

Semiconductores y fotodiodos

Ivo Alani
Juan Döppler

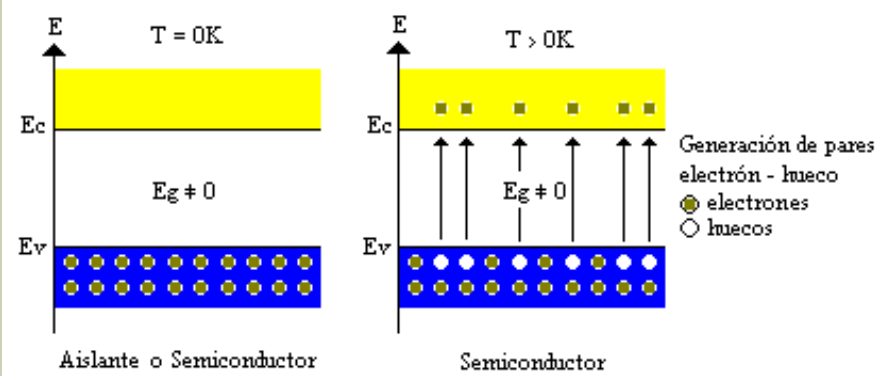
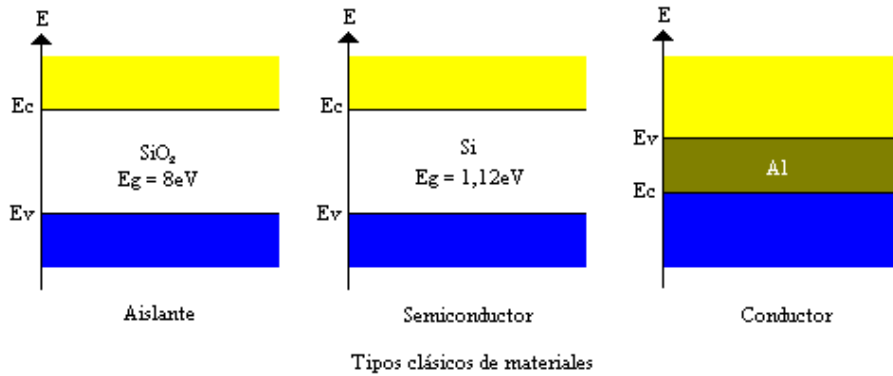
29 de Abril de 2014

Laboratorio 5, FCEN-UBA

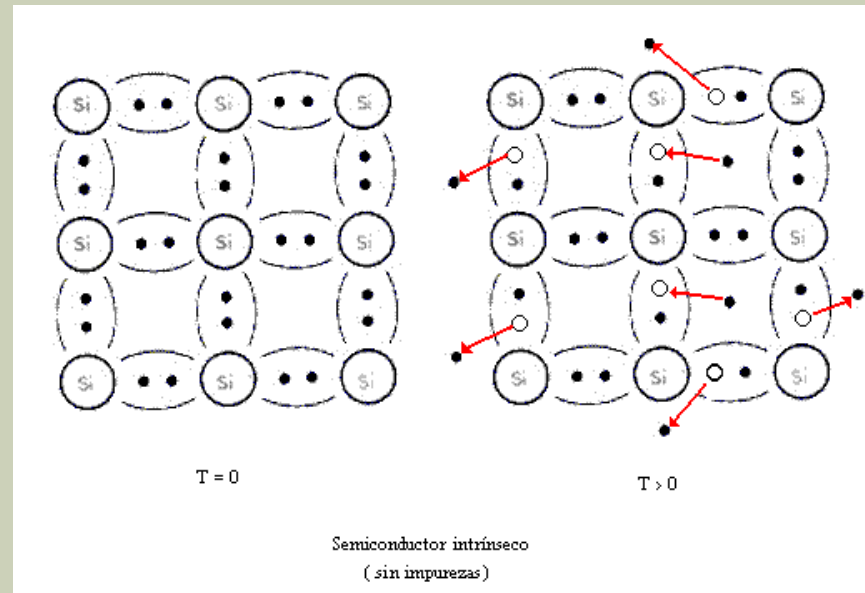
Esquema de la charla

- Tipos de materiales
- Dopaje de semiconductores
- Diodo semiconductor
- Fotodiodo: características, eficiencia y responsividad, tiempo de respuesta.
- Modos de operación del fotodiodo
- Celdas y paneles solares

