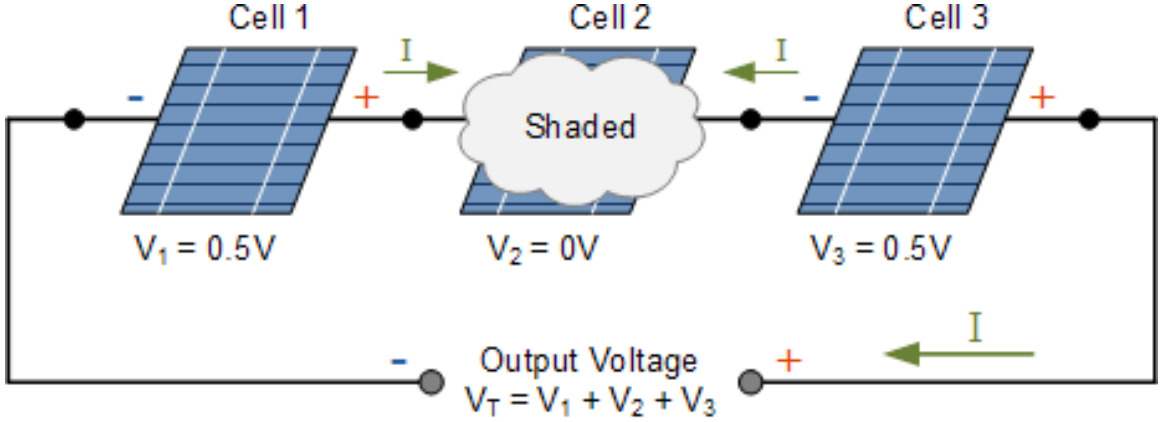
3- Solar module (Tấm pin mặt trời)

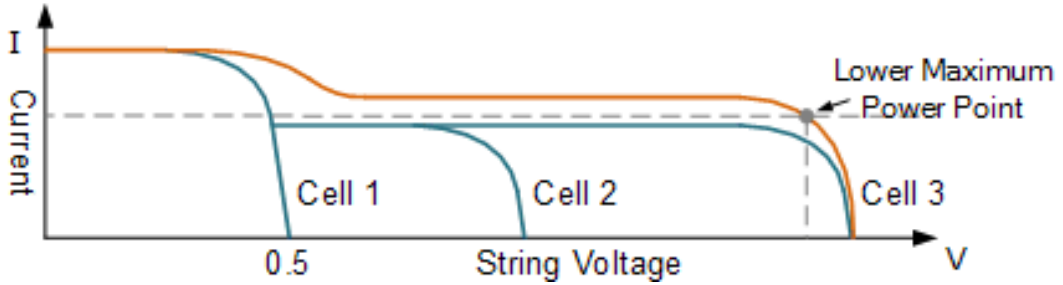
Không bị che





Khi bị che

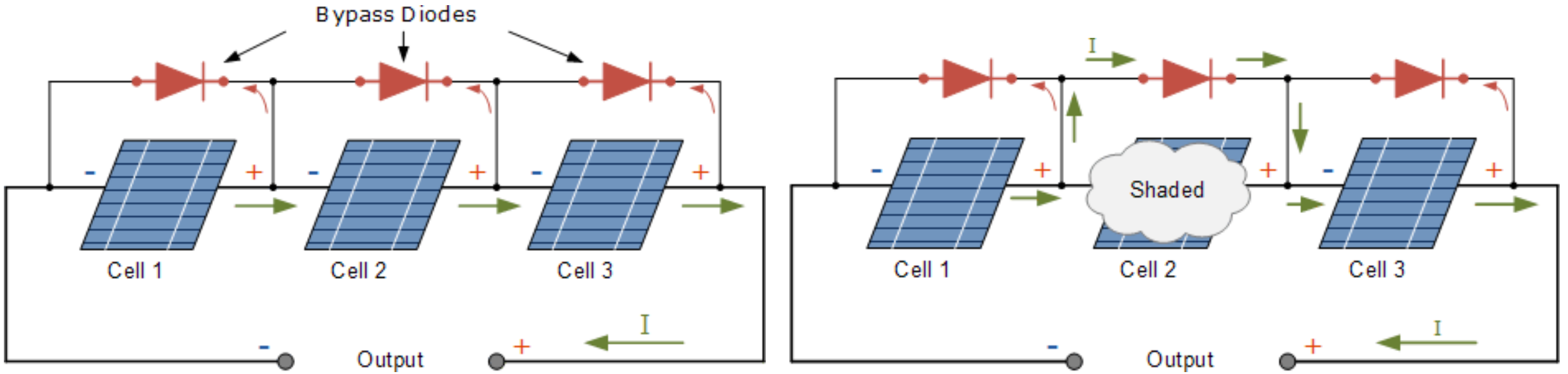




Khi bị che, MPP (maximum power point) sẽ bị giảm. Cell bị che tăng nhiệt độ do tiêu thụ năng lượng từ các cell không chị che.

3- Solar module (Tấm pin mặt trời)

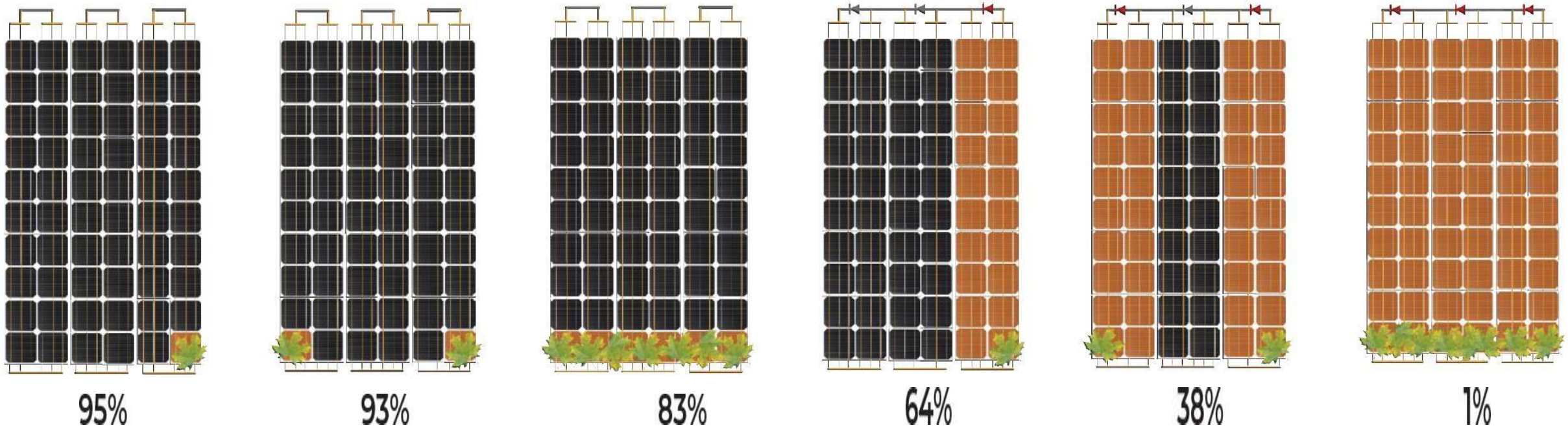
Bảo vệ bằng Bypass Diode



Bypass diode được dùng để cách ly cell bị che ra khỏi các cell đang làm việc bình thường

3- Solar module (Tấm pin mặt trời)

