



Universidad  
Carlos III de Madrid  
[www.uc3m.es](http://www.uc3m.es)

# Sesión 14

## Circuitos con transistores BJT

### Ejercicios

Componentes y Circuitos Electrónicos

José A. Garcia Souto

[www.uc3m.es/portal/page/portal/dpto\\_tecnologia\\_electronica/Personal/JoseAntonioGarcia](http://www.uc3m.es/portal/page/portal/dpto_tecnologia_electronica/Personal/JoseAntonioGarcia)

# Circuitos con transistores BJT

## OBJETIVOS

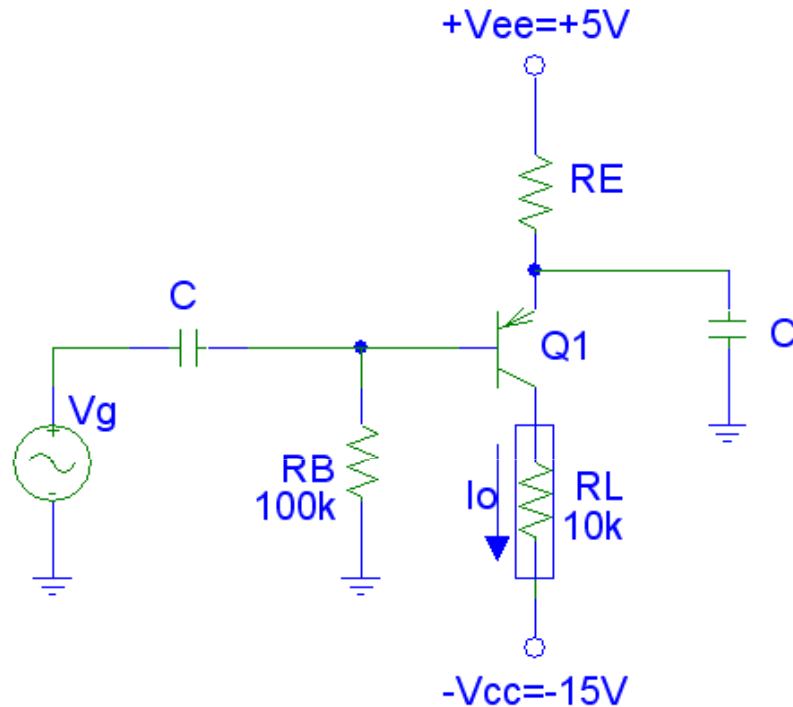
- Analizar circuitos de polarización e interpretar el punto de trabajo con la aproximación de la curva característica y la recta de carga estática.
- Representar los circuitos equivalentes de pequeña señal y calcular sus parámetros.
- Representar la recta de carga dinámica y calcular el margen dinámico.

# Análisis de circuitos amplificadores en pequeña señal

## METODOLOGÍA

1. Analizar el circuito de polarización (continua) anulando las fuentes de señal (superposición) y particularizando los condensadores de acoplo y desacoplo por circuitos abiertos. Obtener el punto de trabajo.
2. Calcular los parámetros de pequeña señal del transistor a partir de la polarización.
3. Representar el equivalente de pequeña señal de los dispositivos junto con el circuito externo de señal anulando las fuentes de continua (superposición) y particularizando los condensadores a frecuencias medias.
4. Obtener las características del amplificador.

# Ejemplo: amplificador Gm



## DATOS:

### Transistor BJT

$$V_{EB-ON} = 0,7 \text{ V}$$

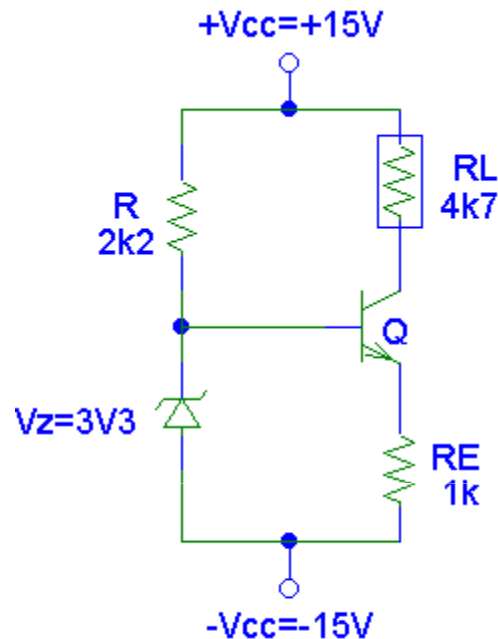
$$V_{EC-SAT} = 0,2 \text{ V}$$

$$V_A = 100 \text{ V}$$

$$C \rightarrow \infty$$

- Calcule RE para que la corriente continua  $I_o$  que circula por la carga RL sea 1 mA.
- Razone cuál es la región de funcionamiento en la que se encuentra el transistor y represente la correspondiente curva característica de salida y la recta de carga.
- Represente el circuito equivalente de pequeña señal.

