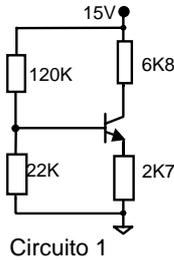
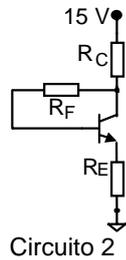


Guía de Problemas Unidad 2: AMPLIFICACION ANALOGICA

Los circuitos de cada uno de los problemas tienen una directa aplicación práctica, por ello es importante realizar un análisis crítico de la función que cumple cada uno de los elementos que lo componen, así como de la respuesta del circuito en general. R_s representa la resistencia interna de la fuente de señal



Circuito 1

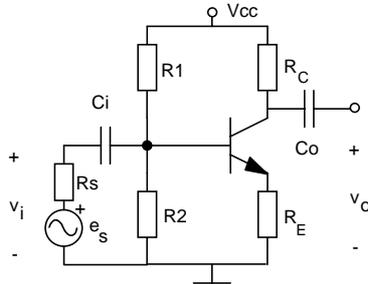


Circuito 2

1.- En los circuitos de la figura los BJT tienen características similares. a) Calcular R_F , R_C y R_E para que ambos transistores funcionen en el mismo punto de trabajo, y calcular los parámetros que caracterizan dicho punto de trabajo. b) Analizar comparativamente las condiciones de estabilidad e independencia del β de ambos circuitos. Para ello suponga en un primer momento que ambos transistores tienen $\beta=100$, y que luego se los reemplaza por otros con $\beta=200$, sin modificar el resto de los componentes del circuito.

c) Las características de sus respuestas (A_v , Z_i , Z_o), si ambos circuitos se conectan (realizar las conexiones necesarias) como emisor común, como base común y como colector común. Analizar comparativamente las características y aplicación de cada conexión y las ventajas y desventajas de ambos circuitos.

d) En el circuito 1, suponga que $r_x=10\Omega$, $h_{re}\approx 2,5 \times 10^{-4}$ y $h_{oe}\approx 2,5 \times 10^{-5} A/V$. Determinar el error que se comete al realizar el cálculo aproximado de ganancias e impedancias y analizar su validez.



2.- En el amplificador de la figura el BJT está polarizado en zona activa:

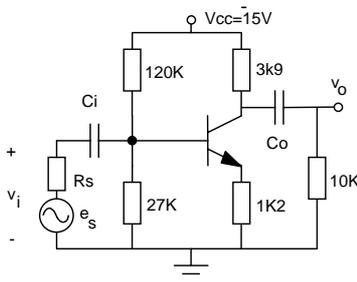
a) Determinar el punto de trabajo del transistor

b) Hallar la expresión de la ganancia, de la impedancia de entrada y de la impedancia de salida del amplificador

b1) si $R_s = 0$

b2) si $R_s \neq 0$

Elaborar conclusiones sobre el efecto de R_s en la respuesta del circuito. En todos los casos expresar los resultados en función de V_{cc} , R_1 , R_2 , R_c y R_e .



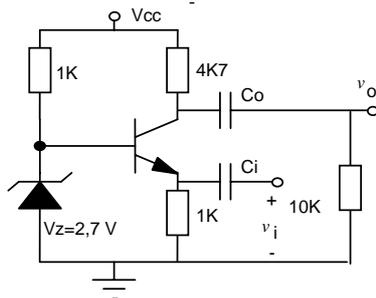
3.-En el circuito de la figura :

a) Calcular $A_v = v_o/v_i$ y $Z_{i,o}$ si el transistor tiene $\beta \geq 100$, la resistencia de dispersión de base es despreciable y $R_s=10k$.

b) Repetir a) si se agrega un capacitor en paralelo con la resistencia de emisor y analizar comparativamente los resultados.

c) ¿Cómo se modifica la A_v calculada en a) y b) si R_e disminuye a la mitad?

d) ¿Cuáles son los capacitores que determinan las frecuencias de corte inferior y superior en ambos casos?.



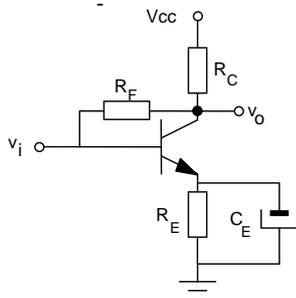
4.-En el siguiente circuito, $V_{CC} = 15 V$, $R_S = 1 K\Omega$, el transistor es BC548A, el zener tiene $V_z=2,7V$ y su resistencia dinámica se estima en 50 ohms.

a) Determinar el punto de trabajo del transistor y analizar la función de los capacitores y la configuración en cuanto a su posible utilidad.

b) Determinar impedancia de entrada (z_i), y ganancia de tensión ($A_v = v_o/v_i$)

c) Dibujar cualitativamente, indicando los valores típicos, la tensión a la entrada y salida del circuito antes y después de los condensadores.

d) Analizar que sucedería con la ganancia de tensión efectiva del circuito si v_i se reemplaza por una fuente de señal con resistencia interna $R_s=10k$.



