

Ficha Prática Nº 7

22. Considere que o *amp-op* da figura seguinte (Fig. 1) é ideal.

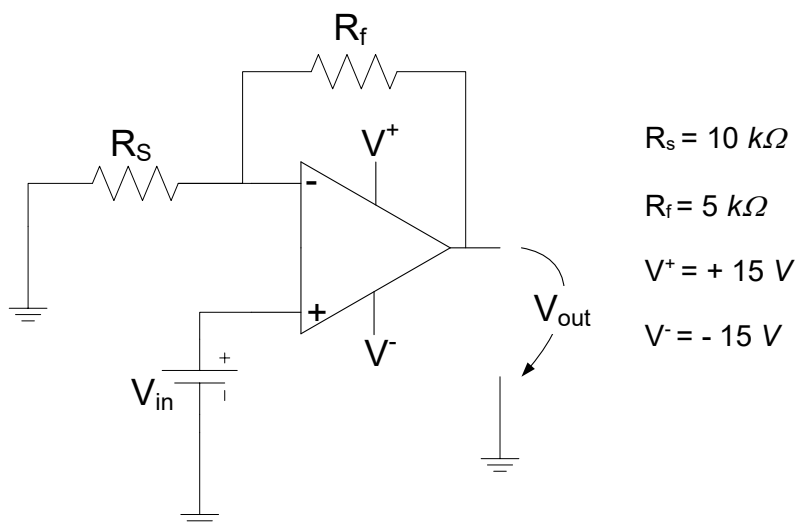
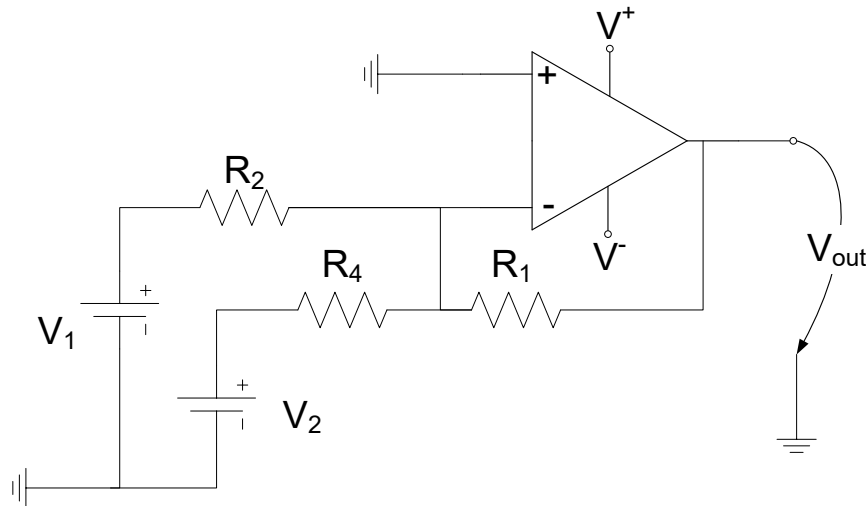


Fig. 1

- Determine a equação da tensão de saída (V_{out}) em função da fonte de tensão de entrada V_{in} .
- Determine o valor de V_{out} quando $V_{in} = 5\text{ V}$.
- Simule o circuito da Fig. 1 em *Pspice*.
- Determine a gama de valores que V_{in} pode assumir sem que se verifique a saturação do *amp-op*.

23. Considere que o *Amp op* da figura seguinte (Fig. 2) é ideal.



$$V^+ = +15 \text{ V} \quad ; \quad V^- = -15 \text{ V} \quad ; \quad R_1 = 2 \text{ k}\Omega \quad ; \quad R_2 = 2 \text{ k}\Omega \quad ;$$