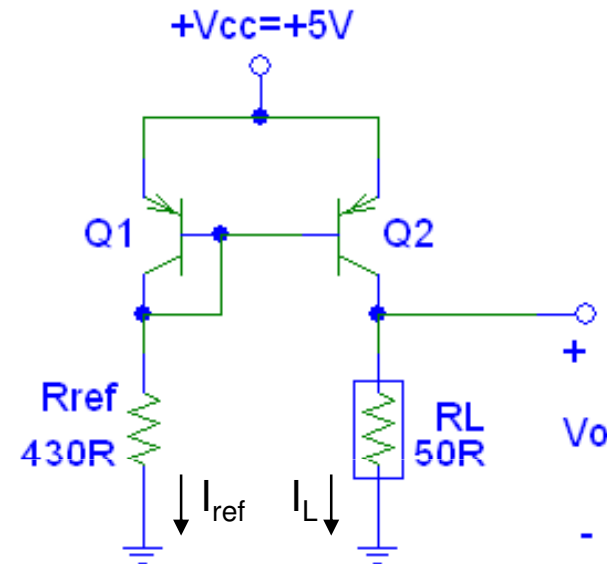
# Ejemplo: fuentes de corriente



Zener ideal:  
 $V_Z = 3,3 \text{ V}$   
 $I_{Z\text{mín}} = 10 \text{ mA}$

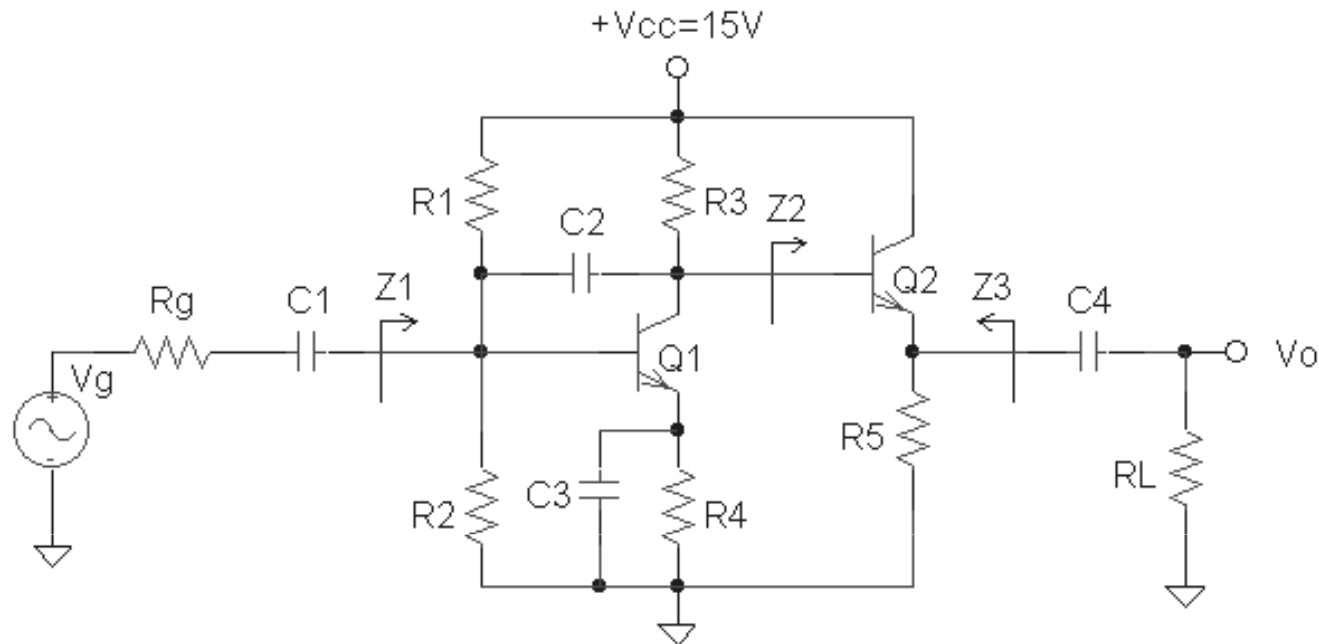
Transistores:  
 $V_{CE\text{sat}} = 0,2 \text{ V}$   
 $V_{BE\text{on}} = 0,7 \text{ V}$   
 $\beta = 270$

- Calcular  $I_E$ ,  $I_C$  e  $I_B$  y  $V_B$ ,  $V_C$ ,  $V_E$ ,  $V_{CE}$ , e  $I_Z$ .
- Si  $R_L = 1 \text{ k}\Omega$ , calcular  $I_C$  y  $V_C$
- Si  $R_L = 22 \text{ k}\Omega$ , calcular  $I_C$  y  $V_C$
- Representar las rectas de carga (tres).
- Calcule la  $R_L$  máxima como fuente de c.
- En el caso  $R_L = 22 \text{ k}\Omega$ , calcular  $I_B$  e  $I_Z$



- Relacionar  $I_L/I_{\text{ref}}$
- Razone si es despreciable  $I_B$
- Obtener  $I_{\text{ref}}$
- Entre los transistores hay un factor de escala  $I_{C2} = 2 \cdot I_{C1}$ , calcular  $V_o$ .

