

BJT – EC - POLARIZACIÓN

Se resuelven en simultaneo los ejercicios teórico prácticos N° 1 y 3 de la Guía: **18 -21 –[EM341]-[IN341]-[IC313]–BJT Como Amplificador CA**, con la sugerencia de que vayan comparando los cambios al pasar de un circuito al otro y los criterios correspondientes sugeridos por la cátedra.

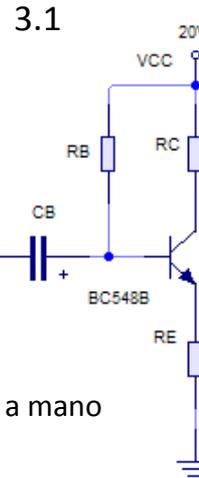
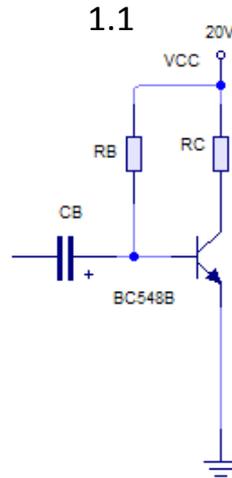
También se realiza la actividad de laboratorio simulado 7 y 8

POLARIZACIÓN FIJA

1. Utilizando un transistor bipolar (BJT) BC548B en configuración emisor común, con polarización fija y **sin estabilización térmica (sin RE)**. Se lo pretende utilizar como amplificador en señales de alterna (p. ej. amplificador de audio frecuencias). Se pide:

1.1. Dibujar el circuito correspondiente, conforme a lo visto en clase teórica (Manuscrito).

1.2. Calcular los valores teóricos de los componentes para que un punto Q de trabajo estático del transistor sea V_{CEQ} para MES, $I_{CQ}=20\text{ mA}$, para una alimentación única $V_{CC}=20\text{ V}$. Para los cálculos el parámetro β obtenerlo de la hoja de datos del AVM ($\beta \sim h_{fe}$).



Realizarlo también a mano

3. Utilizando un transistor bipolar (BJT) BC548B en configuración emisor común, con polarización fija y **estabilización térmica (con RE)**. Se lo pretende utilizar como amplificador en señales de alterna (p. ej. amplificador de audio frecuencias). Se pide:

3.1. Dibujar el circuito correspondiente, conforme a lo visto en clase teórica (manuscrito).

3.2. Calcular los valores teóricos de los componentes para que un punto Q de trabajo estático del transistor sea V_{CEQ} para MES, $I_{CQ}=20\text{ mA}$, para una alimentación única $V_{CC}=20\text{ V}$. Para los cálculos el parámetro β obtenerlo de la hoja de datos del AVM ($\beta \sim h_{fe}$).

CB se considera un circuito abierto para CC y un corto circuito para CA, para que esto sea posible se calcula un valor de CB de manera que su Reactancia X_{CB} para la menor frecuencia de trabajo sea despreciable con respecto a la Impedancia de entrada del circuito.

$$X_{CB} = \frac{1}{2\pi fCB}$$

Adopto $CB = 2,2\mu\text{F}$

Planteo las ecuaciones de la malla de salida Para las condiciones del circuito

$$V_{CC} - U_{CE} - I_C RC - I_E RE = 0$$

$$I_C \approx I_E \rightarrow y : V_{CEQMES} = \frac{V_{CC}}{2}$$

Reemplazo los valores dados por las condiciones del circuito en el punto Q

Para adoptar un valor de RE hay que llegar a una solución de compromiso entre estabilidad S, donde RE debe ser del mayor valor posible y ganancia G_u , que al igual que el rendimiento exige el menor valor posible de RE. En la práctica se adopta $0,01RC \leq RE \leq 0,1RC$, dependiendo de que se quiere priorizar, este criterio puede variar según el objetivo del circuito.

Adopto $RE=0,1RC$

$$20V - 10V - 20mA \cdot RC = 0$$

$$20V - 10V - 20mA \cdot (RC + RE) = 0$$

POLARIZACIÓN FIJA

1.2. $V_{CEQ}=10\text{ V}$, $I_{CQ}=20\text{ mA}$,
 $V_{CC}=20\text{ V}$. $\beta = 300$
Adopto CB = $2,2\mu\text{F}$

