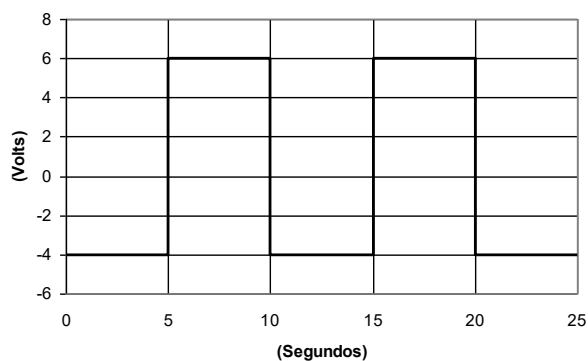


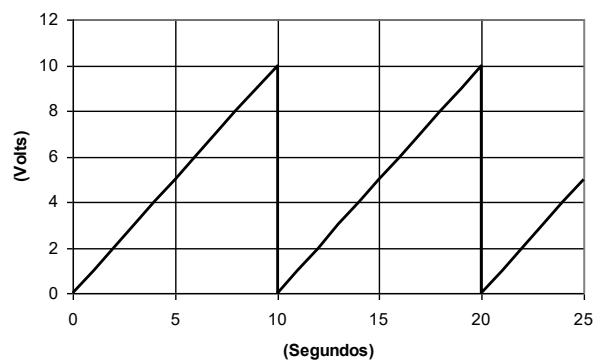
ELECRÓNICA GERAL – EXERCÍCIOS

REPRESENTAÇÃO DE SINAIS

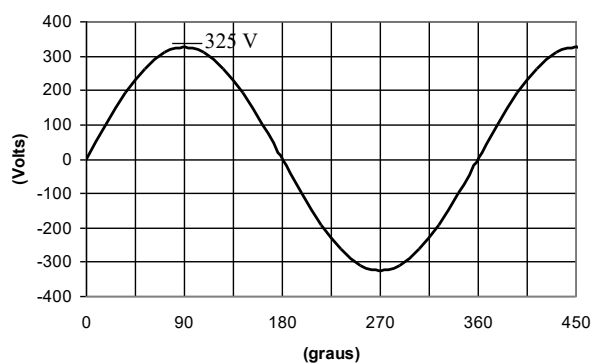
- 1 Calcule a frequência angular (caso seja possível) e os valores médio e eficaz dos sinais da Figura 1(a) - (e). Esboce ainda, para cada um deles, a componente contínua e a componente alternada.



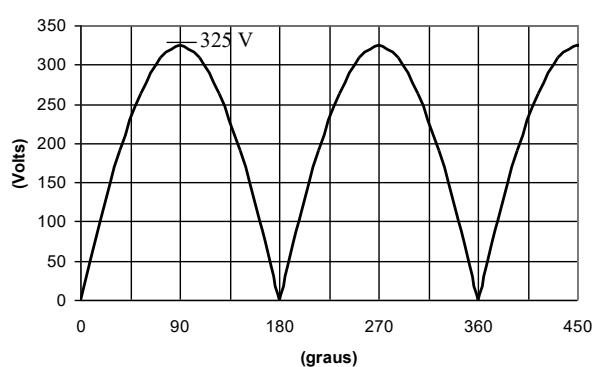
(a)



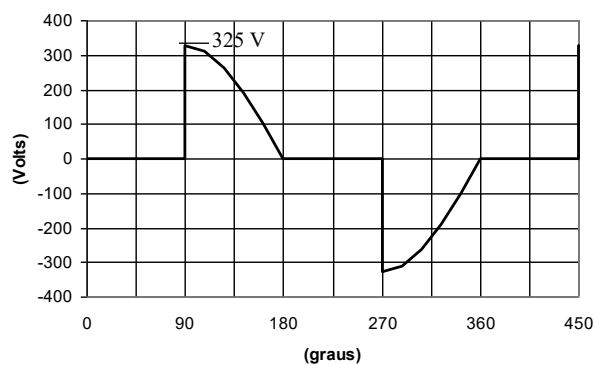
(b)



(c)



(d)



(e)

Figura 1

RUDIMENTOS DE ELECTRICIDADE E MAGNETISMO

2 Considere a forma de onda de corrente ($i(t)$) da Figura 2.

2.1 Diga qual é a o período (T), a frequência (f), e a frequência angular (ω) de $i(t)$.

$T =$ _____

$f =$ _____

$\omega =$ _____

2.2 Qual é o valor médio de $i(t)$?

$V_{med} =$ _____

2.3 Admitindo que $i(t)$ é a forma de onda da corrente num indutor com um coeficiente de auto-indução $L = 1$ mH, esboce a forma de onda da tensão ($v(t)$) aos seus terminais.

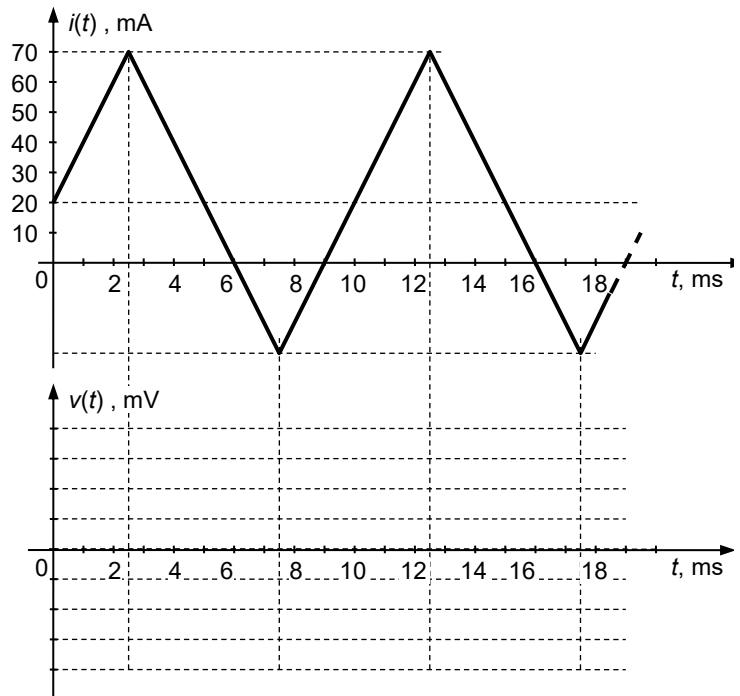


Figura 2

3 Considere a forma de onda de tensão ($v(t)$) da Figura 3.

3.1 Diga qual é a o período (T), a frequência (f), e a frequência angular (ω) de $v(t)$.

$T =$ _____

$f =$ _____

$\omega =$ _____

3.2 Qual é o valor médio de $v(t)$?

$V_{med} =$ _____

3.3 Admitindo que $v(t)$ é a forma de onda da tensão num indutor com uma indutância $L = 1$ mH, esboce a forma de onda da corrente ($i(t)$) em L (suponha que em $t = 0$ a corrente é 0 A).

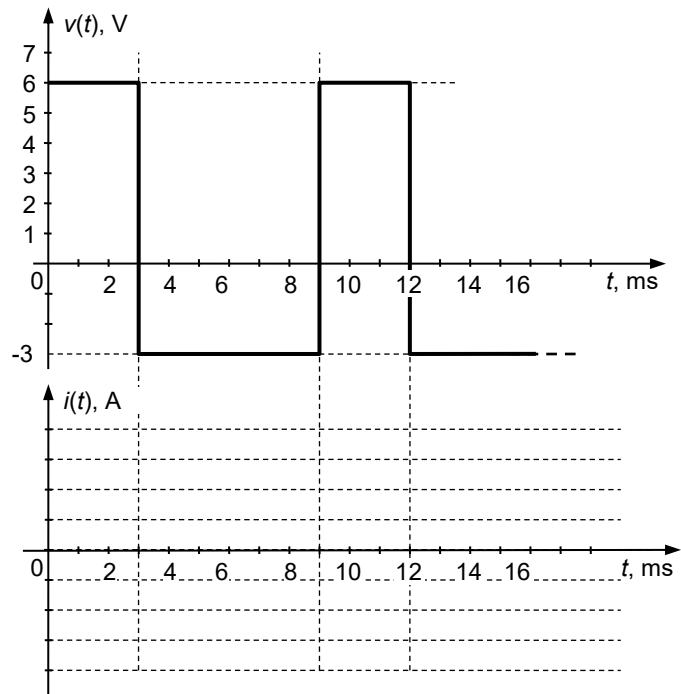


Figura 3

- 4 Na Figura 4, dois enrolamentos de cobre de N_1 e N_2 espiras abraçam um anel de material ferromagnético. Admita que a resistência dos enrolamentos é desprezável e que a relutância do anel é muito menor do que do meio envolvente.

Demonstre que $\frac{v_1}{v_2} \approx \frac{N_1}{N_2}$.

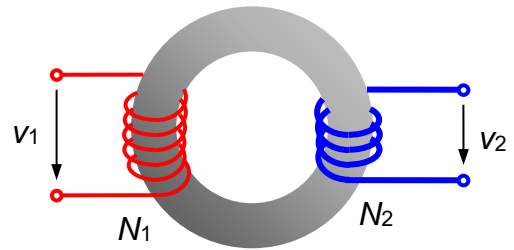


Figura 4

- 5 Sabendo que a amplitude do vector indução magnética \vec{B} (Figura 5) é 0.2 T e que o condutor de comprimento $l = 10$ cm é percorrido por uma corrente $I = 2$ A, calcule a amplitude da força \vec{F} que actua sobre o condutor.

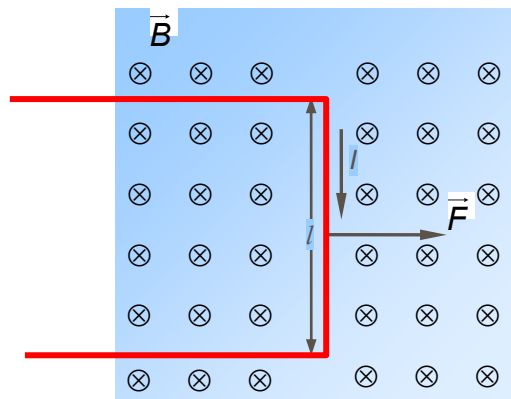


Figura 5

- 6 Sabendo que a amplitude do vector indução magnética \vec{B} (Figura 6) é 0.5 T e que o condutor de comprimento $l = 1$ m se desloca a uma velocidade $v = 10$ m/s, calcule o valor da f.e.m. (e_{ind}) induzida aos terminais.