So sánh hiệu quả của tấm pin AE standard và tấm pin AE Smart Hot-Spot Free



AE SMART MODULE

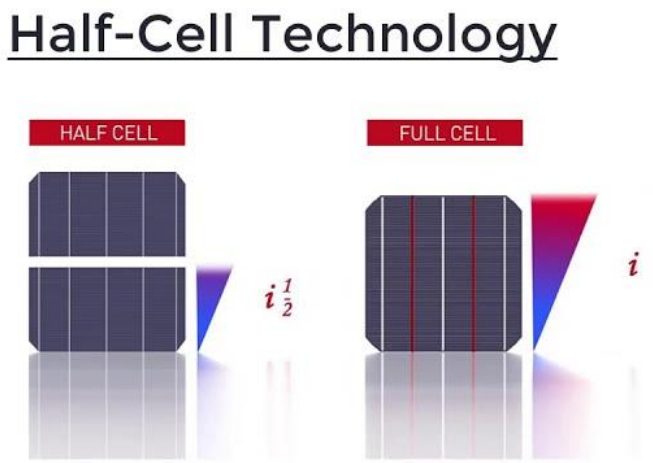
AE STANDARD MODULE

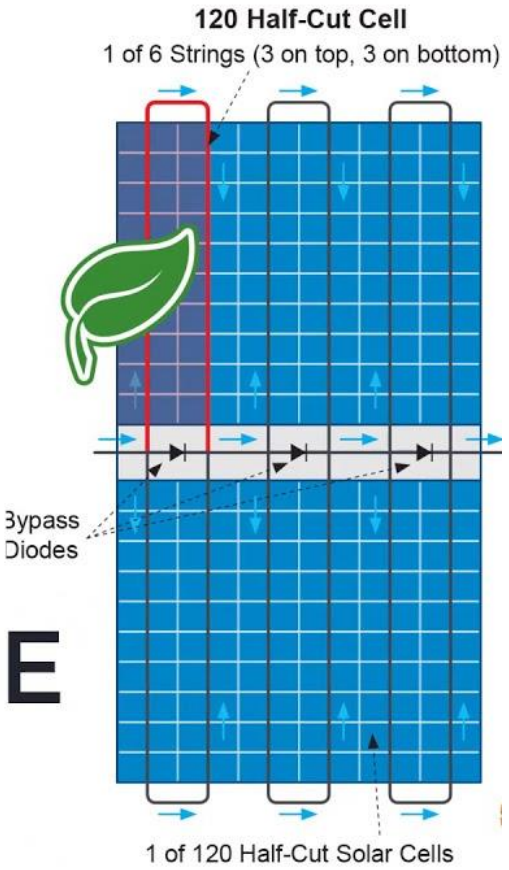
Video tham khảo:
https://www.youtube.com/watch?v=n8PlVko0y14

3- Solar module (Tấm pin mặt trời)

So sánh hiệu quả của tấm pin full-cell và tấm pin half-cell

- Tăng hiệu suất tấm pin (giảm điện nội trở)
- Giảm ảnh hưởng bởi hiện tượng bóng che (shading) do chuyển bypass diode vào giữa tấm.
- Giảm ảnh hưởng bởi hot-spot
- Giảm công suất hao hụt





Video tham khảo:
https://www.youtube.com/watch?v=i_vLV_mDbOU

4- PV inverter (Biến tần PV)

Biến tần PV (photovoltaic) hòa lưới là gì?

- Biến tần hòa lưới là thiết bị điện dùng để chuyển đổi điện DC từ solar panels thành điện xoay chiều AC nối trực tiếp vào lưới điện và tải tiêu thụ.
- Đầu vào của biến tần kết nối với các solar panel strings. Đầu ra của biến tần nối vào tủ điện vào lưới điện của dự án.
- ***Biến tần hòa lưới sẽ ngưng làm việc khi không có điện lưới!***



4- PV inverter (Biến tần PV)

Các loại biến tần hòa lưới

	String inverter	Microinverter	Central inverter
Dải công suất	1.5 kW – 100kW	250-300W	MW
Ứng dụng	Rooftop cho hộ gia đình, doanh nghiệp	Rooftop cho hộ gia đình, doanh nghiệp	Solar farms (nhà máy điện mặt trời)
$/W	Trung bình	Cao nhất	Thấp nhất
Hiệu quả	Giải quyết MPPT trên mức độ string	Giải quyết MPPT trên mức độ từng tầm pin → hiệu quả tốt nhất so với 2 loại còn lại	Giải quyết MPPT trên mức độ string
Số lượng MPPT	1-6	1	1
Điện áp hoạt động DC đầu vào	200 – 1000V	16-60V	550V – 1100V

4- PV inverter (Biến tần PV)

Biến tần hòa lưới có mấy loại?

	Hòa lưới không lưu trữ (phổ biến)	Hòa lưới có lưu trữ
Giá	- Rẻ hơn. Chi phí đầu tư hệ thống rẻ hơn. Thời gian hoàn vốn nhanh hơn.	- Đắt hơn. Chi phí đầu tư cao hơn vì có pin lưu trữ. Thời gian hoàn vốn lâu hơn.
Pin lưu trữ	Không cần	Cần
Ví dụ	Fronius Eco (Áo), SMA STP25000 (Đức)	Fronius Symo Hybrid, SMA Sunny Boy Storage
Video tham khảo		