5.-Dado el circuito de la figura:

a) Analizar la influencia de R_E en el punto de trabajo y en el valor de la ganancia

b) Analizar la estabilidad de la etapa y sacar conclusiones acerca de la configuración. Proponer un circuito más estable, justificando la elección.

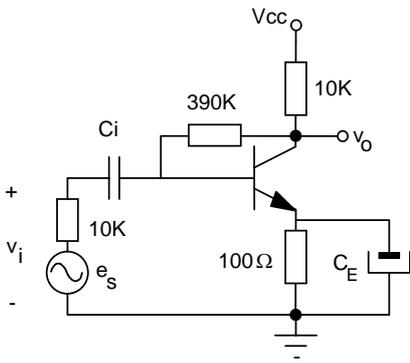
c) Analizar la influencia del capacitor C_E y calcularlo de forma de obtener una frecuencia de corte inferior de 10Hz

d) ¿se modifica el punto de trabajo al conectar la fuente de señal?

e) Determinar la variación de I_C debida a la dispersión de parámetros y a la temperatura cuando ésta varía de $0^\circ C$ a $70^\circ C$. Suponga $V_{cc}=12 V$

f) ¿Si se saca C_E , cuál es el valor de la ganancia?

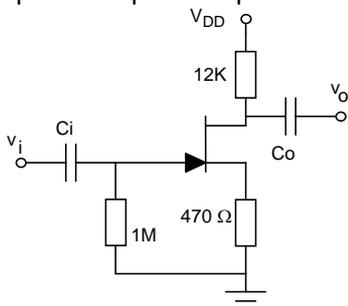
g) Diseñar una etapa amplificadora a transistor con el esquema de la figura para lograr $A_v \geq 150$. El transistor debe trabajar en el punto Q determinado por : $I_C = 1mA$, $V_{CE} = 5V$. Suponga $\beta=200$



6.-En el circuito de la figura el transistor es un BC548A y se alimenta polarizado con $V_{CC} = 25$.

- determinar el punto de trabajo del transistor y calcular la impedancia de entrada z_i y la ganancia de tensión $A_v = v_o/v_i$ a frecuencias medias con y sin C_E
- Determinar las frecuencias de corte si $C_i=0.1\mu f$ y $C_E = 0.47\mu f$.
- Indicar una modificación de algún elemento para disminuir la frecuencia inferior de corte.

7.-Diseñar un amplificador con BJT en emisor común de forma tal que presente $|A_v|=|v_o/v_i| > 200$ al estar cargado con $R_L = 30K\Omega$. Si se dispone de $V_{CC}=24V$ y de un transistor BC548C. Una vez diseñado, determinar el máximo nivel de señal admisible en la entrada para que el transistor trabaje siempre en zona lineal. Graficar el esquema del circuito indicando las conexiones de la fuente de señal y de la carga. Analizar la influencia de las capacidades en la respuesta en frecuencia del circuito y hacer un gráfico cualitativo de la misma, y adoptar los valores de capacidad necesarios para que la frecuencia inferior sea menor que 500Hz. Rediseñar el amplificador para acople directo de la señal de entrada si se dispone de una fuente partida de $\pm 12V$.



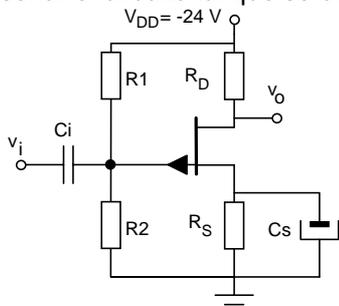
8.-El amplificador de la figura emplea un JFET de canal N con los siguientes parámetros: $I_{DSS} = 3\text{ mA}$, $V_P = -2,4\text{ V}$

Con $V_{DD} = 30\text{ V}$, $r_{ds} \gg R_D$:

- Determinar el punto de trabajo del transistor (V_{GS} , I_D , V_{DS}), y la ganancia de tensión en pequeña señal $A_v = v_o/v_i$. Repetir si la resistencia de fuente se desacopla con un capacitor.
- ¿Es posible acoplar directamente la señal en este circuito? Si no ¿Qué modificación debería hacerse?.
- Comparar la ganancia de este circuito con la de un amplificador a BJT con $R_C=R_D$ y $R_E=R_S$ y con una corriente del punto de trabajo similar

9.- Un MOSFET de empobrecimiento con $V_P = -3V$ responde a una expresión de corriente $I_D = 2(1 - V_{GS}/V_P)^2\text{ mA}$, y presenta una $r_{DS} \approx 10\text{ K}\Omega$. Diseñar el circuito para implementar un amplificador en clase A con máxima ganancia si el MOSFET debe estar polarizado con $V_{GS} = -2V$ y $V_{DD}=10\text{ V}$ y determinar la ganancia.

