MARINHA DO BRASIL

DIRETORIA DE ENSINO DA MARINHA

GABARITO DESENVOLVIDO

CP-CEM/2020 – ENGENHARIA ELETRÔNICA

1ª QUESTÃO (8 pontos)

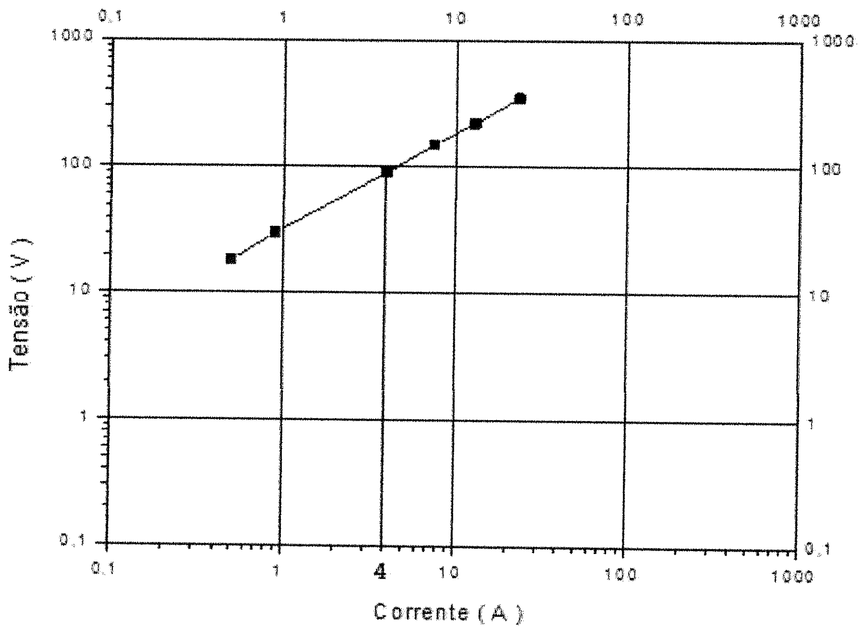
a) (2 pontos)

O procedimento é fazer o logaritmo da equação I para ambos os lados obtendo:

log (V) = K * log (C * I) = log (C) + K * log(I) equação II

b) (2 pontos)

utilizando as escalas log e log (dilog) obtém o gráfico:



c) (2 pontos)

o valor de k é a inclinação da reta e vale aproximadamente 0,678

inclinação = variação Y / variação x = (2,54-1,26) / (1,37+0,52)

e a constante log (C) p 350 V e 23,5 A vale 1,61

assim

log (V) = 1,61 + 0,678 * *log* (I)

d) (1 ponto)

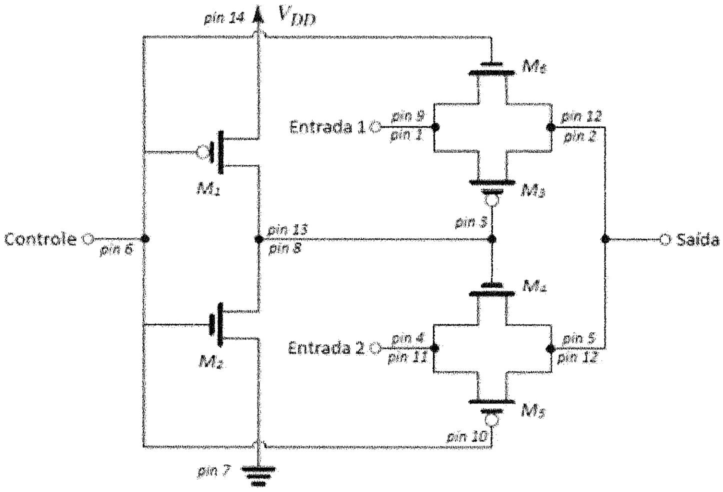
É de aproximadamente 4 A (ou log (I)=0,58; 0,38 A)

e) (1 ponto)

