

Universidad  
Localá

Cartagena99

# Tema 4º

## Corriente eléctrica

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

--

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# Programa

Universidad  
Localá

*Corriente y densidad de corriente eléctrica.*

*Ecuación de continuidad.*

*Corriente de conducción. Ley de Ohm.*

*Propiedades de conducción en los materiales:*

*Conductores, semiconductores y aislantes.*

*Circuitos de corriente continua.*

*Leyes de Kirchoff.*

*Teoremas del análisis de redes:*

*Superposición*

*Thevenin y Norton*

*Máxima transferencia de potencia.*



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

# Introducción

El movimiento de las cargas es lo que conocemos como corriente eléctrica. El proceso por el que se transporta la carga se denomina conducción.

Se mide mediante la magnitud **intensidad de corriente**,  $I = \frac{dQ}{dt}$  que nos indica los coulombios como la velocidad a la que se transporta la carga en un tiempo dado en un medio conductor.

En  $\Delta t$  la carga que pasa por la superficie es:  $Q = n q \vec{S} (\vec{v} \Delta t)$

Como:  $I(S) = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = q n \vec{S} \vec{v}$  Podemos decir  $I = \vec{J} \cdot \vec{S}$

Definimos, **densidad de corriente**  $I = \int_S \vec{J} \cdot d\vec{s}$

$$\vec{J} = \sum_i n_i q_i \langle \vec{v}_i \rangle$$

Ecuación de continuidad

$$\oint_{\Sigma} \vec{J} \cdot d\vec{s} = -\frac{\partial}{\partial t} \int_{\tau} \rho \, d\tau$$

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

# Parámetros macroscópicos

Caracterizar el fenómeno será relacionar causa  $\vec{E}$  y efecto  $\vec{J}$

$$\vec{J} = \sigma \vec{E}$$

## Ley de Ohm

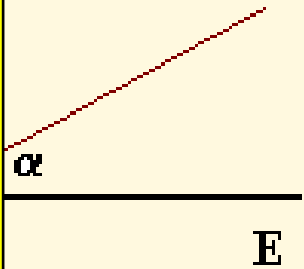
Medios lineales  $\sigma = \text{cte}$

Medios no lineales  $\sigma(E)$

Medios homogéneos  $\sigma \neq \sigma(r)$

Medios isótropos (sus propiedades son las mismas en todas las direcciones)  $\sigma$  es escalar

Medios anisótropos  $\sigma$  es un tensor



tos

$$\int \sigma(E) \cdot S = \sigma \frac{S}{L} V$$

$$R = \frac{1}{\sigma} \frac{L}{S} = \rho \frac{L}{S}$$

$$\mathbf{V} = \mathbf{R} \mathbf{I}$$

# Parámetros macroscópicos

Universidad  
Localá

La resistividad del material varía con la temperatura



Coeficiente térmico de la resistividad

$$\alpha = \frac{1}{\rho} \frac{d\rho}{dT}$$

En **metales la resistividad aumenta** con la temperatura (**resistencia PTC**).

En **semiconductores disminuye**, esto es, si la conductividad aumenta con la temperatura, el coeficiente será negativo (**resistencias NTC**).

l-resistencia

$$\rho = a + bT + cT^2 + \dots$$

nductores

$$e^{-\frac{\epsilon_A}{kT}}$$

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
--  
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# Parámetros microscópicos

Inducción la velocidad de los portadores se debe:

Agitación térmica (no contribuye a la conducción)

Arrastre por campo  $J = n q v_{arr}$

$$\frac{q E}{m} \xrightarrow{\text{agitación térmica}} v_{arr} = a \tau = \frac{q E}{m} \tau$$

Tiempo de relajación  $\tau$

$$\vec{v}_{arr} = \mu \vec{E} \quad \text{Movilidad del portador } \mu \quad \mu = \frac{q}{m} \tau$$

$$\vec{J} = \sigma \vec{E} = n q \vec{v} = n q \mu \vec{E} \quad \sigma = q n \mu = \frac{q^2 n \tau}{m}$$

