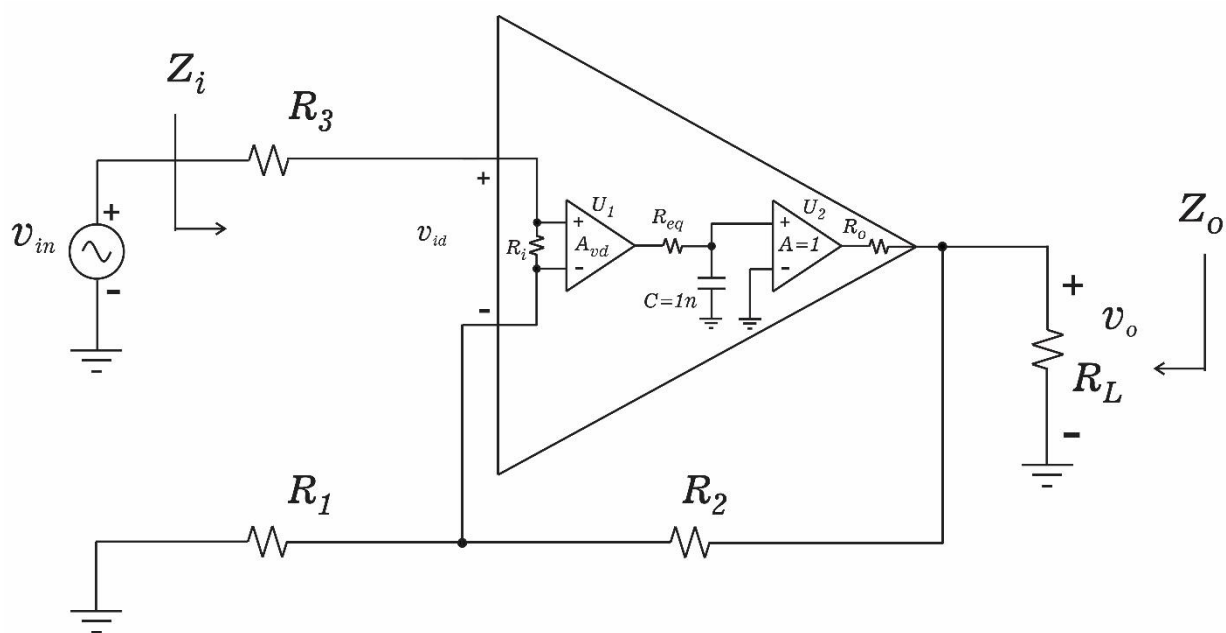


## AULA PRÁTICA #3 – REALIMENTAÇÃO NEGATIVA

### I) Objetivos:

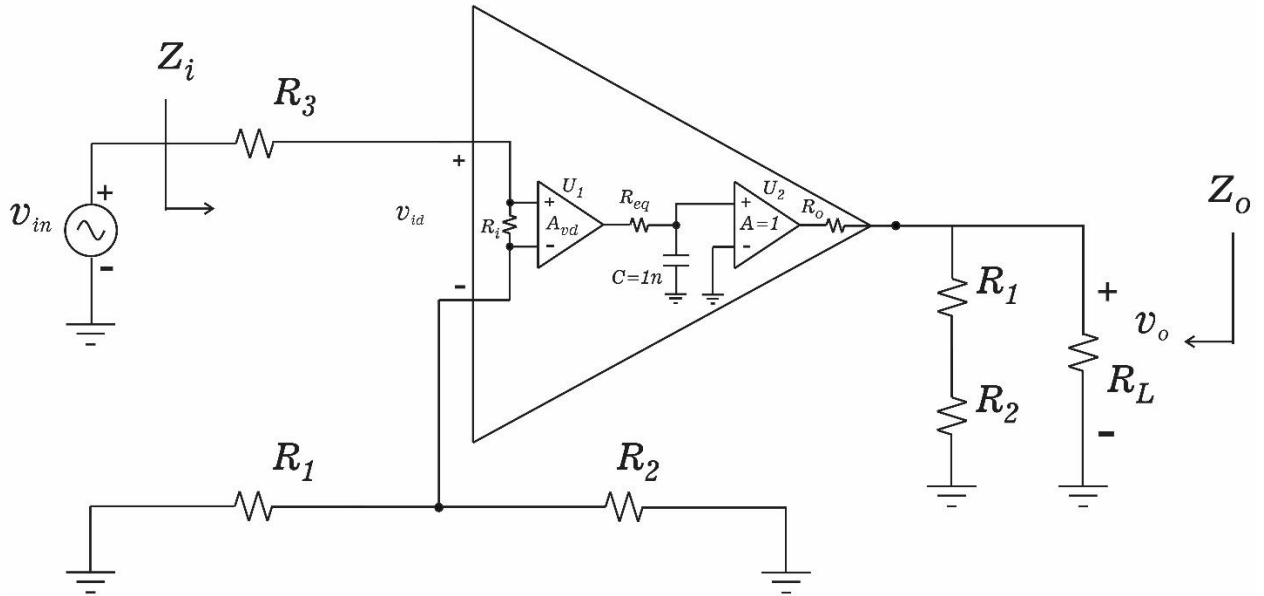
Utilizar o modelo do circuito amplificador elementar construído na 2a