

SISTEMAS / CARACTERÍSTICAS DE SISTEMAS

1 Qual das seguintes relações é linear?

(a) $y = 3x^2$

(b) $y = 5x$

(c) $y = 15\log(x)$

(d) $y = 2x_1 + 3x_2$

(e) $y = 10e^x$

(f) $y = \frac{dx}{dt} + 2x + 4$

2 Uma resistência de 10 k Ω possui uma tolerância de 5%. Quais são os limites (superior e inferior) para os valores que a resistência pode tomar?

3 Uma resistência variável de 10 k Ω apresenta uma resolução de 0.01% do fim de escala e uma linearidade de $\pm 50\Omega$.

3.1 Qual é a sua resolução em ohms?

3.2 Qual é a sua linearidade em percentagem do fim de escala?

3.3 Calcule a precisão em ohms no pior caso.

4 Um sistema de posicionamento possui uma sensibilidade de 0.2 cm / V e uma linearidade de ± 0.1 cm para uma gama de operação entre 0 – 2 cm.

4.1 Qual é a variação da entrada que produz uma variação de 1.5 cm na saída?

4.2 Trace o gráfico da sensibilidade admitindo que o sistema era linear.

4.3 Trace o gráfico da sensibilidade admitindo uma linearidade independente

4.4 Trace o gráfico da sensibilidade admitindo uma linearidade terminal.

5 Um sistema de controlo de temperatura possui uma gama de utilização entre -20°C e $+80^\circ\text{C}$. Quando a temperatura é ajustada para 28°C , a temperatura medida é 26.5°C .

5.1 Calcule a precisão em percentagem do valor ajustado.

5.2 Calcule a precisão em percentagem da gama de utilização.

6 Na Figura 1 apresenta-se as características de resistência em função da temperatura de dois sensores (de níquel e de platina).

6.1 Qual dos sensores é mais sensível?

6.2 Qual dos sensores apresenta melhores características de linearidade?

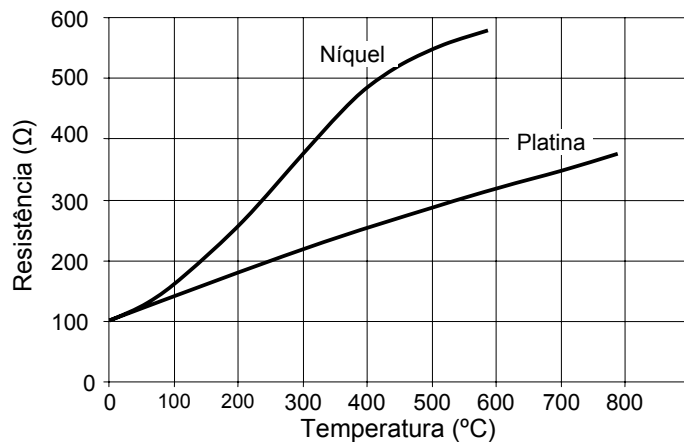


Figura 1

- 7 Na figura abaixo apresenta-se o diagrama de blocos dum sistema composto por um transdutor e respectivo amplificador. Na mesma figura resume-se ainda as principais características de cada bloco.

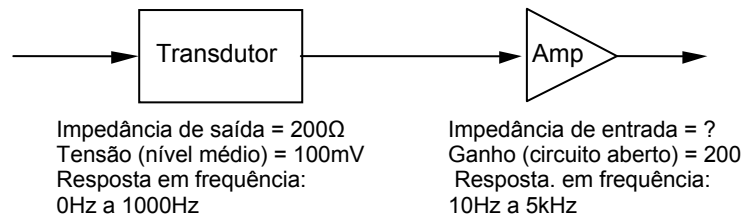


Figura 2

- 7.1 Sabendo a tensão à saída do amplificador em circuito aberto é 10V , qual é a impedância de entrada do amplificador?
- 7.2 Qual é a resposta em frequência global do sistema?

- 8 Considere os circuitos da Figura 3:

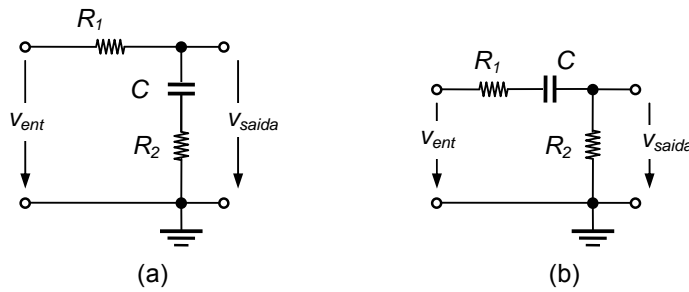


Figura 3

- 8.1 Diga qual função de transferência para sinais sinusoidais $\left(\overline{V_{saiada}(j\omega)} / \overline{V_{ent}(j\omega)}\right)$ de cada circuito.
- 8.2 Trace a sua resposta em frequência (em amplitude e fase) para $R_1 = 10\text{k}\Omega$, $R_2 = 1\text{k}\Omega$ e $C = 1\mu\text{F}$.
- 9 A resposta a um degrau de um sistema pode ser aproximada pela forma de onda da Figura 4. Diga qual é aproximadamente a largura de banda do sistema.

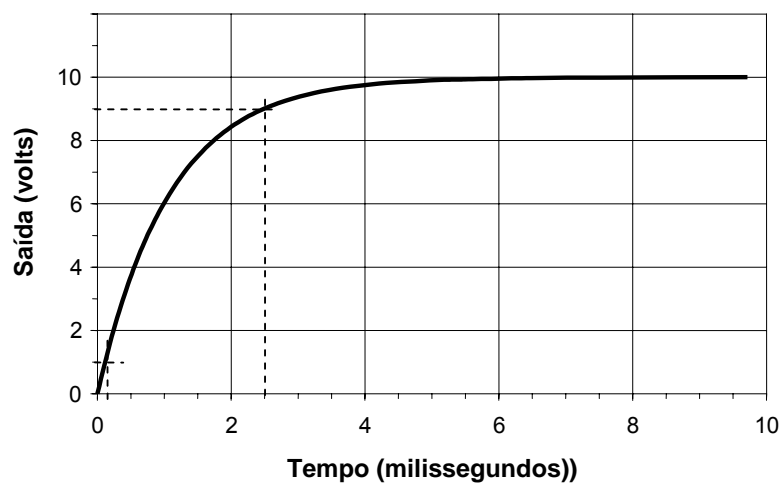


Figura 4

COMPONENTES ELECTRÓNICOS BÁSICOS

FET's

10 Para o n -MOSFET da Figura 5 $V_t = 1\text{V}$ e $k'_n W/L = 0.5\text{ mA/V}^2$.

10.1 Mostre que para

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

o transistor funciona como triodo.

