

Electrónica de Circuitos

3º Ingeniería de Telecomunicaciones — UPV/EHU

"Under-promise and over-deliver."

Javier de Martín – 2016/17

Transistor BJT

Parámetros

$h_{ie}(\Omega)$: Impedancia de entrada

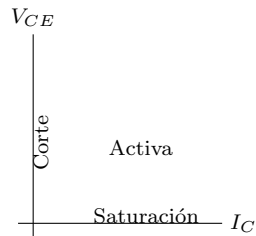
h_{rx} : Reverse voltage ratio

h_{fe} : Forward current transfer ratio

$h_{ox}(\Omega^{-1})$: Admitancia de salida

Base Común	Emisor Común	Colector Común
$h_{ib} = \frac{v_{eb}}{i_e}$	$h_{ie} = \frac{v_{be}}{i_b}$	$h_{ic} = \frac{v_{bc}}{i_b}$
$h_{rb} = \frac{v_{cb}}{i_c}$		
$h_{fb} = \frac{i_c}{i_e}$		
$h_{ob} = \frac{i_e}{v_{cb}}$		

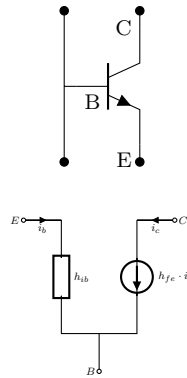
Regiones Operativas



- **Región Activa:** La corriente de colector I_C depende directamente de la corriente de base I_B , de la ganancia de corriente β y de las resistencias conectadas al colector y emisor. En esta región se produce amplificación de la señal.
- **Región Inversa:**
- **Región de Saturación:** La corriente $I_C = I_E = I_{max}$. La corriente depende del voltaje de alimentación del circuito y de las resistencias conectadas al colector y emisor. Este modo aparece cuando la corriente de base es lo suficientemente grande como para inducir una corriente de colector β veces más grande.
- **Región de Corte:** La corriente $I_C = I_E = 0$. El voltaje V_{CE} es el de alimentación del circuito, al no haber corriente circulando no hay caída tensión. Este modo aparece, normalmente, cuando $I_B = 0$.

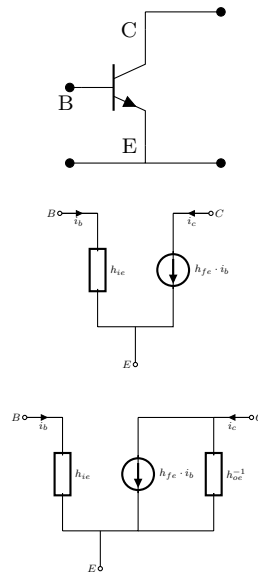
Configuraciones de Montaje

Base Común



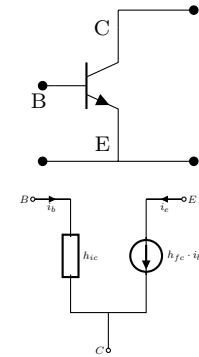
- Baja impedancia de entrada.
- Alta impedancia de salida
- Ganancia unidad, o menor, de corriente.
- Ganancia alta de tensión.

Emisor Común



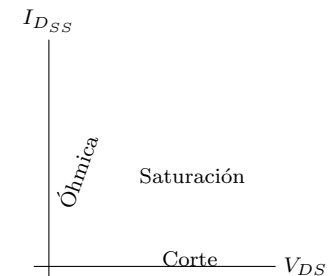
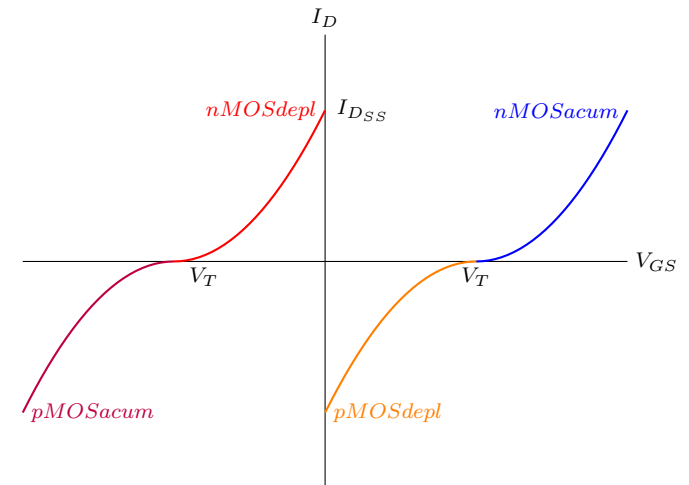
- Impedancia de entrada media.
- Impedancia de salida media.
- Alta ganancia de corriente.
- Alta ganancia de tensión.

