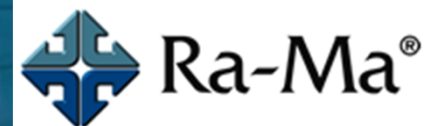


Ciclos Formativos de Grado Medio

Electrónica

Capítulo 5: Transistores bipolares

Marcos García, Pablo Huerta, Carlos Sánchez, Pablo Toharia

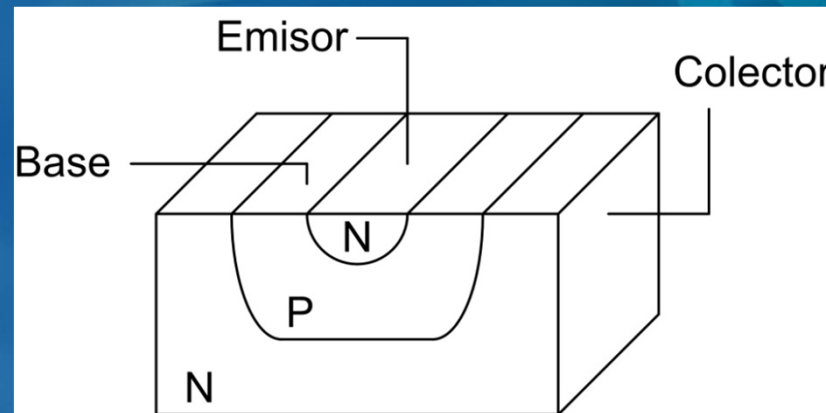


Dispositivos de tres terminales

- Permiten modificar su relación i - v mediante una señal de control.
- Antecedentes históricos al transistor:
 - Relé (Joseph Henry, 1835): electromecánico.
 - Triodo (Irving Langmuir, GE, 1915): válvula de vacío.
- El transistor de estado sólido (1947):
 - Laboratorios Bell (Shockley, Bardeen y Brattain).
 - Premio Nobel de Física en 1956.

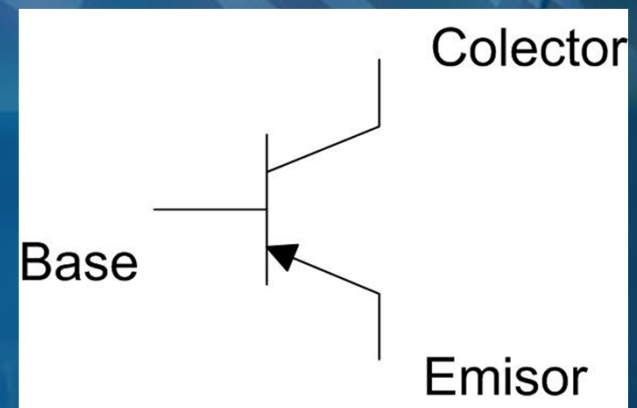
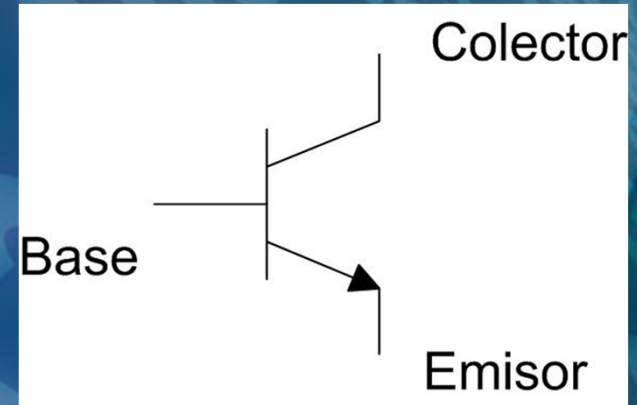
Estructura física

- Formados por tres regiones semiconductoras dopadas.
- Cada región está conectada a uno de los terminales (emisor, colector y base)
- Dos tipos: NPN y PNP.