En general 
$$\sigma = \sum_i n_i q_i \mu_i$$

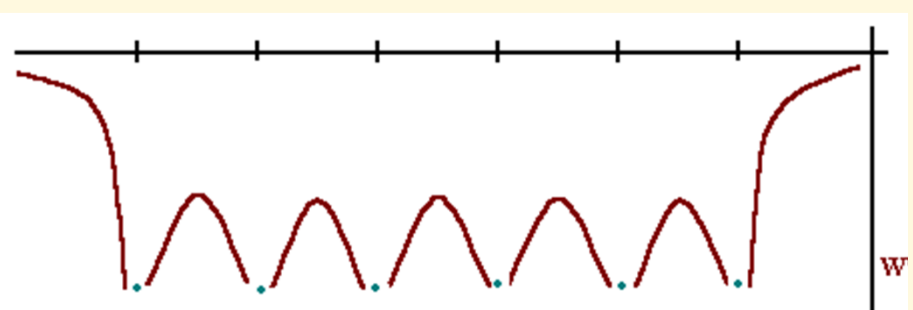
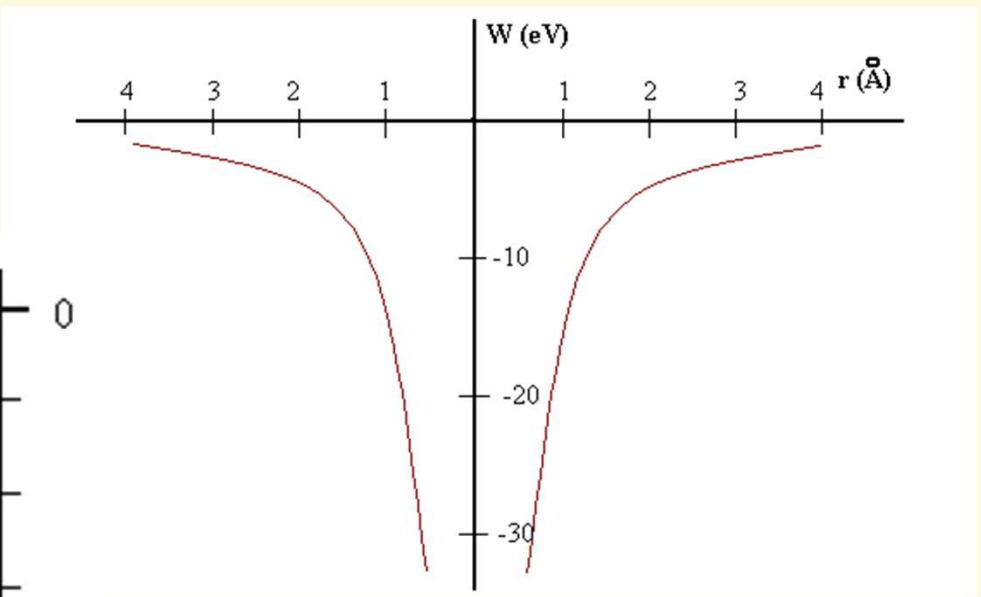
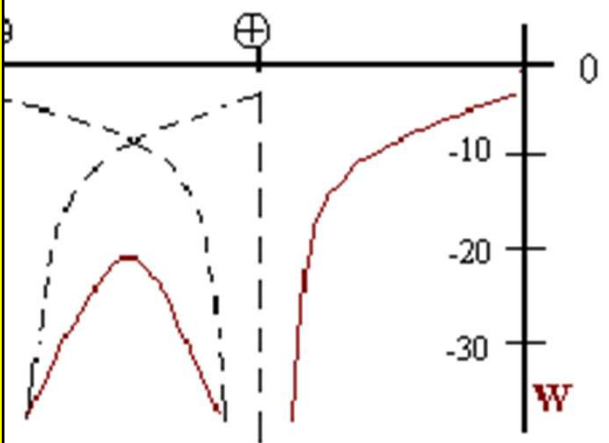
pero muy frecuente 
$$\sigma = q_+ (n_+ \mu_+ + n_- \mu_-)$$

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
 ---  
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