10.- Un MOSFET de enriquecimiento de canal N ($I_D = 1,2\text{ mA}$; $V_T = 1V$; $V_{GS} = 2\text{ V}$) se utiliza en un amplificador con carga de $10\text{ K}\Omega$. Si se alimenta con $V_{DD} = 20\text{ V}$ y se excita con una señal senoidal de 200 mV de pico, diseñar el circuito tal que se obtenga máxima ganancia sin deformación y determinar la ganancia de tensión.



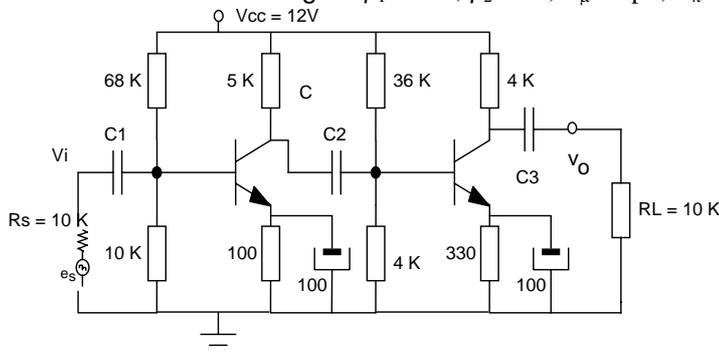
11.- El J-FET del amplificador de la figura es un 2N5460, cuyos parámetros son: $6 \geq V_p \geq 0.75V$, $-1 \geq I_{DSS} \geq -5\text{ mA}$, $r_{ds} \approx 13K\Omega$. Teniendo en cuenta la dispersión de parámetros, determinar las resistencias de polarización para que $I_D \approx 500\mu A \pm 20\%$, la ganancia en pequeña señal y el valor de R_D que permite máxima excursión de salida, para el punto dado.

Explicar cómo varía el punto Q si R_2 aumenta en un cierto valor.

Determinar la frecuencia superior de corte, si $C_{GS} = 5\text{ pF}$ y $C_{GD} = 2\text{ pF}$.

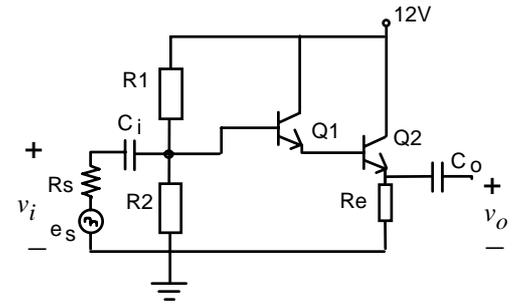
Graficar v_o si v_i es una onda cuadrada de frecuencia igual al doble de la frecuencia inferior de corte.

12.- En el circuito de la figura $\beta_1 = 100$, $\beta_2 = 50$, $C_{\mu} = 3\text{ pF}$, $C_{\pi} = 15\text{ pF}$, $C_E = 1\mu F$ y $C = .1\mu F$.



- Analizar el tipo de acoplamiento utilizado y proponer una aplicación.
- Determinar el ancho de banda del circuito y realizar el diagrama de Bode aproximado
- Calcular A_v , A_b , z_i y z_o
- ¿Qué condición debe cumplirse para que la ganancia del circuito se pueda calcular a través del producto de las ganancias de cada etapa considerándolas por separado y en vacío?. ¿Se cumple dicha condición?.

- 13.- En el amplificador de la figura $\beta_1 \approx h_{fe1} \approx 25$, $\beta_2 \approx h_{fe2} \approx 100$
- Analizar la conexión de los transistores determinando la configuración en que trabaja cada uno de ellos.
 - Analizar cuáles son los elementos del circuito que fijan el punto de trabajo, y determinar las resistencias tal que $I_{CQ2} \approx 10 \text{ mA}$ $V_{CEQ2} \approx 5V$. ¿Cuál es el punto de trabajo de Q1?
 - 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?

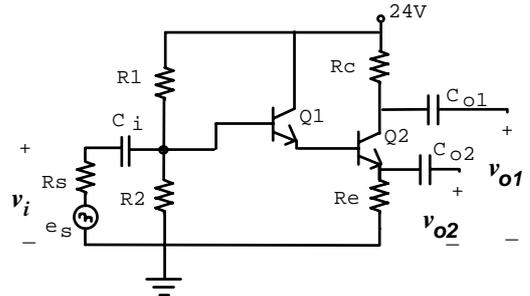


- Determinar la ganancia de tensión ($a_v = v_o/v_i$), la impedancia de entrada ($z_i = v_i/i_i$) y la impedancia de salida ($z_o = v_o/i_o$). ¿Qué función cumplen Ci y Co?

