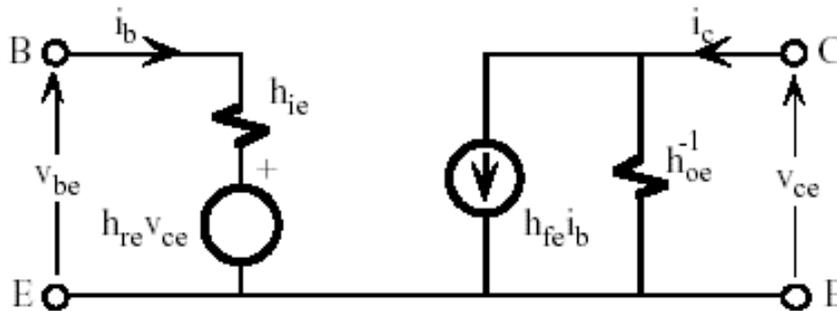




(1 punto) 1) Dibujar el modelo completo de parámetros híbridos del transistor bipolar en emisor común. Indicar el significado de cada uno de los parámetros.



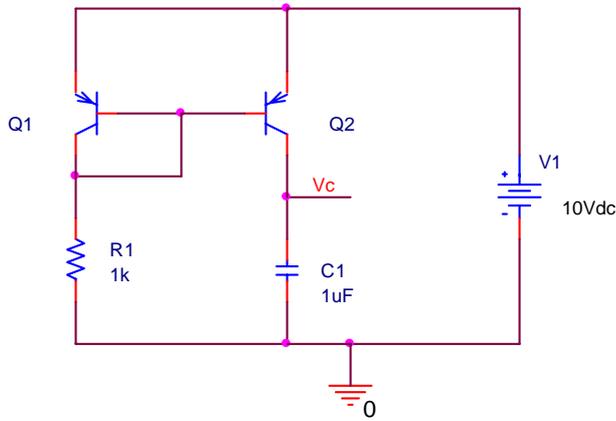
Emisor Común

- h_{ie} : Resistencia de entrada con salida en cortocircuito
- h_{re} : Ganancia inversa de tensión con entrada en circuito abierto
- h_{fe} : Ganancia directa de corriente con salida en cortocircuito
- h_{oe} : Conductancia de salida con entrada en circuito abierto

(1 punto) 2) Para el circuito de la figura, en el que la tensión V_{BE} de los transistores es de 0,83 V y la tensión del condensador en el instante $t=0$ s es 0 V, suponiendo una ganancia de los transistores elevada, calcular:

a) La tensión en el condensador C1 al cabo de 0,5 ms (0,5 puntos)

b) El tiempo que tarda en saturarse el circuito, si la tensión V_{CE} de saturación es de 0.2 V (0,5 puntos)



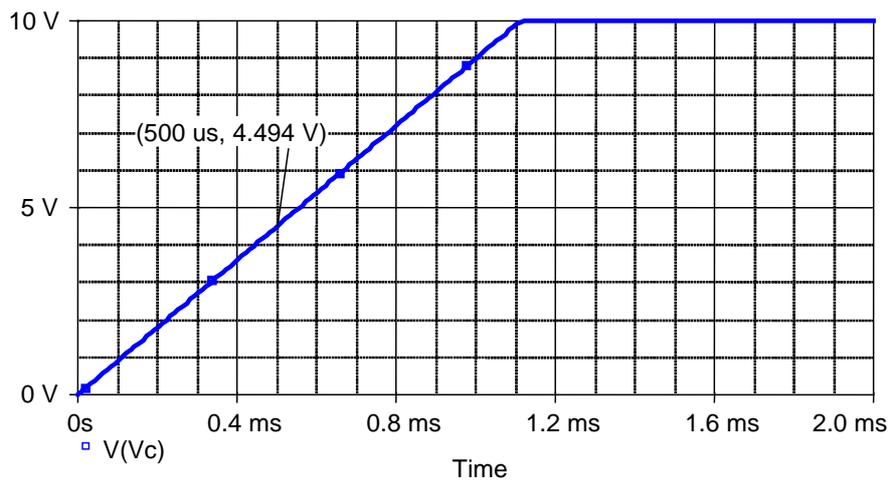
El circuito constituye un espejo de corriente con una carga capacitiva. El transistor Q1 programa la corriente dada por (1) y el transistor Q2 la reproduce en su colector, que alimenta el condensador de salida. La tensión en el condensador, que integra la corriente, viene dada por (2).

