

Aula 9: Circuitos com Amplificadores Operacionais – Parte 2

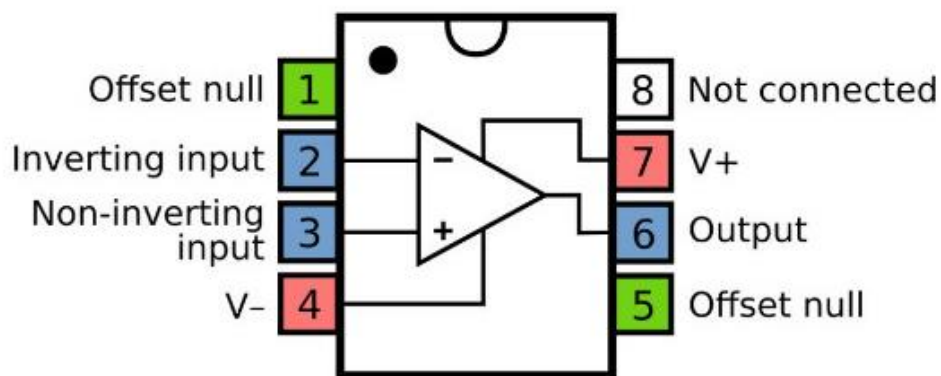
Objetivos

- Aprender a utilizar amplificadores operacionais
- Verificar os efeitos da tensão de offset
- Verificar os efeitos das correntes de polarização
- Verificar a largura de banda finita de amplificadores operacionais
- Implementar um integrador utilizando amplificador operacional

Lista de material

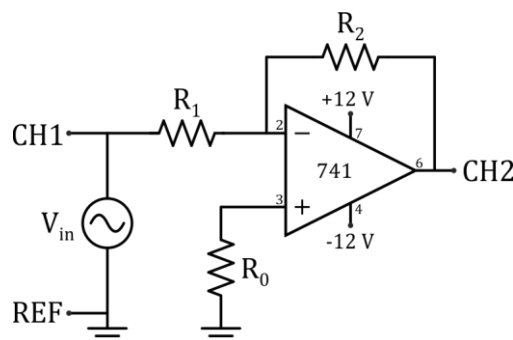
- Osciloscópio, gerador de sinais e multímetro;
- Resistores: 1 k Ω , 10 k Ω e 100 k Ω .
- Capacitor: 10 nF.
- Amplificador operacional μ A741 ou equivalente.

Instruções



Roteiro da experiência

- 1) Monte o circuito abaixo, inicialmente utilize $V_{in} = 0$ V, $R_1 = 10$ k Ω , $R_2 = 100$ k Ω e $R_0 = 0$ Ω .



- a) Com o multímetro, meça os valores da tensão de saída V_o e o valor da tensão V_- na entrada inversora (terra virtual) do amplificador operacional. Qual a origem do valor medido em V_o ? Por que V_- não é exatamente zero?

- b) Considere agora um resistor $R_0 = R_1 // R_2$ e meça V_o e V_- . O valor de V_o aumentou ou diminuiu em relação ao item a)? Por quê?

- c) Utilize agora $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$, faça novamente $R_0 = 0 \Omega$ e meça V_o e V_- . O valor de V_o aumentou ou diminuiu em relação ao item a)? Por quê?

