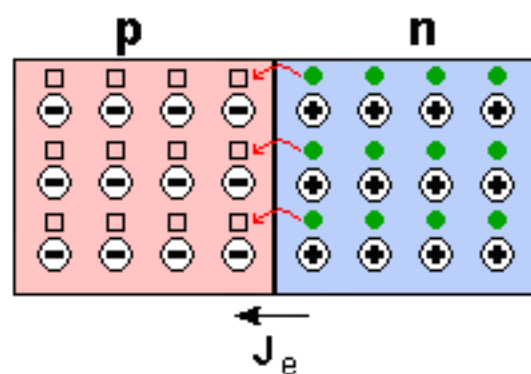




DISPOSITIVOS SEMICONDUCTORES

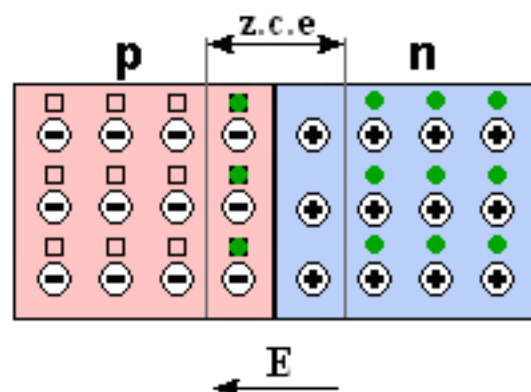
UNIÓN PN



UNIÓN PN NO POLARIZADA

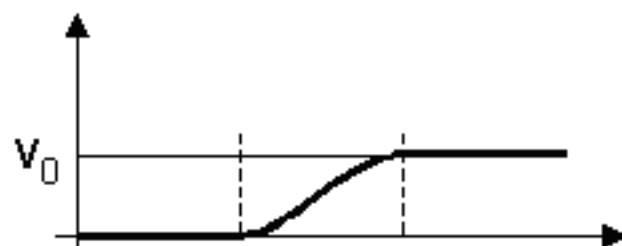
- Se obtiene una unión cuando un monocristal semiconductor (Si, Ge, AsGa,...) se dopa sucesivamente con impurezas aceptoras y donadoras, de forma que se tengan dos zonas yuxtapuestas, P y N, de semiconductores extrínsecos tipo-p y tipo-n respectivamente.
- Entre ellas, en la interfase, aparece una tercera zona llamada de transición, de depleción, de carga espacial o de vaciamiento, que es de pequeñísimo espesor, del orden del μm .
- Es en la zona de transición donde tienen lugar los procesos fundamentales, de rectificación, absorción y emisión de luz, etc., que ocurren en las diversas clases de dispositivos de unión.
- Las zonas P y N son neutras (número de electrones o de huecos en cada zona es igual al número de iones)
- En la zona de transición confluye el flujo de electrones, mayoritarios en la zona N, que por difusión se inyectan en la zona P y análogamente, los huecos de la zona P se inyectan en la zona N.
- La zona de transición prácticamente no contiene portadores, está vacía de electrones y huecos de conducción, las cargas de los iones de impurezas no se compensan con la carga opuesta de sus correspondientes portadores. Se forma una distribución dipolar de carga: negativa, de aniones aceptores, junto a la zona P y otra de carga positiva, de cationes donadores, junto a la zona N.
- Por tanto, la zona de transición queda subdividida en dos subzonas con cargas negativa y positiva respectivamente.
- Como consecuencia de esta distribución dipolar aparece un campo electrostático interno, E_i , dirigido de la zona N a la zona P, que genera tres efectos interrelacionados:



 \rightarrow átomo pentavalente con un electrón en su orbital de conducción
 \rightarrow átomo trivalente con un hueco en su orbital de valencia