Colector Común



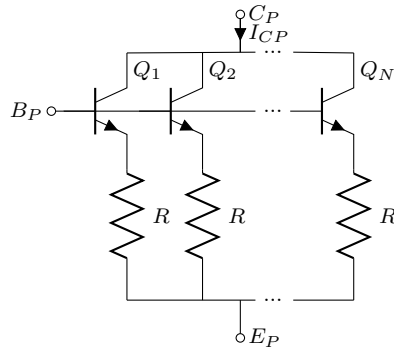
- Alta impedancia de entrada.
- Muy baja impedancia de salida.
- Alta ganancia de corriente.
- Unidad, o menor, ganancia de tensión.

Transistor FET



Etapas de Dos Transistores

Configuración en Paralelo

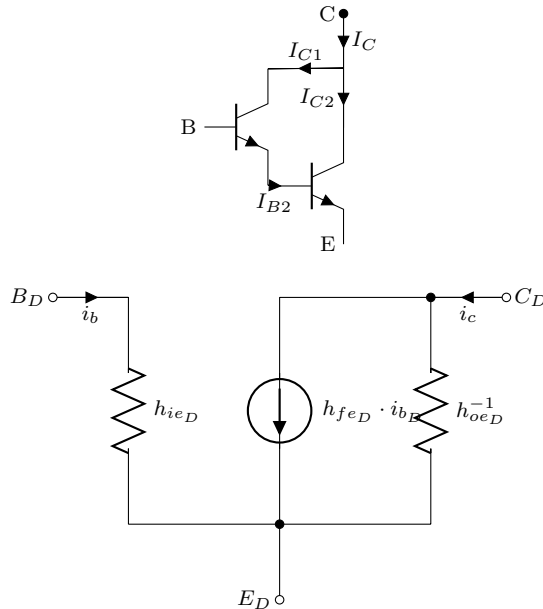


Se comporta como un único transistor, necesita una resistencia R (*ballast resistor*) para estabilizar el reparto de corriente entre los transistores.

$$I_{CN} = \frac{I_{CP}}{N} \quad V_{BE_N} + I_{C_N}$$

Configuración Darlington

Gran ganancia de corriente pero baja impedancia de salida. Las fugas del primer transistor son amplificadas por el segundo, sólo es aconsejable en agrupaciones de 2 transistores.



$$\beta_T \approx \beta_1 \cdot \beta_2 \approx \frac{I_C}{I_B}$$

Amplificador Diferencial

Circuito Cascodo

Etapas CMOS

Amplificadores Multietapa

Clasificación

Análisis en Continua

Ganancia en Pequeña Señal

Margen Dinámico a la Entrada

3. Respuesta en Frecuencia (aUn no)

4. Fuentes de Corriente y Cargas Activas

Si hay varias etapas se divide la corriente:

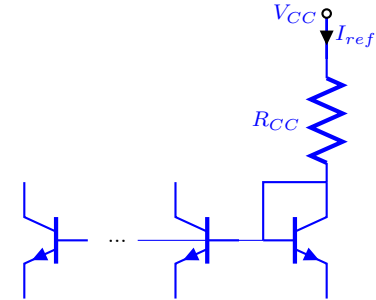
$$I_O = \frac{I_{ref}}{1 + \frac{N}{\beta_F}}$$

