

PRÁCTICA # 1 AMPLIFICADOR DE 2 ETAPAS CON TRANSISTOR BJT

Objetivo: Comprobar el principio de funcionamiento de un amplificador de 2 etapas con transistor BJT, e identificar sus características más importantes. Simular el circuito en computadora.

Marco Teórico

En esta sección, el estudiante investigará en diferentes fuentes de información, la teoría relacionada con el principio de funcionamiento de un amplificador de 2 etapas con transistor BJT,

Material y Equipo

- Fuente de alimentación de C.D.
- Cables banana caimán.
- Multímetro.
- Protoboard.
- Osciloscopio con sonda.
- Generador de señales.
- Protoboard.
- 2 transistores 2n2222
- 2 resistencias $6.8k\Omega$.
- 2 resistencias $1.5k\Omega$.
- 2 resistencias 330Ω .
- 2 resistencias 82Ω .
- 1 resistencia de $22 K\Omega$.
- 2 capacitores $10\mu f$.
- 2 capacitores $1000\mu f/16V$

Procedimiento

1. Calcular en Mathcad @, los voltajes, corrientes impedancias de entrada y salida, así como el valor de la ganancia total en voltaje del circuito amplificador de dos etapas de la figura 1. Enseguida se propone la hoja de cálculo para determinar los valores. Nota: El equipo realizará su propia hoja antes de ir al laboratorio.

