Métodos Experimentales FI2003
Primavera 2021, Clase 9

Carla Hermann Avigliano
Departamento de Física

Contacto: ***carla.hermann@uchile.cl***

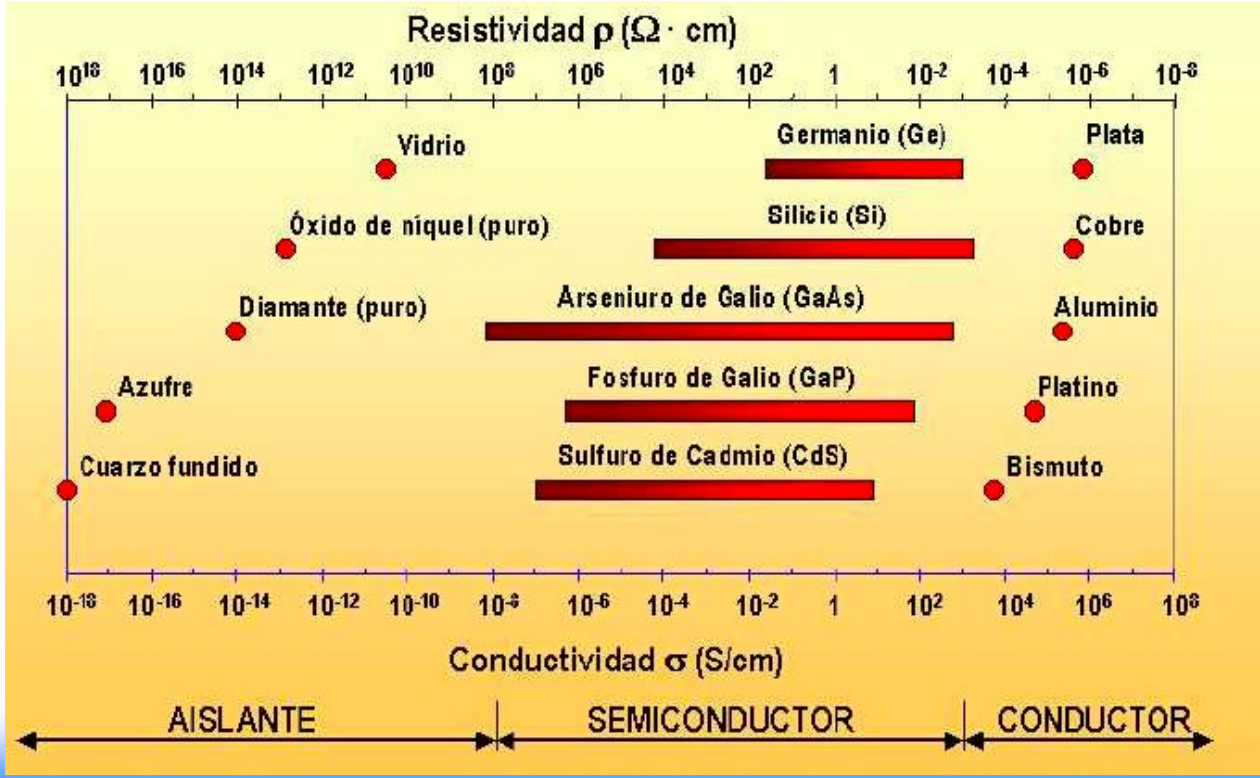
En esta clase veremos:

- Semiconductores
- Diodos
- Circuitos rectificadores
- Aplicaciones: celdas solares

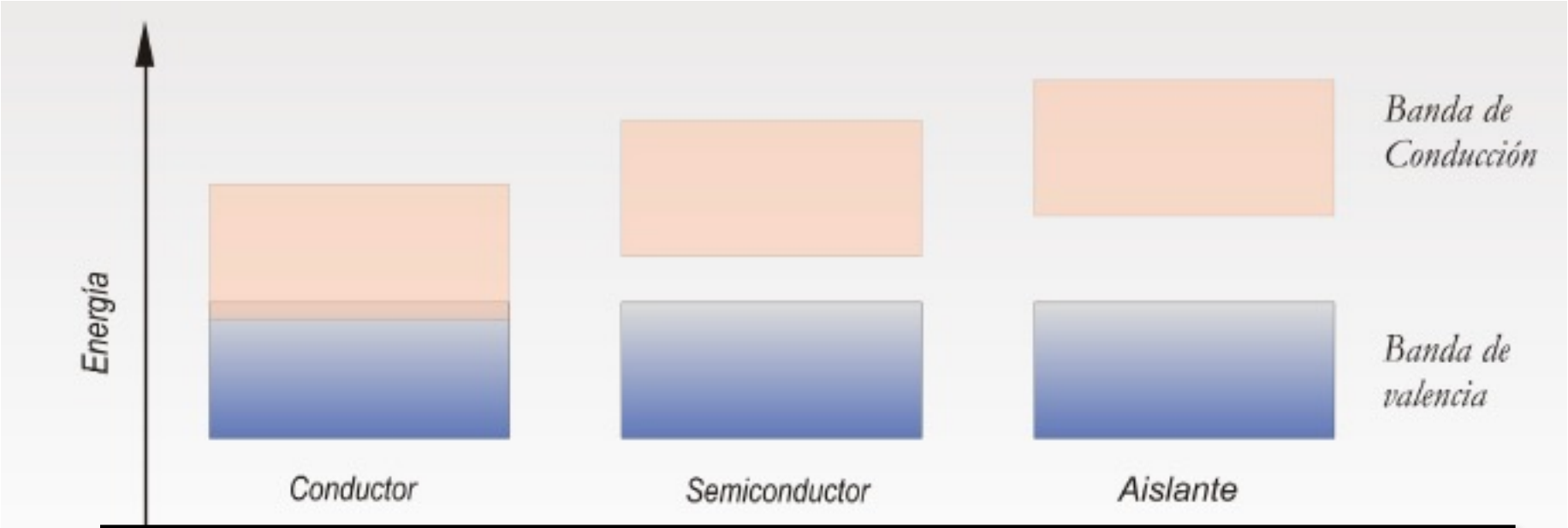
Clasificación eléctrica de materiales

De acuerdo a su conductividad, los materiales se dividen en:

- **Metales: conductores** (ej. cobre)
- **Aislantes: No conducen electricidad** (ej. madera, vidrio)
- **Semiconductores**: pueden ser conductores dependiendo del ambiente (temperatura, voltaje, etc) (ej. Silicio)



Bandas

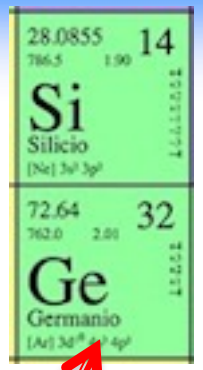


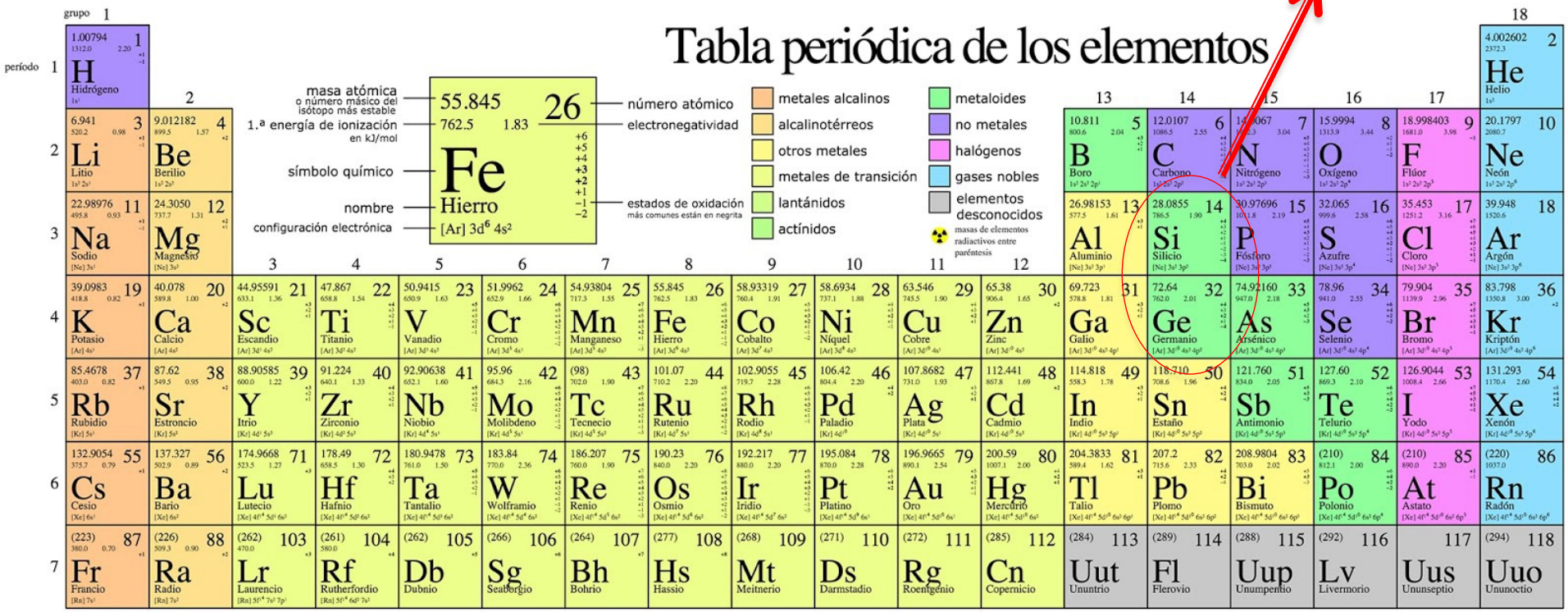
Metal	Semiconductor	Aislante
No hay separación entre bandas Con V los electrones conducen	Separación chica entre bandas (Δ) Con $eV > \Delta$ los electrones conducen	Separación grande entre bandas Hace falta un gran V para que conduzcan

