

LAB 9 - AMP-OP: REALIMENTAÇÃO NEGATIVA

1. Objetivos:

Verificar as características elétricas do Amp-Op real no modo com realimentação negativa, usando a configuração inversora, não inversora e seguidor de tensão (buffer).

2. Material:

Laboratório	A ser providenciado pela equipe
01 Fonte de tensão CC variável	01 resistor 1 k Ω ¼ W
01 Gerador de funções	Resistores de valor calculado na atividade no pre-lab do moodle, caso precise realize associação de resistores, ¼ W
01 Matriz de contatos	02 Capacitor cerâmico 100 nF
01 Osciloscópio	01 resistor 10k Ω ¼ W
02 Pontas de prova	02 CI 358 - amplificador operacional

3. Reconhecimento e inspeção dos componentes:

3.1. Meça os resistores e anote os valores:

$R_{1k} = \underline{\hspace{2cm}}$ $R_{10k} = \underline{\hspace{2cm}}$

$R_{\underline{\hspace{1cm}}}k = \underline{\hspace{2cm}}$ (R_2 da configuração inversora)

$R_{\underline{\hspace{1cm}}}k = \underline{\hspace{2cm}}$ (R_2 da configuração não inversora)

3.2. Realize a conexão das fontes de alimentação como mostra a Figura 1 e fixe a tensão em 15V. Meça e verifique a tensão $V_+ = 15V$ e $V_- = -15V$ (preste atenção à polaridade):

$V_+ = \underline{\hspace{2cm}}$ $V_- = \underline{\hspace{2cm}}$

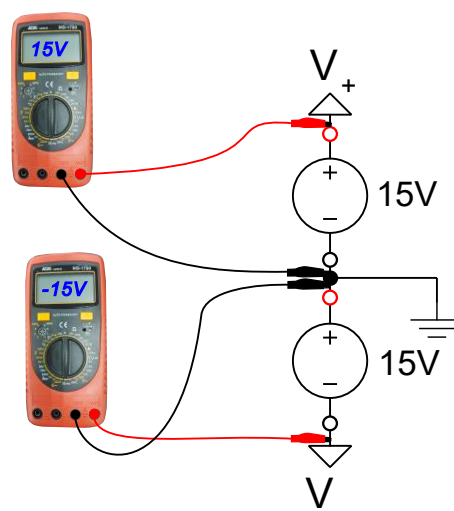


Figura 1: Diagrama de conexão das fontes de alimentação para alimentação simétrica do Amp-Op.

4. Circuito 1: configuração inversora

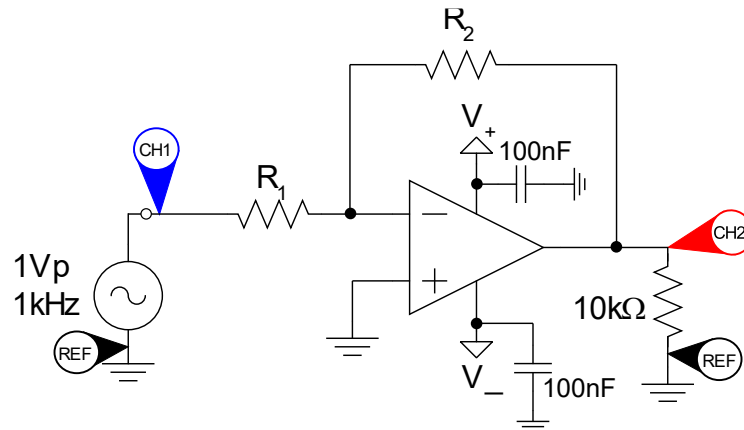


Figura 2: Circuito 1 - Amp-Op em configuração inversora.

- 4.1. Monte o circuito indicado Figura 2
- 4.2. Ajuste o gerador de funções para que forneça um sinal senoidal de 1Vp e $f = 1\text{kHz}$ (**sem offset, i.e. centrada em zero**). Confirme sua forma de onda com o OSCILOSCÓPIO. **Ajuste suas medidas para reportar CH1: Vpp, CH2: Vpp, CH2: max, CH2: min e CH1: freq.**
- 4.3. Observe as formas de onda, complete as medidas indicadas abaixo e verifique o ganho desejado. Faça o print da tela incluindo as medidas.

$$V_{out_{pp}} = \underline{\hspace{2cm}} \quad V_{in_{pp}} = \underline{\hspace{2cm}} \quad \text{Ganho}_{medido} = V_{out_{pp}}/V_{in_{pp}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$V_{out@V_{in}=\min} = \underline{\hspace{2cm}} \quad V_{out@V_{in}=\max} = \underline{\hspace{2cm}} \quad \text{Desfasagem entrada-saída} = \underline{\hspace{2cm}}^\circ$$

- 4.4. Observe a figura de *Lissajous*: Coloque a posição das formas de onda no centro da tela e pressione o botão Display e mude o formato de YT para XY. Neste modo o eixo horizontal é CH1 e o vertical é CH2. Para esta experiencia seria o gráfico V_{out} vs. V_{in} . Verifique o comportamento pela função de transferência do circuito. Faça o print da tela incluindo as medidas.
- 4.5. Volte para o formato YT. Observe a forma de onda da saída enquanto aumenta a amplitude do gerador até o máximo valor possível. Faça o print da tela incluindo as medidas. A tensão de saída deve-se encontrar limitada nos picos, reporte os valores de tensão usando a tensão de alimentação de $V_{ss} = \pm 15\text{V}$:

$$V_{out_{max}} = \underline{\hspace{2cm}} \quad V_{out_{min}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$V_{ss} - V_{out_{max}} = \underline{\hspace{2cm}} \quad (\text{Voltage swing da alimentação positiva})$$

$$V_{ss} - |V_{out_{min}}| = \underline{\hspace{2cm}} \quad (\text{Voltage swing da alimentação negativa})$$

