

Nome: _____

Matrícula: _____

Instruções:

- Tempo máximo de duração: 2 horas.
- Explique o desenvolvimento das questões. Resultados sem justificativa não serão aceitos;
- Não use aproximações, exceto quando explicitamente indicado;
- 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:

- *Modelo físico de um diodo:* $i_d = I_S \exp\left(\frac{v_d}{nV_T}\right) - I_S$
- *Modelos elétricos aproximados (diodo retificador):*
 - Modelo ideal: curto-circuito para $i_d > 0$ e circuito-aberto para $v_d < 0$.
 - Modelo queda de tensão constante: V_{DO} correspondente à queda de tensão pelo diodo quando em condução direta.
 - Modelo bateria mais resistência: parâmetro V_{DO} correspondente à tensão da bateria e r_D é a resistência interna em série com a bateria.
- *Modelos elétricos aproximados (diodo Zener):*
 - Modelo queda de tensão constante: parâmetro V_{DO} correspondente à queda de tensão pelo diodo quando em condução direta, parâmetro V_{ZO} correspondente à queda de tensão reversa pelo diodo quando na ruptura.
 - Modelo bateria mais resistência: Na polarização direta, parâmetro V_{DO} correspondente à tensão da bateria e r_D é a resistência interna em série com a bateria. Na ruptura, parâmetro V_{ZO} correspondente à tensão da bateria na ruptura e r_Z é a resistência interna.

Questões:

1. Considerando que os diodos do circuito da Figura 1 sejam ideais, analise o circuito e determine as tensões v_1 e v_2 , e a corrente i_{12} (**pontos: 2,0**).

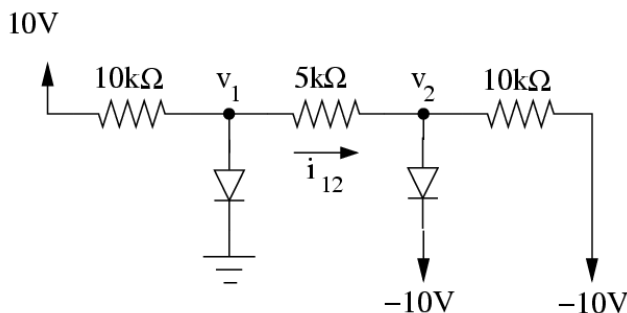


Figura 1: Circuito da questão 1.

2. Para proteger a entrada de um circuito lógico contra a presença de tensões fora da faixa de operação, um engenheiro tem que sugerir um circuito utilizando apenas uma resistência R e um ou mais diodos. Os diodos suportam uma corrente máxima direta de até $50mA$. Este circuito deve possuir uma entrada v_e , uma saída v_s e curva característica conforme mostrado na Figura 2. Supõe-se que os diodos possam ser aproximados pelo modelo queda de tensão constante. Responda os itens abaixo:
 - (a) Dispondo apenas de uma resistência R e de diodos retificadores com $V_{D0} = 0,7V$, proponha este circuito (**pontos: 1,0**). Que condição se aplica ao valor da resistência R de forma que, para v_e entre $-10V$ e $+10V$, nenhum diodo seja danificado em consequência da passagem de corrente direta (**pontos: 1,0**)
 - (b) Seria possível usar um único diodo Zener e um resistor para satisfazer a curva característica da Figura 2? Caso sim, proponha tal circuito e, considerando modelo queda de tensão constante, indique os valores de V_{Z0} e de V_{D0} para o diodo Zener (**pontos: 1,0**).

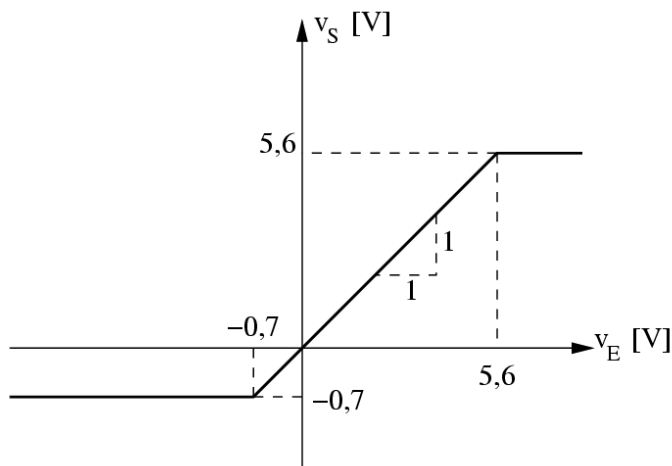


Figura 2: Curva característica da questão 2.

3. O circuito da Figura 3 é uma fonte de alimentação com duas saídas V_1 e V_2 , reguladas pelos diodos Zener D_1 e D_2 , respectivamente. I_{c1} e I_{c2} são as correntes de carga associadas a V_1 e V_2 respectivamente. Os diodos D_1 e D_2 possuem as características seguintes:

- D_1 : modelo 1N4739A, que possui $r_z = 5\Omega$. Quando em ruptura com corrente $I_Z = 28mA$, tem-se como queda de tensão em seus terminais $V_Z = 9,1V$;
- D_2 : modelo 1N4733A, que possui $r_z = 7\Omega$. Quando em ruptura com corrente $I_Z = 49mA$, tem-se como queda de tensão em seus terminais $V_Z = 5,1V$.