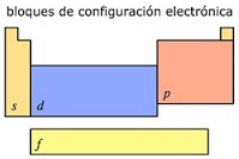
https://www.youtube.com/watch?v=gUmDVe6C-BU

Semiconductor intrínseco

-Semiconductor puro (solo un tipo de átomo)

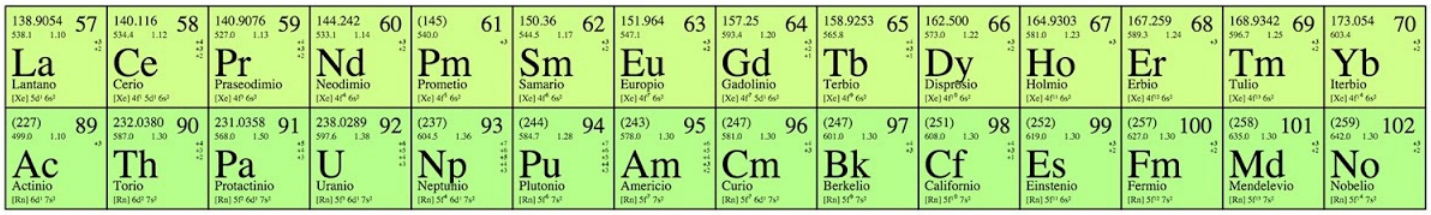




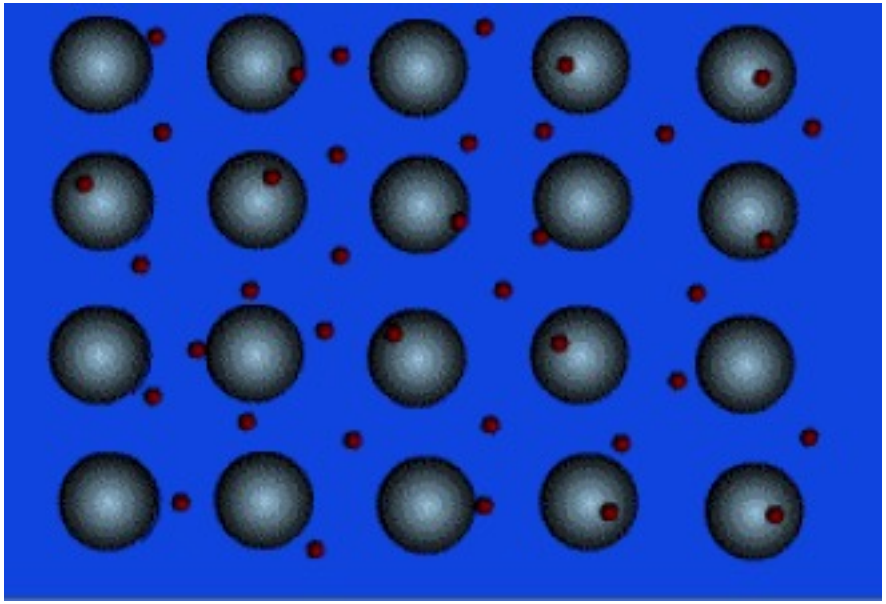


notas

- por ahora, los elementos 113, 115, 117 y 118 no tienen nombre oficial designado por la IUPAC.
- 1 kJ/mol ≈ 96.485 eV.
- todos los elementos tienen un estado de oxidación implícito cero.

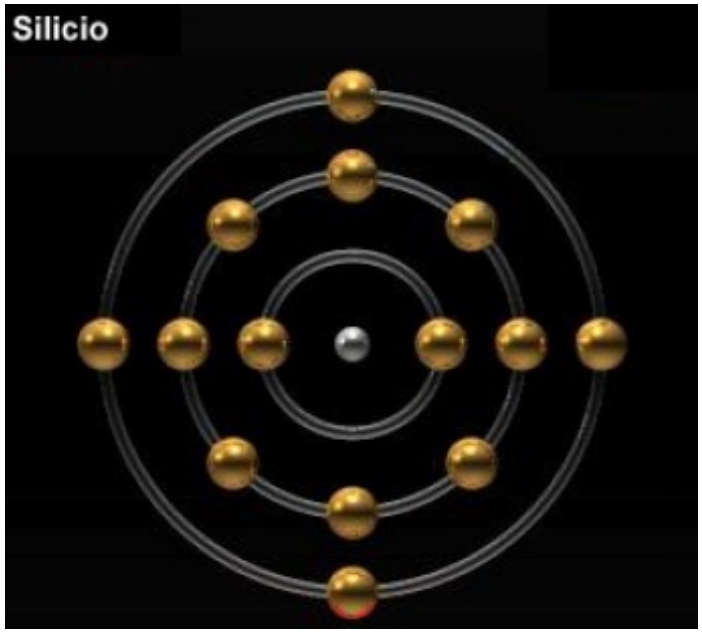


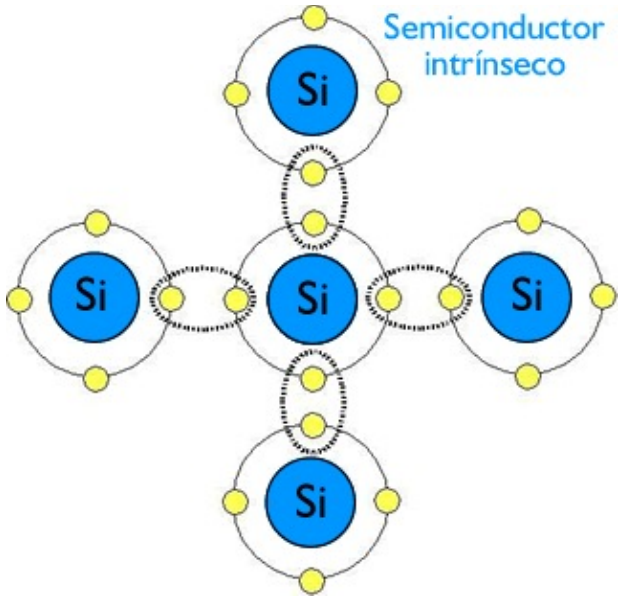
Electrones de conducción



En el enlace metálico los átomos ceden sus electrones de valencia para obtener una última capa llena. El resultado es un cristal de átomos rodeado de una nube de electrones libres. Es esta nube la responsable de la conducción eléctrica.

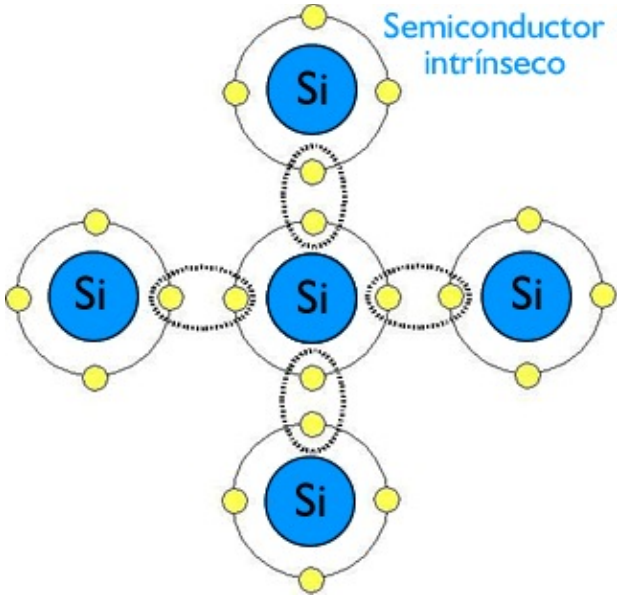
Electrones de conducción





En el enlace covalente y en el iónico, los átomos comparten sus electrones de valencia. No quedan electrones libres para conducción. Para conducir los electrones deben “saltar” a un nivel energético superior. El silicio es un semiconductor intrínseco. El Germanio es otro ejemplo de esto.

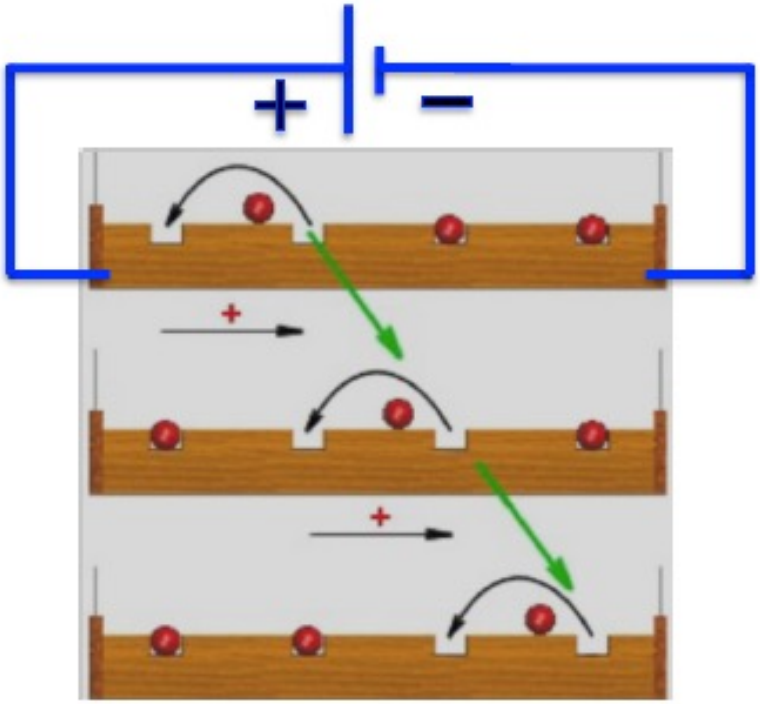
¿cómo un semiconductor conduce?