10.2 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) $V_{GS} = 3\text{V}$, $V_{GS} = 4\text{V}$.

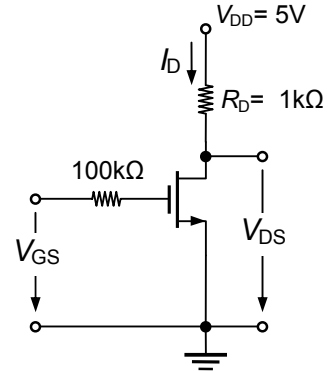


Figura 5

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

11.1 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 $V_{DS} = 5\text{ V}$.

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

12 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 $+5\text{V}$.

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

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

13 Para o n -MOSFET da Figura 6 $V_t = 2\text{V}$ 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 $V_D = +1\text{ V}$.

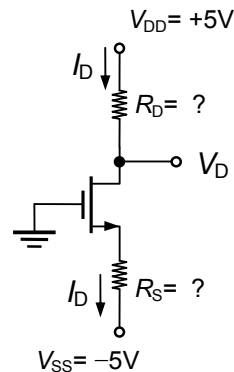


Figura 6

14 Para o n -MOSFET da Figura 7, $V_t = 1\text{V}$ e $k'_n W/L = 1\text{mA/V}^2$.

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

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

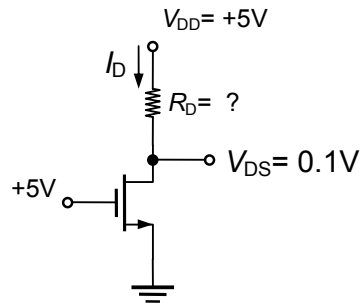


Figura 7

15 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 ?

16 Para o n -MOSFET de depleção da Figura 8, $V_t = -1\text{V}$ e $k'_n W/L = 1\text{mA/V}^2$.

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

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

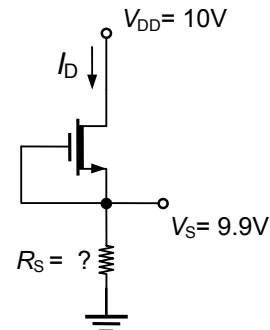


Figura 8

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

17.1 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”?

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

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

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

18 Para o JFET canal- n da Figura 9, $I_{DSS} = 10\text{mA}$ e $V_P = -4\text{V}$. Determine o seu ponto de funcionamento (V_{GS} , I_D e V_{DS}).

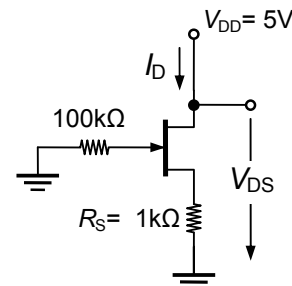


Figura 9

Tiristor/Triac

19 No circuito da Figura 10 a tensão de entrada é da forma $v_i(t) = V_m \text{sen}(\omega t)$.

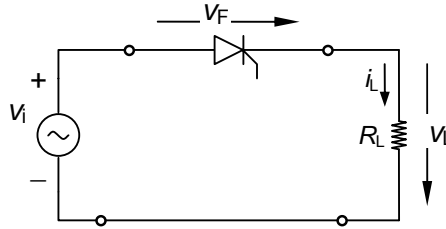


Figura 10

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

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

19.3 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 $R_L = 10 \Omega$.

20 No circuito da Figura 11 a tensão de entrada é da forma $v_i(t) = V_m \text{sen}(\omega t)$.

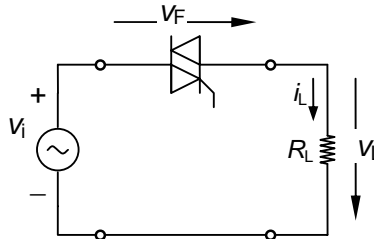


Figura 11

20.1 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).

20.2 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).

20.3 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 $R_L = 10 \Omega$.

20.4 Calcule, nas condições de 20.3, o rendimento do circuito.

20.5 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 11). Qual deveria ser o valor da resistência do reóstato (R_V) para que a potência entregue ao receptor tivesse o mesmo valor calculado em 20.3? E qual seria a potência dissipada no reóstato? Qual seria neste caso o rendimento do conjunto?

Famílias lógicas

20.6 Estude com atenção a seguinte tabela, que apresenta resultados do teste de algumas características eléctricas de uma porta lógica NAND da família *LS TTL* ("Low Power Shotcky TTL") e diga quais são, para esta família, os valores da margem de ruído (e para ambos os níveis lógicos) e do "fan-out".

| Parâmetro | Condições do teste | Min. | Tip. | Máx. | Unid. |
|---|--------------------------------------|------|------|------|---------|
| V_{IH} (tensão de entrada no nível 'alto') | $V_{CC} = 4.75V$ | 2 | | | V |
| V_{IL} (tensão de entrada no nível 'baixo') | $V_{CC} = 5.25V$ | | | 0.8 | V |
| V_{OH} (tensão de saída no nível 'alto') | $V_{CC} = 4.75V, I_{OH} = -400\mu A$ | 2.7 | 3.4 | | V |
| V_{OL} (tensão de saída no nível 'baixo') | $V_{CC} = 5.25V, I_{OL} = 8mA$ | | 0.35 | 0.5 | V |
| I_{IH} (corrente de entrada no nível 'alto') | $V_{CC} = 5.25V, V_{IH} = 2.7V$ | | | 20 | μA |
| I_{IL} (corrente de entrada no nível 'baixo') | $V_{CC} = 5.25V, V_{IL} = 0.4V$ | | | -0.4 | mA |
| I_{OH} (corrente de saída no nível 'alto') | $V_{CC} = 5.25V$ | | | -400 | μA |
| I_{OL} (corrente de saída no nível 'abaixo') | $V_{CC} = 5.25V$ | | | 8 | mA |

- 21 Na entrada (v_{ent}) da gate NAND TTL da Figura 12 são aplicados os sinais representados abaixo. Esboce a forma de onda do sinal de saída para caso ((a) e (b)).