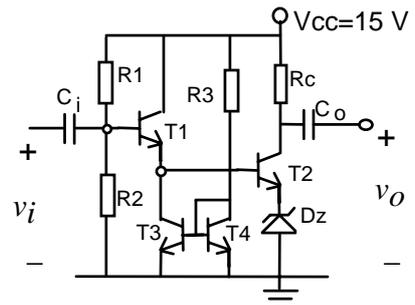
- 14.- En el circuito de la figura $\beta_1 \approx h_{fe1} \approx 100$, $\beta_2 \approx h_{fe2} \approx 250$
- ¿Qué condición deben cumplir las resistencias de polarización para que se cumpla que las dos ganancias de tensión tengan igual valor absoluto?

$$|a_{v1}| = \left| \frac{v_{o1}}{v_i} \right| = |a_{v2}| = \left| \frac{v_{o2}}{v_i} \right|$$

- Determinar el valor de las resistencias de polarización tal que $I_{CQ1} \approx 40 \mu\text{A}$ y $V_{CEQ2} \approx 12V$. Especificar el punto de trabajo de ambos transistores.
- Determinar impedancia de entrada ($z_i = v_i/i_i$) e impedancia de salida ($z_o = v_o/i_o$) para ambas conexiones
- Analizar la influencia de Rc en el circuito en configuración colector común.



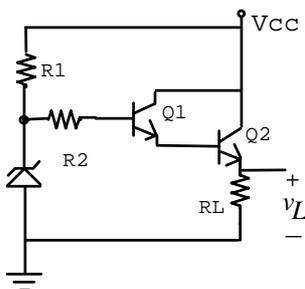
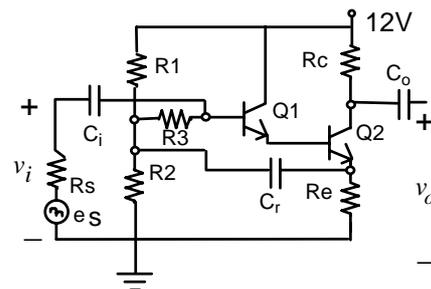
- 15.- En el circuito de la figura
- Analizar la función que cumple cada elemento, la configuración en que trabaja cada transistor, y cuáles son los elementos que fijan los puntos de trabajo de los transistores (en particular I_{CQ} de cada BJT).
 - Si $T1 \equiv T3 \equiv T4 \equiv BC549$, mientras que $T2 \equiv BC547A$ y Dz tiene $V_z = 6V$, determinar las resistencias tal que $I_{C1} \approx I_{C2} \approx 1\text{mA}$, $V_{CE2} \approx 5V$. Agregar los elementos necesarios para asegurar predictibilidad del punto de trabajo.



- Determinar $a_v = v_o/v_i$, e impedancias de entrada y salida
- Si fuera necesario fijar otro punto de trabajo (por ej. mayor corriente de polarización): ¿qué elemento del circuito modificaría en su valor? ¿Qué efecto produciría esta modificación sobre la respuesta en señal?

- 16.- Este circuito utiliza una polarización tipo Boostrop con: $R2 \approx 0,3 R1$ $\beta_1 = 50$ $\beta_2 = 250$

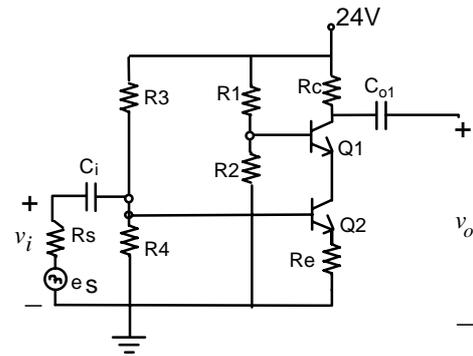
- Analizar la necesidad de esta polarización y función y rango de valores admisibles de R3.
- Determinar el valor de las resistencias de polarización tal que $I_{C2} \approx 5\text{mA}$, $V_{CE2} \approx 6V$.
- Determinar la ganancia de tensión, impedancia de entrada e impedancia de salida.



- 17.- 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 VCC se superpone un ripple senoidal, $v_{cc} = 0,18V \text{ sen } \omega t$
 - Analizar la función de R2
 - Analizar la influencia de una variación de RL
- $V_{CC} = 18V$ $V_z = 9V$ $r_z \approx 2\Omega$
 $R1 = 10K$, $R2 = 250K$, $RL = 2K$
 $\beta_1 = 100$ $\beta_2 = 200$

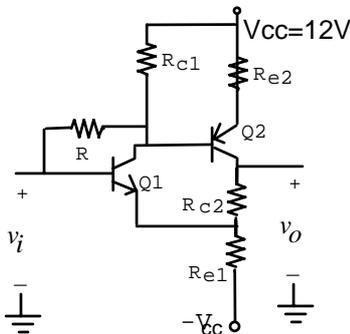
18.- Si $Q1 = Q2 = BC548C$

- Analizar la función que cumple cada uno de sus elementos determinando la configuración en que trabaja cada transistor.
- ¿Cuál es la función de $Q1$ en el circuito?
- Compare críticamente las características de este circuito con una etapa emisor común implementada con el BJT.
- Determinar el valor de las resistencias de polarización tal que $I_C \approx 1 \text{ mA}$ $V_{CE1} = V_{CE2} \approx 6 \text{ V}$
- Calcular la ganancia de tensión, impedancia de entrada e impedancia de salida.



