

Nome: _____

Matrícula: _____

Instruções:

- Tempo máximo de duração: 3 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. Os diodos apresentam queda de tensão constante de $0,7V$ quando polarizados diretamente. Para fórmulas específicas, vide quesitos.

Questões:

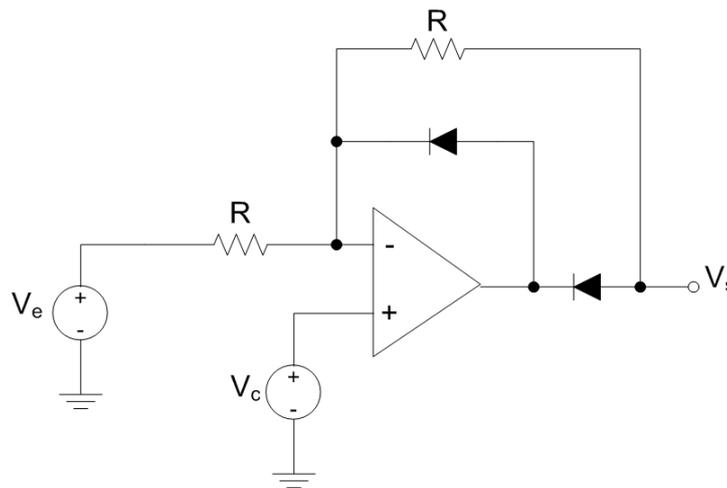


Figura 1: Circuito do quesito 1.

1. Para o circuito da Figura 1, V_c é uma tensão de controle que interfere na curva característica $V_e \times V_s$ do circuito.
 - (a) Analise o circuito e determine a curva característica considerando $V_c = 0V$. Indicar na curva característica os principais pontos e inclinações (**pontos: 2,0**);
 - (b) Analise o circuito e determine a curva característica considerando $V_c = 5V$. Indicar na curva característica os principais pontos e inclinações (**pontos: 1,5**).

2. Na Figura 2 é apresentado um circuito genérico de filtro com amplificador operacional e admitâncias Y_1 , Y_2 , Y_3 , Y_4 e Y_5 . Pede-se que sejam apresentadas as fórmulas para se obter um filtro passa-baixas de Butterworth usando apenas resistores e capacitores. O filtro de Butterworth possui função de transferência

$$H(s) = H_0 \frac{\omega_c^2}{s^2 + s\frac{\omega_c}{Q} + \omega_c^2}$$

com $Q = 1/\sqrt{2}$. Indique claramente que escolhas devem ser feitas para os componentes passivos representados pelas admitâncias. Se houver mais de um capacitor, use todas as capacitâncias iguais com valor C . As resistências podem ter valores diferentes. Determine as relações da frequência de corte ω_c e do ganho de baixas frequências H_0 com as capacitâncias e resistências (**pontos: 2,5**). Quando seria a fase de $H(s)$ para DC ($\omega \rightarrow 0$) e para altas frequências ($\omega \rightarrow +\infty$)? (**pontos: 0,5**).

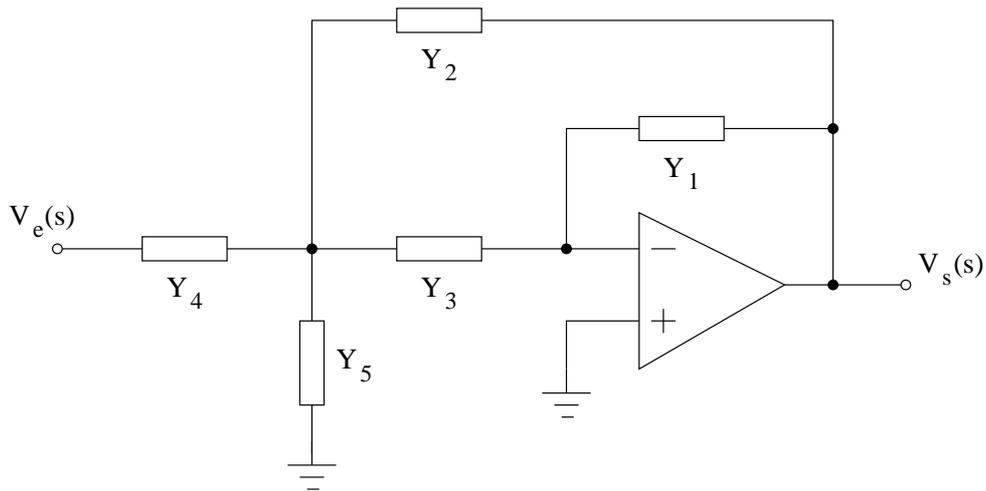


Figura 2: Circuito da questão 2.

3. Na Figura 3 é apresentado o circuito de um oscilador, com α sendo uma constante positiva. A fonte de tensão V_L^+ é de mesmo valor da tensão de saturação positiva do amplificador operacional, sendo $V_L^- = -V_L^+$ a tensão de saturação negativa. Na prática, α é dependente da temperatura, e o resistor de valor αR_1 é um sensor que varia sua resistência com a temperatura. A tensão de saída $V_s(t)$ deve assim oscilar com uma frequência que é função de α , que, quando medida por um microcontrolador usando temporizador interno, permite a medição de temperatura sem o uso de um conversor A/D. Entretanto, para o projetista poder utilizar este circuito, ele deve fazer uma análise do seu funcionamento. Pede-se:

- Este circuito é um oscilador de Wien, multivibrador biestável, multivibrador astável ou multivibrador monoestável? Justifique sua resposta de forma qualitativa, baseado nas características de funcionamento do circuito (**pontos: 0,5**).
- Analise o circuito e esboce as curvas esperadas de $V_c(t)$ e $V_s(t)$. Indique claramente os limites de tensão destas curvas e instantes de tempo correspondentes aos eventos que fazem com que a saída do amplificador operacional mude de estado (**pontos: 1,5**).
- Determine analiticamente a frequência de oscilação de $V_s(t)$ em função dos componentes do circuito (**pontos: 1,5**).

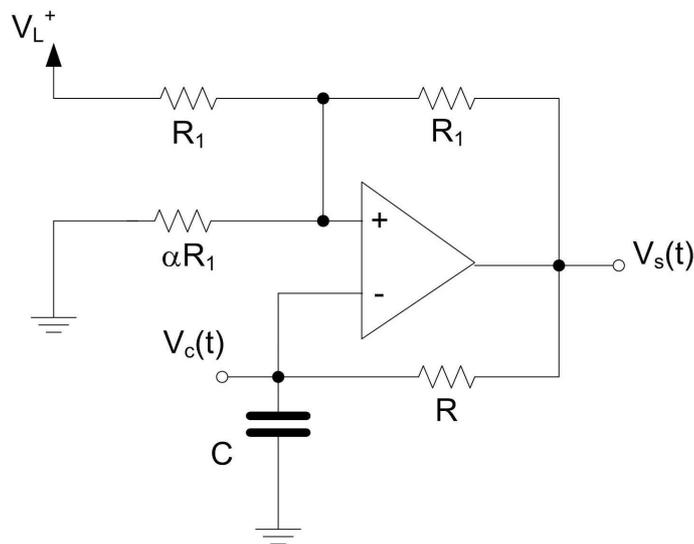


Figura 3: Circuito da questão 3.

BOA PROVA!