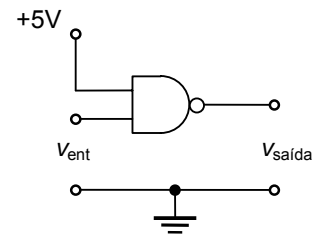
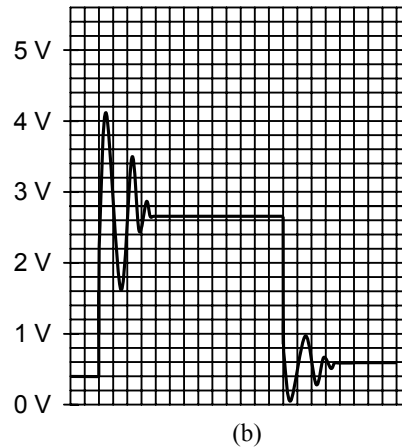
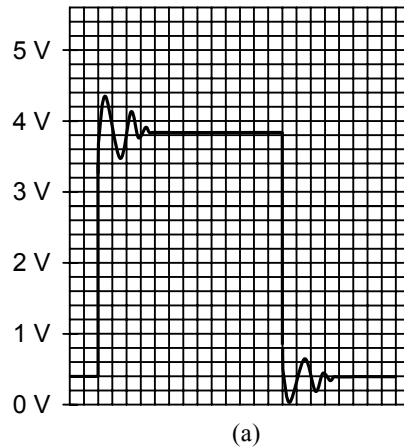


Figura 12



FONTES DE ALIMENTAÇÃO

22 A forma de onda à saída do bloco de filtragem duma fonte de alimentação é a da Figura 13 (para a corrente nominal).

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

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

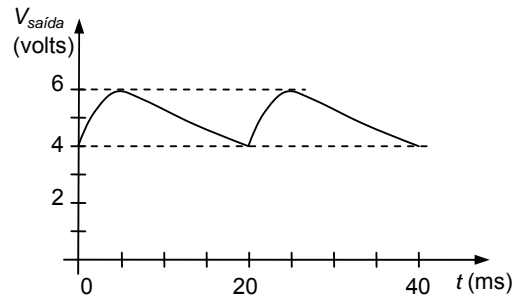


Figura 13

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

23 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%.

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

23.2 Esboce a curva de regulação da fonte.

23.3 Qual é a sua resistência interna?

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

TRANSDUTORES E AMPLIFICADORES

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

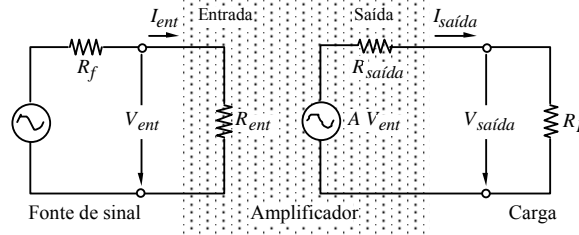


Figura 14

- 24.1 Calcular a tensão de saída do amplificador ($V_{saída}$).
- 24.2 A potência fornecida à carga.
- 24.3 A potência fornecida à carga se a impedância de entrada do amplificador fosse $R_{ent} = 10\text{k}\Omega$.
- 25 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 cujo escala é convertida de volts para kg. O valor máximo da força aplicada é de 20kgf e o fim de escala do voltímetro são 10V . Para um esquema como o da figura abaixo determine:

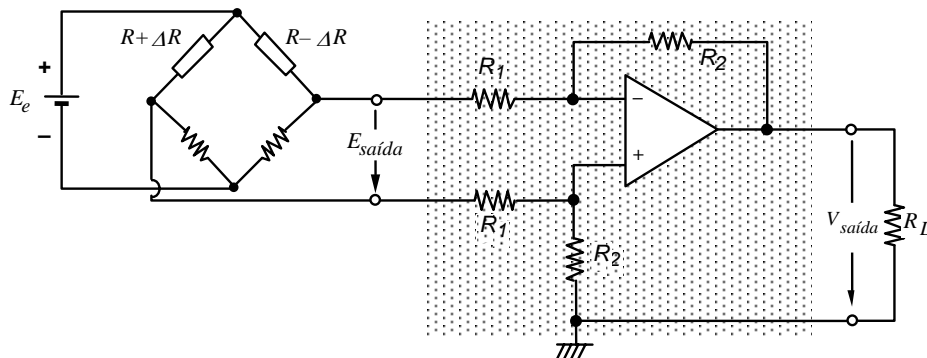


Figura 15

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

- 26 O circuito da Figura 16 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?

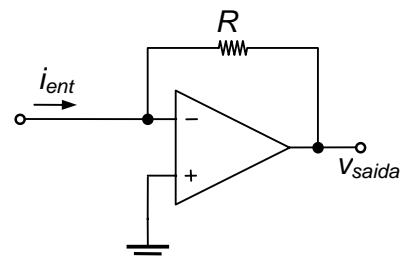


Figura 16

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

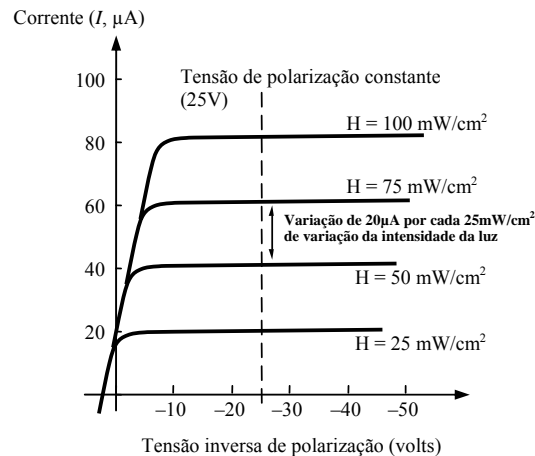


Figura 17

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

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

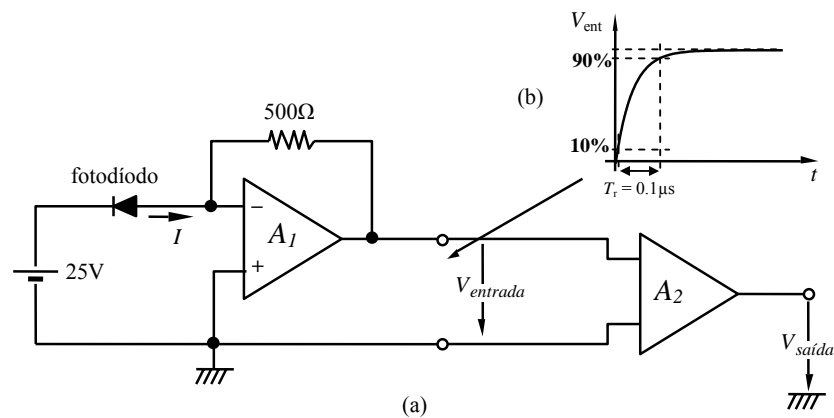


Figura 18

26.3 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 malha aberta $A = 100$, diga, para uma intensidade de luz de 50 mW/cm^2 , qual a tensão de saída ($V_{saída}$) do sistema.

