

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA
CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

Professor: William Caires Silva Amorim
Monitor II: João Marcus Soares Callegari

ELT 226 - Laboratório de Circuitos Elétricos I

Nome: _____ Mat.: _____ Data: ____/____/____

Amplificador Operacional

Introdução:

- O modelo ideal de um Amplificador Operacional (amp-op) é mostrado na Figura 1(a) e possui duas características importantes: a corrente nos dois terminais de entrada é nula ($i_1 = i_2 = 0$), mas a corrente no terminal de saída é diferente de zero ($i_3 \neq 0$) e a diferença de potencial entre os terminais de entrada é zero ($v_1 - v_2 = 0$). A Figura 1(b) apresenta o esquema de um Amplificador Operacional LM741.

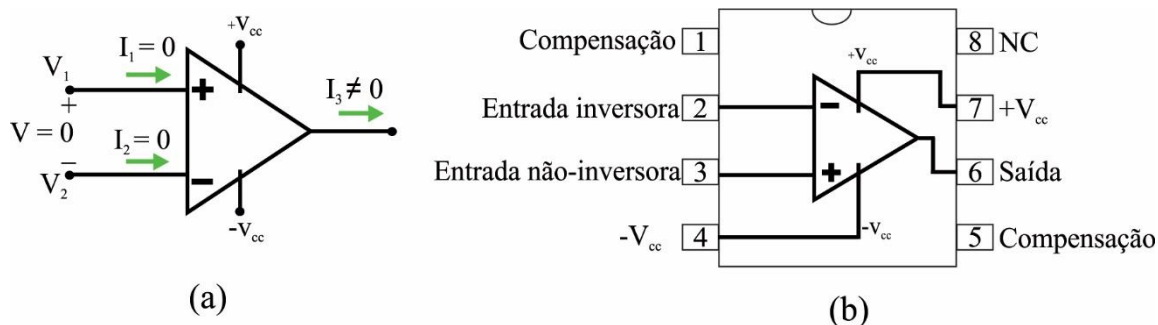


Figura 1 - (a) Modelo do amplificador operacional ideal. (b) Encapsulamento DIP (dual in-line package) de oito pinos de um LM741.

Objetivos:

- Aplicar amplificadores operacionais em circuitos elétricos: topologias amp-op inversor e não inversor.

Material utilizado:

- 2 resistores $1k\Omega$ 1/4W;
- 3 resistores $10k\Omega$ 1/4W;
- 2 amp-ops LM741;
- Gerador de sinal;
- Fios;
- Fonte c.c;
- Multímetro;
- Osciloscópio;
- Protoboard;

Parte teórica:

- Sejam os circuitos dados na Figura 2. Considere a entrada V_i dada por:

