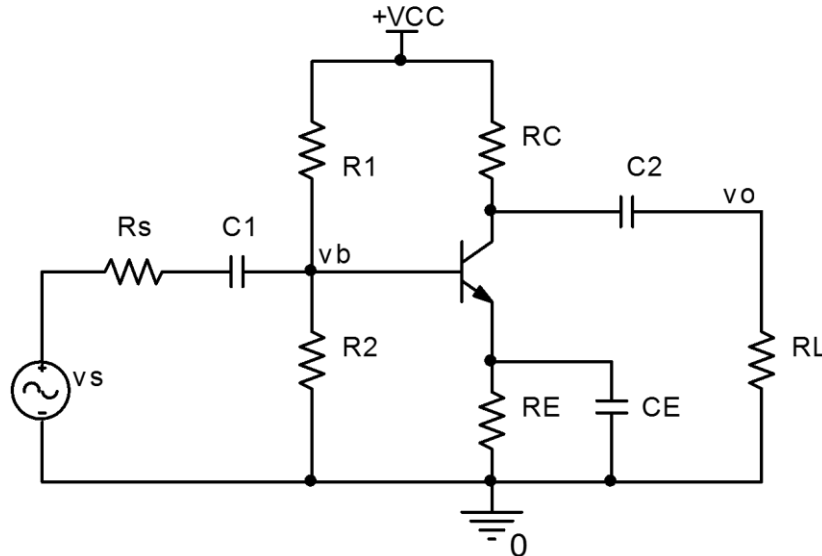


Trabajo Práctico 5: Transistor bipolar como amplificador

Análisis en pequeña señal: método de trabajo

La figura representa una etapa amplificadora elemental con transistor bipolar en la configuración denominada EC (Emisor Común)



En el esquema circuital del amplificador EC de la figura el capacitor C1, llamado de acople, permite aislar la corriente continua de polarización proveniente de la fuente VCC a través del divisor de tensión R1, R2, de la fuente de señal v_s ($V_s \sin \omega t$) y de su resistencia interna R_s .

Cuando no hay señal alterna aplicada (frecuencia cero) la reactancia de C1 es infinita.

A la frecuencia de la señal que se pretende amplificar se elige el valor de C1 de modo tal que su reactancia sea lo suficientemente pequeña, comparada con R_s , de modo que el efecto de C1 sobre la señal de entrada pueda despreciarse.

El capacitor C2 permite el acoplamiento de la etapa con la etapa siguiente que en la figura está representada por un resistor equivalente R_L . El efecto de C2 es prevenir interacciones de corriente continua entre etapas adyacentes.

El capacitor CE, llamado de desacople o de "by-pass", evita que el resistor de emisor RE (necesario para la polarización del dispositivo) influya en el funcionamiento de corriente alterna, y por lo tanto disminuya la ganancia del amplificador (ya que una parte de la señal a amplificar se derivaría por RE).

Para realizar el análisis de amplificadores se realizan dos cálculos independientes: corriente continua (que permite obtener el punto de reposo estático) y corriente alterna (que permite caracterizar el comportamiento con la señal a amplificar).

1- Circuito equivalente para análisis en corriente continua

Se anula la fuente de señal v_s ($v_s = 0$). Los capacitores se comportan como circuitos abiertos, ya que su reactancia es infinita para corriente continua. El circuito resultante permite calcular el punto de reposo estático Q, necesario para poder encontrar los parámetros que modelizan al dispositivo en pequeña señal.

ELECTRÓNICA ANALÓGICA I

Trabajo Práctico 5: Transistor bipolar como amplificador

2- Circuito equivalente para análisis en corriente alterna

Se anulan las fuentes de corriente continua y se consideran (salvo indicación en contrario) los capacitores como cortocircuitos a la frecuencia de interés. Se reemplaza el transistor por su modelo equivalente lineal de señal.

Para construir este circuito se pueden seguir las siguientes reglas:

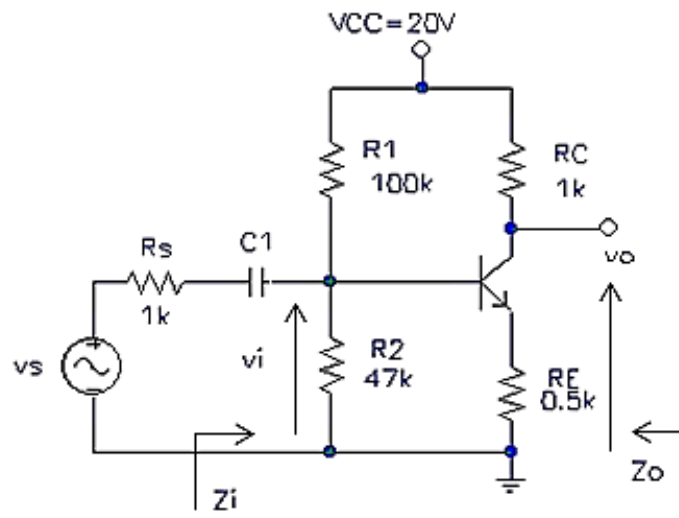
- Dibujar en forma clara el diagrama de conexiones del circuito señalando los terminales del transistor E, B y C, que serán los puntos de partida del circuito equivalente a construir.
- Reemplazar al transistor por su modelo equivalente de señal.
- Transferir todos los elementos del circuito real al equivalente manteniendo intactas las posiciones relativas de los mismos. Las fuentes independientes de continua se reemplazan por su resistencia interna, en caso de poseerla. La fuente de tensión continua ideal se reemplaza por un cortocircuito y la fuente de corriente ideal por un circuito abierto.
- Se resuelve el circuito lineal resultante aplicando métodos de resolución conocidos de la teoría de circuitos.

Ejercicios propuestos

Ejercicio 1

El transistor 2N3904 se usa en la etapa amplificadora mostrada en la siguiente figura. ($C1 \rightarrow \infty$).

- Calcular el punto de reposo Q. (Utilizar las curvas dadas en archivo aparte)
- Obtener valores de los parámetros h
- Determinar el tipo de configuración y dibujar el circuito equivalente de parámetros h
- Utilizando el modelo ha simplificado calcular $A_v = v_o/v_i$, $A_{vs} = v_o/v_s$, A_i , Z_i y Z_o .
- Se coloca un capacitor $C_E \rightarrow \infty$ (capacitor de 'by pass') en paralelo con R_E :
 - ¿Qué efecto tiene sobre el punto de polarización?
 - Calcular $A_v = v_o/v_i$, $A_{vs} = v_o/v_s$, A_i , Z_i y Z_o en estas condiciones
- Comparar con d) y sacar conclusiones.



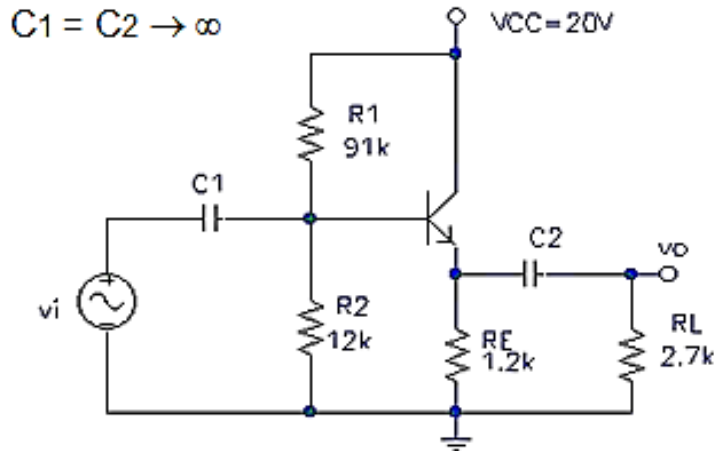
ELECTRÓNICA ANALÓGICA I

Trabajo Práctico 5: Transistor bipolar como amplificador

Ejercicio 2

Para la siguiente configuración de seguidor por emisor (colector común) y utilizando el modelo de parámetros h de emisor común:

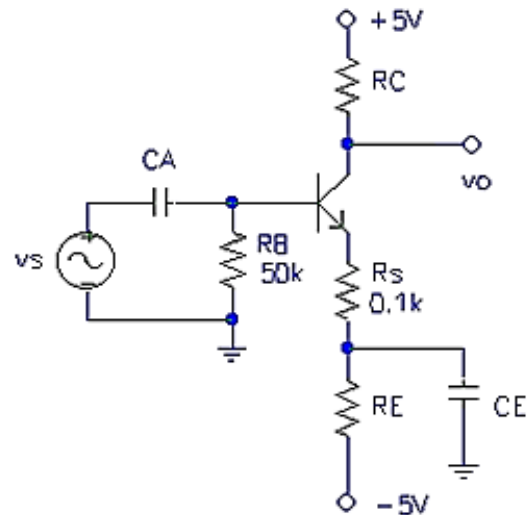
- Dibujar el circuito equivalente y para los datos del transistor verificar si puede usarse el modelo simplificado.
- Calcular $A_v = v_o/v_i$, Z_i y Z_o . ¿Qué características presenta esta configuración?



