

# Componentes



Fuente: <http://www.yañosabes.com/tejas-solares.html>



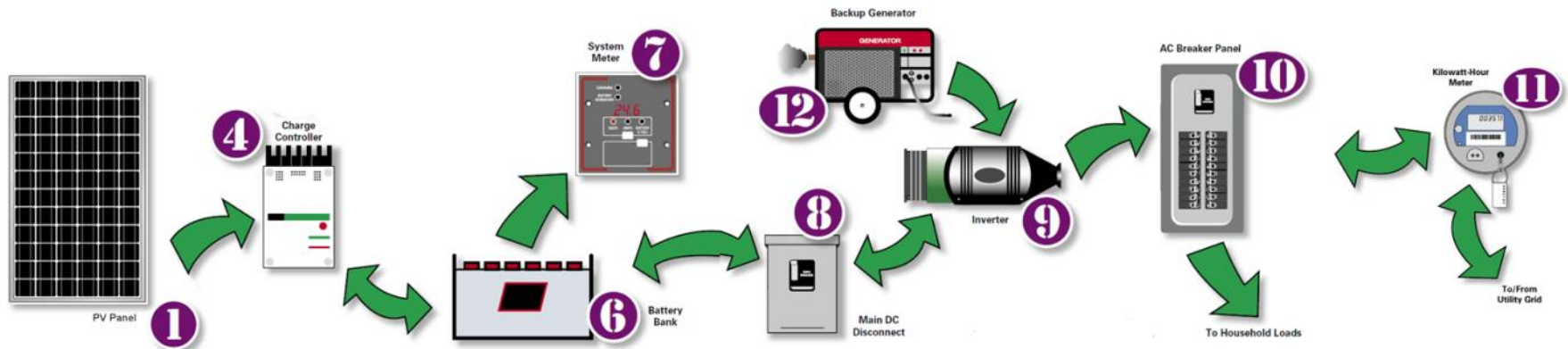
# Componentes

# Componentes de sistema FV

- i. Panel fotovoltaico
- ii. Inversor
- iii. Regulador de carga y baterías
- iv. Elementos de protección y otros



# Componentes



- |    |                      |
|----|----------------------|
| 1. | Panel                |
| 2. | -                    |
| 3. | -                    |
| 4. | Controlador de carga |
| 5. | -                    |

- |     |                |
|-----|----------------|
| 6.  | Baterías       |
| 7.  | Display        |
| 8.  | Interruptor DC |
| 9.  | Inversor       |
| 10. | Panel AC       |

- |     |                    |
|-----|--------------------|
| 11. | Medidor de energía |
| 12. | Generador auxiliar |



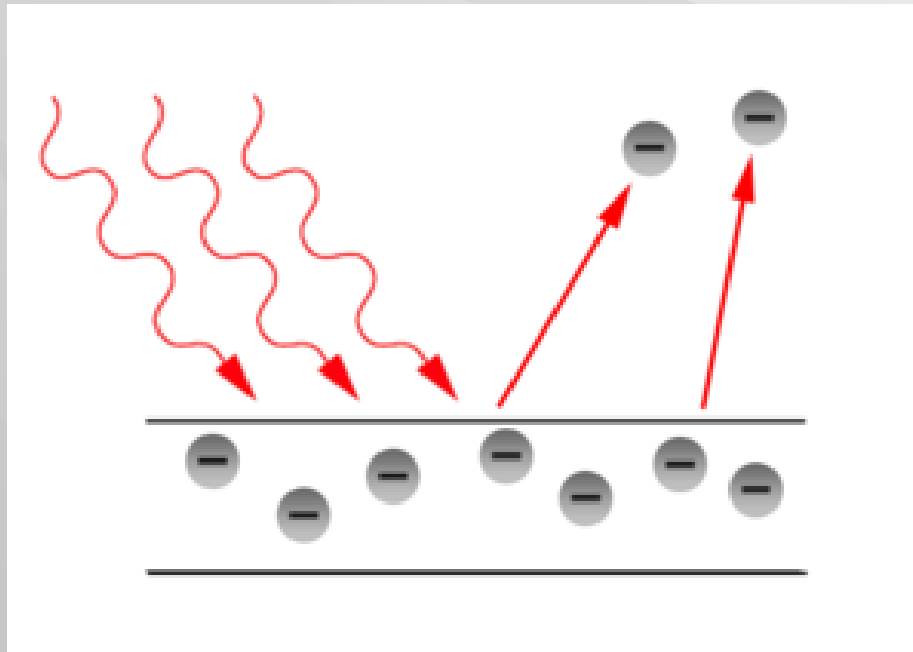
# Componentes de Sistema FV

# El módulo



# El módulo

- Efecto Fotoeléctrico

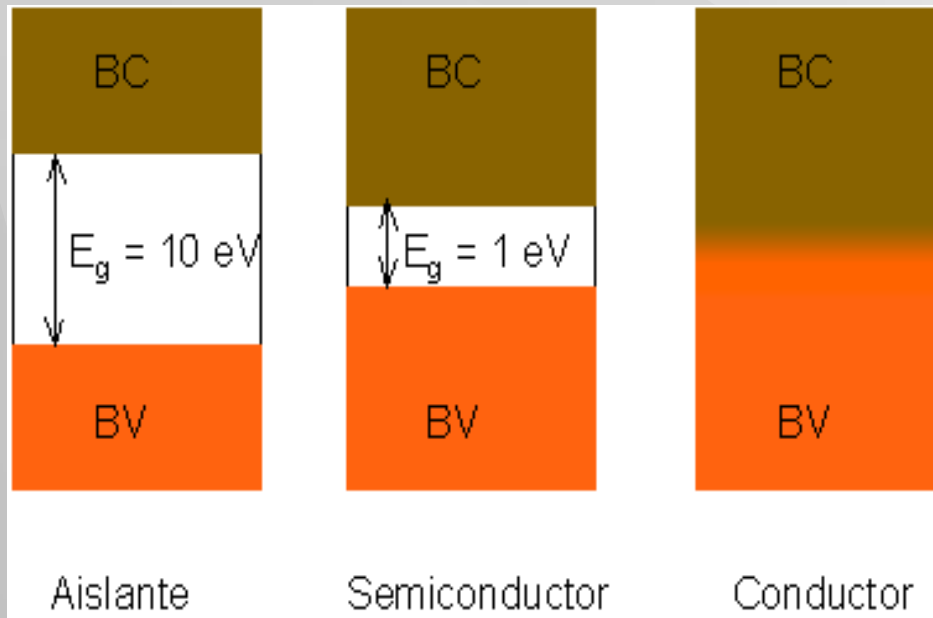


# El módulo

## Semiconductores

- Energía de un fotón

$$E=hf$$



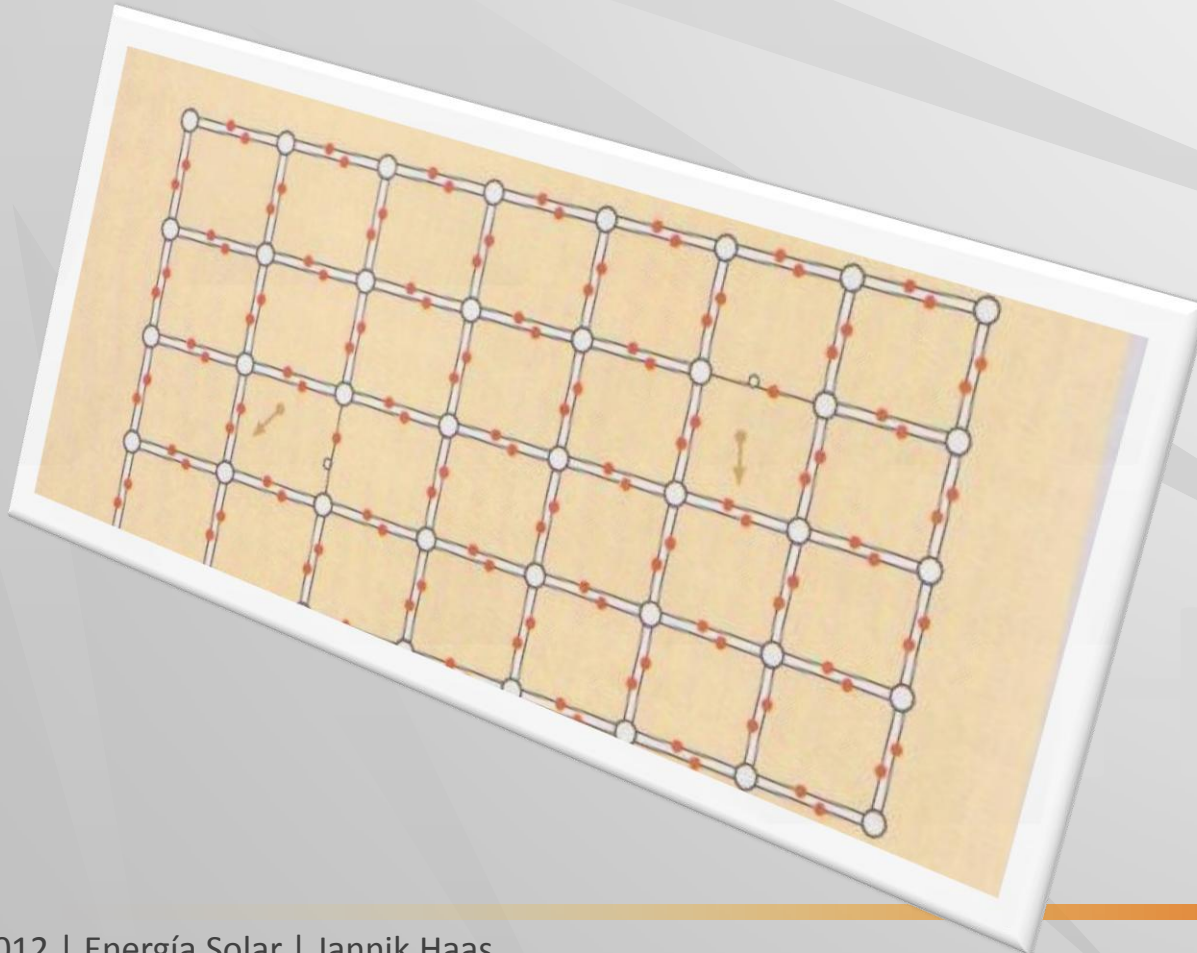
- Si fotón entrega energía suficiente, un electrón de valencia ahora queda libre en la banda de conducción.