# El modelo del gas de electrones libres

Universidad  
de Calicut

$$\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r}$$



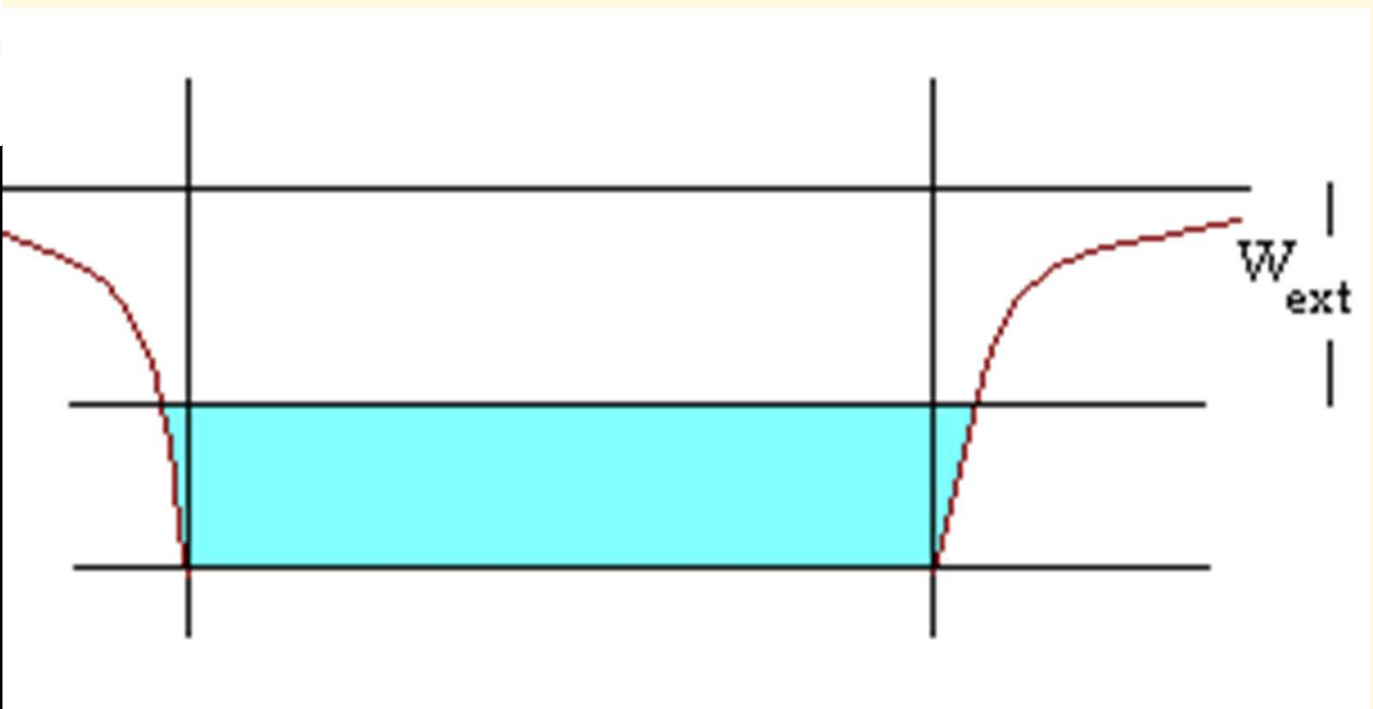
Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVIÁ WHATSAPP: 689 45 44 70  
 ---  
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# El modelo del gas de electrones libres

Universidad  
Tecnológica

Cartagena99



El **potencial de extracción** se define como la energía mínima necesaria para arrancar un electrón del metal.

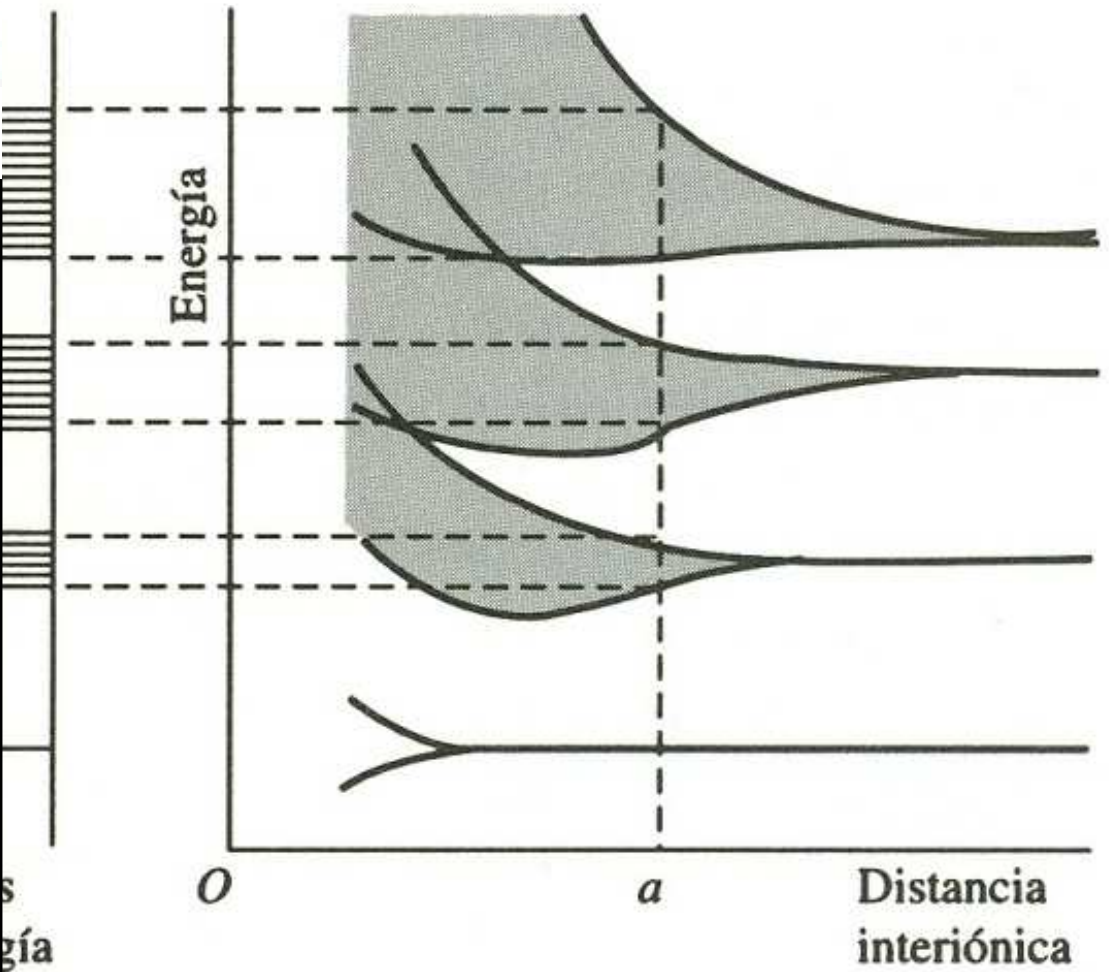
El **potencial de Fermi o potencial Químico** es la máxima energía que puede tener un electrón de conducción en el metal.