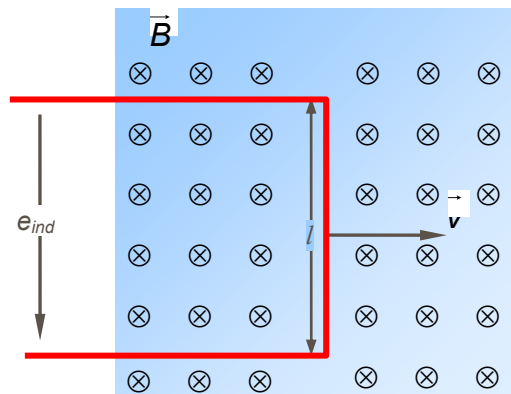


Figura 6

DÍODOS

- 7 Calcule, para os circuitos seguintes, o potencial nos pontos indicados (considere a queda de tensão de condução directa nos díodos igual a 0,7 V).

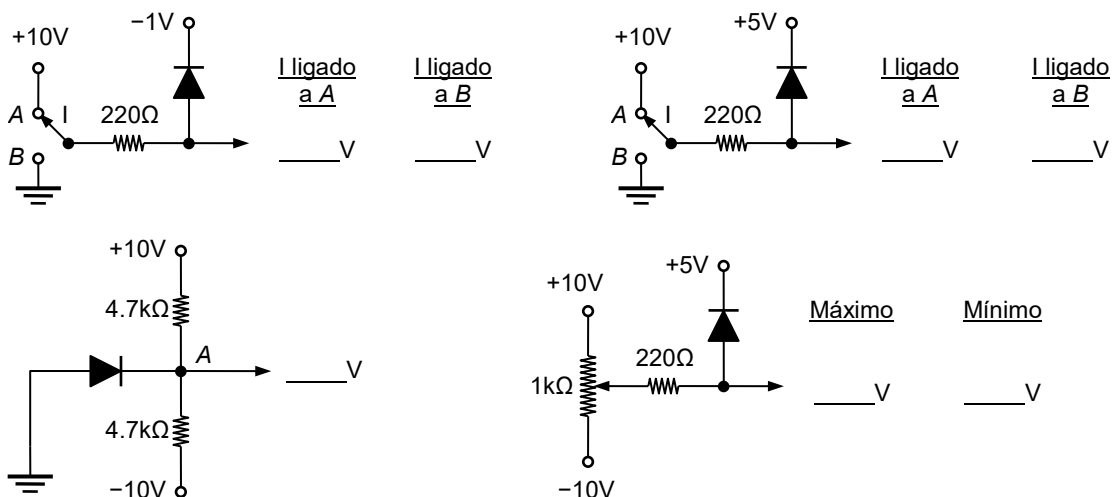


Figura 7

- 8 Escolha a afirmação verdadeira.

- ☐ A colocação do díodo impede que a lâmpada acenda, porque o potencial em *C* é negativo.
- ☐ Se inverter a polaridade do díodo a lâmpada acende.
- ☐ O díodo conduz porque está polarizado directamente e a lâmpada acende.
- ☐ Ligando o ponto *C* a 0 V não circula corrente no circuito.

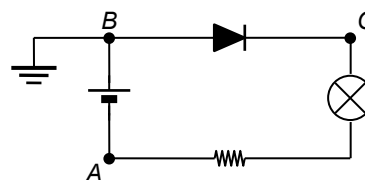


Figura 8

- 9 No circuito da Figura 9, L_1 , L_2 e L_3 são lâmpadas de 12V. Qual (ou quais) da(s) lâmpada(s) acende quando o comutador está na posição 1, 2, e 3?

- 1 _____
- 2 _____
- 3 _____

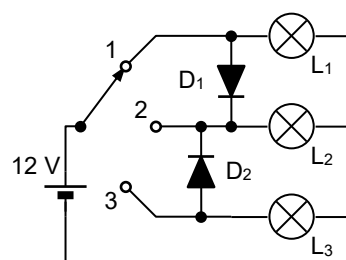


Figura 9

10 Considere o circuito da Figura 10.

10.1 Determine a tensão aos terminais de R_L do circuito da para as situações em que o interruptor (I) se aberto e fechado (tenha a atenção a queda de tensão no diodo em condução).

/ aberto: _____

/ fechado: _____

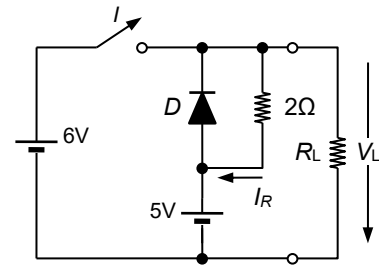


Figura 10

10.2 Calcule a corrente na resistência de $2\ \Omega$ quando o interruptor está fechado _____

Díodo de Zener

11 No circuito da Figura 11, o diodo de Zener de 6 V em paralelo com uma lâmpada de 6 V / 60 mA (L), está ligado através duma resistência de protecção a uma fonte de tensão ajustável. Descreva o comportamento da lâmpada à medida que se aumenta a tensão da fonte entre 3 V e 9 V.

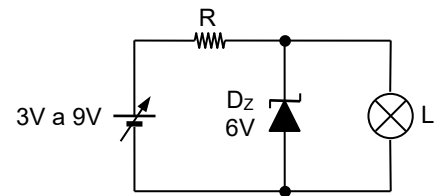
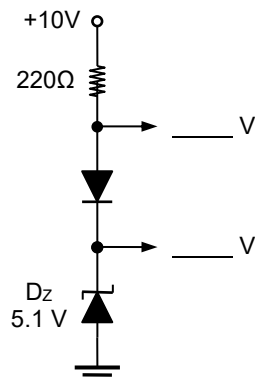
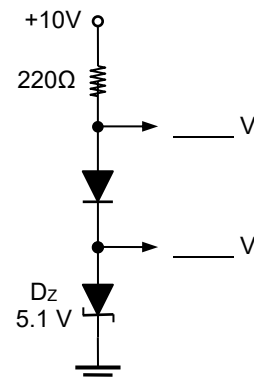


Figura 11

12 Calcule, para o circuito da Figura 12, o potencial nos pontos indicados (considere a queda de tensão de condução directa nos díodos igual a 0,7 V):



(a)



(b)

Figura 12

13 Calcule o potencial no ponto A do circuito da Figura 13 para as situações em que o interruptor se encontra nas posições I e II (considere como aproximação que a queda de tensão nos díodos quando directamente polarizados é 0.7 V).

I _____

II _____

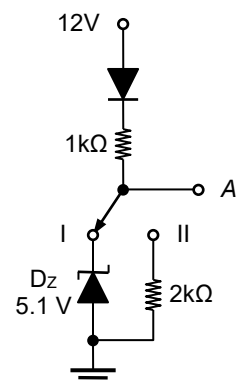
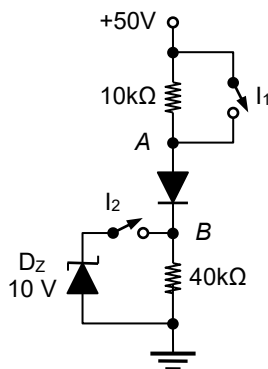


Figura 13

- 14 Calcule, para o circuito da Figura 14, o potencial nos pontos A e B (considere a queda de tensão de condução directa nos díodos igual a $0,7\text{ V}$):



Potencial	I_1 e I_2 abertos	I_1 fechado I_2 aberto	I_1 aberto I_2 fechado
A	___ V	___ V	___ V
B	___ V	___ V	___ V

Figura 14

- 15 Considere o circuito da figura ao lado. Determine o potencial no ponto A quando o comutador se encontra nas posições 1, 2, 3, 4 (admita que os díodos são ideais).

1 _____
 2 _____
 3 _____
 4 _____

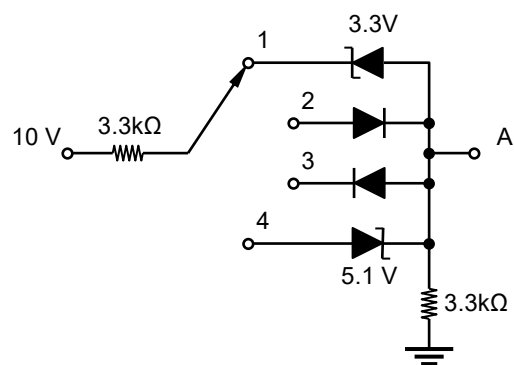


Figura 15

Fontes de alimentação

- 16 Considere o circuito da Figura 16.

- 16.1 Esboce as formas de onda da tensão e da corrente na carga (resistência R).
- 16.2 Esboce as formas de onda da tensão e da corrente no díodo.
- 16.3 Qual é o pico de tensão inversa no díodo?
- 16.4 Calcule os valores máximos da tensão e da corrente na carga.

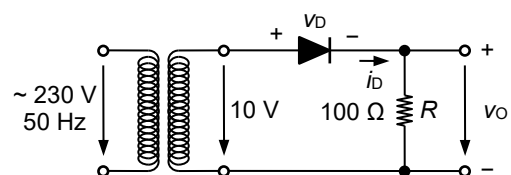


Figura 16

- 17 Suponha que se coloca um condensador em paralelo com a carga conforme mostra a figura abaixo.

- 17.1 Qual é o valor máximo da tensão no condensador?
- 17.2 Qual o valor médio da tensão de saída em vazio?
- 17.3 Qual é o valor máximo da tensão inversa no díodo em vazio?
- 17.4 Qual o valor eficaz da tensão de saída em vazio.

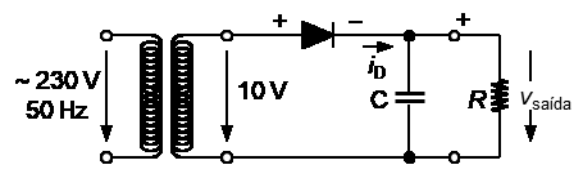


Figura 17

18 A forma de onda à saída do bloco de filtragem duma fonte de alimentação é a da Figura 18 (para a corrente nominal).

18.1 De que tipo é o rectificador utilizado na fonte de alimentação?

18.2 Qual é o valor eficaz da tensão no secundário do transformador (desprezando a queda de tensão nos díodos do rectificador)?