3.2. $V_{CEQ}=10\text{ V}$, $I_{CQ}=20\text{ mA}$,
 $V_{CC}=20\text{ V}$. $\beta = 300$ Adopto
 $RE=0,1RC$

$$20V - 10V - 20mA \cdot RC = 0$$

$$RC = \frac{10V}{20mA} = 500\Omega$$

$$20V - 10V - 20mA \cdot (RC + RE) = 0$$

$$20V - 10V - 20mA \cdot (RC + 0,1RC) = 0$$

$$RC = \frac{10V}{22mA} = 454,54\Omega \Rightarrow RE = 45,45\Omega$$

Planteo las ecuaciones de la malla de entrada para las condiciones del circuito

$$V_{CC} - I_B RB - U_{BE} - I_E RE = 0$$

$$I_C \approx I_E; I_C = \beta I_B$$

Reemplazo los valores dados por las condiciones del circuito en el punto Q

$$20V - \frac{20mA}{300} \cdot RB - 0,7V = 0$$

$$RB = \frac{20V - 0,7V}{20mA} 300 = 289,5K\Omega$$

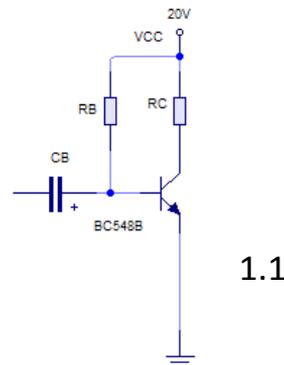
$$20V - \frac{20mA}{300} \cdot RB - 0,7V - 20mA \cdot 45,45\Omega = 0$$

$$RB = \frac{20V - 0,7V - 20mA \cdot 45,45\Omega}{20mA} 300 = 275,9K\Omega$$

1.2 Valores teóricos

$$RC = 500\Omega$$

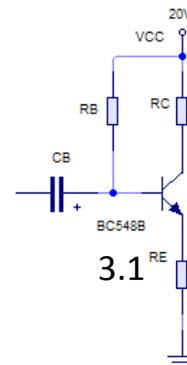
$$RB = 289,5K\Omega$$



3.2 Valores teóricos

$$RC = 454,54\Omega; RE = 45,45\Omega$$

$$RB = 275,9K\Omega$$



POLARIZACIÓN FIJA

1.3. ¿Cuál es la MES ideal?
Graficar la recta de Carga con sus valores característicos teóricos.

Planteo las ecuaciones de la malla de salida para las condiciones del circuito

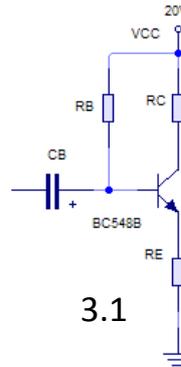
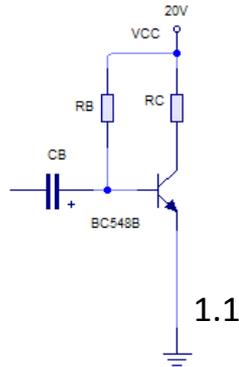
$$V_{CC} - U_{CE} - I_C RC = 0$$

Cuando $U_{CE} = 0 \Rightarrow I_{Cmax}$

$$I_{Cmax} = \frac{V_{CC}}{RC} = \frac{20V}{500\Omega} = 40mA$$

Cuando $I_C = 0 \Rightarrow U_{CEmax}$

$$U_{CEmax} = V_{CC} = 20V$$



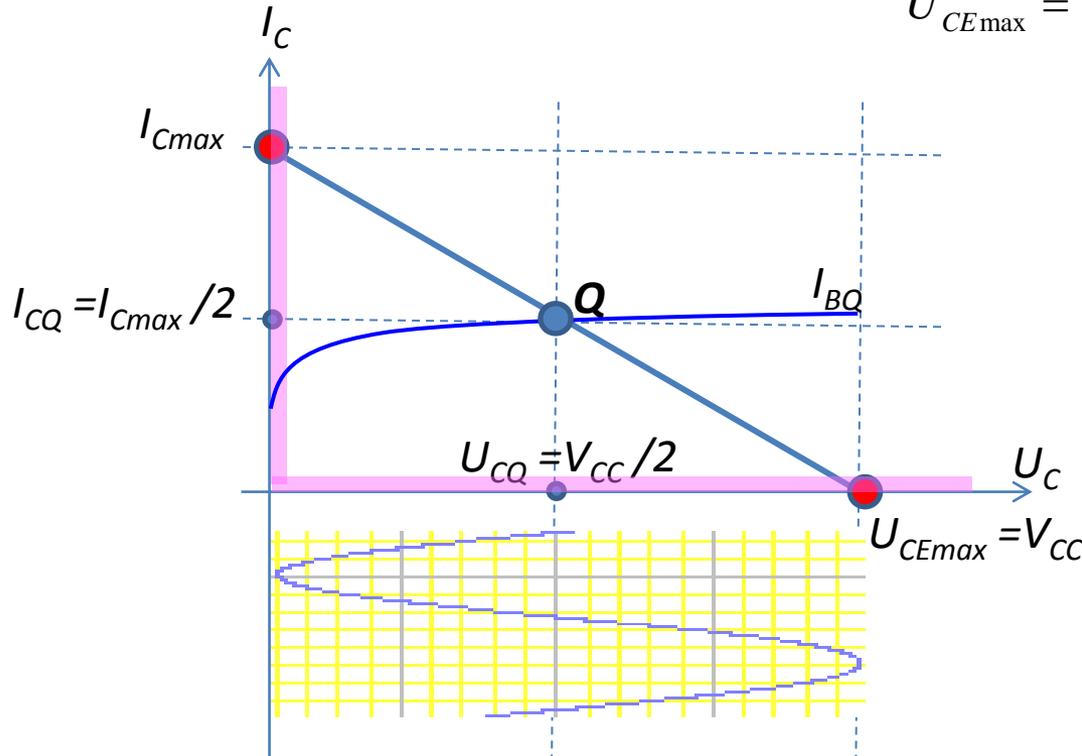
$$V_{CC} - U_{CE} - I_C RC - I_C RE = 0$$