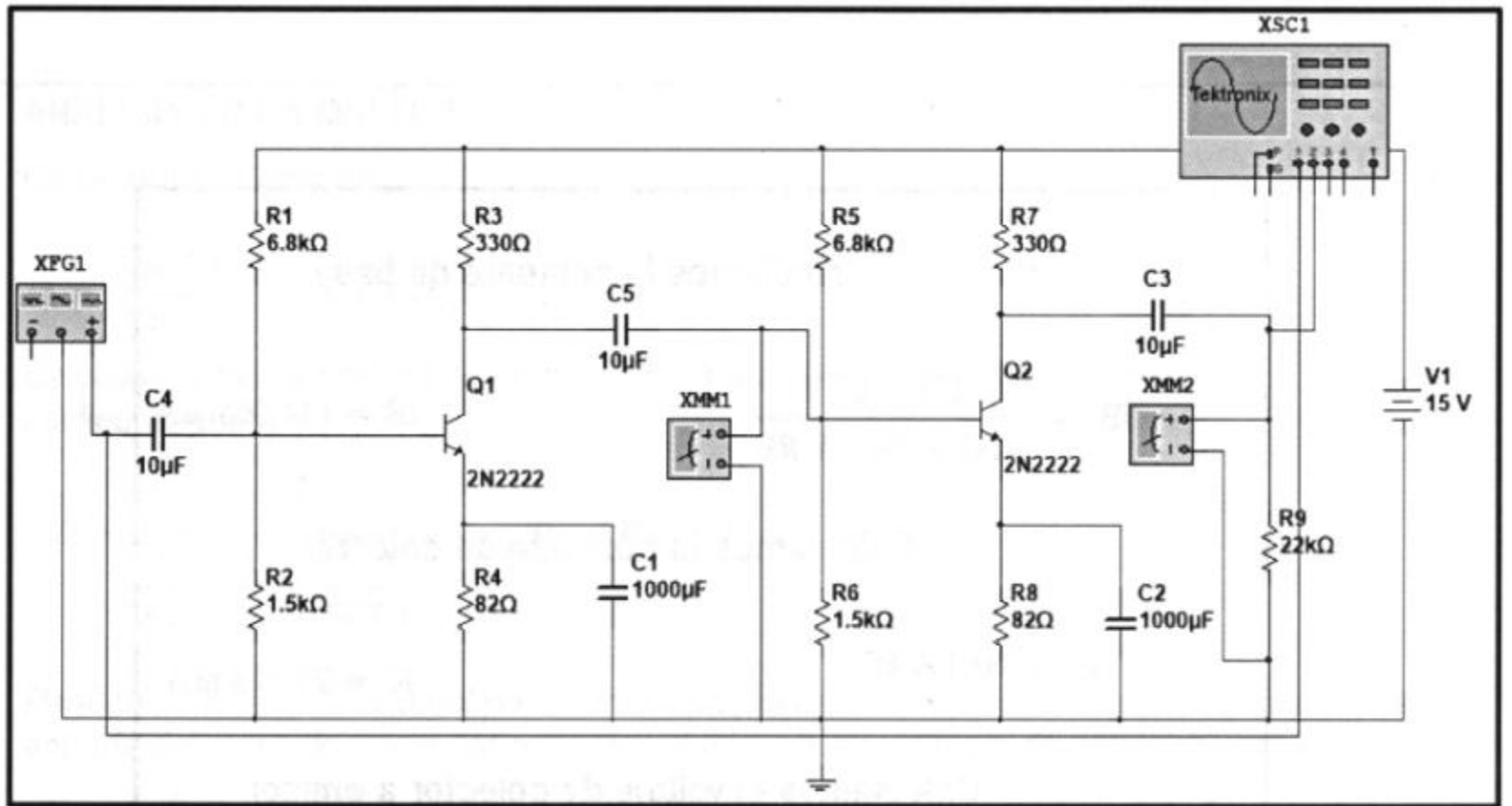


Figura 1. Circuito amplificador de dos etapas con transistor BJT.

Análisis en CD del primer transistor:

$$\begin{aligned} R1 & \approx 6.8k\Omega & R_C & \approx 330\Omega & V_{CC} & \approx 15V \\ R2 & \approx 1.5k\Omega & R_E & \approx 82\Omega & BETA & \approx 200 \end{aligned}$$

$$R_L \approx 22k\Omega$$

Calculamos la resistencia de Thévenin

$$R_{TH} \approx \frac{R1 \cdot R2}{R1 + R2}$$

$$R_{TH} = 1.229 \times 10^3 \Omega$$

Calculamos el voltaje de Thévenin

$$V_{TH} \approx \frac{(R2 \cdot V_{CC})}{(R1 + R2)}$$

$$I_B = 114.065 \mu A$$

$$V_{TH} = 2.711 V$$

Figura 2. Cálculos en Mathcad®, para el análisis de cd del amplificador de dos etapas. Parte 1

Calculamos la corriente de base

$$I_B := \frac{(V_{TH} - 0.7V)}{R_{TH} + \text{BETA} \cdot R_E} \quad I_B = 114.065 \cdot \mu\text{A}$$

Calculamos la corriente de colector

$$I_C := \text{BETA} \cdot I_B \quad I_C = 22.813 \cdot \text{mA}$$

Calculamos el voltaje de colector a emisor

$$V_{CE} := V_{CC} - I_C \cdot (R_C + R_E) \quad V_{CE} = 5.601 \text{ V}$$

Calculamos el voltaje de base

$$V_B := \frac{(R_2 \cdot V_{CC})}{R_1 + R_2} \quad V_B = 2.711 \text{ V}$$

Calculamos el voltaje de emisor

$$V_E := V_B - 0.7V \quad V_E = 2.011 \text{ V}$$

Figura 3. Cálculos en Mathcad®, para el análisis de cd del amplificador de dos etapas. Parte 2

ANALISIS EN CA MULTITETAPA

Calculamos el valor de r_e :

$$r_e := \frac{(26\text{mV})}{I_C} \quad r_e = 1.14 \Omega$$

Calculamos la impedancia de entrada de los transistores (ya que son iguales las configuraciones).

$$Z_i := \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{\text{BETA} \cdot r_e}} \quad Z_i = 192.277 \Omega$$

Para calcular la ganancia del primer transistor, debemos considerar que la impedancia de entrada del segundo transistor está en paralelo a la impedancia de salida del primer transistor.

$$A_{v1} := \frac{-\left(\frac{1}{\frac{1}{R_C} + \frac{1}{Z_i}}\right)}{r_e} \quad A_{v1} = -106.598$$

Ahora calculamos la ganancia del segundo capacitor

$$A_{v2} := \frac{-R_C}{r_e} \quad A_{v2} = -289.55$$

Figura 4. Cálculos en Mathcad®, para el análisis de cd del amplificador de dos etapas. Parte 3

Finalmente , para conocer la ganancia total sin carga de circuito multietapa, se multiplican las ganancias

$$A_{vtotal} \approx A_{v1} \cdot A_{v2} \quad A_{vtotal} = 3.087 \times 10^4$$

Ganancia con resistencia de carga

$$A_{vL} \approx \frac{R_L}{(R_L + R_C)} \cdot A_{vtotal} \quad A_{vL} = 3.041 \times 10^4$$

Ganancia en decibeles

$$A_{vLdB} \approx 20 \log(A_{vL}) \quad A_{vLdB} = 89.66$$

Figura 5. Cálculos en Mathcad ®, para el análisis de cd del amplificador de dos etapas. Parte 4

2. Simular en Multisim ® el circuito amplificador de dos etapas con transistor BJT aplicando una señal en el generador de 2mV pico a pico para obtener a la salida la señal amplificada como la mostrada a continuación.