 \rightarrow ión positivo
 \rightarrow ión negativo

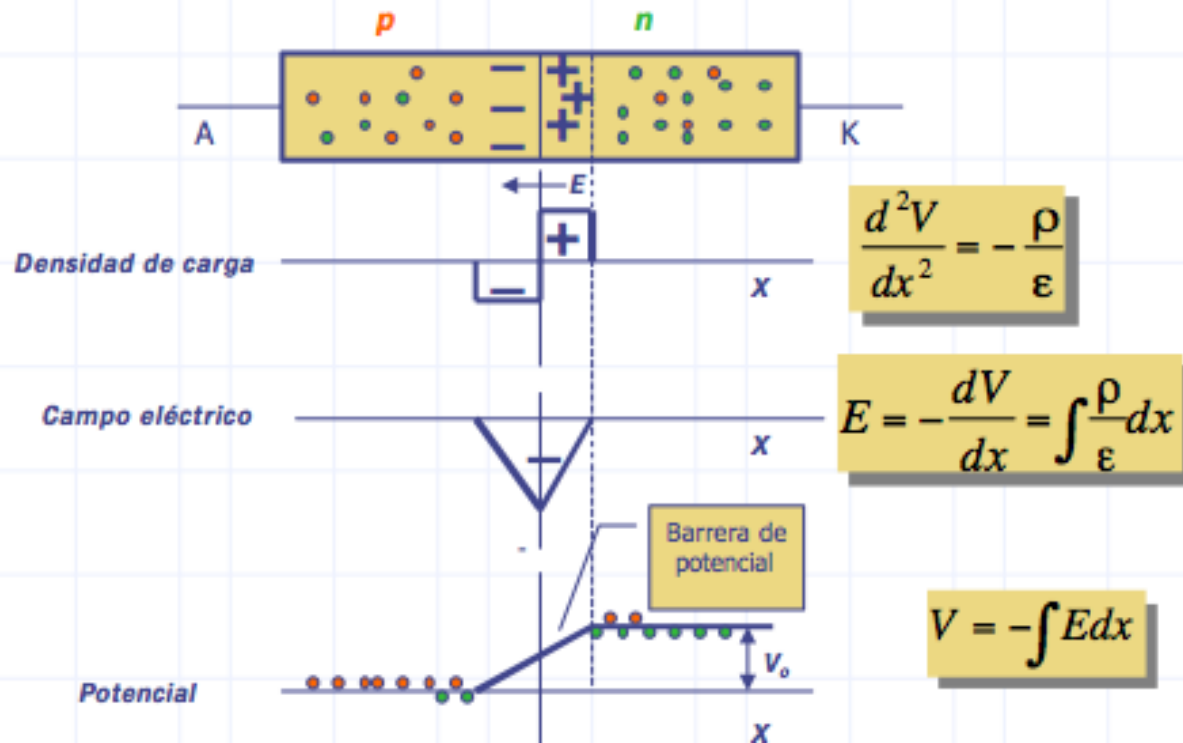


Unión PN no polarizada

- 1º) E_i en la zona de transición crea una diferencia de potencial, V_o , de contacto entre las zonas neutras, zona P y zona N, y con ello se establece una barrera energética equivalente al producto de la carga del portador por la diferencia de potencial, esto es, eV_o , que se opone a los dos flujos de difusión de electrones y de huecos.
- 2º) Los electrones y huecos minoritarios en las zonas P y N respectivamente, de concentraciones n_p y p_n , que no tienen posibilidad de difundirse y están en las cercanías, o dentro de la zona de transición, son arrastrados por E_i originando sendas corrientes de arrastre, I_{sn} e I_{sp} , de sentido opuesto a las corrientes de difusión I_{dn} e I_{dp} . Las corrientes inversas de saturación I_{sn} e I_{sp} , tienen una magnitud del μA , son cuasi independientes de V_o y dependen de la temperatura que regula las concentraciones de minoritarios p_n y n_p .
- 3º) En el equilibrio térmico ambas corrientes, de difusión y arrastre, se compensan y dan lugar a un equilibrio dinámico en el cual los niveles de Fermi, EF_p y EF_n , de una y otra zonas neutras, P y N, se igualan.