Tipos de Materiales según sus bandas de energía:

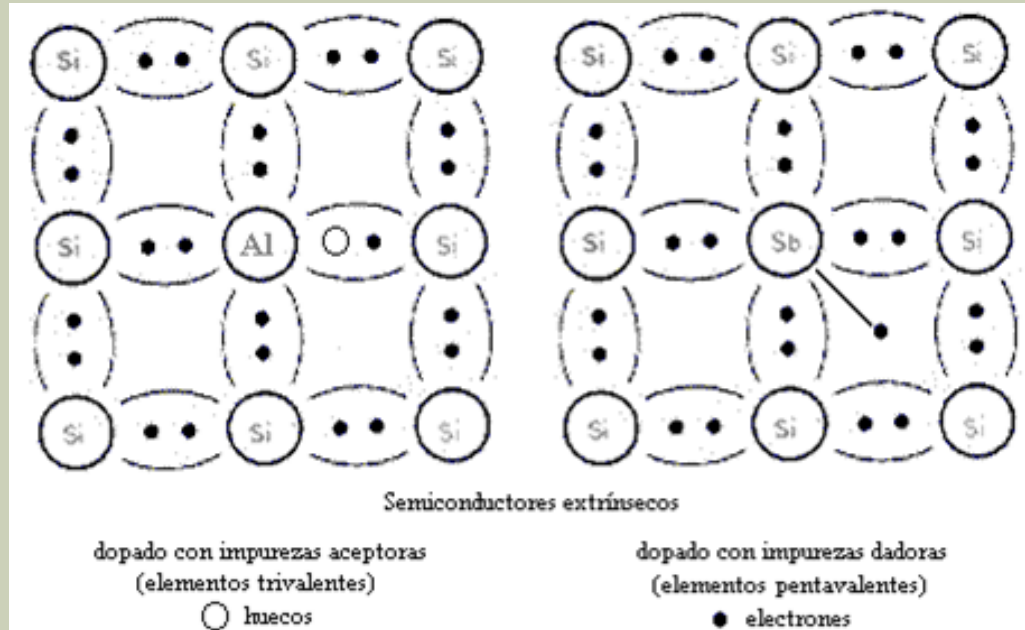


- A $T=0\text{K}$, todos los electrones están en la banda de valencia, y la banda de conducción está vacía.
- A $T>0\text{K}$, los electrones de valencia pueden adquirir energía para saltar a la banda de conducción.

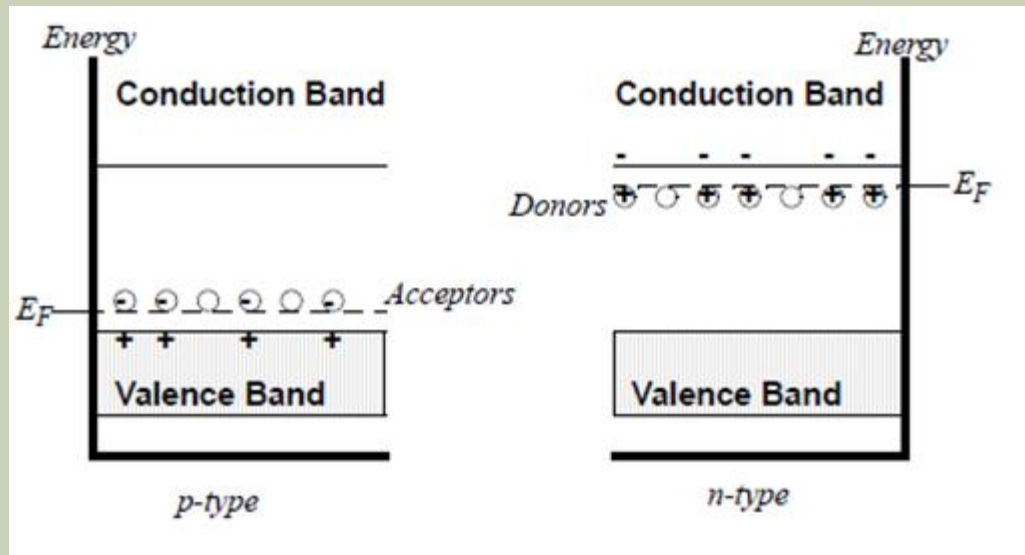


Dopaje de Semiconductores: Tipo P y Tipo N

- Un semiconductor extrínseco se obtiene al insertar elementos del grupo III A (Al, Ga, In) o V A (P, As, Sb) en el material.