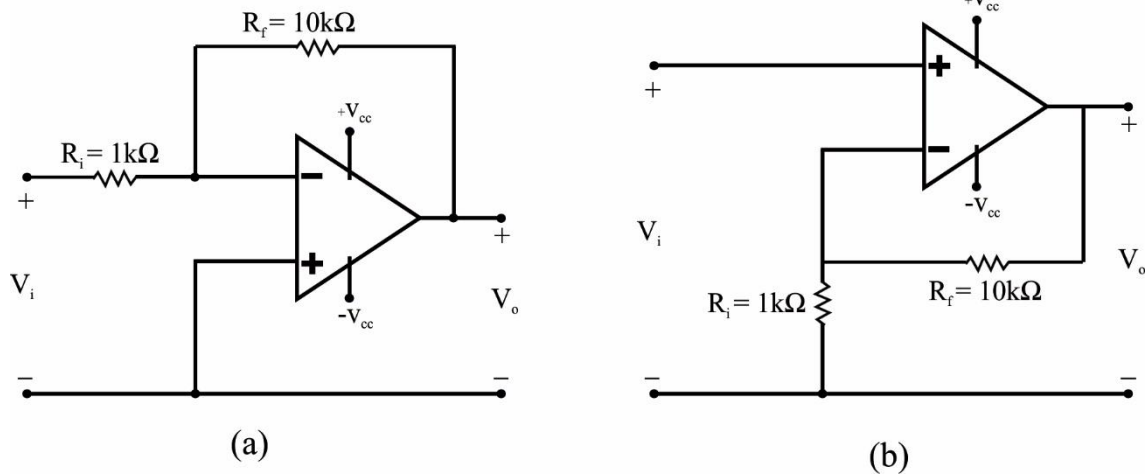
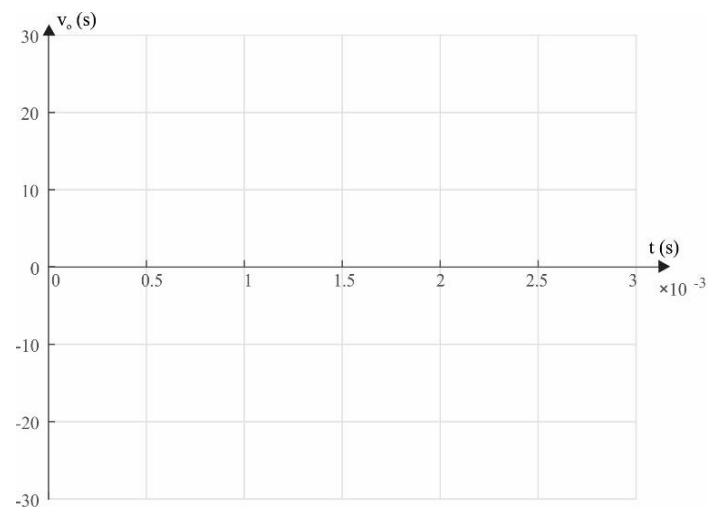
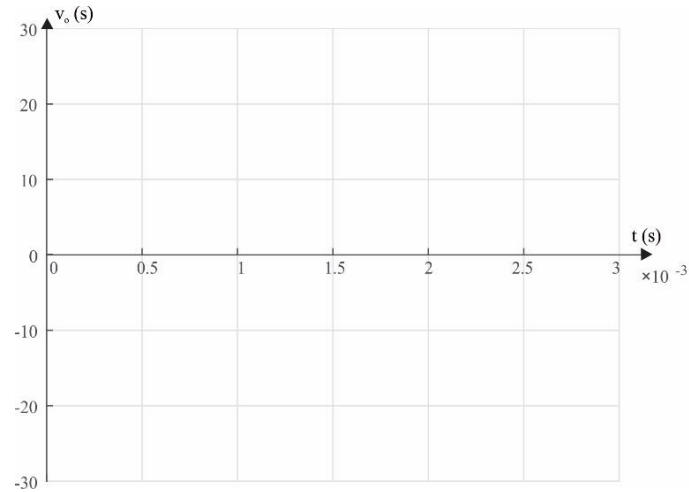


Figura 2 – (a) Circuito amplificador inversor. (b) Circuito amplificador não inversor.

$$V_i(t) = \begin{cases} 0, & \text{se } t < 0 \\ 2\text{sen}(wt), & \text{se } t \geq 0, \end{cases} \quad (1)$$

onde $w = 2\pi f$ e $f = 1\text{kHz}$.

- Encontre a relação $V_o(t)$ em função de R_i , R_f e $V_i(t)$ para os circuitos da Figura 2(a) e (b);
- Aplicando $V_i(t)$, esboce a forma de onda da saída $V_o(t)$ para os circuitos amp-op inversor e não inversor.



Parte prática:

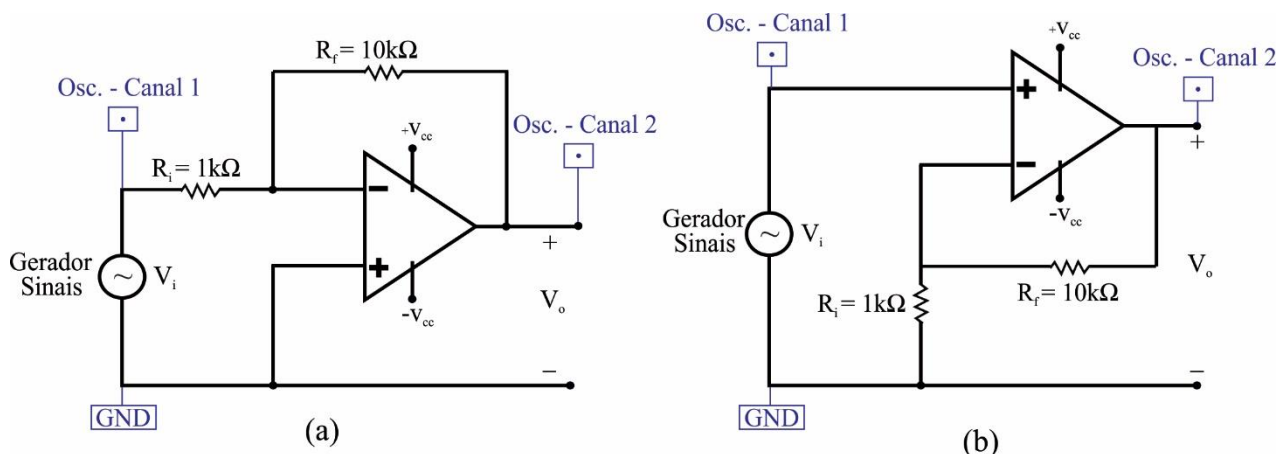


Figura 3 – Esquema de ligação dos circuitos amp-op (a) inversor e (b) não inversor.

Amplificador Inversor

- Antes de ligar a fonte c.c variável, girar os potenciômetros no sentido anti-horário para que a tensão seja mínima (0 V);
- Selecionar o modo de operação Série da fonte c.c. Ajustar 12V em cada um dos canais, e referenciar o terminal negativo do canal *Master* como 0V;
- Confira, com voltímetro, +12V e -12V na saída da fonte;
- Ajuste o gerador de sinais para 1kHz e 0,5 volts pico-a-pico;
- Realize a ligação da configuração da Figura 3(a);
- Configurar o canal 1 do osciloscópio em acoplamento c.a, e conectá-lo na entrada inversora do amp-op e no GND do circuito, conforme mostrado na Figura 3(a), com as seguintes especificações:
 - *Volts/Divisão* = 0,5 Volts.
 - *Tempo/Divisão* = 0,2 ms.
- Configurar o canal 2 do osciloscópio em acoplamento c.a, e conectá-lo na saída do amp-op e no GND do circuito, conforme mostrado na Figura 3(a), com as seguintes especificações:
 - *Volts/Divisão* = 1 Volt.
 - *Tempo/Divisão* = 0,2 ms.
- Efetue as medições e preencher a Tabela 1;

Tabela 1 – Grandezas medidas, circuito amp-op inversor.

Grandezas	Valor medido
Tensão pico-a-pico de entrada [V]	0,5V
Tensão pico-a-pico de saída [V]	
Frequência do sinal de saída [Hz]	
Ganho de tensão	

- Conecte um resistor de 10kΩ em paralelo com o resistor Rf. Realize as medições novamente e preencha a Tabela 2;

Tabela 2 – Grandezas medidas, com conexão de resistor de $10k\Omega$ em paralelo com R_f .

Grandezas	Valor medido
Tensão pico-a-pico de entrada [V]	0,5V
Tensão pico-a-pico de saída [V]	
Frequência do sinal de saída [Hz]	
Ganho de tensão	

- Por que a tensão de saída medida foi alterada? Explique em termos do ganho do amp-op;
- As tensões de entrada e saída estão em fase? Explique.

Amplificador Não Inversor

- Ajuste o gerador de sinais para 1kHz e 0,5 volts pico-a-pico;
- Realize a ligação da configuração da Figura 3(b);
- Configurar o canal 1 do osciloscópio em acoplamento c.a, e conectá-lo na entrada **não** inversora do amp-op e no GND do circuito, conforme mostrado na Figura 3(a), com as seguintes especificações:
 - *Volts/Divisão* = 0,5 Volts.
 - *Tempo/Divisão* = 0,2 ms.
- Configurar o canal 2 do osciloscópio em acoplamento c.a, e conectá-lo na saída do amp-op e no GND do circuito, conforme mostrado na Figura 3(a), com as seguintes especificações:
 - *Volts/Divisão* = 1 Volt.
 - *Tempo/Divisão* = 0,2 ms.
- Efetue as medições e preencha a Tabela 3;

Tabela 3 – Grandezas medidas, circuito amp-op não inversor.

Grandezas	Valor medido
Tensão pico-a-pico de entrada [V]	0,5V
Tensão pico-a-pico de saída [V]	
Frequência do sinal de saída [Hz]	
Ganho de tensão	

- O ganho deste circuito é o mesmo ganho do circuito amp-op inversor? Explique baseando-se nas equações teóricas e valores medidos observados;
- O ganho para a entrada considerada ($0,5V_{pp}$) foi o mesmo obtido na seção teórica ($4V_{pp}$)? Pequenos desvios são observados devido imprecisão de medições.
- Calcule o erro [%] relativo para a tensão de saída observada e calculada.