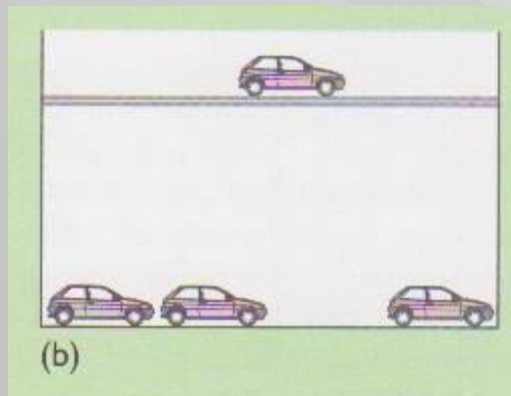
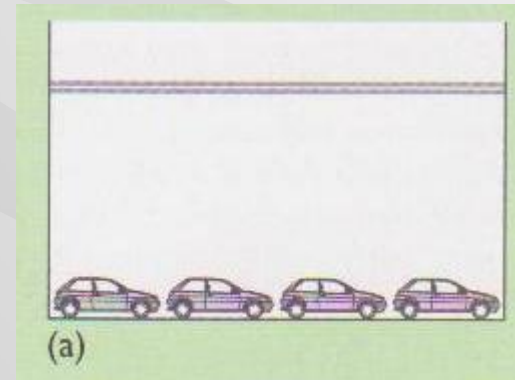
# El módulo

- Efecto fotovoltaico



# El módulo

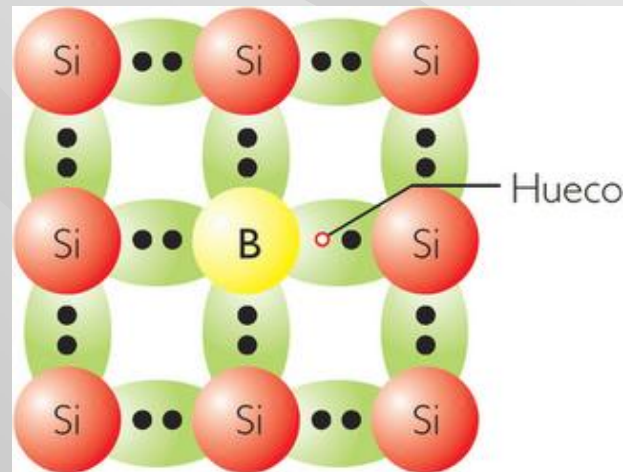
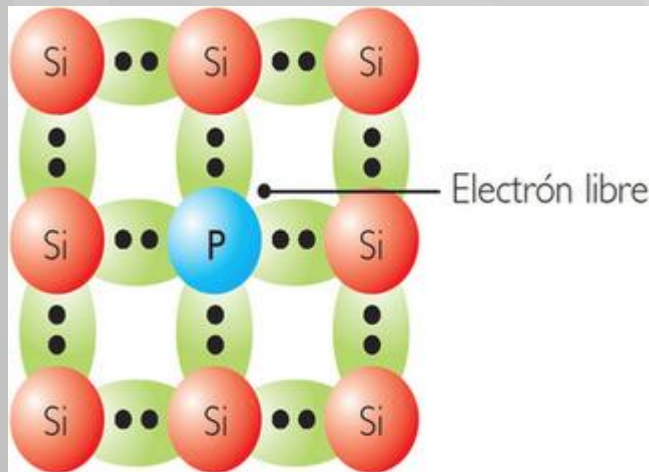
- Efecto fotovoltaico



# El módulo

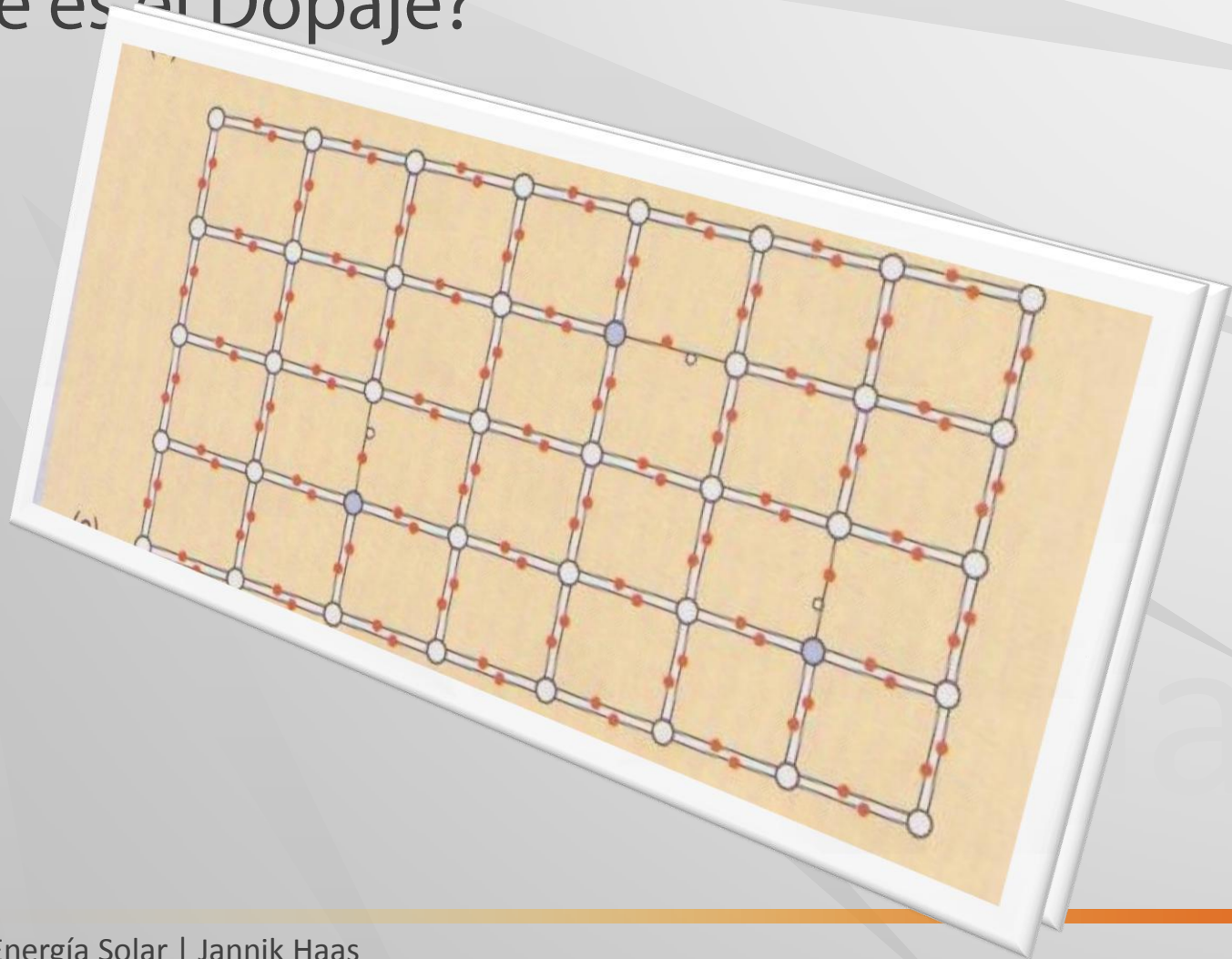
## ¿Qué es el Dopaje?

- Agregar impurezas en un semiconductor
  - Tipo n: exceso de electrones
  - Tipo P: carencia de electrones (huecos)



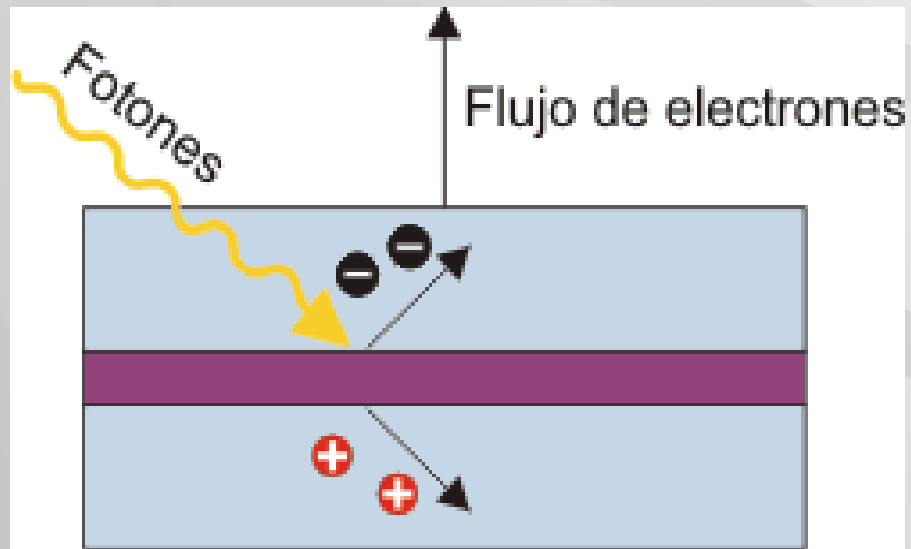
# El módulo

- ¿Qué es el Dopaje?