Cuando $U_{CE} = 0 \Rightarrow I_{Cmax}$

$$I_{Cmax} = \frac{V_{CC}}{RC + RE} = \frac{20V}{500\Omega} = 40mA$$

Cuando $I_C = 0 \Rightarrow U_{CEmax}$

$$U_{CEmax} = V_{CC} = 20V$$



Con los valores característicos construyo la recta de carga e indico el puto Q

Con los valores característicos construyo la recta de carga e indico el puto Q

POLARIZACIÓN FIJA

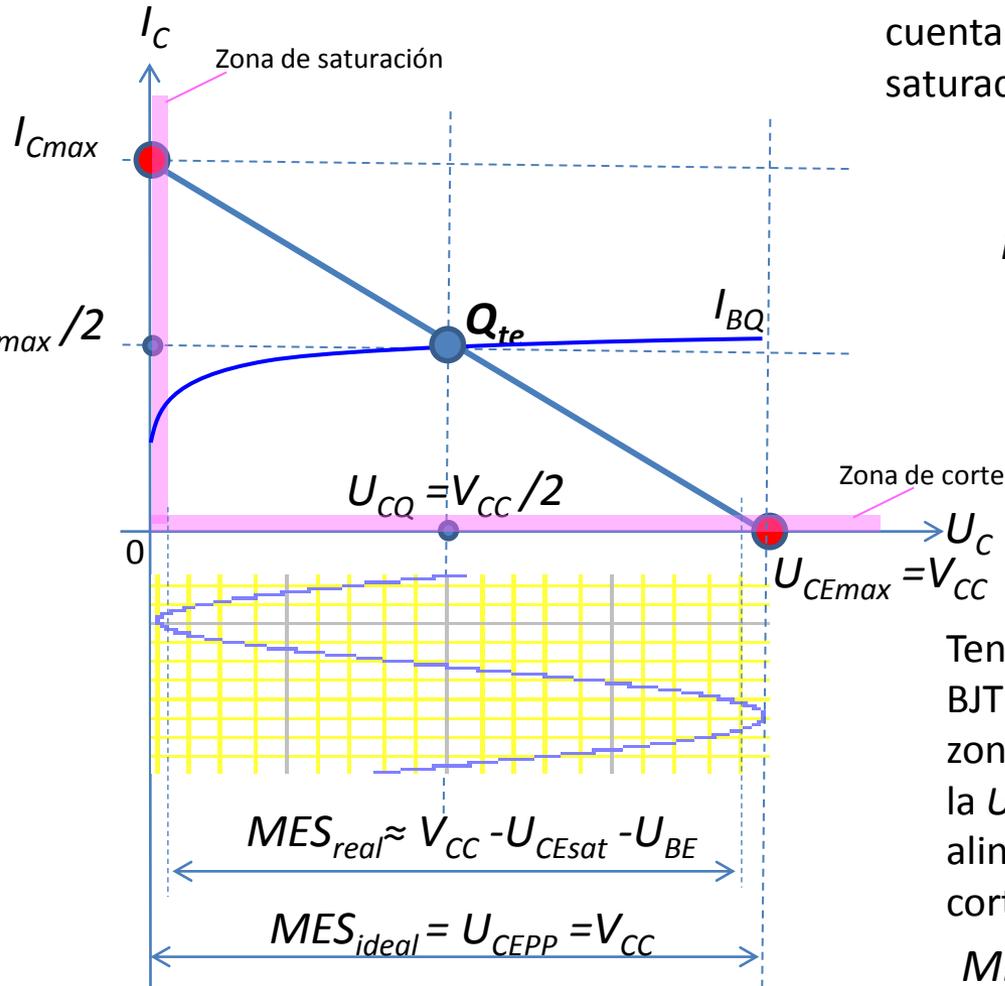
1.3 Indicar el punto Q_{te} de trabajo. Indicar sobre la gráfica la MES ideal y estimar la MES real teniendo en cuenta la Zona de corte y saturación