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
---  
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



# El modelo de bandas

Universidad  
de Calicut



El número de niveles de energía permitidos dentro de cada banda depende de la densidad de átomos

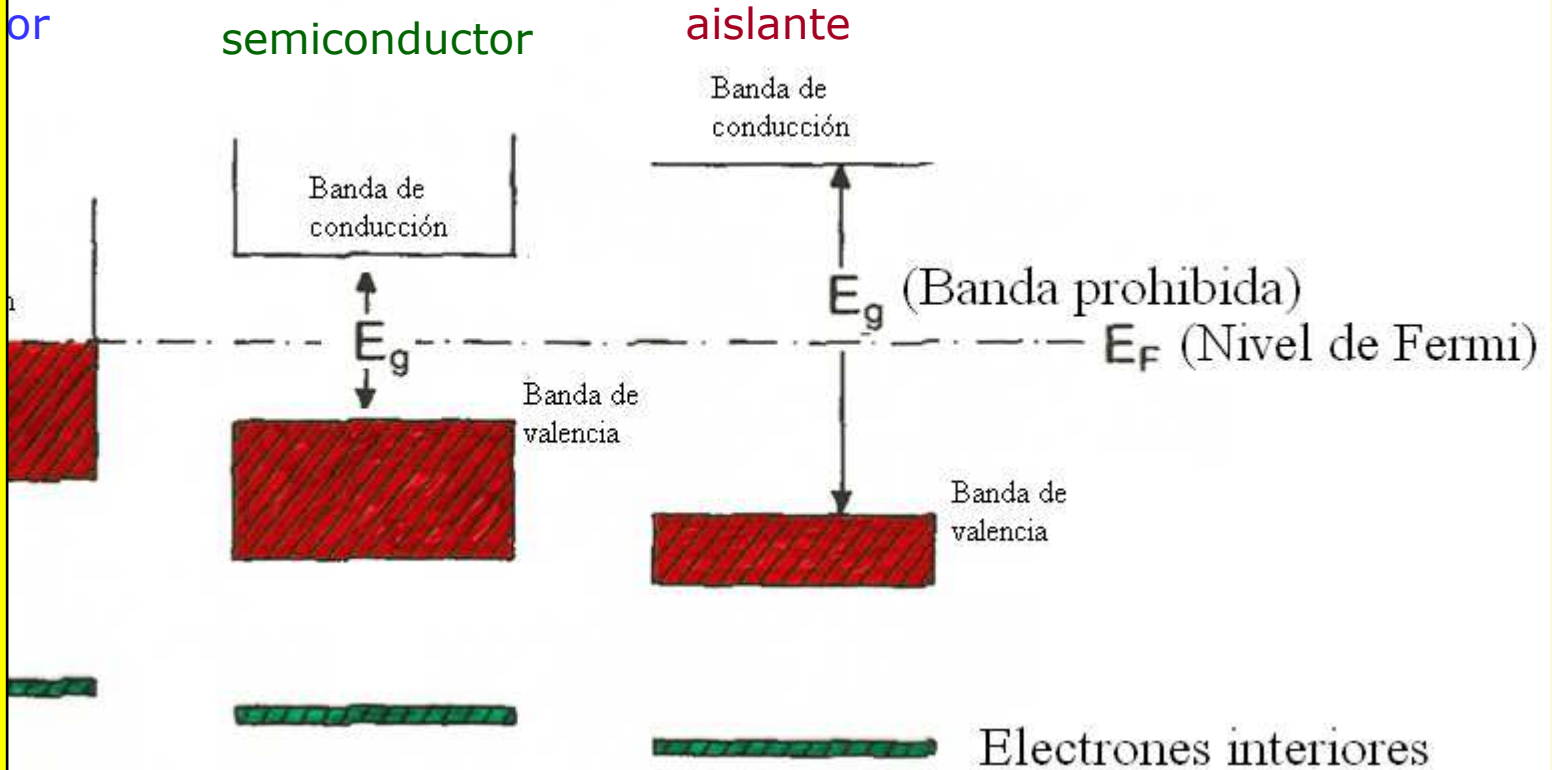
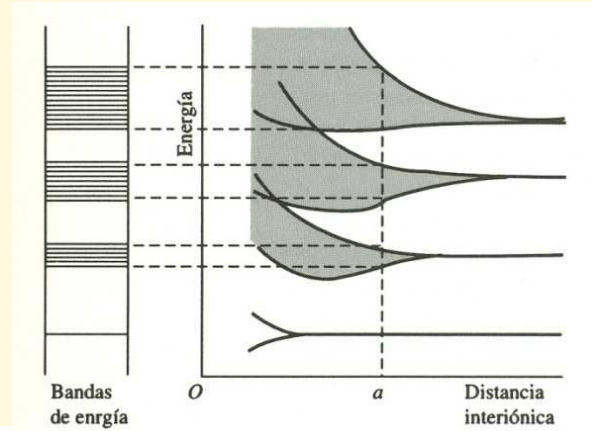
de las bandas depende de las distancias interatómicas.