A principal finalidade deste dispositivo é proteger o circuito contra sobre cargas como descargas elétricas ou excesso de tensão

2ª QUESTÃO (8 pontos)

a) (1 ponto)



b) (2 pontos)

inversor lógico

c) (2 pontos)

MUX ou porta de transmissão lógica.

d) Tabela lógica do circuito proposto. (2,5 pontos)

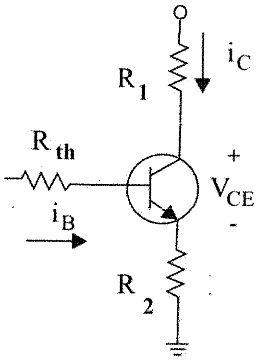
Controle	Entrada 1	Entrada 2	Saída
0	__0_/__1__	0	__0_/__0__
0	__1_/__0__	0	__0_/__0__
0	0	__0_/__1__	__0_/_1___
0	0	__1_/__0__	_1___/__0__
1	_0___/__1__	1	__0_/__1__
1	_1___/_0___	1	__1_/__0__
1	1	__0_/__1__	__1_/__1__
1	1	__1_/__0__	__1_/_1___

e) (0,5 ponto)

O circuito é uma chave analógica multiplex CMOS (2x1)

3ª QUESTÃO (8 pontos)

a) (1 ponto)
O circuito equivalente Thévenin.



b) (3 pontos)

A tensão e a resistência Thévenin equivalente.

Rth 4,7k // 4,7 k = 2,35 Ω

Divisor de tensão p Vth = 4,7k /(4,7k +4,7k)*Vcc = 6,0V

c) (3 pontos)

A corrente de base Ib.

Entre a base e o emissor (malha fechada):

Vth = Rth*Ib + Vbe+ Re*Ie

0,6 = 2,35k * Ib + 0,7 + 4,7k *Ie

Sendo Ie = (β+1) * Ib

Ib = 7,5 uA

d) (0,5 ponto)

A corrente do coletor Ic.

Ie = (β + 1) * Ib = 1,1224 mA

Sendo Ic = β * Ib = 1,1165 mA

e) (0,5 ponto)

A tensão coletor-emissor Vce.

Vce = Vcoletor – Vemissor = 12 – 4,7k*Ic – 4,7K*Ie = 1,245V

4ª QUESTÃO (8 pontos)

a) (2 pontos)

As equações de análise de malhas fornecem:

$$
\begin{aligned}
&E_s + R_1 I_1 + sL_1 I_1 + sMI_2 - L_1 i_{L1}(0-) - Mi_{L2}(0-) = 0 \\
&sMI_1 + sL_2 I_2 - Mi_{L1}(0-) - L_2 i_{L2}(0-) + V_C + rI_1 + R_2 I_2 = 0 \\
&I_2 - [sCV_C - Cv_C(0-)] = 0
\end{aligned}
$$

Matricialmente:

$$
\begin{bmatrix} L_1 s + R_1 & Ms & 0 \\ Ms + r & L_2 s + R_2 & 1 \\ 0 & 1 & -Cs \end{bmatrix}
\begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \\ V_C \end{bmatrix}
=
\begin{bmatrix} -E_s(s) + L_1 i_{L1}(0-) + Mi_{L2}(0-) \\ Mi_{L1}(0-) + L_2 i_{L2}(0-) \\ -Cv_C(0-) \end{bmatrix}
$$

Identificando as matrizes, tem-se:

Do elemento A(2,2): $L_2 = 8$ e do elemento A(1,2): $M = 4$

b) (2 pontos)

Do elemento A(3,3): $C = 2$ e do elemento b(3): $v_C(0-) = -4$

Dos elementos b(1) e b(2):

$$
\begin{bmatrix} L_1 & M \\ M & L_2 \end{bmatrix}
\begin{bmatrix} i_{L1}(0-) \\ i_{L2}(0-) \end{bmatrix}
=
\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}
$$