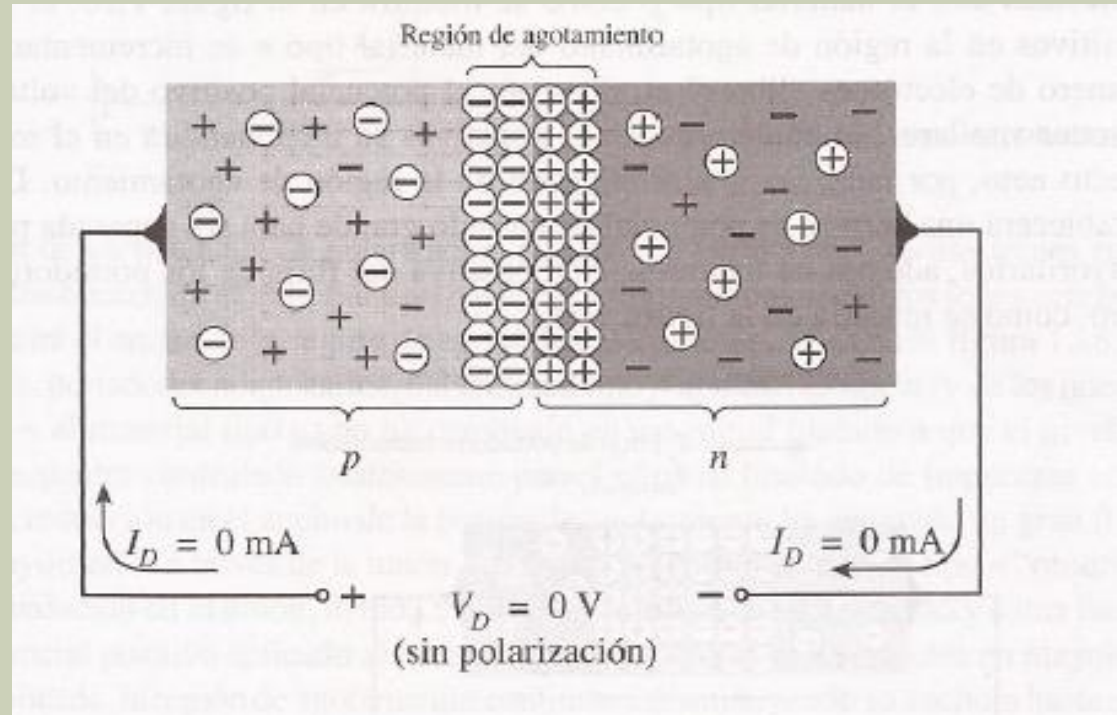


Modificación de las bandas de energía.

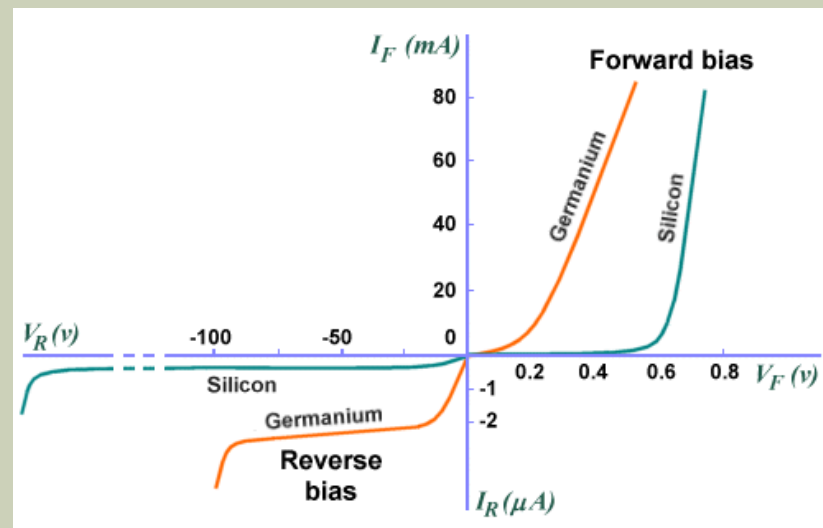


Diodo semiconductor

- Se obtiene al unir un material tipo p y un tipo n, construídos en la misma base (Ge o Si).
- Luego de un proceso de difusión, se tendrá una región con pocos portadores, y una acumulación de iones, produciendo una barrera de potencial.

