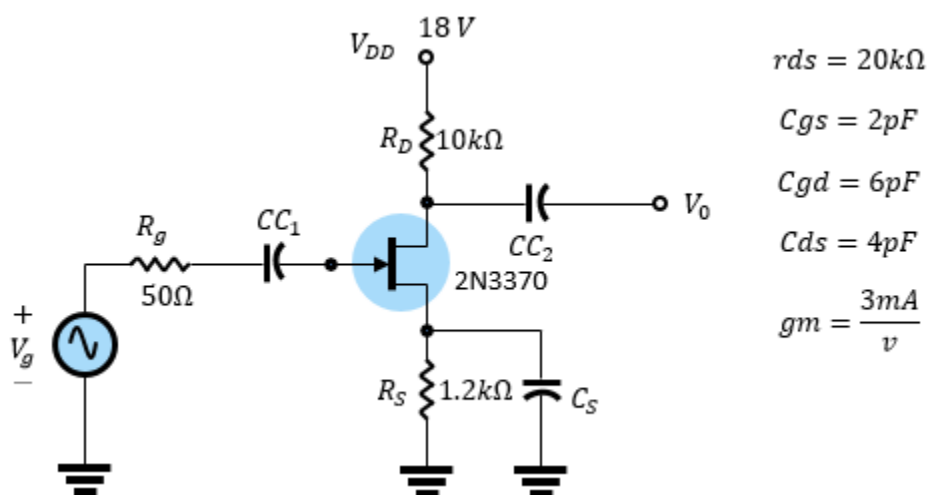


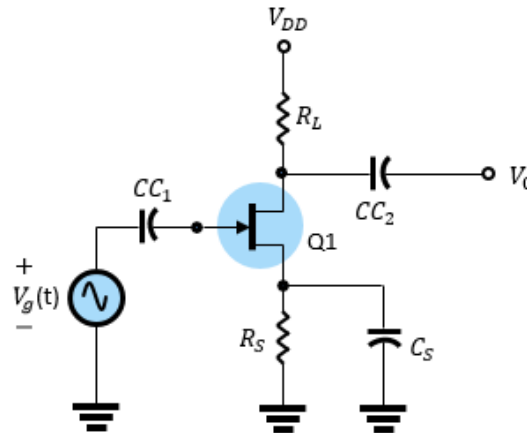
GUIA DE AMPLIFICADORES EN ALTA FRECUENCIA

- Para un transistor Bipolar, se tienen los siguientes datos del fabricante (Para $I_{CQ} = 0,15A$)
 $f_T = 1000MHz$, $h_{fe} = 25$, $C_{ob} = 2\text{ pf}$
 Determinar los parámetros del transistor para alta frecuencia, si va a trabajar con una $I_{CQ} = 0,10\text{ A}$
- Si el transistor anterior es utilizado en un amplificador en configuración emisor común, donde $R_C = 4,7\text{ K}\Omega$ y $R_s = 50\text{ }\Omega$, determinar:
 - Ganancia máxima y frecuencia de corte superior en forma analítica, utilizando la expresión exacta de la función de transferencia.
 - La ganancia máxima y la frecuencia de corte superior, utilizando las expresiones obtenidas mediante el análisis de Miller.
 - Trazado de la función de transferencia del punto (a) y sobre esa gráfica, determinar la ganancia máxima y la frecuencia del polo dominante en alta.
- Con los datos del problema 1 y 2, determinar la impedancia de entrada del amplificador en emisor común para las siguientes para las siguientes frecuencias: f_H , $f_H/10$ y $10f_H$.
- Para el siguiente amplificador FET :
 - Determinar la expresión $V_{out}(S)/V_G(S)$.
 - Trazar el diagrama de Bode de Magnitud y a partir del mismo, determinar la ganancia máxima y la frecuencia de corte superior del amplificador.
 - Determinar la ganancia y la frecuencia de corte superior en forma analítica. (usando Miller).