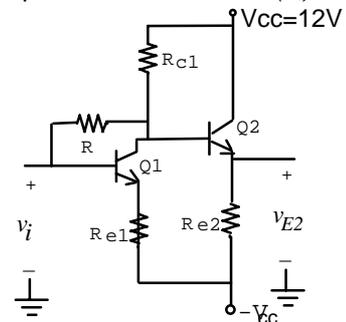
19.-Analizar el funcionamiento del circuito e identificar la función que cumple cada uno de sus elementos.

- Determinar las resistencias de polarización si:
 $I_{C1} = 8 \text{ mA}$, $I_{C2} = 10 \text{ mA}$, $V_{CE1} = V_{CE2} \approx 5 \text{ V}$, $\beta_1 \approx \beta_2 \approx 100$
- Determinar las variaciones de las corrientes de colector de cada transistor si la temperatura aumenta 30° .
- Determinar la ganancia de tensión, impedancia de entrada e impedancia de salida



20.-Analizar el funcionamiento del circuito identificando la función que cumple cada uno de los elementos del mismo. Adoptar $V_{CE1} = 6 \text{ V}$.

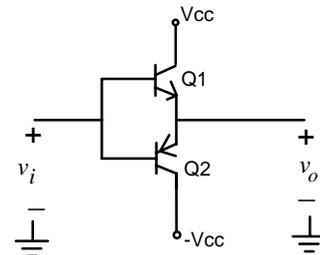
Si $R_{C1} = 10 \text{ K}$, $R_{E2} = 5 \text{ K} = R_{e1}$, $\beta_1 = \beta_2 \approx 150$, determinar el punto de trabajo de los transistores, la ganancia (v_{e2}/v_i), la tensión v_{E2} , y la impedancia de entrada (z_i)



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

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

- Analizar el funcionamiento y graficar $v_o = f(v_i)$ indicando valores característicos de ambas ondas.
- Si $V_{cc} = 10 \text{ V}$ graficar $v_o(t)$ si:
 - $v_i = 5 \text{ V sen wt}$
 - $v_i = 15 \text{ V sen wt}$
- Si se reemplazan los BJT por dos JFET idénticos de polaridad similar, repetir los ítems a) y b)



22.- En el circuito de la figura $R_4 = 500 \Omega$ $R_3 = 3 \text{ K}\Omega$ $Q1/ V_p = -4 \text{ V}$, $I_{DSS} = 10 \text{ mA}$ $Q2/ \beta = 100 \approx h_{fe}$

- Analizar el funcionamiento del circuito identificando la función que cumple cada elemento del mismo.
- Determinar el punto de trabajo de ambos transistores y el valor de R_1 y R_2 , la ganancia de tensión, e impedancias de entrada y de salida; e 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

23.- El circuito de la figura es simétrico y los BJT son idénticos de a pares con $\beta \approx 500$

