

MARINHA DO BRASIL  
DIRETORIA DE ENSINO DA MARINHA

CONCURSO PÚBLICO PARA INGRESSO NO CORPO DE ENGENHEIROS DA  
MARINHA (CP-CEM/2020)

**ENGENHARIA ELETRÔNICA**

**INSTRUÇÕES GERAIS**

- 1- A duração da prova será de **05 horas** e o tempo não será prorrogado. Ao término da prova, entregue o caderno ao Fiscal sem retirar os grampos de nenhuma folha.
- 2- Responda às questões utilizando caneta esferográfica azul ou preta. Não serão consideradas respostas e desenvolvimento da questão a lápis. Confira o número de páginas de cada parte da prova.
- 3- Só comece a responder à prova ao ser dada a ordem para iniciá-la, interrompendo a sua execução no momento em que for determinado.
- 4- O candidato deverá preencher os campos:  
- NOME DO CANDIDATO; NÚMERO DA INSCRIÇÃO e DV.
- 5- Iniciada a prova, não haverá mais esclarecimentos. O candidato somente poderá deixar o seu lugar, devidamente autorizado pelo Supervisor/Fiscal, para se retirar definitivamente do recinto de prova ou, nos casos a seguir especificados, devidamente acompanhado por militar designado para esse fim: atendimento médico por pessoal designado pela Marinha do Brasil; fazer uso de banheiro e casos de força maior, comprovados pela supervisão do certame, sem que aconteça saída da área circunscrita para a realização da prova.  
Em nenhum dos casos haverá prorrogação do tempo destinado à realização da prova e, em caso de retirada definitiva do recinto de prova, esta será corrigida até onde foi solucionada.
- 6- A solução deve ser apresentada nas páginas destinadas a cada questão.
- 7- Não é permitida a consulta a livros ou apontamentos.
- 8- A prova não poderá conter qualquer marca identificadora ou assinatura, o que implicará atribuição de nota zero.
- 9- Será eliminado sumariamente do concurso e as suas provas não serão levadas em consideração o candidato que:
  - a) der ou receber auxílio para a execução de qualquer prova;
  - b) utilizar-se de qualquer material não autorizado;
  - c) desrespeitar qualquer prescrição relativa à execução das provas;
  - d) escrever o nome ou introduzir marcas identificadoras noutro lugar que não o determinado para esse fim; e
  - e) cometer ato grave de indisciplina.
- 10- É PERMITIDA A UTILIZAÇÃO DE CALCULADORA PADRÃO NÃO CIENTÍFICA E RÉGUA SIMPLES.

**NÃO DESTACAR A PARTE INFERIOR**

<b>RUBRICA DO PROFESSOR</b>	<b>ESCALA DE</b>	<b>NOTA</b>			<b>USO DA DEnsM</b>
	<b>000 A 080</b>				

<b>CAMPOS PREENCHIDOS PELOS CANDIDATOS</b>	<b>CONCURSO: CP-CEM/2020</b>					
	<b>NOME DO CANDIDATO:</b>					
	<b>Nº DA INSCRIÇÃO</b>		<b>DV</b>	<b>ESCALA DE</b>	<b>NOTA</b>	
			<b>000 A 080</b>			

**CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS (VALOR: 80 PONTOS)**

**1ª QUESTÃO (8 pontos)**

Um varistor ou VDR (*Voltage Dependent Resistor*) é um componente eletrônico cujo valor de resistência elétrica é inversamente proporcional ao valor da tensão aplicada aos seus terminais.

Foram realizadas medidas experimentais de corrente e tensão de um VDR, obtendo os seguintes valores experimentais, conforme a tabela A:

Tabela A - Resposta de corrente e tensão de um VDR.

<b>V (V)</b>	<b>18,0</b>	<b>30,0</b>	<b>90,0</b>	<b>150</b>	<b>220</b>	<b>350</b>
<b>Log (V)</b>	<b>1,26</b>	<b>1,48</b>	<b>1,95</b>	<b>2,17</b>	<b>2,34</b>	<b>2,54</b>
<b>I (A)</b>	<b>0,5</b>	<b>0,9</b>	<b>4,0</b>	<b>7,5</b>	<b>13</b>	<b>23,5</b>
<b>Log (I)</b>	<b>-0,52</b>	<b>-0,046</b>	<b>0,60</b>	<b>0,88</b>	<b>1,11</b>	<b>1,37</b>

A equação do dispositivo relacionando a tensão em função da corrente pode ser descrita por meio da seguinte equação matemática:

$$V = C * I^K$$

Em que V é a tensão (V), I é a corrente (A) e C e K são as constantes de ajuste da equação.