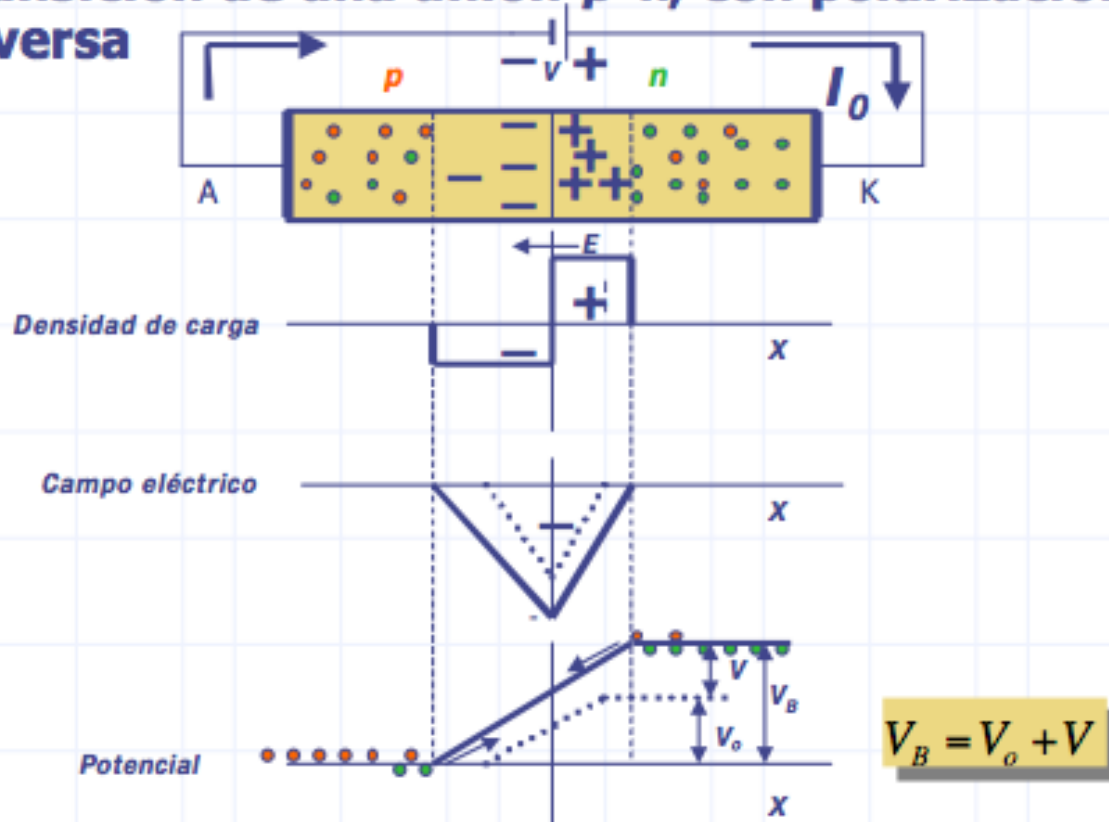
Unión PN no polarizada

◆ Potencial de contacto y ancho de la región de transición de una unión *p-n*.



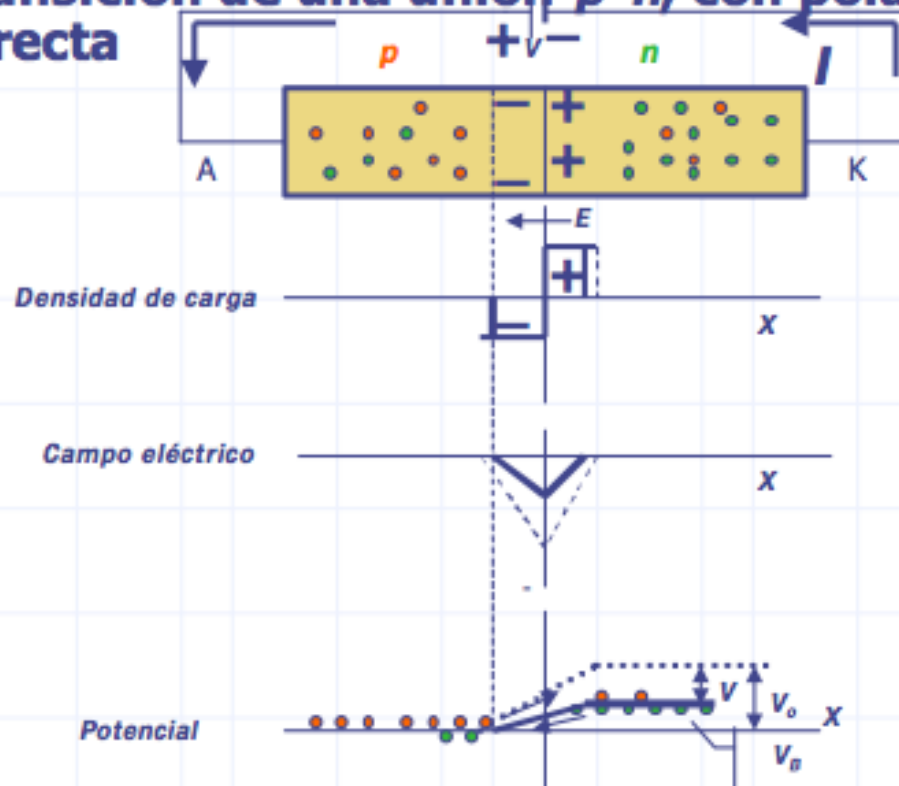
Unión PN polarización **inversa**

◆ **Barrera de potencial y ancho de la región de transición de una unión p - n , con polarización inversa**