$$R_c = 1 \text{ K}$$

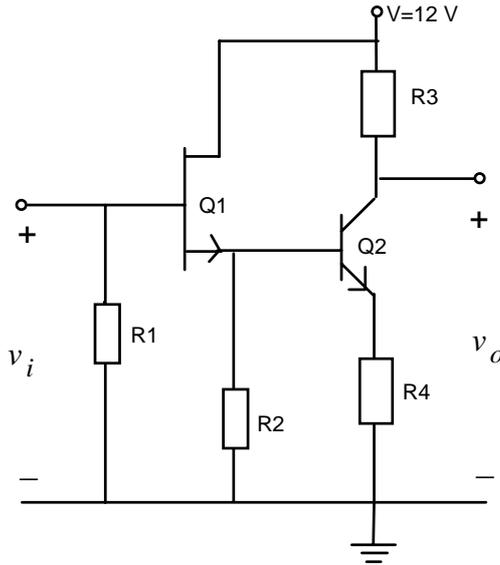
$$R = 100 \text{ K}$$

$$R_1 = 200 \Omega$$

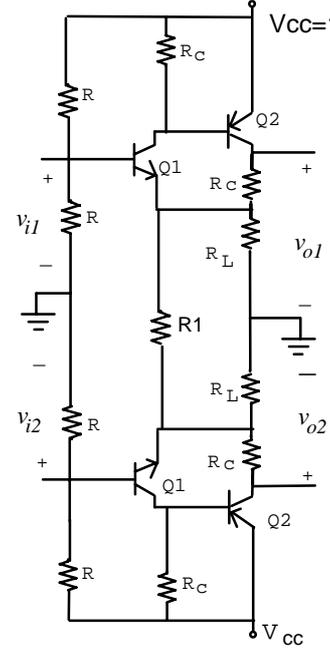
$$R_L = 2 \text{ K}$$

- Analizar el funcionamiento del circuito y determinar la expresión de v_{o1} y v_{o2} en función de v_{i1} , v_{i2} y los parámetros del circuito
- Determinar el punto de trabajo de los transistores
- Calcular (v_{o1} y v_{o2}) si $v_{i1} = 0,2 \text{ V sen wt}$ y $v_{i2} = 0,1 \text{ V sen wt}$
- Analizar la posibilidad de implementar una configuración equivalente con FET.

CIRCUITO PROBLEMA 22



CIRCUITO PROBLEMA 23



24.- a) Analizar el funcionamiento del circuito identificando la función que cumple cada uno de los elementos del mismo.

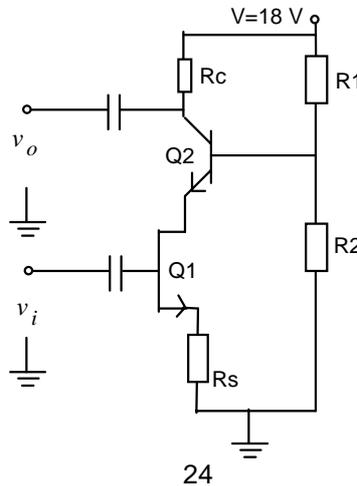
b) Polarizar el circuito con $I_{DQ} = I_{CQ} \approx 1\text{mA}$, $V_{DSQ} = V_{CEQ} \approx 5\text{V}$ si $\beta = 180$ $I_{DSS} = 10\text{mA}$,

c) Determinar la ganancia de tensión
 25.- Q1/ $V_{GSQ} = -1,2\text{V}$, $I_{DQ} = 5\text{mA}$, $V_{DSQ} = 15\text{V}$
 Q2/ $V_{CEQ} = 7\text{V}$ $\beta = 100$

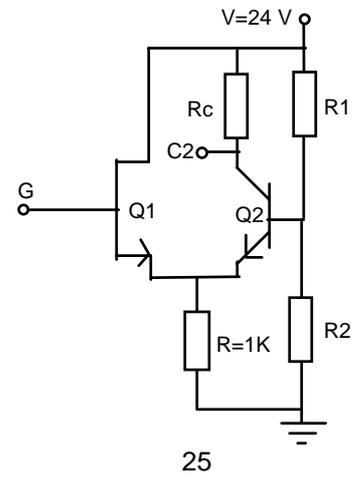
a) Polarizar de tal manera que la impedancia de entrada sea mayor que 500K.

b) ¿Es posible excitar por gate directamente con una señal?

c) Suponiendo que ingresa una señal (v_e) por G, según corresponda de acuerdo al circuito, determinar la relación entre la señal en C2 y en G (v_{c2}/v_e)



24



25

26.- En el circuito de la figura:

Q2=BC548 con $I_{CQ} = 1\text{mA}$, $V_{CEQ} \approx 5\text{V}$

Q1/ $I_{DSS} = 3\text{mA}$ $V_P = 2,4\text{V}$ $V_Z = 4\text{V}$

a) Polarizar y analizar la función del zener.

b) Determinar ganancia de tensión, impedancia de entrada y de salida

c) Analizar cualitativamente el efecto de la resistencia de zener sobre la ganancia del circuito

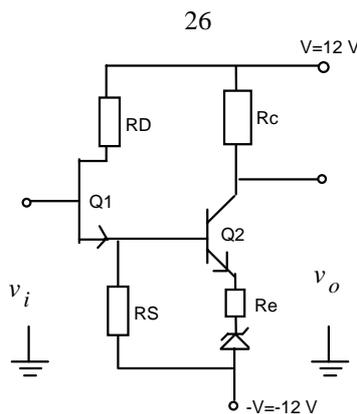
27.- Q1/ $V_T = -2\text{V}$, $I_D = 0,125\text{mA}$ si $V_{GS} = -1\text{V}$
 Q2/ $\beta = 25$

a) Polarizar de tal manera que $I_D = 0,5\text{mA}$ y $V_{CEQ} = 4\text{V}$ y determinar la potencia disipada por el transistor

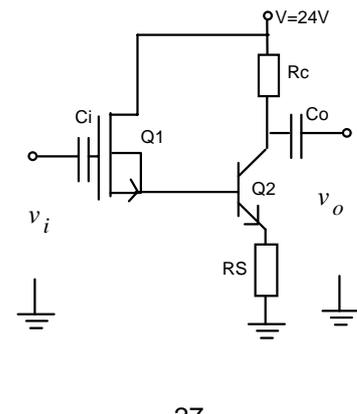
b) Polarizar de tal manera que $I_D = 0,5\text{mA}$ y $V_{CEQ} = 4\text{V}$ y determinar la potencia disipada por el transistor

c) Determinar la ganancia de tensión

d) Proponer alguna variación del circuito que manteniendo el punto de trabajo del MOSFET permita disminuir la corriente de colector del transistor

