

CONFIGURACION DARLINGTON.

OBJETIVO: Comprobar las características de un amplificador multietapa acoplado en forma directa, realizando las siguientes mediciones:

- * Puntos de operación de cada etapa
- * Ganancia de voltaje
- * Impedancia de entrada
- * Impedancia de salida

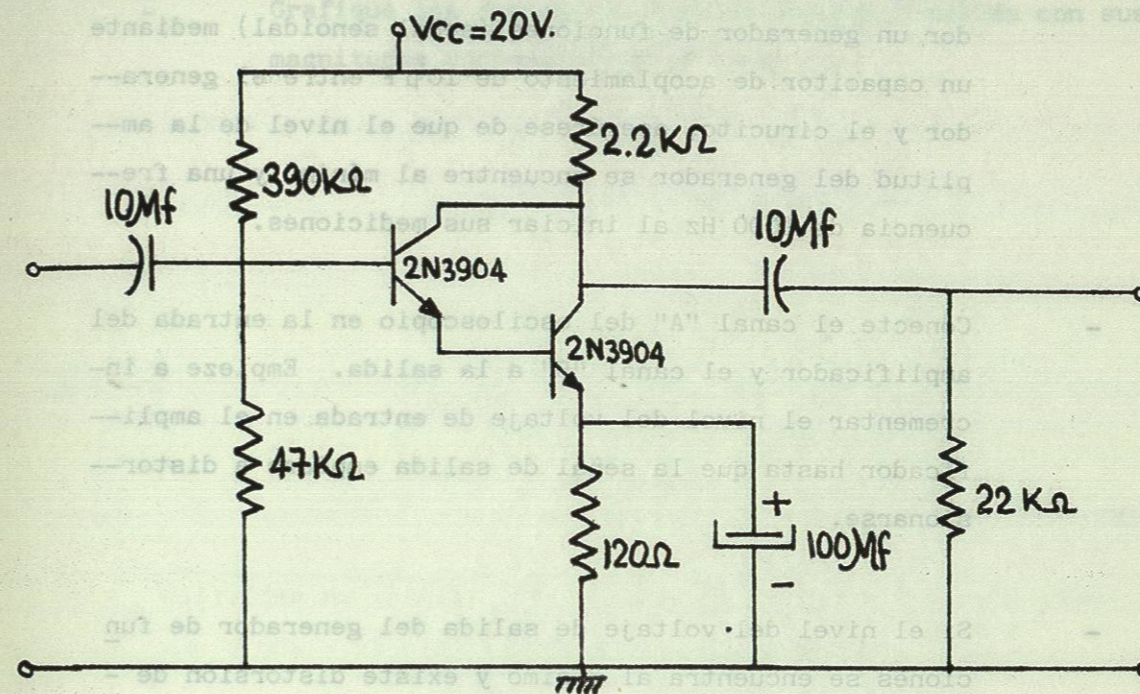
- Medir la ganancia de voltaje, impedancia de entrada e impedancia de salida de este amplificador.

- Qué ventajas o desventajas se obtiene al trabajar con este tipo de amplificador, sus aplicaciones.

LISTA DE MATERIAL Y EQUIPO:

- 2 Transistores 2N3904 o equivalente
- 1 Resistencia 120Ω $\frac{1}{2}W$
- 1 Resistencia $2.2K\Omega$ $\frac{1}{2}W$
- 1 Resistencia $22K\Omega$ $\frac{1}{2}W$
- 1 Resistencia $47K\Omega$ $\frac{1}{2}W$
- 1 Resistencia $390K\Omega$ $\frac{1}{2}W$
- 2 Capacitores $10\mu F$ 16VCD
- 1 Capacitor $100\mu F$ 16VCD
- 1 Osciloscopio de doble canal
- 1 Generador de funciones
- 1 Multímetro digital
- 1 Fuente de poder dual

CIRCUITO A IMPLEMENTAR:



PROCEDIMIENTO:

Implemente el circuito de la figura No.1 en un protoboard para la facilidad en mediciones. Energize el circuito -- con el voltaje correcto de polarización y mida los puntos de operación respectivos para cada etapa.

