

# Relatório 3 - Efeito da Realimentação Série-Paralelo em um Amplificador Transistorizado.

Arthur Pimentel, Matheus Farias e Matheus Henrique de Araújo.

## I. INTRODUÇÃO

Nesta prática, foram estudados os efeitos sofridos por um amplificador transistorizado à aplicação de duas resistências de realimentação. Procurou-se determinar a discrepância entre as resistências teóricas, simuladas e práticas. O grupo utilizou certos artifícios ferramentais, como o potenciômetro, para determinar certas medidas experimentais. Estas ferramentas serão explicadas ao longo do relatório. Procura-se verificar a validade da teoria que serviu de embasamento para esta prática.

## II. ANÁLISE TEÓRICA

1) *Cálculos Teóricos:* Observa-se na Figura ??, o circuito de um amplificador emissor-comum com dois resistores de realimentação.

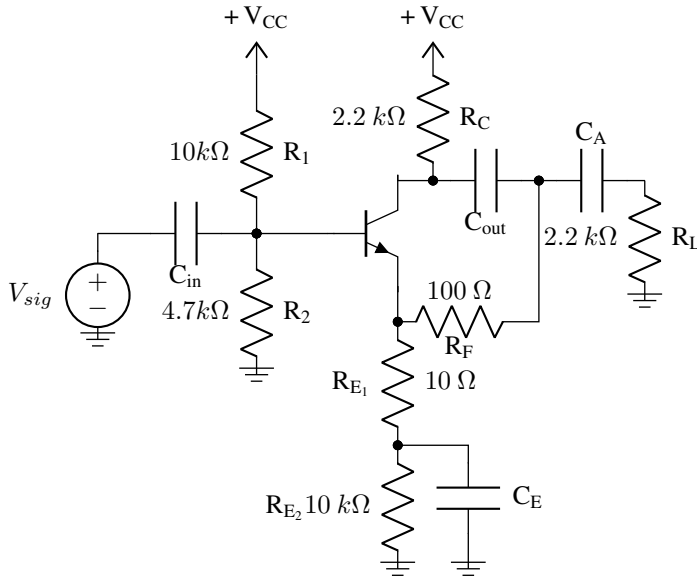


Figura 1. Amplificador Emissor-Comum com resistores de realimentação.

Para o cálculo do ganho, aplica-se o modelo pi-híbrido para pequenos sinais e calcula-se a razão entre a saída e a entrada do circuito. Observa-se o circuito equivalente usando o modelo pi-híbrido na Figura ??.

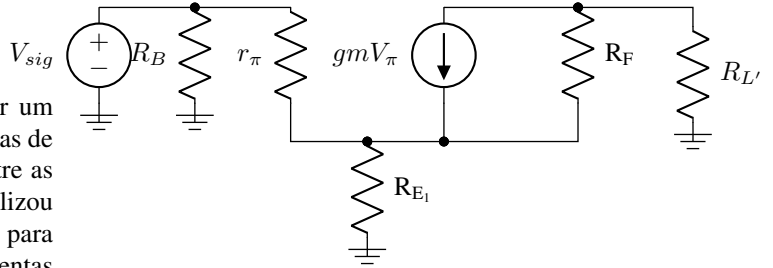


Figura 2. Circuito Equivalente usando o modelo Pi-Híbrido.

Vale ressaltar que na Figura ??,  $R_B$  é um resistor equivalente aos resistores  $R_1$  e  $R_2$  da Figura ?? associados em paralelo e  $R_L'$  é um resistor equivalente aos resistores  $R_C$  e  $R_L$  da Figura ?? também associados em paralelo.

Chama-se a tensão de saída do circuito de  $V_o$ , a tensão no resistor  $R_{E1}$  de  $V_1$  e a corrente no resistor  $R_F$  de  $i_x$ .