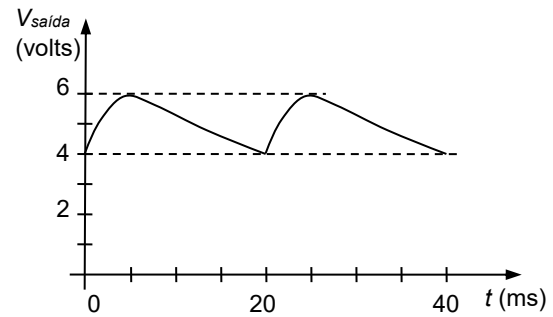


Figura 18

18.3 Qual é o factor de "ripple" da fonte de alimentação?

19 Uma fonte de alimentação possui as seguintes características: Tensão de saída (em vazio) = +5.1V; Corrente nominal = 3A; Regulação = 2%; Factor de "ripple" = 0.5%.

19.1 Qual é o valor da tensão nominal da fonte (a tensão disponível quando a fonte fornece a uma carga uma corrente de 3A)?

19.2 Esboce a curva de regulação da fonte.

19.3 Qual é a sua resistência interna?

19.4 Qual é o "ripple" pico-a-pico para a corrente nominal (3A)?

Circuitos limitadores

20 Nas alíneas seguintes tenha em atenção a forma de onda aplicada à entrada dos circuitos para indicar qual a forma de onda correspondente à saída (considere o diodo ideal).

20.1 (Ver Figura 19.)

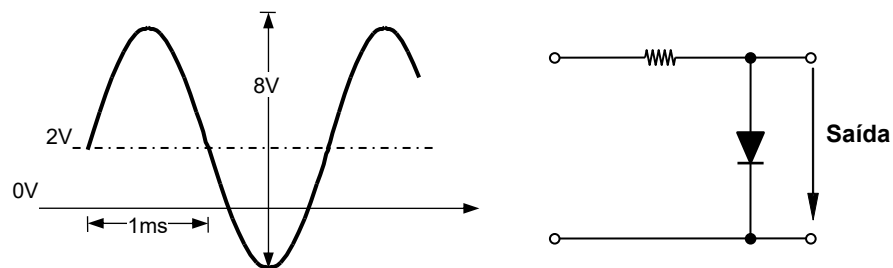
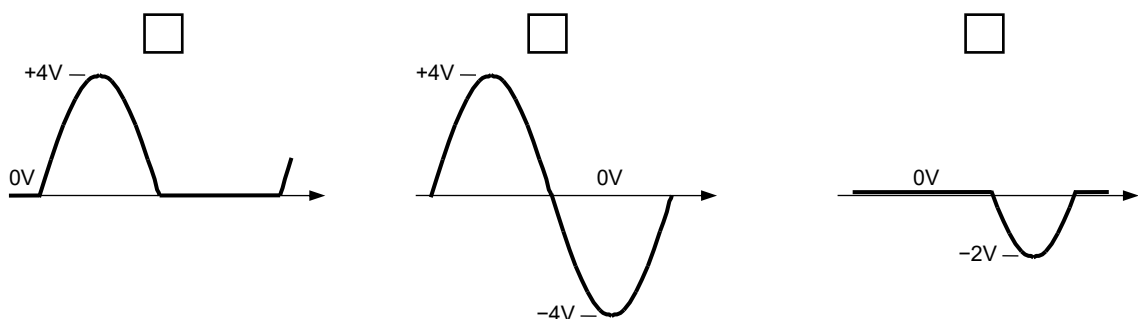


Figura 19



20.2 (Ver Figura 20.)

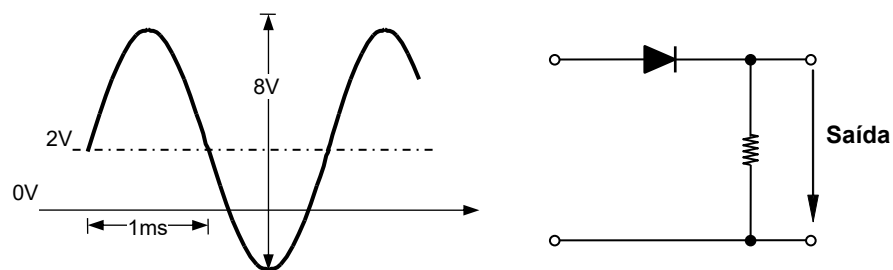
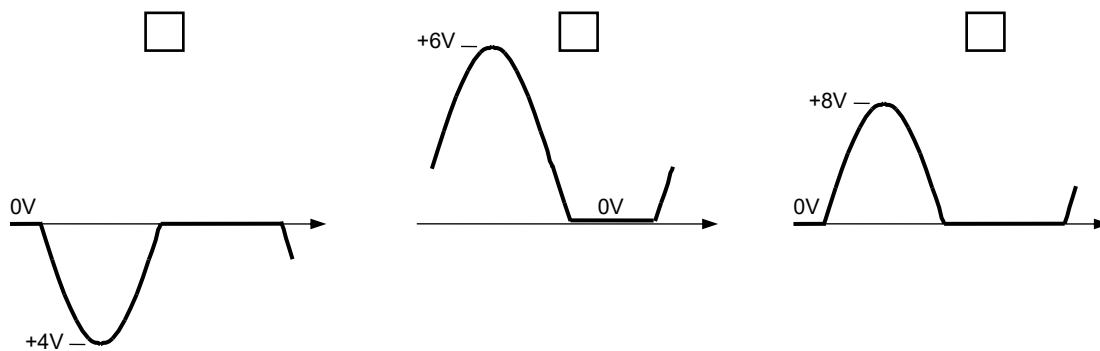


Figura 20



- 21 Considere o circuito da Figura 21 e, tendo em atenção o sinal aplicado à sua entrada, esboce a forma de onda observada na saída (considere o díodo ideal).

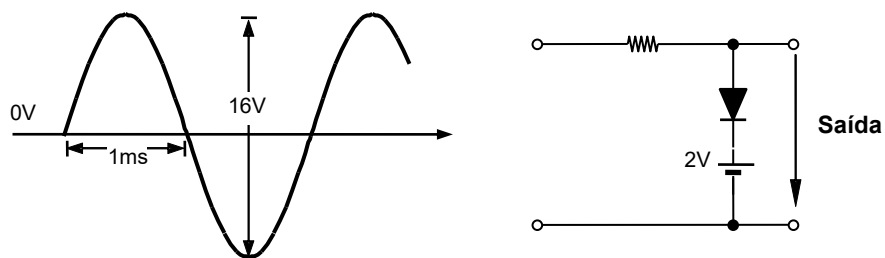
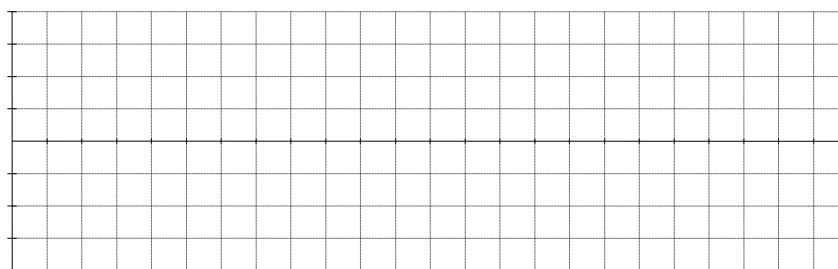


Figura 21



- 22 Considere o circuito da Figura 22 e, tendo em atenção a forma de onda aplicada à entrada à sua entrada indique qual a forma de onda correspondente à saída (considere o diodo ideal).

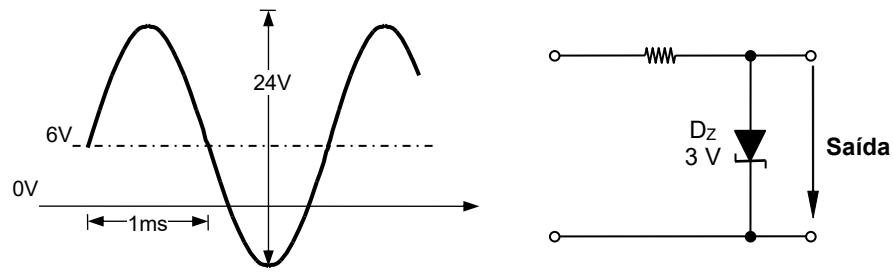
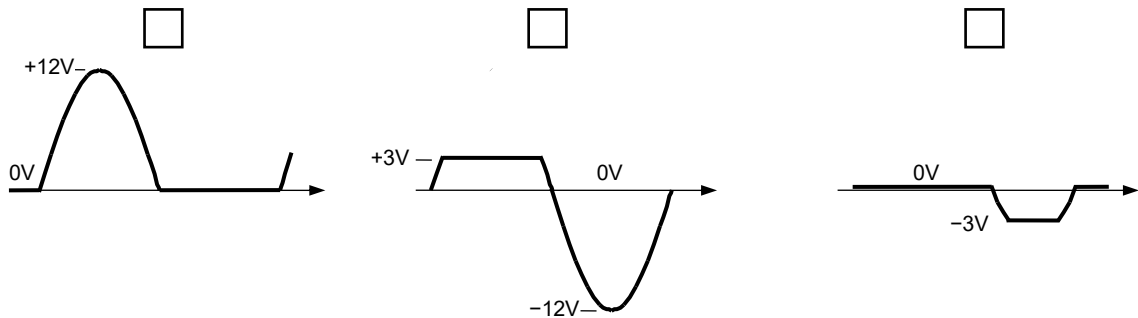


Figura 22



Deslocadores de nível

- 23 Sabendo que a tensão à entrada do circuito da Figura 23 (v_{entrada}) é uma sinusóide com 6 V de amplitude de pico, esboce a forma de onda à saída do circuito ($v_{\text{saída}}$).