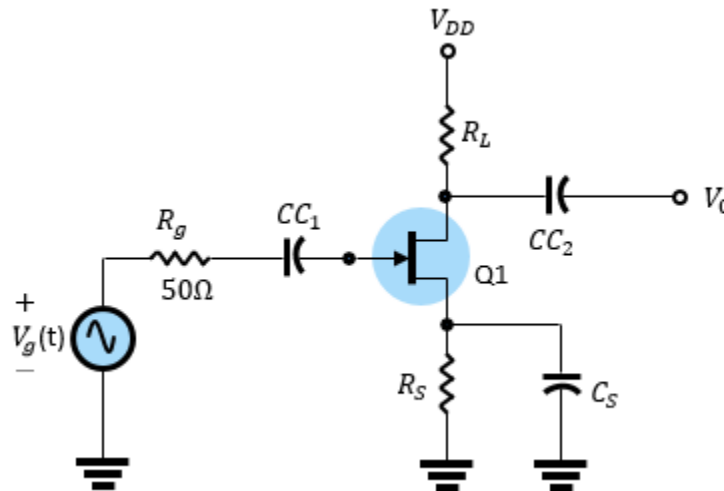


5. Para el amplificador con FET que se muestra a continuación, determinar:

- La función de transferencia de $A_{V(s)}$
- Expresión de la frecuencia de corte superior f_H
- Si $C_{gd} = 2\text{pf}$, $C_{ds} = 6\text{pf}$, $C_{gs} = 4\text{pf}$, $R_L = 1\text{k}\Omega$, $r_{ds} = 20\text{k}\Omega$ y $g_m = 2\text{mS}$, determinar el valor de f_H
- Cambiar $R_L = 10\text{k}\Omega$ y determinar el valor de F_H .



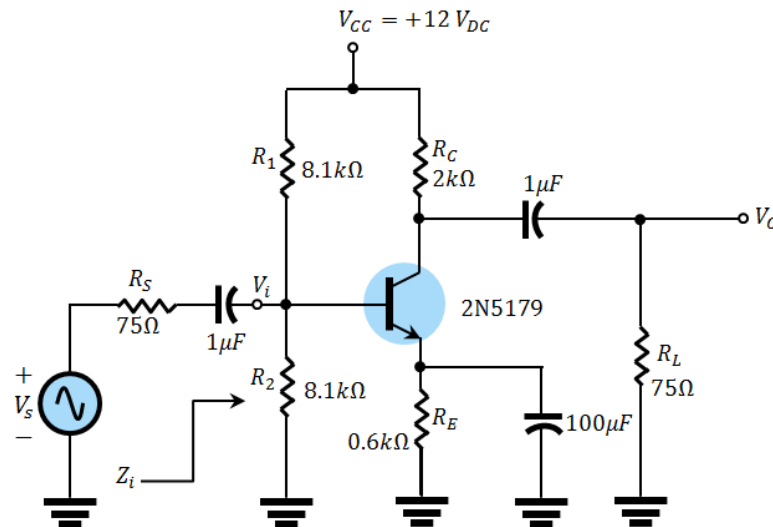
6. Repetir el ejercicio anterior, pero con el siguiente amplificador.



7. Se dispone del transistor 2N5179 para trabajar en el siguiente amplificador con $I_{CQ} = 40\text{mA}$. Tomando $r_{bb} = 200\text{ ohm}$ y los valores promedios de sus parámetros (ver hoja de Datos). Determinar:

- La Transconductancia del transistor, r_{be} , C_{be} .
- La frecuencia de corte del valor de h_{fe} del transistor.
- La función de transferencia del amplificador a alta frecuencia.
- La ganancia del amplificador A_v . ¿ A_v es negativa? ¿Por qué?
- La frecuencia de corte superior F_H del amplificador. ¿Concuerda con el BW del transistor?
- Graficar su respuesta en Frecuencia. (Diagrama Bode Asintótico de Magnitud en papel semilogaritmico.)