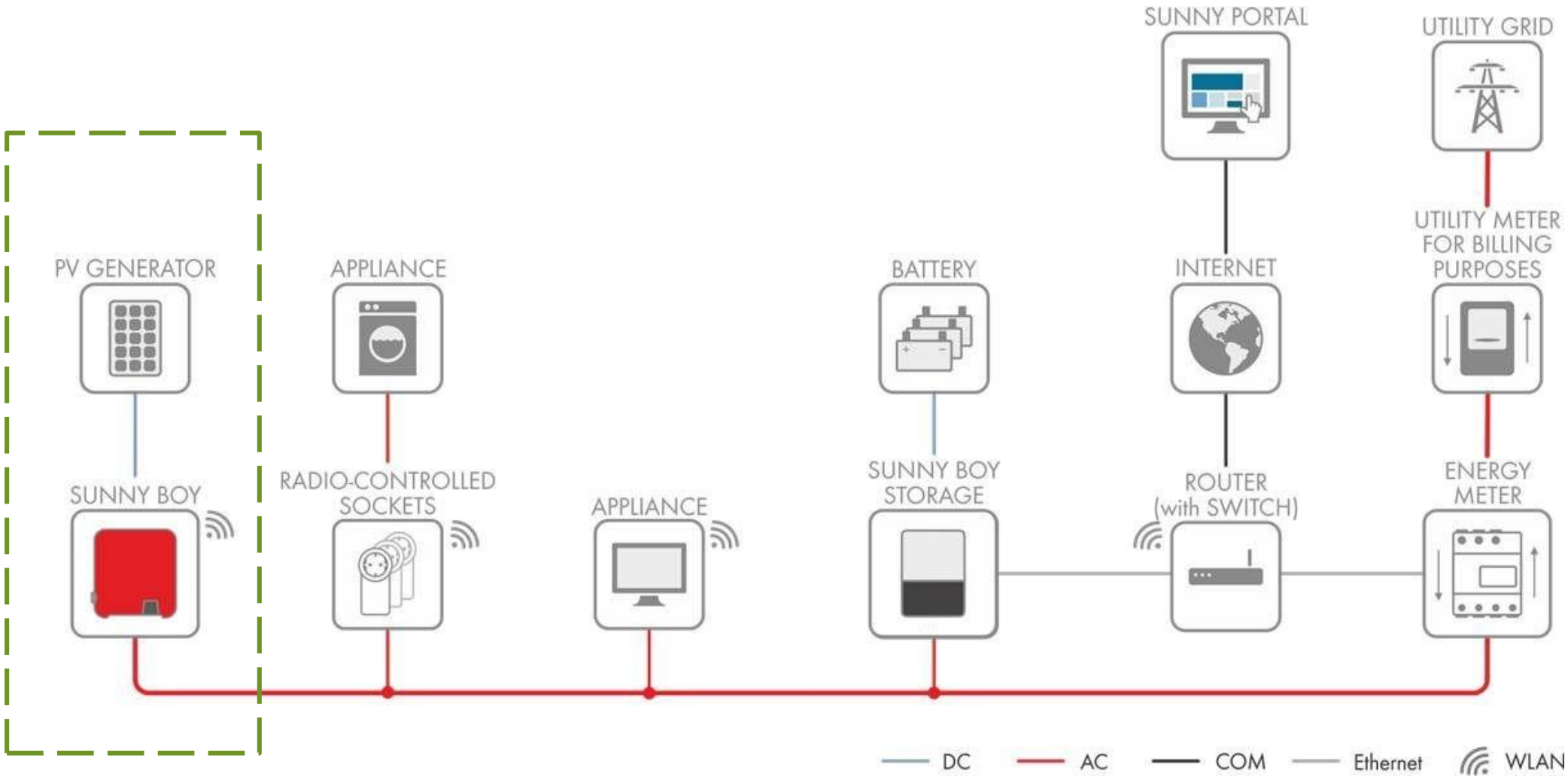






4- PV inverter (Biến tần PV)

Sơ đồ hoạt động của biến tần với hệ thống điện mặt trời. SMA inverters.

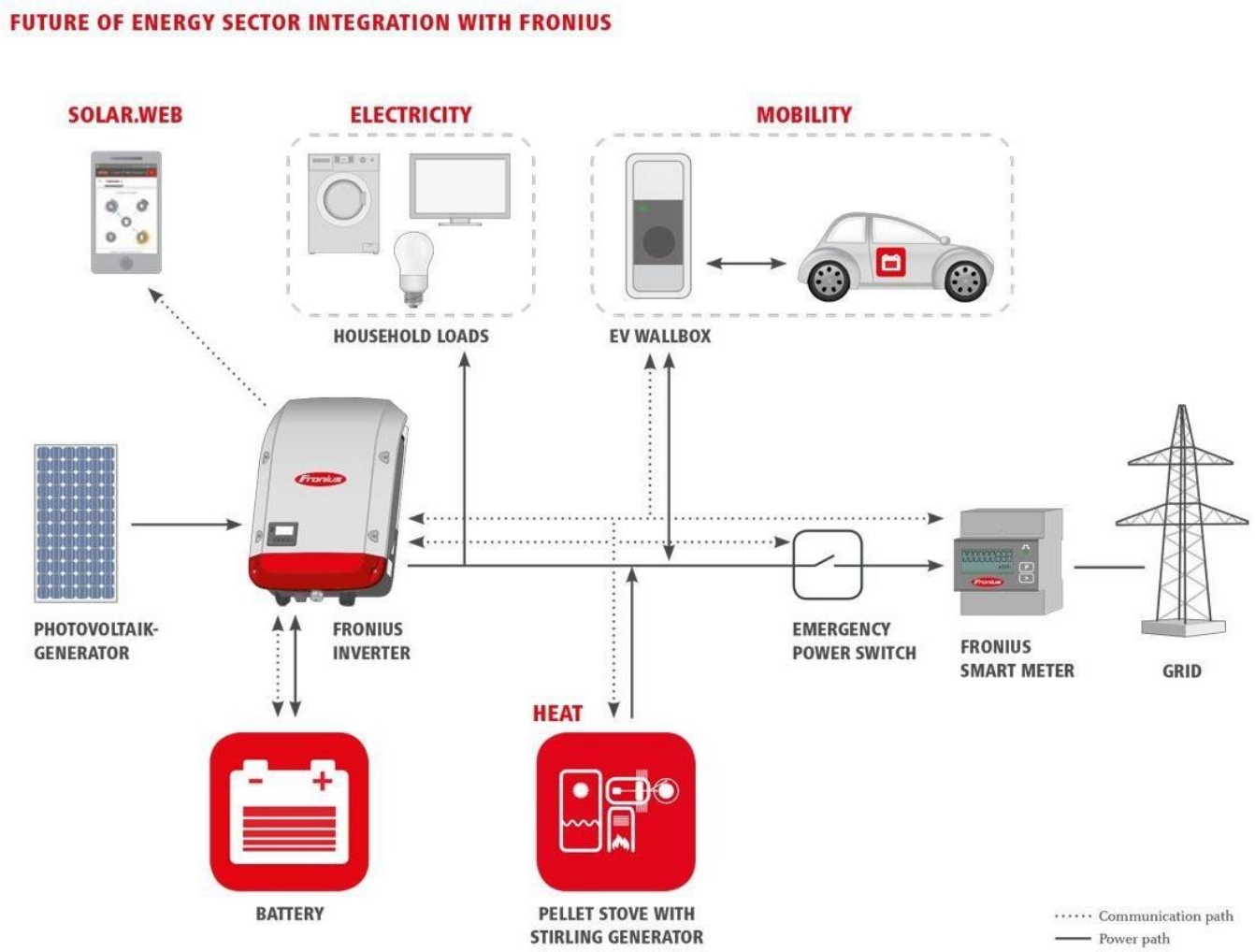


4- PV inverter (Biến tần PV)

Sơ đồ hoạt động của biến tần với hệ thống điện mặt trời. Fronius Symo Hybrid inverter.

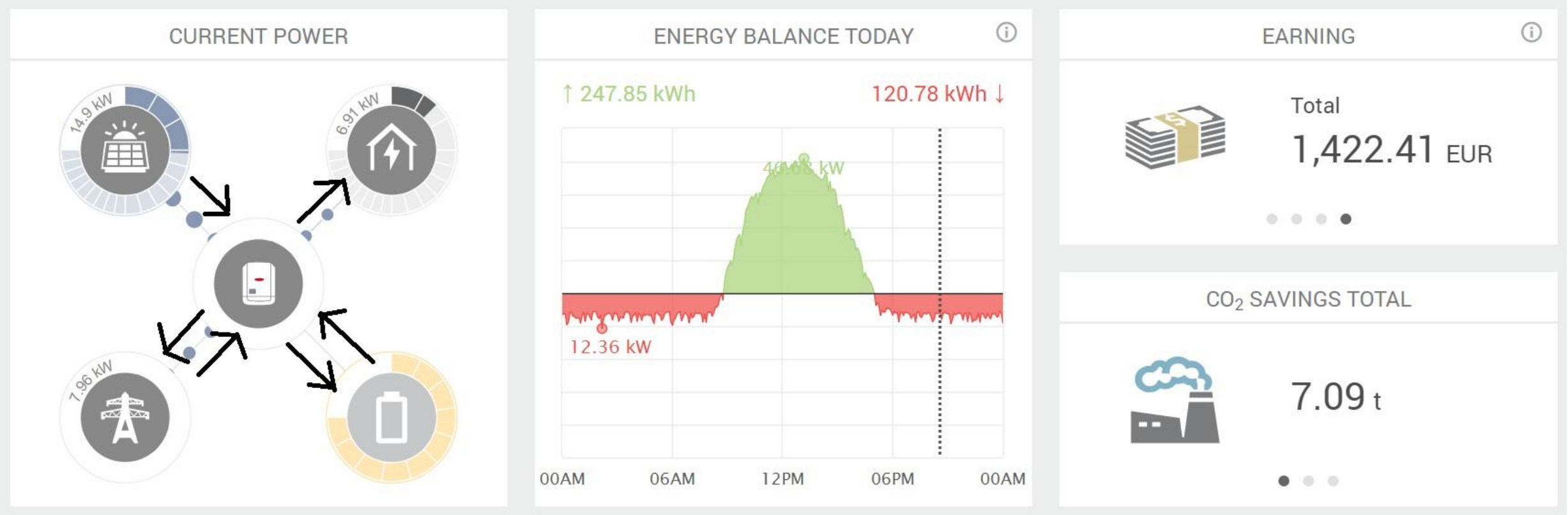
Biến tần hòa lưới Hybrid của Fronius với chức năng điều khiển đa dòng công suất vào ra (multi flow technology) cùng một thời điểm.
Hoạt động độc lập ngay cả mất điện
lưới. Recommended!

