

# Amplificador Diferencial

## Relatório 04 de ELT 311

Wérikson F. O. Alves - 96708

Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa, Brasil

e-mails: werikson.alves@ufv.br

### Introdução:

A prática abordará o tópico sobre amplificadores transistorizados com o objetivo de entender e analisar o funcionamento de um amplificador diferencial, funcionando com entrada simples ou diferencial e saída simples ou diferencial.

### Materiais Utilizados:

- Resistores: 100 k $\Omega$ ,
- TBJ 2N222A;
- Fonte de Tensão CC;
- Fonte de Tensão CA.

### Parte 1 -SIMULAÇÃO:

1) Monte o circuito do Par Diferencial da Figura 1. Ligue o sistema e ajuste as tensões de alimentação  $V_{cc}=+12V$  e  $-V_{cc}=-12V$ .

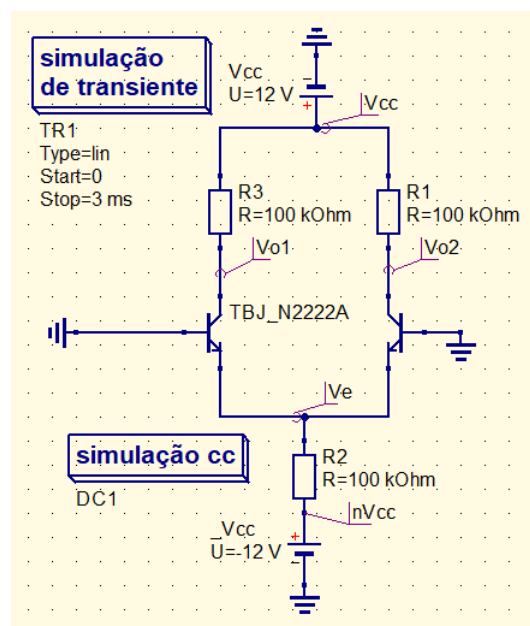


Figura 1: Circuito: Par Diferencial.

2) Aterre as entradas  $V_{i1}$  e  $V_{i2}$  e meça as tensões de polarização nos coletores e nos emissores de  $Q_1$  e  $Q_2$ . Anote os resultados na tabela.

Tabela 1: Análise CC.

<b>V<sub>cc</sub></b>	12,0
<b>-V<sub>cc</sub></b>	-12,0
<b>V<sub>c1</sub></b>	6,32
<b>V<sub>c2</sub></b>	6,32
<b>V<sub>Rc1</sub></b>	5,68
<b>V<sub>Rc2</sub></b>	5,68
<b>V<sub>E1</sub></b>	0,526
<b>V<sub>E2</sub></b>	0,526

3) Desligue a entrada  $V_{i1}$  do terra e aplique nela um sinal senoidal de 100mV de pico a pico, frequência de 1kHz. Mantenha a entrada  $V_{i2}$  aterrada e a saída  $V_{o1}$  em aberto. Esboce as formas de onda de tensão de

entrada, e a saída observada em Vo2 . OBS: Verifique a defasagem entre os dois sinais

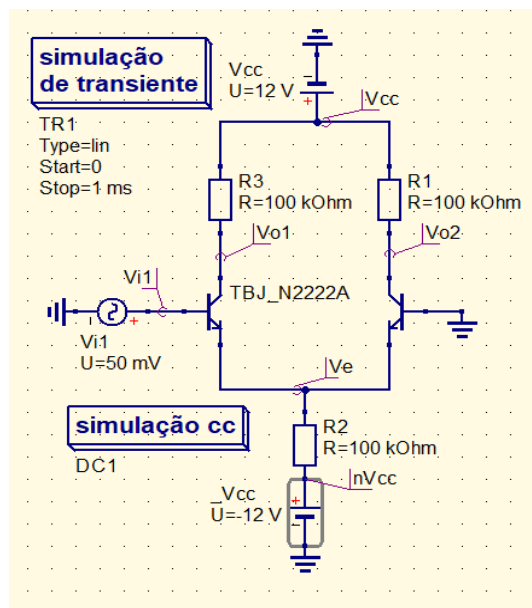


Figura 2: Circuito com terminação simples.