5. Circuito 2: configuração não inversora

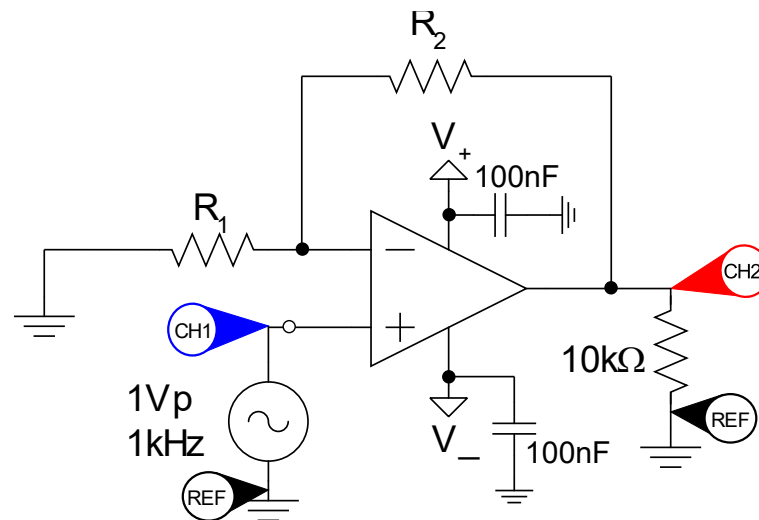


Figura 3: Circuito 2 – Amp-Op em configuração não inversora.

- 5.1. Monte o circuito indicado Figura 3.
- 5.2. Ajuste o gerador de funções para que forneça um sinal senoidal de 1Vp e $f = 1\text{kHz}$ (**sem offset, i.e. centrada em zero**). Confirme sua forma de onda com o OSCILOSCÓPIO.
- 5.3. Observe as formas de onda, complete as medidas indicadas abaixo e verifique o ganho desejado. Faça o print da tela incluindo as medidas.

$$V_{out_{pp}} = \underline{\hspace{2cm}} \quad V_{in_{pp}} = \underline{\hspace{2cm}} \quad \text{Ganho}_{medido} = V_{out_{pp}}/V_{in_{pp}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$V_{out@V_{in}=\min} = \underline{\hspace{2cm}} \quad V_{out@V_{in}=\max} = \underline{\hspace{2cm}} \quad \text{Desfasagem entrada-saída} = \underline{\hspace{2cm}}^\circ$$

- 5.4. Observe a figura de *Lissajous* e verifique o comportamento pela função de transferência do circuito. Faça o print da tela incluindo as medidas.

6. Circuito 3: seguidor de tensão (Buffer)

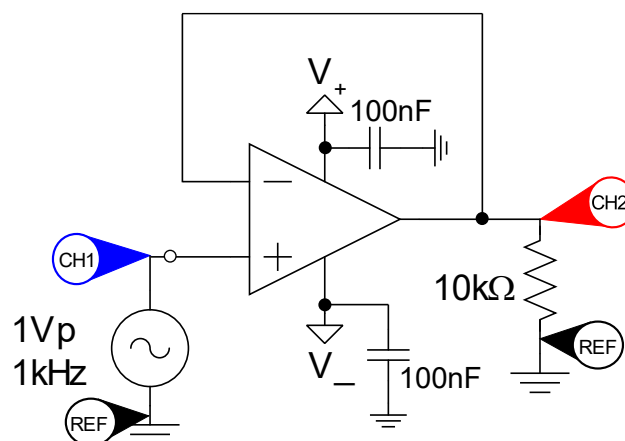


Figura 4: Amp-Op em configuração buffer.

- 6.1. Monte o circuito indicado na Figura 4.
- 6.2. Ajuste (ou garanta) que o gerador de funções para que forneça um sinal senoidal da **máxima tensão possível** e $f = 1\text{kHz}$ (**sem offset, i.e. centrada em zero**). Confirme sua forma de onda com o OSCILOSCÓPIO.
- 6.3. Observe as formas de onda, complete as medidas indicadas abaixo e verifique o ganho desejado. Faça o print da tela incluindo as medidas.

$$V_{out_{pp}} = \underline{\hspace{2cm}} \quad V_{in_{pp}} = \underline{\hspace{2cm}} \quad \text{Ganho}_{medido} = V_{out_{pp}}/V_{in_{pp}} = \underline{\hspace{2cm}}$$
$$V_{out@V_{in}=min} = \underline{\hspace{2cm}} \quad V_{out@V_{in}=max} = \underline{\hspace{2cm}} \quad \text{Desfasagem entrada-saída} = \underline{\hspace{2cm}}^\circ$$

- 6.4. Aumente a frequência do gerador até que a saída apresente uma forma de onda limitada pelo Slew rate
 $freq = \underline{\hspace{2cm}} \quad SR = 2\pi * freq * V_{outp} = \underline{\hspace{2cm}} \quad SR_{datasheet} = \underline{\hspace{2cm}}$
- 6.5. Apresente seus cálculos, conclusões, os 6 print de tela do osciloscópio e resultados (**Checkpoint**).