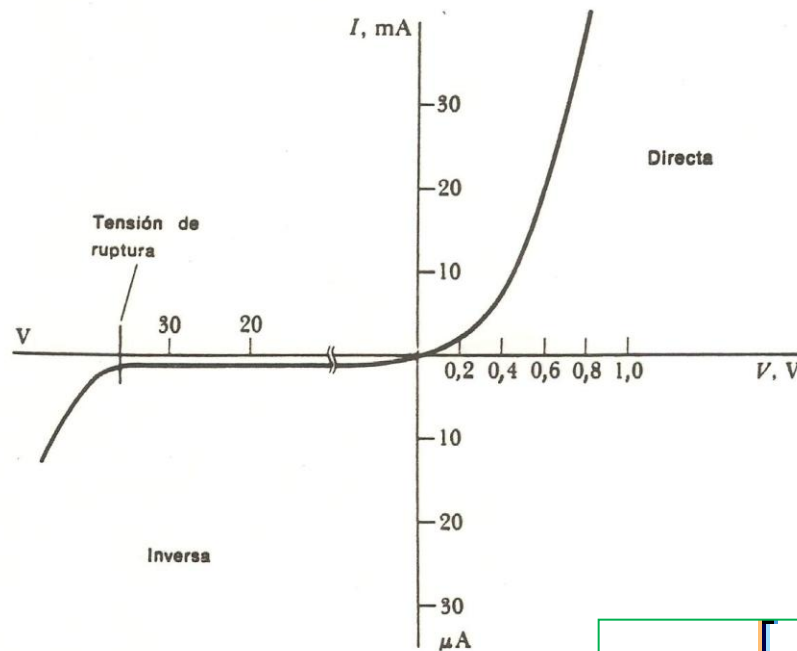
Unión PN polarización directa

◆ **Barrera de potencial y ancho de la región de transición de una unión p - n , con polarización directa**



$$V_B = V_o - V$$

Curva característica de un diodo



$$i = i_0 \left[\exp \left(\frac{|e|V_0}{KT} \right) - 1 \right]$$

Ecuación del diodo

TRANSISTORES

- Si introducimos una capa de silicio tipo p entre dos de silicio tipo n, obtenemos un *transistor npn*.

- Si introducimos una capa de silicio tipo n entre dos de silicio tipo p, obtenemos un *transistor pnp*.

- *diferencias de potencial entre las tres partes*

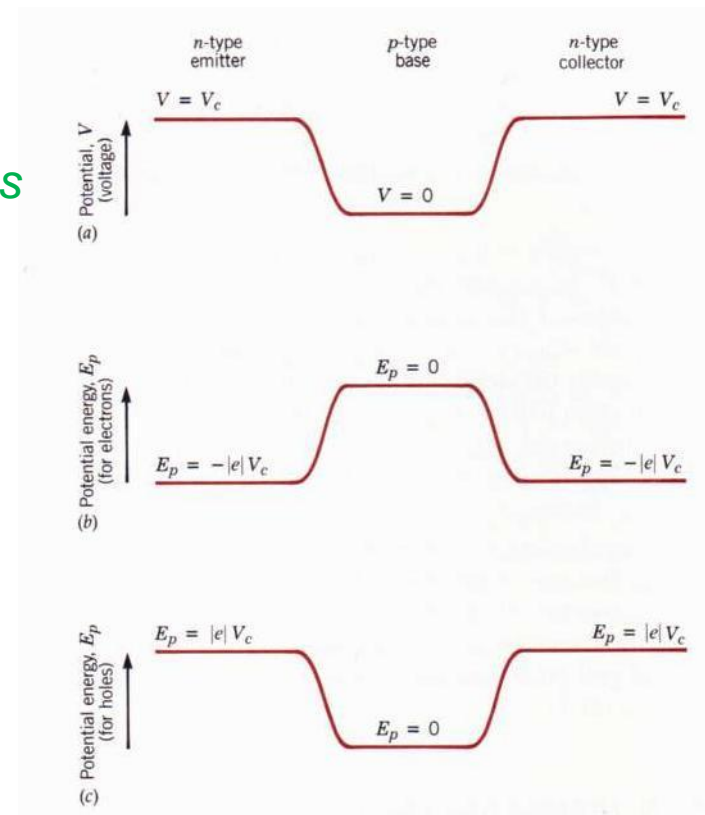
- *barrera de potencial para los electrones*