Energía

Hay que proporcionarle una energía superior a su banda de separación, que en el caso del Si es 0.7 V. Así entonces pasan electrones de la banda de valencia a la banda de conducción. En la banda de valencia se generan ”huecos” que equivalen a cargas positivas.

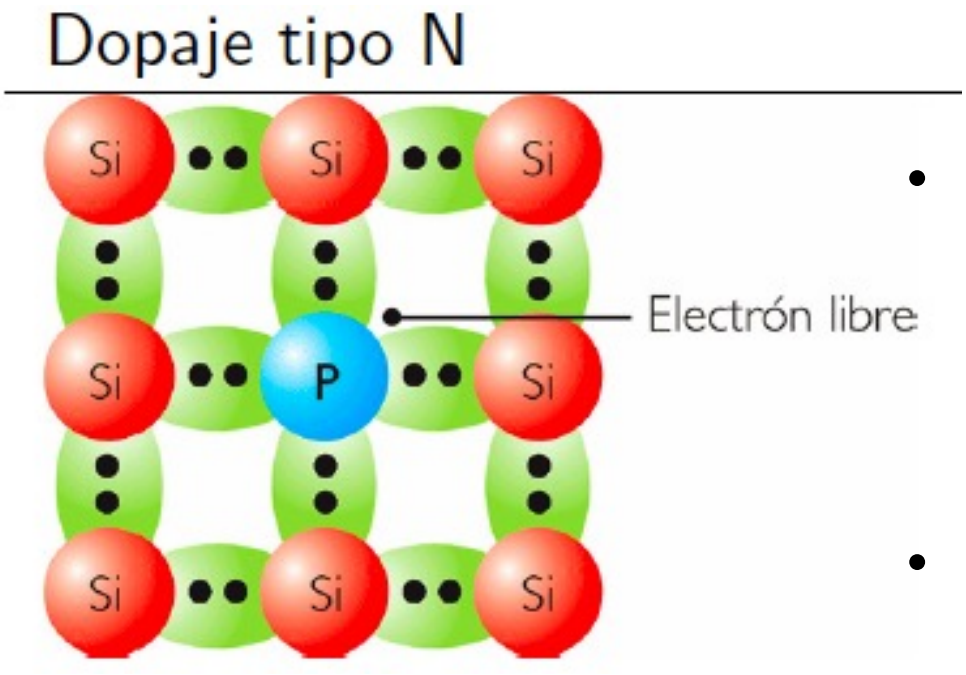
¿cómo un semiconductor conduce?



- Electrones conducen (se mueven) en el sentido contrario de la corriente
- Huecos conducen (se mueven) en el sentido de la corriente.

Dopaje

- Los semiconductores se pueden dopar para modificar (mejorar) sus propiedades:

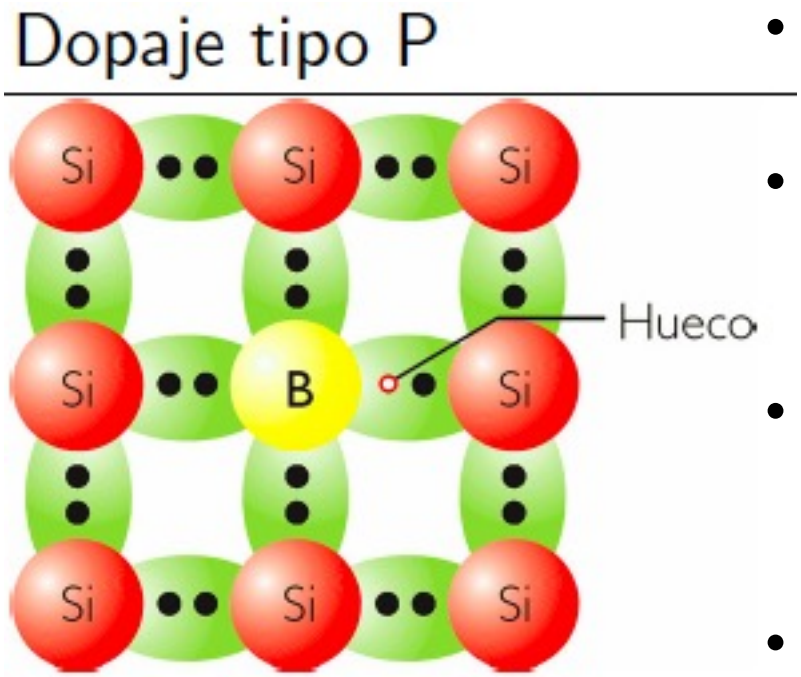


Portador de cargas negativas

- Impurezas pentavalentes (con 5 electrones de valencia) como el Fósforo (P).
- El donante aporta electrones en exceso, los cuales al no encontrarse enlazados, se moverán fácilmente por la red cristalina aumentando su conductividad
- el material tipo N se denomina también donador de electrones.
- **¡Es neutro!**

Dopaje

- Los semiconductores se pueden dopar para modificar (mejorar) sus propiedades:

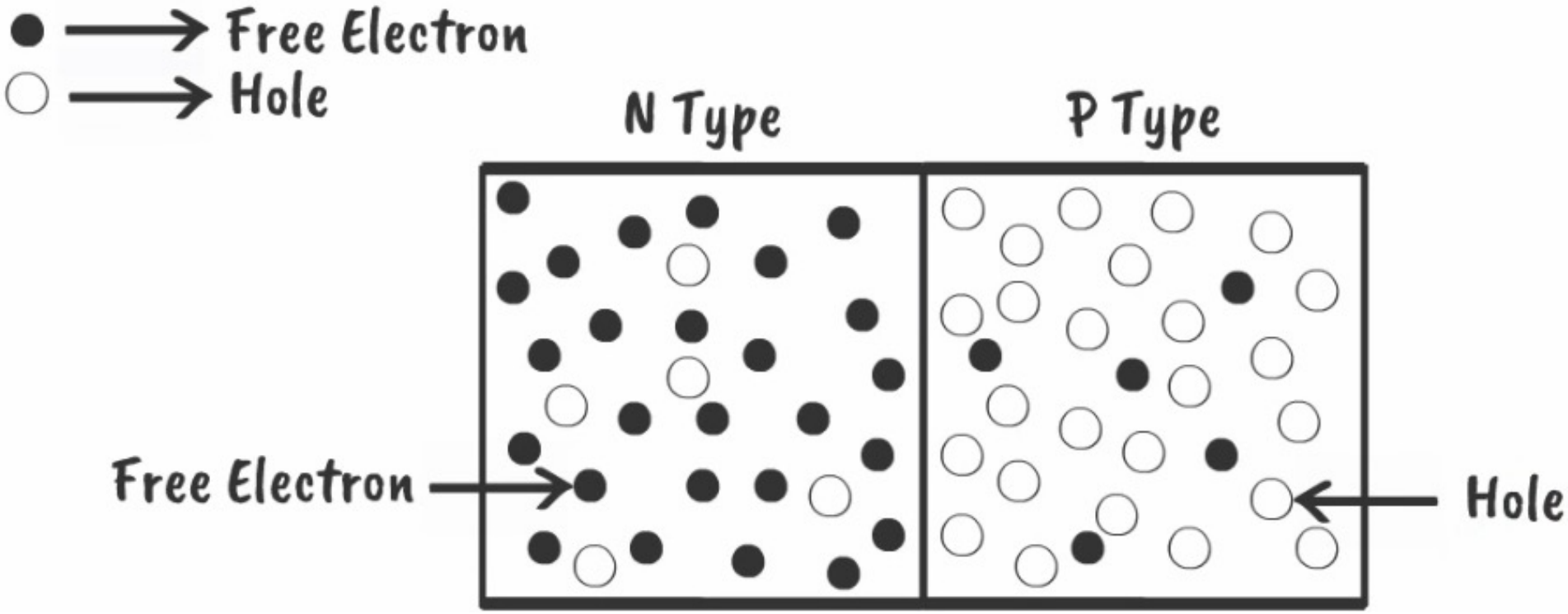


- Impurezas trivalentes (3 electrones de valencia) como el Boro (B).
- Se originan huecos que aceptan el paso de electrones que no pertenecen a la red cristalina.
- al material tipo P también se le denomina donador de huecos (o aceptador de electrones).
- **¡Es neutro!**