Ejercicio 3

En circuito de la figura el transistor posee $h_{FE} = 100$.

- Diseñar el circuito para $I_{CQ} = 0.25$ mA, $V_{CEQ} = 3$ V
- Justificando aproximaciones calcular la ganancia $A_v = v_o/v_s$. ($C_1 = C_2 = C_E \rightarrow \infty$)



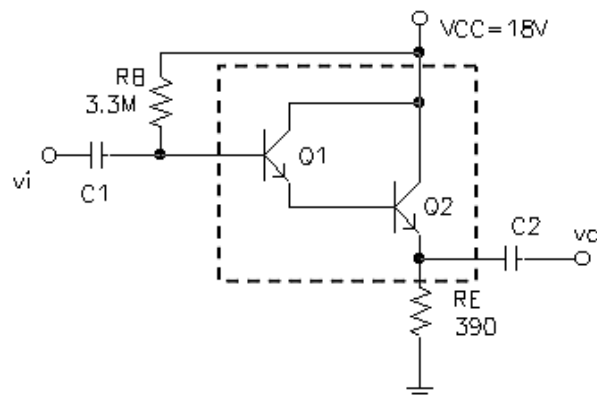
Ejercicio 4

Demostrar que el transistor compuesto encerrado por línea de trazos (*conexión Darlington*) actúa como una unidad con una ganancia de corriente igual aproximadamente al producto de las ganancias de corrientes de los transistores individuales ($A_i \cong h_{fe1} \cdot h_{fe2}$) y la impedancia de entrada es muy alta.

$$h_{fe1} = h_{fe2} = 120$$

$$h_{ie1} = h_{ie2} = 1 \text{ K}\Omega$$

Suponer $h_{re} = h_{oe} \cong 0$, usar el modelo h simplificado.



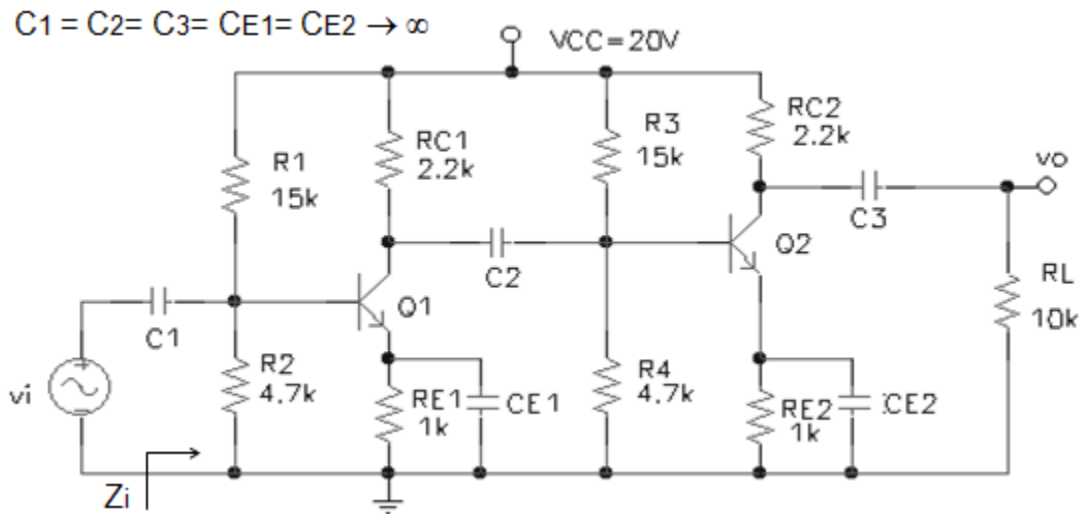
ELECTRÓNICA ANALÓGICA I

Trabajo Práctico 5: Transistor bipolar como amplificador

Ejercicio 5

El siguiente circuito corresponde a un amplificador multietapa que consta de dos etapas en cascada EC.

- Suponiendo que puede usarse el modelo h simplificado dibujar el circuito equivalente de señal completo del circuito.
- Teniendo en cuenta las características de cada etapa y sin hacer cálculos indicar qué puede esperarse respecto a las ganancias de corriente y tensión del amplificador. Cuál será la diferencia de fase entre salida y entrada.
- Calcular la ganancia de tensión $A_v = v_o/v_i$ y la impedancia de entrada Z_i . Suponer que los transistores son idénticos con: $h_{fe} = 200$, $h_{ie} = 1\text{ K}\Omega$, $h_{re} = h_{oe} \cong 0$



Ejercicio 6

Para el siguiente circuito multietapa identificar cada bloque amplificador y dar sus características principales.