experiência para estudar os efeitos da realimentação negativa sobre as características do circuito.



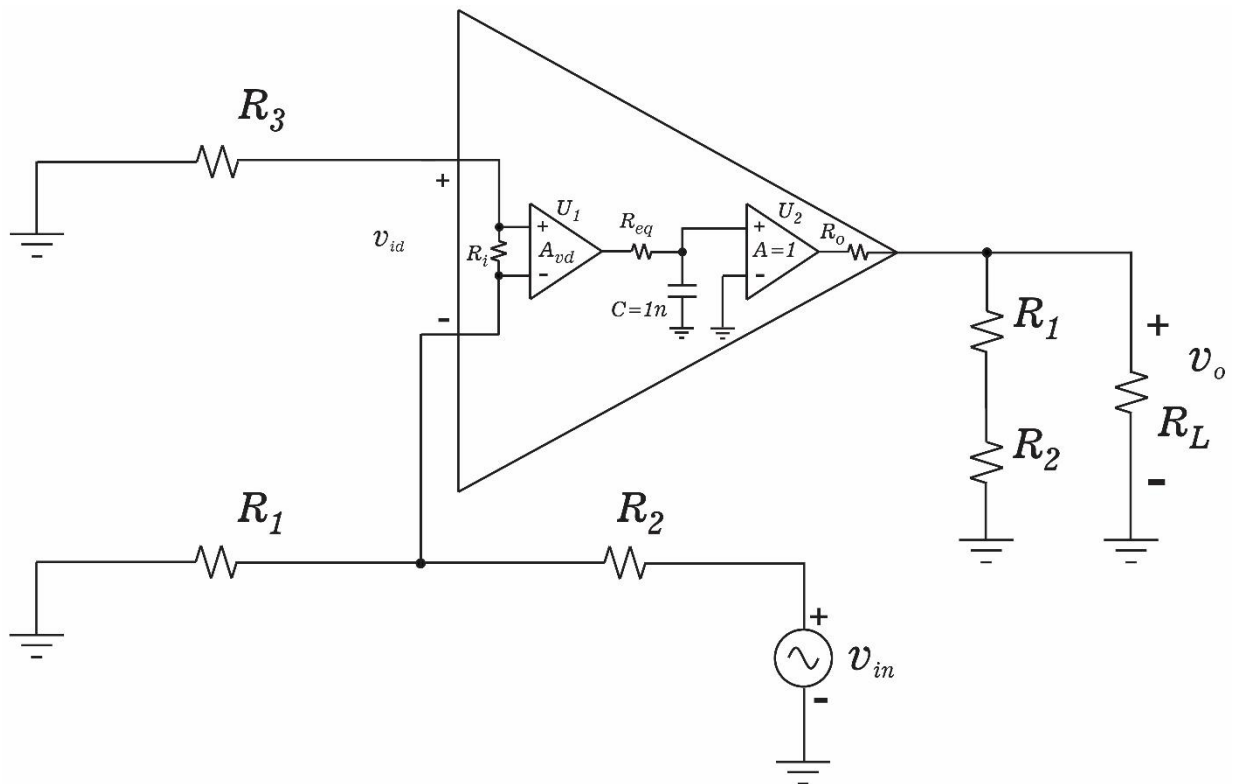
**Figura 1** – Circuito do amplificador operacional elementar (modelo) realimentado