Portador de cargas positivas => exceso de huecos

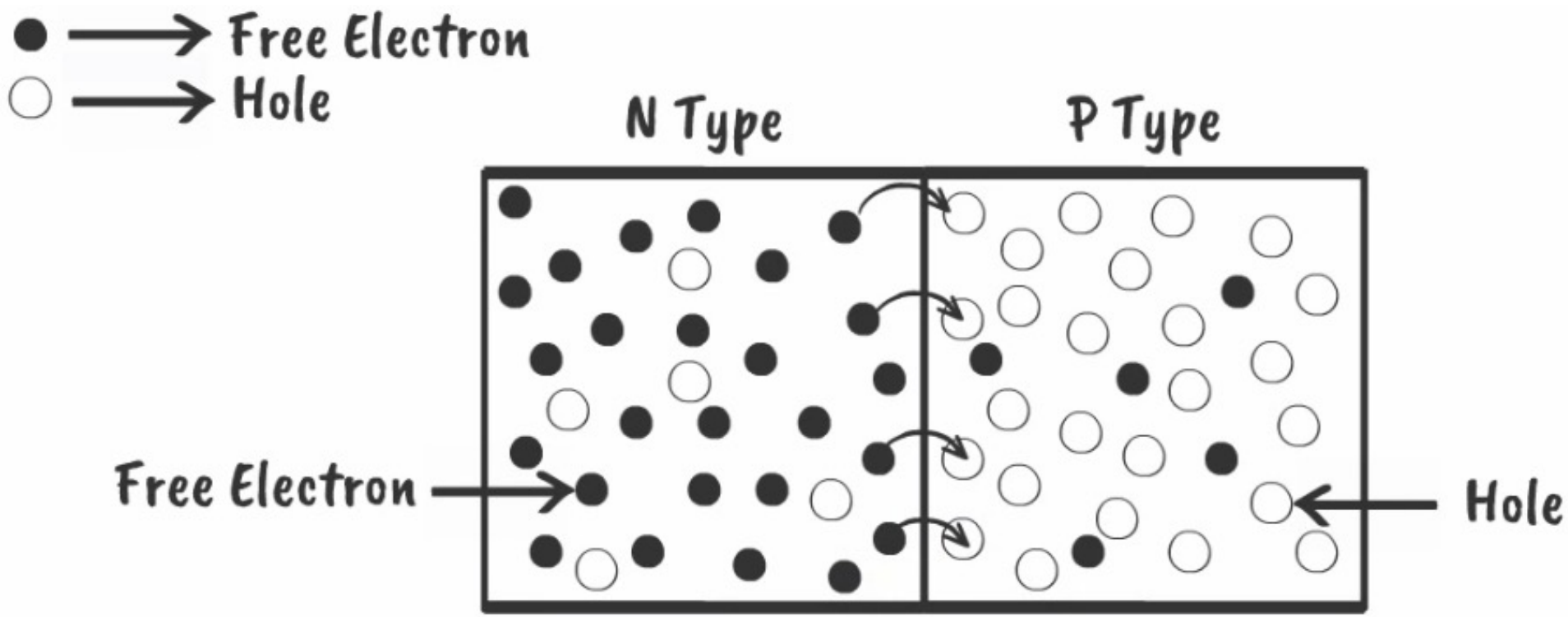
¿qué es un Diodo?

- Semiconductor tipo N en contacto con un semiconductor tipo P, deja pasar corriente en una sola dirección.



¿qué pasa en la juntura?

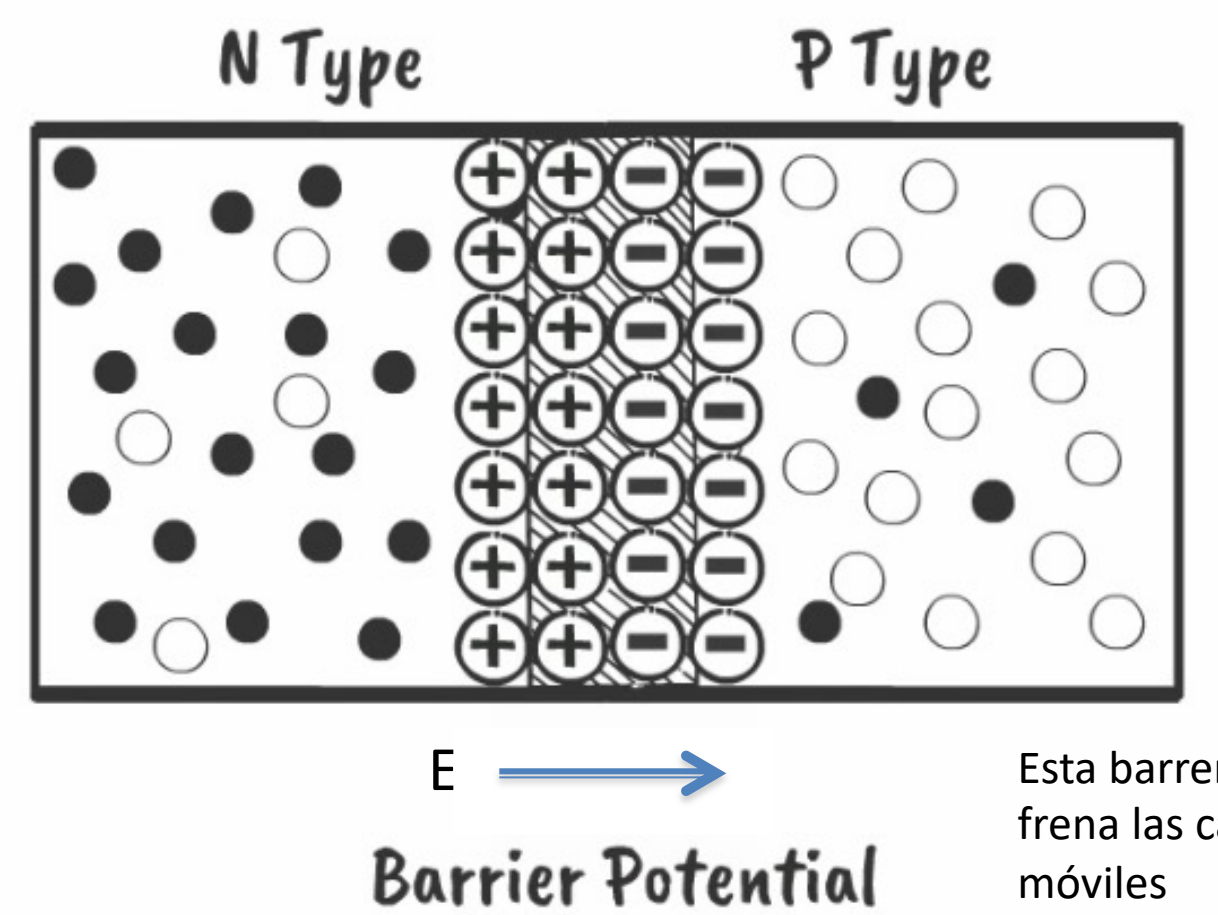
- En la juntura, electrones y huecos se recombinan:



- Se forma una región en la juntura donde hay una falta de electrones libres y de huecos (ya que se recombinan).

¿qué es un diodo?

- Se genera una diferencia de potencial (barrera) en la juntura:

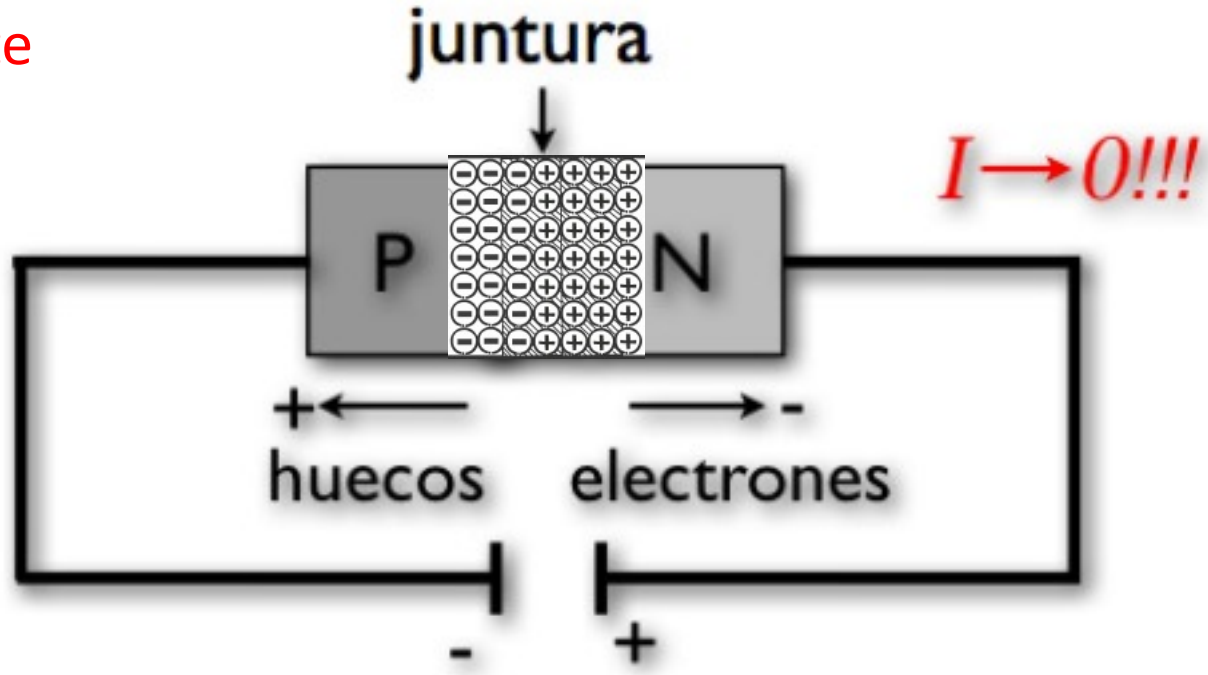


Esta barrera frena las cargas móviles

https://www.youtube.com/watch?v=hsJGw_c-Nn4 (minuto 6:55)
https://www.youtube.com/watch?v=Coy-WRCfems (mal puesta la barrera de potencial)