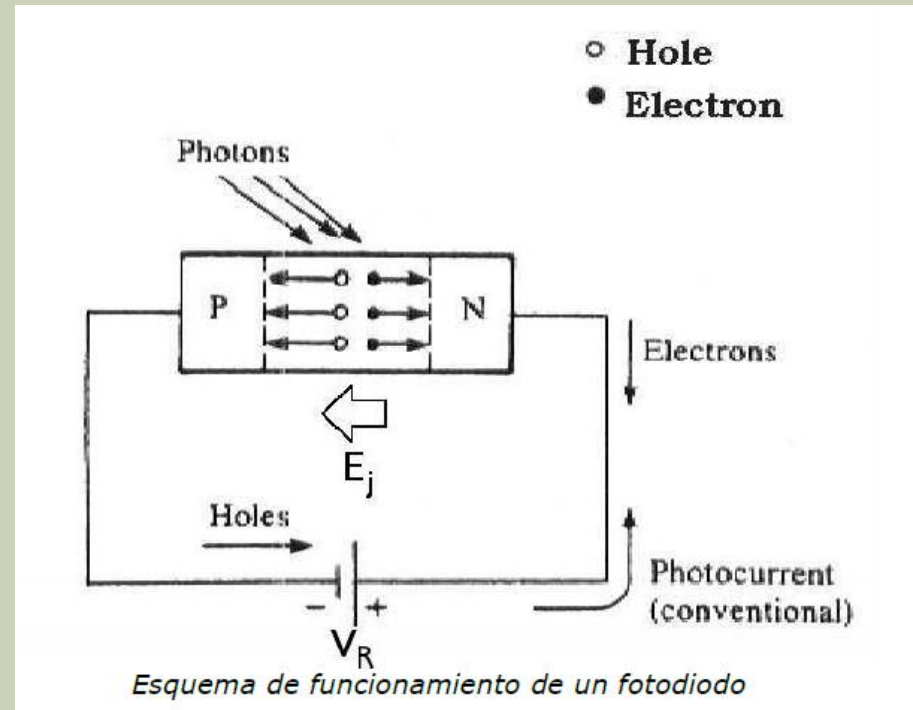
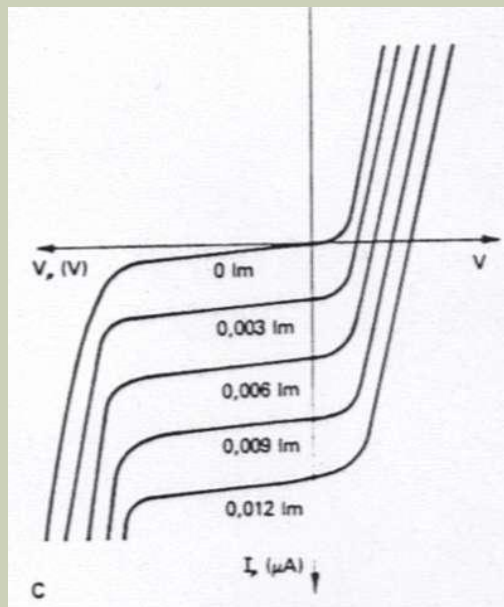


