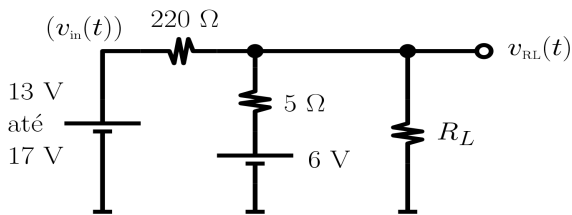
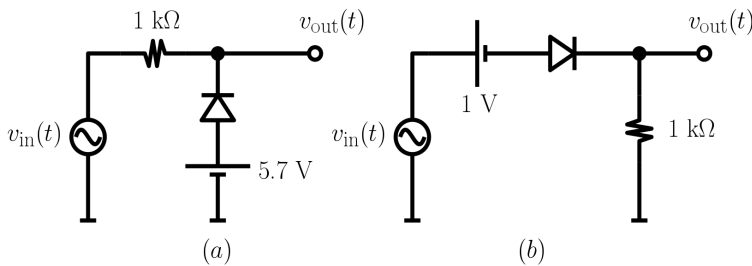


Todos os itens da prova têm o mesmo valor: 1.0 ponto cada (total de 10 pontos). Tempo de prova: 2 horas.

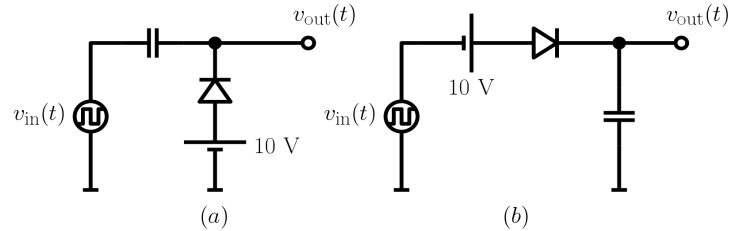
1. (*Fonte DC Regulada a Zener*) Considere o diagrama esquemático dado a seguir. A fonte de tensão DC de 6 V e o resistor de  $5\ \Omega$  modelam um diodo Zener operando em condução reversa. A bateria de 13 V ou 17 V representa o pico inferior e o pico superior de uma onda de tensão com forma dente-de-serra.



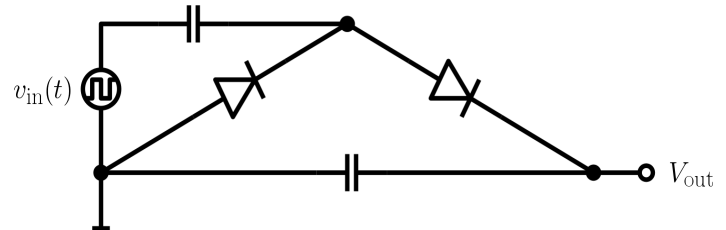
- a) Calcule a tensão sobre o resistor  $R_L = 470\ \Omega$ , assumindo que a tensão da entrada corresponde ao pico inferior da onda dente-de-serra, ou seja, 13 V. Repita o cálculo para 17 V.
- b) Calcule os fatores de ripple da onda dente-de-serra na entrada e na saída do circuito.
- c) Calcule a corrente mínima e a corrente máxima no diodo Zener, assumindo que o resistor  $R_L$  pode variar no intervalo  $[220\ \Omega, +\infty]$ .
2. (*Limitadores de Tensão*) Para os circuitos (a) e (b), a seguir, desenhe  $v_{out}(t)$ . Assuma que  $v_{in}(t) = 10 \sin(2\pi \times 60 \times t)$  volts.



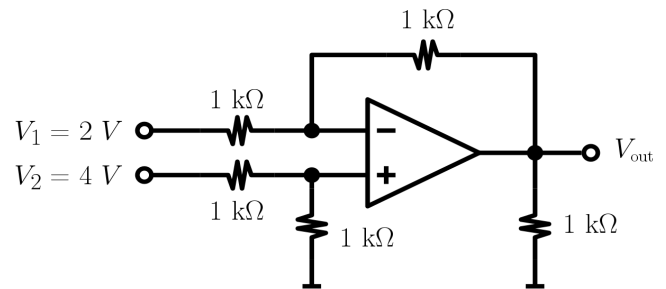
3. (*Grampeadores de Tensão*) Para os circuitos (a) e (b), a seguir, desenhe  $v_{out}(t)$ . Assuma que  $v_{in}(t)$  é uma onda quadrada com tensão mínima igual a -10 V e tensão máxima igual a +10 V.



4. (*Multiplicadores de Tensão*) Para o diagrama esquemático dado a seguir, diga quanto vale  $V_{out}$ . Considere que os diodos em condução direta são modelados por baterias de 0.7 V. Assuma  $v_{in}(t)$  igual à da Questão 3.



5. (*Amp Op*) Para o diagrama esquemático dado a seguir, calcule  $V_{out}$  em duas situações: (a) amplificador operacional com ganho em malha aberta  $A \rightarrow \infty$ ; e (b) amplificador operacional com ganho em malha aberta  $A = 100$ .



Boa prova!

**Tabela 1.** Alguns dados sobre o diodo D1N756 em polarização reversa (considere  $V_{ZK} = 8.0\text{ V}$ ).

$I_Z$ (A)	2 $\mu$	5 $\mu$	10 $\mu$	20 $\mu$	50 $\mu$	0.1 m	0.2 m	0.5 m	1 m	2 m	5 m	10 m	20 m
$V_Z - V_{ZK}$ (mV)	020	032	041	050	063	072	081	094	105	117	138	161	200

(Filtro RC)  $r = I_{DC}/(4\sqrt{3}fCV_m) = V_{AC,RMS}/V_{DC}$ ;  $(1 + r\sqrt{3})V_{DC} = V_m$ ;  $V_{AC,RMS} = V_{R,P}/\sqrt{3} = (V_2 - V_1)/(2\sqrt{3})$ ;

(Fonte Regulada a Zener)  $r_{RL} = r_{capacitor} \frac{r_z}{R_s + r_z} \frac{V_{DC, capacitor}}{V_z}$ ; fator de regulação =  $\frac{V_{DC,NL} - V_{DC,FL}}{V_{DC,NL}} \times 100\%$ ;

Alguns valores de resistores comerciais ( $\Omega$ ): 33, 47, 68, 82, 100, 120, 150, 180, 220, 270;

Alguns valores de capacitores comerciais ( $\mu\text{F}$ ): 47, 68, 100, 220, 330, 470, 680.