Assim, temos:

$$i_x = \frac{V_o - V_1}{100} = \frac{-R_{L'}(hfe \times i_b - i_x)}{100}$$

$$i_x = -0,917 \times hfe \times i_b$$

$$V_o = -(hfe \times i_b + i_x) \times R_{L'} = -18181,81 \times i_b$$

$$V_{sig} = V_\pi + V_1 = 2189,58 \times i_b$$

$$A_f = \frac{V_o}{V_{sig}} = \frac{-18181,81}{2189,58} = -8,3 \text{ V/V} = 18,38 \text{ dB}$$

Ainda na análise AC, calcula-se o valor de  $R_{of}$  e  $R_{in}$ :

$$R_{of} = R_{L'} // \left( R_F + \left( R_{E1} // \frac{r_\pi + R_B}{hfe} \right) \right) = 97,7 \Omega$$

$$R_{in} = \frac{V_{sig}}{i_{sig}} = \frac{V_{sig}}{i_b + \frac{V_{sig}}{R_B}} = 1299,6 \approx 1300 \Omega$$

Calcula-se também o fator de realimentação,  $\beta$ :

$$\beta = \frac{R_{E1}}{R_{E1} + R_F} = \frac{10}{110} = 0,09$$

A partir dos valores calculados anteriormente, calcula-se os valores dos outros parâmetros do circuito:

$$A_f = \frac{A}{1 + A\beta} \Rightarrow A = 33,815 \text{ V/V}$$

$$R_{of} = \frac{R_o}{1 + A\beta} \Rightarrow R_o = 398 \Omega$$

$$R_{if} = R_i \times (1 + A\beta) \Rightarrow R_{in} = 5296,31 \Omega$$

2) *Simulação:* Com o auxílio do Software LTSPICE XVII, simulou-se o circuito descrito anteriormente e obteve-se o valor do ganho  $A_f$ .

Observa-se na Figura ?? o esquemático da simulação do circuito no LTSPICE XVII.

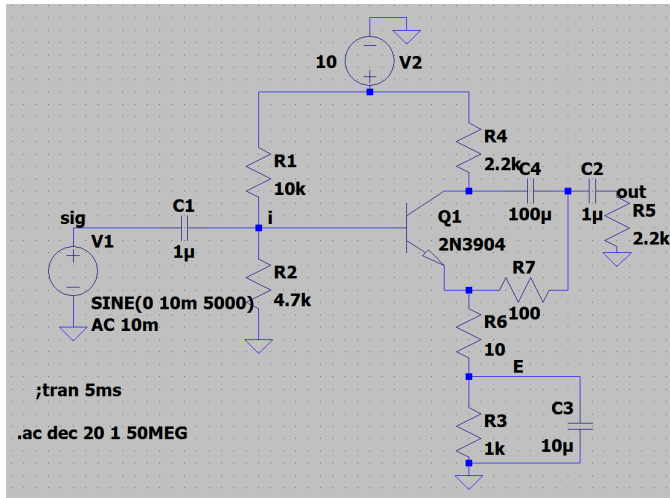


Figura 3. Circuito simulado no Software LTSPICE XVII.

Em seguida, verificou-se o ganho  $A_f$  do circuito. Esse dado é observado na Figura ??

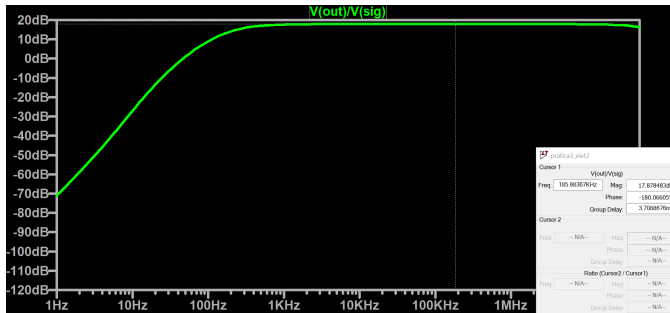


Figura 4. Forma de onda do ganho  $A_f$ .