$$MES_{ideal} = U_{CEPP} = 20V$$

Teniendo en cuenta que el BJT se encuentra en la zona de saturación cuando la $U_{CE} \leq U_{BE} \approx 0,7V$ y las alinealidades en la zona de corte, se estima:

$$MES_{realE} \approx V_{CC} - U_{CEsat} - U_{BE}$$

$$MES_{realE1} \approx 20V - 0,7V - 0,7V = 18,6V_{pp}$$



$$MES_{real} \approx V_{CC} - U_{CEsat} - U_{BE}$$

$$MES_{ideal} = U_{CEPP} = V_{CC}$$

3.3. Indicar el punto Q_{te} de trabajo. Indicar sobre la gráfica la MES ideal y estimar la MES real teniendo en cuenta la Zona de corte y saturación

$$MES_{ideal} = U_{CEPP} = 20V$$

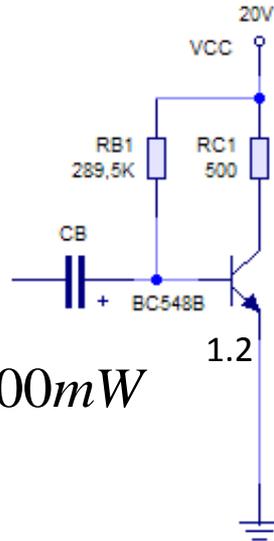
Teniendo en cuenta que el BJT se encuentra en la zona de saturación cuando la $U_{CE} \leq U_{BE} \approx 0,7V$ y las alinealidades en la zona de corte se estima:

