



INSTITUTO SUPERIOR DE TRANSPORTES E COMUNICAÇÕES

Licenciatura em Engenharia Informática e Telecomunicações

Disciplina: Eletrónica de Rádio

Turma: LEIT33

Trabalho Prático 1

“Simulação de um Amplificador de Pequenos Sinais”

Discentes:

Danilo Manjate

Kenley Cossa

Sharon Matlombe

Docente: Adelio Tembe

Maputo, 05 Março de 2025

Índice

1. Introdução	2
2. Objectivos	3
3. Fundamentos Teóricos	4
3.1. Transistor Bipolar na Região Activa.....	4
3.2. Polarização por Divisor de Tensão	4
3.3. Configuração Emissor Comum e o Capacitor de Desvio (<i>CE</i>)	4
4. Dados do Projecto.....	5
5. Projecto de Polarização	5
6. Conclusão.....	9

1. Introdução

O presente relatório descreve o projeto, dimensionamento e simulação de um amplificador de pequenos sinais utilizando a configuração Emissor Comum com um transistor 2N3904. Esta configuração é amplamente utilizada em eletrónica devido ao seu elevado ganho de tensão e inversão de fase característica. O foco principal reside na polarização por divisor de tensão para garantir estabilidade térmica e operação na região ativa.

2. Objectivos

Geral:

- Projectar e analisar o desempenho de um amplificador emissor comum quanto ao ganho, ponto Q e resposta em frequência.

Específicos:

- Polarizar o transistor 2N3904 na região activa.
- Calcular e comparar o ganho teórico com o simulado.
- Analisar a influência do capacitor de desvio C_e no ganho de CA.

3. Fundamentos Teóricos

3.1. Transistor Bipolar na Região Activa

Para que um transistor atue como amplificador linear, ele deve ser operado na região ativa. Nesta região, a junção Base-Emissor é polarizada diretamente ($V_{BE} \approx 0,7V$), permitindo que uma pequena variação na corrente de base controle uma corrente de coletor significativamente maior ($I_C = \beta \cdot I_B$).

3.2. Polarização por Divisor de Tensão

A técnica de divisor de tensão (R_1 e R_2) é utilizada para garantir a estabilidade térmica do circuito. Ao contrário de outras formas de polarização, esta minimiza a dependência do ponto de operação em relação ao ganho de corrente (β) do transistor, que pode variar com a temperatura ou entre componentes do mesmo modelo.

3.3. Configuração Emissor Comum e o Capacitor de Desvio (C_E)

A configuração Emissor Comum produz uma inversão de fase de 180° entre a entrada e a saída.

- **Ganho de Tensão (A_V):** É definido pela relação entre a impedância de carga no coletor e a resistência interna do emissor (r_e).
- **Capacitor C_E :** Este componente é crucial. Em CA, ele "curto-circuita" o resistor de emissor (R_E), eliminando a realimentação negativa e aumentando drasticamente o ganho. Sem ele, o ganho é reduzido, mas a linearidade e a estabilidade aumentam.

4. Dados do Projecto

De acordo com as especificações fornecidas e os componentes escolhidos:

- **VCC:** 12V
- **Transistor:** NPN 2N3904
- **Ganho desejado** $A_v \geq 15$
- **Sinal de entrada** $V_i=10\text{mV}$ (pico) a 1 kHz
- **Corrente de Colector** $I_C=1\text{mA}$
- **Tensão Colector-Emissor** $V_{CE} = V_{CC} / 2 = 6\text{V}$
- **Capacitores:** $C_{in} = 10\mu\text{F}$, $C_{out} = 10\mu\text{F}$, $C_E = 100\mu\text{F}$
- **Carga** $R_L=10\text{k}\Omega$

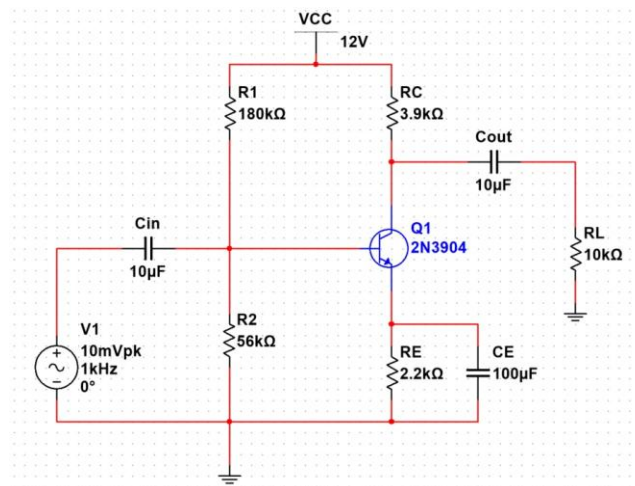


figura 1 Circuito principal

5. Projecto de Polarização

Tensão de Base V_B determinada pelo divisor de tensão:

$$V_B = V_c \times \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

$$V_B = 12 \times \frac{56\text{k}\Omega}{180\text{k}\Omega + 56\text{k}\Omega} = 2,85\text{V}$$

