

## AMPLIFICACIÓN ANALÓGICA II. Circuitos con dos transistores.

Dado que los circuitos tienen aplicación práctica, se recomienda realizar un análisis crítico de la respuesta del circuito en su conjunto así como de la función que cumple cada uno de los elementos que los conforman.

1.- En el circuito de la figura  $Q1$  y  $Q2$  forman un par complementario

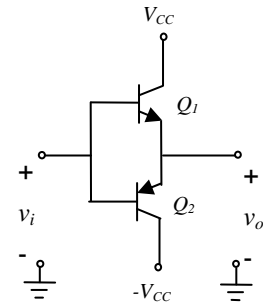
$$V_{BE1,2(ON)} = 0,7V \quad V_{CE1,2(SAT)} = 0,2V$$

a) Analizar el funcionamiento y graficar  $v_o = f(v_i)$  indicando valores característicos de ambas ondas.

b) Si  $V_{CC} = 10V$  graficar  $v_o(t)$  si:

$$b1) v_i = 5V \text{ sen } \omega t \quad b2) v_i = 15V \text{ sen } \omega t$$

Si se rempazan los BJT por dos JFET idénticos de polaridad similar, repetir los ítems a) y b).

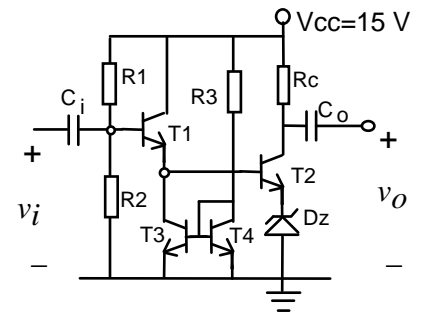


2.- En el circuito de la figura:

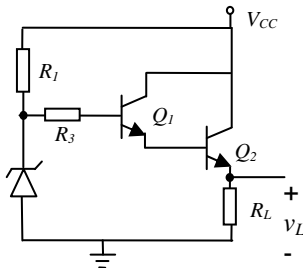
a) Analizar la polarización y determinar, si es posible, el punto de trabajo de los transistores. Establecer cuáles son los elementos del circuito que fijan los puntos de trabajo de los transistores, en particular la  $I_{CQ}$  de cada BJT. En caso de no ser posible, agregar los elementos necesarios para asegurar predictibilidad del punto de trabajo. Analizar la configuración en que trabaja cada transistor.

b) Considerando  $T_1 \equiv T_3 \equiv T_4 \equiv BC549$ ,  $T_2 \equiv BC547A$  y  $V_Z = 6,2V$ , determinar las resistencias tal que  $I_{C1} \approx I_{C2} \approx 1mA$ ,  $V_{CE2} \approx 5V$ .

Determinar ganancia de tensión e impedancias de entrada y salida.



3.- En el circuito de la figura:



- Determinar el punto de trabajo de ambos transistores.
- Calcular la variación pico a pico de la salida si sobre  $V_{CC}$  se superpone un ripple senoidal,  $v_{cc} = 0,18V \text{ sen } \omega t$ .
- Analizar la función de  $R_2$ .
- Analizar la influencia de una variación de  $R_L$ .

$$V_{CC} = 18V \quad V_Z = 9V \quad r_z \approx 2\Omega \\ R_1 = 10K, \quad R_2 = 250K, \quad R_L = 2K \\ \beta_1 = 100 \quad \beta_2 = 200$$

4.- En el amplificador de la figura  $\beta_1 \approx h_{fe1} \approx 25$ ,  $\beta_2 \approx h_{fe2} \approx 100$ .

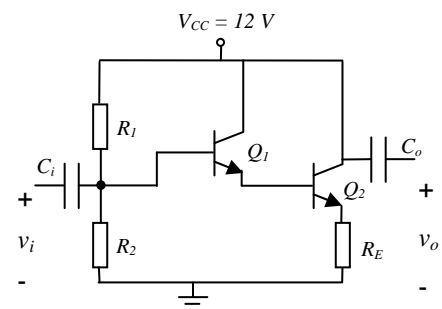
a) Analizar la conexión de los transistores determinando la configuración en que trabaja cada uno de ellos.

b) Analizar cuáles son los elementos del circuito que fijan el punto de trabajo, y determinar las resistencias tal que  $I_{CQ2} \approx 1mA$ ,  $V_{CEQ2} \approx 5V$ .