- *barrera de potencial para los huecos*

Emisor Base Colector

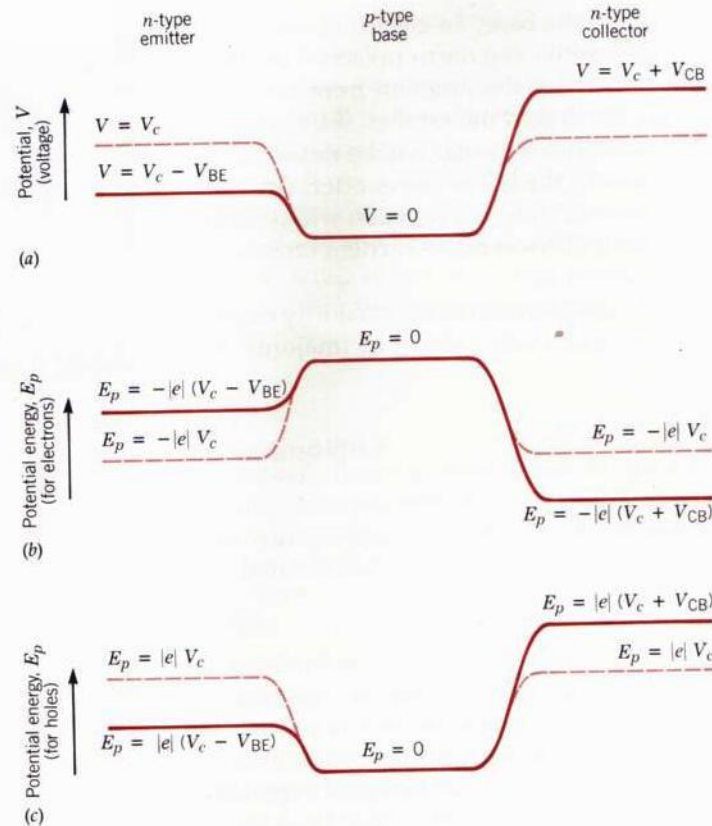
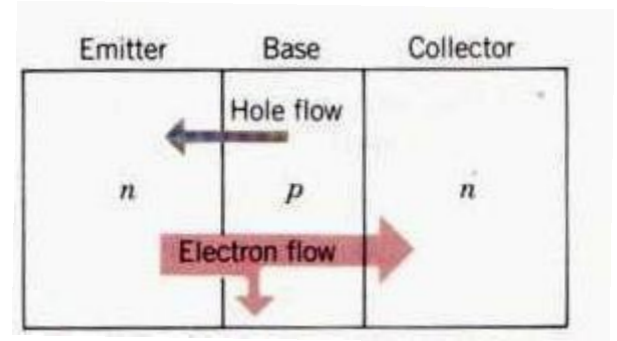
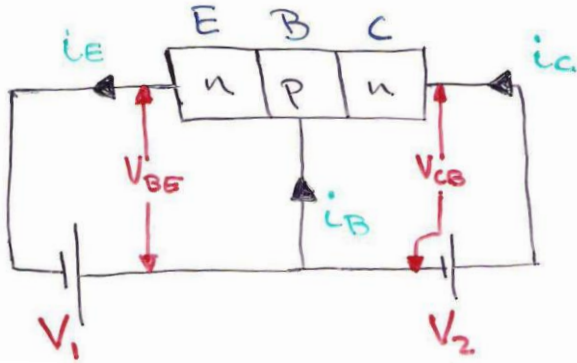
<i>n</i>	<i>p</i>	<i>n</i>
----------	----------	----------

<i>p</i>	<i>n</i>	<i>p</i>
----------	----------	----------



TRANSISTORES (2)