Curva característica I-V



Fotodiodo

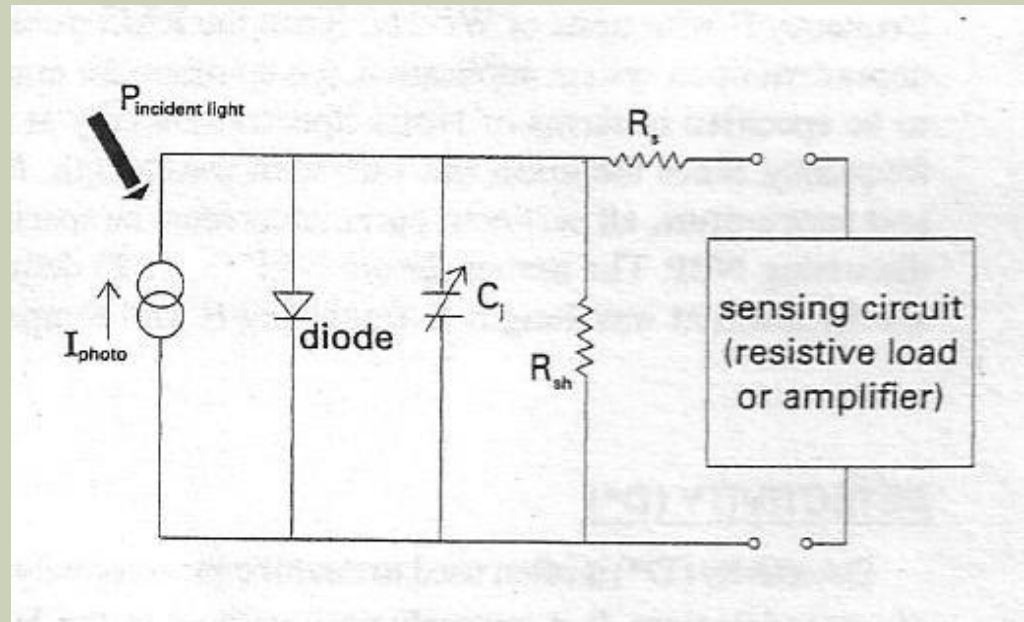
- El fotodiodo consiste en una unión pn sensible a la incidencia de luz.
- La corriente se genera al incidir fotones en la interfase pn. ($E > E_g$)
- La corriente inversa es aproximadamente proporcional a la intensidad



Material	Longitud de onda (nm)
Silicio	190-1100
Germanio	800-1700
Indio galio arsénico (InGaAs)	800-2600
sulfuro de plomo	1000-3500

Circuito equivalente

- El fotodiodo ideal se puede considerar como una fuente de corriente, paralela a un diodo semiconductor. Un modelo un poco más completo incluye R 's y C .
- La región de agotamiento se comporta como un capacitor



Tiempo de respuesta

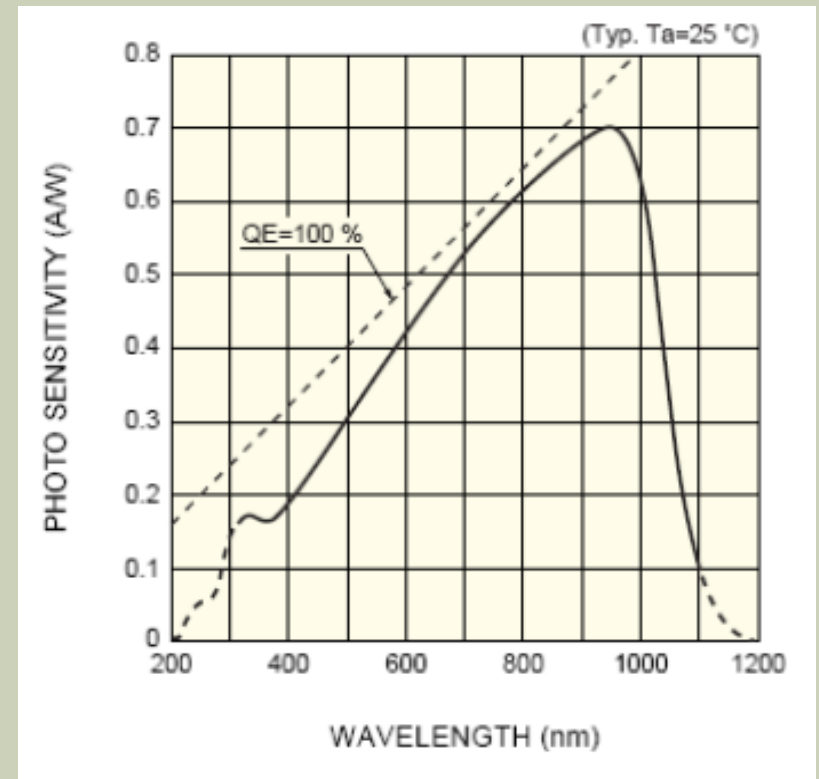
- La resistencia y capacidad del diodo junto a la resistencia del circuito dan el tiempo de respuesta

$$\tau = RC$$

Eficiencia (QE) y responsividad del fotodiodo (R)

- Se define la QE η como la probabilidad de que un fotón incidente genere una carga. Depende de la longitud de onda.
- R mide el ratio de Ampere de fotocorriente generado por Watt de potencia incidente de luz.
- Depende de la QE
- La maxima obtenible en teoría se corresponde con la detección de cada fotón incidente.

$$R = \frac{\text{fotocorriente}}{\text{watt incidente}} = \frac{q \lambda \eta}{hc} = \frac{\lambda \eta}{1.24 * 10^{-6}} \text{ A/W}$$