26.4 (Nota: caso não consiga calcular a tensão à entrada do amplificador A_2 , admita que o seu valor é 20 mV .)

26.5 Qual a sensibilidade média global do sistema (em $\text{V}/(\text{mW}/\text{cm}^2)$)?

26.6 A resposta a um degrau do conjunto transdutor/ A_1 é a indicada na mesma figura (b)). Sabendo que o tempo de subida é $t_r = 0.1\mu\text{s}$, diga qual deveria ser a largura de banda do amplificador A_2 para que o sinal na saída não venha atenuado

26.7 (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 $t_r = \frac{0.35}{f_{sc}}$.)

27 Esboce, para o circuito da Figura 19, a forma de onda de saída ($v_{saída}$).

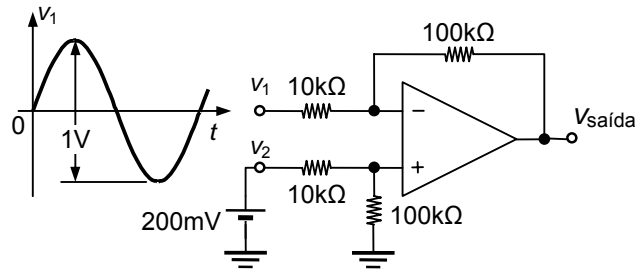


Figura 19

28 Apresente um circuito que, utilizando apenas AmpOP's e resistências de 10kΩ, implemente a função $v_{saída} = v_3 - v_2 - v_1$.

29 Pretende-se ligar uma fonte de 10 V com uma resistência interna de 10 kΩ a uma carga com uma resistência de 1 kΩ. Diga qual é a tensão que aparece aos terminais da carga se,

29.1 A carga for ligada directamente à fonte.

29.2 Se um seguidor de tensão for inserido entre a fonte e a carga.

29.3 Para cada caso diga qual é a corrente na carga. De onde vem a corrente da carga no caso de 29.2?

30 A Figura 20 mostra o circuito de um conversor digital-analógico (DAC). O circuito aceita uma palavra binária de 4 bits $a_3a_2a_1a_0$ (onde a_3, a_2, a_1 e a_0 podem tomar os valores lógicos "0" ou "1"), e produz uma saída analógica $v_{saída}$ proporcional ao valor da entrada digital. Cada um dos bits de entrada controla um interruptor de número correspondente. Se, p. ex., $a_2 = 0$, então S_2 liga a resistência de 20kΩ a 0V, enquanto que se $a_2 = 1$, então S_2 liga a resistência de 20kΩ a +5V.

30.1 Mostre que,

$$v_{saída} = -\frac{R}{16 \times 10^3} (2^0 a_0 + 2^1 a_1 + 2^2 a_2 + 2^3 a_3)$$

30.2 Qual o valor de R tal que $v_{saída}$ varia entre 0 e 12 V?

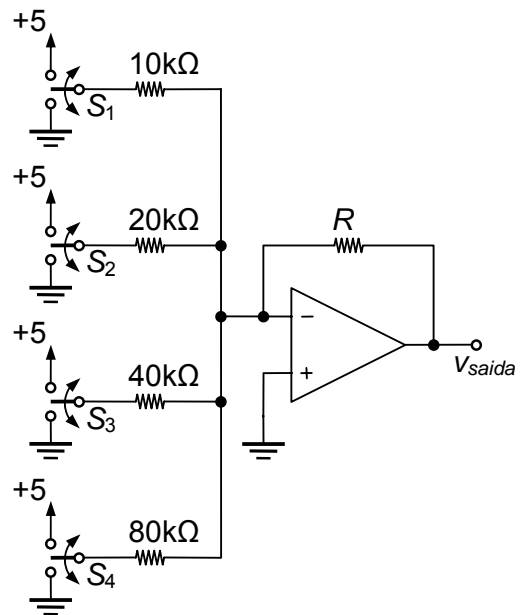


Figura 20

31 Na Figura 21 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 $R = 10 \text{ k}\Omega$ e $C = 1 \mu\text{F}$.

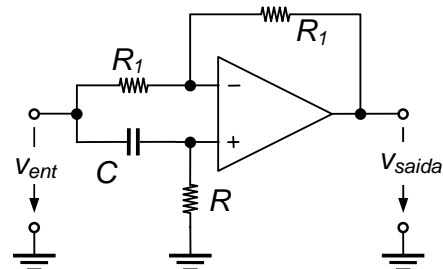


Figura 21

- 32 Considere o circuito da Figura 22. 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.)

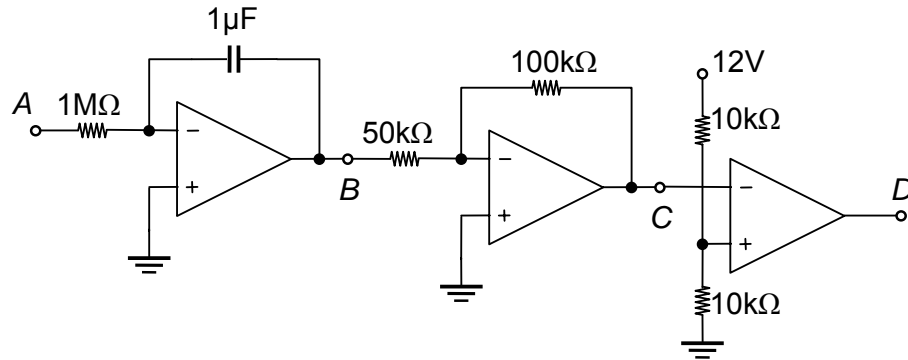


Figura 22

- 33 O circuito da Figura 23 implementa um interruptor comandado por luz e utiliza um AmpOp como comparador.

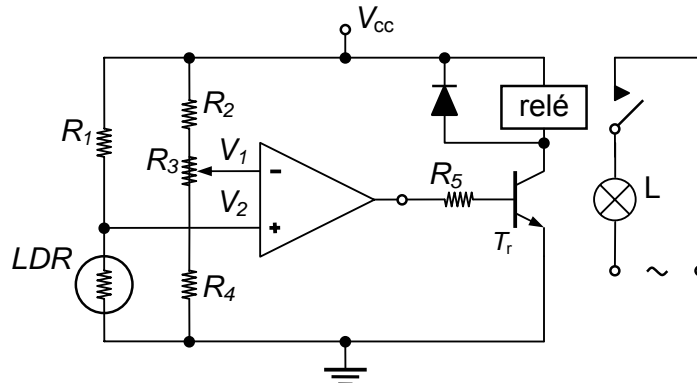


Figura 23

- 33.1 Qual deve ser a relação entre V_1 e V_2 para que a saída do AmpOp seja negativa à luz do dia?
- 33.2 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)?
- 33.3 Como alteraria o circuito para que o relé ficasse desligado no escuro e ligado à luz do dia?