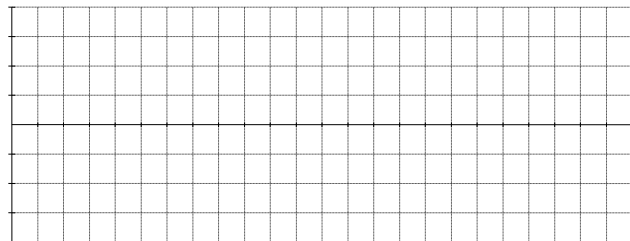
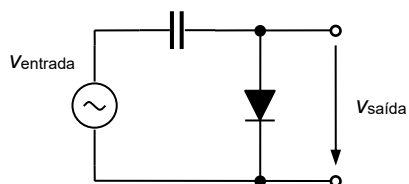


Figura 23

- 24 Sabendo que a tensão à entrada do circuito da Figura 24 (v_{entrada}) é uma sinusóide com 6 V de amplitude de pico, esboce a forma de onda à saída do circuito ($v_{\text{saída}}$).

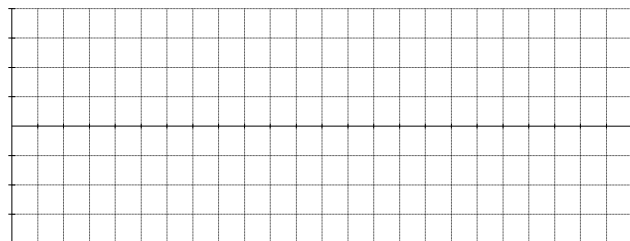
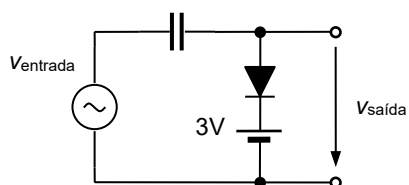


Figura 24

- 25 Sabendo que a tensão à entrada do circuito da Figura 25 (v_{entrada}) é uma sinusóide com 5 V de amplitude de pico, esboce a forma de onda (em regime permanente) à saída do circuito ($v_{\text{saída}}$).

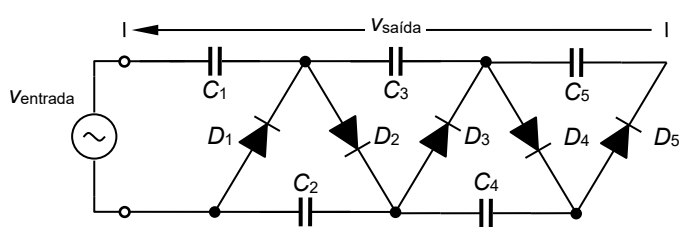
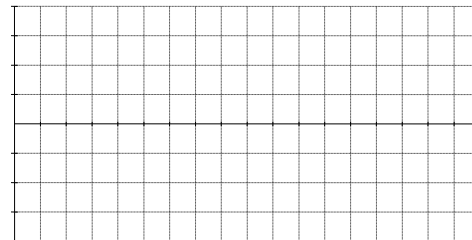


Figura 25



TRANSÍSTORES

- 26** Relativamente aos circuitos das figuras seguintes, calcule os valores que estão por determinar (indicados com “?” e diga em que região se encontra a funcionar cada transistor. (Nota: é possível que alguns dos transístores estejam defeituosos.)

26.1 (ver Figura 26)

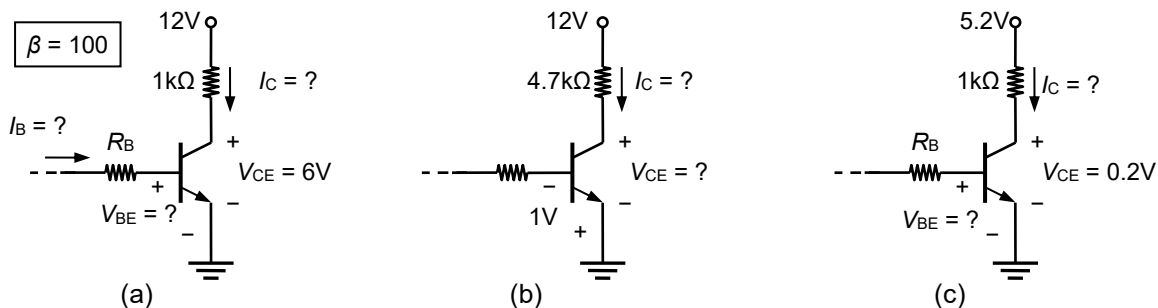


Figura 26

26.2 (ver Figura 27)

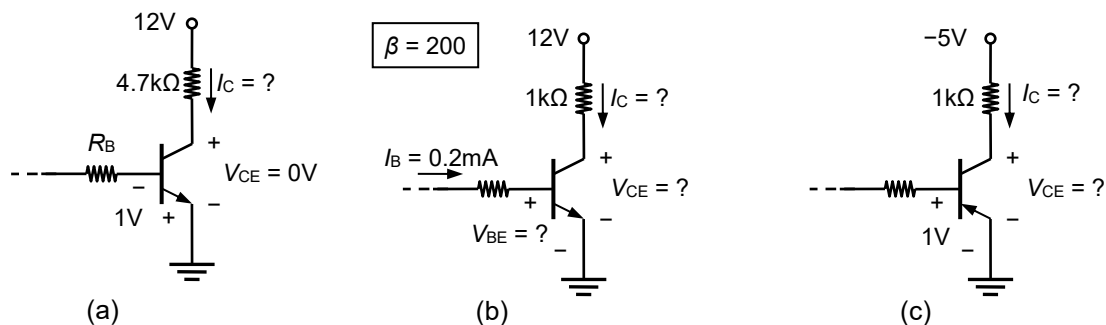


Figura 27

26.3 (ver Figura 28)

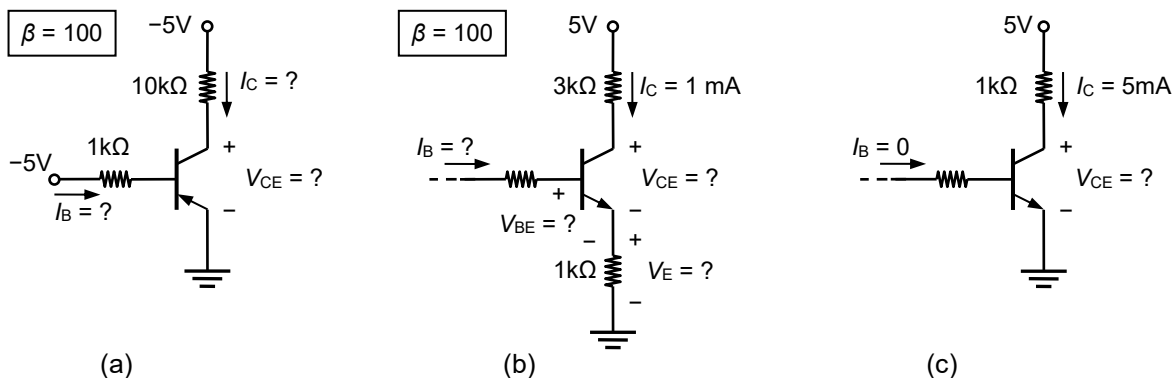


Figura 28

27 Considere o circuito da Figura 29.

27.1 Calcule V_O quanto $V_i = +12V$. Qual é nestas condições o modo de funcionamento do transistor?

27.2 Para $V_i = +12V$, qual é o maior valor possível para R_1 de tal modo que o funcione na saturação?

27.3 Se $V_i = 1V$ e $R_1 = 15\text{ k}\Omega$, qual o valor de V_O ? Qual é, neste caso, a zona de funcionamento do transistor?

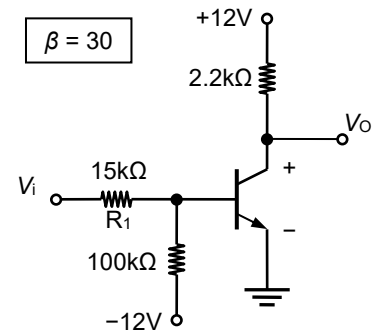
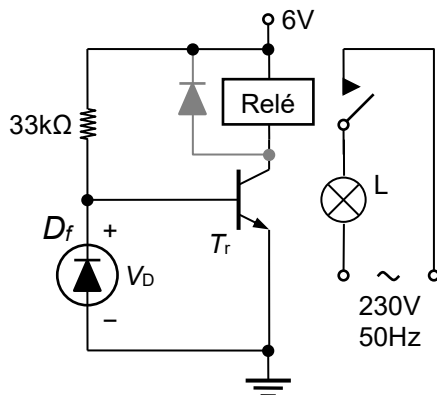
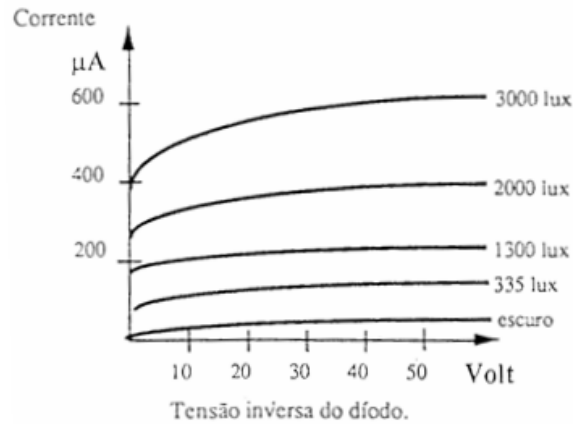


Figura 29

28 No circuito da Figura 30 (a) o ganho do transistor (de silício) é $\beta = 100$ e o relé utilizado é de 6V/5mA. O componente designado por D_f é um fotodiodo, tratando-se de um sensor de luz cuja característica se apresenta na Figura 30 (b).