### II) Especificações de projeto para o circuito realimentado:

| Parâmetros                                                         | Valores                                    |
|--------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| $A_{vd}, R_i, R_o, f_{cs}$ e excursão                              | Modelo da 2a experiência                   |
| $R_L$                                                              | $22k\Omega$                                |
| Excursão do sinal na saída (com carga)                             | $V_o \geq 5,5V_{pico}$                     |
| Ganho de tensão realimentado ideal ( $A_{vd} \rightarrow \infty$ ) | $A_{vf_{ideal}} = \frac{V_o}{V_{in}} = 10$ |
| Ganho de tensão realimentado ( $A_{vd}$ finito)                    | $A_{vf} = \frac{V_o}{V_{in}} \geq 9,5$     |



**Figura 2** – Circuito do amplificador básico com o peso da realimentação



**Figura 3** – Circuito para o cálculo do ganho de malha  $A\beta$

**III) Tarefas:**

Use  $R_3 = R_1 \parallel R_2$ . Esse resistor é chamado de resistor de compensação de bias e é incluído no circuito para que as duas entradas do modelo do amplificador operacional elementar vejam a mesma resistência para a terra.

**1) Identifique o tipo de realimentação presente no circuito**

Amostragem: \_\_\_\_\_ Comparação: \_\_\_\_\_

Tipo de ganho estrutural do amplificador ( $A_R, A_V, A_I, A_G$ ):  $A_{\square} = \frac{\square}{\square}$

Tipo de ganho da rede  $\beta$ :  $\beta = \frac{\square}{\square}$

**2) Identifique a topologia da rede  $\beta$** 

Desenhe o circuito da rede  $\beta$  e determine as expressões para  $\beta$ ,  $R_{\beta_i}$  e  $R_{\beta_o}$

**3) Determinação da relação  $R_2/R_1$** 

Pela especificação do ganho realimentado ideal, determine o valor de  $\beta$  e a expressão  $R_2/R_1$ .

$$\beta =$$

$$R_2/R_1 =$$

**4) Determinação de  $\beta A$  mínimo**

Pelas especificações dos ganhos realimentados ideal e real, determine o valor mínimo de  $\beta A$ .

$$(\beta A_v)_{min} =$$

**5) Determinação do ganho mínimo do amplificador básico  $A_{v_{min}}$** 

Determinar o valor mínimo do ganho  $A_{v_{min}}$ , observe que o ganho  $\beta$  já é conhecido.

$$A_{v_{min}} =$$

## 6) Amplificador Básico

Considere o circuito do amplificador básico, mostrado na Figura 2. Escreva a expressão do ganho do amplificador básico, deixando em função de  $R_1$ .