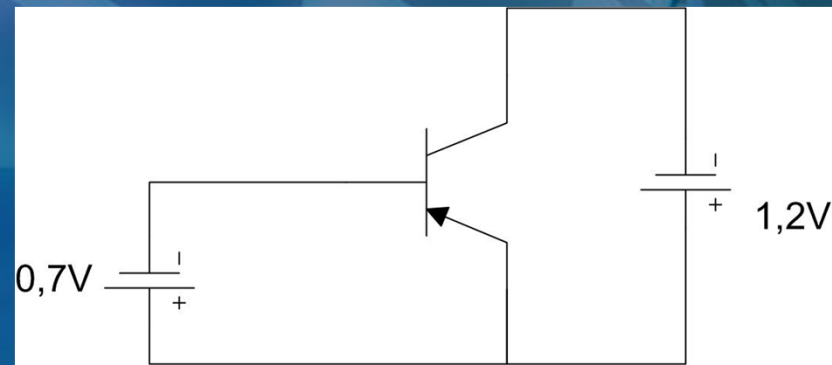
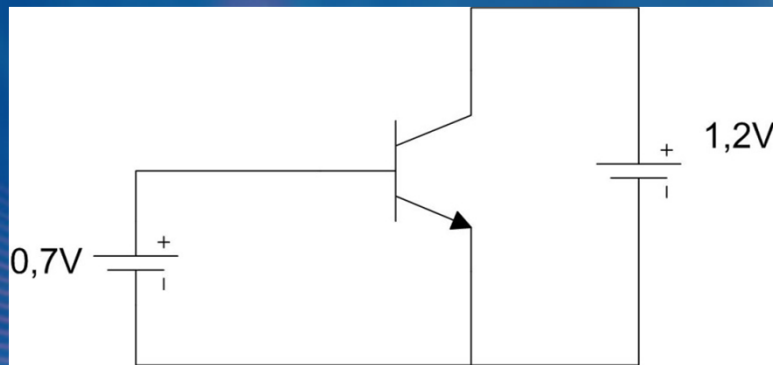
Simbolos eléctricos

- Transistor bipolar NPN:
- Transistor bipolar PNP:



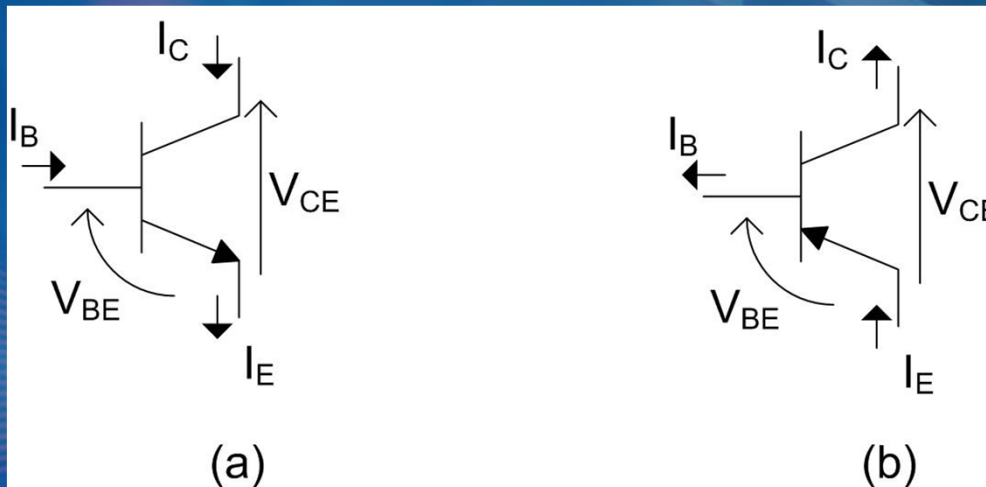
Funcionamiento básico

- Caso usual:
 - Unión EB directamente polarizada.
 - Unión BC inversamente polarizada.