$$R_4 = 2 \text{ k}\Omega \quad ;$$

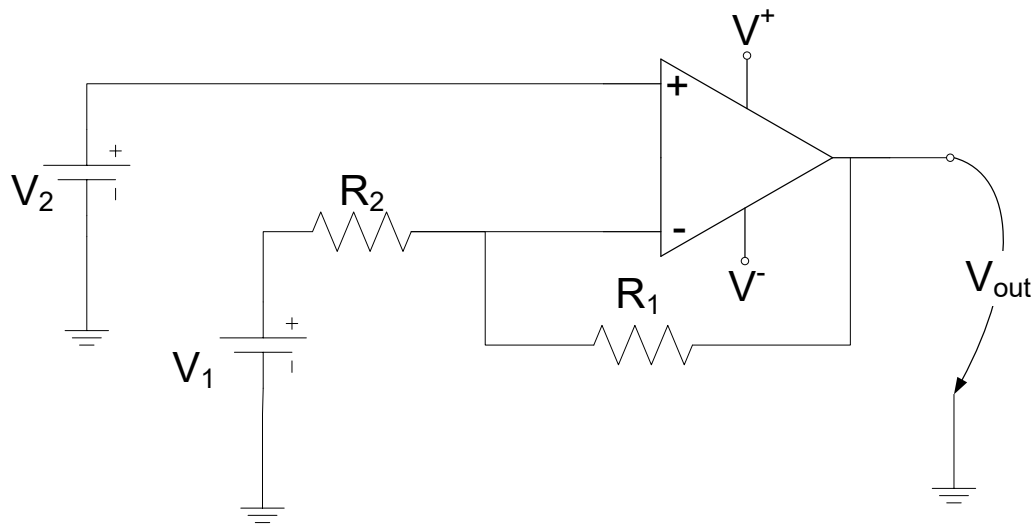
Fig. 2

- Determine o valor de V_{out} , para $V_1 = 1 \text{ V}$ e $V_2 = 2 \text{ V}$.
- Simule o circuito da Fig. 2 em *Pspice*.
- Considere que o valor de V_2 foi alterado para -2 V , calcule o valor de V_{out} .
- Suponha que as fontes V_1 e V_2 foram substituídas por fontes de tensão AC com as seguintes características:
 - ✓ $v_1 = 2 \times \sin(2 \times \pi \times 50 \times t)$.
 - ✓ $v_2 = 4 \times \sin(2 \times \pi \times 50 \times t + \pi)$.

Represente as formas de onda de v_1 , v_2 e v_{out} (tensão de saída).

- Simule as formas de onda anteriores (v_1 , v_2 e v_{out}) em *python* (utilize a biblioteca *matplotlib*).
- Simule o circuito em *Pspice*.
- Suponha que $V_1 = 5 \text{ V}$. Determine a gama de valores que V_2 pode assumir sem que se verifique a saturação do *Amp op*.
- Efetue as modificações que considere apropriadas para que o circuito anterior possa operar como um conversor digital-analógico de dois *bits*:
 - ✓ $V_1 = 0 \text{ V}$ e $V_2 = 0 \text{ V} \rightarrow V_{out} = 0 \text{ V}$
 - ✓ $V_1 = 0 \text{ V}$ e $V_2 = 1 \text{ V} \rightarrow V_{out} = -1 \text{ V}$
 - ✓ $V_1 = 1 \text{ V}$ e $V_2 = 0 \text{ V} \rightarrow V_{out} = -2 \text{ V}$
 - ✓ $V_1 = 1 \text{ V}$ e $V_2 = 1 \text{ V} \rightarrow V_{out} = -3 \text{ V}$
- Suponha que se pretendem valores de tensão positivos na saída. Que solução proponha. Represente o circuito, justifique analiticamente a solução proposta e simule o circuito e *Pspice*.

24. Considere que o *Amp op* da figura seguinte (Fig. 3) é ideal.

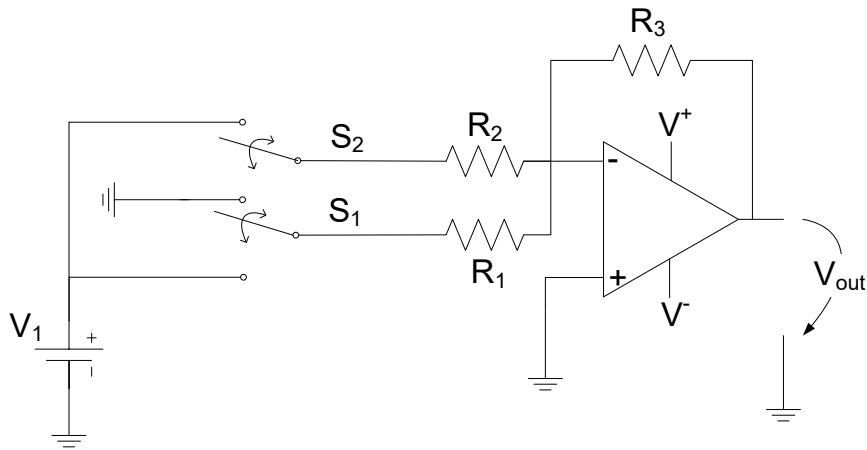


$$V^+ = +15 \text{ V} \quad ; \quad V^- = -15 \text{ V} \quad ; \quad R_1 = 2 \text{ k}\Omega \quad ; \quad R_2 = 4 \text{ k}\Omega \quad ;$$