Video:



4- PV inverter (Biến tần PV)

Dòng công suất trong hệ thống điện mặt trời nối lưới



Xem trực tiếp demo trên Solar.web: https://www.solarweb.com/PvSystems/Widgets

4- PV inverter (Biến tần PV)

Thông số kỹ thuật cần lưu ý trong inverter datasheet

TECHNICAL DATA FRONIUS SYMO (10.0-3-M, 12.5-3-M, 15.0-3-M, 17.5-3-M, 20.0-3-M)

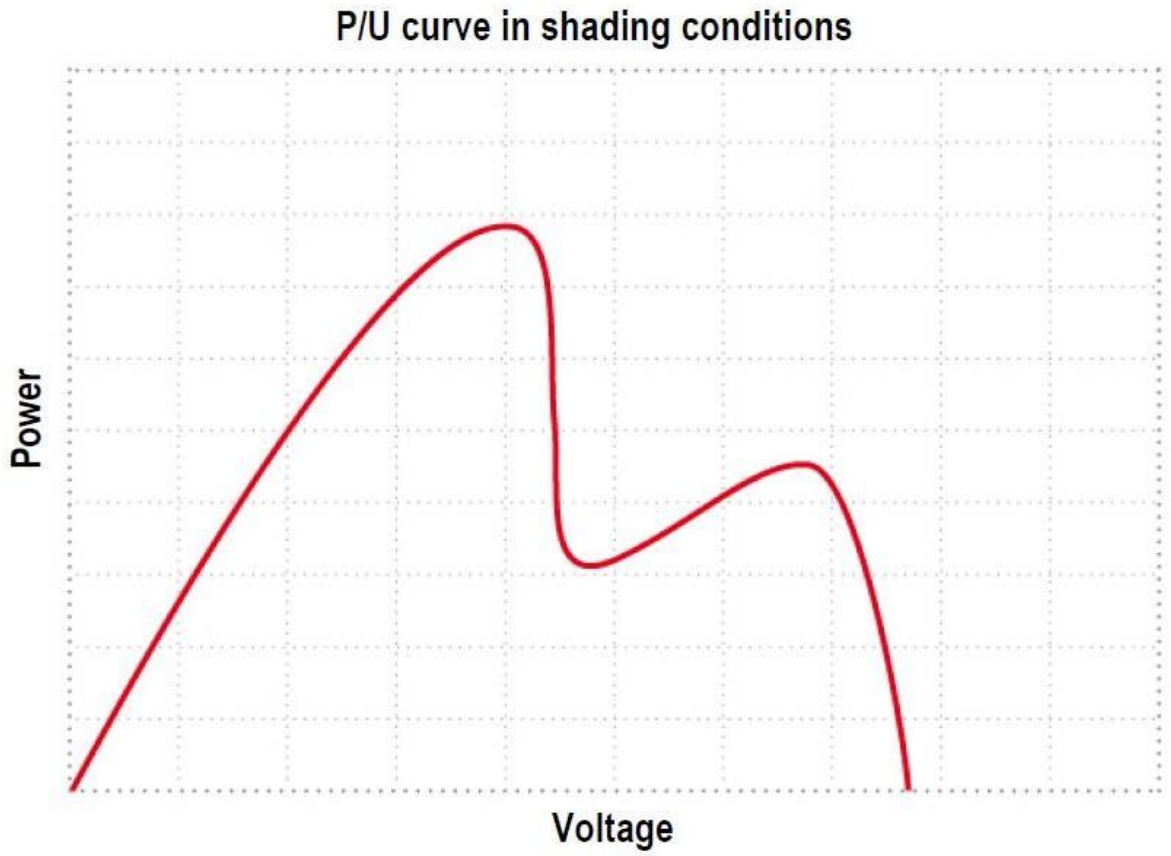
INPUT DATA	SYMO 10.0-3-M	SYMO 12.5-3-M	SYMO 15.0-3-M	SYMO 17.5-3-M	SYMO 20.0-3-M
Number MPP trackers	2				
Max. input current ($I_{dc\ max\ 1}$ / $I_{dc\ max\ 2}$)	27.0 A / 16.5 A [1]		33.0 A / 27.0 A		
Max. usable input current total ($I_{dc\ max\ 1}$ + $I_{dc\ max\ 2}$)	43.5 A		51.0 A		
Max. array short circuit current (MPP_1/MPP_2)	40.5 A / 24.8 A		49.5 A / 40.5 A		
DC input voltage range ($U_{dc\ min}$ - $U_{dc\ max}$)	200 - 1,000 V				
Feed-in start voltage ($U_{dc\ start}$)	200 V				
Usable MPP voltage range	200 - 800 V				
Number of DC connections	3+3				
Max. PV generator output ($P_{dc\ max}$)	15.0 kW_{peak}	18.8 kW_{peak}	22.5 kW_{peak}	26.3 kW_{peak}	30.0 kW_{peak}

OUTPUT DATA	SYMO 10.0-3-M	SYMO 12.5-3-M	SYMO 15.0-3-M	SYMO 17.5-3-M	SYMO 20.0-3-M
AC nominal output ($P_{ac,r}$)	10,000 W	12,500 W	15,000 W	17,500 W	20,000 W
Max. output power	10,000 VA	12,500 VA	15,000 VA	17,500 VA	20,000 VA
AC output current ($I_{ac\ nom}$)	14.4 A	18.0 A	21.7 A	25.3 A	28.9 A
Grid connection (voltage range)	3-NPE 400 V / 230 V or 3~NPE 380 V / 220 V (+20 % / -30 %)				
Frequency (Frequency range)	50 Hz / 60 Hz (45 - 65 Hz)				
Total harmonic distortion	1.8 %	2.0 %	1.5 %	1.5 %	1.3 %
Power factor ($\cos \varphi_{ac,r}$)	0 - 1 ind. / cap.				

4- PV inverter (Biến tần PV)

MPP (Maximum Power Point) Trackers của inverter là gì?