Corrientes y tensiones

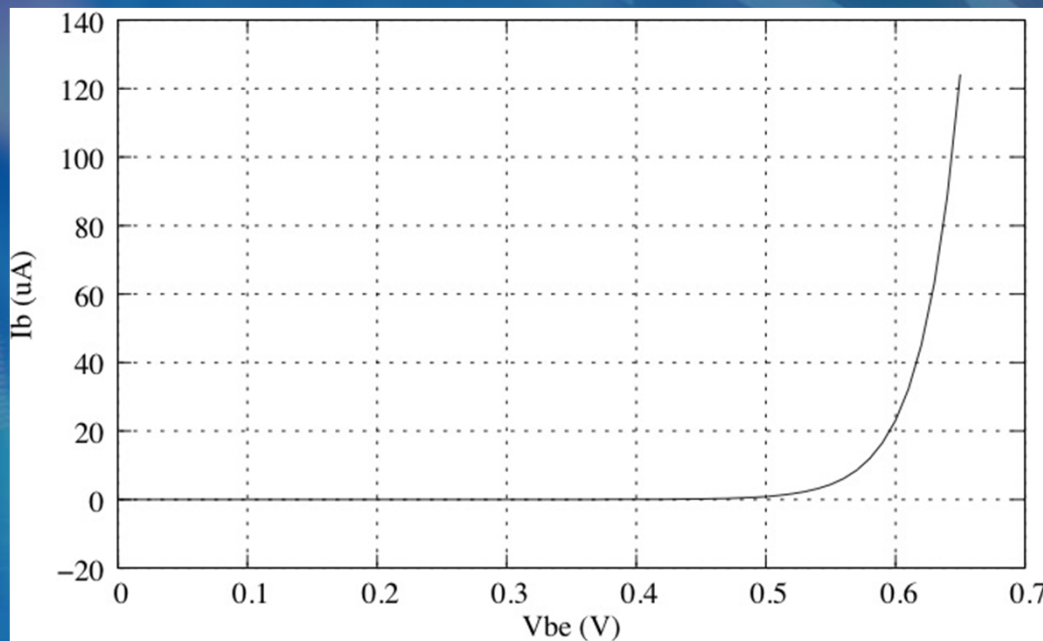
- Normalmente se asumen los sentidos de la figura:
- V_{BE} y V_{CE} son positivas en NPN y negativas en PNP.



$$I_C = \beta \cdot I_B$$
$$P = V_{CE} \cdot I_C$$

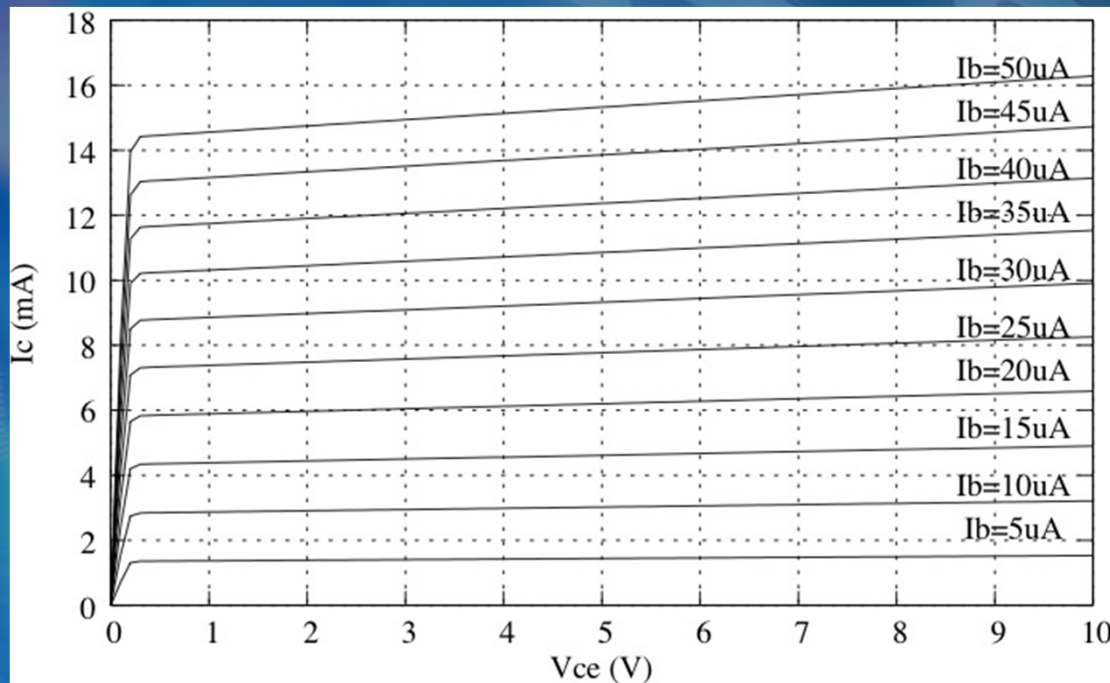
Curvas características

- La curva V_{BE} es semejante a la de un diodo semiconductor:
- A partir de la tensión umbral de 0,7V, idealmente es un cortocircuito.



Curvas características

- La curva VCE tiene varias gráficas, dependiendo de la intensidad de base.
- Se identifican tres regiones: corte, activa y saturación.