# El módulo

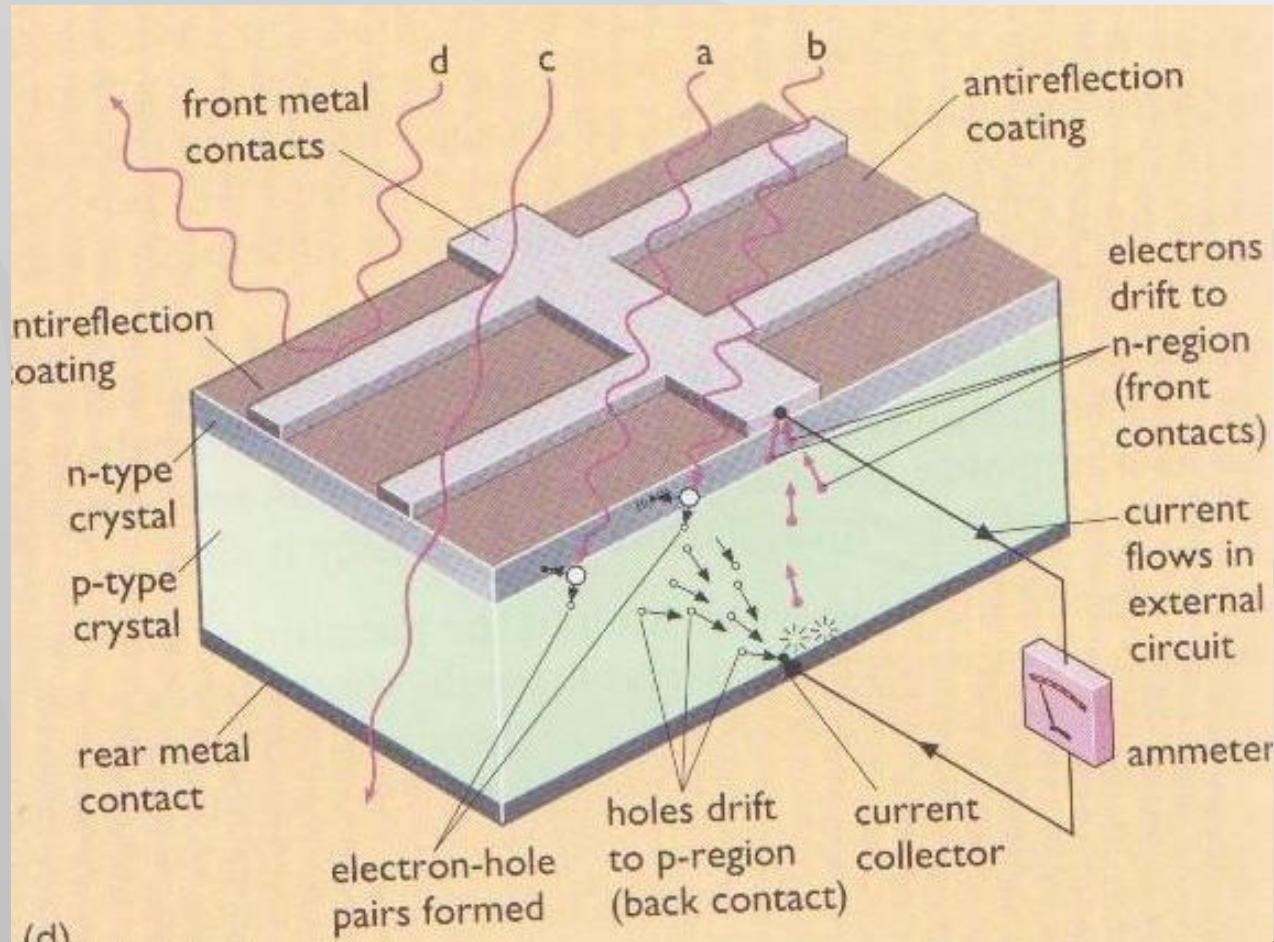
- Junta n-p





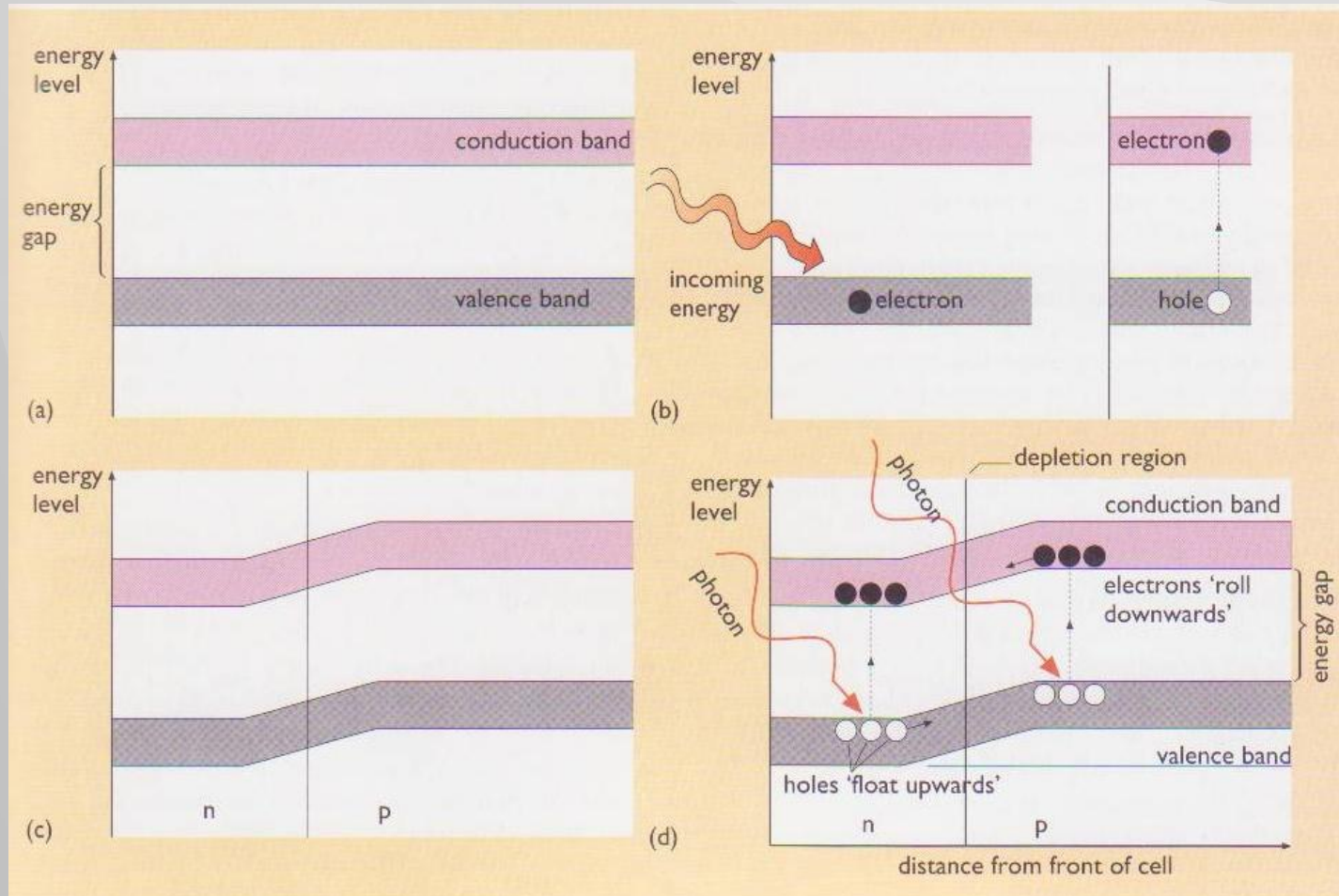
# El módulo

- Efecto fotovoltaico



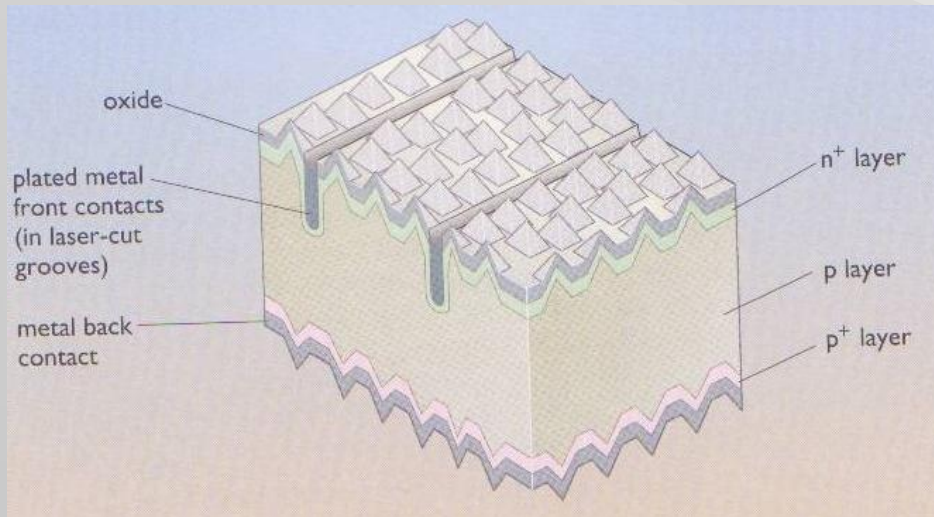
# El módulo

- Efecto fotovoltaico



# El módulo

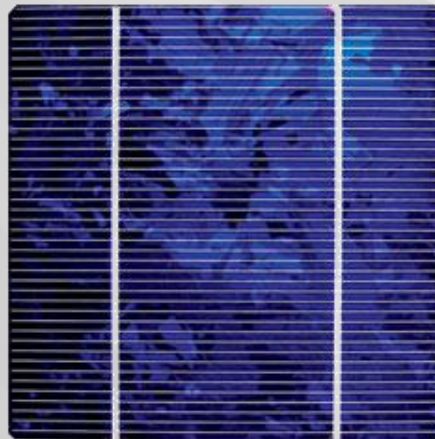
- Celda Monocristalina





# El módulo

- Según cristal



# El módulo

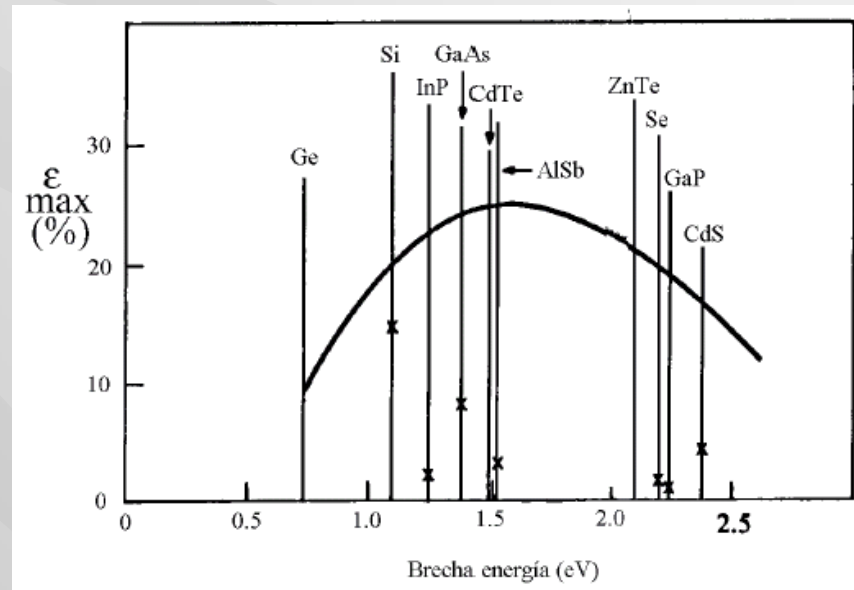
## Según cristal

- Celdas monocristalinas 12-20%
- Celdas policristalinas 11-14%
- Película delgada (thin film)
  - Si Amorfo 6-11%
  - CIS 10-13%
  - CdTe 9-12%
- Más recientes:
  - Multijunta
  - Concentración FV (CPV)
  - Esferas de silicona
  - Celdas fotoelectroquímicas
  - Tercera generación (nanotecnología)



# El módulo

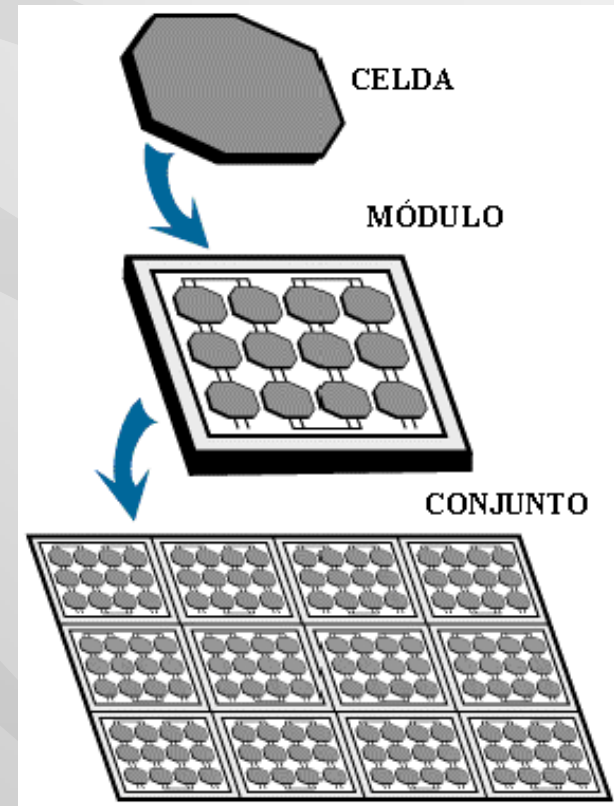
- Eficiencia (final) en función del gap



- Eficiencia teórica:
  - 33.7% para uniones simples (p-n a gap de 1,1 eV) “Shockley–Queisser limit”
  - 68% para uniones de capas infinitas



# El módulo



# El módulo

---

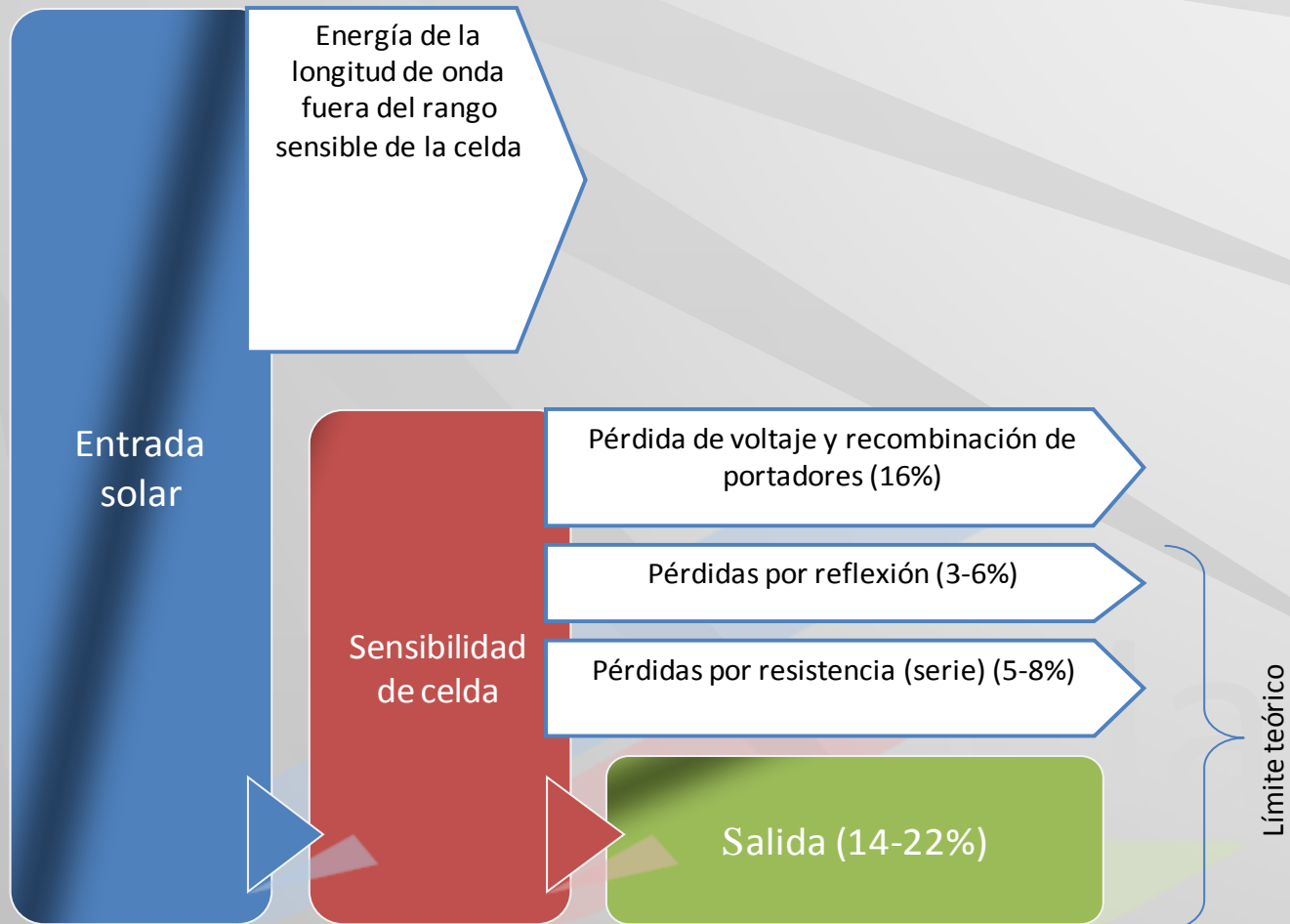
- ¿Motivos de baja eficiencia?
- ¿Qué factores pueden influir en el bajo límite de eficiencia?