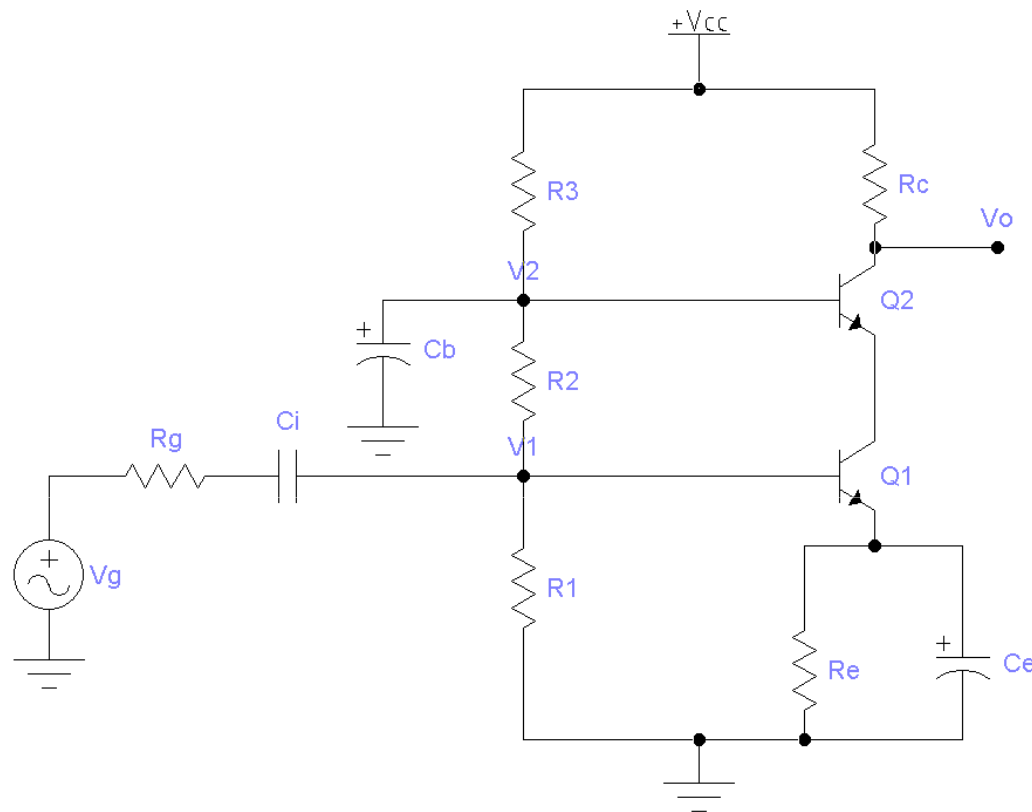
# Ejercicio de clase: acoplo en continua



$R_g = 5 \text{ K}\Omega$ ;  $R_1 = 30 \text{ K}\Omega$ ;  $R_2 = 15 \text{ K}\Omega$ ;  $R_3 = 10 \text{ K}\Omega$ ;  $R_4 = 8,8 \text{ K}\Omega$ ;  $R_5 = R_L = 4,7 \text{ K}\Omega$   
 $C_1, C_3 \rightarrow \infty$ ;  $C_2 = 2,5 \text{ pF}$ ;  $C_4 = 20 \text{ }\mu\text{F}$ ;  $V_T = 25 \text{ mV}$   
 $\beta_F = \beta_0 = 200$ ;  $r_o \rightarrow \infty$ ;  $C_{\mu_1} = 0,5 \text{ pF}$ ;  $C_{\pi_1} = C_{\pi_2} = C_{\mu_2} = 0 \text{ pF}$

- Obtenga el punto de polarización de ambos transistores ( $I_{C1}$ ,  $I_{C2}$ ,  $V_{CE1}$ ,  $V_{CE2}$ ) y la tensión  $V_o$  en continua.
- Demuestre que es correcto desprestigiar las corrientes de base.
- Dibuje el circuito equivalente para frecuencias medias.

# Problema orientado



$$\begin{aligned}V_{CC} &= 15 \text{ V} \\R_g &= 50 \ \Omega \\R_1 &= R_2 = R_3 = 50 \text{ K}\Omega \\R_e &= 4,3 \text{ K}\Omega \\R_c &= 2,5 \text{ K}\Omega\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}V_{BE-ON} &= 0,7 \text{ V} \\ \beta_F = \beta_0 &= 100 \\ C\pi_1 = C\pi_2 &= 10 \text{ pF} \\ C\mu_1 = C\mu_2 &= 0 \text{ pF} \\ r_o &\rightarrow \infty \\ V_T &= 25 \text{ mV}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}C_i &= 20 \ \mu\text{F} \\ C_b, C_e &\rightarrow \infty\end{aligned}$$

- Obtenga las tensiones  $V_1$  y  $V_2$  en continua. Desprecie las corrientes de base.
- Obtenga el punto de polarización de ambos transistores ( $I_{C1}$ ,  $I_{C2}$ ,  $V_{CE1}$ ,  $V_{CE2}$ ) y la tensión  $V_o$  en continua.
- Dibuje el circuito equivalente para frecuencias medias.