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
---  
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# El modelo de bandas

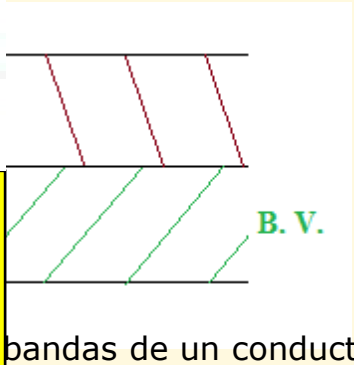
Diagrama de la distribución de electrones en las bandas a 0 K según el tipo de material. Los estados ocupados están representados en color.



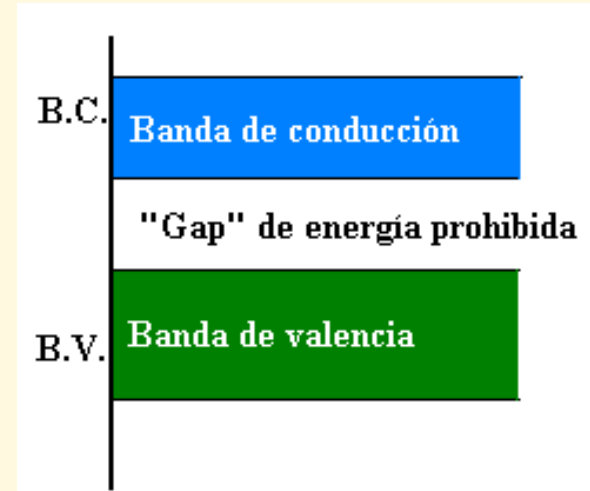
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# Metales, semiconductores y aislantes

Para que un material conduzca es necesario que existan estados permitidos en la banda de conducción no ocupados y que existan electrones en esta banda, que por acción de un campo eléctrico, se muevan en ella ocupando estados permitidos vacíos.



La acción de un campo eléctrico a temperatura ambiente será comunicar a los electrones energía suficiente para que se muevan en el volumen del material en sentido opuesto al campo. El material conduce



Esquema de bandas de un no conductor



conductores 112

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

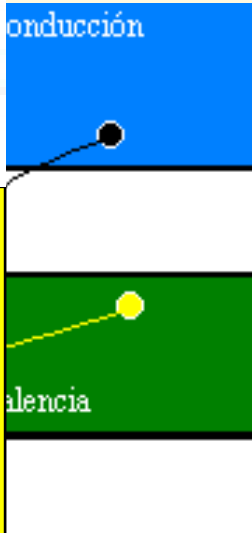
# Conducción en semiconductores

Los semiconductores, a bajas temperaturas tienen un esquema de bandas equivalentes al de los aisladores, pero el "gap" de energías prohibidas  $E_G$  es pequeño. Subiendo la temperatura, la energía térmica es capaz de hacer saltar electrones de la banda de valencia a la de conducción, con lo que estos materiales conducen, aunque sólo sea pobremente, la electricidad.

del electrón provoca la aparición de un hueco, o defecto de electrón, en **la banda de valencia**. Esta banda, **deja de estar completamente llena y contribuye** por tanto **a la conducción**.