JHaas



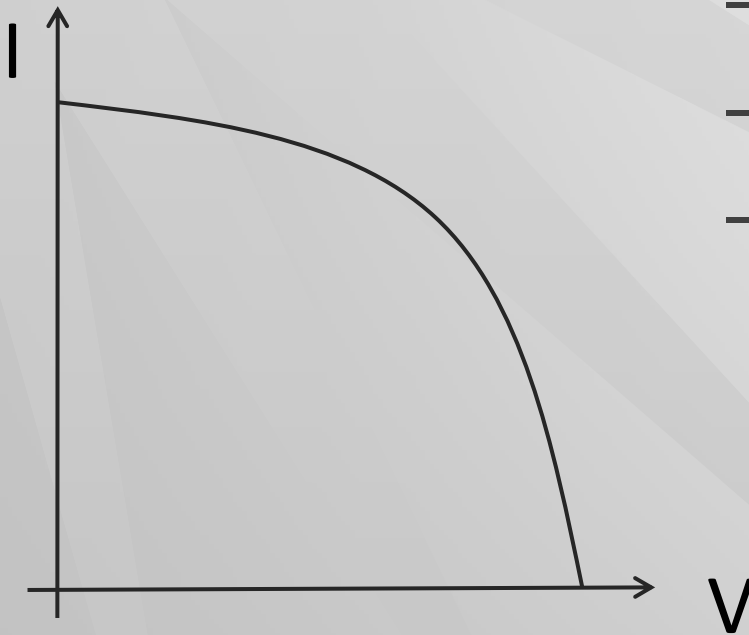
# El módulo

- Eficiencia



# El módulo

- Curva característica

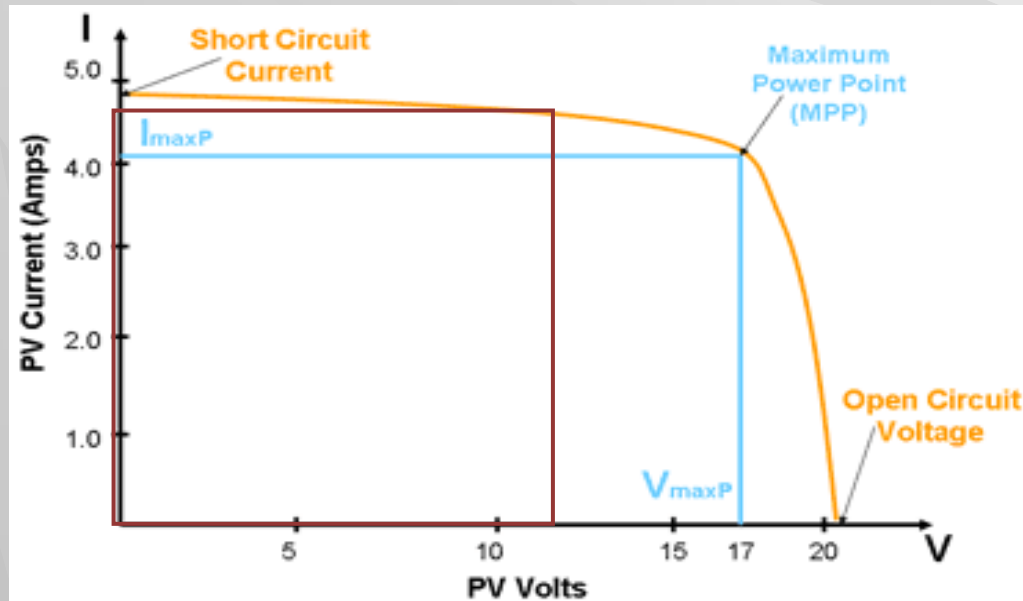


- Corriente de cortocircuito
- Voltaje en circuito abierto
- Potencia máxima?



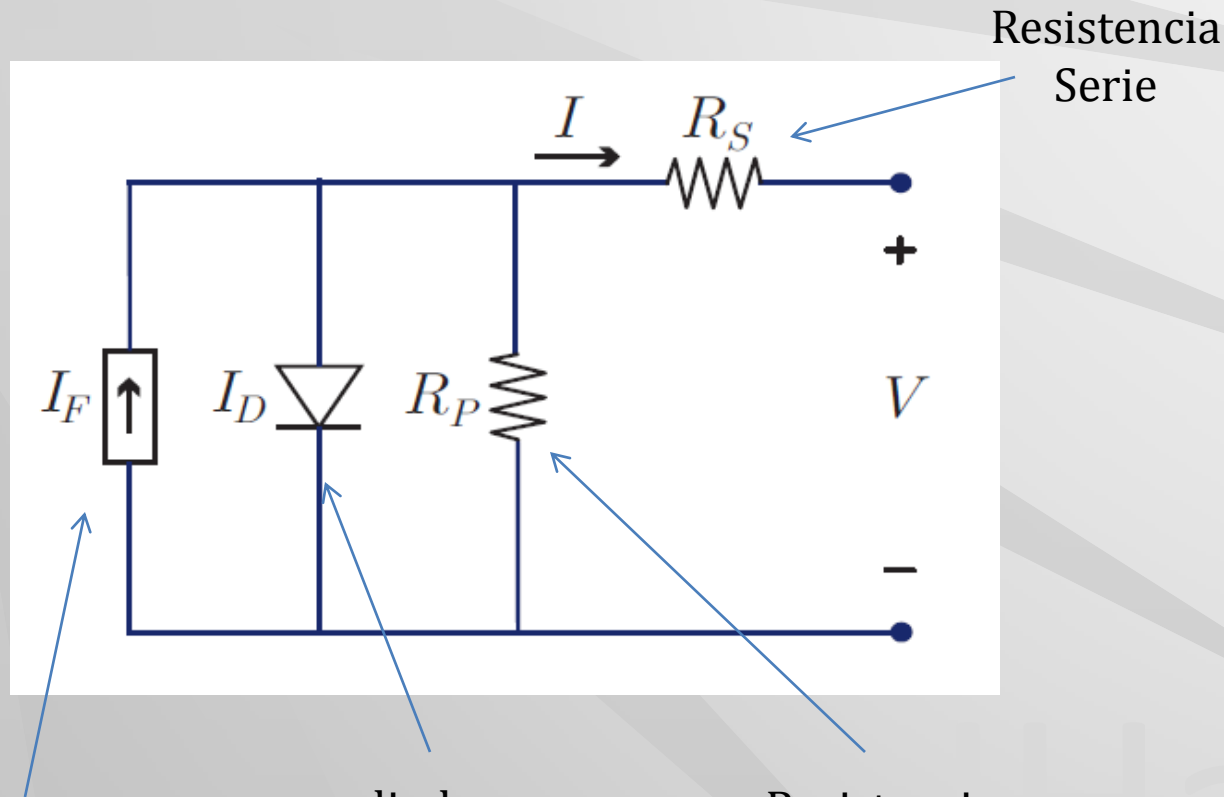
# El módulo

- El panel FV: Curva característica



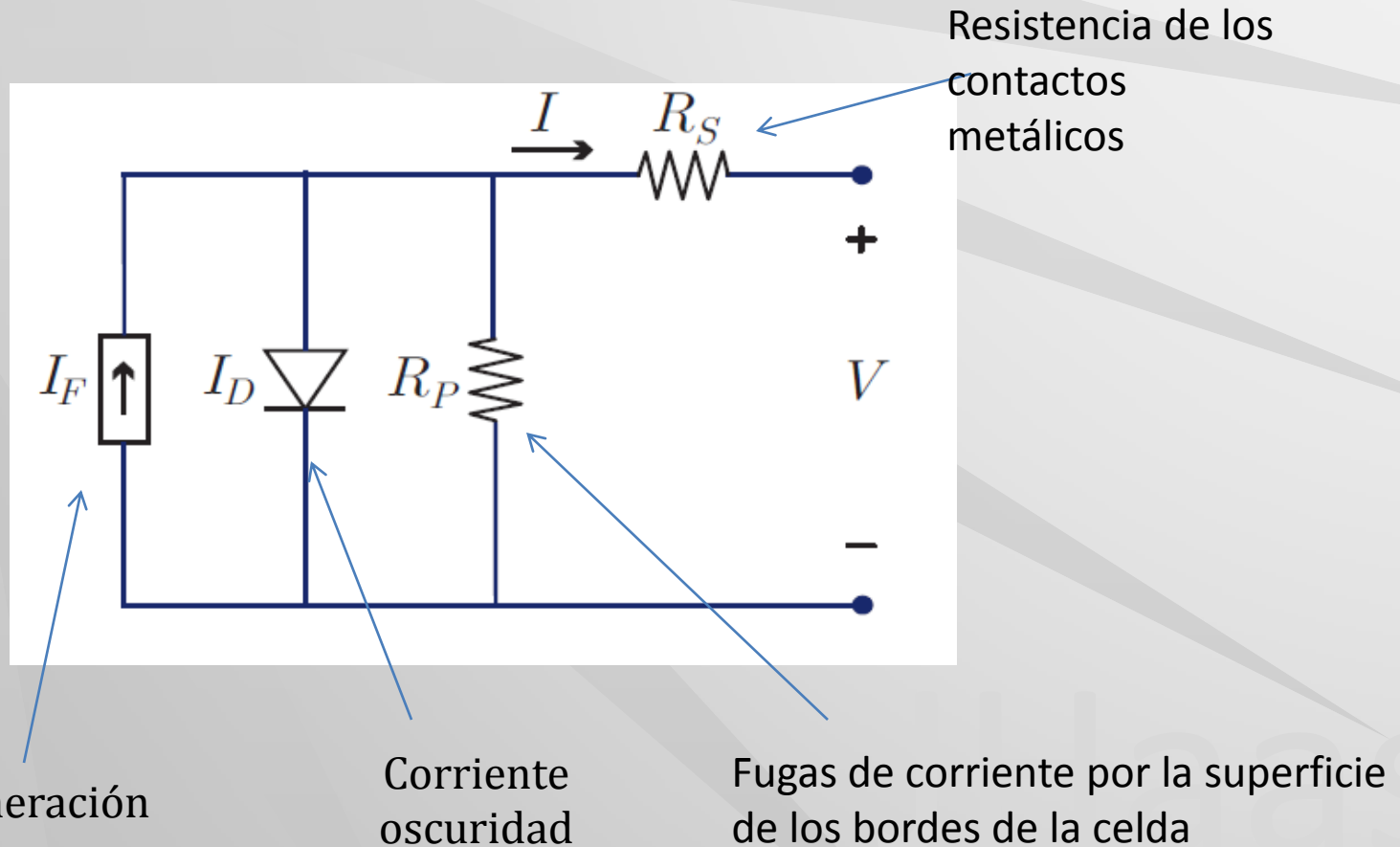


# Circuito equivalente



- ¿Qué representa cada elemento?