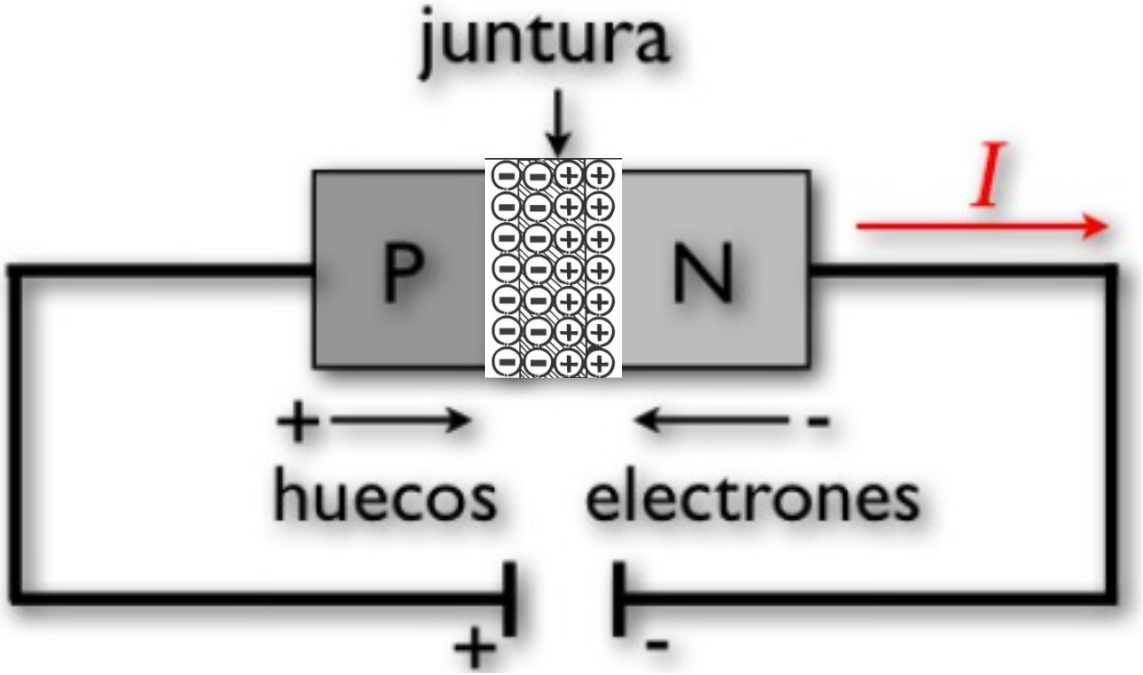
Polarización inversa

- La corriente puede circular desde el semiconductor tipo P al semiconductor tipo N, pero no en sentido contario
- El potencial externo aumenta la barrera impidiendo el paso de corriente



Polarización directa

- La corriente puede circular desde el semiconductor tipo P al semiconductor tipo N, pero no en sentido contario
- V>barrera: el potencial externo ayuda a reducir la barrera



¡Se comporta como un interruptor o válvula de corriente!

Videos

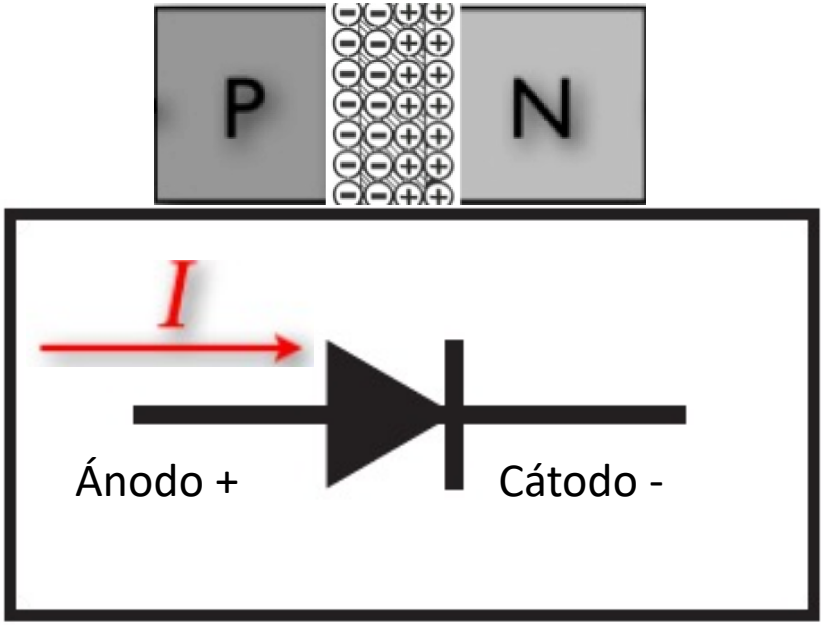
Semiconductores:

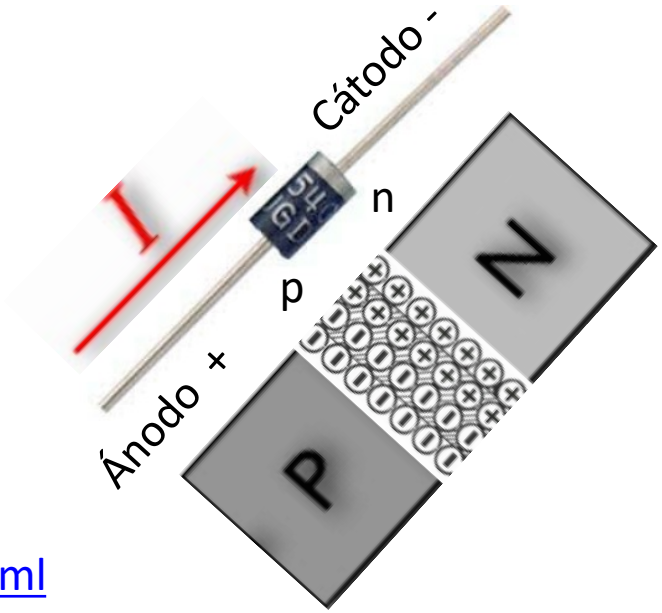
https://www.youtube.com/watch?v=gUmDVe6C-BU
https://www.youtube.com/watch?v=fFVU7-kfPe8

Diodos:

https://www.youtube.com/watch?v=zgTqmL1G7G8

Diodo en el lab

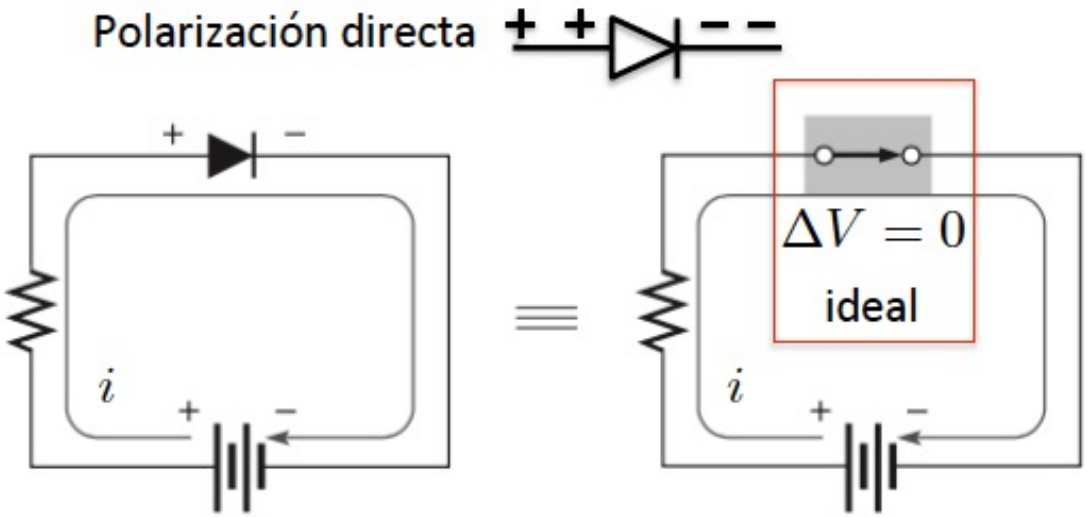


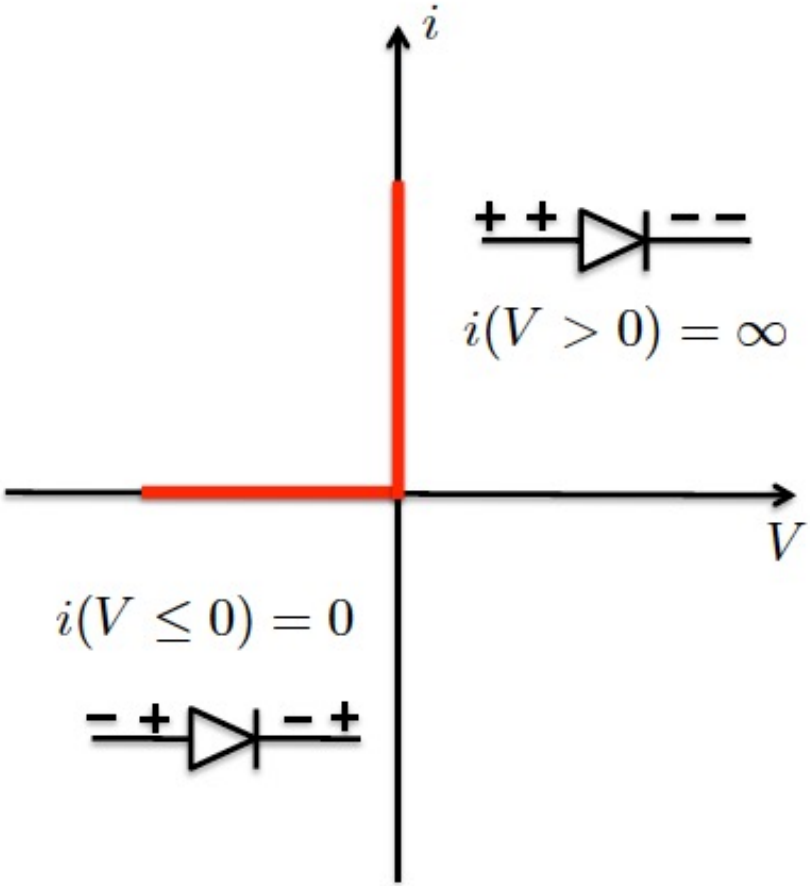


http://www.falstad.com/circuit/e-diodevar.html
http://www.falstad.com/circuit/e-diodecurve.html