$I_{CQ2} =$ _____ ; $V_{CEQ2} =$ _____

$V_{CEQ1} =$ _____ ; $V_{CBQ2} =$ _____

- Enseguida conecte en la entrada del circuito amplificador un generador de funciones (señal senoidal) mediante un capacitor de acoplamiento de $10\mu F$ entre el generador y el circuito; asegúrese de que el nivel de la amplitud del generador se encuentre al mínimo y una frecuencia de 1000 Hz al iniciar sus mediciones.

- Conecte el canal "A" del osciloscopio en la entrada del amplificador y el canal "B" a la salida. Empiece a incrementar el nivel del voltaje de entrada en el amplificador hasta que la señal de salida empiece a distorsionarse.

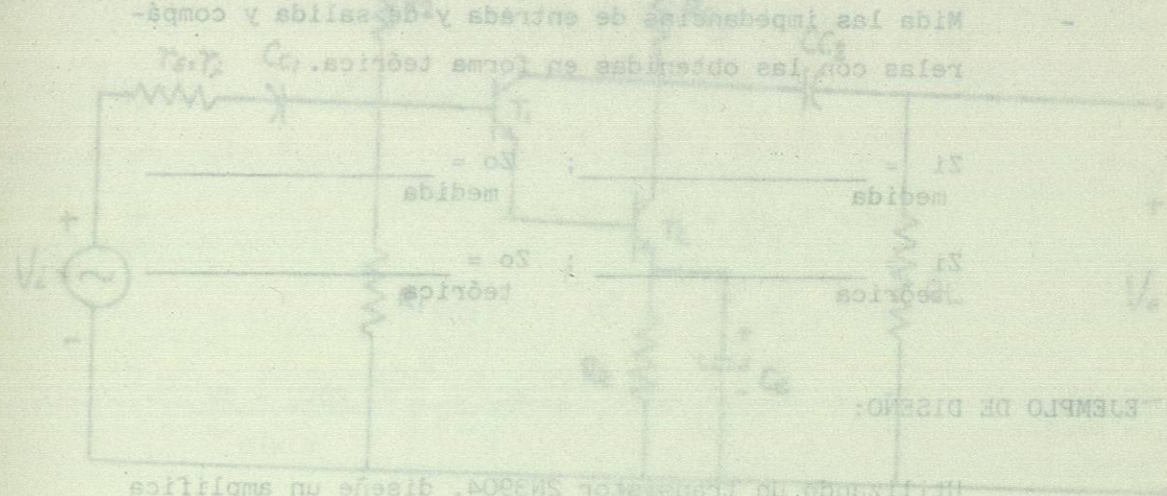
- Si el nivel del voltaje de salida del generador de funciones se encuentra al mínimo y existe distorsión de la señal en la salida del amplificador, conecte entonces un circuito atenuador π , en la entrada del amplificador (ver apéndice).

- Mida la amplitud del voltaje de salida sin distorsión ya sea que lo haga de pico a pico ó de cero a pico y la amplitud del voltaje de entrada, con estas dos mediciones haga la relación V_o/V_i y encuentre la ganancia de voltaje (A_v), verifique esta ganancia en forma teórica.

