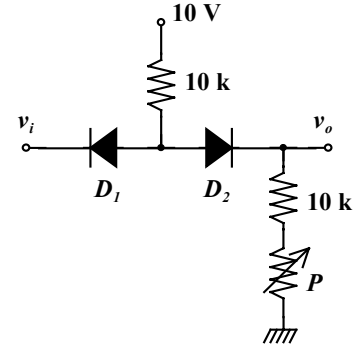




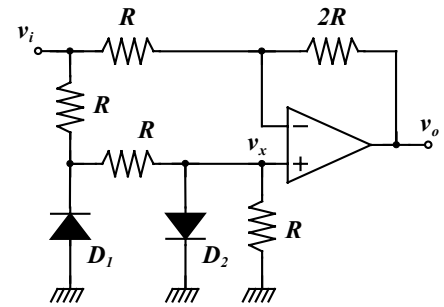
1. Considere o seguinte circuito limitador.

- Considerando os díodos ideais e a resistência do potenciómetro nula, trace a característica $v_o = f(v_i)$ indicando nela o estado de condução dos díodos.
- Mostre que é possível obter uma característica igual à anterior mesmo que os díodos apresentem uma tensão de condução directa igual a 0,7 V.
- Diga o que entende por região de depleção numa junção *pn* e qual a dependência da sua dimensão com as concentrações e a tensão aplicada.



2. Considere o seguinte circuito, cujos díodos apresentam uma queda de tensão de 0,7 V em condução.

- Trace a característica $v_o = f(v_i)$, indicando o estado de condução dos díodos. (*Sugestão: comece por determinar $v_x = f(v_i)$.*)
- Diga, justificando, quais as alterações na característica de transferência se o díodo D_1 for substituído por um díodo de Zener de 3 V (com 0,7 V em condução directa).
- Descreva, sucintamente, os dois fenómenos de rotura que podem ocorrer num díodo de Zener e dê uma ideia do efeito da temperatura sobre cada um desses fenómenos.



3. Considere o circuito da fig. 1. Admita que $v = 9 \text{ sen}(100\pi t)$ volt, que a tensão de condução do díodo é 0,7 V e que $R_L = 10 \text{ k}\Omega$.

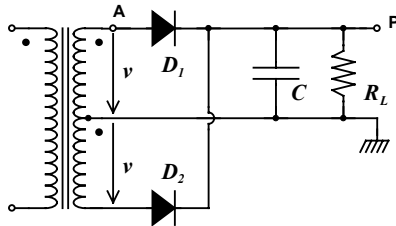


fig. 1

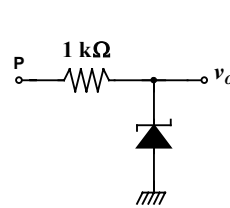


fig. 2

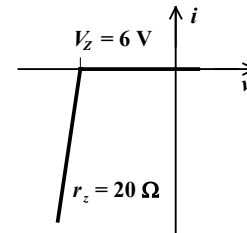


fig. 3

- Calcule o valor mínimo de C que assegura que a ondulação residual (*ripple*), na saída, não excede 300 mV.
- Desenhe as formas de onda da tensão no terminal A e no terminal P. Desenhe também a forma aproximada da corrente de carga e de descarga do condensador. Justifique.
- Se, à saída do circuito da fig. 1 ligar uma resistência e um zener (fig. 2), supondo que a ondulação residual no ponto P se mantém em 300 mV e que o zener tem a característica representada na fig. 3, desenhe a forma de onda de v_o , indicando o seu valor médio e eventuais variações.

4. Considere o circuito da fig. 1, onde o transformador é alimentado a uma tensão eficaz de 220 V, 50 Hz e apresenta uma relação de transformação de 20:1. Suponha ainda que a tensão de condução do diodo é 0,7 V e que $C = 100 \mu\text{F}$ e $R_L = 10 \text{ k}\Omega$.