De acordo com os dados acima, faça o que se pede nos itens a seguir:

- explique detalhadamente o procedimento para obter os valores C e K, a partir dos dados experimentais da tabela A; (2 pontos)
- preencha o gráfico 1 com os valores de tensão e corrente, indicando a escala utilizada (linear ou log) para a tensão (V) e corrente (A) e suas respectivas unidades numéricas (mili (m), kilo (k), mega M...); (2 pontos)

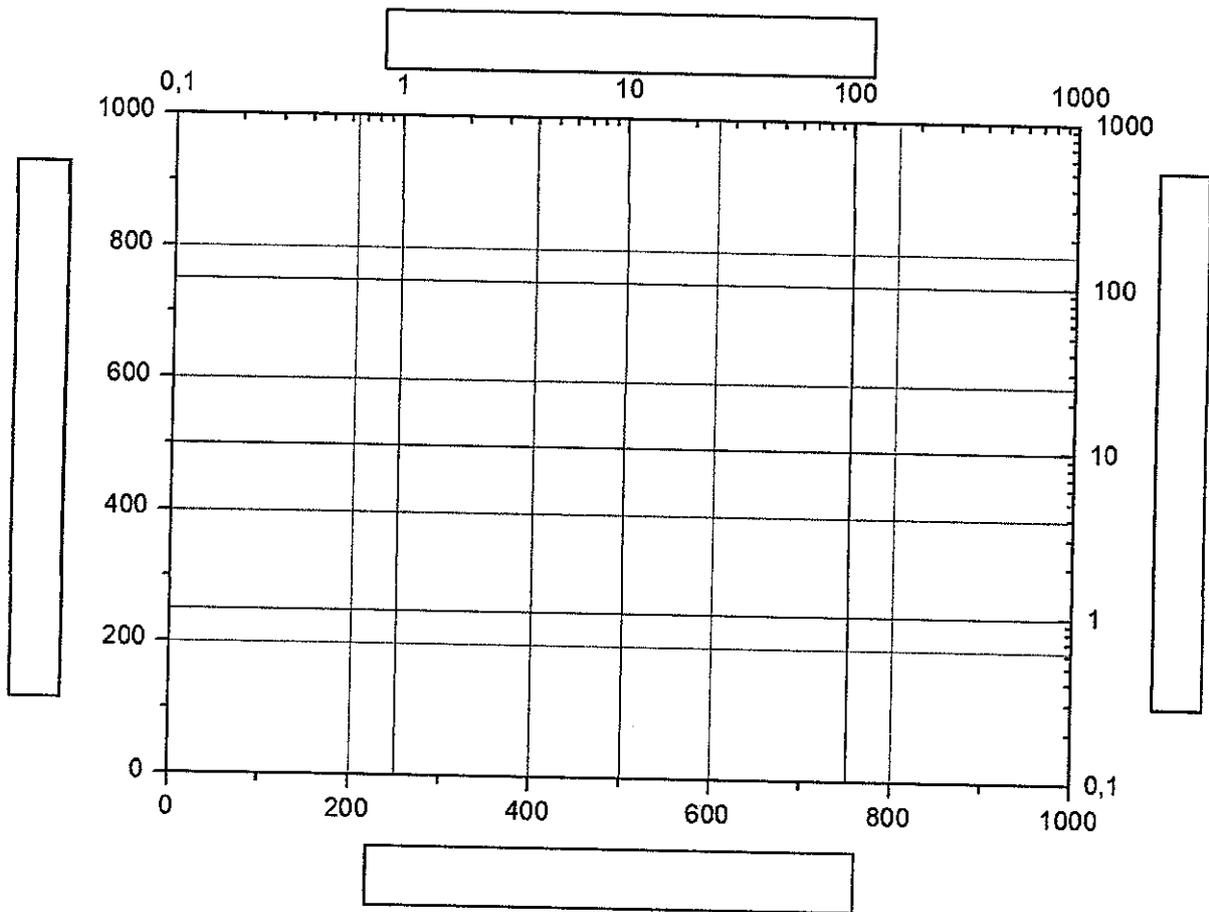


Gráfico da tensão em função da corrente de um VDR.