(a)



(b)

Figura 30

28.1 Explique detalhadamente o funcionamento do circuito e indique pelo menos uma aplicação prática do mesmo.

28.2 Qual a iluminação mínima (intensidade de luz - lux) necessária para o relé actuar?

29 Calcule, para o circuito da Figura 31, os seguintes valores:

29.1 A corrente I_C

29.2 A tensão V_O

29.3 A corrente I_C se a resistência de colectador for substituída por uma de 500 Ω .

29.4 Como se comporta o circuito da Figura 31?

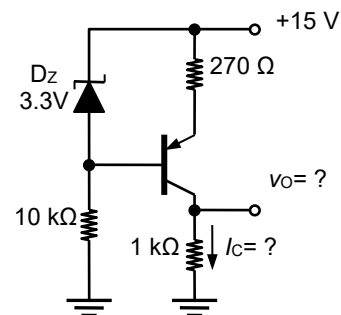


Figura 31

FET's

- 30 Para o n -MOSFET da Figura 32 $V_t = 1\text{V}$ e $k'_n W/L = 0.5\text{ mA/V}^2$.

30.1 Mostre que para

$$V_{GS} > \frac{-1 + \sqrt{1 + 2k'_n W/L R_D V_{DD}}}{k'_n W/L R_D} + V_t,$$

o transistor funciona como triodo.

- 30.2 Determine o ponto de funcionamento (V_{DS} e I_D) e diga em que região funciona o transistor para: (a) $V_{GS} = 0.5\text{V}$; (b) $V_{GS} = 3\text{V}$, (c) $V_{GS} = 4\text{V}$.

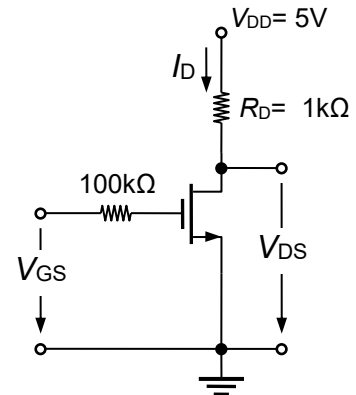


Figura 32

- 31 Um n -MOSFET de intensificação com $V_t = 2\text{V}$ conduz uma corrente $I_D = 1\text{ mA}$ quando $V_{GS} = V_{DS} = 3\text{ V}$.

31.1 Admitindo que na zona de saturação I_D não depende de V_{DS} , calcule o valor da corrente de dreno para $V_{GS} = 4\text{ V}$ e $V_{DS} = 5\text{ V}$.

31.2 Calcule o valor da resistência de dreno r_{DS} , para $V_{GS} = 4\text{ V}$ e pequenos valores de V_{DS} .

- 32 Para um transistor PMOS do tipo intensificação $k'_n \frac{W}{L} = 100\mu\text{A/V}^2$ e $V_t = -2\text{ V}$. A sua *gate* encontra-se ligada à terra e a fonte ligada a $+5\text{V}$.

32.1 Qual é o valor máximo da tensão que pode ser aplicada ao dreno de tal modo que o transistor funcione na zona de saturação?

32.2 Admitindo que na zona de saturação I_D não depende de V_{DS} , calcule o valor da corrente de dreno para $V_{DS} = -5\text{ V}$.

- 33 Para o n -MOSFET da Figura 33 $V_t = 2\text{V}$ e $k'_n W/L = 0.8\text{ mA/V}^2$.

Dimensione os componentes do circuito de tal modo que $I_D = 0.4\text{ mA}$ e $V_D = +1\text{ V}$.

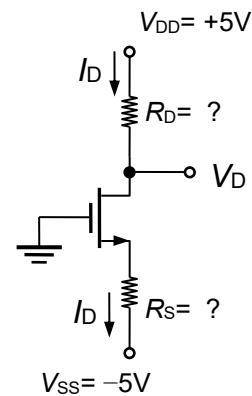


Figura 33

34 Para o n -MOSFET da Figura 34, $V_t = 1\text{ V}$ e $k'_n W/L = 1\text{ mA/V}^2$.

34.1 Dimensione R_D de tal modo que e $V_D = +0.1\text{ V}$.

34.2 Qual é o valor da resistência r_{DS} nestas condições?

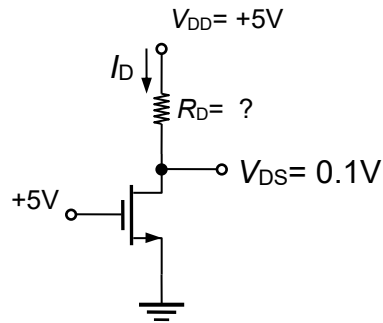


Figura 34

35 Para um transistor NMOS do tipo depleção, $k'_n \frac{W}{L} = 4\text{ mA/V}^2$ e $V_t = -2\text{ V}$. Calcule o menor valor de V_{DS} para que o transistor funcione na região de saturação quando $V_{GS} = +1\text{ V}$. Qual é o valor correspondente de I_D ?

36 Para o n -MOSFET de depleção da Figura 35, $V_t = -1\text{ V}$ e $k'_n W/L = 1\text{ mA/V}^2$.

36.1 Dimensione R_S de tal modo que e $V_S = +9.9\text{ V}$.

36.2 Qual é o valor da resistência r_{DS} nestas condições?

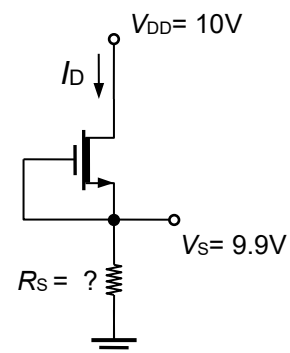


Figura 35

37 Um JFET canal- n é caracterizado por uma tensão $V_P = -4\text{ V}$ e $I_{DSS} = 10\text{ mA}$.

37.1 Para $V_{GS} = -2\text{ V}$ qual é o menor valor de V_{DS} de tal modo que o transistor funcione no modo “pinch-off”?

37.2 Para $V_{GS} = -2\text{ V}$ e $V_{DS} = 3\text{ V}$ qual é o valor de I_D ?

37.3 Para $V_{DS} = 3\text{ V}$ diga qual é a variação de I_D correspondente a uma variação de V_{GS} entre -2 V e -1.6 V .

37.4 Calcule o valor de r_{DS} para pequenos valores de V_{DS} , para $V_{GS} = 0\text{ V}$ e $V_{GS} = -3\text{ V}$.

38 Para o JFET canal- n da Figura 36, $I_{DSS} = 10\text{ mA}$ e $V_P = -4\text{ V}$. Determine o seu ponto de funcionamento (V_{GS} , I_D e V_{DS}).

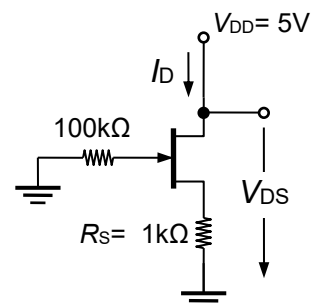


Figura 36

TIRÍSTOR/TRIAC

39 No circuito da Figura 37 a tensão de entrada é da forma $v_i(t) = V_m \sin(\omega t)$.

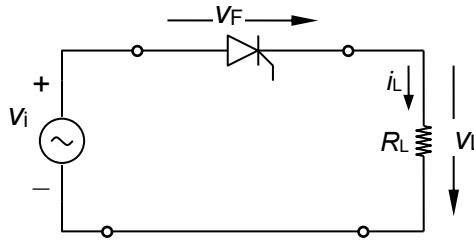


Figura 37

39.1 Obtenha as formas de onda da tensão de saída (v_L), da tiristor (v_F) e da corrente no receptor (i_L) para $\alpha = 45^\circ$.

39.2 Obtenha a expressão do valor médio da tensão de saída em função do ângulo de disparo α .

39.3 Calcule o valor médio da tensão de saída e da corrente no receptor para $\alpha = 45^\circ$. Admita que $V_m = \sqrt{2} \cdot 230 \text{ V}$ e que $R_L = 10 \Omega$.

40 No circuito da Figura 38 a tensão de entrada é da forma $v_i(t) = V_m \sin(\omega t)$.

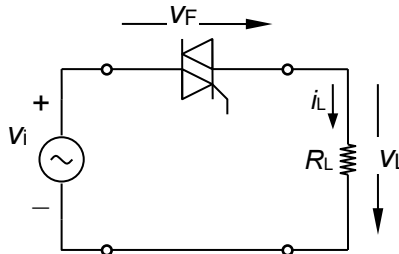


Figura 38

40.1 Obtenha a expressão do valor médio da potência de saída (em R_L) em função do ângulo de disparo α (admita que a queda de tensão no triac em condução é 0 V).

40.2 Obtenha a expressão do valor médio da potência dissipada no triac em função do ângulo de disparo α . Admita que a queda de tensão no triac em condução é $v_F = 1 \text{ V}$ (constante).

40.3 Calcule, para $\alpha = 30^\circ$, o valor médio da potência no receptor (R_L) e a dissipada no triac. Admita que $V_m = \sqrt{2} \cdot 230 \text{ V}$ e que $R_L = 10 \Omega$.

40.4 Calcule, nas condições de 40.3, o rendimento do circuito.

40.5 Suponha que a potência de saída era controlada recorrendo a um reóstato ligado em série com o receptor (o reóstato substitui o triac na Figura 38). Qual deveria ser o valor da resistência do reóstato (R_V) para que a potência entregue ao receptor tivesse o mesmo valor calculado em 40.3? E qual seria a potência dissipada no reóstato? Qual seria neste caso o rendimento do conjunto?

TRANSDUTORES E AMPLIFICADORES

- 1 Considere-se uma fonte de sinal, um amplificador e uma carga com as seguintes características: $E_f = 15\text{mV}$, $R_f = 500\Omega$, $A = 100$, $R_{\text{ent}} = 1000\Omega$, $R_{\text{saída}} = 8\Omega$, $R_L = 8\Omega$.