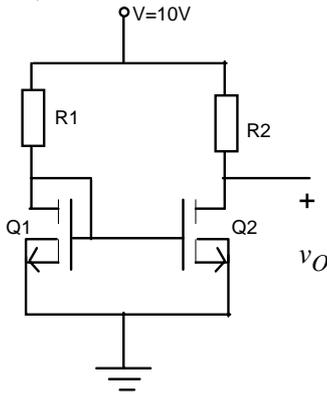


26



27

28)

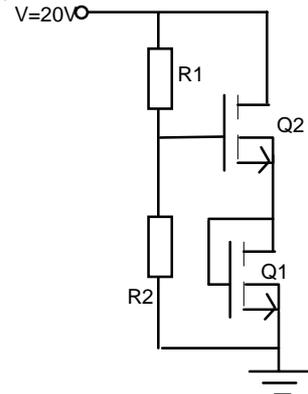


28.- $Q1=Q2$, $V_T=1V$, $I_D=1mA$ si $V_{GS}=2V$
 Determinar v_O si $R1=2R2=8K$ y $R1=R2=4K$

29.- $Q1=Q2$

- $V_T=2V$, $K=0,5 mA/V^2$
- Polarizar tal $I_D=1 mA$
 - Si V_T disminuye a la mitad ¿cómo se modifica I_D ?
 - ¿Que función cumple $Q1$? ¿Y $Q2$?

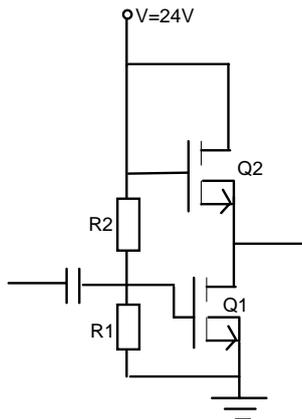
29)



30.- En este circuito:

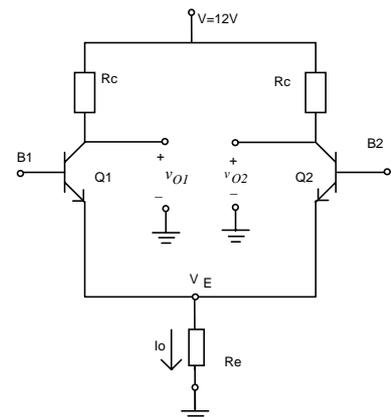
$$K1=0,2 mA/V^2 \quad K2=0,1 mA/V^2 \quad V_{T1,2}=1 V$$

- determinar el punto de trabajo de ambos FET por medio de la elección de $R1$ y $R2$.
- calcular A_v , Z_i y Z_o .
- Determinar la máxima señal que es posible inyectar en la entrada manteniendo el funcionamiento lineal.
- ¿Que diferencia habría en el funcionamiento del circuito si $Q2$ fuese un MOS de empobrecimiento con $V_T=-1$ y $K=1 mA/V^2$? ¿Podría o debería modificar algo en el circuito?



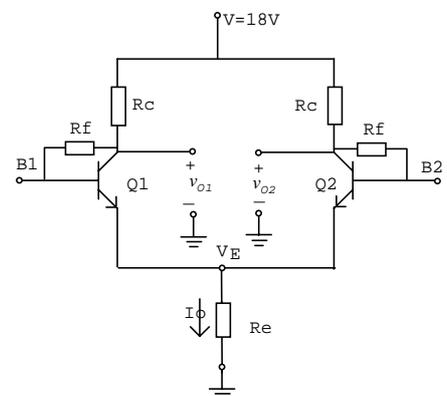
31.- En el circuito de la figura: $Q1=Q2$ $\beta=80$

- Polarizar tal que $V_{CEQ} \approx 6V$, $I_{CQ} \approx 1 mA$
- Excitar el circuito con dos señales senoidales en las bases $B1$ y $B2$ respectivamente. Dibujar el circuito resultante
- Determinar el FRs del circuito.
- Determinar las tensiones en el colector de $Q1$ (v_{o1}) y de $Q2$ (v_{o2}) como función de v_1 y v_2
- determinar la tensión entre colector y masa si se conecta una señal de $1mV$ a la entrada por base 1 y la entrada 2 se conecta a masa.
- Rediseñar el circuito para que la señal a modo común entre colector y masa sea inferior al 10% de la señal a modo diferencial simple, cuando a la entrada la señal diferencial es $2mV$ y la común $10mV$.
- determinar la tensión en cada colector si la base 1 se excita con una tensión senoidal de $0,9V$ de pico y la base 2 con una tensión senoidal de $1,1V$ de pico.
- Repetir los items anteriores si ahora el circuito se alimenta entre $V_{cc}=6V$ y $-V_{cc}=-6V$.