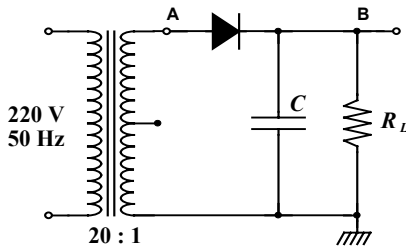


fig. 1

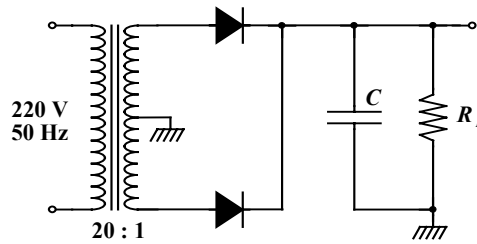
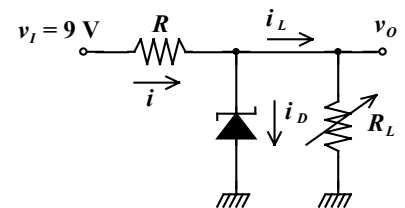


fig. 2

- Desenhe as formas de onda da tensão nos pontos A e B do circuito, indicando, no desenho, as tensões e os tempos relevantes.
- Calcule, de modo aproximado, o pico de corrente e a máxima tensão inversa que o diodo deve suportar
- Considere agora os dois circuitos das figs. 1 e 2, que utilizam o mesmo transformador, e explique, detalhadamente, as diferenças de comportamento entre um e outro.

5. Considere o circuito regulador representado.

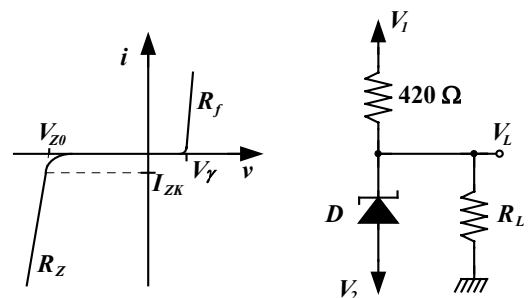
- Admita que se pretende uma tensão de saída (v_o) constante de 4,7 V e que a corrente máxima pedida pela carga (i_L) é 100 mA. Sabendo que dispõe de dois tipos de zeners, ambos com $I_{ZK} = 10 \text{ mA}$, mas com potências máximas de dissipação iguais a 400 mW e 1 W, respectivamente, dimensione o valor máximo da resistência R e indique qual o diodo a utilizar, justificando.
- Suponha agora que o zener utilizado tem $I_{ZK} = 10 \text{ mA}$, $r_z = 10 \Omega$ e $V_Z = 4,7 \text{ V}$ para $I_Z = 50 \text{ mA}$. Considerando que utiliza uma resistência R de 33Ω , determine a variação da tensão na carga quando i_L varia entre 0 e o valor máximo para o qual o zener ainda garante regulação.
- Um diodo polarizado inversamente funciona aproximadamente como um condensador de capacidade controlada pela tensão. Explique porquê.



6. Considere o seguinte circuito em que o diodo apresenta $V_f = 0,7 \text{ V}$, $R_f = 10 \Omega$, $V_{Z0} = 3,5 \text{ V}$, $R_Z = 30 \Omega$ e $I_{ZK} = 1 \text{ mA}$.

- a) Considerando $R_L = \infty$, preencha a seguinte tabela determinando o valor de V_L para as diferentes situações. Justifique.

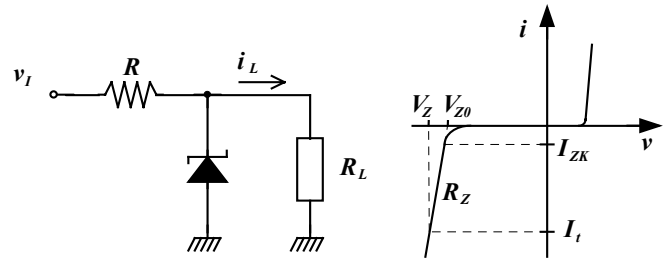
| | | | | |
|-------|-----|-----|-----|-----|
| V_1 | 0 V | 0 V | 5 V | 5 V |
| V_2 | 5 V | 0 V | 5 V | 0 V |
| V_L | | | | |



- Para a última situação ($V_1 = 5 \text{ V}$ e $V_2 = 0 \text{ V}$) determine o valor mínimo de R_L por forma que o zener faça regulação ($I_Z > I_{ZK}$). Qual o valor da tensão V_L ?
- A condução na região de rotura pode ser explicada pelo efeito de Zener ou pelo efeito de avalanche. Diga em que consiste este último e qual a sua dependência com a temperatura.