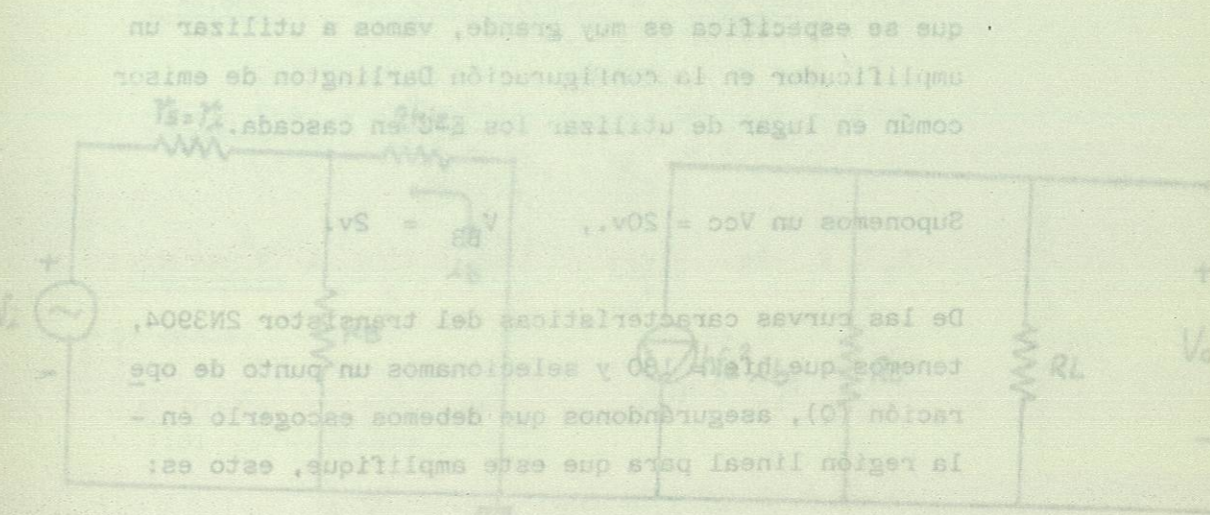
$V_{o\text{ medido}} = \underline{\hspace{2cm}}$; $V_{i\text{ medido}} = \underline{\hspace{2cm}}$

$A_{v\text{ medida}} = \underline{\hspace{2cm}}$; $A_{v\text{ (teórica)}} = \underline{\hspace{2cm}}$

- Grafique las formas de onda de entrada y salida con sus magnitudes correspondientes cada una.



CIRCUITO EQUIVALENTE



$I_{CQ} = 2\text{mA}$
 $V_{CEQ} = 8\text{ volts}$

La ecuación de malla de entrada:

$$I_{BQ} = \frac{V_{BE} - V_{BE}}{R_B + R_E + (h_{FE} + 1) R_E}$$
 donde: $R_D = \frac{h_{FE} R_E}{10}$

Observe si existe desfaseamiento de la señal de salida con respecto a la señal de entrada.

Mida las impedancias de entrada y de salida y compárelas con las obtenidas en forma teórica.

$$Z_i = \frac{V_i}{I_i} \text{ medida}; \quad Z_o = \frac{V_o}{I_o} \text{ medida}$$

$$Z_i = \frac{V_i}{I_i} \text{ teórica}; \quad Z_o = \frac{V_o}{I_o} \text{ teórica}$$

EJEMPLO DE DISEÑO:

Utilizando un transistor 2N3904, diseñe un amplificador que tenga una ganancia de voltaje $A_v = 200$ y una impedancia de entrada $Z_i > 20 \text{ K}\Omega$.

Solución: Debido a que la ganancia de voltaje (A_v) que se especifica es muy grande, vamos a utilizar un amplificador en la configuración Darlington de emisor común en lugar de utilizar los E-C en cascada.

Suponemos un $V_{cc} = 20\text{v.}$, $V_{BB} = 2\text{v.}$

De las curvas características del transistor 2N3904, tenemos que $h_{fe} = 180$ y seleccionamos un punto de operación (Q), asegurándonos que debemos escogerlo en la región lineal para que este amplifique, esto es:

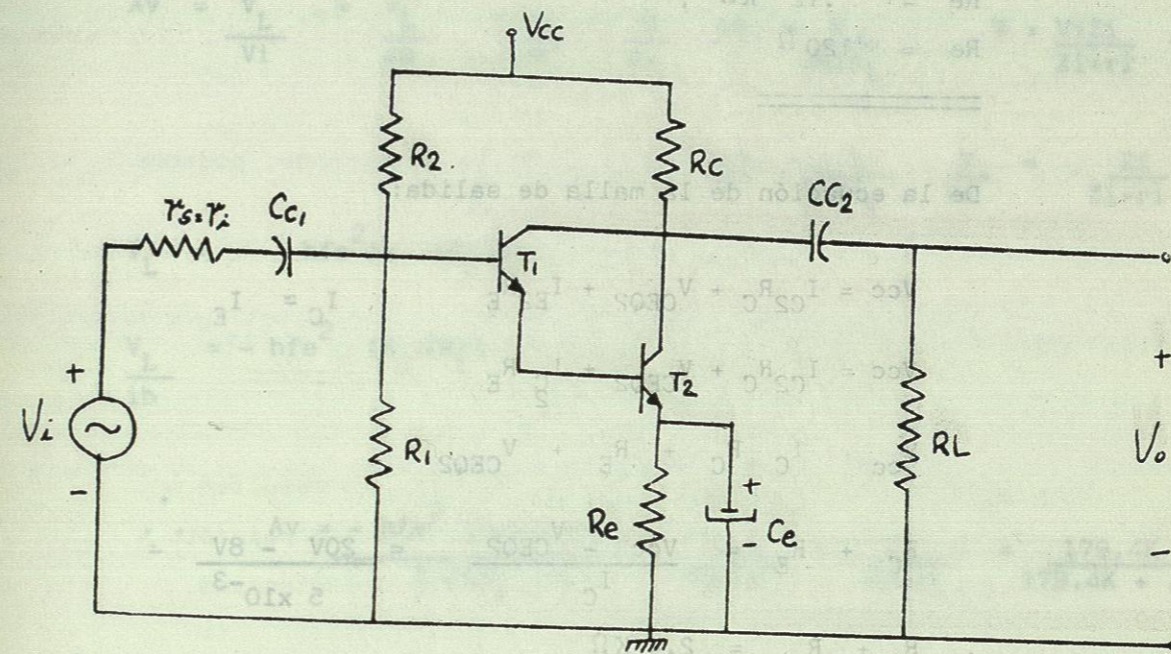
$$I_{CQ2} = 5\text{mA}$$

$$V_{CEQ2} = 8 \text{ volts}$$

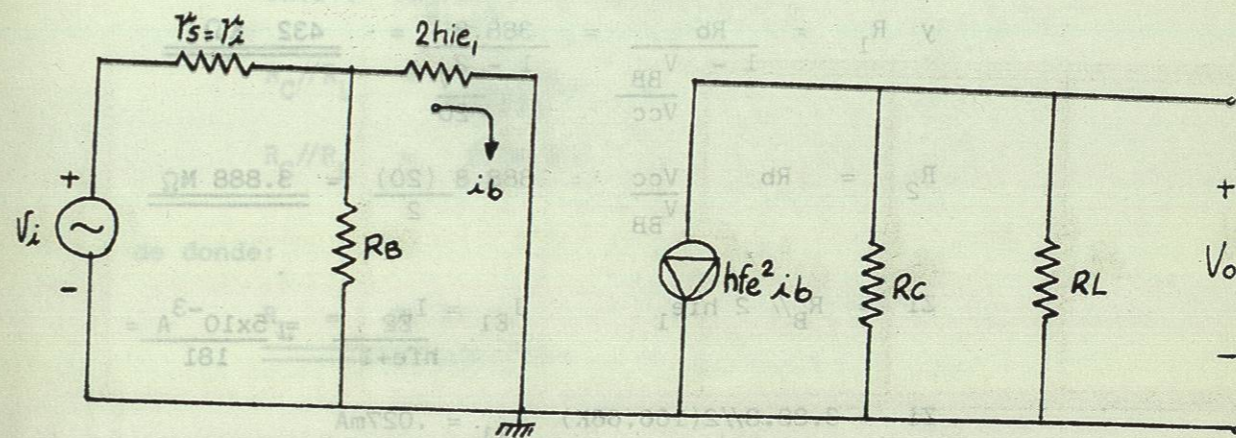
La ecuación de malla de entrada:

$$I_{E2} = \frac{V_{BB} - 2V_{BE}}{\frac{R_b}{(h_{fe}+1)^2} + R_E} \quad \text{donde: } R_b = \frac{h_{fe}^2 R_e}{10}$$