Do elemento A(1,1): $L_1 = 2$

Então, dado que $M^2 = L_1 L_2$ temos acoplamento perfeito e o determinante desta matriz é nulo, implicando equações LD e, nesse caso, infinitas soluções possíveis para as condições iniciais nos indutores.

c) (3 pontos)

O determinante da matriz de análise, em função do ganho do vinculado, é:

$$8rs^2 - 24s^2 - 6s - 1$$

Utilizando o critério dos termos de polinômios de 2ºgrau com mesmos sinais (que é um caso particular do Hurwitz), para que as raízes tenham parte real negativa, chega-se à condição: $r \leq 3$

d) (1 ponto)

Existirá um corte de capacitores, o que ocasionará a presença de componentes constantes na resposta livre. Por exemplo, basta tomar as tensões iniciais, nestes capacitores, com sinais opostos para conseguirmos a denominada "carga presa".

5ª QUESTÃO (8 pontos)

a) (3 pontos)

$$Z = \frac{10 * j10}{10 + j10} = 10\frac{j}{1+j} = 5(1+j) = 5\sqrt{2}\underline{|45^\circ} \quad (\Omega)$$

O que dá um fator de potência $\cos(45^\circ) = \frac{\sqrt{2}}{2} \cong 0.7$ indutivo

b) (3 pontos)

Como apenas o resistor consome potência ativa, esta é dada por:

$$P = \frac{V^2}{R} = \frac{20^2}{10} = 40 \quad (W)$$

e esta não se altera com a inclusão de capacitor ideal (que não consome potência ativa)

c) (2 pontos)

A admitância $Y = \frac{1}{Z} = \frac{1+j}{j10} = 0.1 - 0.1j \quad (S)$

Para fp = 1, preciso anular a reatância em Y, isto é: $-0{,}1 + j100C = 0 \Rightarrow C = 1mF$

6ª QUESTÃO (8 pontos)

a) (2 pontos)

Do circuito:

$$u(t) = u(0) + \frac{1}{C1}\int_0^t i(\tau)d\tau + R1 \cdot i(t)$$

como

$y(t) = R1 \cdot i(t)$ e $i(t) = \frac{y(t)}{R1}$

$$u(t) = u(0) + \frac{1}{R1 \cdot C1}\int_0^t y(\tau)d\tau + y(t) = u(0) + \int_0^t y(\tau)d\tau + y(t)$$

Diferenciando ambos os lados da equação, tem-se:

$$y(t) + \dot{y}(t) = \dot{u}(t)$$

b) (6 pontos)

Aplicando a transformada de Laplace na equação do item anterior, tem-se:

$$Y(s) + sY(s) - y(0^+) = sU(s) - u(0^+)$$

Com $U(s) = \mathcal{L}[2e^{-t}] = \frac{2}{s+1}$ e $u(0^+) = \lim_{t\to 0} 2e^{-t} = 2$

Como $u(0^+) = \lim_{t\to 0} 2e^{-t} = \lim_{t\to 0}\left[u_{co} + \int_0^t y(\tau)d\tau + y(t)\right] = u_{co} + y(0^+)$

Então $y(0^+) = u(0^+) - u_{co} = 2 - 1 = 1.$

Daí

$$Y(s) = \frac{2s}{(s+1)^2} - \frac{1}{(s+1)} = \frac{-2}{(s+1)^2} + \frac{2}{(s+1)} - \frac{1}{(s+1)} = \frac{-2}{(s+1)^2} + \frac{1}{(s+1)}$$

Portanto

$$y(t) = \mathcal{L}^{-1}\left[\frac{-2}{(s+1)^2} + \frac{1}{(s+1)}\right] = -2te^{-t} + e^{-t}$$

7ª QUESTÃO (8 pontos)

a) (2 pontos)

$$G_{mf}(s) = \frac{K_p}{s(s + K_t + 1) + K_p} = \frac{K_p}{s^2 + s(K_t + 1) + K_p}$$

b) (2 pontos)