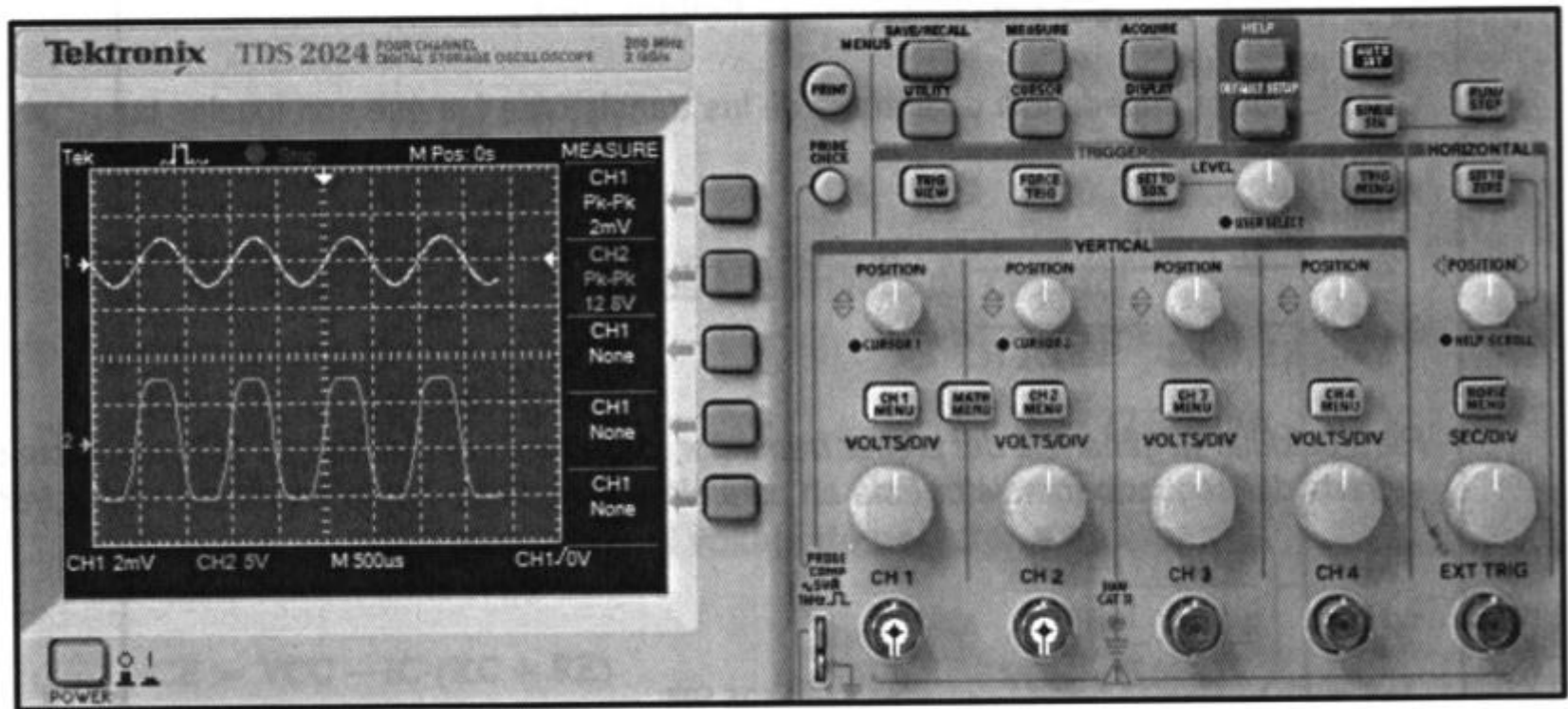


Figura 5. Señal amplificada del circuito amplificador de dos etapas con transistor BJT determinada en la simulación en Multisim ®.

3. Armar el circuito en la tablilla protoboard para medir los voltajes de polarización de cada etapa del circuito para completar la tabla 1:

Variable	Valor calculado en Mathcad®	Valor simulado en Multisim®	Valor medido
VBE1			
VCE1			
VBE2			
VCE2			

Tabla 1. Resultados del circuito amplificador clase A con JFET.

