



Nome: \_\_\_\_\_

Matrícula: \_\_\_\_\_

**Instruções:**

- Tempo máximo de duração: 2 horas.
- Explique o desenvolvimento das questões. Resultados sem explicações e sem desenvolvimentos não serão aceitos;
- Não use aproximações, exceto quando explicitamente indicado;
- Não é permitido o uso de máquina calculadora;
- Quando forem solicitados resultados analíticos (*i.e.*, fórmulas literais), estes devem ser desenvolvidos envolvendo as variáveis de interesse e os parâmetros do modelo. Outras variáveis dependentes não devem estar presentes nas fórmulas.

**Principais fórmulas:** *Considere os AMPOPS como ideais, exceto quando explicitamente mencionado. Para fórmulas específicas, vide quesitos.*

- Funções de transferência de filtros de segunda ordem:

$$\text{Filtro passa-baixas (FPB)} : H(s) = K \cdot \frac{\omega_c^2}{s^2 + s\frac{\omega_c}{Q} + \omega_c^2}$$

$$\text{Filtro passa-altas (FPA)} : H(s) = G \cdot \frac{s^2}{s^2 + s\frac{\omega_c}{Q} + \omega_c^2}$$

$$\text{Filtro passa-faixa (FPF)} : H(s) = G \cdot \frac{s\frac{\omega_c}{Q}}{s^2 + s\frac{\omega_c}{Q} + \omega_c^2}$$

$$\text{Filtro rejeita-faixa (FRF)} : H(s) = G \cdot \frac{s^2 + \omega_c^2}{s^2 + s\frac{\omega_c}{Q} + \omega_c^2}$$

$$\text{Filtro passa-tudo (FPT)} : H(s) = G \cdot \frac{s^2 - s\frac{\omega_c}{Q} + \omega_c^2}{s^2 + s\frac{\omega_c}{Q} + \omega_c^2}$$

**Questões:**

1. Considere que tenha que projetar um amplificador inversor com AMPOP de ganho  $K < 0$ . Responda os itens abaixo:
  - (a) Desenhe o circuito desse amplificador, e determine a relação entre a tensão de entrada  $v_e$  e a tensão de saída  $v_s$ . **(pontoss:1,0)**.
  - (b) Sendo  $v_e(t) = \sin(2\pi ft)$ , determine a faixa de valores de  $K$  de forma que o amplificador opere apropriadamente na região linear, sem efeito de *slew rate* e nem de saturação da tensão de saída. **(pontoss:1,0)**.
  - (c) Considerando que o AMPOP possua modelo interno de primeira ordem, com ganho de corrente contínua  $A_0$  e frequência de corte  $\omega_B$ , esboce o diagrama de Bode em módulo para esse amplificador **(pontoss:1,0)**.
2. O circuito da Figura 1 representa um filtro, cujo tipo e parâmetros são determinados pelas admitâncias  $Y_1$  e  $Y_2$  e as resistências  $R_1$  e  $R_2$ . Para este circuito, responda as questões abaixo:

- (a) Supondo o AMPOP ideal e estabilidade no circuito, analise-o no sentido de determinar a função de transferência  $V_S(s)/V_E(s)$  (**pontos:2,0**);
- (b) Seria possível obter um filtro passa-tudo com esse circuito, para o qual  $Y_1$  e  $Y_2$  representariam resistores ou capacitores? Caso sim, determine as relações entre os valores das resistências e capacitâncias dos componentes e os parâmetros do filtro (**pontos:2,0**).

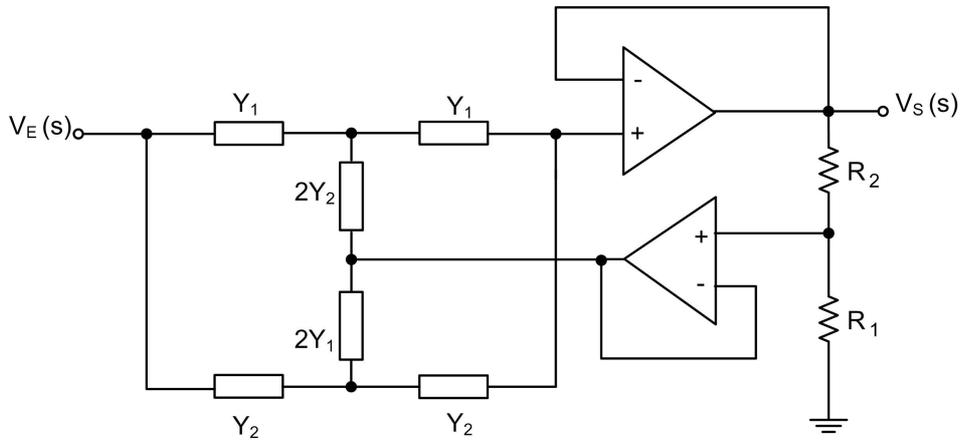


Figura 1: Circuito do quesito 2.

3. Analise o circuito da Figura 2 e esboce a curva característica entrada  $V_e$  para saída  $V_o$  considerando que o AMPOP satura sua saída positivamente em  $V_L^+$ , e negativamente em  $V_L^-$ , de forma que  $V_L^+ = -V_L^-$ . E ainda,  $R_2 = \alpha R_1$  tal que  $\alpha \gg 1$  (**pontos:3,0**).

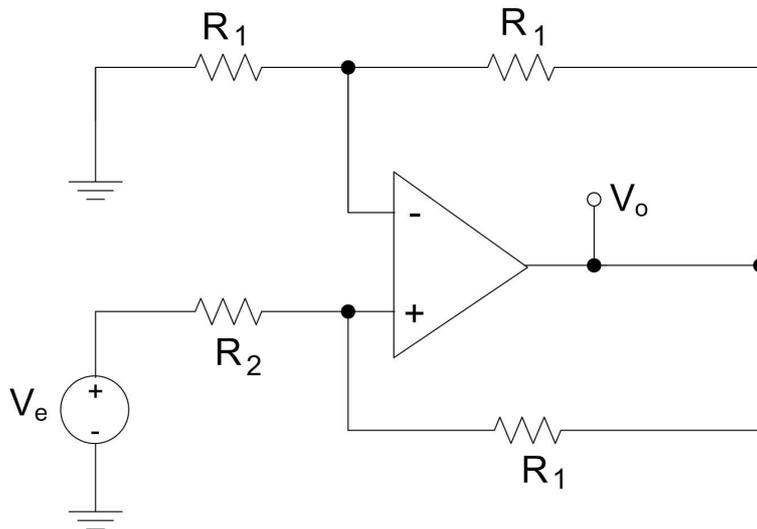


Figura 2: Circuito do quesito 3.

BOA PROVA!