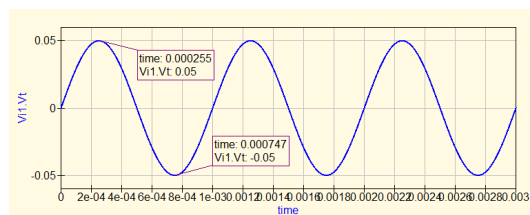


Figura 3: Tensão na entrada.

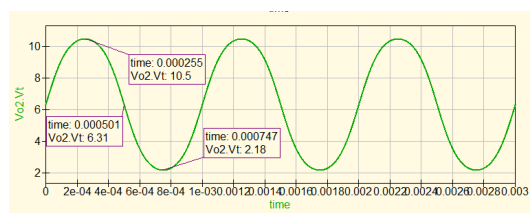


Figura 4: Tensão na saída.

Percebe-se que os sinais estão em fase.

- 4) Passe o Canal 2 do osciloscópio para a saída Vo1. Mantenha o Canal 1 em Vi1 e esboce a forma de onda de Vo1 juntamente com a tensão Vo2 (mesmo gráfico). Observe a defasagem e os valores de pico-a-pico de ambas as ondas.

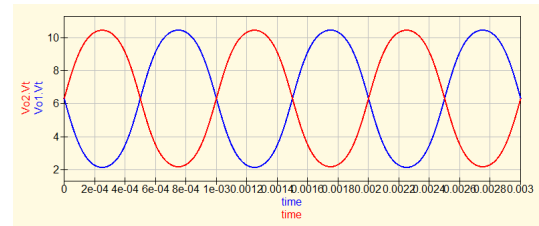


Figura 5: Tensão de saída Vo1 e Vo2.

É possível observar que as saídas possuem módulos iguais entretanto sinais opostos, ou seja, estão em defasagem.

- 5) Calcule o ganho teórico e compare com o ganho experimental observado nesta situação. Os resultados estão coerentes? O ganho experimental está próximo do esperado?

- Ganho teórico:

$$V_E = -V_{BE} = -0,7V$$

$$I_E = \frac{V_{EE} + V_E}{R_E} = 113mA$$

$$I_{e1} = I_{e2} = \frac{I_E}{2} = 56,5\mu A$$

$$r_e = \frac{26m}{I_{e1}} = 460,18$$

$$A_v = \frac{R_C}{2r_e} = 108,65$$

- Ganho experimental

$$A_v = \frac{V_{o2pp}}{V_{i1pp}} = 83,2$$

Pelos resultados encontrados percebe-se uma certa aproximação, contudo há um erro de 23,42% no valor do ganho ao compará-los.

### Amplificação de sinais - entrada simples / saída diferencial:

- 6) Com o mesmo circuito em funcionamento, meça a tensão diferencial de saída. Para tanto, conecte o Canal 1 do osciloscópio na saída Vo2 e o Canal 2 do osciloscópio na saída Vo1 e faça a leitura da saída diferencial (o osciloscópio deverá estar no modo diferencial de leitura, fornecendo: Vo2 – Vo1).

Esboce a forma de onda.

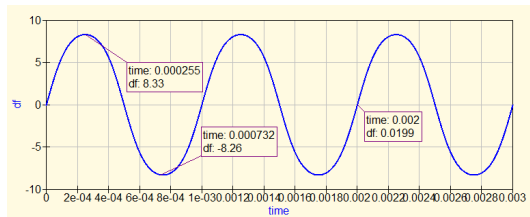


Figura 6: Sinal diferencial: a).