¿Cuál es el punto de trabajo de  $Q1$ ?

c) Si fuera necesario aumentar la corriente de colector de polarización: ¿qué elemento del circuito modificaría en su valor? ¿Qué efecto produciría este aumento sobre la respuesta en señal del amplificador?

d) Determinar la ganancia de tensión, la impedancia de entrada, y la impedancia de salida. ¿Qué función cumplen  $C_i$  y  $C_o$ ?



5.- En el circuito de la figura  $\beta_1 \approx h_{fe1} \approx 100$ ,  $\beta_2 \approx h_{fe2} \approx 250$

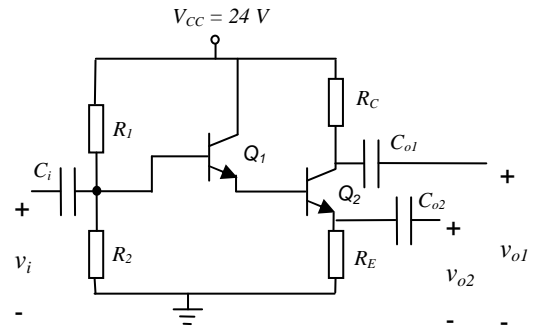
a) ¿Qué condición deben cumplir las resistencias de polarización para que se cumpla que las dos ganancias de tensión tengan igual valor absoluto?

$$|a_{v1}| = |v_{o1}/v_i| = |a_{v2}| = |v_{o2}/v_i|$$

b) Determinar el valor de las resistencias de polarización tal que  $I_{CQ1} \approx 40 \mu A$  y  $V_{CEQ2} \approx 12V$ . Especificar el punto de trabajo de ambos transistores.

c) Determinar la impedancia de entrada e impedancia de salida para ambas conexiones

c) Analizar la influencia de  $R_C$  en el circuito en configuración colector común.



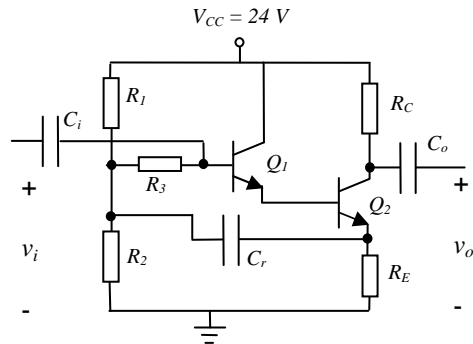
4.- Este circuito utiliza una polarización tipo Boostrop con:

$$R_2 \approx 0,3 R_1 \quad \beta_1 = 50 \quad \beta_2 = 250$$

a) Analizar la función de esta polarización; y el rango de valores admisibles de  $R_3$ .

b) Determinar el valor de las resistencias de polarización tal que  $I_{C2} \approx 5mA$ ,  $V_{CE2} \approx 6V$ .

c) Determinar la ganancia de tensión, impedancia de entrada e impedancia de salida.



5.- Si  $Q1 = Q2 = BC548C$

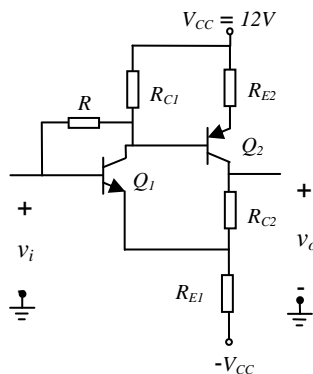
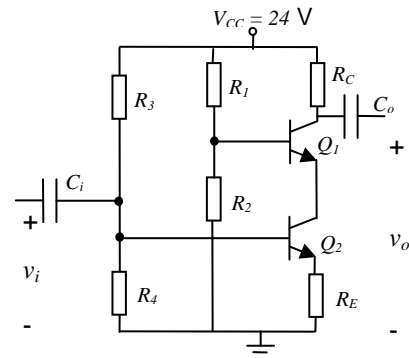
a) Analizar la función que cumple cada uno de sus elementos determinando la configuración en que trabaja cada transistor.

b) ¿Cuál es la función de  $Q1$  en el circuito?

c) Compare críticamente las características de este circuito con una etapa emisor común implementada con el BJT.

d) Determinar el valor de las resistencias de polarización tal que  $I_C \approx 1 mA$ ,  $V_{CE1} = V_{CE2} \approx 6V$ .

e) Calcular la ganancia de tensión, impedancia de entrada e impedancia de salida.



