

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 :

$$\text{Filtro passa-baixas (FPB) de primeira ordem} : H(s) = K \cdot \frac{\omega_c}{s + \omega_c}$$

$$\text{Filtro passa-altas (FPA) de primeira ordem} : H(s) = K \cdot \frac{s}{s + \omega_c}$$

$$\text{Filtro passa-tudo (FPT) de primeira ordem} : H(s) = K \cdot \frac{s - \omega_c}{s + \omega_c}$$

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

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

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

Questões:

1. Considerando que o AMPOP do circuito da Figura 1 seja ideal, determine a curva característica $v_s \times v_e$. Os diodos apresentam queda de tensão constante de V_{D0} volts quando polarizados diretamente ($V_{D0} > 0$) (**pontos:2,0**).
2. Para o circuito da Figura 2, responda:
 - (a) Considerando que o AMPOP é ideal, mostre por meio da função de transferência $V_s(s)/V_e(s)$ que este circuito é um derivador com ganho negativo (**pontos:0,5**).
 - (b) Considerando que o AMPOP possui modelo de primeira ordem com ganho

$$A(s) = \frac{A_0}{1 + \frac{s}{\omega_B}}$$

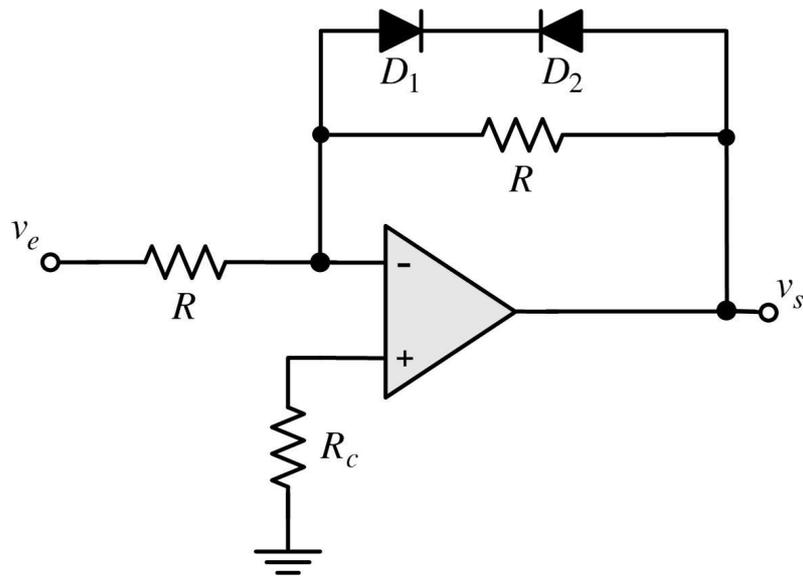


Figura 1: Circuito do quesito 1.

com $A_0 \gg 1$ e $\omega_B > 0$, mostre, sem aproximações, que o circuito representa na verdade um sistema composto por dois sub-sistemas em série: (i) a função de transferência ideal do item (a) acima e (ii) um filtro **(pontos:2,0)**.

3. O circuito da Figura 3(a) é conhecido como o multiplicador de capacitância, em que os resistores e capacitores possuem valores positivos. Para este circuito, responda as questões abaixo:

- (a) Supondo o AMPOP ideal, analise o circuito da Figura 3(a) e determine a capacitância C **(pontos:0,5)**. Ao final da análise, exponha pelo menos duas condições que levam a análise a ser válida para um AMPOP real, sendo que pelo menos uma destas condições deve estar relacionada ao modelo dinâmico do AMPOP **(pontos:1,0)**;
- (b) Supondo que o AMPOP da Fig. 3(b) possui modelo de primeira ordem com ganho

$$A(s) = \frac{A_0}{1 + \frac{s}{\omega_B}}$$

determine se o circuito é estável para $A_0 \gg 1$ e $\omega_B > 0$. **(pontos:1,5)**.

- (c) Proceda de forma similar ao quesito (b) acima, mas para a Fig. 3(c) **(pontos:1,5)**.
- (d) Para cada circuito das Figs. 3(b)-(c), determine R_c de modo a minimizar o efeito da corrente de polarização nas entradas do AMPOP (supor que a corrente de *offset* é nula) **(pontos:1,0)**.

BOA PROVA!

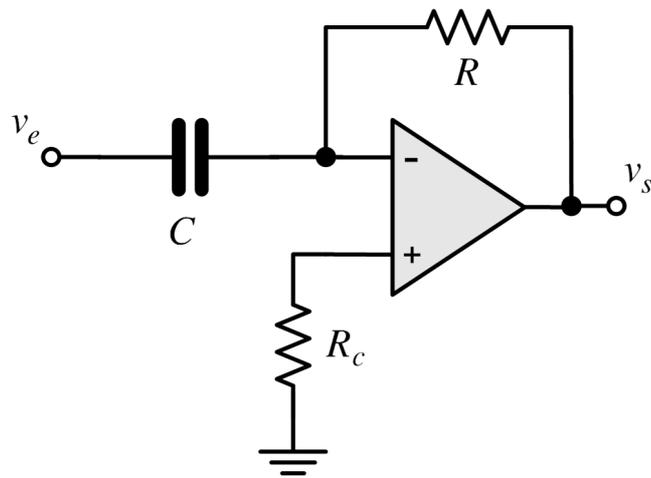


Figura 2: Circuito do quesito 2.

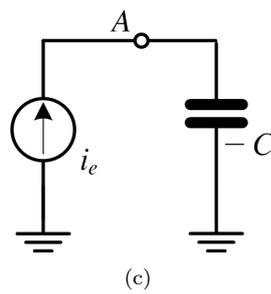
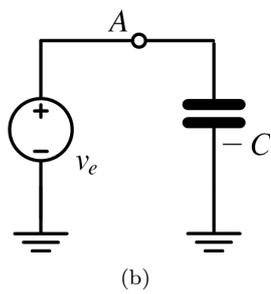
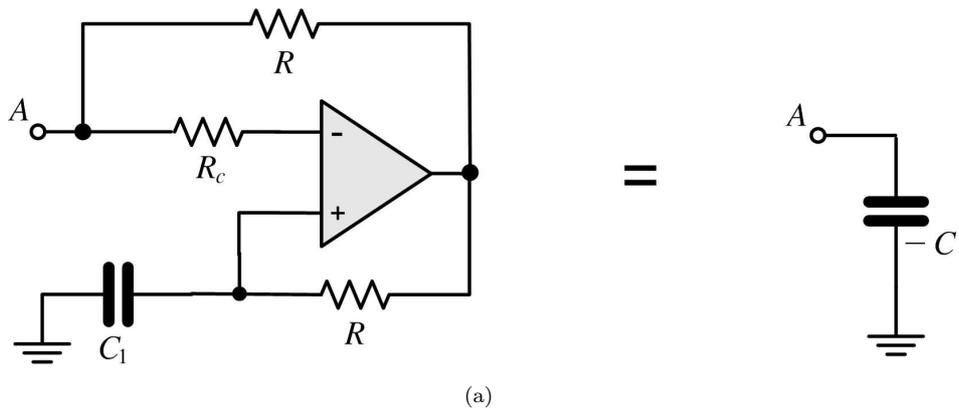


Figura 3: Circuito do quesito 3.