- MPPT là thuật toán điều khiển trong inverter dựa vào sự thay đổi điện áp và dòng điện trên từng string hoặc cụm string để dò tìm điểm công suất cực đại của string và hệ thống, nhằm tối đa sản lượng tạo ra trên toàn hệ thống.
- **Chi phí cho inverter chỉ chiếm 10-14% của toàn hệ thống, nhưng đóng vai trò quyết định sản lượng đầu ra rất lớn của hệ thống.**



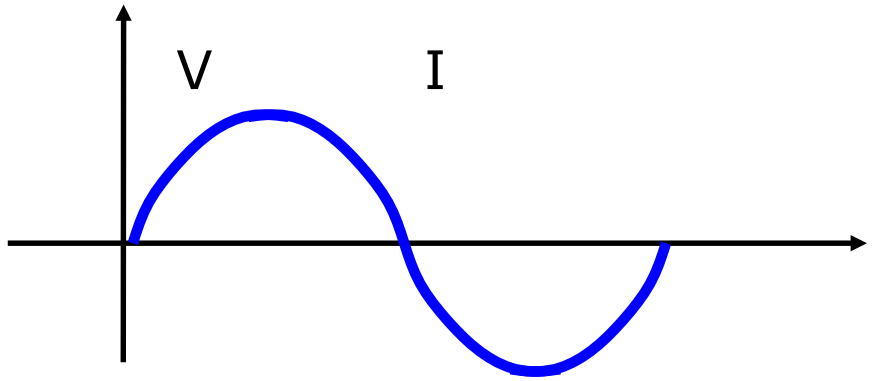
4- PV inverter (Biến tần PV)

Hệ số công suất (power factor) là gì?

- Là tỷ số của công suất thực/hiệu dụng (P in kW) trên công suất biểu kiến (S in VA)
- Công suất hiệu dụng là công suất điện có thể biến đổi thành các dạng công suất khác (cơ, nhiệt, hóa).
- Công suất biểu kiến là đại lượng chỉ sự cung ứng điện năng từ nguồn cấp.
- Hệ số công suất càng cao, càng tốt

$$PF = \frac{P}{S} = \frac{VI\cos\alpha}{VI} = \cos\alpha$$

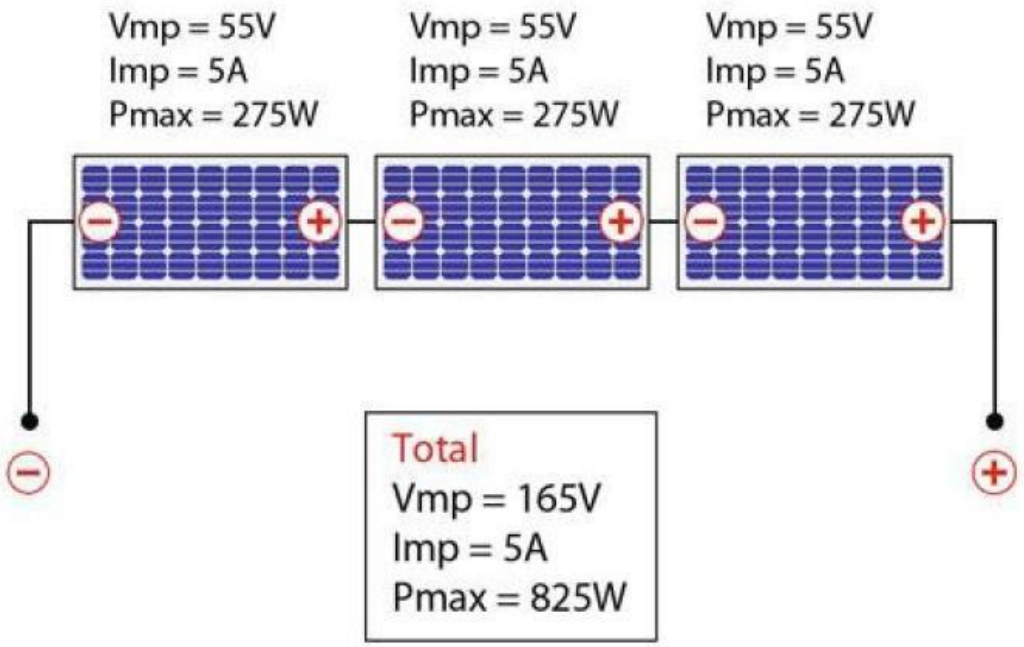
RMS voltage (điện áp hiệu dụng) = V
RMS current (dòng điện hiệu dụng) = I
Phase difference (lệch pha giữ V và I) = cos α



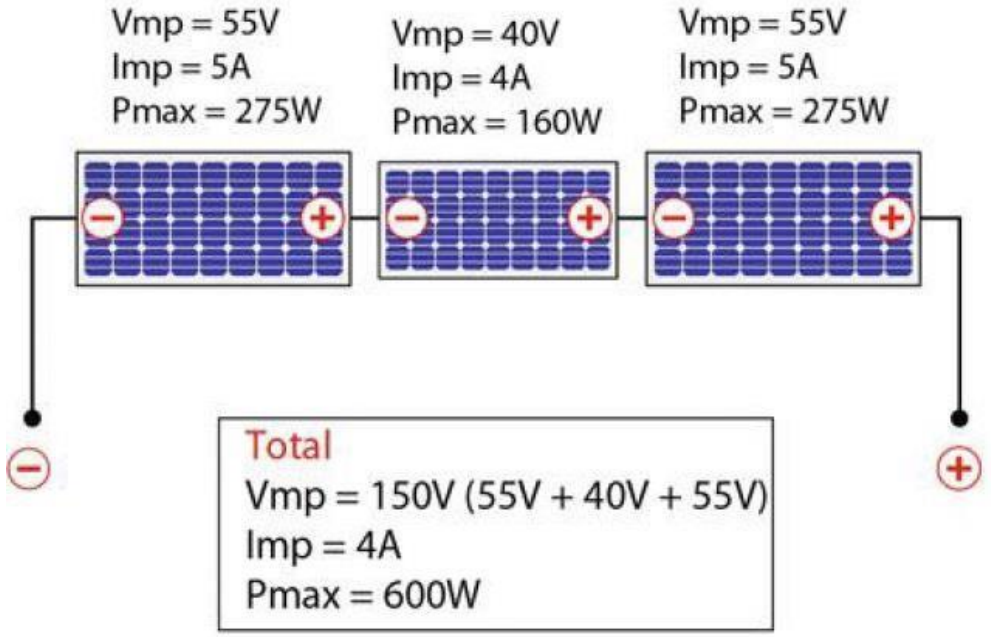
5- Thiết kế hệ thống điện mặt trời

Tạo các string (chuỗi) tấm pin mặt trời

- Các tấm pin nối nối tiếp để tăng điện áp, và nối song song để tăng dòng điện.



Các tấm pin cùng thông số kỹ thuật

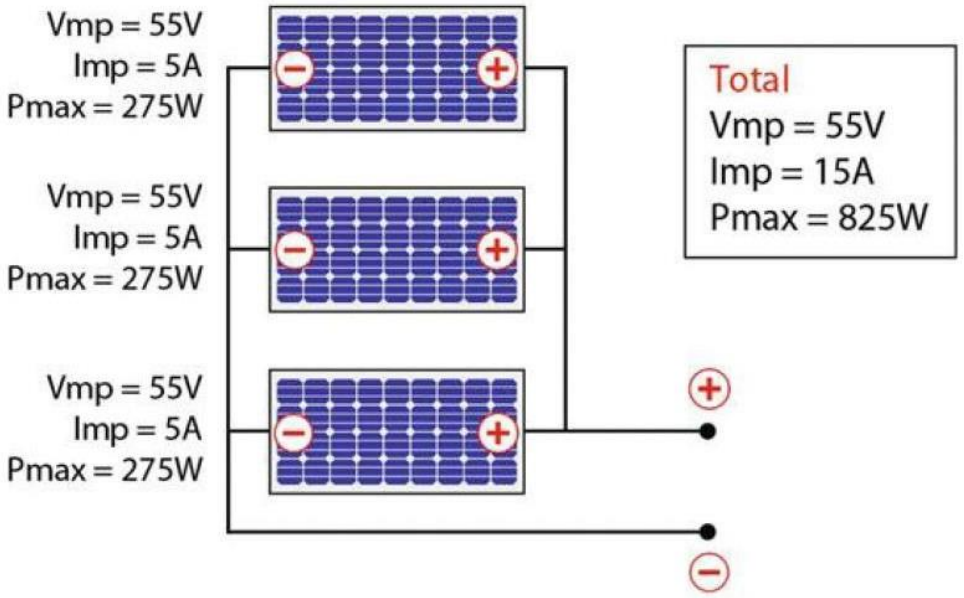


Các tấm pin không cùng thông số kỹ thuật mắc nối tiếp, dòng điện string sẽ theo dòng của tấm pin thấp nhất.