O sistema é tipo 1, portanto $e_{ss} = 0$.

c) (4 pontos)

Pelo critério de Routh:

$$\begin{array}{c|c|c} s^2 & 1 & K_p \\ s & K_t + 1 & 0 \\ s^0 & K_p & 0 \end{array}$$

Implicando em:

$K_p > 0$

$K_t + 1 > 0 \Rightarrow K_t > -1$

8ª QUESTÃO (8 pontos)

Da simetria do cabo, temos que $\frac{\partial V}{\partial \theta} = \frac{\partial V}{\partial z} = 0$; portanto, temos:

$$\nabla^2 V = \frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial r}\left(r\frac{\partial V}{\partial r}\right) = 0$$

Integrando em r, resulta

$$r\frac{\partial V}{\partial r} = C_1 \Rightarrow \frac{\partial V}{\partial r} = \frac{C_1}{r}$$

Integrando novamente, resulta

$$V = C_1 \ln(r) + C_2$$

As condições de contorno são $V(r_e) = 0$ e $V(r_i) = V_i$, portanto

$$C_1 \ln(r_i) + C_2 = V_i$$
$$C_1 \ln(r_e) + C_2 = 0$$

de modo que

$$C_1 = \frac{-V_i}{\ln\left(\frac{r_e}{r_i}\right)}$$

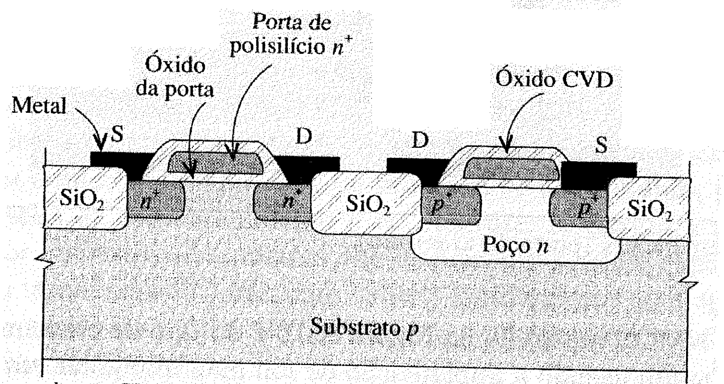
$$C_2 = \ln(r_e)\,\frac{V_i}{\ln\left(\frac{r_e}{r_i}\right)}$$

Portanto

$$V = \frac{-V_i}{\ln\left(\frac{r_e}{r_i}\right)}\ln(r) + \ln(r_e)\frac{V_i}{\ln\left(\frac{r_e}{r_i}\right)} = \ln\left(\frac{r_e}{r}\right)\frac{V_i}{\ln\left(\frac{r_e}{r_i}\right)}$$

9ª QUESTÃO (8 pontos)

a) (4 pontos)

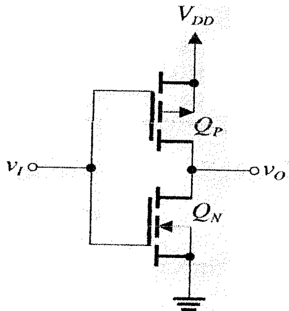


O transistor CMOS na tecnologia de poço n com porta de silício.