Modelo equivalente en CC

- Condiciones para estar en zona activa:

$$\begin{aligned} V_{BE} &\geq 0,7V \\ V_{CB} &\geq 0V \end{aligned} \quad (\text{NPN})$$

$$\begin{aligned} V_{BE} &\leq -0,7V \\ V_{CB} &\leq 0V \end{aligned} \quad (\text{PNP})$$

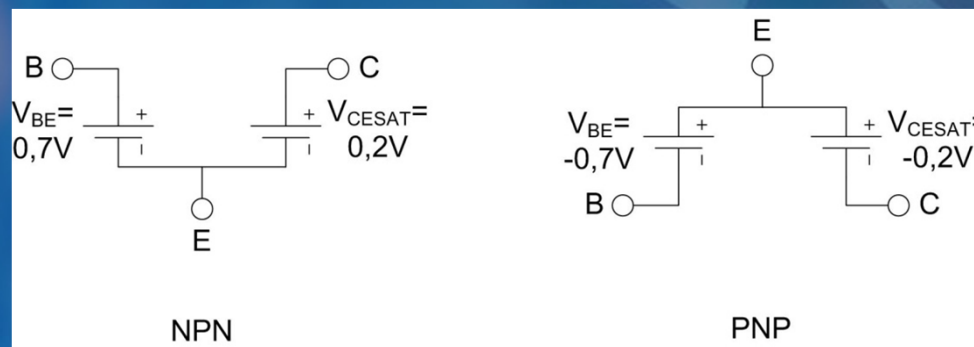
- Modelo equivalente en activa:

$$\begin{aligned} V_{BE} &= 0,7V \\ I_C &= \beta \cdot I_B \end{aligned} \quad (\text{NPN})$$

$$\begin{aligned} V_{BE} &= -0,7V \\ I_C &= \beta \cdot I_B \end{aligned} \quad (\text{PNP})$$

Conmutación

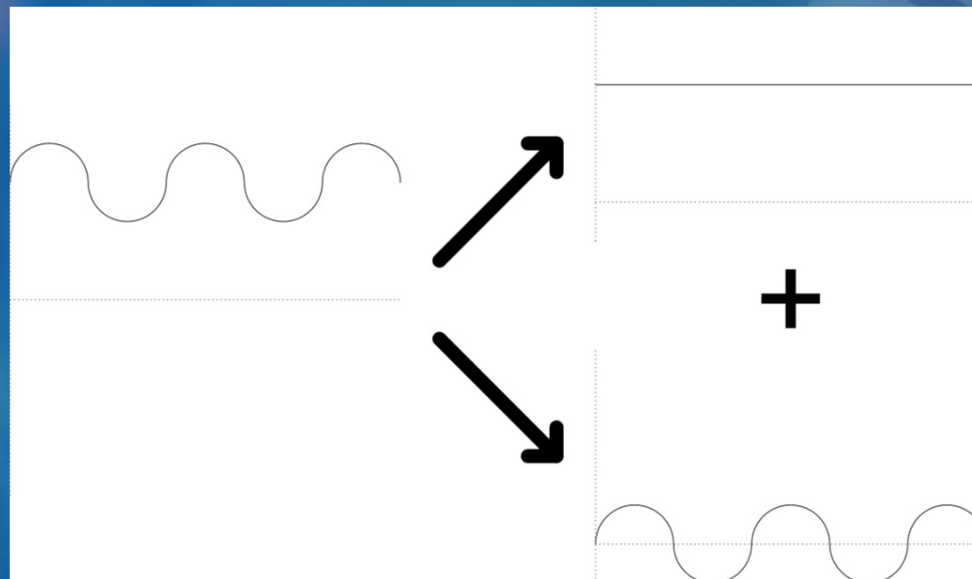
- La intensidad de base máxima para zona activa se calcula haciendo $V_{CB}=0$.
- Para intensidades superiores, saturación.
- Modelo equivalente en saturación:



- Y si $V_{BE} < 0,7V$, está en corte (circuito abierto).

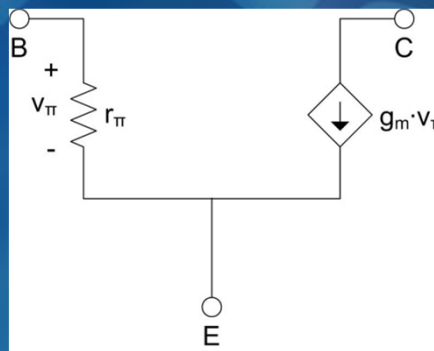
Análisis en pequeña señal

- Se descompone el análisis en dos fases:
 - Análisis en continua, para obtener el punto de polarización.
 - Análisis en pequeña señal (oscilaciones sobre el punto de polarización)