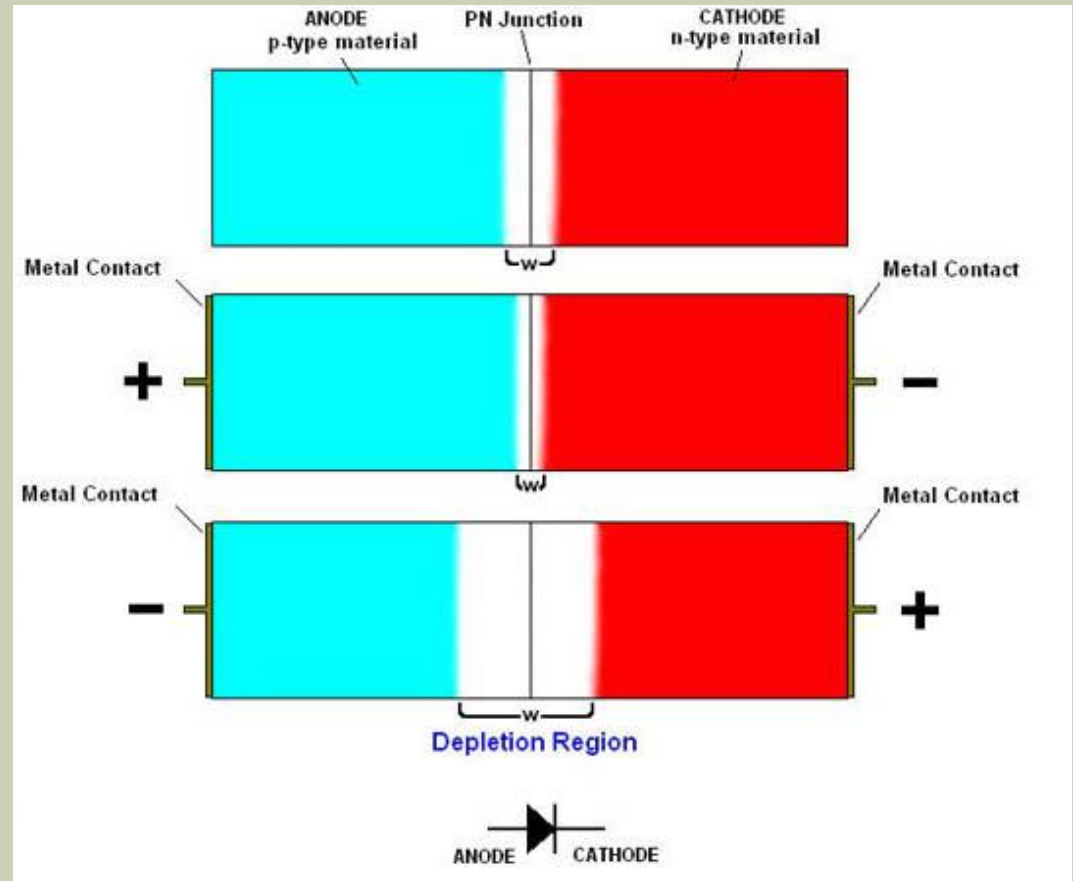


Modo fotoconductorivo

- Se polariza el diodo inversamente, la región de agotamiento crece, disminuye la capacidad y aumenta el tiempo de respuesta.
- Aumenta la corriente oscura.
- Fotodiodos polarizados.