Fig. 3

- Determine o valor de V_{out} , para $V_1 = 1 \text{ V}$ e $V_2 = -4 \text{ V}$.
- Considere que o valor de V_2 foi alterado para 2 V , calcule o valor de V_{out} .
- Simule o circuito em *Pspice*.
- Suponha que $V_2 = 3 \text{ V}$. Determine a gama de valores que V_1 pode assumir sem que se verifique a saturação do *Amp op*.
- Suponha que as fontes V_1 e V_2 foram substituídas por fontes de tensão AC com as seguintes características:
 - ✓ $v_1 = 2 \times \sin(2 \times \pi \times 50 \times t)$.
 - ✓ $v_2 = \cos(2 \times \pi \times 50 \times t)$.
 Represente as formas de onda de v_1 , v_2 e v_{out} (tensão de saída).
- Simule as formas de onda anteriores (v_1 , v_2 e v_{out}) em *python* (utilize a biblioteca *matplotlib*).
- Simule o circuito em *Pspice*.

25. Considere que o *amp-op* da figura seguinte (Fig. 4) é ideal.



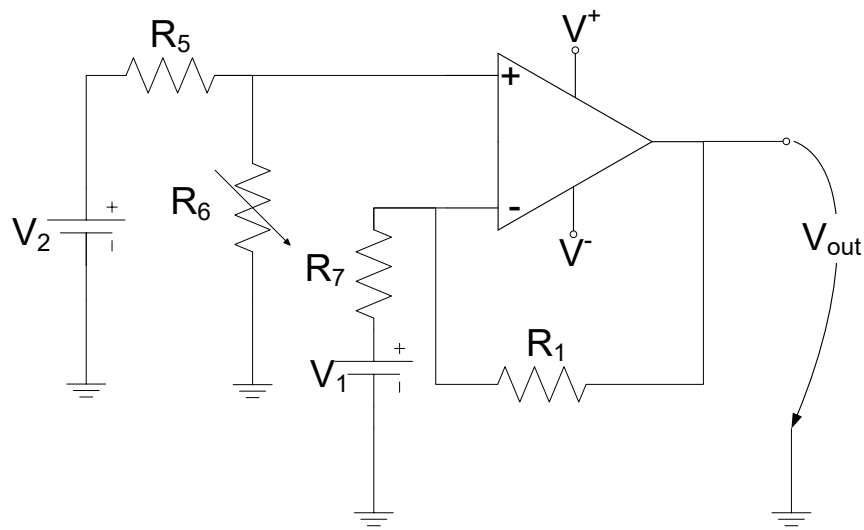
$$R_1 = 1 \text{ k}\Omega \quad ; \quad R_2 = 1 \text{ k}\Omega \quad ; \quad R_3 = 1 \text{ k}\Omega \quad ; \quad V_1 = 2 \text{ V}$$

$$V^+ = +15 \text{ V} \quad ; \quad V^- = -15 \text{ V}$$

Fig. 4

- Calcule o valor de V_{out} (considere que ambos os interruptores estão ligados a V_1).
- Considere que pretende implementar um conversor digital analógico de 2 *bits* e em que $R_2 = 2 \text{ k}\Omega$ e $R_1 = 4 \text{ k}\Omega$. Efetue as modificações necessárias ao circuito e calcule o valor de V_{out} para todas as combinações possíveis de S_1 e S_2 .
- Complemente o circuito da figura anterior, de forma a garantir uma tensão de saída positiva e de valor igual ao dobro do valor obtido na alínea anterior. Justifique a solução proposta.
- A resolução é a menor quantidade que pode ser convertida dentro da faixa dinâmica do sinal de entrada. Calcule a resolução do conversor digital-analógico (CDA) concebido na alínea anterior.
- Simule o circuito anterior para a 4 situações possíveis:
 - $S_1 = S_2 = \text{OFF}$.
 - $S_1 = \text{OFF}$ e $S_2 = \text{ON}$.
 - $S_1 = \text{ON}$ e $S_2 = \text{OFF}$.
 - $S_1 = S_2 = \text{ON}$.