- c) determine o valor numérico de C e K conforme procedimento descrito no item a; (2 pontos)
- d) determine e indique, a partir do gráfico, qual é a corrente necessária para uma tensão de 100 V; e (1 ponto)
- e) qual é a principal finalidade desse dispositivo num circuito elétrico de potência. (1 ponto)

Continuação da 1ª questão

Continuação da 1ª questão

## 2ª QUESTÃO (8 pontos)

O circuito integrado CD4007 possui 6 transistores com tecnologia CMOS, conforme a figura 1.

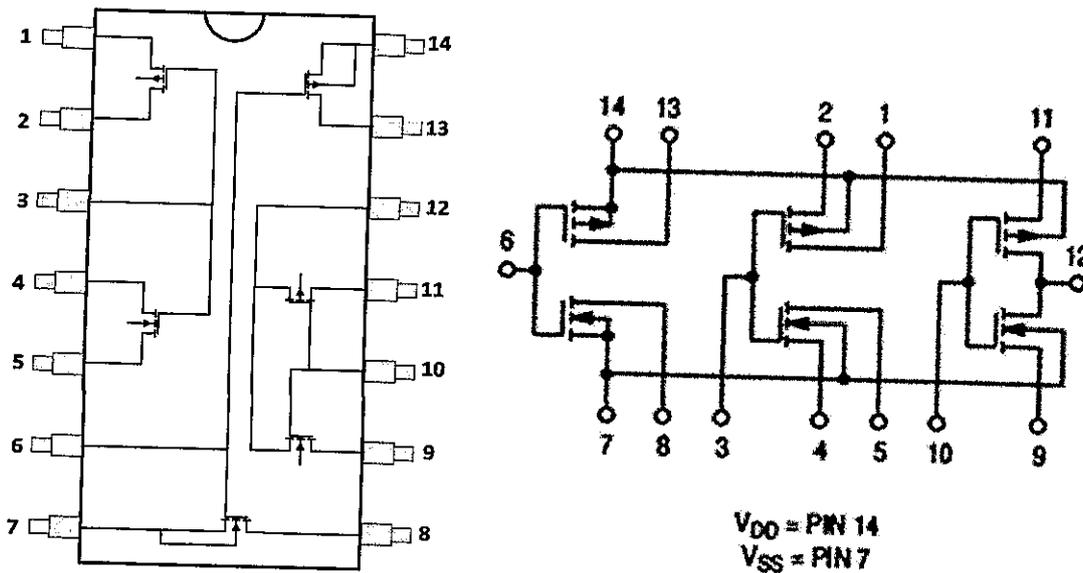


Fig. 1 - Diagrama esquemático do circuito integrado CD4007.

Foi montado um circuito lógico com as seguintes configurações usando o CI4007:

- foram conectados os pinos 3, 8 e 13 e denominados de "centro";
- foram conectados os pinos 6 e 10 e denominados de "controle";
- foram conectados os pinos 1 e 9 e denominados de "entrada 1";
- foram conectados os pinos 4 e 11 e denominados de "entrada 2";
- foram conectados os pinos 2, 5 e 12 e denominados de "saída";
- pino 7 está ligado ao terra; e
- pino 14 está ligado ao VDD.

Dados: supor 0V - nível lógico 0 e VDD - nível lógico 1; e

Os pinos 7 e 14 conectados à fonte de alimentação.