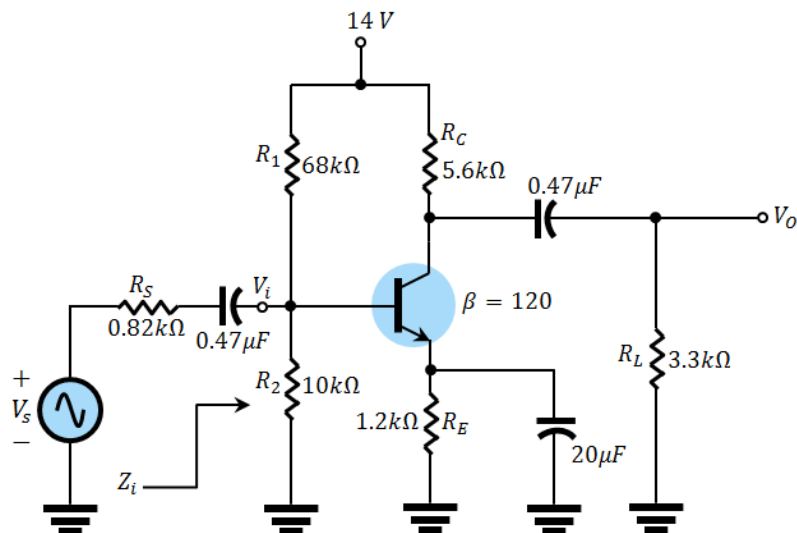
- g) A partir del grafico asintótico: ¿Para qué valor de alta frecuencia la ganancia del amplificador disminuye 25%?.
 h) Determine la frecuencia de ganancia unitaria del amplificador.



8. Para el siguiente amplificador con transistor BJT, dado que $Cb'c = 12pf$, $Cb'e = 40pf$, $Cc'e = 8pf$, $f_T = 150MHz$. Considere: $rbb' = 0\Omega$

Determinar:

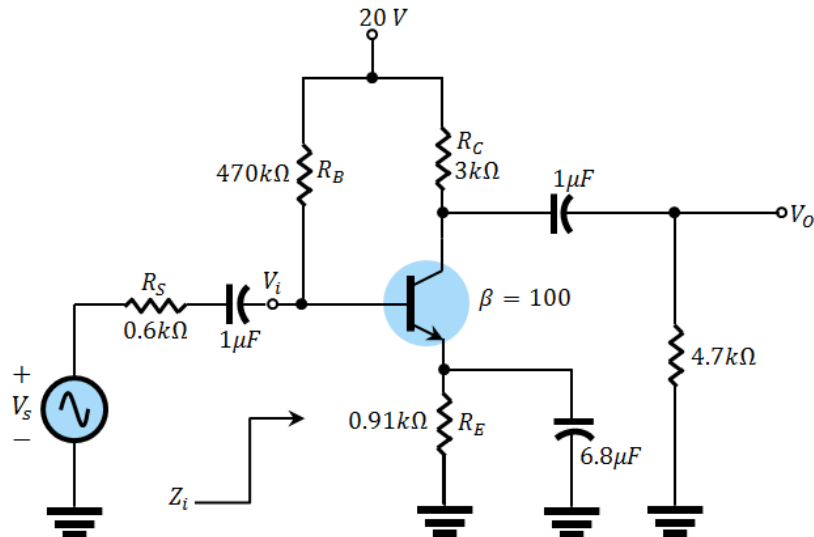
- La Transconductancia gm , $rb'e$
- La ganancia máxima y la frecuencia de corte superior, utilizando las expresiones obtenidas mediante el análisis de Miller.
- La ganancia máxima y la frecuencia de corte superior, utilizando las expresiones obtenidas mediante el análisis del Método de las constantes de tiempo. Considere el análisis a media frecuencia para determinar la ganancia máxima.
- Compare los valores obtenidos entre a) y b)
- Trazado de la función de transferencia del punto (a) y sobre esa gráfica, determinar la ganancia máxima y la frecuencia del polo dominante en alta.



