



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. Proponha um circuito envolvendo apenas um AMPOP e um diodo real para o qual a tensão de saída v_s depende da tensão de entrada v_e de acordo com a seguinte característica:

$$v_s = \begin{cases} \lambda v_e & , v_e \geq 0V \\ 0V & , v_e < 0V \end{cases}$$

em que $0 \leq \lambda \leq \frac{1}{2}$. Analise o circuito proposto de forma a provar que o mesmo funciona conforme solicitado (**pontos:1,5**). Especifique que relação(ões) deve(m) ser satisfeita(s) no projeto de forma que corrente de saída i_s do AMPOP sempre satisfaça $|i_s| < 5 \text{ mA}$ para $|v_e| < 10 \text{ V}$ (**pontos:1,5**).

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) Seja Y_1 a admitância de um resistor de resistência R e Y_2 a admitância de um capacitor de capacitância C , determine o tipo de filtro e os seus parâmetros em função de R , C , R_1 e R_2 (**pontos:1,0**); E, sendo $R_1 > 0$ e $R_2 > 0$, qual faixa(s) de valores pode apresentar o fator de qualidade deste filtro? Seria possível obter um filtro de Butterworth? (**pontos:1,0**);.

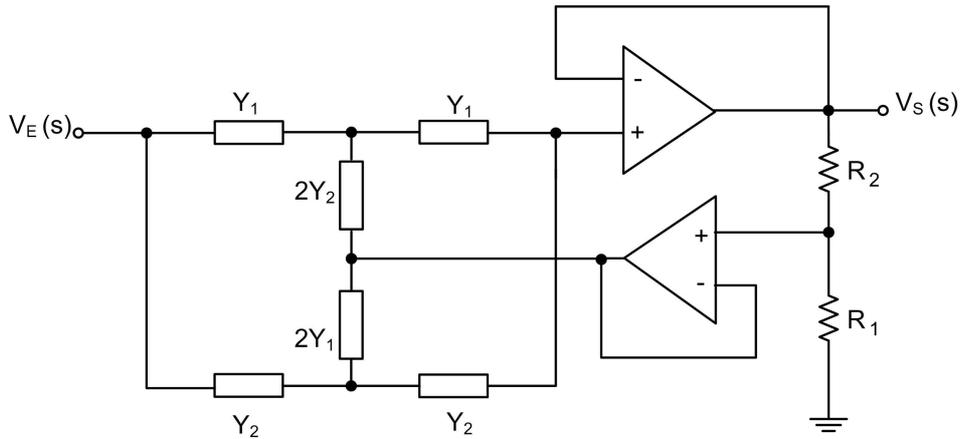


Figura 1: Circuito do quesito 2.

3. No circuito da Figura 2, considere que, em modo ativo, os transistores NPN (considerados idênticos) apresentam as seguintes relações:

$$\begin{aligned} i_c &= \alpha i_e \\ i_e &= I_s \exp\left(\frac{v_{be}}{nV_t}\right) \end{aligned}$$

em que α , nV_t e I_s são constantes positivas, e i_c é a corrente de coletor, i_e é a corrente de emissor e v_{be} é a queda de tensão da base para o emissor. Nesse circuito, existe um amplificador com AMPOP e ganho λ . Analise o circuito e tente verificar se seria possível obter uma relação do tipo

$$v_s = k_1 \sqrt{k_2 v_e}$$

que corresponderia a um amplificador raiz-quadrada, com k_1 e k_2 constantes. Não esqueça de verificar para que valores de v_e a relação acima seria válida. Caso seja possível obter tal relação, proponha um circuito para o amplificador de ganho λ e as relações de projeto que permitam obter esse ganho (**pontos:3,0**).

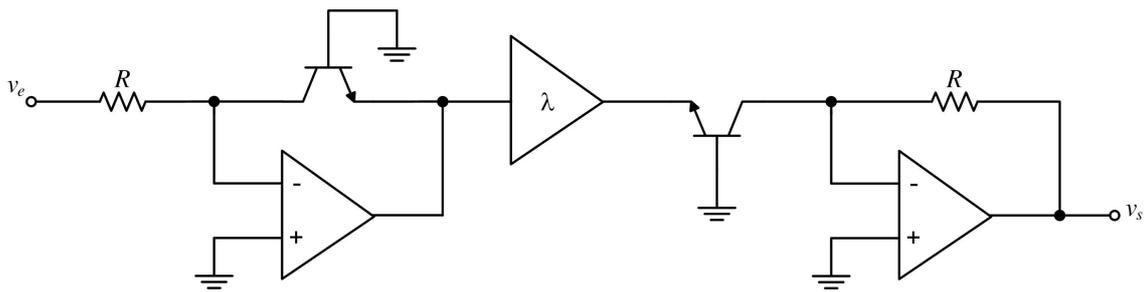


Figura 2: Circuito do quesito 3.

BOA PROVA!