## 7) Determinação de $R_1$ e $R_2$

Como todos os parâmetros do amplificador operacional elementar (modelo) foram encontrados na 2ª experiência e o ganho do amplificador básico já foi determinado, então é possível determinar a faixa de valores de  $R_1$  que permite atender ao ganho mínimo.

$$\leq R_1 \leq$$

Pela expressão da excursão máxima do sinal na saída, determine o valor mínimo de  $R_{\beta o}$  e, conseqüentemente, o valor mínimo de  $R_1$ .

$$R_1 \geq$$

Escolha adequadamente os valores de  $R_1$  e  $R_2$ , sendo que pelo menos um deles deve ser comercial.

$$R_1 =$$

$$R_2 =$$

## 8) Cálculo dos parâmetros do Amplificador Básico

Com os valores de  $R_1$  e  $R_2$  calculados, considerando o circuito da Figura 2, determine a impedância de entrada  $Z_i$ , a impedância de saída  $Z_o$ , o ganho  $A_v$ , a frequência de corte superior  $f_H$ , e a excursão máxima de saída  $V_{o_{pico}}$ . Preencha os valores na tabela da folha 5.

## 9) Cálculo dos parâmetros do amplificador realimentado

Com os valores de  $R_1$  e  $R_2$  calculados, considerando o circuito da Figura 1, determine a impedância de entrada  $Z_{if}$ , as impedâncias de saída  $Z_{of}$  e  $Z_{OUT}$ , o ganho  $A_{vf}$ , a frequência de corte superior  $f_{Hf}$ , e a excursão máxima de saída  $V_{o_{pico}}$ . Preencha os valores na tabela da folha 5.

## 10) Cálculo do Ganho $\beta A$

Utilize o circuito da Figura 3. Preencha o valor na tabela da folha 5.

## IV) Simulações e medidas:

- Construa o circuito do **amplificador básico**, como mostrado na **Figura 2**, com o peso da malha de realimentação na entrada e na saída e as resistências  $R_3$  e  $R_L$ . Faça as simulações e meça o Ganho ( $A_v$ ), Impedância de entrada ( $Z_i$ ), Impedância de saída ( $Z_o$ ) e frequência de corte superior ( $f_H$ ).
- Construa o circuito do **amplificador realimentado**, como mostrado na **Figura 1**, simule e meça o Ganho realimentado ( $A_{vf}$ ), Impedância de entrada ( $Z_{if}$ ) e Impedância de saída ( $Z_{of}$ ), Impedância de saída antes da carga ( $Z_{out}$ ), frequência de corte superior ( $f_{Hf}$ ) e **ganho de malha**  $A\beta$  segundo o circuito da **Figura 3**.
- Anote os valores obtidos nas simulações e nas medidas para cada parâmetro das tabelas abaixo e comente os resultados obtidos (**obrigatório e critério de avaliação**)

| Amplificador Básico          |                    |            |           |          |        |
|------------------------------|--------------------|------------|-----------|----------|--------|
| Parâmetros do circuito       |                    | Unid       | Projetado | Simulado | Medido |
| Ganho de tensão              | $A_v = v_o/v_{in}$ | V/V        |           |          |        |
| Impedância de entrada        | $Z_i$              | k $\Omega$ |           |          |        |
| Impedância de saída          | $Z_o$              | k $\Omega$ |           |          |        |
| Frequência de corte superior | $f_H$              | kHz        |           |          |        |
| Excursão do sinal na saída   | $v_{0pico}$        | V          |           |          |        |

| Amplificador Realimentado    |                       |            |           |          |        |
|------------------------------|-----------------------|------------|-----------|----------|--------|
| Parâmetros do circuito       |                       | Unid       | Projetado | Simulado | Medido |
| Ganho de tensão              | $A_{vf} = v_o/v_{in}$ | V/V        |           |          |        |
| Impedância de entrada        | $Z_{if}$              | k $\Omega$ |           |          |        |
| Impedância de saída          | $Z_{of}$              | k $\Omega$ |           |          |        |
|                              | $Z_{out}$             | k $\Omega$ |           |          |        |
| Frequência de corte superior | $f_{Hf}$              | kHz        |           |          |        |
| Excursão do sinal na saída   | $v_{0pico}$           | V          |           |          |        |
| Ganho de malha               | $A\beta$              | V/V        |           |          |        |