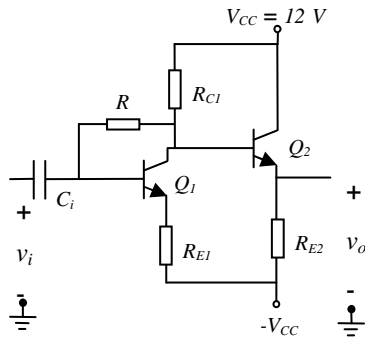
6.- Analizar el funcionamiento del circuito e identificar la función que cumple cada uno de sus elementos.

a) Determinar las resistencias de polarización si:

$$I_{C1} = 0,8mA, I_{C2} = 1mA, V_{CE1} = V_{CE2} \approx 5V, \beta_1 \approx \beta_2 \approx 100$$

b) Determinar las variaciones de las corrientes de colector de cada transistor si la temperatura aumenta  $30^\circ C$ .

c) Determinar la ganancia de tensión, impedancia de entrada e impedancia de salida.

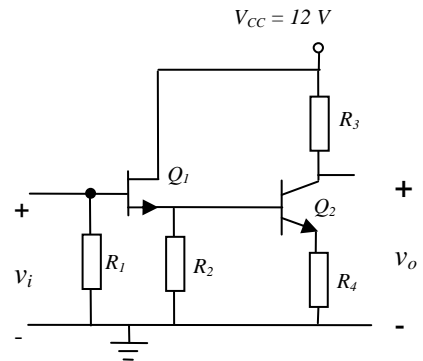


7.- Analizar el funcionamiento del circuito identificando la función que cumple cada uno de los elementos del mismo.  
 Adoptar  $V_{CE1} = 6V$ . Si  $R_{C1} = 10K$ ,  $R_{E2} = 5K = R_{E1}$ ,  $\beta_1 = \beta_2 \approx 150$ , determinar el punto de trabajo de los transistores, la ganancia ( $v_{e2}/v_i$ ), la tensión  $v_{E2}$ , y la impedancia de entrada ( $z_i$ ).

8.- En el circuito de la figura

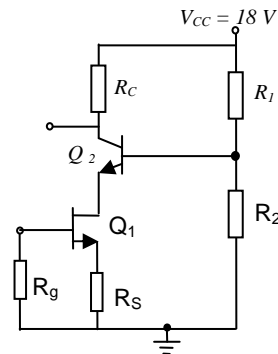
$R_4 = 500\Omega$     $R_3 = 9K\Omega$     $Q1/V_p = -4V$     $I_{DSS} = 1mA$     $Q2/\beta = 100 \approx h_{fe}$

- a) Analizar el funcionamiento del circuito identificando la función que cumple cada elemento del mismo.
- b) Proponer un punto de trabajo para los transistores para que aprovechando las características del FET como etapa de entrada, el circuito funcione como amplificador sin que la ganancia total disminuya más de un 20% con respecto a utilizar solo la etapa con BJT. Determinar valores para  $R_1$  y  $R_2$ . Indicar como se modificarían los puntos de trabajo de los transistores si se aumenta  $R_1$ , se disminuye  $R_2$ , o se aumenta  $R_4$ .
- c) Calcular la ganancia de tensión e impedancias de entrada y de salida.

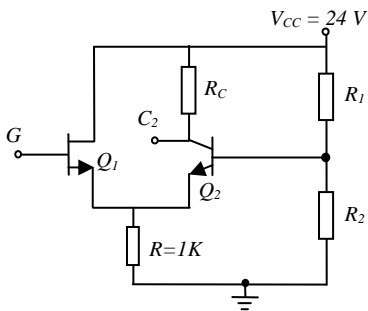


10.-  $\beta = 180$     $I_{DSS} = 10mA$     $V_p = -4V$

- a) Si la entrada del circuito es en la puerta de  $Q1$  y la salida es en el colector de  $Q2$ , analizar el funcionamiento del circuito identificando la función que cumple cada uno de los elementos del mismo.
- b) Si  $R_s = 2K7$  y se busca que el punto de trabajo de los transistores sea  $I_{DQ} = I_{CQ} \approx 1mA$ , proponer los valores de  $R_1$ ,  $R_2$  y  $R_C$  para obtener máxima excursión de salida.
- c) Conectar la señal de entrada de manera que el circuito funcione como amplificador y calcular la ganancia de tensión.



