

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA
EEL7011 – Eletricidade Básica

AULA 12
AMPLIFICADORES OPERACIONAIS

1 INTRODUÇÃO

Os objetivos desta aula são:

- Introduzir conceitos básicos sobre amplificadores operacionais;
- Apresentar o circuito somador-inversor.

Os amplificadores operacionais são circuitos integrados usados para diversas funções, desde comparação, amplificação de sinais, implementação de funções matemáticas como ganhos, integradores, derivadores, entre outras.

2 AMPLIFICADORES OPERACIONAIS

2.1 Introdução

Amplificador é todo dispositivo, cuja função principal, é obter um determinado ganho. Isto é, o sinal de saída é maior que o sinal de entrada, $V_o = K \cdot V_i$.

O amplificador operacional (AMPOP) é um amplificador formado por um conjunto de circuitos transistorizados (circuito integrado com vários elementos), cujo modelo aparece na figura 1.

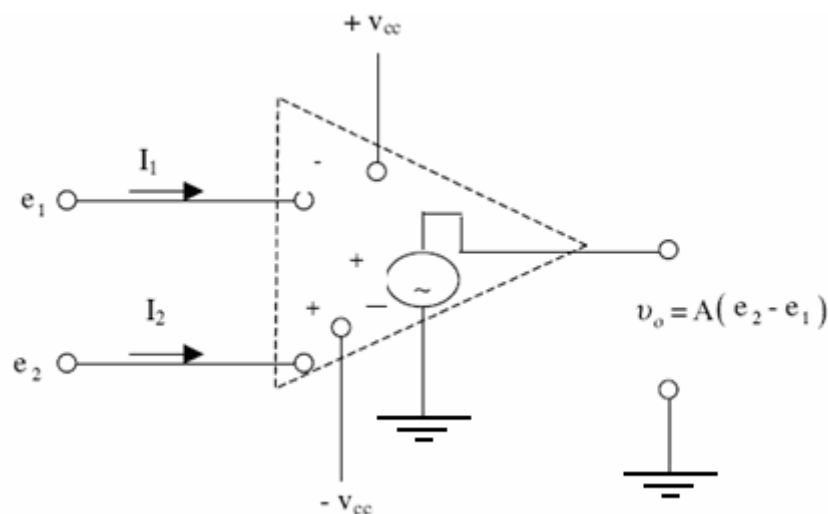


Figura 1 - Modelo do amplificador operacional.

Na figura 1 identifica-se:

- e_1 - entrada inversora;

- e_2 - entrada não inversora;
- v_o - tensão de saída;
- $\pm V_{cc}$ - tensão contínua de alimentação.

O AMPOP se caracteriza por possuir um ganho muito elevado, impedância de entrada muito elevada e impedância de saída muito baixa, isto é: $A \rightarrow \infty$; impedância entrada $\rightarrow \infty$; impedância saída = 0.

Por possuir estas características o AMPOP pode ser representado por uma fonte de tensão controlada em tensão, como mostra a figura 2.



Figura 2 - Representação do AMPOP por fonte independente de tensão.

Assim, o AMPOP, na maioria das vezes, é utilizado com realimentação externa, conforme a figura 3.