$$MES_{realE} \approx V_{CC} - U_{CEsat} - U_{BE}$$

$$MES_{realE3} \approx 20V - 0,7V - 0,7V = 18,6V_{pp}$$

POLARIZACIÓN FIJA

1.4. Calcular la potencia disipada por el transistor en el punto Q.



$$P_{CQ1} = U_{CEQ1} I_{CQ1}$$

$$P_{CQ1} = 10V \cdot 20mA = 200mW$$

1.5. Adoptar valores comerciales de la serie E12. (Sigo el criterio del valor mas próximo).

1.2 Valores teóricos

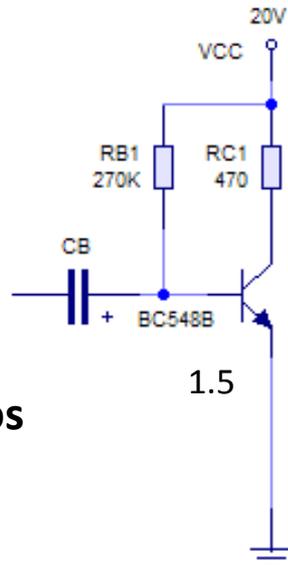
$$RC = 500\Omega$$

$$RB = 289,5K\Omega$$

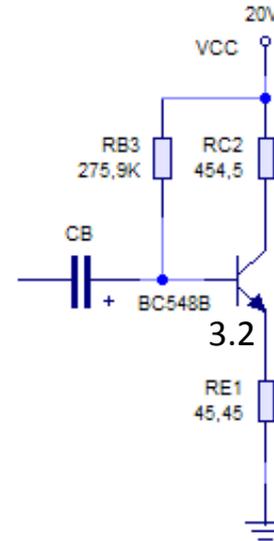
1.5 Valores adoptados

$$RC = 470\Omega$$

$$RB = 270K\Omega$$



3.4. Calcular la potencia disipada por el transistor en el punto Q.



$$P_{CQ3} = U_{CEQ3} I_{CQ3}$$

$$P_{CQ3} = 10V \cdot 20mA = 200mW$$

3.5. Adoptar valores comerciales de la serie E12. (Sigo el criterio del valor mas próximo).

3.2 Valores teóricos

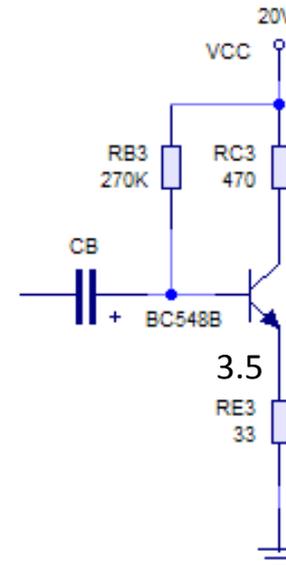
$$RC = 454.54\Omega; RE = 45,45\Omega$$

$$RB = 275,9K\Omega$$

3.5 Valores adoptados

$$RC = 470\Omega; RE = 33\Omega$$

$$RB = 270K\Omega$$

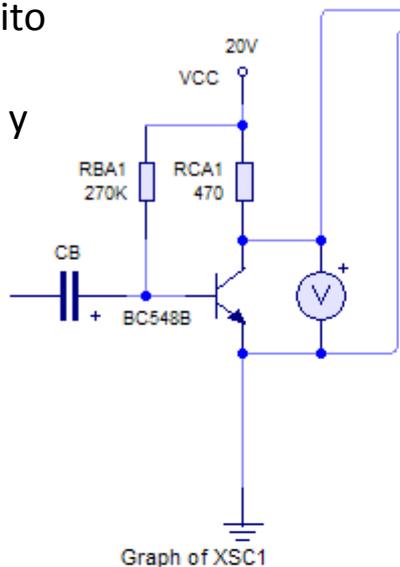


POLARIZACIÓN FIJA

7. Simular el circuito obtenido en el punto 1. con los valores comerciales adoptados.

7.1 Implementar el circuito en el simulador.

7.2. Correr la simulación y obtener V_{CEQ} e I_{CQ} .

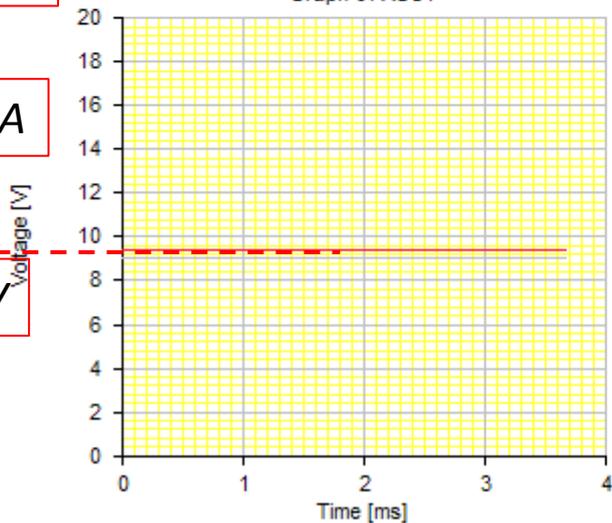


$$7.2. U_{CEQ1} = 9,40V$$

$$I_{CQ1} = 22,55mA$$

$$I_{BQ1} = 71,34\mu A$$