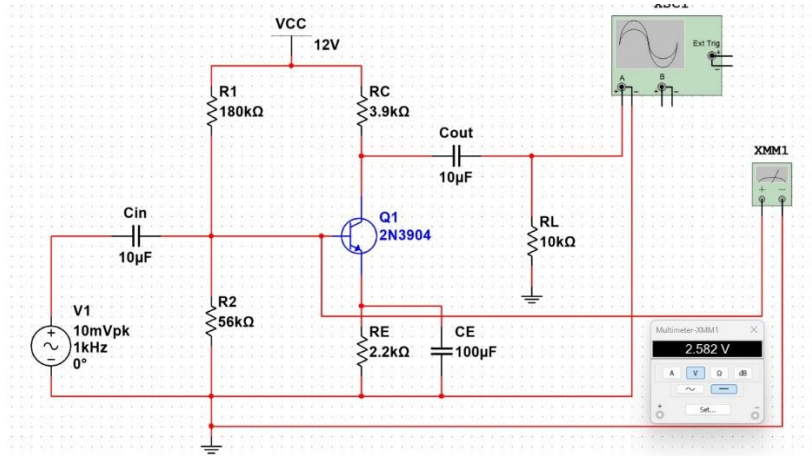


Figure 1 Medição da Tensão de Coletor V_c em Repouso

Tensão de Emissor V_E :

$$V_E = V_B - 0,7$$

$$V_E = 2,85 - 0,7$$

$$V_E = 2,15V$$

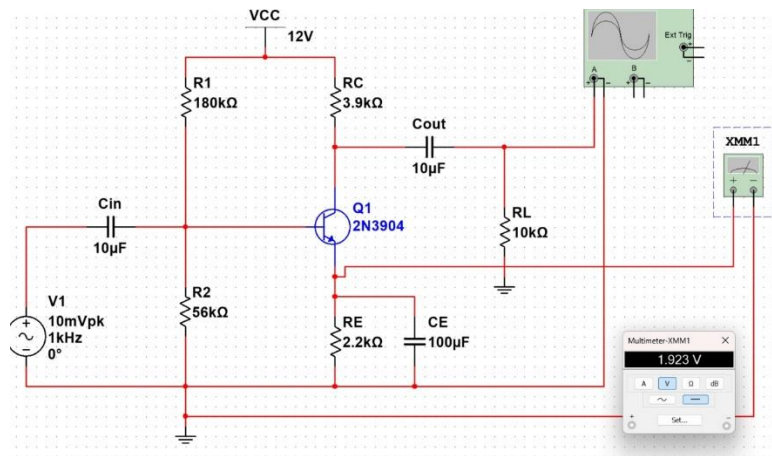


Figure 2 Medição da Tensão de Emissor V_E e Estabilização do Ponto Q

Corrente de Coletor I_E e I_C :

$$I_E = \frac{V_E}{R_E}$$

$$I_E = \frac{2,15V}{2,2k\Omega}$$

$$I_E = 0,98mA$$

$$I_E \approx I_C$$

$$I_C = 1mA$$

Cálculo de V_C :

$$V_C = V_{CC} - I_C R_C$$

$$V_C = 12 - (1mA \times 3,9k\Omega)$$

$$V_C = 8,1V$$

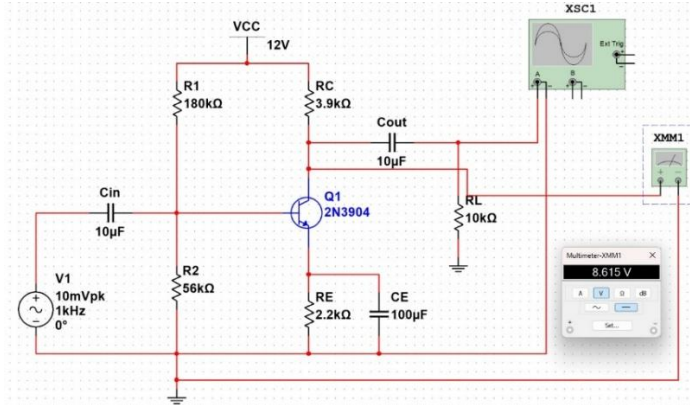


Figure 3 Análise de Sinal com Osciloscópio Configuração com CE.