Modelo en pequeña señal

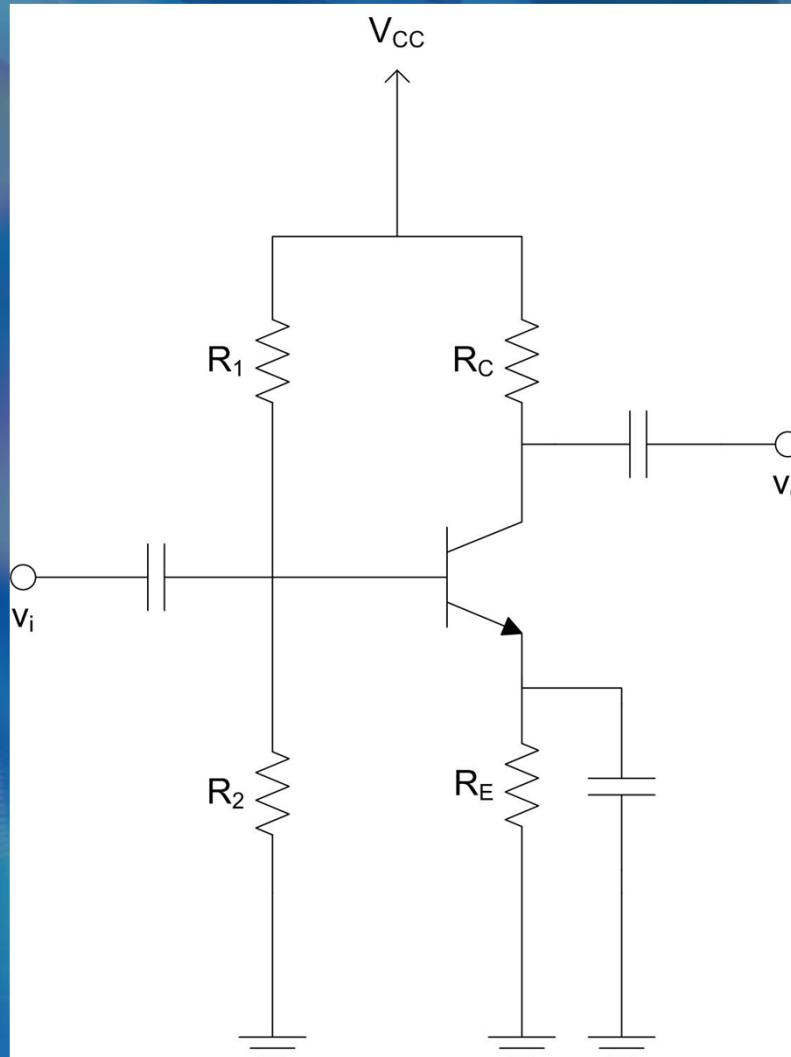
- Para utilizar el modelo en pequeña señal, se anulan las fuentes de continua.



- Los parámetros del modelo dependen del punto de polarización

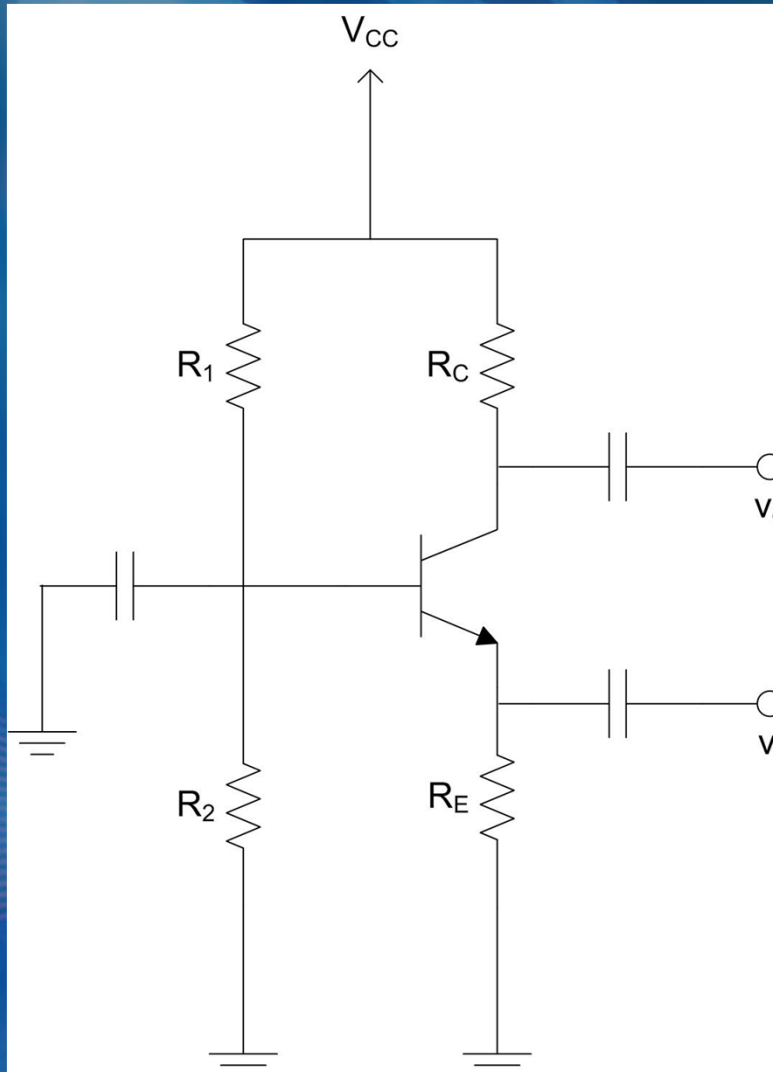
$$g_m = \frac{I_C}{V_T} \qquad r_{\pi} = \frac{\beta}{g_m}$$