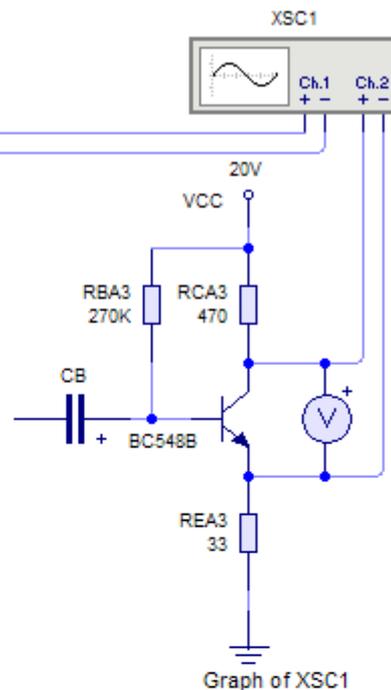
$$U_{CEQ1} = 9,40V$$



7. Simular el circuito obtenido en el punto 3. con los valores comerciales adoptados.

8.1 Implementar el circuito en el simulador.

8.2. Correr la simulación y obtener V_{CEQ} e I_{CQ} .

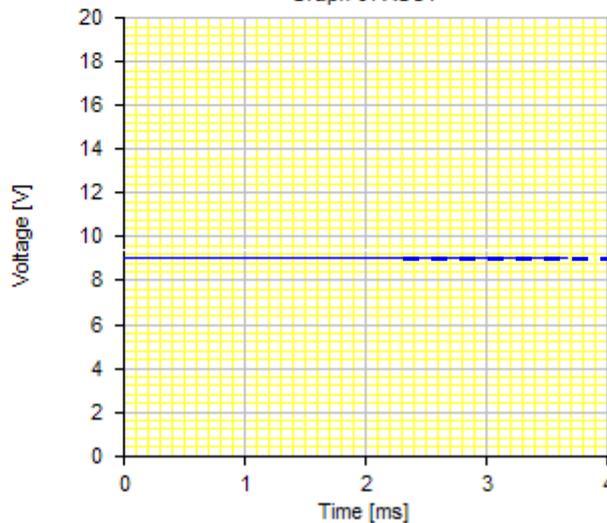


$$8.2 U_{CEQ3} = 9,09V$$

$$I_{CQ3} = 21,69mA$$

$$I_{BQ3} = 68,66\mu A$$

$$U_{CEQ3} = 9,09V$$



POLARIZACIÓN FIJA

7.3. Conectar un capacitor de acoplo de corriente alterna a la base del circuito.

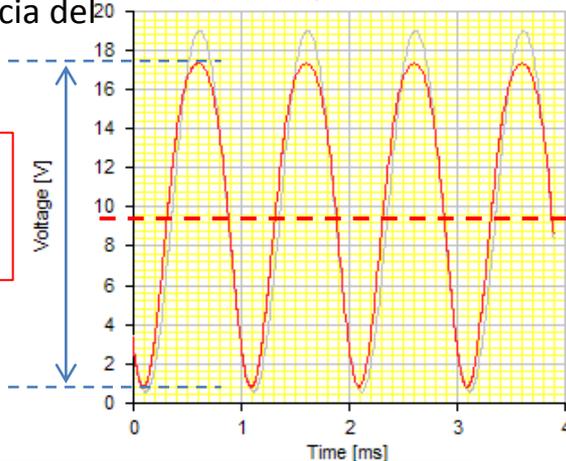
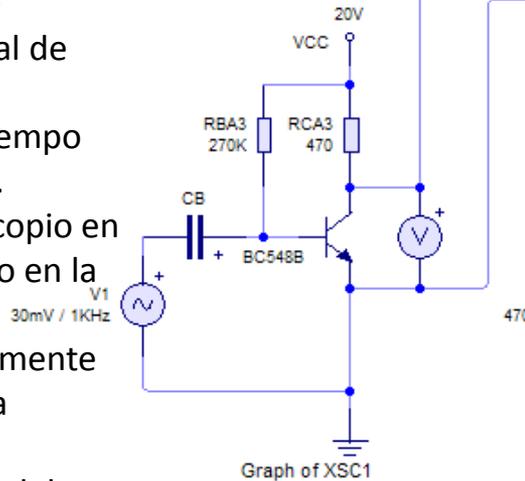
7.4. Conectar a la entrada del circuito un generador de corriente alterna senoidal de 1kHz.

7.5. Ajustar la base de tiempo del simulador para 1kHz.

7.6. Conectar un osciloscopio en la señal de entrada y otro en la señal de salida.

7.7. Aumentar paulatinamente la señal de entrada hasta obtener la MES.

7.8. Obtener la ganancia del circuito G_U .



$$MES_{S1} = 17,5V - 0,8V = 16,7V$$

$$MES_{S1} = 16,7V_{PP}$$

$$7.7 \quad MES_{E1} \approx 18,42V_{PP} > MES_{S1} = 16,7V_{PP}$$

$$c) G_{U3adS} = \frac{V_{outpps3}}{V_{inpps3}} = \frac{16,7V_{PP}}{0,03V \cdot 2\sqrt{2}} = 197$$

8.3. Conectar un capacitor de acoplo de corriente alterna a la base del circuito.

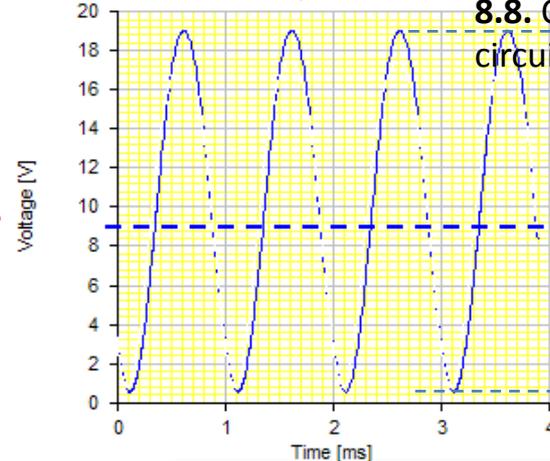
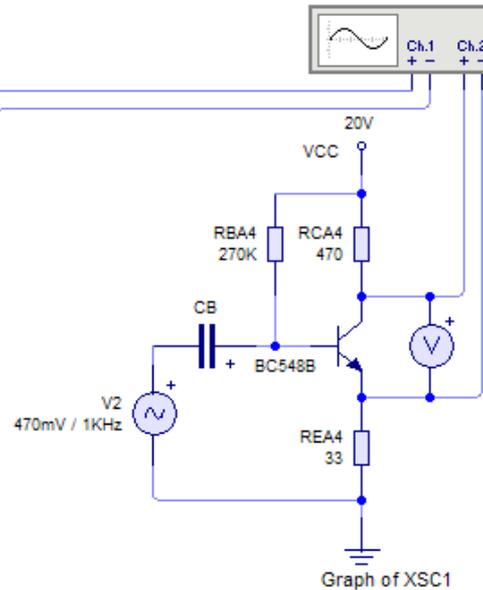
8.4. Conectar a la entrada del circuito un generador de corriente alterna senoidal de 1kHz.