- 34 A tensão de saturação do AmpOp da Figura 24 é $V_{sat} = \pm 10\text{ V}$. Admitindo que o sinal aplicado à sua entrada (v_{ent}) é que se apresenta na figura ao lado, esboce o sinal obtido na saída ($v_{saída}$).

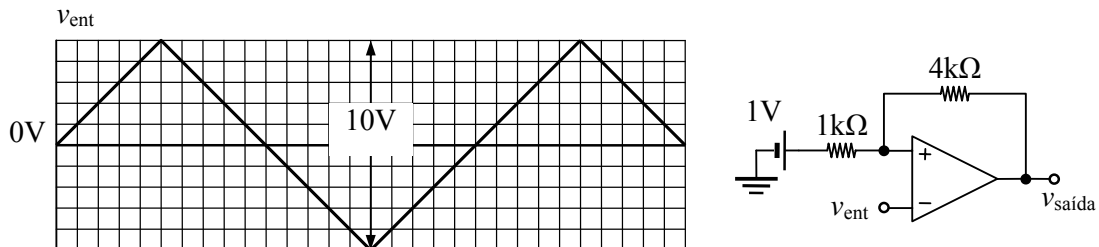


Figura 24

- 35 Esboce, para o circuito da Figura 25, 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 $V_{saída} = f(V_{ent})$)

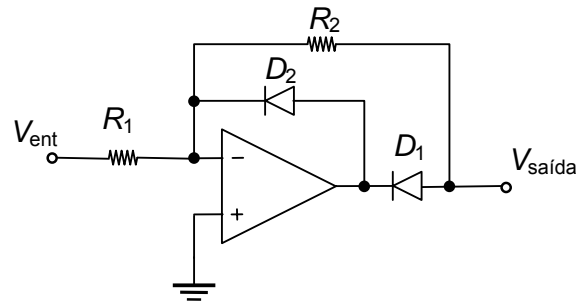
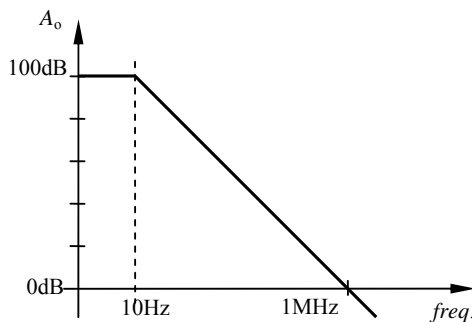
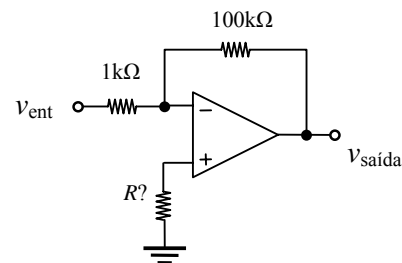


Figura 25

- 36 Apresente um circuito (utilizando apenas AmpOP's) que implemente a função $v_{saída} = k(v_2 \times v_1)$. Nota: tenha em atenção que $\log(A \times B) = \log(A) + \log(B)$
- 37 Um amplificador operacional apresenta a curva de resposta em frequência (assintotas) da Figura 26 (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 26

- 37.1 Qual é o ganho de modo comum (para baixas frequências) do AmpOp?
- 37.2 O AmpOP é utilizado na montagem amplificadora da Figura 26 (b). Qual é a largura de banda da montagem?
- 37.3 Supondo que à entrada do amplificador da Figura 26 (b) é aplicado um sinal sinusoidal com uma amplitude de 200 mV_{pp} , qual é a largura de banda de potência do amplificador?
- 37.4 Qual é erro introduzido na saída da montagem da Figura 26 (b) pela tensão de desvio (V_{OS}) à sua entrada?
- 37.5 Qual deveria ser o valor de R (Figura 26 (b)) para que o efeito na saída da corrente de polarização das entradas do AmpOP seja minimizado?
- 38 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.
- 39 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 .
- 39.1 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?

- 39.2 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?
- 39.3 Que pode concluir dos resultados de 39.1 e 39.2?
- 40 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.
- 41 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 .
- 41.1 Se $V_m = 0.5\text{ V}$, qual o valor máximo da frequência de entrada antes de se observar uma saída distorcida?
- 41.2 Para uma frequência de entrada $f = 20\text{ kHz}$, qual é o valor máximo de V_m antes de se observar uma saída distorcida?
- 41.3 Se $V_m = 50\text{ mV}$, qual é a gama de utilização da frequência de entrada?
- 41.4 Para $f = 5\text{ kHz}$, qual é a gama utilização da tensão de entrada?
- 42 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.)

- 43 Um amplificador não inversor com um ganho em malha-fechada de 1000, utiliza um AmpOp com uma tensão de desvio (*offset*) de entrada $V_{OS} = 4\text{ mV}$ 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 27, qual seria então o valor máximo da amplitude?

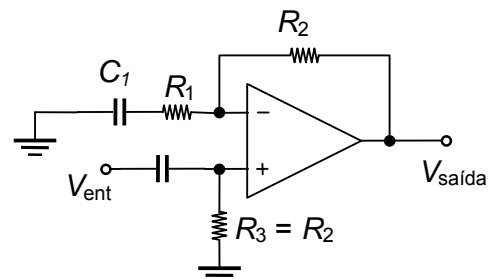


Figura 27

- 44 Um AmpOp ligado em malha-fechada com uma resistência de realimentação de $1\text{ M}\Omega$, possui um ganho de $+100$.
- 44.1 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)?
- 44.2 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 44.1?
- 44.3 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)?
- 44.4 Com a compensação da corrente de compensação de 44.3, qual é o valor máximo da tensão (cc) de saída, devido ao efeito combinado dos *offsets* de corrente e de tensão?