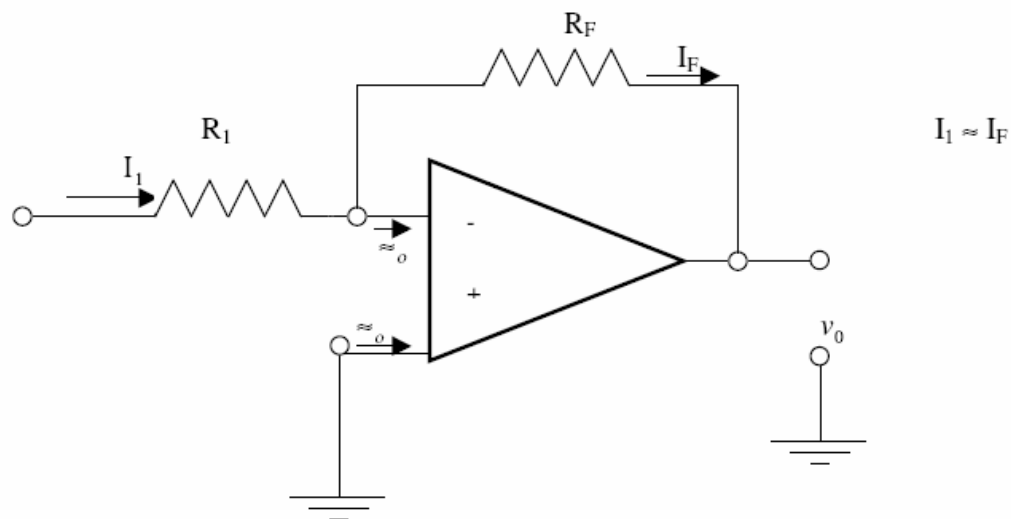


Figura 3 - AMPOP com realimentação.

Com relação a figura 3 é fácil demonstrar que:

$$v_o = -\frac{R_F}{R_1} v_i$$

Se no lugar de R_F for colocado um capacitor, o AMPOP funcionará como um integrador, isto é:

$$v_o = K \int v_i$$

Se o capacitor for colocado no lugar de R_1 , o AMPOP funcionará como um diferenciador, isto é:

$$v_o = K \frac{d(v_i)}{dt}$$

3 PARTE EXPERIMENTAL

Utilizando um AMPOP, o osciloscópio, um gerador de sinais e três resistores, montar o circuito de um somador – inversor, conforme figura 4.

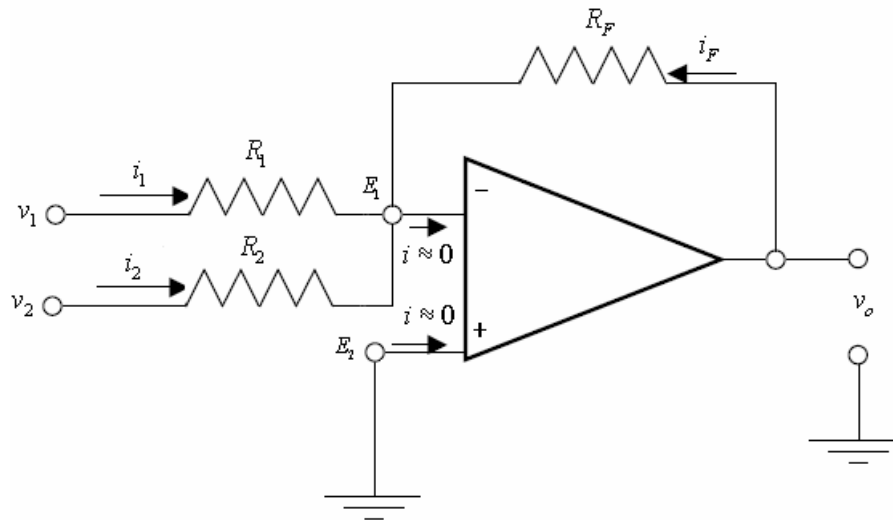


Figura 4 – Circuito somador - inversor.

No ponto E_1 : $i_1 + i_2 + i_F = 0$ ($i_+ = i_- = 0$)

Como $E_1 - E_2 = 0$ e $E_1 = E_2 = 0$ (terra virtual), então:

$$i_1 = \frac{v_1}{R_1}; \quad i_2 = \frac{v_2}{R_2} \quad i_F = \frac{v_o}{R_F}$$

$$v_o = - \left(\frac{R_F}{R_1} v_1 + \frac{R_F}{R_2} v_2 \right)$$

Será utilizado:

$$R_1 = 20 \text{ k}\Omega; \quad R_2 = 15 \text{ k}\Omega; \quad R_F = 20 \text{ k}\Omega$$

O AMPOP usado no laboratório é mostrado na figura 5.