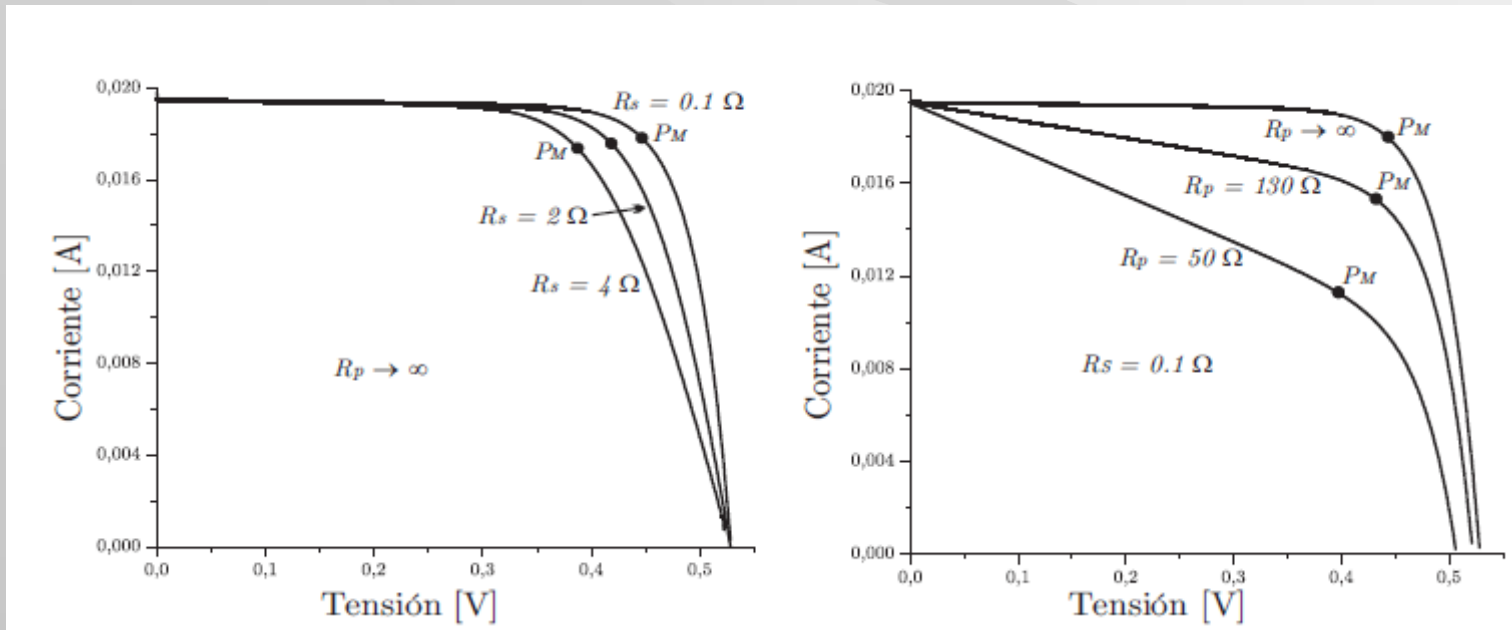
# Circuito equivalente



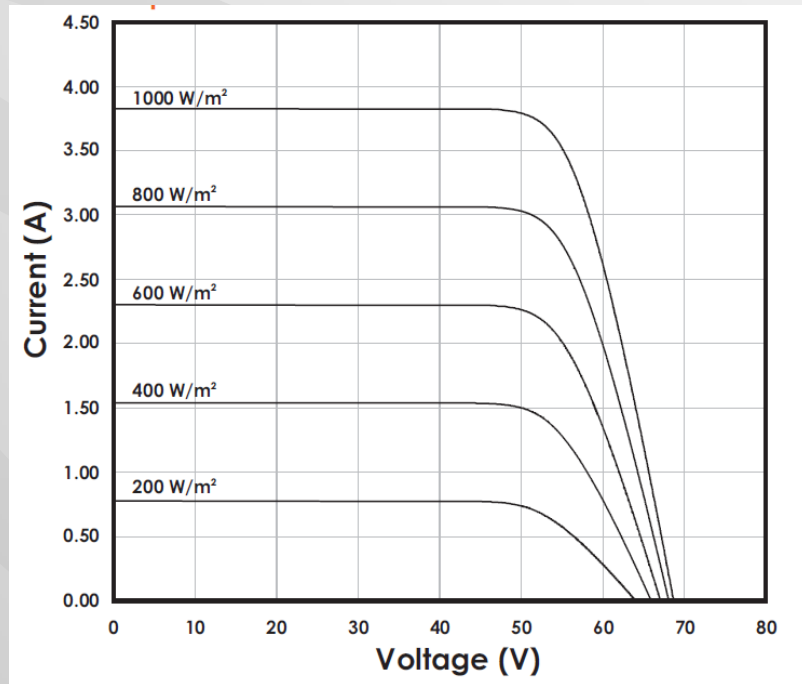
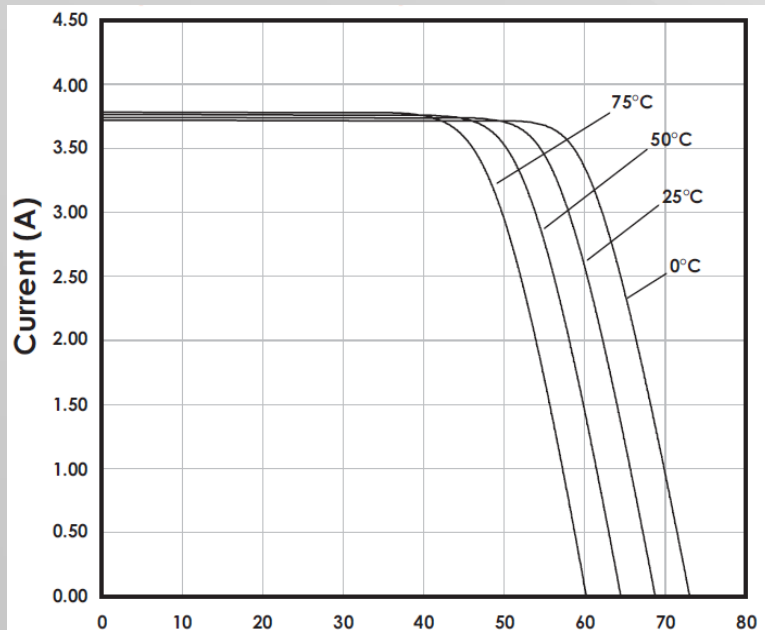
- ¿Qué representa cada elemento?



# Dependencias $R_s$ y $R_p$

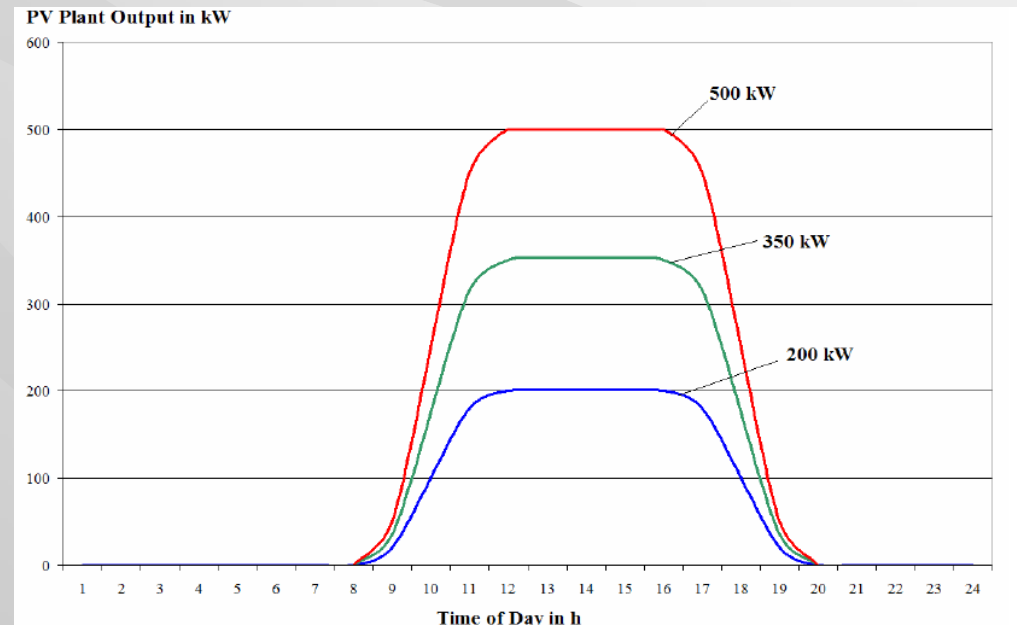


# Dependencias G y T



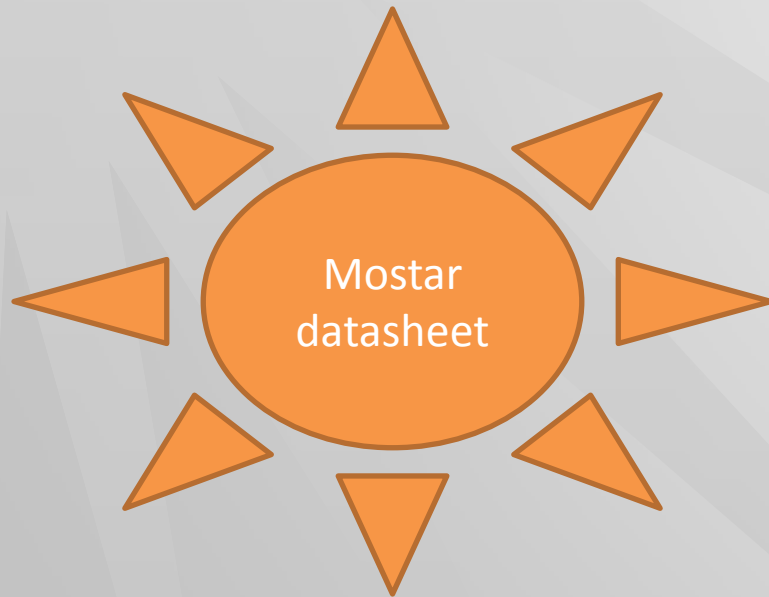
# Funcionamiento de la celda solar

- Potencia peak (Wp): potencia máxima extraíble.
- Muchas veces se usa la Wp de CNP:
  - 1000 [W/m<sup>2</sup>] de Irradiancia solar
  - 25°C de temperatura
  - AM1,5