Responda as seguintes perguntas:

Sendo assim, faça o que se pede nos itens abaixo:

- desenhe o circuito completo com as configurações propostas; (1 ponto)
- explique a função do circuito contendo somente os transistores com as pinagens 6 (Controle), 8 e 13 (centro) e monte uma tabela mostrando o comportamento do pino 8 e 13 em função do pino 6, quando esse controle ficar em nível 0 ou 1. (2 pontos)

Prova : CONHECIMENTOS PROFISSIONAIS  
Profissão: ENGENHARIA ELETRÔNICA

Concurso: CP-CEM/2020

**Continuação da 2ª questão**

- c) explique a função do circuito contendo somente os transistores com as pinagens 3 (Centro), 1 e 9 (entrada 1), 2 e 12 (saída) e monte uma tabela mostrando o comportamento da entrada 1 (pino 1 e 9, com nível lógico 0 e 1) em relação à saída (pino 2 e 12) função do pino 3 e pino 6, quando esses ficarem nos níveis 0 ou 1; (2 pontos)
- d) preencha a tabela A, de acordo com os níveis de tensão; e (2,5 pontos)

Tabela A - Tabela lógica do circuito proposto.

Controle	Entrada 1	Entrada 2	Saída
0	<u>  </u> 0 <u>  </u> / <u>  </u> 1 <u>  </u>	0	<u>  </u> / <u>  </u>
0	<u>  </u> 1 <u>  </u> / <u>  </u> 0 <u>  </u>	0	<u>  </u> / <u>  </u>
0	0	<u>  </u> 0 <u>  </u> / <u>  </u> 1 <u>  </u>	<u>  </u> / <u>  </u>
0	0	<u>  </u> 1 <u>  </u> / <u>  </u> 0 <u>  </u>	<u>  </u> / <u>  </u>
1	<u>  </u> 0 <u>  </u> / <u>  </u> 1 <u>  </u>	1	<u>  </u> / <u>  </u>
1	<u>  </u> 1 <u>  </u> / <u>  </u> 0 <u>  </u>	1	<u>  </u> / <u>  </u>
1	1	<u>  </u> 0 <u>  </u> / <u>  </u> 1 <u>  </u>	<u>  </u> / <u>  </u>
1	1	<u>  </u> 1 <u>  </u> / <u>  </u> 0 <u>  </u>	<u>  </u> / <u>  </u>

- e) descreva qual é o nome desse circuito e a sua finalidade. (0,5 ponto)

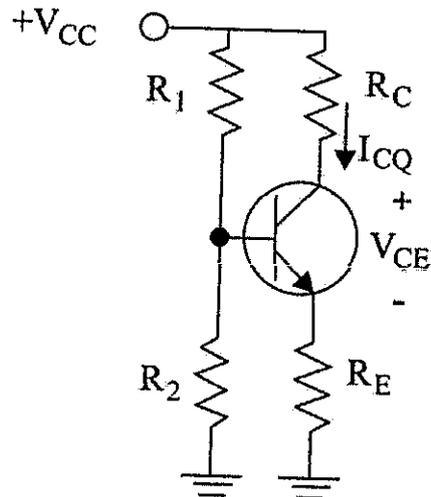
Continuação da 2ª questão

Continuação da 2ª questão

Continuação da 2ª questão

**3ª QUESTÃO (8 pontos)**

A figura abaixo mostra um circuito de um amplificador emissor comum utilizando um transistor bipolar.



Amplificador emissor comum TBJ

O circuito foi montado utilizando uma tensão de alimentação de 12V, um transistor com ganho  $\beta$  de 100 e resistores idênticos de 4,7 k $\Omega$ . Para a análise e resolução do circuito de polarização constante faça o que se pede nos itens abaixo:

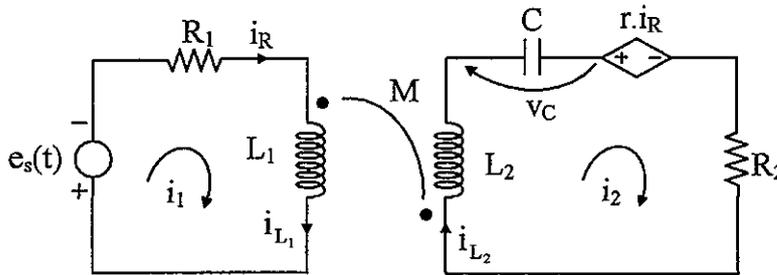
- apresente o circuito equivalente Thévenin; (1 ponto)
- calcule a tensão e a resistência Thévenin equivalente. (3 pontos)
- calcule a corrente de base  $I_b$ ; (3 pontos)
- calcule a corrente do coletor  $I_c$ ; e (0,5 ponto)
- calcule a tensão coletor-emissor  $V_{ce}$ . (0,5 ponto)

Continuação da 3ª questão

**Continuação da 3ª questão**

**4ª QUESTÃO (8 pontos)**

Considere o circuito da Figura 1 com todos os parâmetros dados em um sistema internacional de unidades.