Nota-se que o ganho simulado de 17,87 dB é consistente com o ganho calculado.

### III. EQUIPAMENTOS UTILIZADOS

Durante a prática, os seguintes instrumentos foram utilizados para a montagem e avaliação do circuito:

- Multímetro digital.
- Osciloscópio com gerador de sinais.
- Fonte de alimentação contínua.
- Protoboard.
- Um transistor NPN.
- Resistores de  $10k\Omega$ ,  $4,7k\Omega$ ,  $2,2k\Omega$ ,  $1k\Omega$ ,  $100\Omega$  e  $10\Omega$ .
- Capacitores de  $1\mu F$ ,  $10\mu F$  e  $100\mu F$ .

### IV. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

O circuito sugerido foi montado com os respectivos componentes comprados pela equipe e o osciloscópio foi usado para determinar o ganho de tensão ao qual o sinal foi submetido.

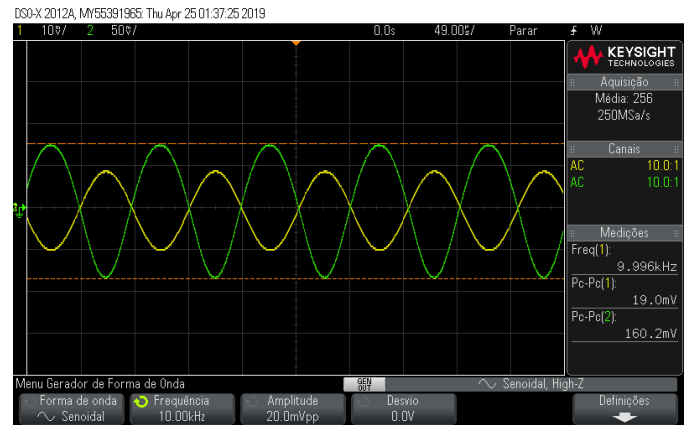


Figura 5. Ganho  $A_f$  Observado no Osciloscópio.

Observa-se que o ganho encontrado experimentalmente é 18,51 dB e está consistente com o ganho calculado e simulado.

Em seguida utilizou-se dois potenciômetros em momentos distintos para medir as resistências vistas pelos terminais. Coloca-se o potenciômetro no terminal desejado e varia-se a resistência até que o ganho  $A_f$  seja reduzido à metade. Utiliza-se um potenciômetro em paralelo com  $R_2$  para medir  $R_{if}$  e outro em paralelo com  $R_L$  para medir  $R_{of}$ . Os valores obtidos de  $R_{if}$  e  $R_{of}$  foram  $3,98k\Omega$  e  $170\Omega$  respectivamente.

### V. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Como demonstrado anteriormente, o ganho encontrado experimentalmente foi de 18,51 dB, enquanto o ganho encontrado na fase de cálculos foi de 18,38 dB. Isso mostra que a porcentagem de discrepância (erro) é de, aproximadamente, 0,7%. Conclui-se, portanto, que o erro associado ao ganho do amplificador transistorizado é irrelevante. O grupo comparou os valores experimental e teórico de  $R_{if}$ . Notou-se que estes valores foram muito distantes e, portanto, determinou-se que a medida prática deve ter sido contaminada por algum erro humano. Quanto à medida do resistor  $R_{of}$ , houve uma discrepância de, aproximadamente, 43%. Esta distância, é claro, deveria ser menor. Porém, o efeito indesejado deve ter sido provocado pelo capacitor CA, já que o grupo tentou resolver este impasse durante o experimento, mas foi malsucedido. Observa-se, também, na seção teórica, que, para garantir maior estabilidade ao sistema, sacrificou-se uma parcela notável do ganho original. Assim, o modelo usado na teoria se mostrou válido quando o grupo realizou certas considerações críticas a respeito do experimento. Por último, observou-se que, apesar de maior estabilidade, o sistema possui menor ganho e, portanto, a escolha por este circuito depende das necessidades do projetista.