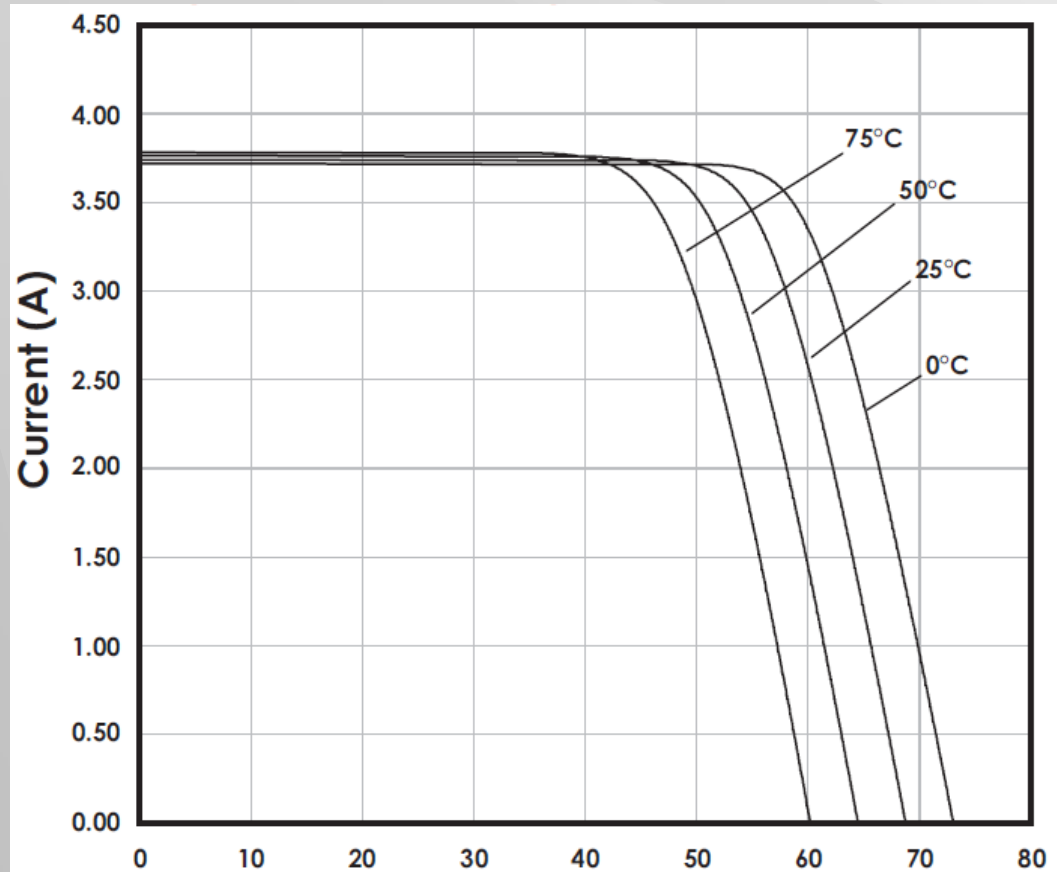
# El módulo

- Data-sheet



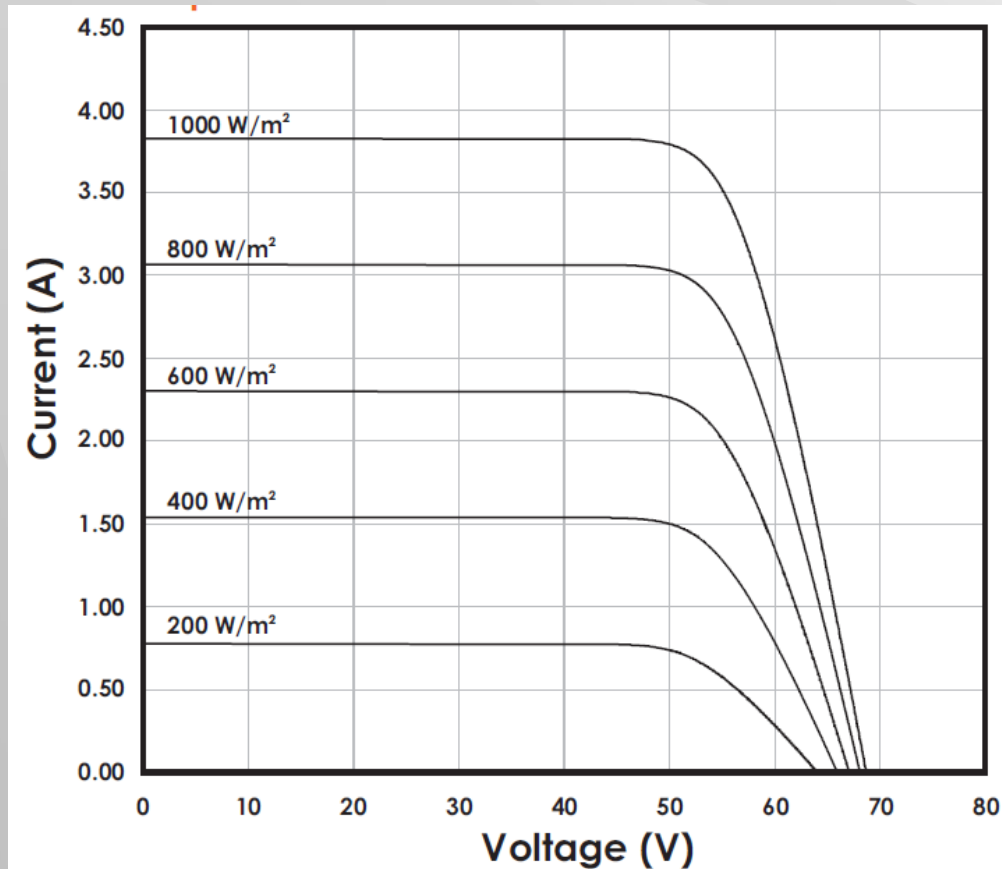
# El módulo

- Curva característica (para diferentes T)



# El módulo

- Curva característica (para diferentes R)





# El módulo

El panel FV: CNP (Condiciones Normales de Prueba)

- 1.000. W/m<sup>2</sup>
- 1,5 de masa de aire
- Temperatura celular de 25°C

=> ¡Ajustar valores de catálogo! (Coef. Temp)



# El módulo

- Pérdidas de Eficiencia
  - Temperatura
  - Operación (MPPT)
  - Ensuciamiento
  - Pot. Nominal
  - Cables DC
  - Mismatch
  - Degradación
  - (Baterías, Inversor, lado AC, downtime)



# Inversor



# Inversor

Según tipo de onda

- Onda cuadrada
- Onda cuadrada modificada
- Onda sinusoidal



# Inversor

---

Según sincronía

- Conectado a red
- Conectado a red con función isla
- Isla

JHaas



# Inversor

Según presencia transformador

– Con transformador

- Separación galvánica (altos V separados de lado AC, lado DC sin influencia de AC)
- Necesario para mayoría de Thin-Films

– Sin transformador

- (Protección mediante control eléctrico)
- Más liviano
- Más eficiente
- Menos ruido



# Inversor

---

## Otras características

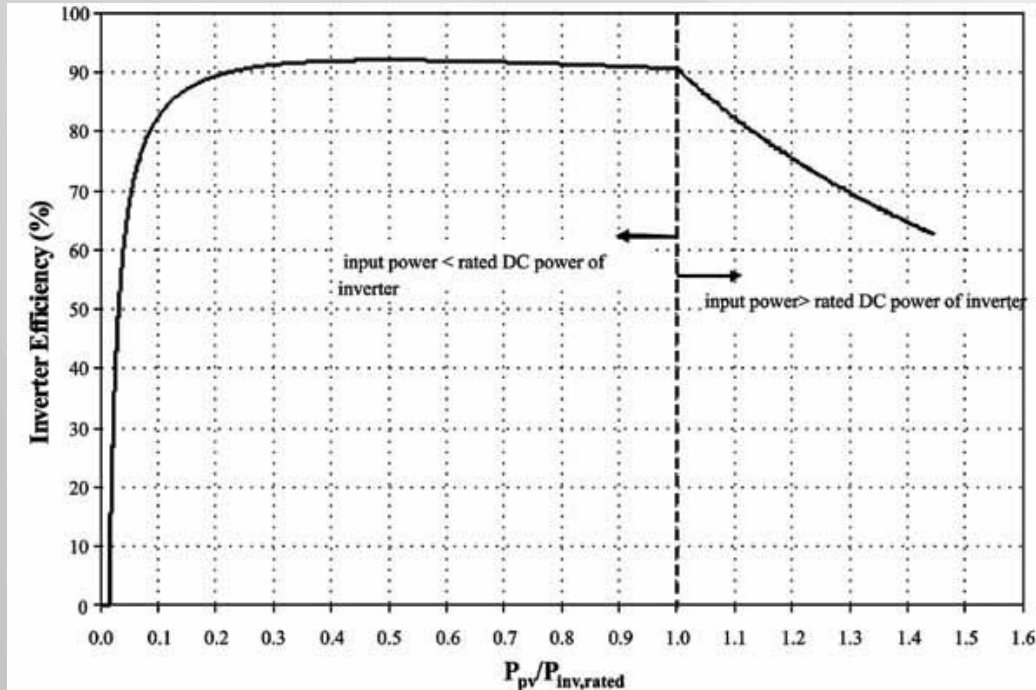
- MPPT (sin baterías)
- Puerto Bluetooth
- Mec. protección a arreglo solar
- Eficiencia
- Garantía
- Sensibilidad de temperatura





# Inversor

- Eficiencia es función de potencia



- Eficiencia según CEC (promedio simple)
- Euro eta (promedio ponderado)





# Inversor

- Cociente de potencia:
  - Potencia AC (inversor)/Potencia max (FV)

JHaas



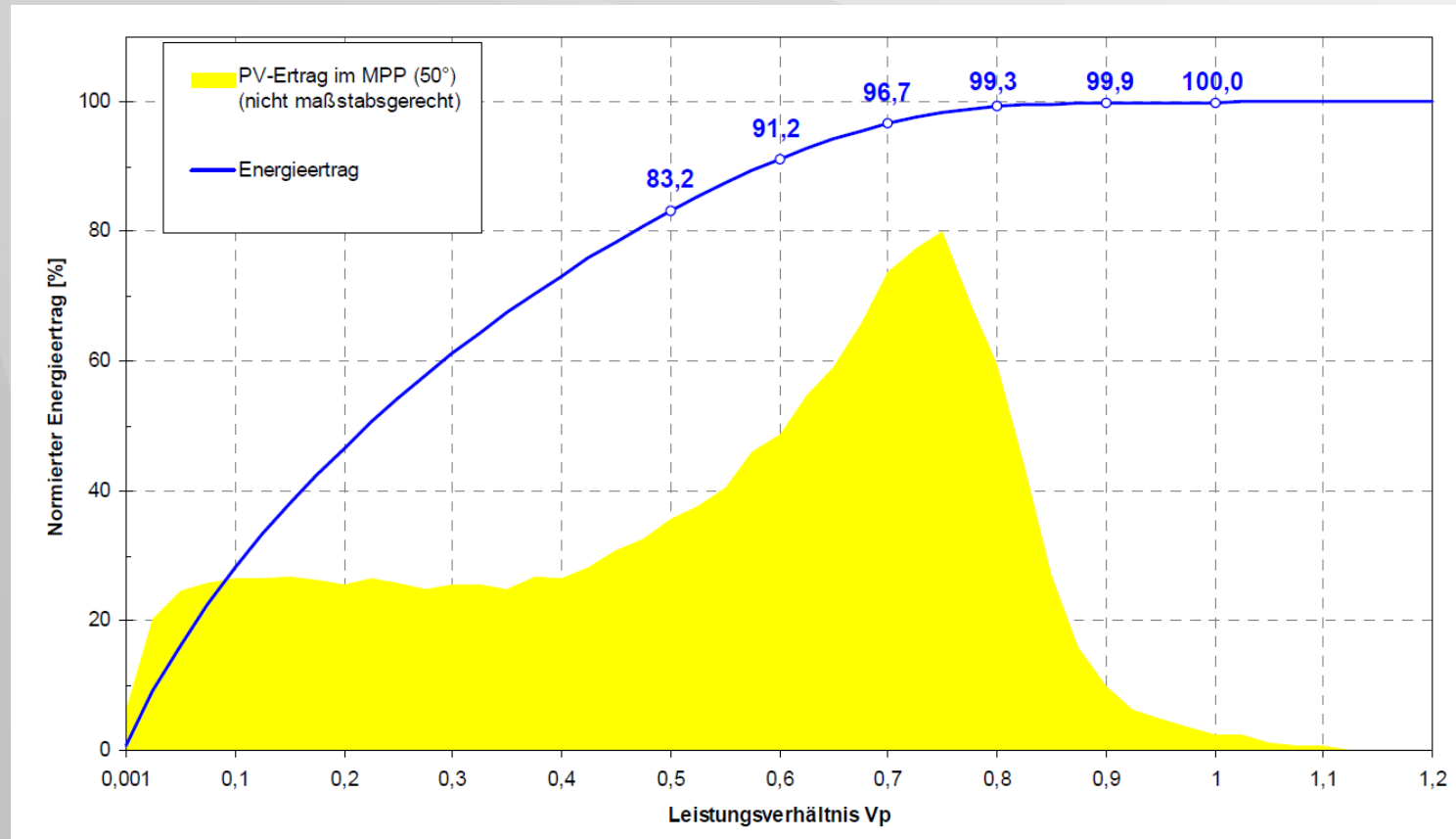
# Inversor

- Cociente de potencia:
  - Potencia AC (inversor)/Potencia max (FV)
- Según insolación se recomienda (fuente SMA):
  - 80-100%      para 800-1000 kWh/kWp
  - 90-110%      para 1000-1500 kWh/kWp
  - 100-120%     para 1500-2000 kWh/kWp