Para describir el fenómeno de conducción los portadores que debemos considerar serán: los electrones en la banda de conducción, y los huecos en la banda de valencia

Universidad  
de Cádiz



Cartagena99

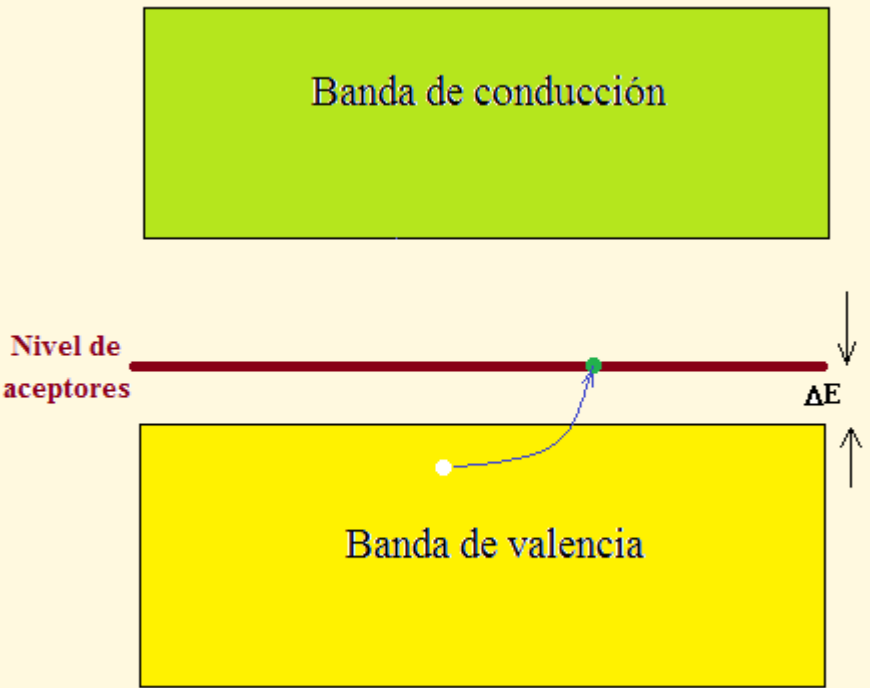
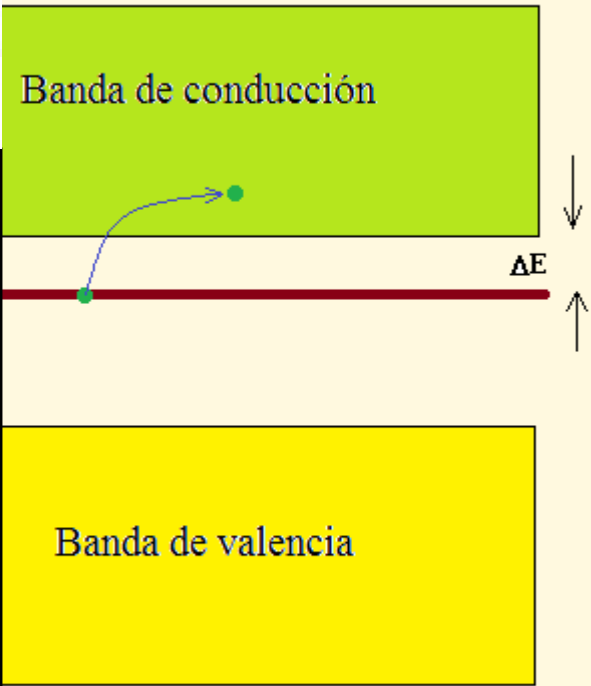
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# Conducción con dopado

Universidad  
Localá

Cartagena99

*Las impurezas ceden electrones que pasan a la banda de conducción*



*electrones de la banda de valencia con energía suficiente pasan al nivel de donadores y crean un hueco*

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
---  
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

# Magnitudes fundamentales

ente eléctrica:

movimiento de las cargas eléctricas en un conductor se conoce como **corriente eléctrica**

sidad de corriente:

mide la **cantidad de carga** eléctrica que atraviesa un punto de un conductor **en la unidad de tiempo**.

dónde se mueven las cargas?

Las cargas se mueven por los conductores eléctricos

qué se mueven las cargas?

¿cómo se pueden mover si "alguien" les comunica

energía: Los **generadores eléctricos**

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
--  
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

# Elementos de un circuito I

## Elementos activos:

Convierten cualquier forma de energía en energía eléctrica. **Generadores eléctricos.**  
Se caracterizan por su f.e.m. ( $\epsilon$ )



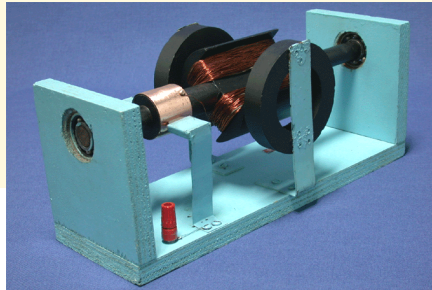
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
--  
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