COMPONENTES DIGITAIS

Sistemas de Numeração

45 Converta os seguintes números de binário para decimal:

- (a) 101 (b) 1001 (c) 1101 (d) 101101 (e) 101110 (f) 1011,11
(g) 1010,101 (h) 0,1101 (i) 101010,01

46 Converta os seguintes números de decimal para binário:

- (a) 10 (b) 24 (c) 61 (d) 125 (e) 0,32 (g) 0,0981
(h) 12,5 (i) 5,246

47 Some os seguintes números em binário:

- (a) $11 + 01$ (b) $101 + 11$ (c) $1001 + 110$ (d) $1101 + 1011$

48 Faça a subtração directa dos seguintes números:

- (a) $11 - 1$ (b) $101 - 10$ (c) $1110 - 11$ (d) $1100 - 1001$

49 Determine o complemento para 1 dos seguintes números binários:

- (a) 101 (b) 110 (c) 1010 (d) 11101 (e) 1110101

50 Determine o complemento para 2 dos seguintes números binários:

- (a) 10 (b) 111 (c) 1001 (d) 10011 (e) 1011000

51 Represente os seguintes números decimais em complemento para 1 utilizando 8 bits:

- (a) -34 (b) +57 (c) -99 (d) +115

52 Represente os seguintes números decimais em complemento para 2 utilizando 8 bits:

- (a) +12 (b) -68 (c) +101 (d) -128

53 Some os seguintes números em complemento para 2:

- (a) $10001100 + 00111001$ (b) $11011001 + 11100111$

54 Subtraia os seguintes números em complemento para 2:

- (a) $00110011 - 00010000$ (b) $01100101 + 11101000$

55 Converta o seguintes números de decimal para BCD:

- (a) 10 (b) 13 (c) 25 (d) 57 (e) 125 (f) 1964

56 Converta o seguintes números de BCD para decimal:

- (a) 10010110 (b) 1010100 (c) 100001010111

Lógica Combinacional e Álgebra de Boole

57 Escreva as expressões booleanas correspondentes a cada um dos circuitos lógicos da Figura 28.

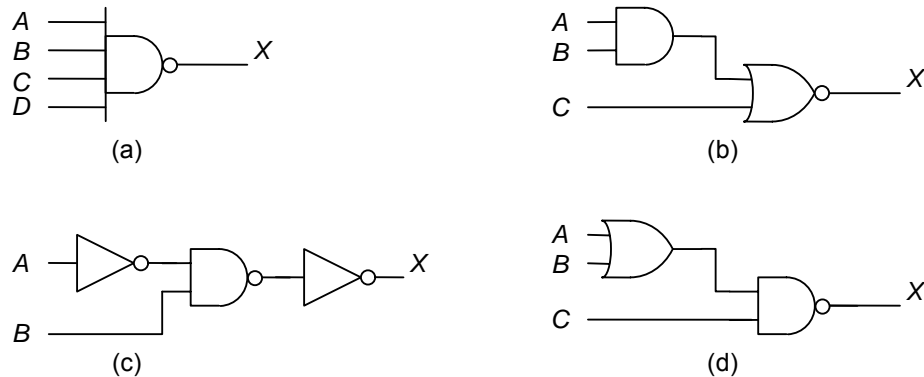


Figura 28

58 Desenhe os circuitos lógicos que representam as seguintes expressões booleanas:

(a) $\overline{A}\overline{B} + \overline{A}B$ (b) $AB + \overline{A}\overline{B} + \overline{A}BC$ (c) $\overline{A}B(C + \overline{D})$ (d) $A + B[C + D(B + \overline{C})]$

59 Construa a tabela de verdade para cada uma das seguintes expressões booleanas:

(a) $A + \overline{B}$ (b) $\overline{A}B$ (c) $A(B + C)$ (d) $(A + B)(\overline{B} + C)$

60 Utilizando técnicas da álgebra de Boole simplifique o mais possível as seguintes expressões:

(a) $A(A + B)$ (b) $A(\overline{A} + AB)$ (c) $BC + \overline{B}C$ (d) $A(A + \overline{A}B)$
 (e) $\overline{A}\overline{B}C + \overline{A}BC + \overline{A}\overline{B}C$

61 Simplifique o mais possível os circuitos lógicos da Figura 29 e verifique que os circuitos simplificados são equivalentes aos circuitos originais mostrando que as respectivas tabelas de verdade são idênticas.

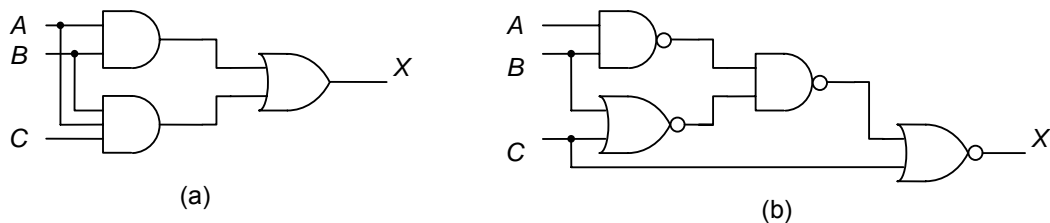


Figura 29

62 Dado o circuito lógico da Figura 30 e os respectivos sinais de entrada, obtenha o sinal na saída X.

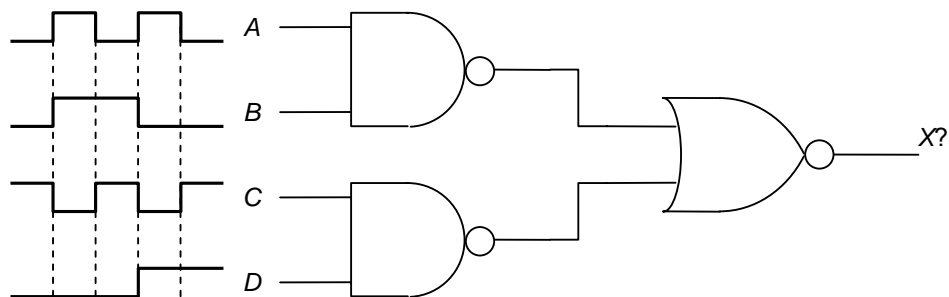


Figura 30

- 63 Apresente um circuito lógico que produza uma saída “alta” se e só se a entrada, representada por um número binário de 4 bits, for maior do que 12 e menor do que 3. Primeiro construa a tabela de verdade e depois desenhe o diagrama lógico.
- 64 Desenvolva um circuito lógico que cumpra os seguintes requisitos:
 Uma sala possui uma lâmpada que é comandada a partir de 2 comutadores – um na porta da frente e outro na porta de trás. A lâmpada fica acesa (ou ligada) se o comutador da frente estiver ligado e o de trás desligado, ou se o comutador da frente estiver desligado e o de trás ligado. A lâmpada deve ficar apagada os comutadores estiverem ambos ligados ou ambos desligados. Admita que uma saída “alta” representa a lâmpada acesa e uma saída “baixa”, a lâmpada desligada.
- 65 Implemente um circuito digital que faça a soma/subtração de dois números em complemento para 2. Utilize *full-adders* e a lógica adicional que for necessária.