**Figura 1**

Por meio de chaveamento adequado, foram impostas condições iniciais nos indutores e no capacitor. O sistema de análise de malhas (adotando-se  $V_C$  como incógnita) resultou em:

$$\begin{bmatrix} 2s+1 & 4s & 0 \\ 4s+2 & 8s+2 & 1 \\ 0 & 1 & -2s \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \\ V_C \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -E_s(s) \\ 0 \\ 8 \end{bmatrix}$$

Sendo assim, faça o que se pede nos itens a seguir, justificando sua resposta.

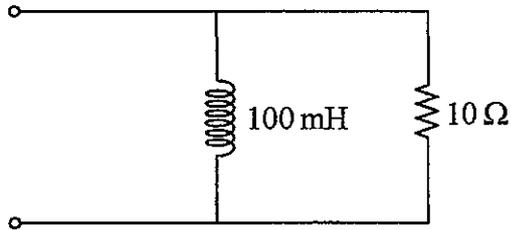
- determine os valores de  $L_2$  e do módulo da indutância mútua  $M$ ; (2 pontos)
- determine o valor de  $v_C(0^-)$ . Caso seja possível, determine também os valores iniciais de  $i_{L1}(0^-)$  e  $i_{L2}(0^-)$ ; (2 pontos)
- determine a faixa de valores de  $r$  do gerador vinculado, para que o circuito livre seja assintoticamente estável; e (3 pontos)
- descreva se pode aparecer componente constante permanente em alguma resposta livre, caso o gerador vinculado seja trocado por um capacitor. Justifique. (1 ponto)

Continuação da 4ª questão

Continuação da 4ª questão

**5ª QUESTÃO (8 pontos)**

Observe o circuito abaixo:



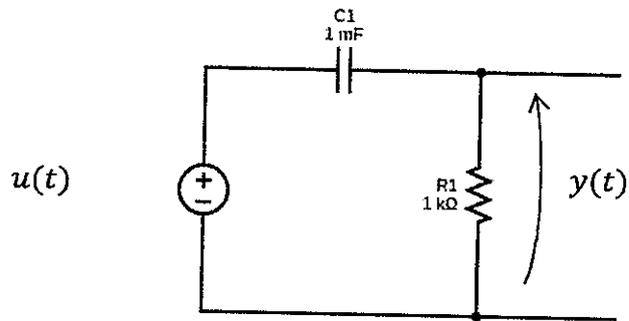
Considerando o circuito apresentado acima, contendo componentes ideais, faça o que se pede nos itens a seguir, justificando sua resposta.

- Calcule o fator de potência deste circuito na frequência  $f = \frac{50}{\pi}$  Hz; (3 pontos)
- conectando-se um gerador senoidal aos terminais de entrada, com tensão eficaz de 20V, calcule qual será a potência ativa consumida pelo circuito e como essa se altera quando adicionamos um capacitor ideal de capacitância C em paralelo; e (3 pontos)
- calcule o valor do capacitor a ser conectado, entre os terminais de entrada, para tornar unitário o fator de potência do circuito. (2 pontos)

Continuação da 5ª questão

6ª QUESTÃO (8 pontos)

Observe a figura abaixo:



Considere a rede R-C apresentada na figura acima para a resolução dos itens abaixo.