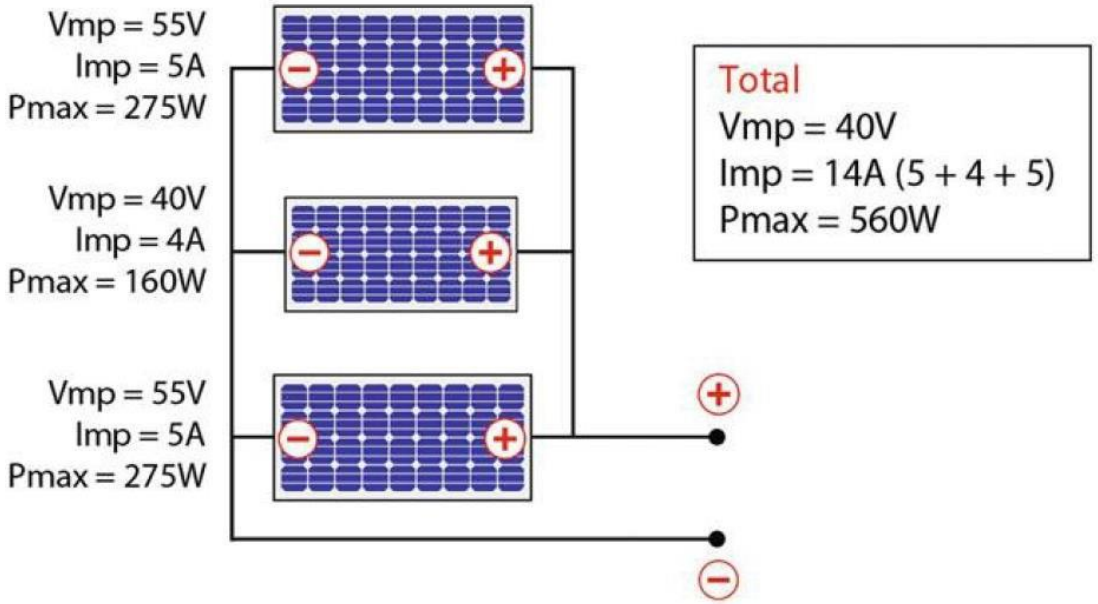
5- Thiết kế hệ thống điện mặt trời

Tạo các string (chuỗi) tấm pin mặt trời

- Các tấm pin nối nối tiếp để tăng điện áp, và nối song song để tăng dòng điện.



Các tấm pin cùng thông số kỹ thuật

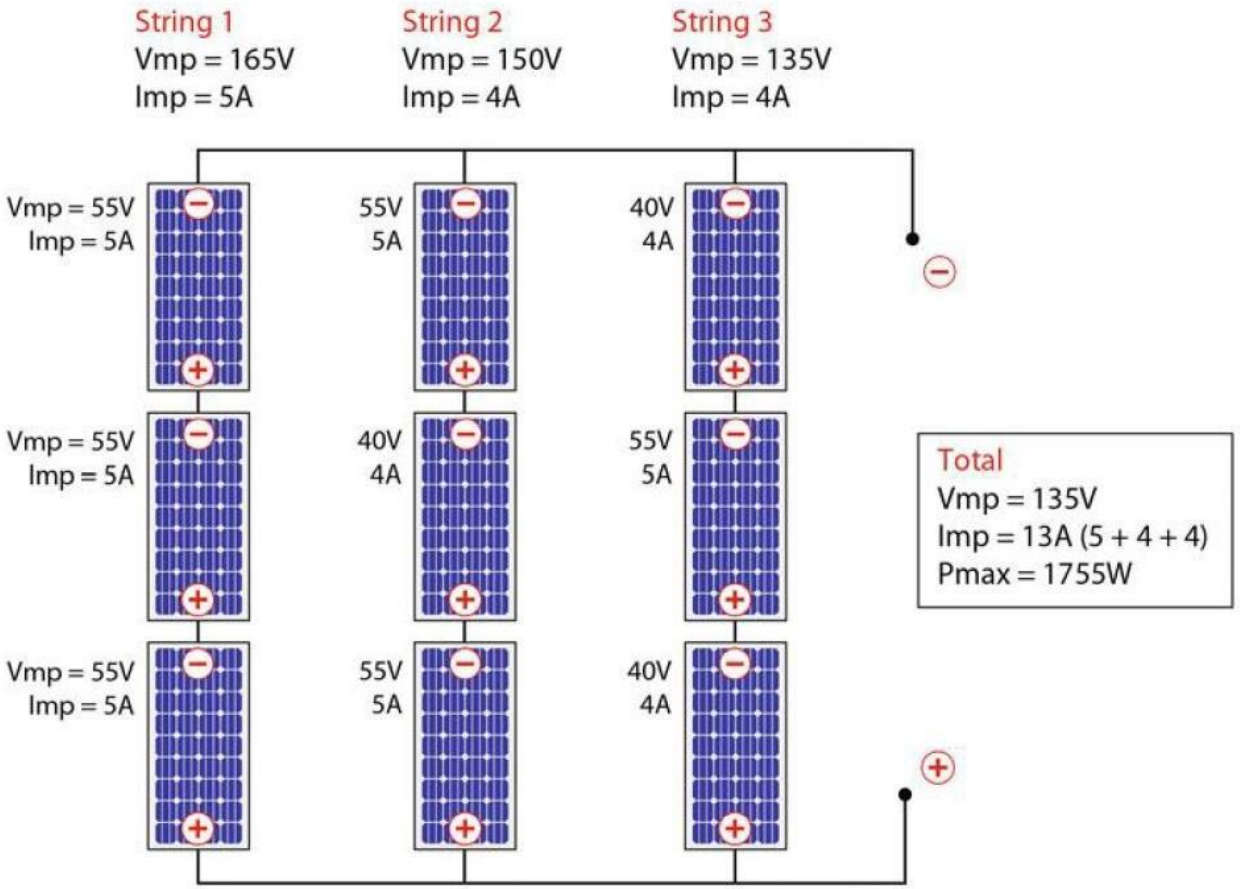


Các tấm pin không cùng thông số kỹ thuật mắc //, điện áp string sẽ theo áp của tấm pin thấp nhất.

5- Thiết kế hệ thống điện mặt trời

Tạo các array (dãy) tấm pin mặt trời

- Các dãy tấm pin được cấu thành từ các chuỗi tấm pin để tăng dòng điện



Với các hệ thống nhỏ, thì string chính là array.