Configuración en emisor común



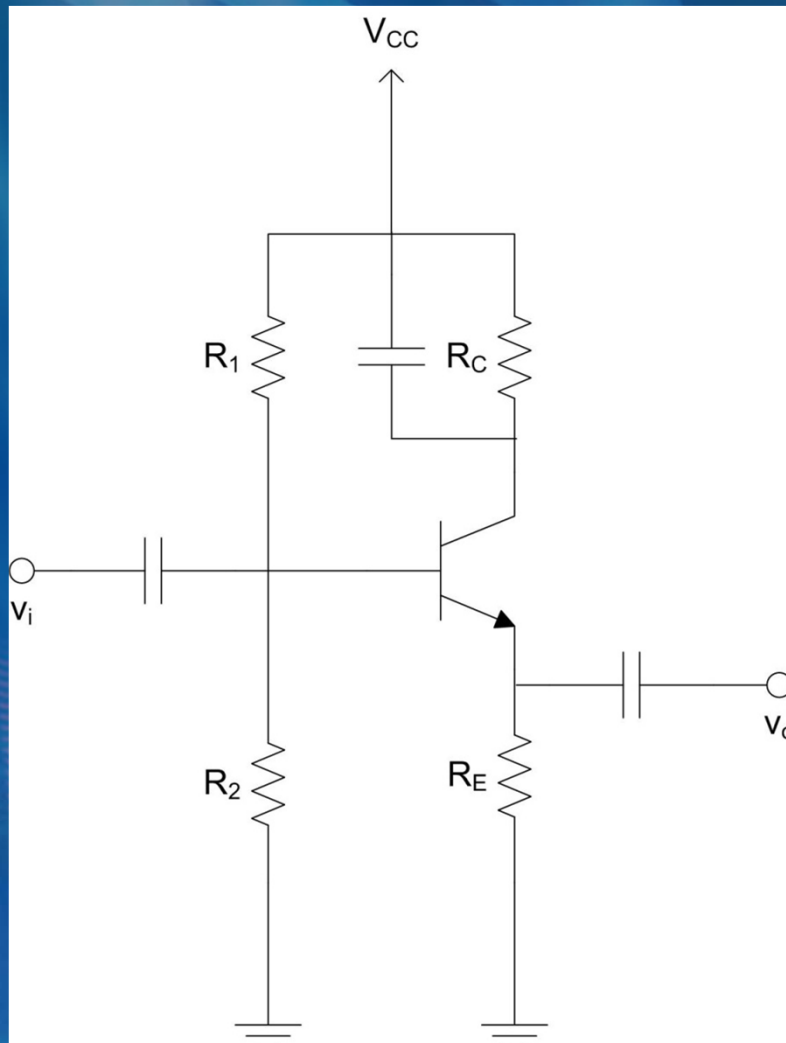
$$A_v = \frac{v_o}{v_i} = -g_m \cdot R_C$$

Configuración en base común



$$A_v = \frac{v_o}{v_i} = g_m \cdot R_C$$

Configuración en colector común



$$A_v = \frac{v_o}{v_i} \approx 1$$