Circuitos Sequenciais

- 66 Se sinais com as formas de onda da Figura 31 forem aplicadas às entradas de um *Flip-Flop (FF) SR* (com entradas activas em “0”) qual seria a forma de onda na saída Q (admita que no instante inicial $Q = 0$)?

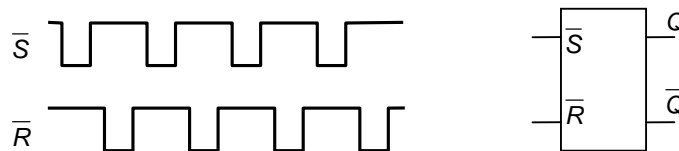


Figura 31

- 67 Esboce a forma de onda na saída Q relativamente à entrada de relógio (CK) para um *FF D* admitindo que os sinais aplicados às suas entradas são os da Figura 32. Admita que inicialmente $Q = 0$.

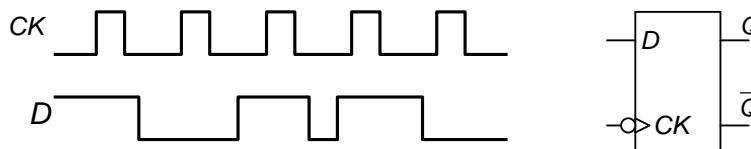


Figura 32

- 68 Determine a forma de onda de Q se os sinais da Figura 33 forem aplicados à entrada do *FF JK*. Assuma que o valor inicial de Q é “0”

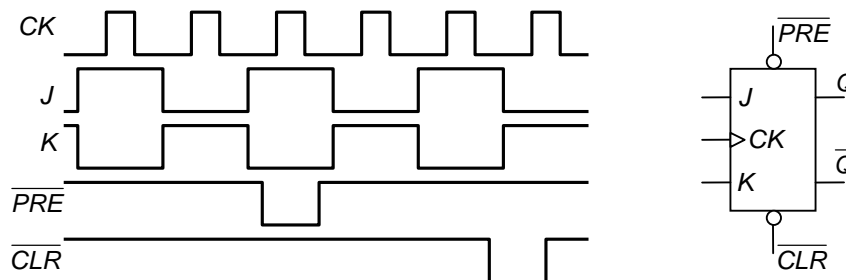


Figura 33

- 69 Complete o diagrama temporal da Figura 34, esboçando a forma de onda da saída Q . Admita que inicialmente $Q = 0$.

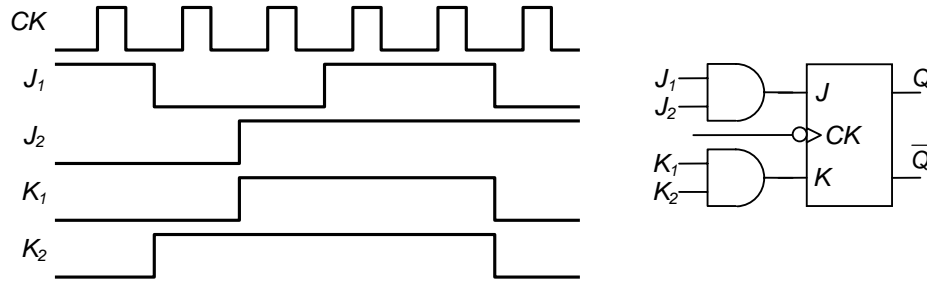


Figura 34

- 70 Tendo em atenção os sinais (A e B) aplicados à entrada do circuito da Figura 35, esboce as formas de onda nas saídas Q e X .

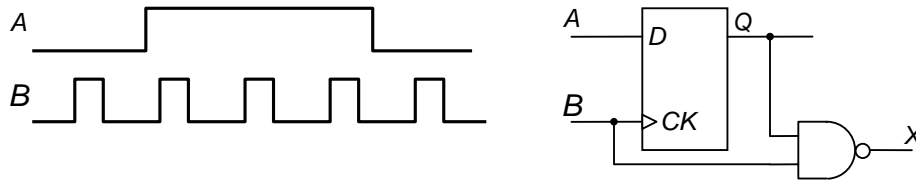


Figura 35

- 71 Considere o circuito lógico da Figura 36:

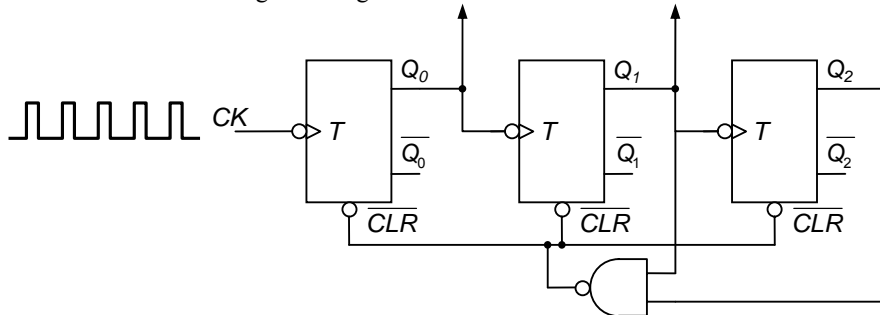


Figura 36

- 71.1 Esboce as formas de onda de Q_0 , Q_1 e Q_2 , para pelo menos 6 impulsos de CK . Admita que inicialmente todas as saídas se encontram em "0".

- 71.2 O que faz o circuito da Figura 36?

- 72 Considere o circuito lógico da Figura 37:

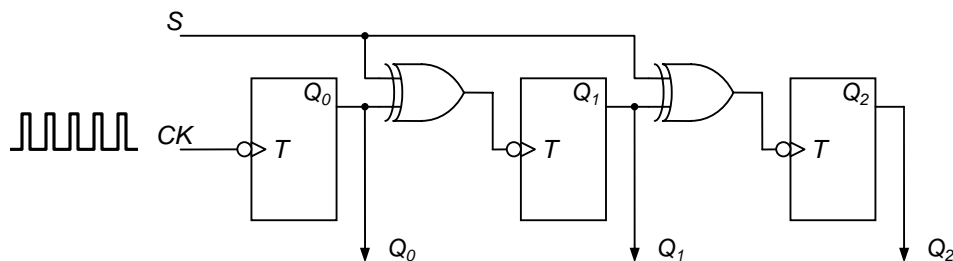


Figura 37

- 72.1 Esboce as formas de onda de CK , Q_0 , Q_1 , e Q_2 , para $S = 0$. Admita que inicialmente todas as saídas se encontram em "0".