Para saber cuándo se satura el circuito, se calcula el tiempo que tarda la tensión en el condensador en llegar hasta un valor tal que la tensión entre colector y emisor del transistor Q2 sea la de saturación, tal y como se expresa en (3).

$$i_{CQ1} = i_{CQ2} = \frac{V_1 - V_{BE}}{R_1} = \frac{10 - 0.83}{1000} = 9.17 \text{ mA} \quad (1)$$

$$V_{C1}(t = 5 \text{ ms}) = V_{C1}(t = 0 \text{ s}) + \frac{1}{C_1} \cdot \int_0^t i_{C1}(t) \cdot dt = 0 + \frac{1}{1 \cdot 10^{-6}} \cdot \int_0^{0.5 \text{ ms}} 9.17 \cdot 10^{-3} \cdot dt = 4.5 \text{ V} \quad (2)$$

$$t(\text{sat}) = \frac{(V_1 - V_{\text{sat}}) \cdot C_1}{i_{C1}} = \frac{(10 - 0.2) \cdot 1 \cdot 10^{-6}}{9.17 \cdot 10^{-3}} = 1.06 \text{ ms} \quad (3)$$

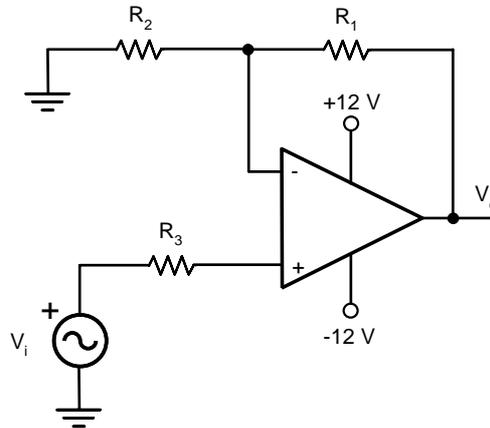


Tensión en el condensador alimentado por una fuente de corriente constante.

(2 puntos) 3) Dado el siguiente circuito basado en un amplificador operacional real, calcular:

- El efecto que tienen las corrientes de polarización en la salida (0.5 puntos).
- El efecto de la tensión de asimetría de entrada en la salida (0.5 puntos).
- La tensión de salida, teniendo en cuenta que el amplificador operacional no es ideal, en los instantes $t_1 = 8 \text{ ms}$, $t_2 = 10 \text{ ms}$, $t_3 = 12 \text{ ms}$ y $t_4 = 14 \text{ ms}$ (1 punto).

Datos: $R_1 = 1 \text{ M}\Omega$, $R_2 = 10 \text{ k}\Omega$, $R_3 = 1 \text{ k}\Omega$, $V_{io} = 5 \text{ mV}$, $I_{B+} = I_{B-} = 1 \text{ }\mu\text{A}$ (sentido positivo de la corriente entrando por los terminales), el rango de salida de funcionamiento lineal es de $\pm 12 \text{ V}$. La tensión de entrada es una señal periódica sinusoidal de 200 mV de amplitud y 50 Hz de frecuencia.



a) Tensión de salida debida a las corrientes de polarización ($V_i = 0$):

$$V_+ = -R_3 \cdot I_{B+}$$

$$\frac{V_o - V_+}{R_1} = I_{B-} + \frac{V_+}{R_2} \Rightarrow \frac{V_o}{R_1} = I_{B-} + V_+ \cdot \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) \Rightarrow V_o = R_1 \cdot I_{B-} - I_{B+} \cdot \frac{R_3}{R_2} \cdot (R_1 + R_2)$$

$$V_{oa} = 1 \cdot 10^6 \cdot 1 \cdot 10^{-6} - 1 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{1 \cdot 10^3}{10 \cdot 10^3} \cdot (1010 \cdot 10^3) = 0.899 \text{ V}$$

b) Tensión de salida debida a la tensión de *offset* ($V_i = 0$):

$$V_{ob} = V_{io} \cdot \left(1 + \frac{R_1}{R_2} \right) = 5 \cdot 10^{-3} \cdot 101 = 0.505 \text{ V}$$

c) La tensión de salida será la superposición de las de los apartados a y b, más la debida a la entrada V_i , por tanto:

$$V_o = V_{offset} + V_p \cdot \text{sen}(\omega \cdot t) = V_{oa} + V_{ob} + V_i \cdot \left(1 + \frac{R_1}{R_2} \right) \cdot \text{sen}(2 \cdot \pi \cdot f \cdot t) =$$

$$= 0.899 + 0.505 + 0.200 \cdot \left(1 + \frac{1000}{10} \right) \cdot \text{sen}(2 \cdot 180 \cdot 50 \cdot t) = 1.404 + 20.2 \cdot \text{sen}(18000 \cdot t)$$

Tiempo	Salida ideal		Salida real
$t_1 = 8 \text{ ms}$	$V_o = 1.404 + 11.87 = 13.27 \text{ V}$	como es mayor que 12 V está saturado	12 V
$t_2 = 10 \text{ ms}$	$V_o = 1.404 + 0 = 1.404 \text{ V}$	no esta saturado	1.404 V
$t_3 = 12 \text{ ms}$	$V_o = 1.404 - 11.87 = -10.46 \text{ V}$	no esta saturado	-10.46 V
$t_4 = 14 \text{ ms}$	$V_o = 1.404 - 19.21 = -17.806 \text{ V}$	como es menor que -12 V está saturado	-12 V