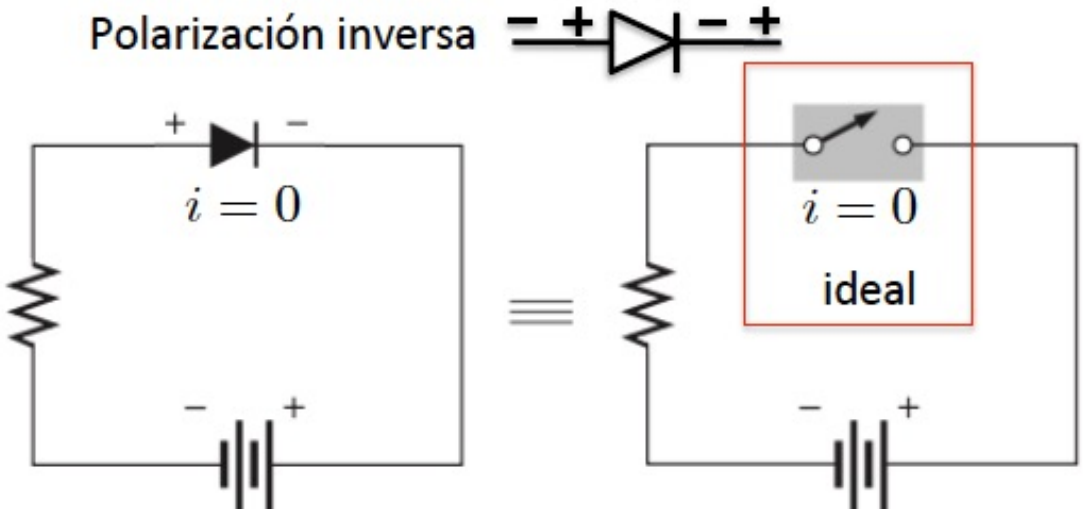
Diodo ideal

Polarización directa

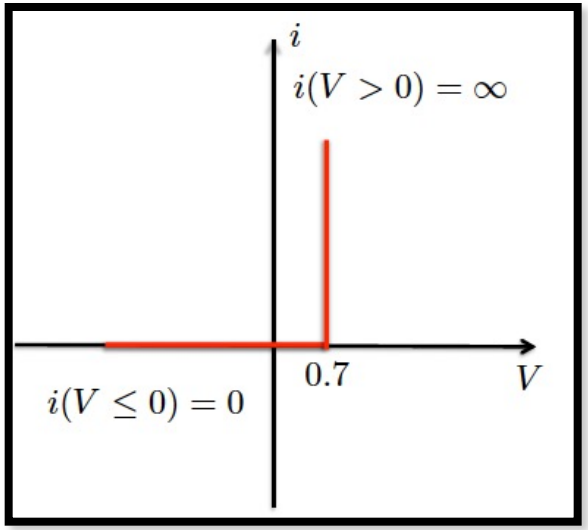




Polarización inversa

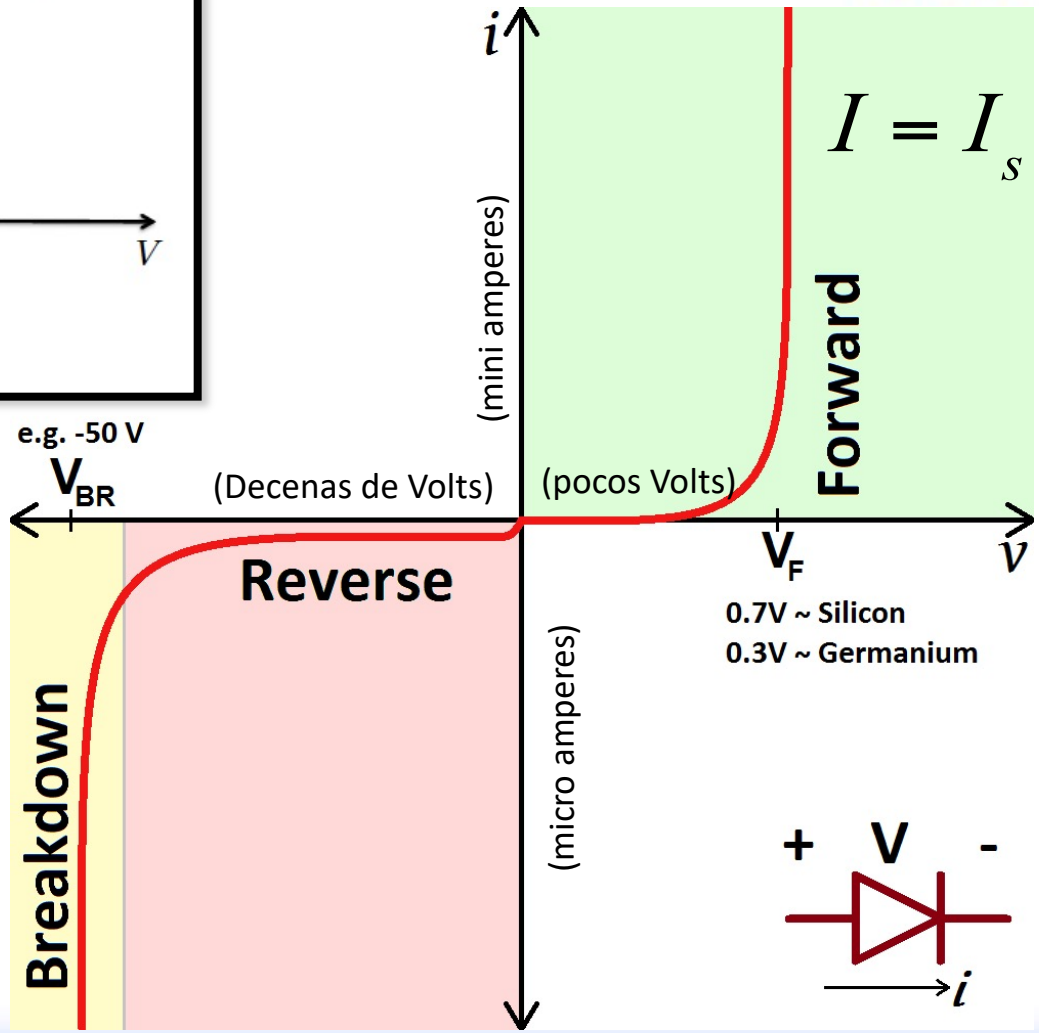


Diodo Real



Ecuación de Shockley

$$I = I_s \left(e^{V_D / nV_T} - 1 \right)$$



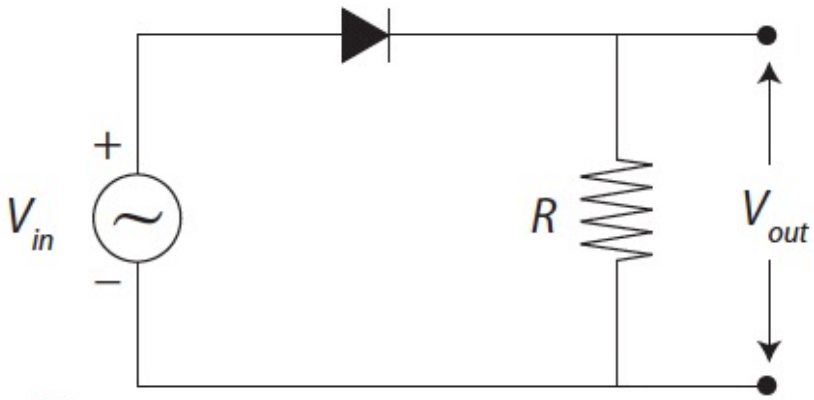
En realidad, esta curva no es tan vertical sino que tiene una pendiente asociada a la resistencia del mismo diodo.