# Elementos de un circuito II

## Elementos pasivos

Convierten la energía eléctrica en otro tipo de energía

Se caracterizan por su resistencia



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

---



# La Ley de Ohm

- Nos relaciona la causa, la f.e.m. del generador, con el efecto la corriente que pasa por el circuito.
- En el caso ideal:

$$V = I \times R$$

Universidad  
de Calá

Cartagena99



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

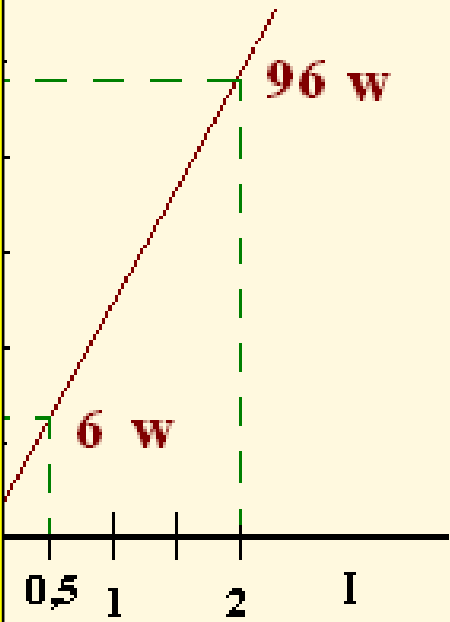
# Potencia en elementos pasivos

Recordemos que:  $Potencia = \frac{Energia}{Tiempo}$

- En ese elemento pasivo:
  - cuando le recorren 0,5 a, la ddp entre bornes es de 12 v, **disipa 6 w**
  - si le recorren 2 a, la ddp entre bornes es de 48 v, **disipa 96 w**

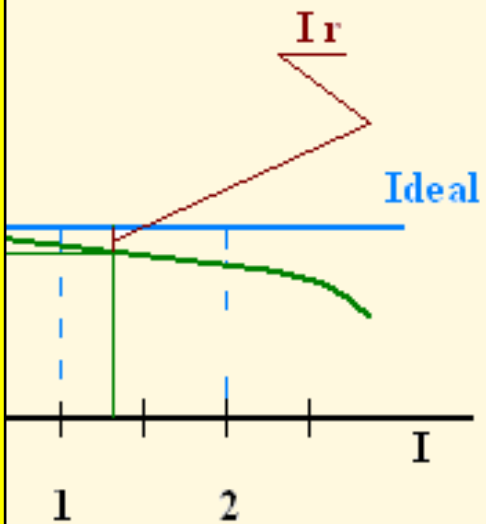
¿Es posible?

**Existe una potencia  
máxima**



# Potencia en elementos activos

Característico de una batería es proporcionar por la misma diferencia de potencial ( $\epsilon$ )



- En ese elemento activo:
  - cuando le recorren 0,5 a, si es ideal, **disipa 6 w**
  - si le recorren 2 a, si es ideal, **disipa 24 w**

**¿Es posible?**

caso real:

$$V = \epsilon - (I \times r)$$

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
...  
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# Asociación de resistencias I

## Resistencia equivalente

Es la resistencia que juega en el circuito el mismo papel que las resistencias que forman el circuito

Resistencias en serie

Las resistencias están en serie si las recorre la misma corriente

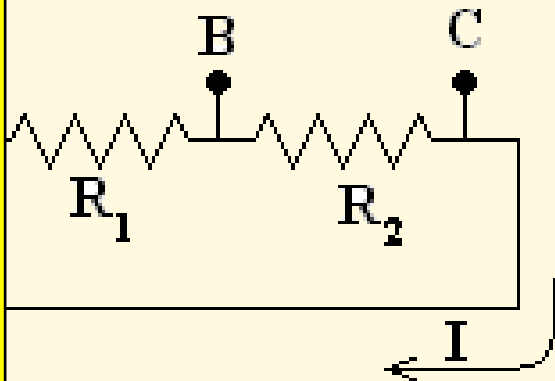
Si están recorridas por la misma intensidad:

$$V_A - V_B = I R_1 \quad \text{y} \quad V_B - V_C = I R_2$$

La resistencia equivalente deberá conseguir que al ser atravesada por "I" en sus bornes caiga  $V_A - V_C$

es decir "V", luego:

$$R_{eq,s} = R_1 + R_2$$



# Asociación de resistencias II

## Resistencias en paralelo

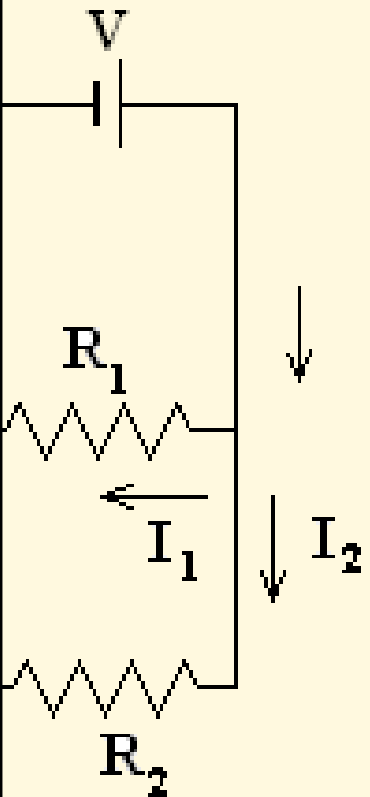
Las resistencias están conectadas en paralelo si están sometidas a la misma diferencia de potencial