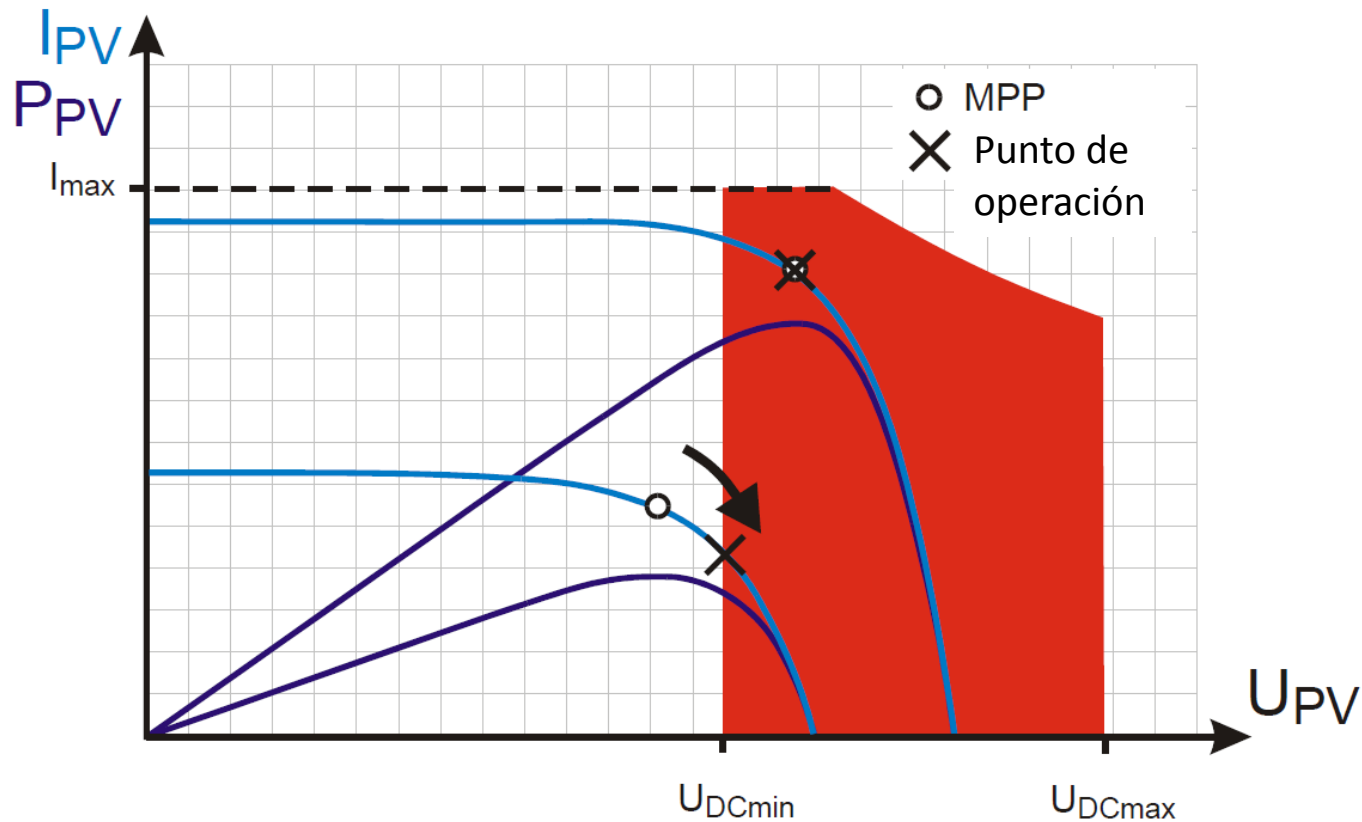
# Inversor

- Energía convertida vs. CP (línea azul)



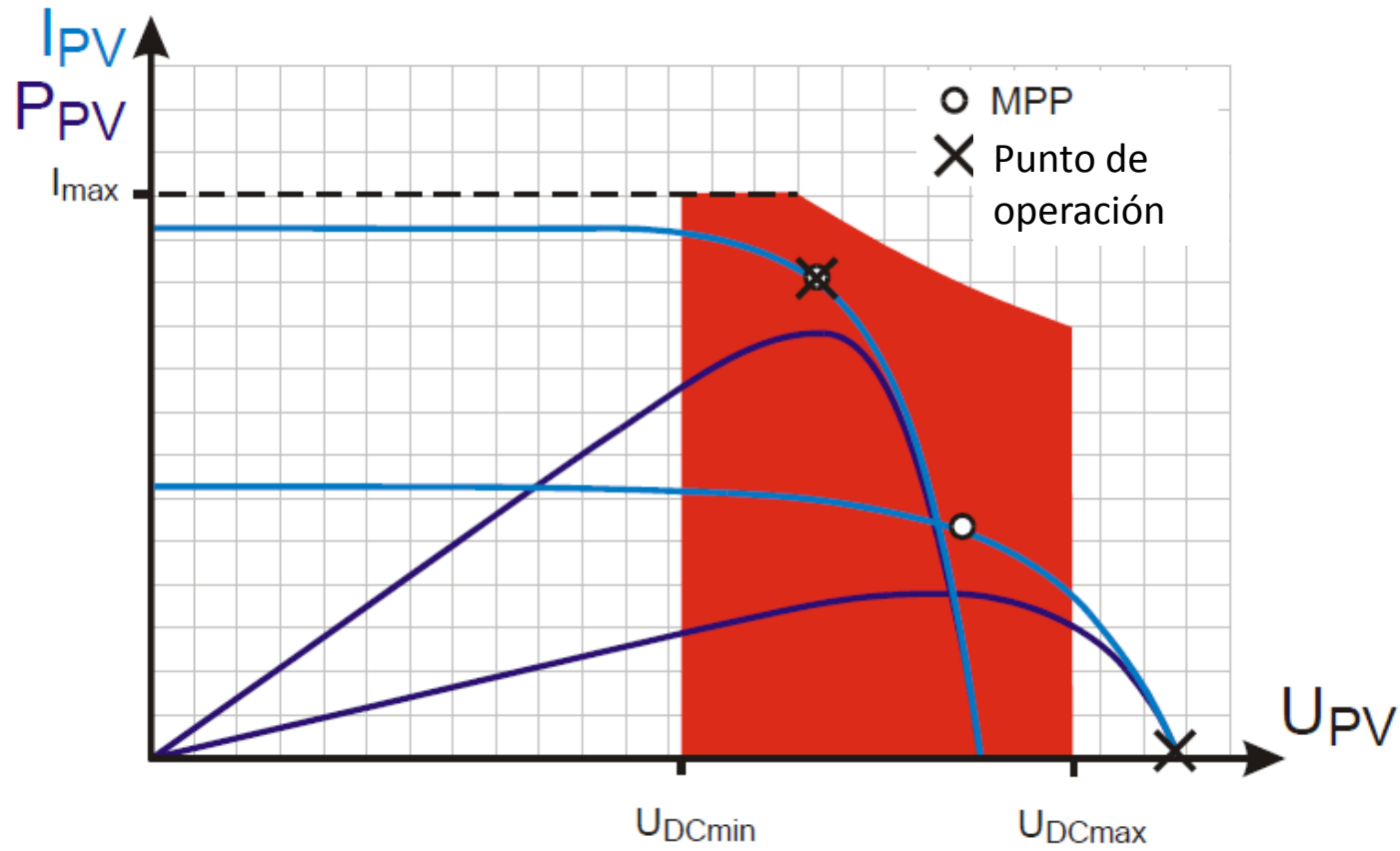
# Inversor

- No se cumple  $V_{min}$  ( $V_{mpp}$ )



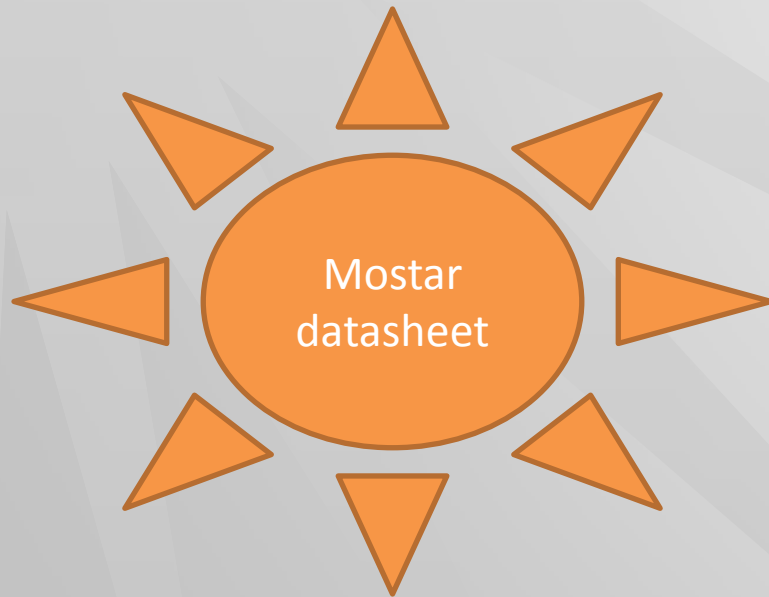
# Inversor

- No se cumple  $V_{max}$  ( $V_{oc}$ )



# Inversor

- Data-sheet



# Inversor

## Requerimientos técnicos importantes

### Conectado a red

- Cociente de potencia función de FV
- Requisitos técnicos
  - $V_{min}$  y  $V_{max}$  (chequear MPP a altas/bajas T)
  - $V_{max}$  (chequear  $V_{oc}$  a bajas T)
  - $I_{max}$  (en el MPP)

### Isla

- Potencia en función de cargas
- Requisitos técnicos
  - Voltaje entrada DC
  - Intensidad máxima DC (carga)
  - Potencias/corrientes transientes AC
  - Entradas AC (generador)



# Controlador de carga y baterías



# Controlador de carga

- *Controla* carga (start-stop)
- Transformador DC-DC  
(ej: 400VDC a 24VDC)



# Controlador de carga

- MPPT ( $\Delta V$ ) +30%
- Compensación por  $T^\circ$
- 12, 24, 48 V
- < 0.5 USD/W



# Baterías

- Dimensionamiento según capacidad (Ah) y Voltaje
- Definición de Ah
- Ejemplo especificaciones eléctricas:
  - Voltaje: 6 V
  - Capacidad con descarga de 20h: 450 Ah
  - Capacidad con descarga de 100 hrs: 600 Ah
  - Ciclos de descarga con  $P_{DD}$  del 50%: 1000