5



11.- Si la entrada del circuito es en la puerta de  $Q1$  y la salida es en el colector de  $Q2$ ,  $Q1/V_{GSQ} = -1,2V$ ,  $I_{DQ} = 5mA$ ,  $V_{DSQ} = 15V$

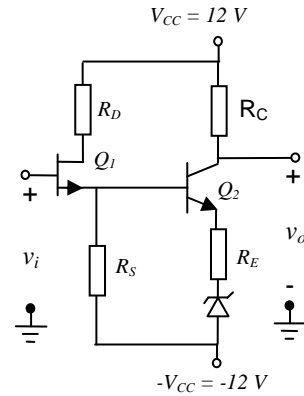
$Q2/V_{CEQ} = 7V$     $\beta = 100$

- a) Polarizar de tal manera que la impedancia de entrada sea mayor que 500K.
- b) ¿Es posible excitar por puerta (G) directamente con una señal? Redibujar el circuito indicando la conexión de la señal. Determinar la ganancia ( $v_{c2}/v_g$ ).

12.- En el circuito de la figura:

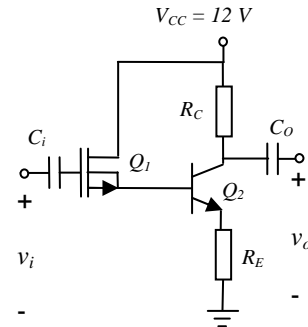
$$Q2 = BC548 \text{ y } Q1/I_{DSS} = 3 \text{ mA } V_P = -2,4V \text{ } V_Z = 4V7$$

- Analizar el funcionamiento del circuito identificando la función del zener.
- Si se pretende que el punto de trabajo de los transistores sea  $I_{DQ} = I_{CQ} = 1 \text{ mA}$  y  $V_{CEQ} \approx 5V$ , proponer una polarización y calcular la ganancia de tensión, impedancia de entrada y de salida.
- Analizar cualitativamente el efecto de la resistencia de zener sobre la ganancia del circuito.



13.-  $Q1/V_T = -2V$ ,  $I_D = 0,1 \text{ mA}$  si  $V_{GS} = -1V$ .  $Q2/\beta = 25$

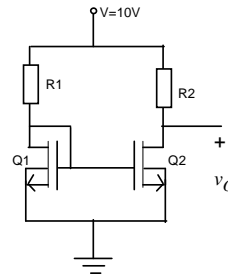
- Teniendo en cuenta que la ventaja de que el transistor de entrada sea un FET es tener una alta impedancia de entrada, proponer una polarización de tal manera que  $I_D = 0,5 \text{ mA}$ , con  $R_E = 330\Omega$  y  $R_C = 1,8K$ . Determinar la potencia disipada por el transistor.
- Para la polarización propuesta, determinar la ganancia de tensión.
- Proponer alguna variación del circuito que manteniendo el punto de trabajo del MOSFET permita disminuir la corriente de colector del transistor.



14.- En el circuito de la figura,

$$Q1 = Q2, V_T = 1V, I_D = 1 \text{ mA si } V_{GS} = 2V$$

Si  $R_1 = R_2 = 4K$  y  $2R_1 = R_2 = 8K$ , determinar  $v_O$  e indicar la zona de trabajo de los dispositivos.



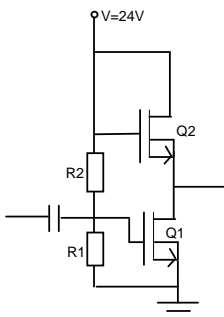
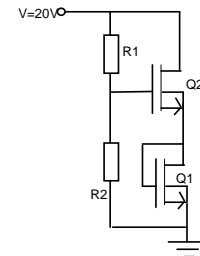
15.-

a) Polarizar el circuito de la figura tal  $I_D = 1 \text{ mA}$  si

$$a_1) Q1 = Q2 \text{ con } V_T = 2V, K = 0,5 \text{ mA/V}^2.$$

$$a_2) Q1 \neq Q2 \text{ con } V_{T1} = 2V, K_1 = 0,5 \text{ mA/V}^2 \\ V_{T2} = 2V, K_2 = 1 \text{ mA/V}^2$$

b) Si los valores de  $V_T$  disminuyen a la mitad ¿cómo se modifica  $I_D$ ?



16.- En el circuito de la figura:

$$K_1 = 0,2 \text{ mA/V}^2 \quad K_2 = 0,1 \text{ mA/V}^2 \quad V_{T1,2} = 1V$$

- Fijar el punto de trabajo de ambos FETs adoptando valores de  $R_1$  y  $R_2$ .
- Calcular  $a_v$ ,  $z_i$  y  $z_o$ .
- Determinar la máxima señal que es posible inyectar en la entrada manteniendo el funcionamiento lineal.
- ¿Qué diferencia habría en el funcionamiento del circuito si  $Q2$  fuese un MOS de empobrecimiento con  $V_T = -1V$  y  $K = 1 \text{ mA/V}^2$ ? ¿Podría o debería modificar algo en el circuito?