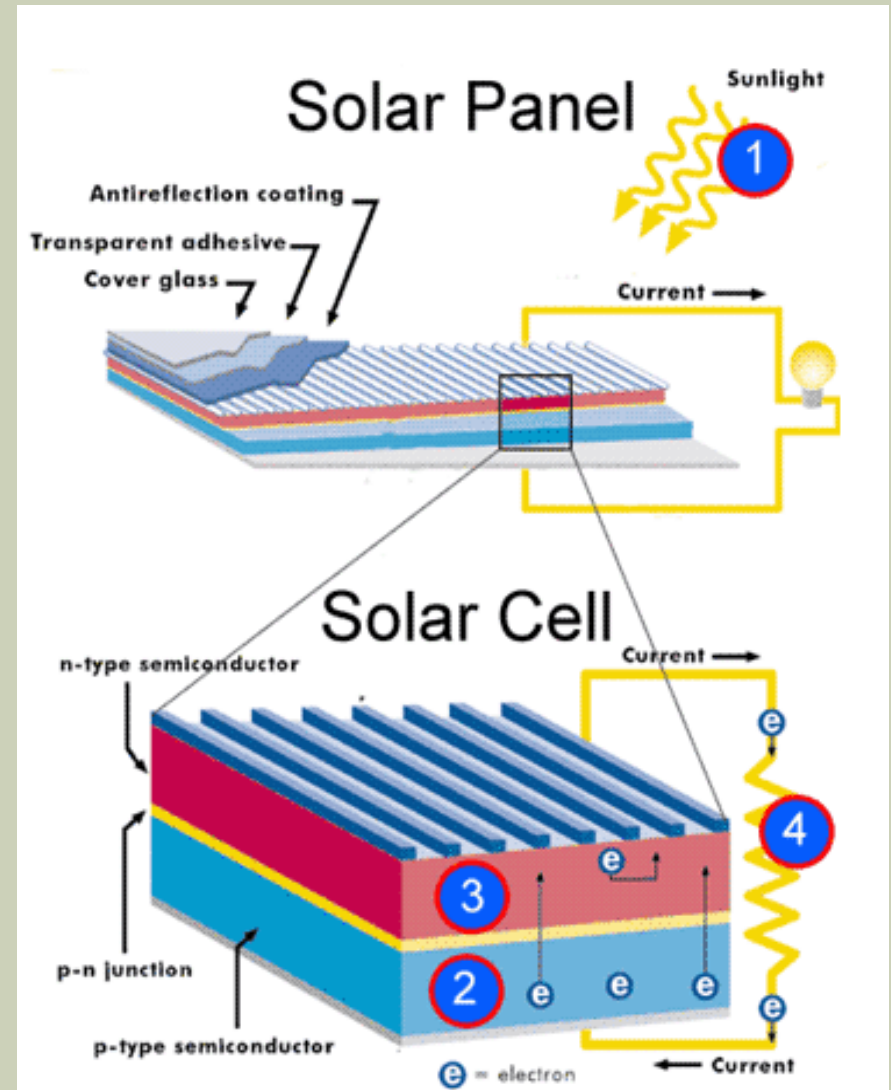
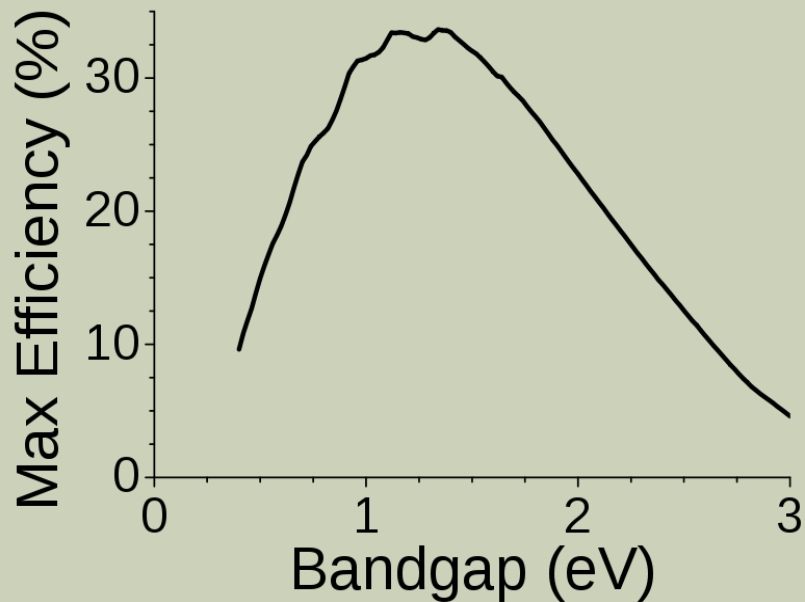
Modo fotovoltaico

- No se polariza el diodo.
- Respuesta más lenta.
- Corriente oscura es mínima.
- Celdas solares



Paneles solares

- Consisten en fotodiodos en modo fotovoltaico.
- El flujo de electrones-huecos produce una corriente aprovechable.
- La eficiencia depende del gap de energía. Es máxima (33.7%) para 1.34 eV. Para el silicio 1.1 eV



Linealidad de la respuesta

- Con polarización inversa, la tensión en la carga es lineal con la intensidad.
- En modo fotovoltaico, solo es lineal en un rango.