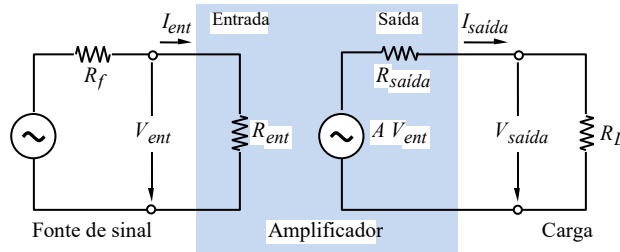


Figura 39

- 1.1 Calcular a tensão de saída do amplificador ($V_{\text{saída}}$).
 - 1.2 A potência fornecida à carga.
 - 1.3 A potência fornecida à carga se a impedância de entrada do amplificador fosse $R_{\text{ent}} = 10\text{k}\Omega$.
- 2 Uma ponte com dois extensómetros utilizada para medir forças possui uma sensibilidade de 2mV/V/Kgf . A resistência nominal dos extensómetros é de 300Ω (em repouso). Pretende-se que indicação da força seja mostrada num voltímetro cuja escala é convertida de volts para kg. O valor máximo da força aplicada é de 20 kgf e o fim de escala do voltímetro são 10V. Para um esquema como o da figura abaixo determine:

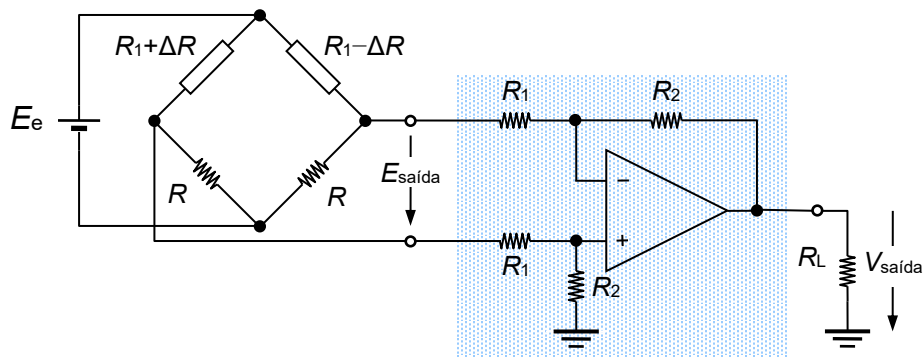


Figura 40

- 2.1 Para uma tensão de excitação da ponte de $E_e = 5\text{V}$, qual deveria ser o ganho do amplificador?
- 2.2 Qual é a variação de resistência correspondente ao valor máximo da força aplicada?

- 3 O circuito da Figura 41 é muitas vezes utilizado como conversor corrente \rightarrow tensão, ou seja, para providenciar uma tensão de saída $V_{saída}$ proporcional a um sinal de entrada de corrente i_{ent} . Obtenha a expressão para a transresistência $R_m = \frac{V_{saída}}{i_{ent}}$. Qual é a resistência de entrada ($R_{ent} = \frac{V_{ent}}{i_{ent}}$) do circuito?

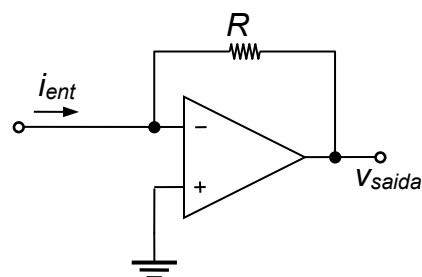


Figura 41

- 4 Na figura seguinte apresenta-se a característica de um fotodiodo. Estude-a atentamente e responda às seguintes questões:

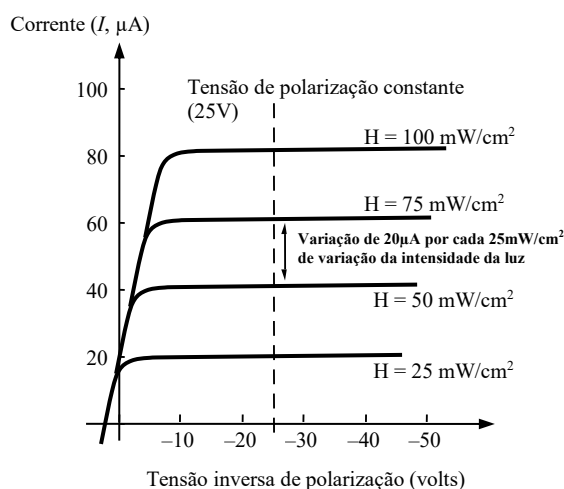


Figura 42

- 4.1 O que é um fotodiodo? Trata-se de um transdutor activo ou passivo?

Utilizou-se o seguinte esquema de amplificação para o referido fotodiodo:

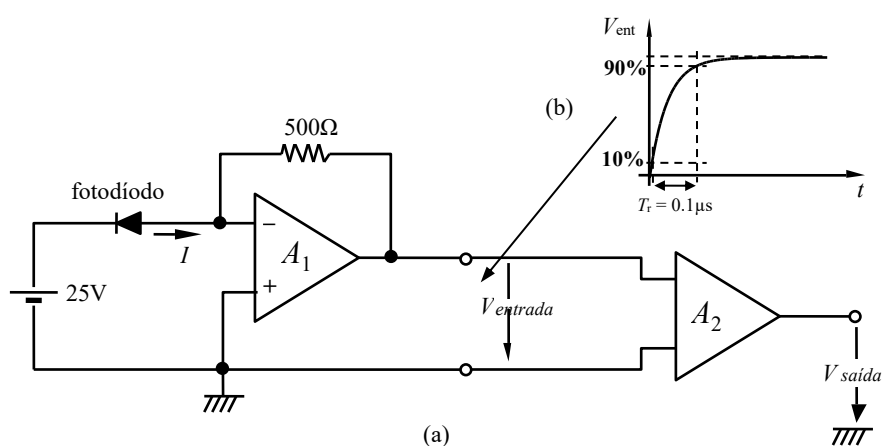


Figura 43

- 4.2 Sabendo que a impedância de saída do amplificador A_1 é 100Ω e que o amplificador A_2 apresenta uma impedância de entrada de $1k\Omega$ e um ganho em circuito aberto $A = 100$, diga, para uma intensidade de luz de 50 mW/cm^2 , qual a tensão de saída ($V_{saída}$) do sistema.

- 4.3 (Nota: caso não consiga calcular a tensão à entrada do amplificador A_2 , admita que o seu valor é 20 mV.)
- 4.4 Qual a sensibilidade média global do sistema (em $V/(mW/cm^2)$)?
- 4.5 A resposta a um degrau do conjunto transdutor/ A_1 é a indicada na mesma figura (b)). Sabendo que o tempo de subida é $t_r = 0.1\mu s$, diga qual deveria ser a largura de banda do amplificador A_2 para que o sinal na saída não venha atenuado
- (Nota: considere uma aproximação razoável admitir que, na resposta de um sistema a um degrau, a relação entre o tempo de subida a sua frequência superior de corte (f_{sc}) é $t_r = \frac{0.35}{f_{sc}}$.)
- 5 Esboce, para o circuito da Figura 44, a forma de onda de saída ($v_{saída}$).

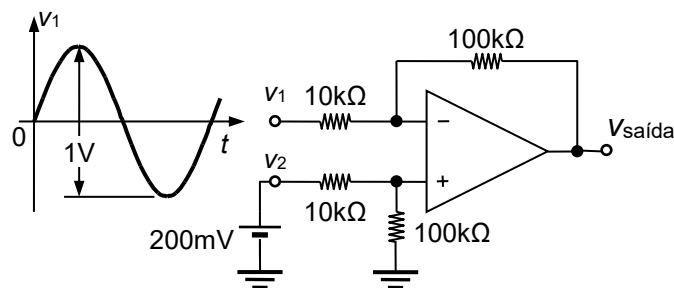


Figura 44

- 6 Apresente um circuito que, utilizando apenas AmpOP's e resistências de $10k\Omega$, implemente a função $v_{saída} = v_3 - v_2 - v_1$.
- 7 Pretende-se ligar uma fonte de 10 V com uma resistência interna de $10 k\Omega$ a uma carga com uma resistência de $1 k\Omega$. Diga qual é a tensão que aparece aos terminais da carga se,
- 7.1 A carga for ligada directamente à fonte.
- 7.2 Se um seguidor de tensão for inserido entre a fonte e a carga.
- 7.3 Para cada caso diga qual é a corrente na carga. De onde vem a corrente da carga no caso de 7.2?

- 8 Na Figura 45 apresenta-se o circuito de um “deslocador de fase”. Diga qual a sua função de transferência para sinais sinusoidais $\left(\frac{V_{saída}(j\omega)}{V_{ent}(j\omega)} \right)$. Trace a sua resposta em frequência (amplitude e fase) para $R = 10 k\Omega$ e $C = 1\mu F$.

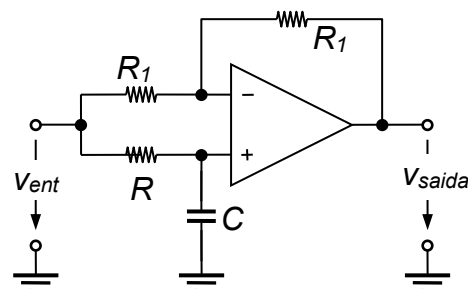


Figura 45

- 9 Considere o circuito da Figura 46. A tensão de alimentação dos AmpOp's é $\pm 12\text{ V}$ e a sua tensão de saturação é $\pm 10\text{ V}$. Esboce, no mesmo sistema de eixos, a forma de ondas nos pontos B , C , e D , quando à entrada do circuito (ponto A) se aplica uma tensão constante e igual a 1 V . (Indique de forma clara as escalas de tensão e de tempo utilizadas.)

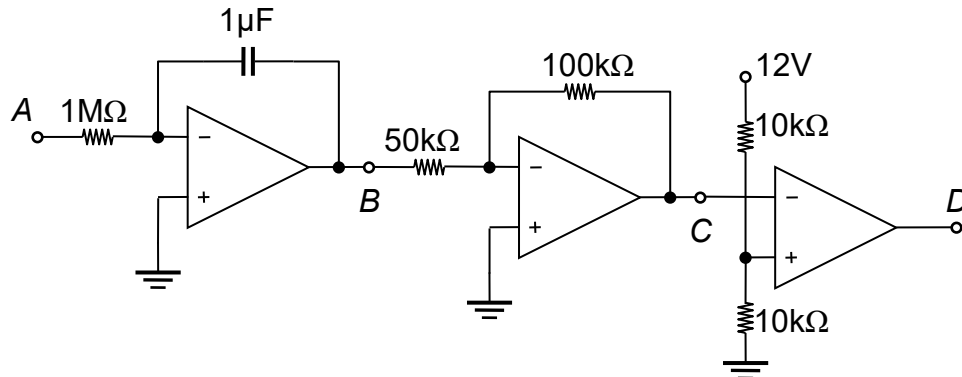


Figura 46

- 10 O circuito da Figura 47 implementa um interruptor comandado por luz e utiliza um AmpOp como comparador.