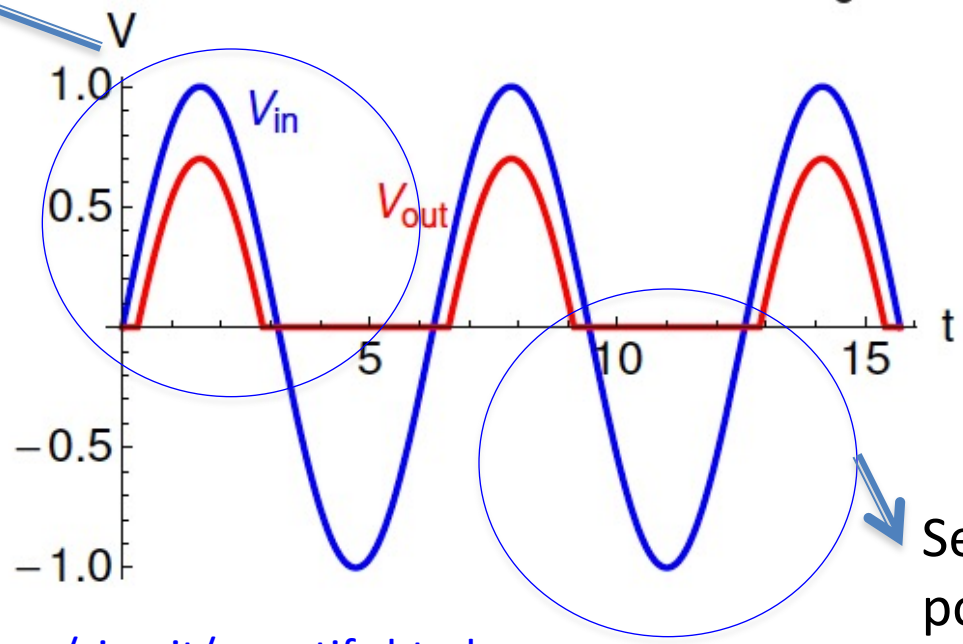
Cuando la temperatura aumenta (o el parámetro que uno escoja para modificar las bandas), esta curva se mueve un poco hacia el origen.

http://www.falstad.com/circuit/e-diodecurve.html

Rectificador de media onda

Semi ciclo positivo: polarización directa





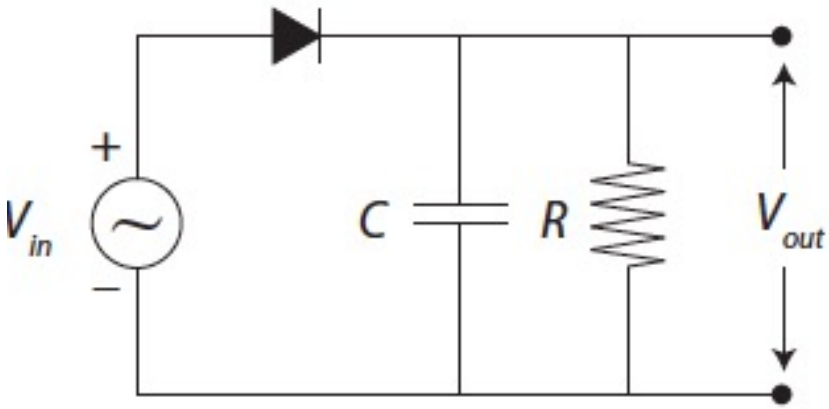
En el semi ciclo positivo el voltaje en la resistencia no es igual al de la fuente porque en realidad también existe una pequeña resistencia en el diodo.

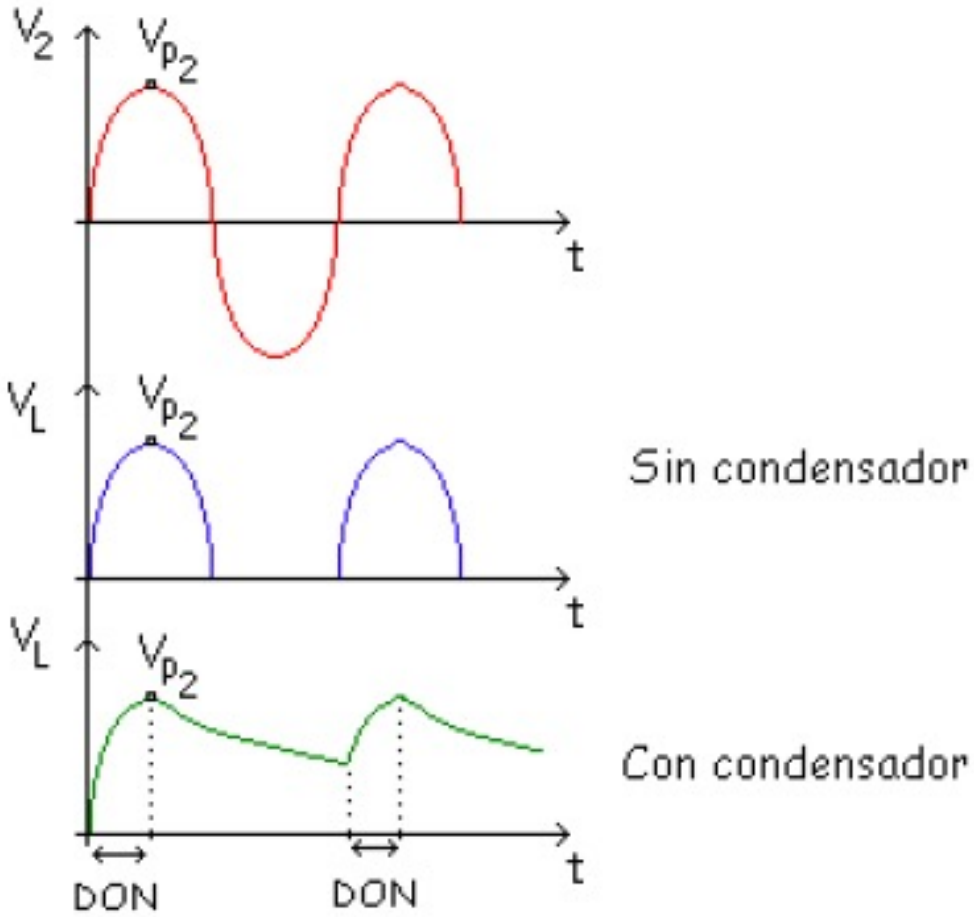
El voltaje en la resistencia se hace cero antes que comience el semi ciclo negativo porque en un diodo real hay un voltaje mínimo para conducir corriente.