8.5. Ajustar la base de tiempo del simulador para 1kHz.

8.6. Conectar un osciloscopio en la señal de entrada y otro en la señal de salida.

8.7. Aumentar paulatinamente la señal de entrada hasta obtener la MES.

8.8. Obtener la ganancia del circuito G_U .



$$MES_{S3} = 19V - 0,7V = 18,3V$$

$$MES_{adS3} = 18,3V_{PP}$$

$$8.7 \quad MES_{E3} \approx 17,8V_{PP} \approx MES_{S4} = 18,3V_{PP}$$

$$c) G_{U4adS} = \frac{V_{outpps4}}{V_{inpps4}} = \frac{18,3V_{PP}}{0,470V \cdot 2\sqrt{2}} = 13,8$$

Comparar

ESTO NO PIDE LA GUÍA

Lo que sigue es lo que se hace cuando no se dispone de un laboratorio (o un simulador).

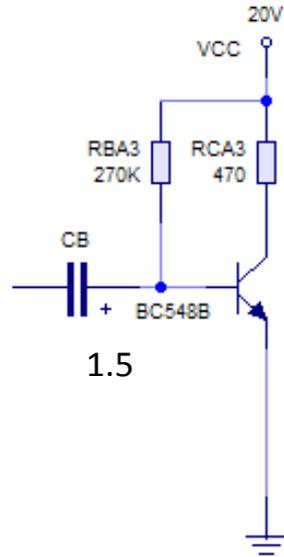
Se estima por cálculo cuales serán las prestaciones del circuito.

Es a modo demostrativo y para los que les interese profundizar en el tema

POLARIZACIÓN FIJA

1.5. Adoptar valores comerciales de la serie E12 .

a) obtener el nuevo punto Q_{tead} teórico adoptado e indicarlo sobre la recta de carga. b) estimar la MES para el nuevo punto Q_{tead} .



Planteo las ecuaciones de la malla de entrada para las condiciones del circuito

$$V_{CC} - I_B RB - U_{BE} = 0$$

$$I_{BQad3} = \frac{20V - 0,7V}{270K\Omega} = 71,481\mu A$$

$$I_{CQad3} = \beta I_{BQad3} = 300 \cdot I_{BQad3} = 21,44mA$$

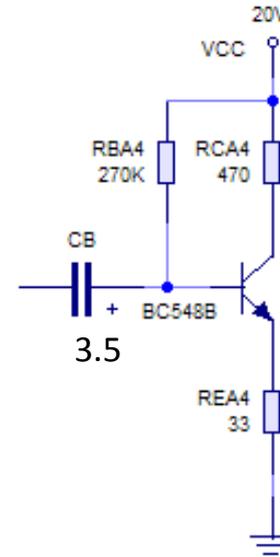
Planteo las ecuaciones de la malla de salida Para las condiciones del circuito

$$V_{CC} - U_{CE} - I_C RC = 0$$

$$U_{CEQad3} = 20V - 21,44mA \cdot 0,47K\Omega$$

$$U_{CEQad3} = 10,08V$$

3.5. Adoptar valores comerciales de la serie E12 . a) obtener el nuevo punto Q_{tead} teórico adoptado e indicarlo sobre la recta de carga. b) estimar la MES para el nuevo punto Q_{tead} .



Planteo las ecuaciones de la malla de entrada para las condiciones del circuito

$$V_{CC} - I_B RB - U_{BE} - I_E RE = 0$$

$$V_{CC} - I_B RB - U_{BE} - I_B \beta RE = 0$$

$$I_{BQad4} = \frac{20V - 0,7V}{270000\Omega + 300 \cdot 33\Omega} = 68.953\mu A$$