A Tensão Coletor-Emissor (V_{CE}) valida a operação na região ativa:

$$V_{CE} = V_C - V_E$$

$$V_{CE} = 8,1 - 2,15$$

$$V_{CE} = 5,95V$$

$$V_{CE} = 6V$$

Cálculo do Ganho Teórico:

Resistência dinâmica do emissor:

$$R_E = \frac{25mv}{I_E}$$

$$R_E = \frac{25mv}{0,98mA}$$

$$R_E = 25,5 \Omega$$

Resistência de carga CA:

$$R_c' = \frac{R_C \times R_L}{R_C + R_L}$$

$$R_c' = \frac{3,9 \times 10}{3,9 + 10}$$

$$R_c' = 2,8 K\Omega$$

Ganho com Capacitor de Desvio:

Para sinais de CA, a carga total vista pelo coletor (R_c) é o paralelo entre R_C e R_L :

$$A_v = \frac{R_C}{r_e}$$

$$A_v = -\frac{2,8}{25,5}$$

$$A_v = -110$$

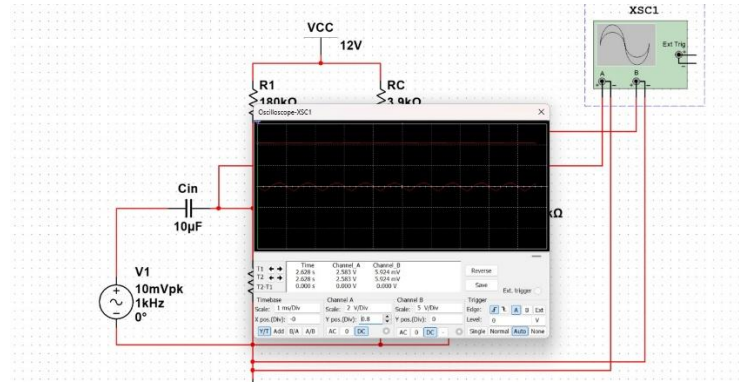


Figure 4 Resposta do Circuito sem o Capacitor de Desvio CE

Ganho sem Capacitor de Desvio:

Sem o capacitor, o resistor R_E não é curto-circuitado, reduzindo o ganho conforme simulado:

$$A_v = \frac{V_{out}}{V_{in}}$$

$$A_v = -\frac{12,44mV}{10mV}$$

$$A_v = -1,24$$

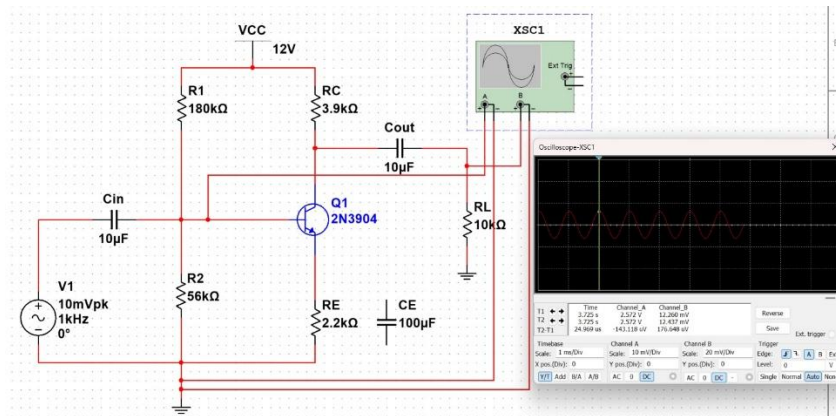


Figure 5 Painel de Instrumentos Virtuais e Parâmetros de Simulação.

6. Conclusão

O projeto demonstrou eficácia na amplificação de pequenos sinais. Validou-se que a configuração emissora comum é um inversor de fase e que o ponto de operação Q é fundamental para evitar a distorção por corte ou saturação do sinal. O uso do capacitor C_e provou ser essencial para atingir ganhos elevados, embora sacrifique a estabilidade linear do ganho de CA.

A simulação no Multisim confirmou os cálculos teóricos com margem de erro mínima devida às tolerâncias dos componentes.