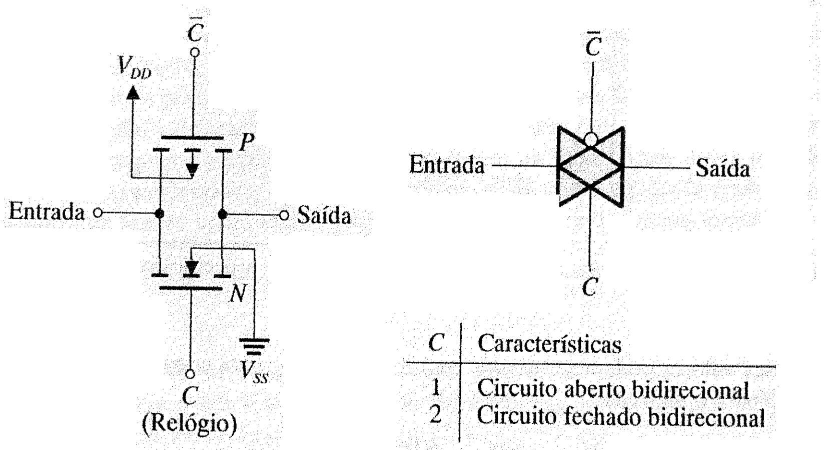
b) (4 pontos)

O circuito poderia ser:

- b1 - um inversor onde o dreno D do transistor PMOS estaria ligado ao V_{DD}, o "source" do PMOS com o dreno D do NMOS seria a saída Vout, o "source" S do NMOS ligado no terra e a entrada nas portas dos transistores.



- b2 – uma porta de transmissão:

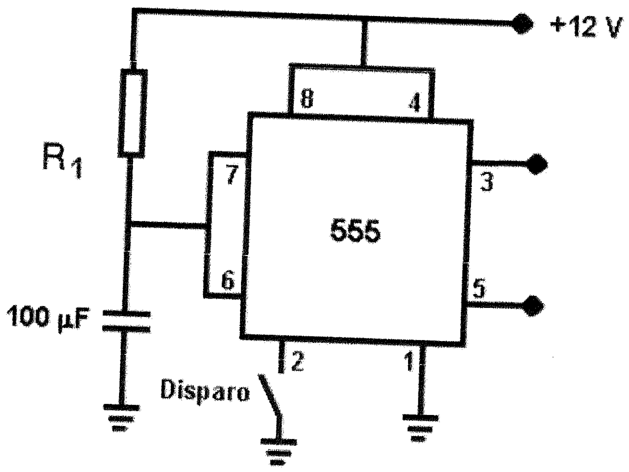


C	Características
1	Circuito aberto bidirecional
2	Circuito fechado bidirecional

A porta básica de transmissão com CMOS.

10ª Questão

a) (2 pontos)



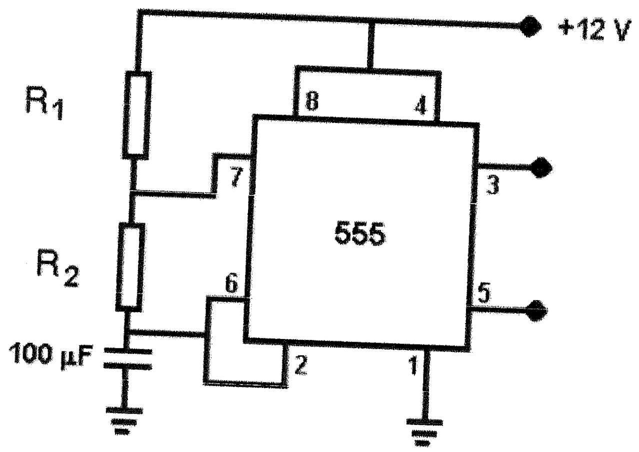
b) (0,4 ponto)

O circuito "dispara" quando o pino 2 for aterrado e reseta quando aberto.

c)(0,1 ponto)

T = 1,1 R_1 * C (s) logo R_1 = 1 / (1,1*100e-6) = 9,09 k Ohms

d) (2,8 pontos)



e) (0,2 ponto)

tl = 1 = 0,693 100e-6 R2 R2 = 1,44e4 Ohms th = 1,1 = 0,693(R1+R2)100e-6 R1 = 1,44e3 Ohms

f) (2,5 pontos)

A onda senoidal irá alterar a tensão limiar do comparador superior (de 2/3 Vcc) e como resultado irá modificar o tempo duração em nível alto e duração em nível baixo. Como onda resultante obtém um PWM.