$$I_{CQad4} = \beta I_{BQad4} = 300 \cdot I_{BQad4} = 20.68mA$$

$$V_{CC} - U_{CE} - I_C RC - I_E RE = 0$$

$$U_{CEQad4} = 20V - 20,68mA \cdot (0,47 + 0,033)K\Omega$$

$$U_{CEQad4} = 9,598V$$

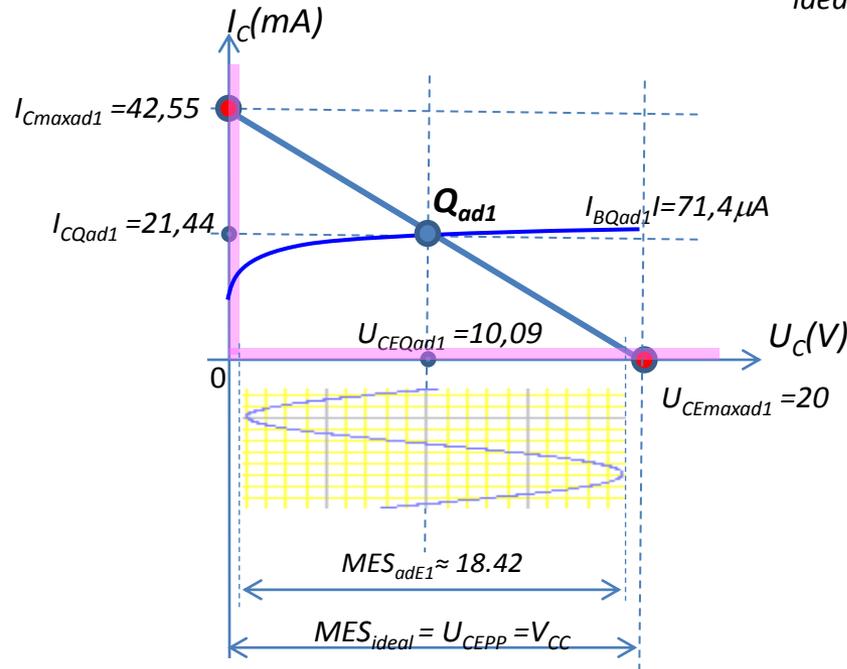
POLARIZACIÓN FIJA

1.5. Adoptar valores comerciales de la serie E12 .

a) obtener el nuevo punto Q_{tead} teórico adoptado e indicarlo sobre la recta de carga. b) estimar la MES para el nuevo punto Q_{tead} .

Teniendo en cuenta que el BJT se encuentra en la zona de saturación cuando la $U_{CE} \leq U_{BE} \approx 0,7V$ y las alinealidades en la zona de corte, se estima:

$$MES_{ideal} = U_{CEPP} = 20V$$



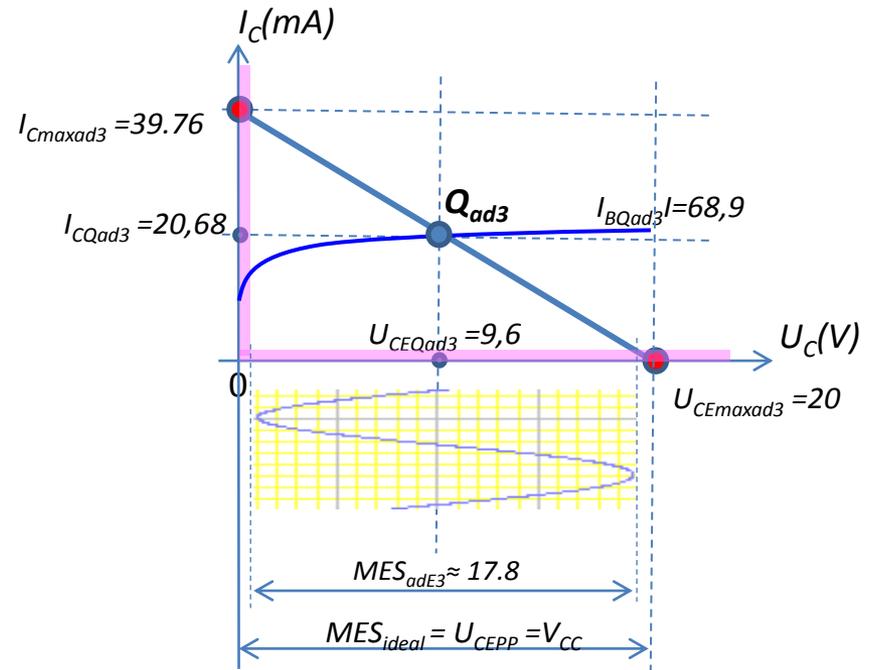
$$I_{CQad1} = 21,44mA$$

$$U_{CEQad1} = 10,09V$$

$$MES_{adE1} \approx (20 - 10,09 - 0,7)2 = 18.42V_{pp}$$

3.5. Adoptar valores comerciales de la serie E12 .

a) obtener el nuevo punto Q_{tead} teórico adoptado e indicarlo sobre la recta de carga. b) estimar la MES para el nuevo punto Q_{tead} .



$$I_{CQad3} = 20,68mA$$

$$U_{CEQad3} = 9,6V$$

$$MES_{adE3} \approx (9,6 - 0,7)2 = 17.8V_{pp}$$