Si están sometidas a la misma tensión:

$$V = I_1 R_1 \text{ y } V = I_2 R_2$$

La resistencia equivalente deberá conseguir que al estar sometida a la tensión "V" por el circuito pase la corriente "I", que será la suma de las dos intensidades:  $I = I_1 + I_2$

$$1/R_{eq} = (1/R_1) + (1/R_2)$$



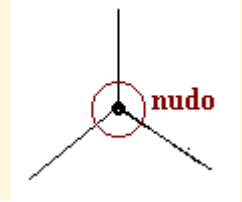
Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

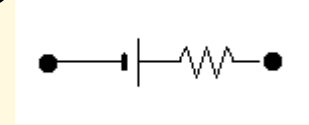
# Circuitos eléctricos I

o puede contener varios elementos activos y pasivos, en conectarse entre si de diversas formas.

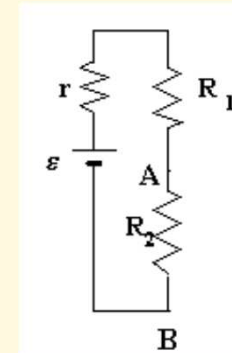
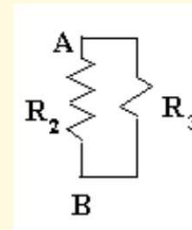
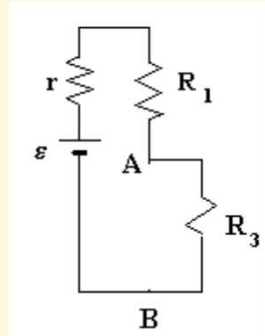
puntos de conexión entre tres o más conductores se denominan **“nudos”**.



conjunto de elementos existentes entre dos puntos consecutivos, se denomina **“rama”**



figuras geométricas cerradas que se pueden formar en un circuito se denominan **“mallas”**



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

# Lemas de Kirchoff

de nudos:

La suma de las intensidades que llegan a un nudo es igual a la suma de las intensidades que salen de él.

$$\sum_j I_j = 0$$

de mallas:

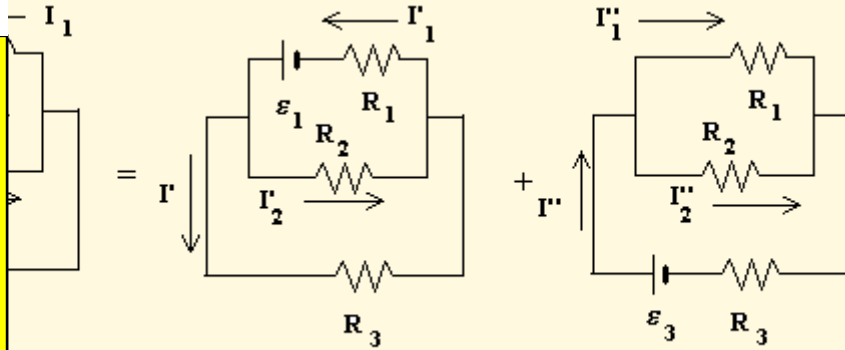
En una malla, la energía suministrada por los generadores es igual a la energía disipada en los elementos pasivos.

$$\sum_j \varepsilon_j = \sum_j R_j \cdot I_j$$

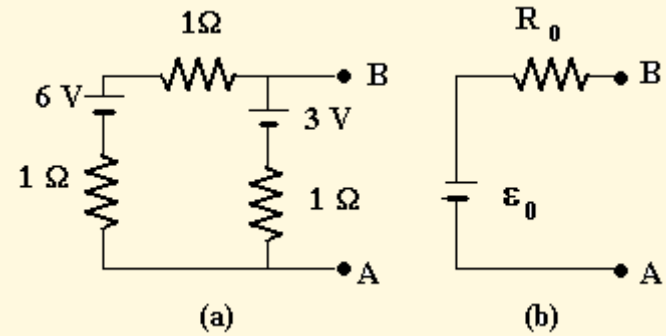
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
 ---  
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

# Circuitos eléctricos II

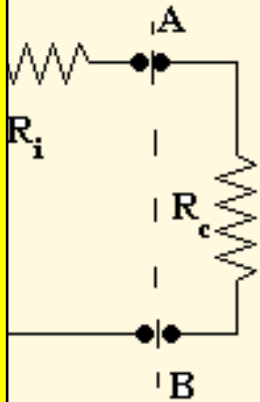
## Teorema de superposición



## Teorema de Thevenin



## Teorema de la máxima transmisión de potencia $R_i = R_c$



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70