ANÁLISIS DE PEQUEÑA SEÑAL:



CIRCUITO EQUIVALENTE PARA SEÑAL DEBIL:



$$R_e = .12 \text{ K}\Omega ;$$

$$R_e = 120 \Omega$$

De la ecuación de la malla de salida:

$$V_{cc} = I_{C2} R_C + V_{CEQ2} + I_{E2} R_E$$

$$I_C \approx I_E$$

$$V_{cc} = I_{C2} R_C + V_{CEQ2} + I_C R_E$$

$$V_{cc} = I_C R_C + R_E + V_{CEQ2}$$

$$R_C + R_E = \frac{V_{cc} - V_{CEQ2}}{I_C} = \frac{20V - 8V}{5 \times 10^{-3}} =$$

$$R_C + R_E = 2.4 \text{ K}\Omega$$

$$R_C = 2.28 \text{ K}\Omega$$

$$R_b = \frac{hfe^2 R_e}{10} = \frac{(180)^2 (.12)}{10} = 388.8 \text{ K}\Omega$$

$$y \quad R_1 = \frac{R_b}{1 - \frac{V_{BB}}{V_{cc}}} = \frac{388.8}{1 - \frac{2V}{20}} = 432 \text{ K}\Omega$$

$$R_2 = R_b \frac{V_{cc}}{V_{BB}} = 388.8 \frac{(20)}{2} = 3.888 \text{ M}\Omega$$

$$Z_i = R_B // 2 hie_1 \quad I_{E1} = I_{E2} = \frac{5 \times 10^{-3} A}{181} =$$

$$Z_i = 3.88.8 // 2(166.66K) \quad I_{E1} = .027mA$$

$$Z_i = 179.46 \text{ K}\Omega$$

$$hie_1 = \frac{(1)(25 \times 10^{-3})(180)}{.27 \times 10^{-3}}$$

$$Z_o \approx R_C$$

$$Z_o \approx 2.28 \text{ K}$$

$$hie_1 = 166.66 \text{ K}\Omega$$

$$\text{donde: } R_b = \frac{hfe^2 R_e}{10}$$

$$A_v = \frac{V_L}{V_i} = \frac{V_L}{i_b} \frac{i_b}{V} \frac{V}{V_i} \quad i_b = \frac{V}{2hie_1} \quad V = \frac{V_i Z_i}{Z_i + r_i}$$

$$\frac{i_b}{V} = \frac{1}{2hie_1} \frac{V}{V_i} = \frac{Z_i}{Z_i + r_i}$$

$$V_L = - hfe^2 i_b (R_C // R_L)$$

$$\frac{V_L}{i_b} = - hfe^2 (R_C // R_L)$$

$$A_v = \frac{- hfe^2 (R_C // R_L)}{2 hie_1} \frac{Z_i}{Z_i + r_i} = \frac{179.4K}{179.4K + .6K}$$

$$A_v = \frac{(-180)^2 R_C // R_L}{2(166.66K)} .996 = 200 \frac{Z_i}{Z_i + r_i} = .996$$

$$A_v = 32270 (R_C // R_L) = 200 (2) (166.66)$$

$$32.270 (R_C // R_L) = 66,664$$

$$R_C // R_L = \frac{66,664}{32270}$$

$$R_C // R_L = 2.06 \text{ K}\Omega$$

de donde:

$$R_L = 21.34 \text{ K}\Omega$$

- Recuerde que tiene que aproximar los valores obtenidos de las resistencias a valores estandares comerciales y rediseñar el circuito.

Nota: Para calcular R_b se utilizó la siguiente ecuación.