9. Para el siguiente amplificador con transistor BJT, dado que $C_{b'c} = 6\text{pf}$, $C_{b'e} = 20\text{pf}$, $C_{c'e} = 10\text{pf}$, $f_T = 150\text{MHz}$. Considere: $r_{bb'} = 0\Omega$

Determine:

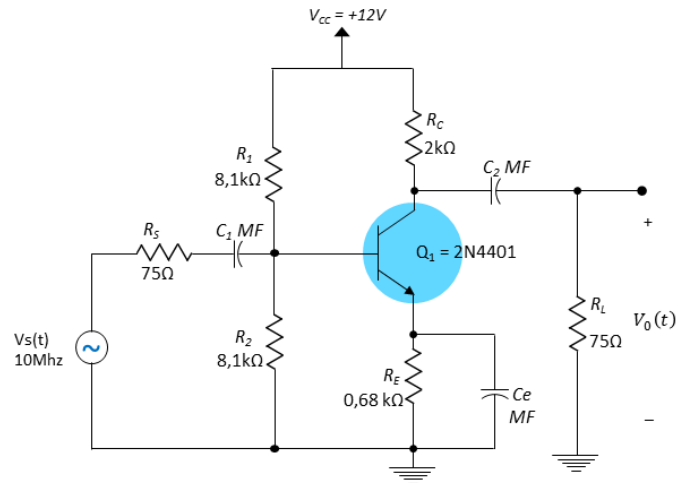
- Los parámetros del transistor en alta frecuencia La Transconductancia g_m , $r_{b'e}$ y f_β
- La función de transferencia del amplificador a alta frecuencia mediante el método exacto.
- La función de transferencia del amplificador a alta frecuencia mediante el método aproximado de Miller.
- Para ambos casos calcule la frecuencia de corte superior y compare los resultados.



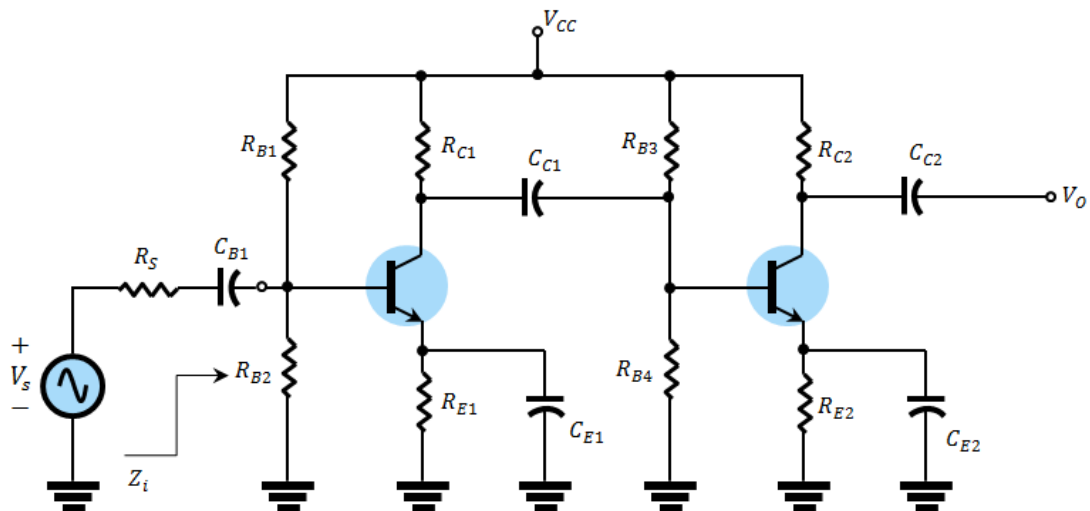
10. Se dispone del transistor 2N4401 para trabajar en el siguiente amplificador con $I_{CQ} = 40\text{mA}$. Tomando $r_{bb} = 10\Omega$ y los valores promedios de sus parámetros (ver hoja de Datos). Tome $V_T = 25\text{mV}$ para una temperatura ambiente de 25°C . Determinar:

https://www.dropbox.com/s/vzy9tdflpq1m9ga/datasheet_2N4400.pdf?dl=0

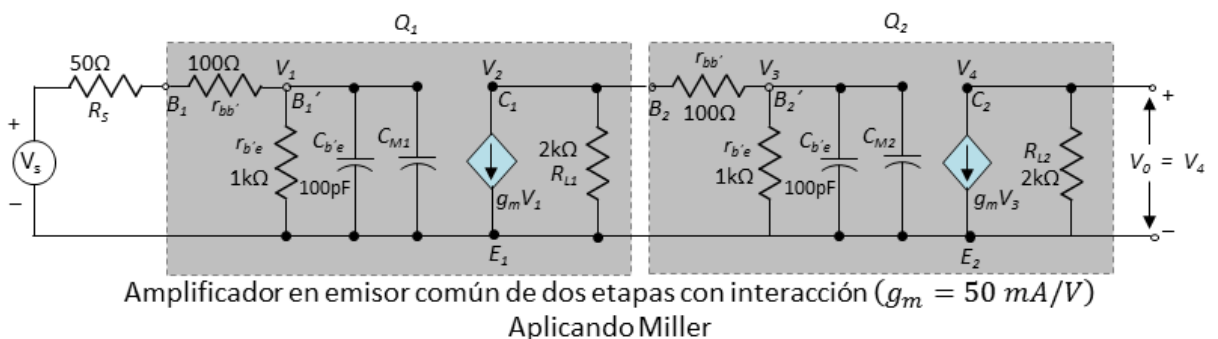
- La Transconductancia del transistor, r_{be} , C_{be} .
- La frecuencia de corte del valor de h_{fe} del transistor con colector en cortocircuito.
- La función de transferencia del amplificador a alta frecuencia mediante el método exacto
- La función de transferencia del amplificador a alta frecuencia mediante el método aproximado Miller
- Determine la frecuencia de corte superior f_H para ambos casos y compare los resultados e indique cual es el porcentaje de diferencia.
- La frecuencia de corte superior f_H del amplificador. ¿Concuerda con el BW del transistor?
- Graficar su Respuesta en Frecuencia mediante diagrama de Bode en Magnitud sobre papel semilogaritmico.
- Determine la frecuencia de ganancia unitaria del amplificador.



11. Al amplificador de dos etapas en configuración emisor común se le aplicó el teorema de miller para simplificar los cálculos, dando como origen la segunda configuración mostrada en la imagen. No puede eliminar $r_{bb'}$
- Determine las capacitancias de Miller C_{M1} y C_{M2}
 - Determine la expresión de la ganancia $A_{VST} = \frac{V_4}{V_s}$, en letra y números. Simplifique lo más que pueda.
 - Determine la frecuencia de corte de polo dominante.

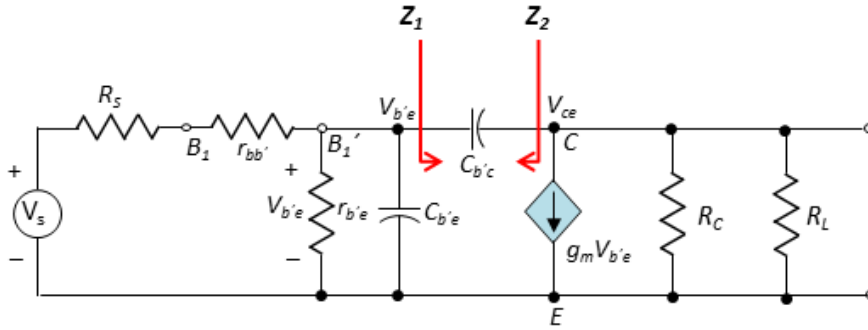


Circuito equivalente simplificado por el teorema de Miller

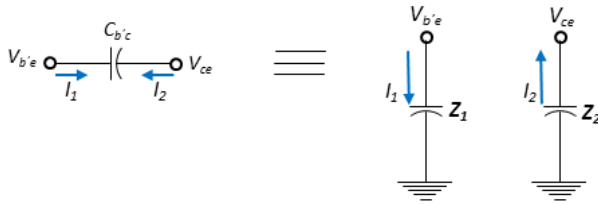


Nota 1: Método de aplicación de teorema de Miller

Partiendo del circuito híbrido π



El capacitor $C_{b'c}$ forma parte de una red de realimentación entre la salida y la entrada, podemos descomponer este elemento en dos elementos aplicando Miller. En ese sentido tenemos:



a) Calcular la impedancia que ve Z_1 hacia el colector.