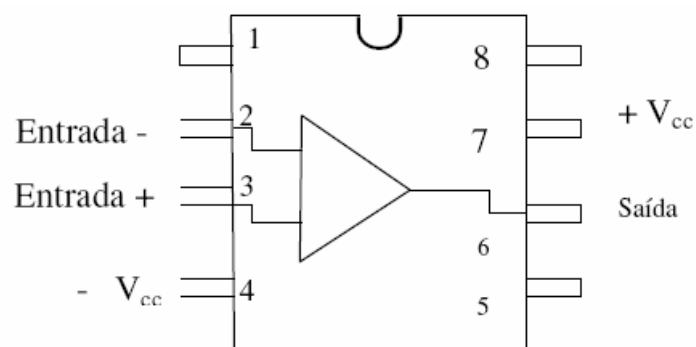
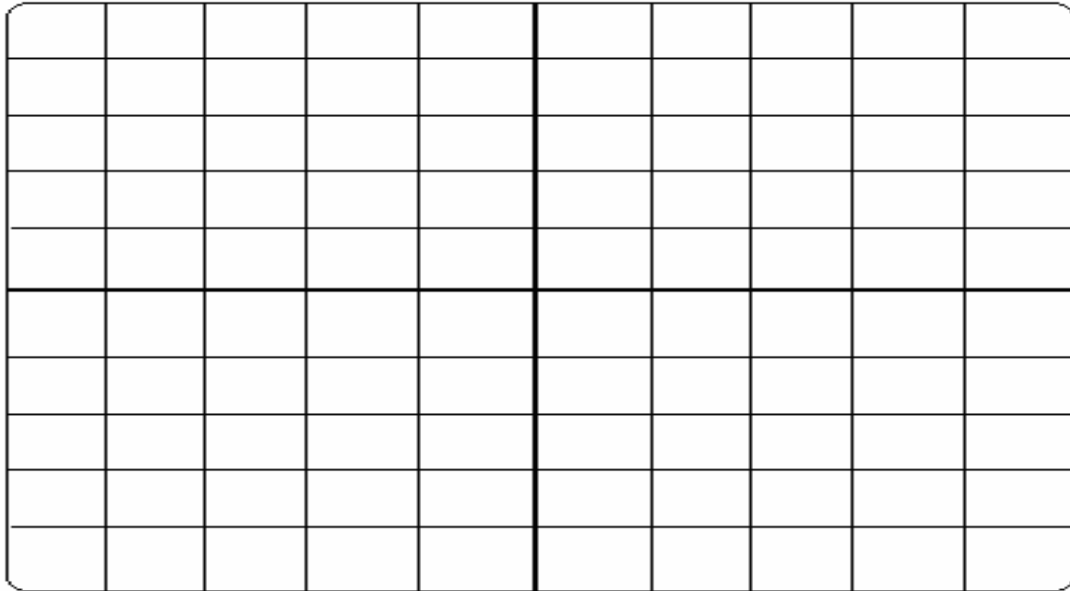


Figura 5 - Ligação do circuito integrado.

Para polarização vamos utilizar $+V_{cc} = 15\text{ V}$ e $-V_{cc} = -15\text{ V}$, com $v_1 = 5\text{ V}$ (barramento, tensão contínua) e $v_2 = 5 \cdot \sin(\omega t)[\text{V}]$, com $f = 100\text{ Hz}$ (gerador de funções), verificar com um osciloscópio a tensão de saída (v_o). Para não haver saturação, a tensão de saída, em qualquer instante de tempo, deve ficar limitada a 15 V .

Esboce as formas de onda das tensões de entrada (v_1 e v_2) e de saída (v_o) na figura abaixo.



Para o relatório:

- Explique o funcionamento do circuito implementado;
- Desenhe as formas de onda das tensões de entrada (v_1 e v_2) e de saída (v_o) para uma entrada (v_2) senoidal, com a mesma frequência usada no ensaio e amplitude de 10 V ;
- Desenhe as formas de onda das tensões de entrada (v_1 e v_2) e de saída (v_o) para uma entrada (v_2) triangular, com a mesma frequência usada no ensaio e amplitude de 5 V ;
- Desenhe as formas de onda das tensões de entrada (v_1 e v_2) e de saída (v_o) para uma entrada (v_2) quadrada, com a mesma frequência usada no ensaio e amplitude de 5 V .