Introducción y Figura de Mérito

No sé qué es una figura de mérito

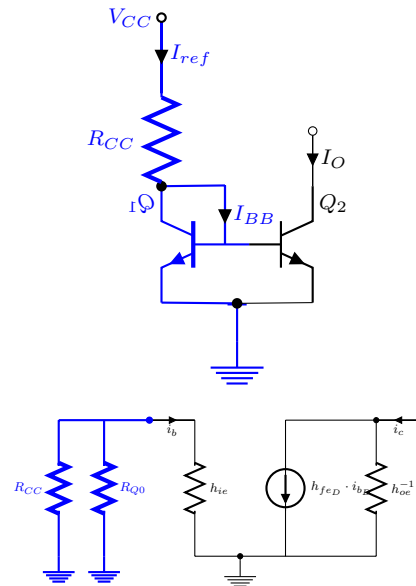
Configuraciones de Fuentes de Corriente

Espejo de Corriente: Permite obtener una corriente constante (fuente de corriente).

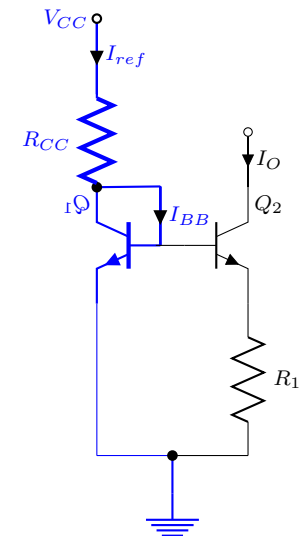


Fuente Widlar

Variación del circuito anterior con una resistencia en el emisor del transistor de salida para obtener corrientes pequeñas constantes en la salida.



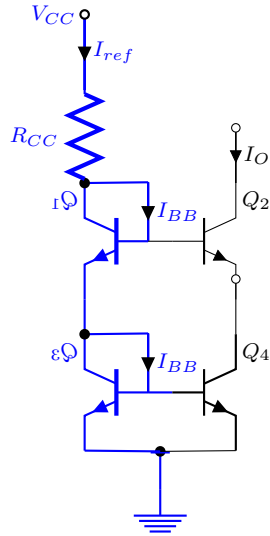
$$I_O = \frac{I_{ref}}{1 + \frac{2}{\beta_F}} \quad \text{si } \beta \uparrow \uparrow \quad I_O = I_{ref}$$



$$I_0^{(k+1)} = \frac{V_T}{R_E} \ln \left(\frac{I_{ref}}{I_0^{(k)}} \right)$$

Fuente de Cascodo

Proporciona impedancia de salida alta, mucho mayor que en las otras fuentes.



Fuente de Wilson

Permite obtener alta ganancia de corriente e impedancia de salida elevada.

Cargas Activas

FC y CA con Amplificadores Diferenciales

Polarización Independiente de V_{CC}

Desplazador de Nivel

5. Etapas de Potencia

Clasificación

Clase A: El transistor conduce durante el **ciclo completo**.

Clase B: El transistor conduce durante **medio ciclo**.

Clase AB: El transistor conduce durante algo **más de medio ciclo**.

Clase C: El transistor conduce durante algo **menos de medio ciclo**.

Definiciones

Potencia Consumida: Potencia suministrada por la fuente de alimentación de continua.

$$P_{CC} = \frac{1}{T} \int_0^T V_{CC} \cdot i_C(t) dt = V_{CC} \cdot \langle i_C(t) \rangle$$

Potencia Entregada a la Carga: Potencia de la señal amplificada en la carga de alterna.

$$P_O = V_{oeff} \cdot I_{oeff} = V_{Leff} \cdot I_{Leff} = P_L$$

Potencia disipada por el transistor: Consumida en el transistor, lo calienta.

$$P_D = P_{CC} - P_O - P_{resto}$$

Rendimiento de la etapa: Potencia entregada a la carga, respecto de la consumida de la fuente de alimentación.

$$\eta(\%) = \frac{P_O}{P_{CC}} \cdot 100\%$$

Amplificadores Clase A

Amplificadores Clase B y Clase AB

Consideraciones Térmicas