• CONFIGURACIÓN CON BASE COMÚN

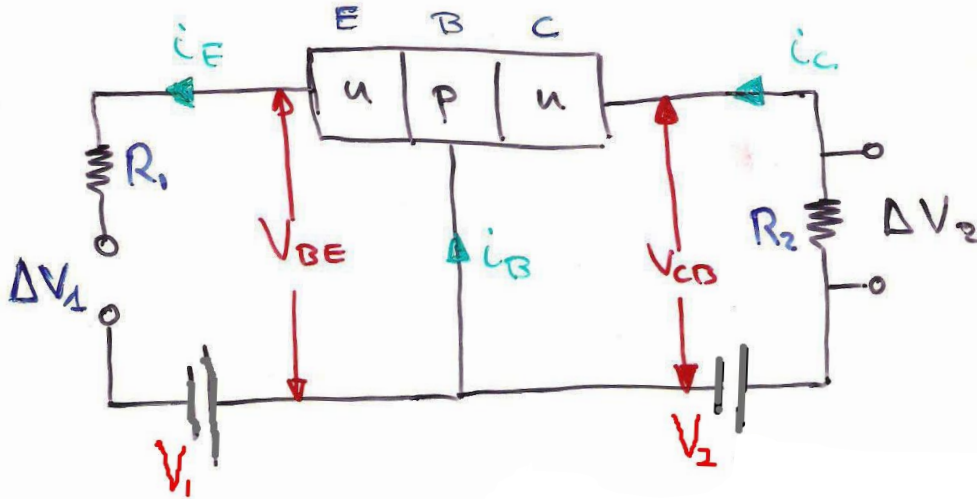


$$i_E = i_{eE} + i_{pE} \approx i_{eE}$$

$$i_C = \alpha i_E + i_0 \approx \alpha i_E$$

TRANSISTORES (3)

•TRANSISTORES COMO AMPLIFICADORES DE VOLTAJE



$$\Delta i_E = \frac{\Delta V_1}{R_1 + R_e} \quad y \quad \Delta i_C = \alpha \Delta i_E = \alpha \frac{\Delta V_1}{R_1 + R_e}$$

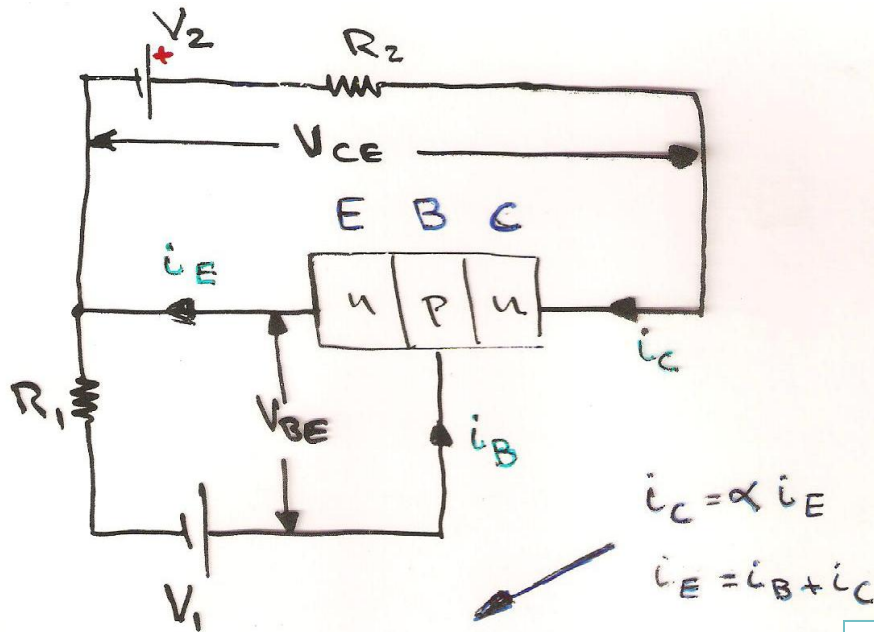
la variación del voltaje de salida será

$$\Delta V_2 = R_2 \Delta i_C = \alpha \frac{R_2}{R_1 + R_e} \Delta V_1 \approx \frac{R_2}{R_1 + R_e} \Delta V_1 \quad ya \text{ que } \alpha \approx 0.99$$

• Si R_1 es pequeño y R_2 grande, el voltaje de salida es mucho mayor que el de entrada

TRANSISTORES (4)

• CONFIGURACIÓN DE EMISOR COMÚN



$$i_C \left(\frac{1-\alpha}{\alpha} \right) = i_B = i_C \beta$$

AMPLIFICADOR DE
CORRIENTE
(en la zona activa)

CURVAS CARACTERÍSTICAS PARA 2N222A npn