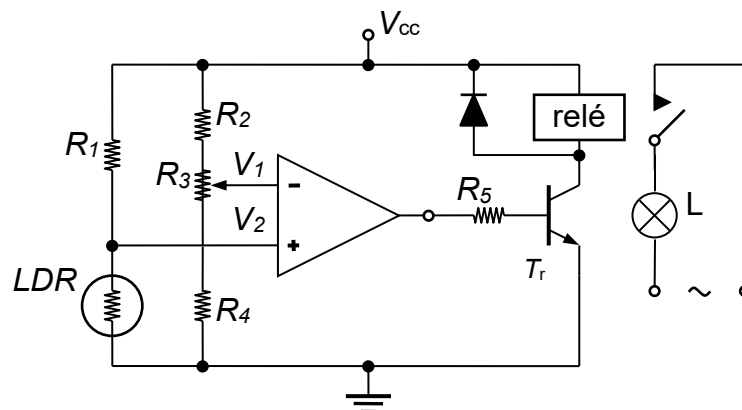


Figura 47

- 10.1 Qual deve ser a relação entre V_1 e V_2 para que a saída do AmpOp seja negativa à luz do dia?
- 10.2 Diga o que acontece no escuro ao (a) LDR, (b) relação entre V_1 e V_2 , (c) saída do AmpOp, (d) estado de condução de T_r , (e) relé (ligado? desligado?)
- 10.3 Como alteraria o circuito para que o relé ficasse desligado no escuro e ligado à luz do dia?
- 11 A tensão de saturação do AmpOp da Figura 48 é $V_{\text{sat}} = \pm 10\text{ V}$. Admitindo que o sinal aplicado à sua entrada (v_{ent}) é que se apresenta na figura ao lado, esboce o sinal obtido na saída ($v_{\text{saída}}$).

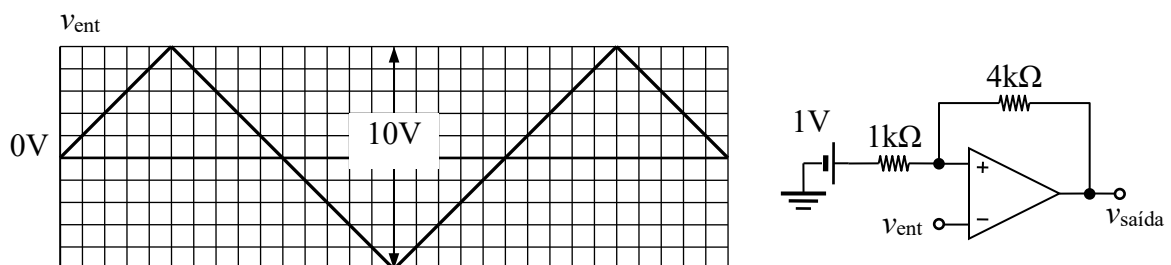


Figura 48

- 12 Esboce, para o circuito da Figura 49, a forma de onda de saída quando à entrada se aplica uma entrada sinusoidal. Obtenha ainda a sua característica de transferência (o gráfico da relação $V_{saída} = f(V_{ent})$)

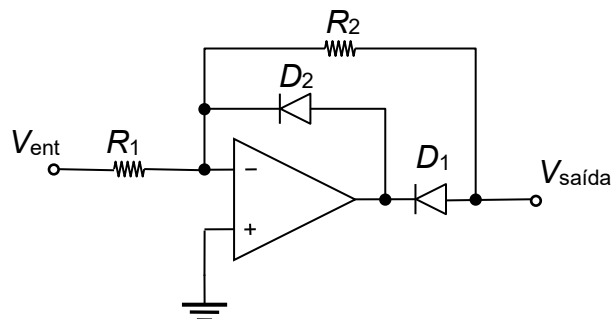
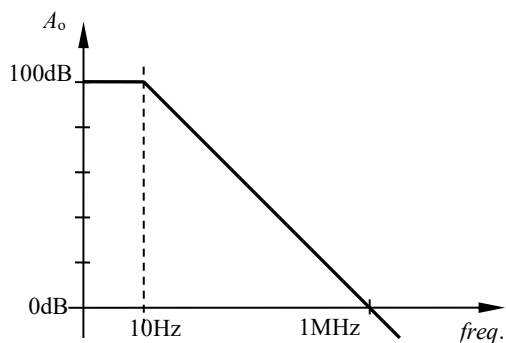
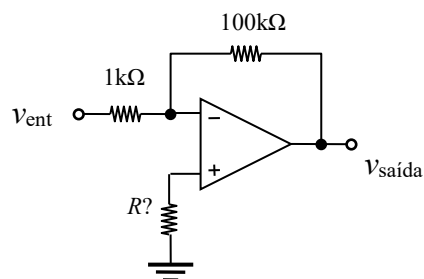


Figura 49

- 13 Apresente um circuito (utilizando apenas AmpOP's) que implemente a função $v_{saída} = k(v_2 \times v_1)$. Nota: tenha em atenção que $\log(A \times B) = \log(A) + \log(B)$
- 14 Um amplificador operacional apresenta a curva de resposta em frequência (assimptotas) da Figura 50 (a). Possui ainda, entre outras, as seguintes características: taxa de inclinação (ou *slew-rate*) $SR = 50 \text{ V}/\mu\text{s}$; $CMRR = 90\text{dB}$; tensão de entrada de desvio (*offset*) $V_{OS} = 200\mu\text{V}$.



(a)



(b)

Figura 50

- 14.1 Qual é o ganho de modo comum (para baixas frequências) do AmpOp?
- 14.2 O AmpOP é utilizado na montagem amplificadora da Figura 50 (b). Qual é a largura de banda da montagem?
- 14.3 Supondo que à entrada do amplificador da Figura 50 (b) é aplicado um sinal sinusoidal com uma amplitude de 200 mV_{pp} , qual é a largura de banda de potência do amplificador?
- 14.4 Qual é erro introduzido na saída da montagem da Figura 50 (b) pela tensão de desvio (V_{OS}) à sua entrada?
- 14.5 Qual deveria ser o valor de R (Figura 50 (b)) para que o efeito na saída da corrente de polarização das entradas do AmpOP seja minimizado?
- 15 Medidas do ganho em malha aberta de um AmpOP internamente compensado indicam que o ganho é 5.1×10^3 para 100 kHz e que o ganho para baixas frequências é 8.3×10^3 . Diga qual é a frequência superior de corte do AmpOp, bem como a sua frequência de ganho unitário (f_T).
- 16 Um AmpOP internamente compensado apresenta, em malha aberta, um ganho para baixas frequências de 10^5 e uma frequência superior de corte de 10 Hz .
- 16.1 Trace a resposta em frequência (comportamento assintótico relativamente à amplitude) de uma montagem inversora com um ganho de 100 que utiliza o referido AmpOp. Qual é a frequência superior de corte da montagem?

- 16.2 Trace a resposta em frequência (comportamento assintótico relativamente à amplitude) de uma montagem constituída por uma cascata de dois amplificadores inversores, cada um com um ganho de 10. Qual é a frequência superior de corte da montagem?
- 16.3 Que pode concluir dos resultados de 16.1 e 16.2?
- 17 Um AmpOp com um *slew rate* de $10\text{V}/\mu\text{s}$ é utilizado na configuração seguidor de tensão (ganho unitário). À sua entrada são aplicados impulsos que variam entre 0 e $+5\text{V}$. Qual seria a menor duração de um impulso para que a saída atinja o seu valor máximo (5V)? Para um tal impulso, desenhe a forma de onda da saída.
- 18 No projecto de circuitos com AmpOp's é necessário prever as limitações em malha-fechada para as gamas de utilização de frequência e tensão, impostas por uma largura de banda finita (especificada, p. ex., através do valor da frequência de transição f_T), *slew rate* (SR) e saturação da saída ($\pm V_{\text{sat}}$). Admita que um AmpOp com $f_T = 2\text{ MHz}$, $SR = 1\text{ V}/\mu\text{s}$, $V_{\text{sat}} = \pm 10\text{V}$ é utilizado para implementar um amplificador não-inversor com um ganho nominal de 10. Assuma que à sua entrada é aplicado um sinal sinusoidal de amplitude de pico V_m .
- 18.1 Se $V_m = 0.5\text{ V}$, qual o valor máximo da frequência de entrada antes de se observar uma saída distorcida?
- 18.2 Para uma frequência de entrada $f = 20\text{ kHz}$, qual é o valor máximo de V_m antes de se observar uma saída distorcida?
- 18.3 Se $V_m = 50\text{ mV}$, qual é a gama de utilização da frequência de entrada?
- 18.4 Para $f = 5\text{ kHz}$, qual é a gama utilização da tensão de entrada?
- 19 Um AmpOP montado na configuração inversora possui $R_1 = 1\text{ k}\Omega$ e $R_2 = 100\text{ k}\Omega$. Com a entrada ligada a 0 V , a saída apresenta o valor de -0.5 V . Qual é a tensão de desvio (*offset*) na entrada do AmpOP? (Suponha que a corrente de entrada de polarização é desprezável.)

- 20 Um amplificador não inversor com um ganho em malha-fechada de 1000, utiliza um AmpOp com uma tensão de desvio (*offset*) de entrada $V_{\text{OS}} = 4\text{ mV}$ e uma tensão de saturação $V_{\text{sat}} = \pm 13\text{ V}$. Qual é o valor máximo da amplitude de pico de uma entrada sinusoidal para que a tensão não seja “cortada” (limitada por $\pm V_{\text{sat}}$)? Se a entrada for acoplada capacitivamente, tal como se indica na Figura 51, qual seria então o valor máximo da amplitude?