26. Considere que o *Amp op* da figura seguinte (Fig. 5) é ideal.



$$R_1 = 5 \text{ k}\Omega \quad ; \quad R_5 = 10 \text{ k}\Omega \quad ; \quad R_6 = ? \text{ k}\Omega \quad ; \quad R_7 = 1 \text{ k}\Omega$$

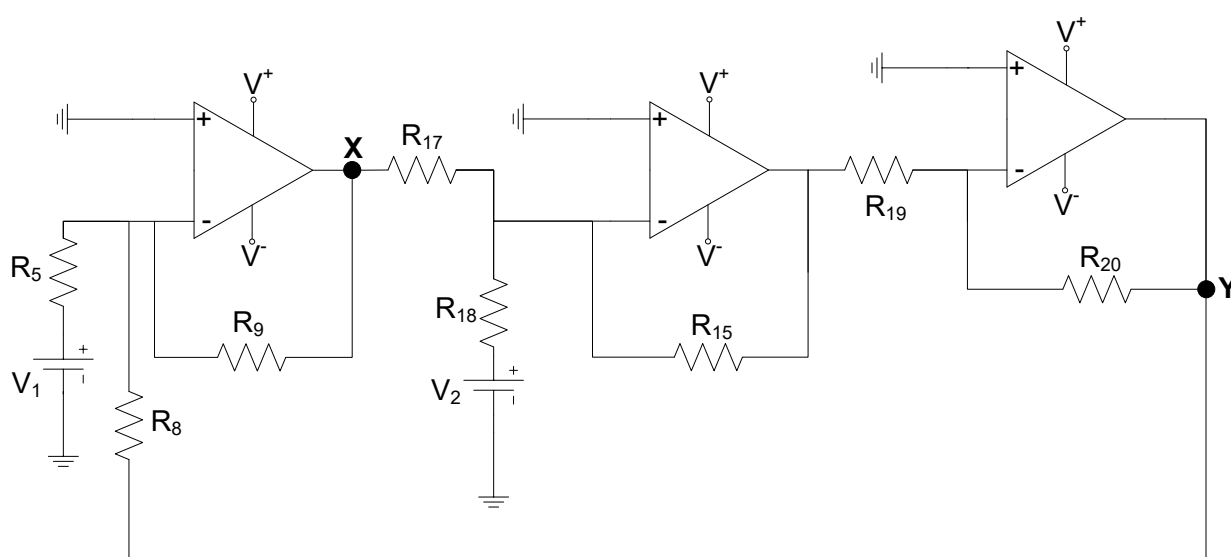
$$V^+ = +15 \text{ V} \quad ; \quad V^- = -15 \text{ V} \quad ; \quad V_1 = 2 \text{ V} \quad ; \quad V_2 = 10 \text{ V}$$

Fig. 5

- Suponha que a resistência variável foi ajustada para a sua posição intermédia ($R_6 = 5 \text{ k}\Omega$). Determine o valor de V_{out} .
- Suponha que a fonte V_2 é ajustada para 5 V. Determine o valor de V_{out} .
- Qual o valor máximo e mínimo que V_2 pode assumir para que o *Amp op* não sature.
- Suponha que as fontes V_1 e V_2 foram substituídas por fontes de tensão AC com as seguintes características:
 - ✓ $v_1 = 2 \times \text{square}(2 \times \pi \times 50 \times t)^1$.
 - ✓ $v_2 = 4 \times \text{square}(2 \times \pi \times 100 \times t)$.
 Represente a forma de onda da tensão de saída.
- Determine qual o valor máximo que R_6 pode assumir para que o *Amp op* não sature.

¹ Square – representa uma onda quadrada com um *duty cycle* de 50%.

27. Considere que o *Amp op* da figura seguinte (Fig. 6) é ideal.



$$R_5 = 2 \text{ k}\Omega \quad ; \quad R_8 = 2 \text{ k}\Omega \quad ; \quad R_9 = 4 \text{ k}\Omega \quad ; \quad R_{17} = 2 \text{ k}\Omega$$

$$R_{18} = 0.5 \text{ k}\Omega \quad ; \quad R_{15} = 2.5 \text{ k}\Omega \quad ; \quad R_{19} = 5 \text{ k}\Omega \quad ; \quad R_{20} = 5 \text{ k}\Omega$$

$$V^+ = +15 \text{ V} \quad ; \quad V^- = -15 \text{ V} \quad ; \quad V_1 = -1.25 \text{ V} \quad ; \quad V_2 = 2 \text{ V}$$

Fig. 6

- a) Identifique o sistema de equações que o circuito anterior permite resolver (a_{11} , a_{12} , a_{21} , a_{22} , b_1 e b_2).

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{21} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} X \\ Y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \end{bmatrix}$$

- b) Simule o circuito em *Pspice* e efetue a resolução do sistema anterior recorrendo ao *IDLE*. Que conclusões pode retirar dos resultados obtidos.

Bibliografia:

- [1] [Amaral, Acácio \(2021\), Eletrónica Aplicada, Edições Silabo, Lisboa, Portugal.](#)