Semi ciclo negativo: polarización inversa

http://www.falstad.com/circuit/e-rectify.html

Rectificador de media onda + condensador

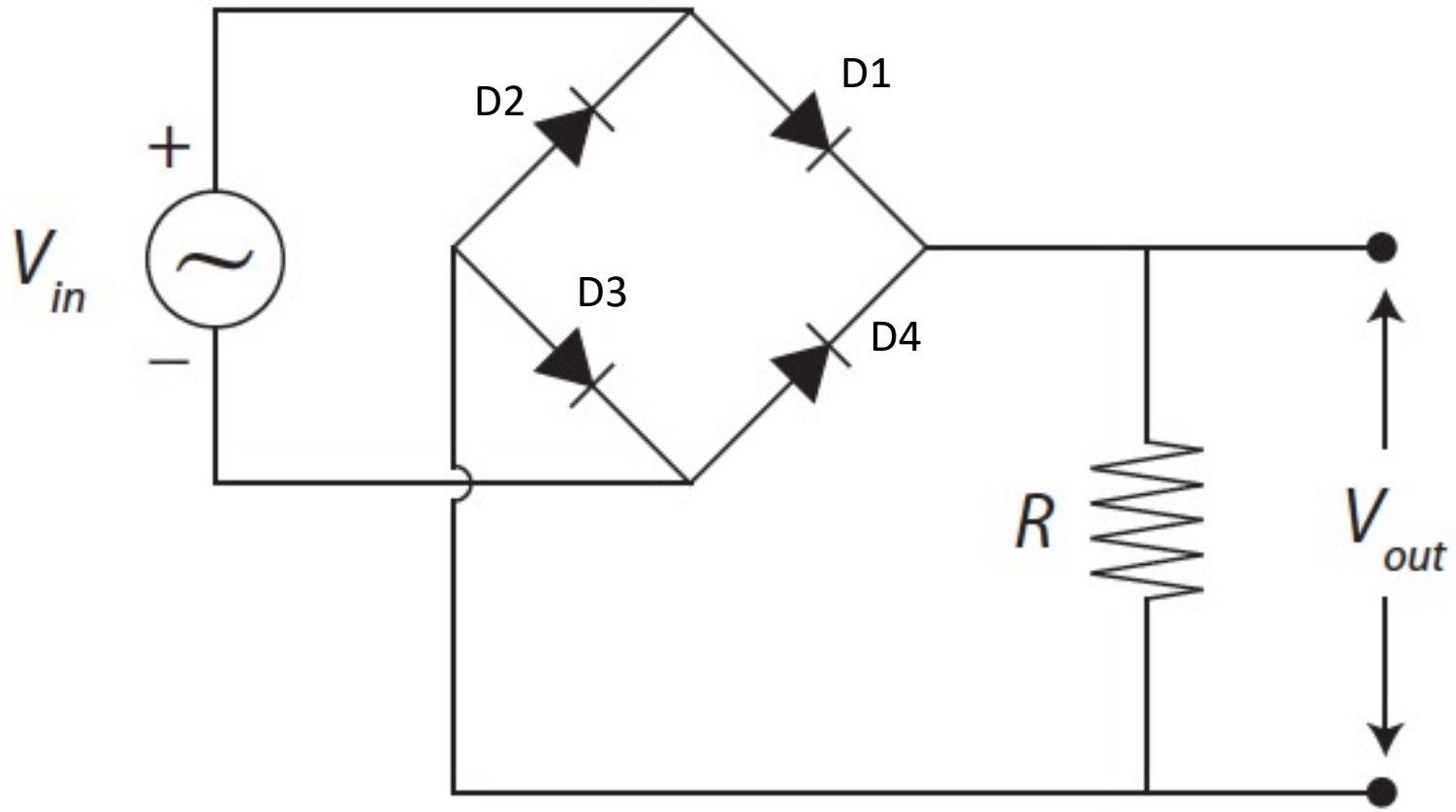




Tiempo de descarga del condensador largo

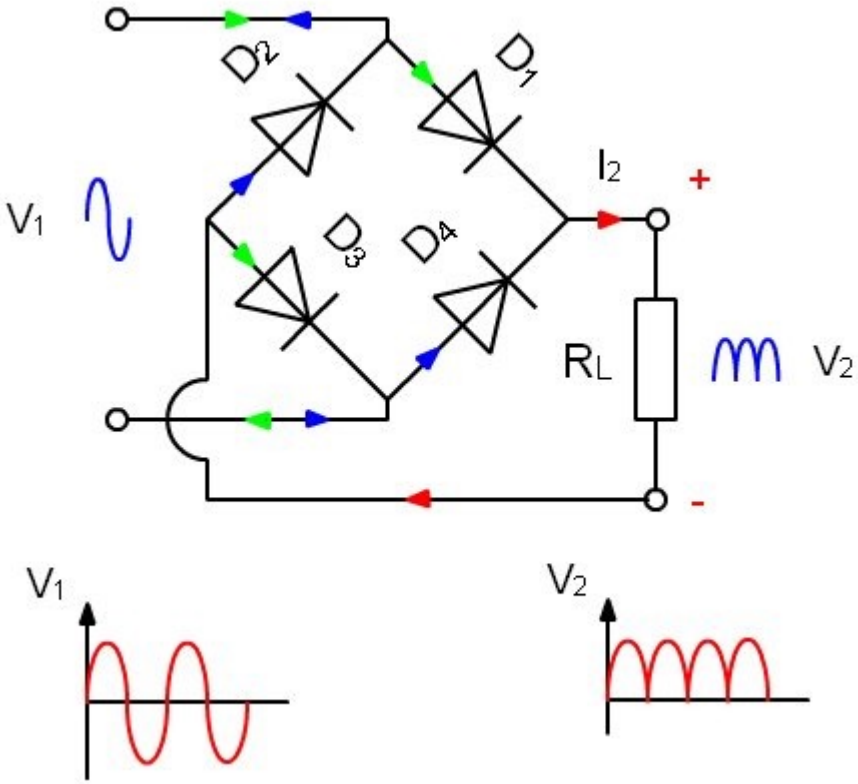
http://www.falstad.com/circuit/e-rectify.html

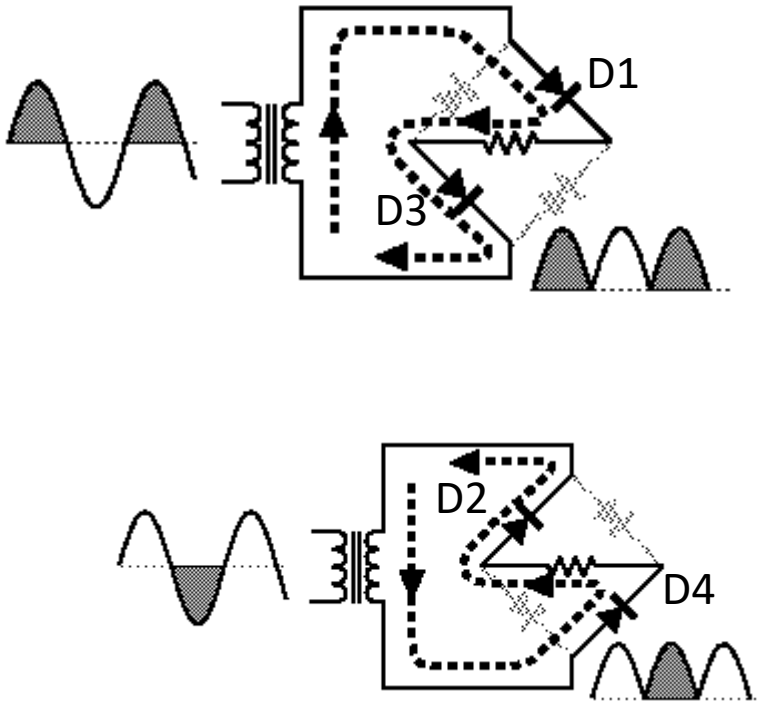
Puente de diodos



http://www.falstad.com/circuit/e-fullrect.html

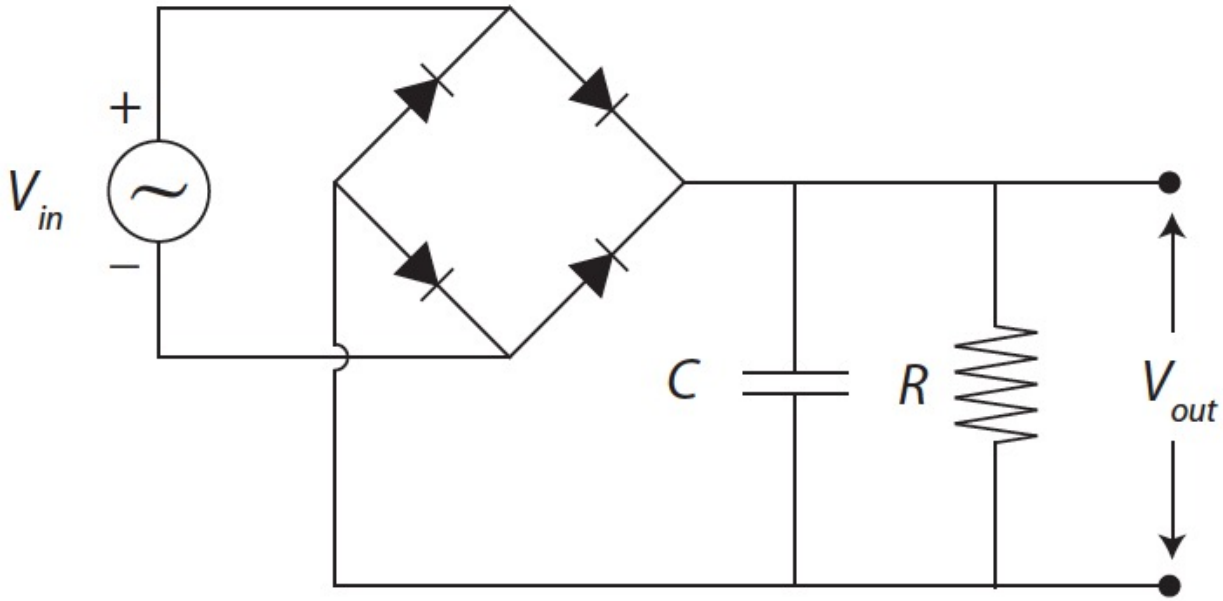
Rectificador onda completa

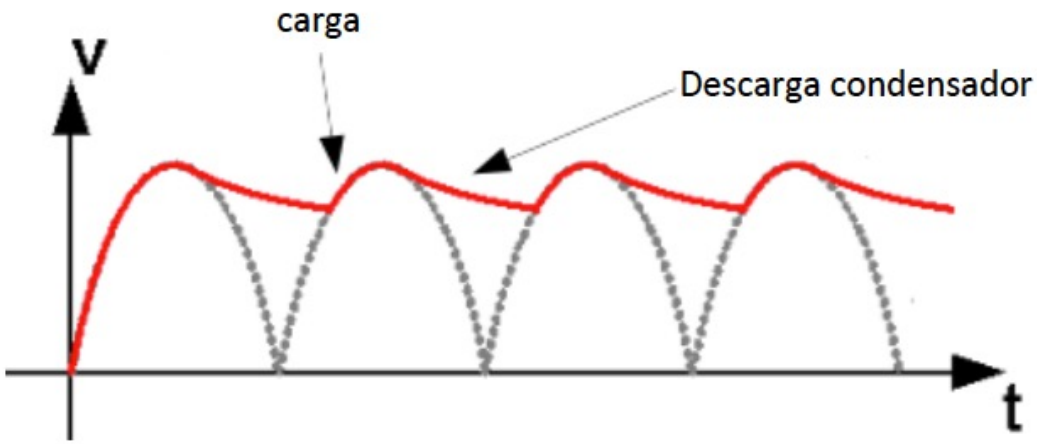




http://www.falstad.com/circuit/e-fullrect.html

Rectificador onda completa +C





http://www.falstad.com/circuit/e-fullrectf.html

Laboratorio Nº7

- Objetivo:
  - Estudio del funcionamiento de un diodo
  - Rectificador de media onda
  - Rectificador de onda completa
  - Generador de corriente continua

https://www.youtube.com/watch?v=IcrBqCFLHIY
semiconductores y transistores
https://www.youtube.com/watch?v=Coy-WRCfems Diodo

¡Éxito!

Videos y otros sitios web

- https://www.youtube.com/watch?v=gUmDVe6C-BU
- https://www.youtube.com/watch?v=fFVU7-kfPe8
- https://www.youtube.com/watch?v=zgTqmL1G7G8
- https://www.youtube.com/watch?v=IcrBqCFLHIY
- https://www.youtube.com/watch?v=Coy-WRCfems (tiene mala la dirección de la barrera de potencial)
- https://www.youtube.com/watch?v=hsJGw_c-Nn4
- https://www.youtube.com/watch?v=qIJx2PRGKqw
- http://pelandintecno.blogspot.com/2014/04/semiconductores-intrinsecos-y.html
- http://www.areatecnologia.com/electronica/union-pn.html
- http://angelika3q.blogspot.com/2010/09/curva-caracteristica-del-diodo.html
- https://es.wikipedia.org/wiki/Diodo
- https://www.fceia.unr.edu.ar/eca1/files/teorias/Diodos%20-%202012.pdf
- http://www.falstad.com/circuit/e-diodevar.html
- http://www.falstad.com/circuit/e-diodecurve.html
- http://www.falstad.com/circuit/e-rectify.html
- http://www.falstad.com/circuit/e-fullrect.html
- http://www.falstad.com/circuit/e-fullrectf.html