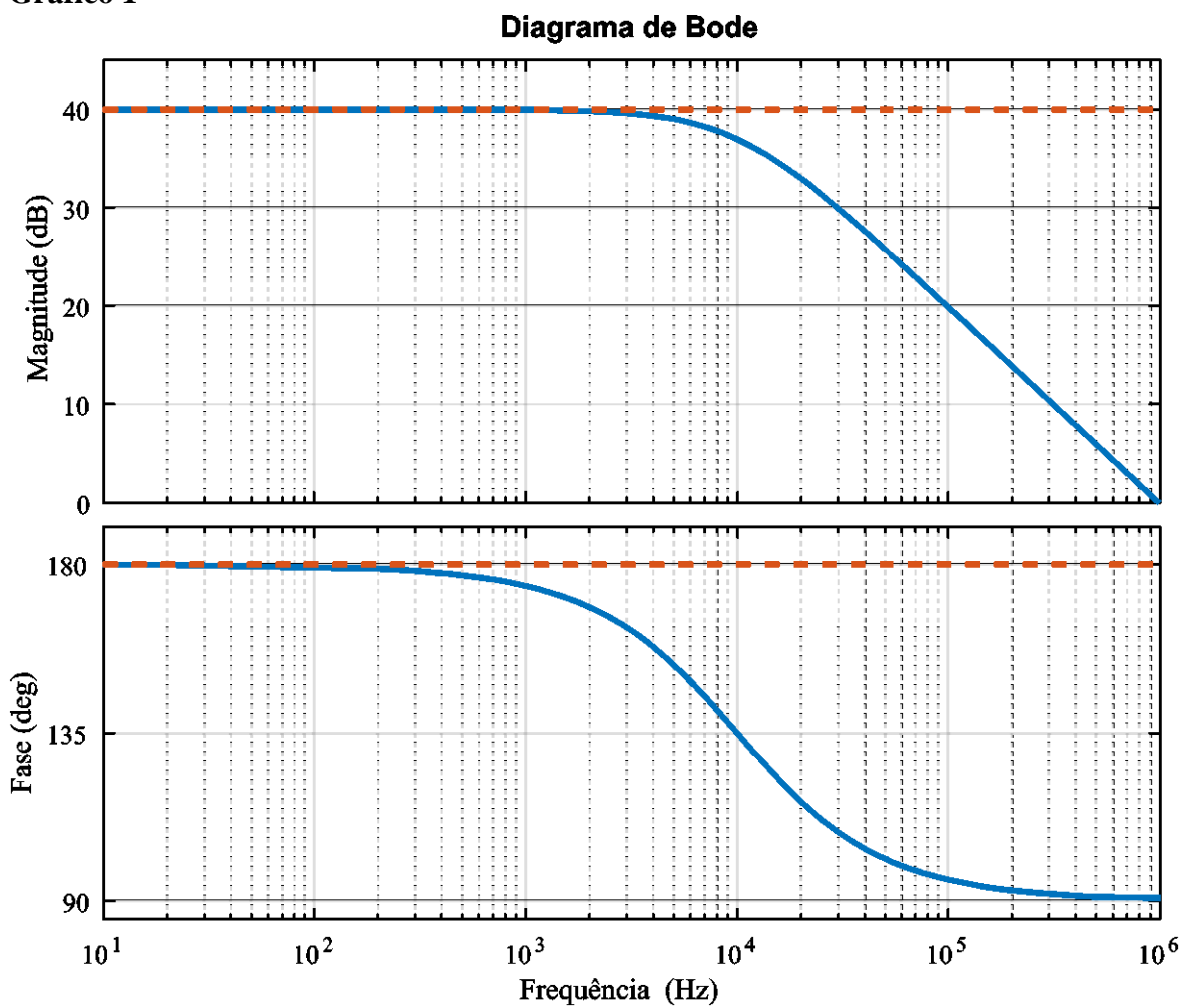
- d) Considerando um sinal sinusoidal em V_{in} (valor de pico $\leq 100 \text{ mV}$), faça a medição da magnitude e da fase do ganho de malha fechada para as frequências indicadas na Tabela 1. Indique os pontos medidos no Gráfico 1 e trace a curva obtida experimentalmente.

Tabela 1

f [Hz]	V_i [V]	V_o [V]	V_o/V_i	$20 \cdot \log(V_o/V_i)$	θ [°]
10					
20					
50					
100					
200					
500					
1000					
2000					

5000					
10000					
20000					
50000					
100000					

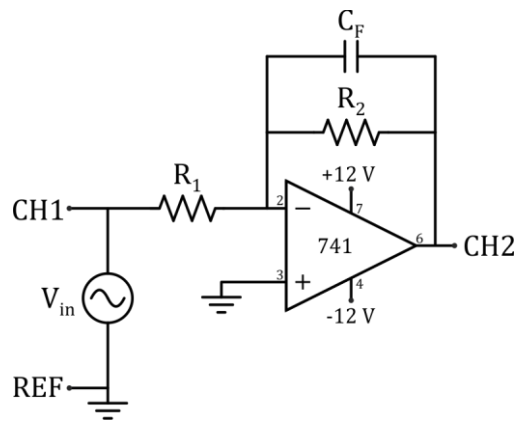
Gráfico 1



Curva contínua:
$$G(f) = \frac{-\frac{R_2}{R_1}}{1 + \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) \frac{1}{A(f)}}, \text{ tal que } A(f) = \frac{A_0}{1 + j \frac{f}{f_b}} \text{ para } A_0 = 2 \cdot 10^5 \text{ e } f_b = 5 \text{ Hz}$$

Curva tracejada:
$$G(f) = -\frac{R_2}{R_1}$$

2) Monte o circuito abaixo. Utilize $R_1 = 1\text{ k}\Omega$, $R_2 = 100\text{ k}\Omega$ e $C_F = 10\text{ nF}$.