$$Z_1 = \frac{V_{b'e}}{I_1}$$

$$I_1 = \frac{V_{b'e} - V_{ce}}{1/sCb'c} = (V_{b'e} - V_{ce})sCb'c$$

$$I_1 = (V_{b'e} - V_{ce})sCb'c \quad \text{Ec. 1}$$

$$V_{ce} = -gm \cdot V_{b'e} \cdot R_C \parallel R_L \quad \text{Ec. 2}$$

$$I_1 = (V_{b'e} - (-gm \cdot V_{b'e} \cdot R_C \parallel R_L))sCb'c$$

$$I_1 = V_{b'e}(1 + gm \cdot R_C \parallel R_L)sCb'c$$

$$Z_1 = \frac{V_{b'e}}{I_1} = \frac{1}{(1 + gm \cdot R_C \parallel R_L)sCb'c}$$

$$C_{Mi} = (1 + gm \cdot R_C \parallel R_L)sCb'c$$

b) Calcular la impedancia que ve Z_2 hacia la base.

$$Z_2 = \frac{V_{ce}}{I_2}$$

$$I_2 = \frac{V_{ce} - V_{b'e}}{1/sCb'c} = (V_{ce} - V_{b'e})sCb'c$$

$$I_2 = (V_{ce} - V_{b'e})sCb'c \quad \text{Ec. 1}$$

$$V_{ce} = -gm \cdot V_{b'e} \cdot R_C \parallel R_L \quad \text{Ec. 2}$$

$$V_{b'e} = -\frac{V_{ce}}{gm \cdot R_C \parallel R_L} \quad \text{Ec. 3}$$

Sustituyendo la ecuación 3 en 1, se tiene:

$$I_2 = \left(V_{ce} - \left(-\frac{V_{ce}}{gm \cdot R_C \parallel R_L} \right) \right) sCb'c$$

$$I_2 = V_{ce} \left(1 + \left(\frac{1}{gm \cdot R_C \parallel R_L} \right) \right) sCb'c$$

$$Z_2 = \frac{V_{ce}}{I_2} = \frac{1}{\left(1 + \frac{1}{gm \cdot R_C \parallel R_L} \right) sCb'c}$$

$$C_{Mo} = \left(1 + \frac{1}{gm \cdot R_C \parallel R_L} \right) sCb'c$$

Para la situación usual donde $gm \cdot R_C \parallel R_L \gg 1$, se tiene que:

$$C_{Mo} = \left(\frac{gm \cdot R_C \parallel R_L + 1}{gm \cdot R_C \parallel R_L} \right) sCb'c$$

$$C_{Mo} = \left(\frac{gm \cdot R_C \parallel R_L}{gm \cdot R_C \parallel R_L} \right) sCb'c$$

$$C_{Mo} = sCb'c$$

Como pueden notar el segundo elemento de Miller, en este caso de salida C_{M0} da como resultado la impedancia original, es por ello, que el elemento C_{Mi} es un elemento sobre dimensionado en valor gracias a que esta multiplicado por un valor mucho mayor que 1 como se explicó en clases y es el elemento que conforma el polo dominante y quien determina la frecuencia de corte superior f_H .

Nota 2: Esta demostración la hice con la finalidad de reforzar lo visto en clases, aquí está como se desarrolla lo visto en clases de manera superficial.

Nota 3: A manera de orientación, los capacitores C_{M1} y C_{M2} deben valer: Compruebe esos valores.

$$C_{M2} = 303pF$$

$$C_{M1} = 109pF$$

Nota 4: Observen que R_{BQ1} , producto del paralelo de R_{B1} y R_{B2} , y R_{BQ2} producto del paralelo entre R_{B3} y R_{B4} no aparecen en modelo híbrido π de Alta Frecuencia, se eliminan para realizar una aproximación simplificada por exceso del modelo híbrido del amplificador de dos etapas en cascada. En este caso, $r_{bb'}$ no se elimina.