5- Thiết kế hệ thống điện mặt trời

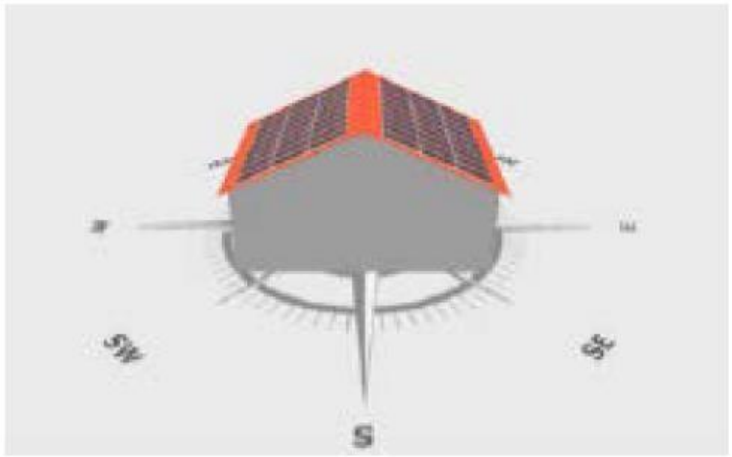
Kết nối PV strings vào MPP Trackers của inverter như thế nào?

- Khi các tấm pin nằm trên các vị trí có các góc nghiêng (tilt angle) và hướng (orientation) khác nhau, cần sắp xếp các tấm pin có cùng điều kiện về góc nghiêng và hướng trên một string và đấu nối vào một MPPT của inverter.

Ví dụ: mái nhà của các villa, mái nhà xưởng theo hướng đông tây…

- Trường hợp này, khi thiết kế phải lựa chọn các inverter có ít nhất 2 kênh MPPT để tối ưu sản lượng điện đầu ra của hệ thống.

/ Generator with different orientations (e.g. east/west)



/ Generator with different tilt angle (e.g. roof/facade)



5- Thiết kế hệ thống điện mặt trời

Tính toán số lượng tấm pin trên string như thế nào?

- Cần các thông số sau cho tấm pin:

SPECIFICATIONS		AE345M6-72	AE350M6-72	AE355M6-72	AE360M6-72
Nominal Max. Power	Pmax (Wp)	345	350	355	360
Maximum power voltage	Vmp(V)	39,34	39,46	39,51	39,55
Maximum power current	Imp (A)	8,77	8,87	8,99	9,10
Open-circuit voltage	Voc(V)	47,08	47,149	47,3	47,38
Short-circuit current	Isc (A)	9,51	9,551	9,58	9,62
Module efficiency	(%)	17,78	18,04	18,30	18,55
Power tolerance	Pmax (Wp)	0 / + 5			
Maximum system voltage DC	(V)	1000			
Operating temperature	(°C)	-40 to +85			
Temp. coefficients of Pmax	(%/°C)	-0.38			
Temp. coefficients of Voc	(%/°C)	-0.29			
Temp. coefficients of Isc	(%/°C)	0.050			
Nom. Operating cell temp.(NOCT)	(°C)	45±2			

The electrical data apply to standard test conditions (STC): Irradiance of 1000 W/m² with spectrum AM 1.5 and a cell temperature of 25°C.

5- Thiết kế hệ thống điện mặt trời

Tính toán số lượng tấm pin trên string như thế nào?

- Cần các thông số sau cho inverter: maximum DC voltage và start volage của inverter

TECHNICAL DATA FRONIUS SYMO (5.0-3-M, 6.0-3-M, 7.0-3-M, 8.2-3-M)

INPUT DATA	SYMO 5.0-3-M	SYMO 6.0-3-M	SYMO 7.0-3-M	SYMO 8.2-3-M
Number MPP trackers	2			
Max. input current ($I_{dc\ max\ 1}$ / $I_{dc\ max\ 2}$)	16.0 A / 16.0 A			
Max. array short circuit current (MPP_1/MPP_2)	24.0 A / 24.0 A			
DC input voltage range ($U_{dc\ min}$ - $U_{dc\ max}$)	150 - 1,000 V			
Feed-in start voltage ($U_{dc\ start}$)	200 V			
Usable MPP voltage range	150 - 800 V			
Number of DC connections	2 + 2			
Max. PV generator output ($P_{dc\ max}$)	10.0 kW_{peak}	12.0 kW_{peak}	14.0 kW_{peak}	16.4 kW_{peak}

5- Thiết kế hệ thống điện mặt trời

Tính toán số lượng tấm pin trên string như thế nào?

- Tính toán V_{min} để tính số lượng tối thiểu trên string.

$V_{min} = V_{mp} + (T_{cao} + T_{tăng} - T_{STC}) \times (V_{mp} \times TC \text{ of } V_{mp}) =$

$= 39.46\ V + (40^0\ C + 27^0\ C - 25^0\ C) \times (39.46 \times (-0.38/100))$

$= 39.46\ V + (42 \times (-0.15)) = 33.16\ V$

Giả sử, chỉ số suy giảm là 12%, suy ra:

$V_{min} = 33.16 \times 0.88 = 29.18\ V$

Số lượng tấm pin tối thiểu = 200/29.18 = 6.85 ~ 7 tấm 350W Mono như ví dụ

5- Thiết kế hệ thống điện mặt trời

Tính toán số lượng tấm pin trên string như thế nào?

- Tính toán V_{max} để tính số lượng tối đa trên string.

$V_{max} = V_{oc} + (T_{thấp} - T_{STC}) \times (V_{oc} \times TC \text{ of } V_{oc}) =$

$= 47.15 \text{ V} + (20^0 \text{ C} - 25^0 \text{ C}) \times (47.15 \times (-0.29/100))$

$= 47.15\text{V} + (-5 \times (-0.137)) = 47.84 \text{ V}$

Số lượng tấm pin tối đa = 1000/47.84 = 20.9 → 20 tấm là số lượng tối đa khi sử dụng với tấm pin này với inverter của Fronius đã chọn trong ví dụ.

5- Thiết kế hệ thống điện mặt trời

Lựa chọn hệ số DC/AC = công suất peak DC các tấm pin / công suất AC inverter

Hệ số này thường được lựa chọn từ ***1.1 – 1.3***, hoặc có thể cao hơn. Lý do:

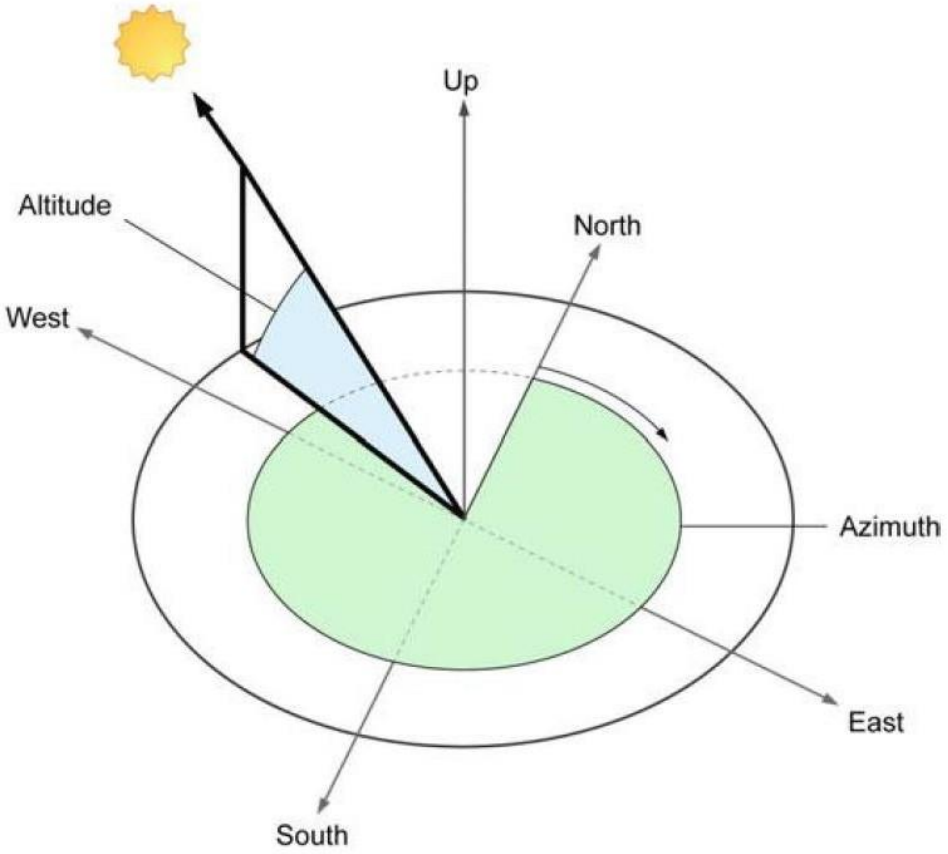
- Bức xạ ở điều kiện chuẩn (1000W/m2) rất hiếm có
- Tổn thất lớn do nhiệt độ làm việc của tấm pin cao hơn nhiệt độ chuẩn (25^0C)
- Tổn thất khác: dây dẫn, mismatch, inverter

Trường hợp công suất DC thật đấu nối vào inverter cao hơn công suất AC của inverter, phần công suất chênh lệch sẽ bị cắt bỏ như là tổn thất, gọi là clipping loss. Với hệ số từ 1.2-1.3, tổn thất này thấp nhất.

5- Thiết kế hệ thống điện mặt trời

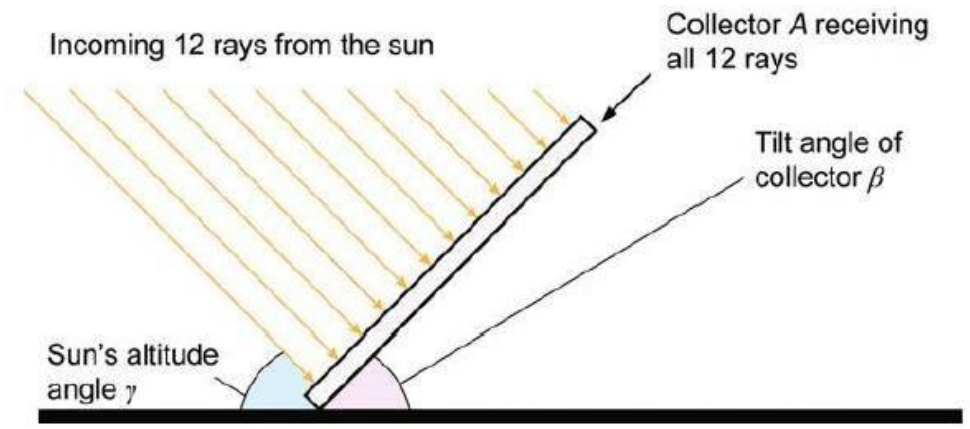
Góc nghiêng (Tilt angle) – Góc Azimuth (Hướng)

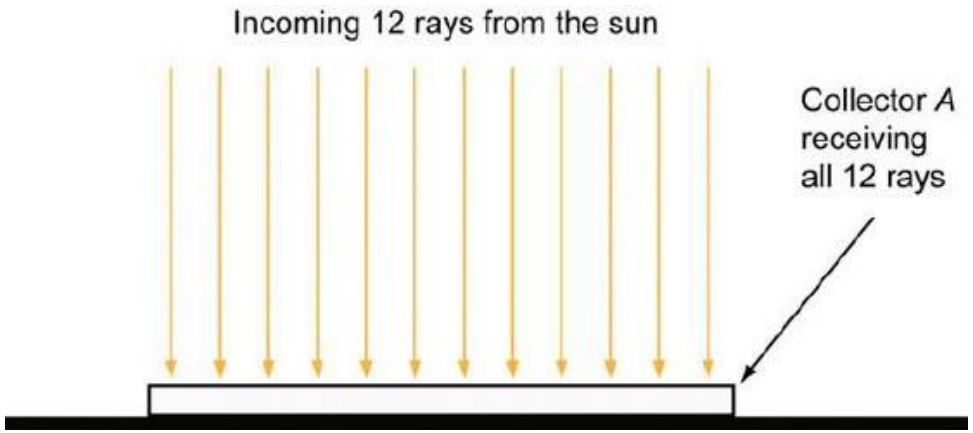
- Góc nghiêng là góc giữa tấm pin và bề mặt nằm ngang, thường chọn 10^0-13^0 khi lắp đặt tùy vào vị trí dự án.
- Góc azimuth là góc giữa hướng của tấm pin và hướng phía bắc (true north) theo chiều kim đồng hồ từ 0-359^0. Góc azimuth (hướng) tối ưu là hướng về nam, tức 180^0.

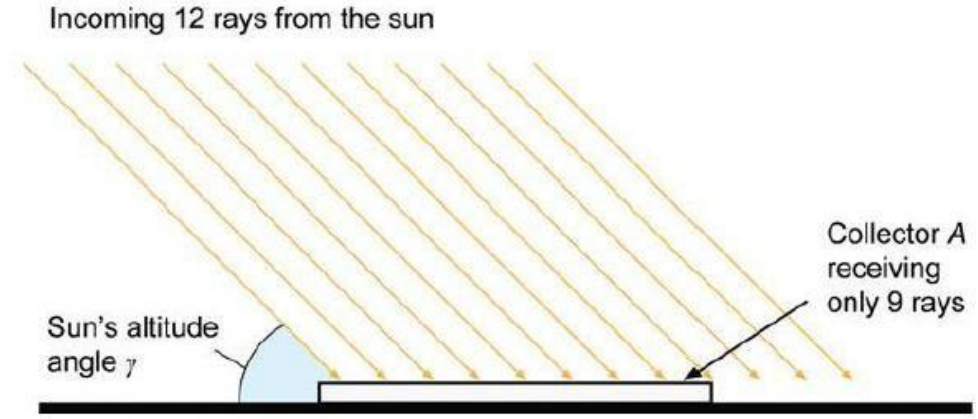


5- Thiết kế hệ thống điện mặt trời

Ảnh hưởng của góc nghiêng tấm pin trong hấp thụ bức xạ







-Ánh sáng mặt trời (bức xạ) vào tấm pin phụ thuộc vào góc nghiêng tấm pin và vị trí của mặt trời từ sáng đến chiều trong ngày.

-Để tối ưu lượng bức xạ, cần có hệ thống tracking để điều chỉnh góc nghiêng và hướng của các tấm pin. Tuy nhiên, thiết kế sẽ phức tạp và tốn kém.

CÔNG TY TNHH GIẢI PHÁP NĂNG LƯỢNG MẶT TRỜI PRIME

205 Linh Trung, KP1, P. Linh Trung, Q. Thủ Đức, Tp. HCM

Liên hệ đặt hàng: dong.do@primesolar.vn
Viber/Zalo: +84 908 336 100
www.primesolar.vn

NHÀ PHÂN PHỐI – TỔNG THẦU EPC