32.- En el circuito de la figura los BJT son BC549,

- Polarizar para que el amplificador diferencial funcione linealmente con una excursión de salida pico a pico máxima de $8V$ y con $A_{VDS} \geq 120$ si $R_C=2K\Omega$. Dibujar el circuito indicando la conexión de dos señales senoidales en las bases $B1$ y $B2$ respectivamente
- Determinar el FRs del circuito y las tensiones en el colector de $Q1$ (v_{o1}) y de $Q2$ (v_{o2}) como función de v_{b1} y v_{b2}
- ¿qué tensión mediría un voltímetro conectado entre los colectores? ¿y entre cada colector y masa?
- Si el circuito se alimenta con $24V$, los transistores tienen un $\beta=150$ y se deben polarizar en $V_{CEQ} \approx 4V$ e $I_{CQ} \approx 2mA$ determinar las resistencias de polarización y la máxima excitación a modo diferencial y a modo común que admite el circuito. ¿Es posible con este circuito obtener una relación de señal $10/1$ en salida simple si a la entrada la relación es inversa? De no ser así proponga la modificación que considere necesaria.

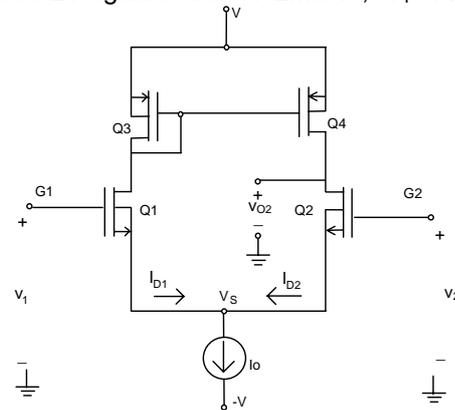
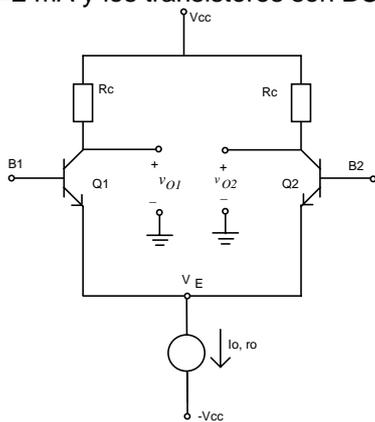


33.- Diseñar un amplificador diferencial que admita acoplamiento directo de señal de excitación y cuya salida a modo común sea el 2,2% de la señal a modo diferencial simple cuando se excita con 2 mV de tensión diferencial y 10mV de tensión a modo común. Se dispone de fuentes de alimentación de $\pm 12V$.

34.- En los circuitos de la figura:

- analizar su funcionamiento y proponer una implementación para la fuente de corriente
- polarizar en los puntos de trabajo indicados si $V_{cc}=12V$.
- ¿cuál es la máxima tensión diferencial aplicable a la entrada para que el circuito funcione linealmente?
- analizar el funcionamiento del mismo cuando en las bases se aplican sendas tensiones continuas iguales, indicando los límites admisibles para funcionamiento normal.
- determinar el factor de rechazo del circuito.

$I_o=2\text{ mA}$ y los transistores son BC547. $I_o=4\text{mA}$. MOSFET iguales con $K=2\text{ma/V}^2$; $V_T=1V$ y $\lambda=0,01V^{-1}$



35.- Proponer un circuito para un amplificador diferencial similar al del ejercicio anterior utilizando JFET canal P. Repetir los ítems del ejercicio anterior si los JFET tienen las siguientes características:

$$I_{DSSm}=-6\text{mA}, I_{DSSM}=-12\text{mA}, V_{Pm}=1V, V_{PM}=2V.$$

36.- Proponer un circuito para amplificador diferencial utilizando únicamente MOSFET de canal N de enriquecimiento, además de las resistencias que considere necesarias.

- analizar el funcionamiento del mismo para sendas tensiones continuas iguales aplicadas en ambas bases, indicando los límites admisibles para funcionamiento normal. ¿cuál es la máxima tensión diferencial que se puede aplicar a la entrada para que el circuito funcione linealmente?
- Suponiendo conocidos los parámetros de los MOSFET (si lo prefiere proponga valores numéricos), determinar el punto de trabajo y el factor de rechazo.

37.- Realizar un análisis comparativo entre un amplificador diferencial implementado con transistores bipolares, JFET y MOSFET a fin de extraer conclusiones sobre su versatilidad, eficiencia, etc.. Analizar en cada uno de ellos las ventajas y/o desventajas de utilizar transistores tipo P o tipo N en la entrada.