4. Ajustar en el generador de señales una señal senoidal de 200 mV pico a pico para aplicarla al circuito amplificador de dos etapas. Nota: Aunque en la simulación se aplica una señal de 2mVpp a la entrada, el valor real que se aplicará será de 200 mVpp, ya que la señal de la simulación es muy débil para aplicarla a la tablilla protoboard.
5. Verificar que la señal amplificadora de salida sea como la que se muestra a continuación.

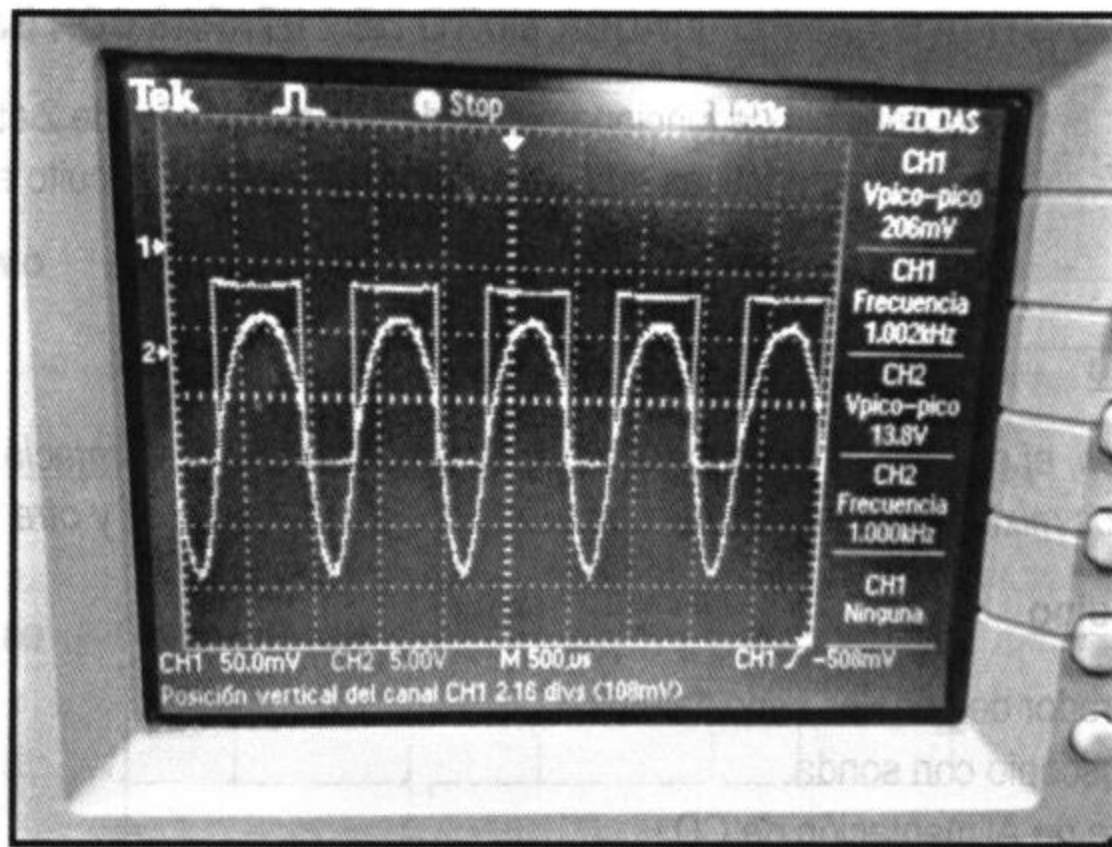


Figura 6. Señal amplificada esperada a la salida del circuito amplificador de dos etapas con transistor BJT

6. Medir con el osciloscopio a la salida los valores siguientes. Capturar las pantallas o agregar foto de la pantalla en la sección de resultados.

Variable	Valor medido
Voltaje pico a pico (V_{pp}) de entrada.	
Voltaje pico a pico (V_{pp}) de salida.	

Tabla 2. Mediciones con el osciloscopio del circuito amplificador clase A con JFET.

Análisis de resultados

Determinar la ganancia total real del circuito, revisar los resultados obtenidos y explicar el comportamiento del circuito amplificador de dos etapas.

Conclusiones individuales de los integrantes del equipo

Fuentes de Información

**ELABORÓ: M.C. PEDRO PABLO MARTÍNEZ PALACIOS
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AGUASCALIENTES**