- 7) Analise os resultados, o ganho experimental está próximo do esperado?

$$A_v = \frac{V_{o2pp} - V_{o1pp}}{V_{ipp}} = 165,9$$

Com a combinação das duas saídas temos que o ganho é de 165,9, sendo este o dobro do ganho obtido em uma única saída.

## Parte 2 -SIMULAÇÃO:

- 1) Monte o circuito do Par Diferencial da Figura 3. Ligue o sistema e ajuste as tensões de alimentação  $V_{cc} = +12V$  e  $-V_{cc} = -12V$ .

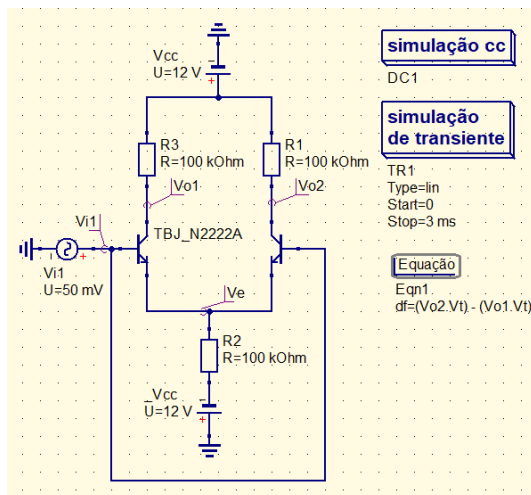


Figura 7: Circuito com terminação dupla.

- 2) Conecte as duas entradas do amplificador diferencial no gerador, ajustando as entradas para que  $V_{i1} = V_{i2}$  com 300 mVp, frequência 1kHz, senoidal. Esboce as formas de onda de tensão de entrada, e saídas observadas em  $V_{o1}$  e  $V_{o2}$ .

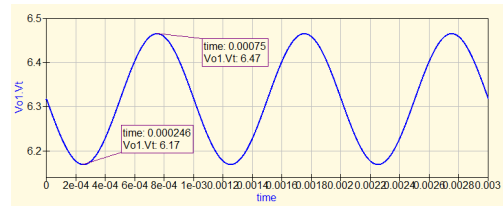


Figura 8: Sinal de saída Vo1.

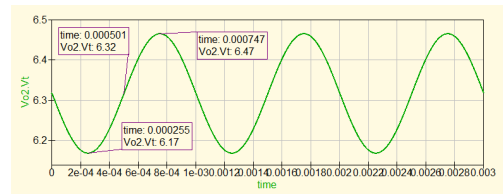


Figura 9: Sinal de saída Vo2.

- 3) Com o mesmo circuito em funcionamento, meça a tensão diferencial de saída. Qual foi o resultado obtido nesta situação? Este resultado era o esperado?

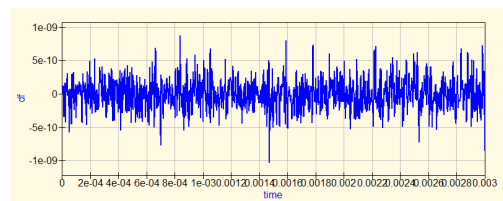


Figura 10: Sinal diferencial b).

Por meio do gráfico de saída de  $V_{o1}$  e  $V_{o2}$  que ao subtrair os sinais o valor fica muito próximo de zero, como pode ser observado na Figura 10, possuindo uma escala muito pequena (nV), restando apenas ruídos no sinal.

- 4) Analise o resultado do ganho observado nesta situação. Os resultados estão coerentes? O ganho experimental está próximo do esperado?

O ganho teórico para esta configuração é dado por:

$$A_c = \frac{\beta R_C}{\beta r_e + 2(\beta + 1)R_E} = 0,496$$

Já o ganho experimental de cada saída é dado por:

$$A_v = \frac{V_{o2pp}}{V_{ipp}} = 0,5$$

Contudo como ambas as saídas estão em fases o ganho combinado será zero.