7. Para realizar um regulador paralelo com diodo de Zener (ver figura), capaz de fornecer uma tensão de cerca de 10 V, dispõe-se de um diodo com as seguintes especificações: $V_Z = 10 \text{ V}$ @ $I_t = 25 \text{ mA}$, $R_Z = 7 \Omega$, $I_{ZK} = 5 \text{ mA}$ e $P_{\text{máx}} = 1 \text{ W}$.

A tensão de alimentação, v_i , tem o valor nominal de 20 V mas pode variar $\pm 25\%$ e a corrente de carga pode variar entre 0 e 20 mA.



- Calcule o valor máximo de R que permite satisfazer o pretendido.
- Para $R = 200 \Omega$, verifique se a potência máxima dissipada no diodo não ultrapassa o valor máximo especificado.
- Descreva, sucintamente, os dois mecanismos de rotura que podem ocorrer num diodo de Zener.

8. Considere o seguinte circuito rectificador com filtragem:

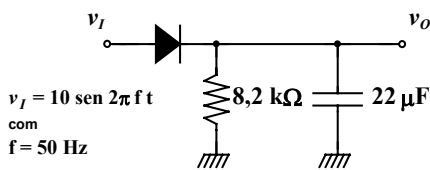
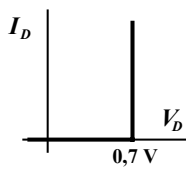
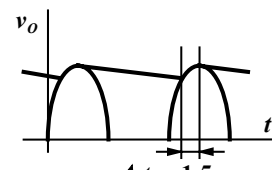


fig. 2

(a)



(b)



(c)

- Determine, de modo aproximado, o valor da ondulação residual, na saída, pico-a-pico, considerando que a característica do diodo é a que está representada na fig.2 b). Justifique.
- Sabendo que a corrente de carga do condensador é máxima, no início de cada ciclo de carga e supondo, na fig.2 c), que $\Delta t = 1,5 \text{ ms}$, determine o valor do pico de corrente no condensador. Justifique.
- Se tiver à sua disposição os 4 diodos com as características indicadas na tabela, indique aquele que melhor se adapta às funções requeridas pela rectificação, nas condições indicadas. Justifique detalhadamente.

| Díodo | Corrente directa, máxima | Tensão inversa, máxima |
|-------|--------------------------|------------------------|
| D_1 | 20 mA | 30 V |
| D_2 | 40 mA | 30 V |
| D_3 | 40 mA | 50 V |
| D_4 | 60 mA | 50 V |

9. Considere os seguintes circuitos rectificadores:

- Supondo, na fig. 3, que os diodos D_1 e D_2 possuem uma tensão limiar de condução, $V_\gamma = 0,7 \text{ V}$, trace as características de transferência $v_{O1} = f(v_I)$ e $v_{O2} = f(v_I)$, indicando nelas o estado de condução dos diodos.

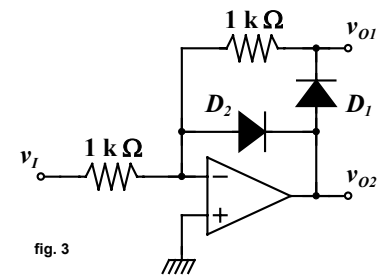


fig. 3

- Sabendo que, na fig. 4, o diodo de Zener D_Z apresenta $V_\gamma = 0,7 \text{ V}$, $R_f = 10 \Omega$, $V_{Z0} = 3,5 \text{ V}$ e $R_Z = 30 \Omega$, desenhe a forma de onda que surge na saída quando se aplica, na entrada, uma onda quadrada de valor médio nulo e 5 V de amplitude.

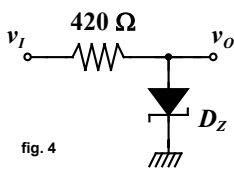


fig. 4

- Explique o que entende por região de depleção numa junção pn e qual a sua dependência com as concentrações e a tensão aplicada.