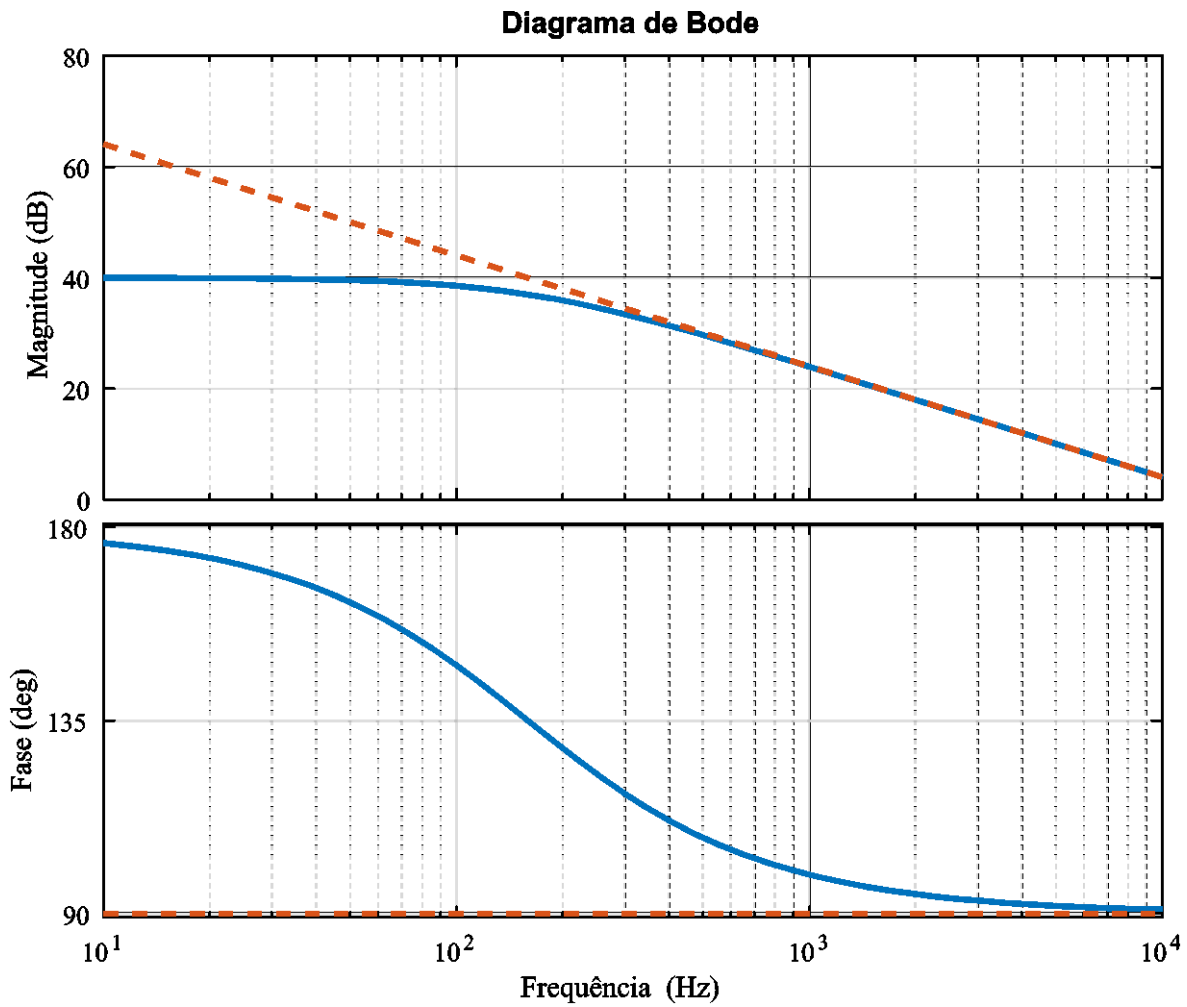


Considerando um sinal sinusoidal em V_{in} (valor de pico $\leq 100\text{ mV}$), faça a medição da magnitude e da fase do ganho de malha fechada para as frequências indicadas na Tabela 2. Indique os pontos medidos no Gráfico 2 e trace a curva obtida experimentalmente.

Tabela 2

$f\text{ [Hz]}$	$V_i\text{ [V]}$	$V_o\text{ [V]}$	V_o/V_i	$20.\log(V_o/V_i)$	$\theta\text{ [}^\circ\text{]}$
10					
20					
50					
100					
200					
500					
1000					
2000					
5000					
10000					

Gráfico 2



Curva contínua: $G(f) = -\frac{R_2}{R_1} \frac{1}{1 + j2\pi f R_2 C_F}$ (Integrador com perdas)

Curva tracejada: $G(f) = -\frac{1}{j2\pi f R_1 C_F}$ (Integrador Miller)