# Baterías

- Potencia según velocidad de descarga

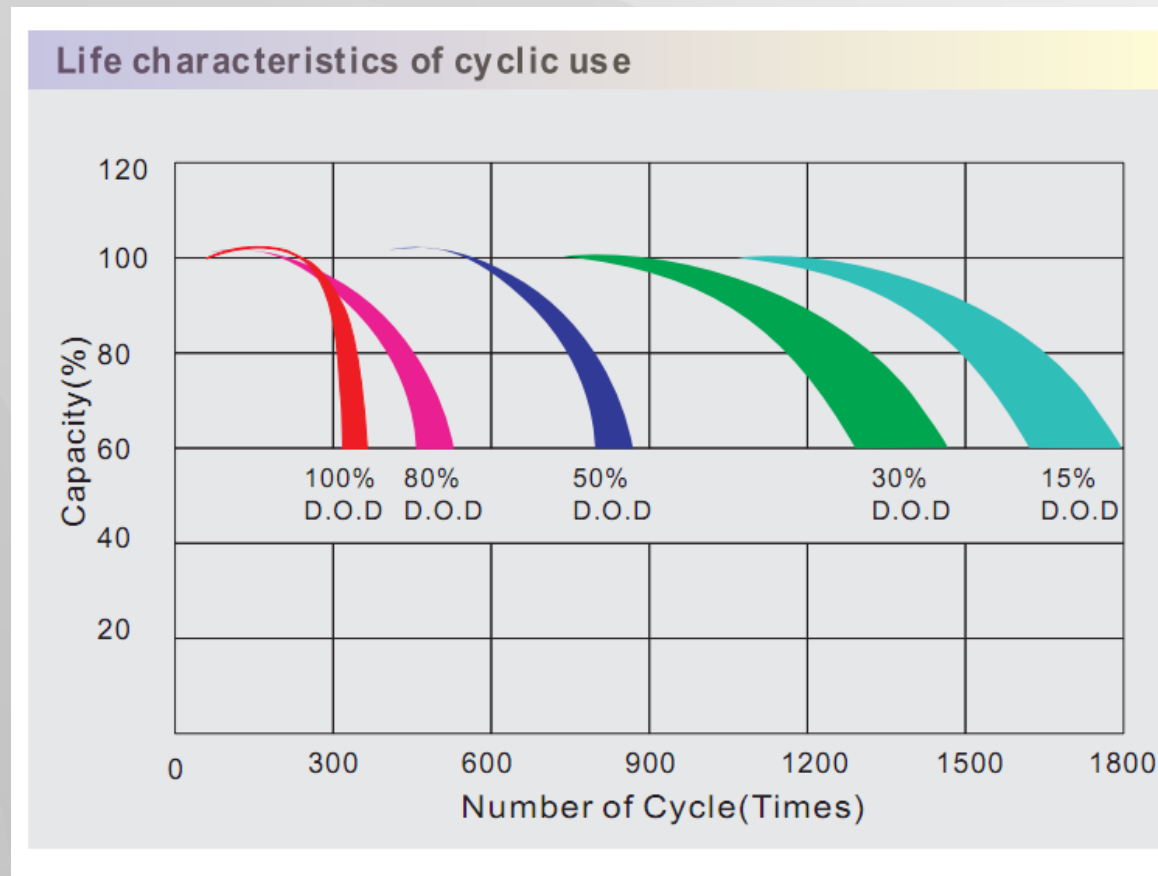
*Constant Power Discharge Characteristics: W (25°C)*

F.V/Time	5MIN	10MIN	15MIN	30MIN	1HR	2HR	3HR	4HR	5HR	8HR	10HR	20HR
9.60V	1041	697.1	550.0	337.0	204.2	118.1	80.44	65.16	54.14	35.41	30.67	17.22
10.0V	1014	682.7	542.1	333.5	201.2	117.1	80.28	65.01	53.86	35.27	30.38	16.61
10.2V	964.1	655.6	535.0	330.6	199.7	116.4	79.97	64.47	53.33	35.01	30.09	16.30
10.5V	880.0	628.6	507.1	323.9	197.0	115.5	79.65	63.88	52.70	34.71	29.78	15.63
10.8V	793.9	588.0	479.1	316.2	193.8	114.5	78.72	63.65	52.16	34.56	29.33	14.92
11.1V	700.1	547.5	451.2	307.5	190.1	110.5	77.18	63.01	51.66	34.32	28.89	14.68

All mentioned values are average values.

# Baterías

- Cantidad de ciclos según Profundidad de Descarga



# Baterías

- Corrección de capacidad según temperatura

**Capacity Factors With Different Temperature**

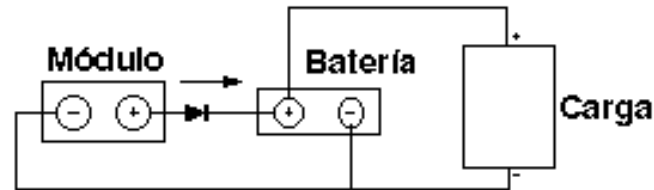
Battery Type		-20°C	-10°C	0°C	5°C	10°C	20°C	25°C	30°C	40°C	45°C
GEL Battery	6V&12V	50%	70%	83%	85%	90%	98%	100%	102%	104%	105%
	2V	60%	75%	85%	88%	92%	99%	100%	103%	105%	106%
AGM Battery	6V&12V	46%	66%	76%	83%	90%	98%	100%	103%	107%	109%
	2V	55%	70%	80%	85%	92%	99%	100%	104%	108%	110%



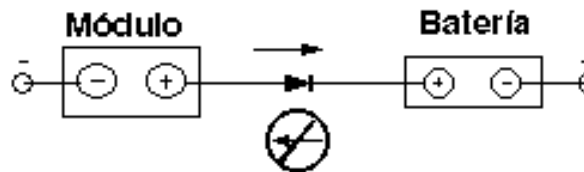
# Elementos de protección

# Elementos de protección

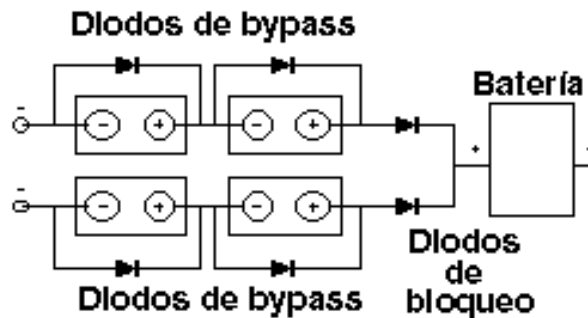
- Diodos



Esquema de conexión simplificado



Diodo entre el panel y la batería



Diodos de bypass

Batería

Diodos de bypass

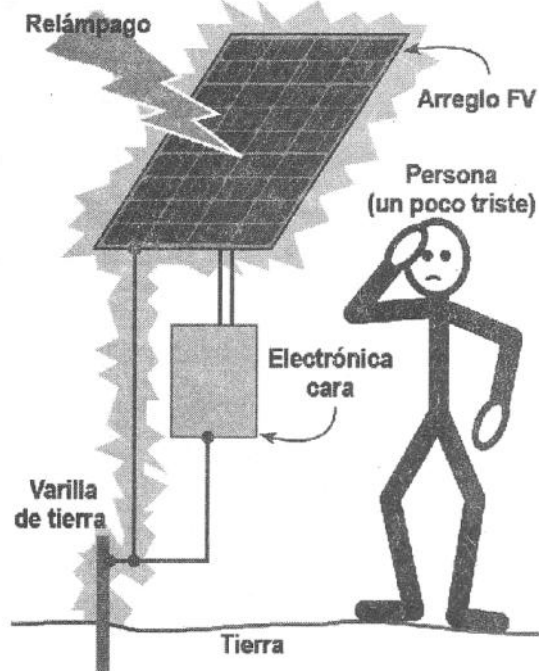
Diodos de bloqueo



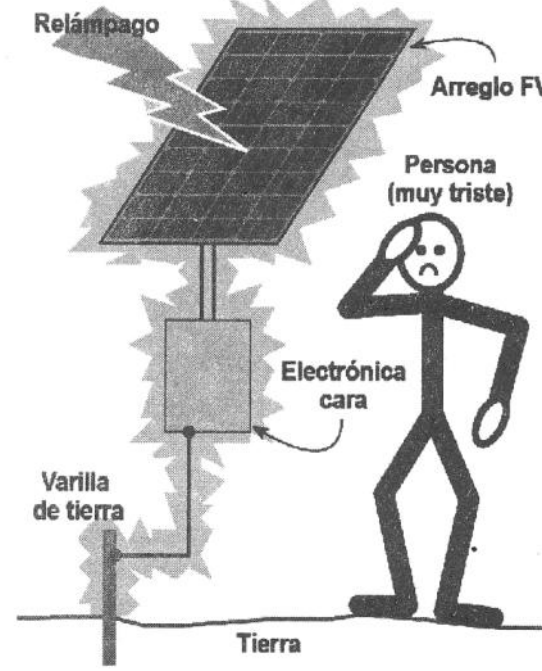
# Elementos de protección

- Pararrayos

Protección contra relámpagos correcta



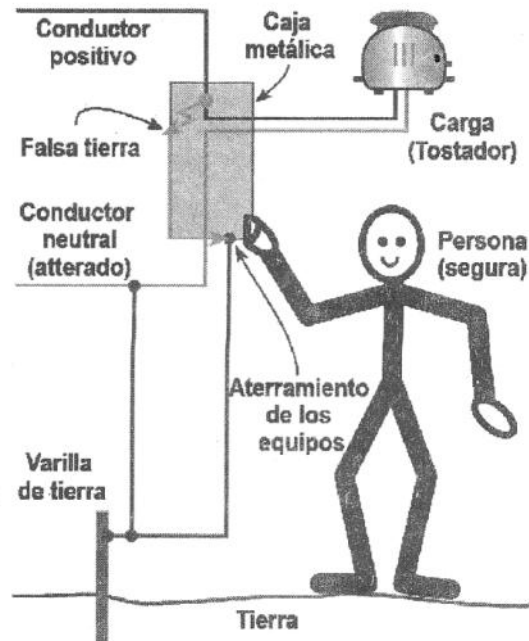
Protección contra relámpagos equivocada



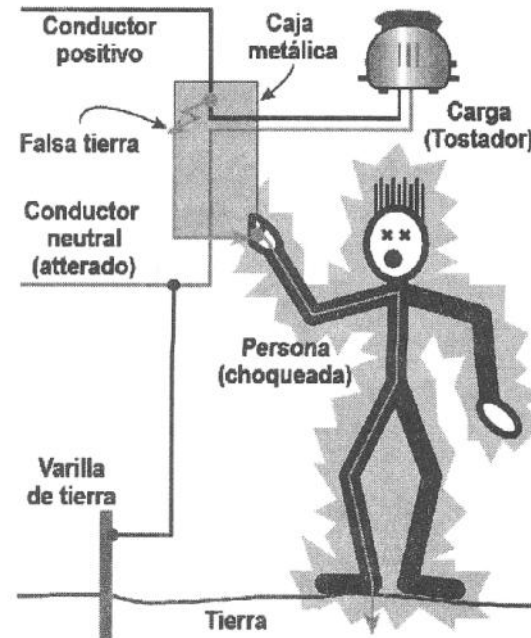
# Elementos de protección

- Tierra (falsa)

Protección de falsa-tierra correcta



Protección de falsa-tierra equivocada





# Cables

# Cables

---

Deben cumplir con:

- Resistir corriente máxima
- Minimizar pérdidas

JHaas



# Cables

Diámetro depende de:

1. Pérdida de voltaje máxima deseada
2. Corriente máxima (corregida por: 1,25·1,25)
3. Longitud
4. Voltaje del sistema

Índice caída voltaje:

$$ICV = \frac{\text{Amperes} \times \text{metros} * 3,3}{\%_{caída} V \cdot V}$$



# Cables

ICV	Dimensión [CEC]	Área [mm2]	Diametro [mm]	Corriente max [A]
99	4/0	107	12	230
62	2/0	67	9	175
49	1/0	42	7,5	150
31	2	34	6	115
20	4	21	5	85
12	6	13	4	65
8	8	8	3	50
5	10	5	2,5	30
3	12	3	2	20
2	14	2	1,5	15



# Otros componentes

- Interruptores



# Interrupidores (automáticos)

- Función: prevenir incendios (asegurar que por cable no fluya energía excesiva)
- Conexión: polo positivo de cada parte del sistema
- Deben ser DC
- Tamaños comerciales (A): 1,2,...15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 125, 150, 175, 200, 225, 250, 300.





# Otros componentes

- Conectores



# Otros componentes

- Monitoring



# Otros componentes

- Monitoreo



# Otros componentes

- Displays



# ¿Qué se vio?

- El efecto FV
- Tipos de celda
- El módulo y su funcionamiento
- El inversor
- Las baterías
- Otras componentes





¿Preguntas?



Fuente: <http://www.yaLosabes.com/tejas-solares.html>