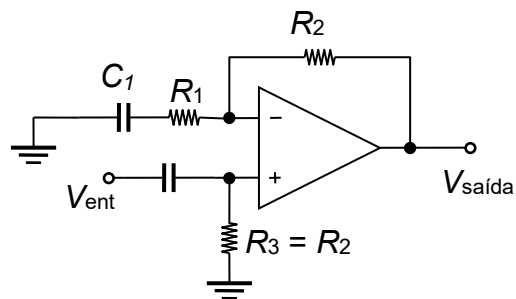


Figura 51

- 21 Um AmpOp ligado em malha-fechada com uma resistência de realimentação de $1\text{ M}\Omega$, possui um ganho de $+100$.
- 21.1 Para uma corrente de entrada de polarização de 100 nA , qual é a tensão de saída se a entrada for ligada a 0 V (admita que a tensão de *offset* é desprezável)?
- 21.2 Para um tensão de *offset* na entrada de $\pm 1\text{ mV}$, qual é o maior valor de tensão expectável na saída, se a entrada for ligada a 0 V e a corrente de polarização de 21.1?
- 21.3 Qual é o valor da resistência a incluir no circuito (aonde?) para se fazer a compensação da corrente de polarização (I_B)? Se a corrente de *offset* (I_{OS}) não ultrapassar $1/10$ da corrente de polarização qual é a tensão de *offset* resultante (devido apenas ao *offset* de corrente)?
- 21.4 Com a compensação da corrente de compensação de 21.3, qual é o valor máximo da tensão (*cc*) de saída, devido ao efeito combinado dos *offsets* de corrente e de tensão?

OUTROS COMPONENTES E SUBSISTEMAS

Conversão de dados

22 Um sinal analógico na gama de 0 a +10V é convertido para um sinal digital de 8 bits.

22.1 Qual é a resolução da conversão em volts?

22.2 Qual é a representação digital de uma tensão de entrada de 6V? E de 6.2V? Qual é o erro resultante da quantização (ou discretização) em valor absoluto e em percentagem da entrada? E em percentagem do fim de escala?

22.3 Qual é o maior erro resultante da quantização em percentagem do fim de escala?

22.4 Qual seria a resolução (em volts) para uma gama de tensões de entrada entre -10V e +10V?

23 O sinal da Figura 52 é amostrado em intervalos de 1 ms.

23.1 Represente a curva por uma série de números de 4 bits.

23.2 Qual deveria ser, no mínimo, a frequência de amostragem do sinal?

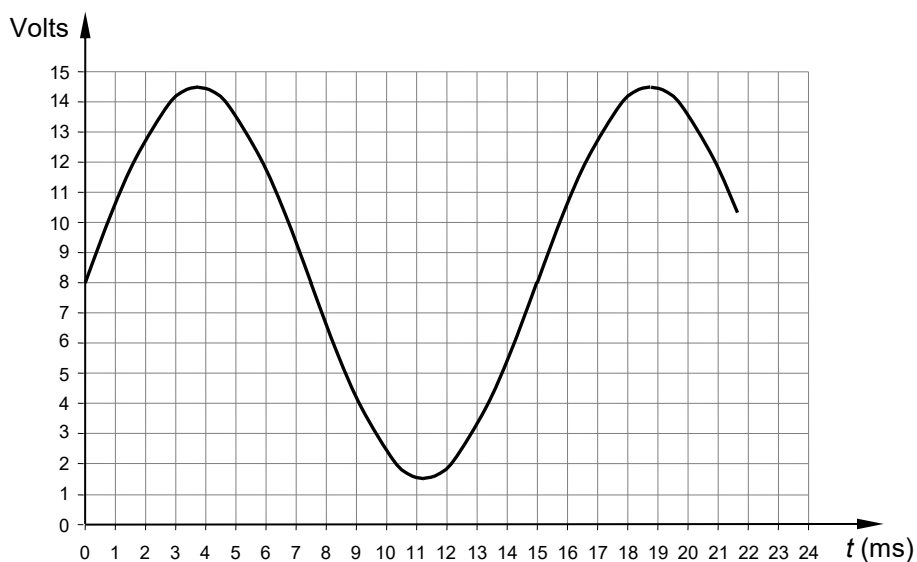


Figura 52

24 Admita que utilizava um conversor D/A de 4 bits e com uma tensão de referência de 12 volts para obter a reprodução digital da sequência de 23.1.

24.1 Esboce a forma de onda do sinal à saída do conversor D/A.

24.2 Suponha que se ligava à saída do conversor D/A um filtro RC com uma constante de tempo igual a 1/5 do intervalo de amostragem. Esboce a forma de onda à saída do filtro.

25 Considere o conversor D/A da Figura 53. Qual deveria ser a tolerância das resistências utilizadas no circuito ($\pm x\%$) para que o erro na saída não ultrapasse o equivalente a $\pm \frac{1}{2}$ L.S.B (admita que a tolerância das resistências são todas iguais)?

26 Considere o conversor D/A da Figura 53 (a).

26.1 Qual deveria ser o valor de R_f para que para o valor máximo da entrada a tensão de saída seja 12 volts?

26.2 Esboce a saída do D/A quando se aplica à sua entrada os sinais de Figura 53 (b)

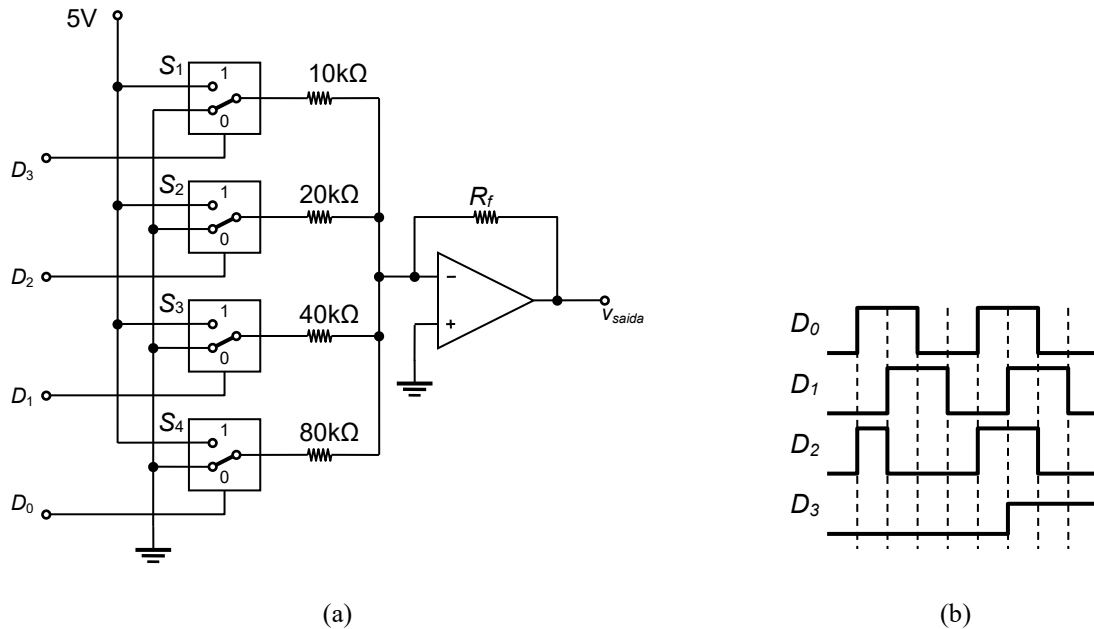


Figura 53

27 Admita que o conversor de 8 bits da Figura 54 utiliza um sinal de relógio (CLK) com uma frequência de 1 MHz. Qual é tempo de conversão máximo do conversor?

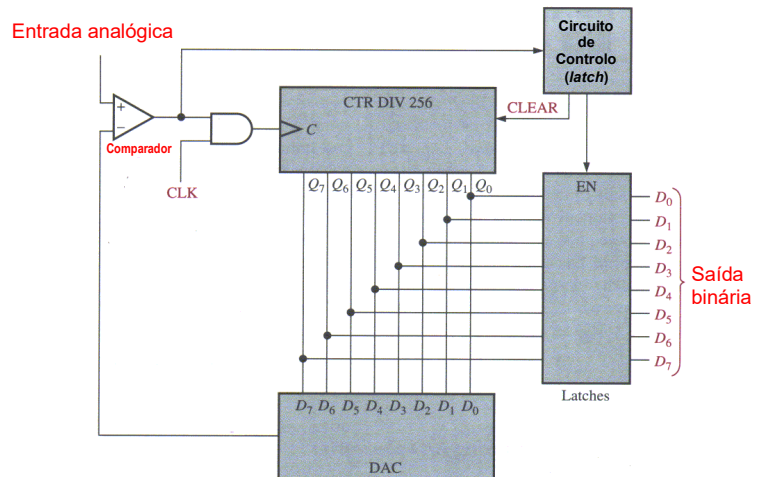


Figura 54

28 Um conjunto sensor de força + sistema de acondicionamento de sinal possui uma sensibilidade de 10 mV/N e a resposta em frequência da Figura 55. Pretende-se utilizar um sistema de aquisição de dados para ler e

processar num PC a informação relativa à força. O valor máximo da força a medir são 10 N, sendo necessária uma resolução de 10 mN.

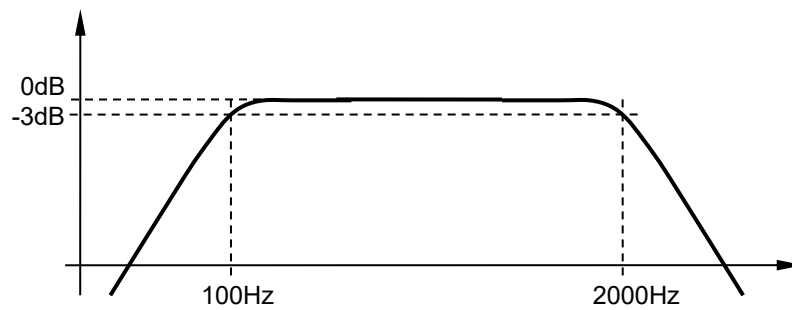


Figura 55

- 28.1 Diga qual deveria ser, no mínimo o número de bits do conversor A/D do sistema de aquisição de dados.
- 28.2 Qual deveria ser, no máximo o tempo de conversão do A/D?
- 28.3 Suponha que se utilizava um multiplexer analógico para ler o sinal proveniente de 8 sensores de força idênticos. Quantas entradas de controlo teria o multiplexer? Qual deveria ser, neste caso, a frequência de amostragem permitida pelo A/D?