- 72.2 Repita a alínea 0 para $S = 1$.

- 72.3 O que faz o circuito da Figura 37?

OUTROS COMPONENTES E SUBSISTEMAS

Conversão de dados

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

73.1 Qual é a resolução da conversão em volts?

73.2 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?

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

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

74 O sinal da Figura 38 é amostrado em intervalos de 1 ms.

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

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

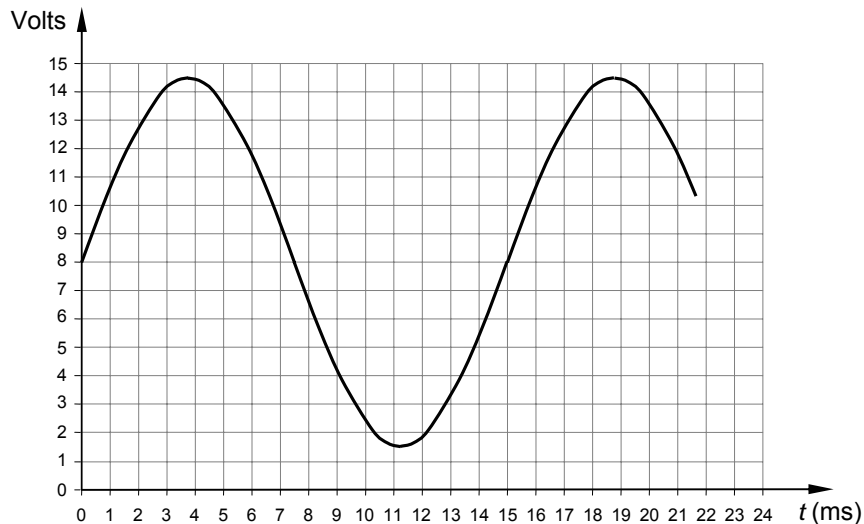


Figura 38

75 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 74.1.

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

75.2 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.

76 Considere o conversor D/A da Figura 39. Qual deveria ser a tolerância das resistências utilizadas no circuito ($\pm\%$) 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)?

77 Considere o conversor D/A da Figura 39 (a).

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

77.2 Esboce a saída do D/A quando se aplica à sua entrada os sinais de Figura 39 (b)

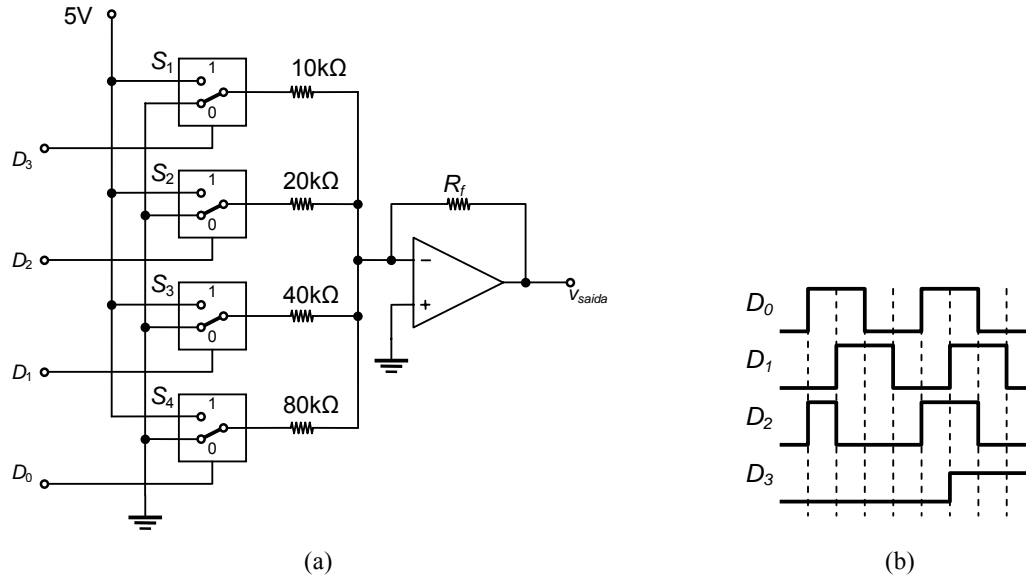


Figura 39

78 Admita que o conversor de 8 bits da Figura 40 utiliza um sinal de relógio (CLK) com uma frequência de 1 MHz. Qual é tempo de conversão máximo do conversor?

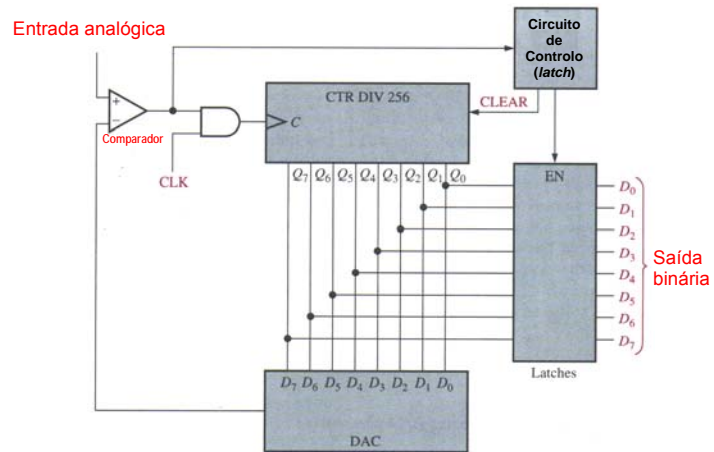


Figura 40

79 Um conjunto sensor de força + sistema de acondicionamento de sinal possui uma sensibilidade de 10 mV/N e a resposta em frequência da Figura 41. 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.

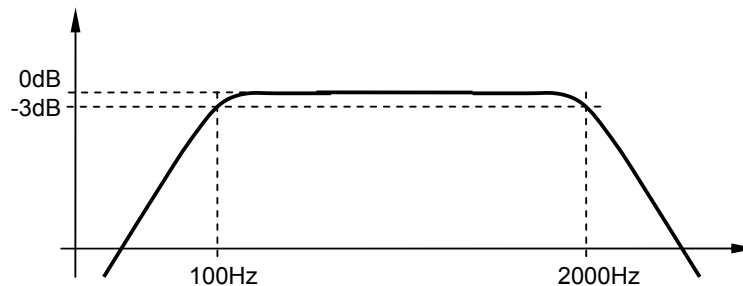


Figura 41

- 79.1 Diga qual deveria ser, no mínimo o número de bits do conversor A/D do sistema de aquisição de dados.
- 79.2 Qual deveria ser, no máximo o tempo de conversão do A/D?
- 79.3 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?