Cada diodo do retificador de onda completa pode ter sua curva característica aproximada pelo modelo queda de tensão constante, com $0,8V$ quando em condução direta. A tensão V_f do secundário do transformador é uma senóide de $12V_{RMS}$ e frequência $60Hz$. Sabe-se também que $R_1 = 180\Omega$, $R_2 = 470\Omega$ e $C = 2200\mu F$. Diante do exposto, responda:

- Determine os valores máximos das correntes I_{c1} e I_{c2} que a fonte pode fornecer em cada saída de forma que ainda resta $2mA$ de corrente reversa passando por cada diodo Zener (**pontos: 1,0**). Sugestão: Despreze a influência da tensão de *ripple* sobre o capacitor.
- Determine a tensão de *ripple* em V_c quando $I_{c1} = 30mA$ e $I_{c2} = 0mA$. Sugestões: (i) supor C suficientemente grande de modo que sua descarga seja aproximada por uma linha reta, e (ii) despreze a influência da tensão de *ripple* no cálculo das correntes que passam pelas resistências R_1 e R_2 (**pontos: 1,0**).
- Nas condições do item (b), quais os valores esperados para as tensões de *ripple* nas saídas V_1 e V_2 ? (**pontos: 1,0**).

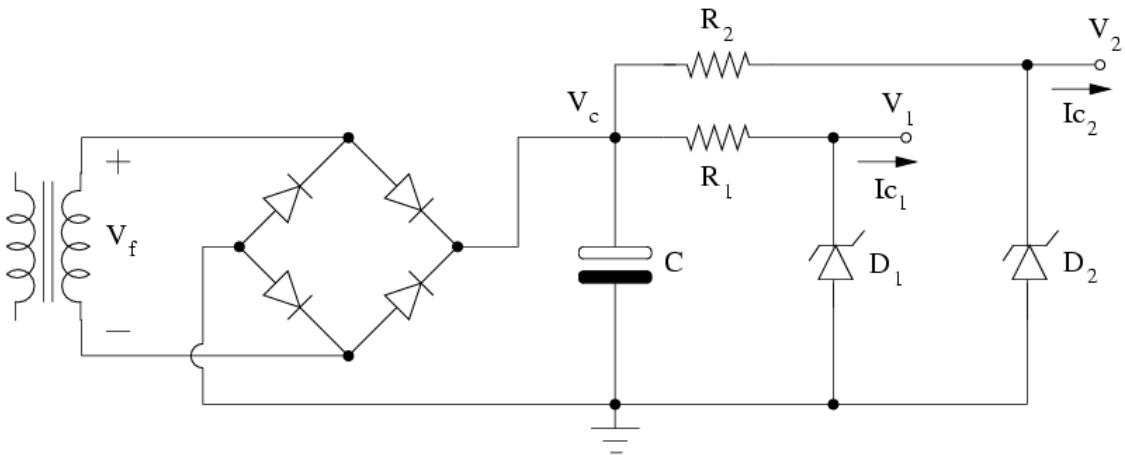


Figura 3: Circuito da questão 3.

4. No circuito da Figura 4, considere que o AMPOP seja ideal. Considere também que diodos D_1 e D_2 sejam idênticos, com os mesmos parâmetros físicos I_S , V_T e n . V_{CC} é uma tensão positiva e suficientemente grande de modo que a corrente reversa passando pelo diodo D_2 seja aproximadamente I_S . Determine analiticamente a relação entre a tensão v_s e a tensão v_e , sendo $v_e > 0$. (pontos: 2,0)

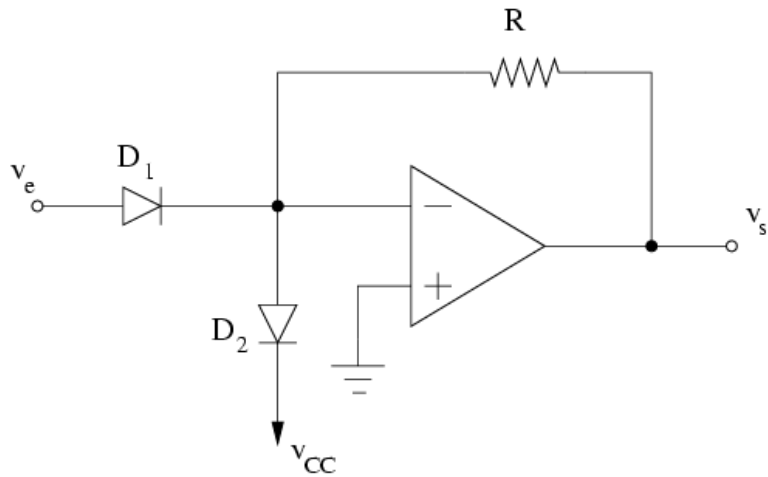


Figura 4: Circuito da questão 4.

BOA PROVA!