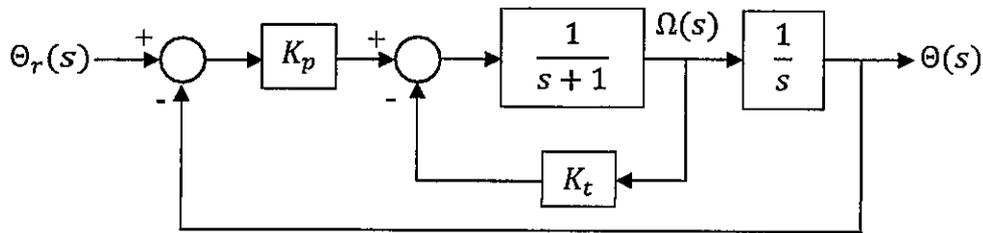
- Escreva a equação diferencial que relaciona a tensão de saída  $y(t)$  com a tensão de entrada  $u(t)$ ; e (2 pontos)
- considerando a tensão inicial no capacitor  $C_1$  como sendo  $u_{co}$  e seja  $u(t) = 2e^{-t}$ , determine  $y(t)$  utilizando a transformada de Laplace. (6 pontos)

Continuação da 6ª questão

Continuação da 6ª questão

**7ª QUESTÃO (8 pontos)**

Considere o sistema de controle de posição de um servomecanismo na figura abaixo.



Com base na figura apresentada, determine:

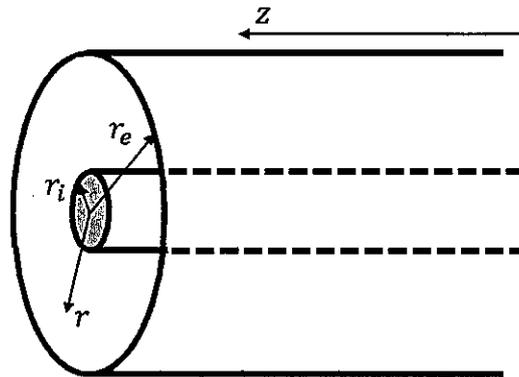
- a função de transferência de malha fechada do sistema; (2 pontos)
- o valor do erro estacionário de  $\theta$  em relação a  $\theta_r$ . Justifique sua resposta; e (2 pontos)
- os valores de  $K_p$  e  $K_t$  para que o sistema em malha fechada seja estável. Justifique sua resposta. (4 pontos)

**Continuação da 7ª questão**

Continuação da 7ª questão

**8ª QUESTÃO (8 pontos)**

Considere um cabo coaxial composto por um condutor interno de raio  $r_i$  e uma casca condutora de raio  $r_e$  dispostos concentricamente e separados por um material dielétrico homogêneo e livre de cargas elétricas, conforme a figura abaixo:



Assuma que a casca tenha potencial nulo e que o condutor central tenha potencial  $V_i$ . Assuma também que eventuais efeitos de espraiamento nas extremidades do cabo sejam desprezíveis.

Seja a expressão do Laplaciano em coordenadas cilíndricas  $(r, \theta, z)$ :

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

em que  $r$  é a distância radial de um ponto qualquer do cabo ao eixo central,  $\theta$  é o ângulo referente ao ponto,  $z$  é a distância longitudinal e  $V$  é o potencial.

Determine a função potencial.

**Continuação da 8ª questão**

Continuação da 8ª questão

**9ª QUESTÃO (8 pontos)**

Em relação aos transistores de efeito de campo complementar (CMOS-FET) convencionais, o FET foi responsável pelo grande avanço na Microeletrônica, principalmente no arranjo dos transistores complementares em uma única lâmina de silício dopada. Sendo assim, faça o que se pede nos itens a seguir:

- a) desenhe a seção transversal de um circuito integrado **CMOS** (*complementary Metal Oxide Semiconductor*) típico numa lâmina de silício (tipo *p*), indicando os tipos de transistores convencionais utilizados no CMOS, os nomes dos terminais dos transistores, o tipo de dopagem do material e os nomes (ou símbolo químico) dos materiais pertinentes ao dispositivo; e (4 pontos)
- b) descreva qual seria a funcionalidade desse dispositivo (CMOS - com os transistores complementares típicos) numa montagem mais simples possível como porta lógica e explique seu funcionamento, faça uma tabela com níveis 0 e 1, indicando quais seriam as suas conexões no desenho ilustrativo do CMOS. (4 pontos)

Continuação da 9ª questão

Continuação da 9ª questão

10ª QUESTÃO (8 pontos)

O circuito integrado, conhecido por CI 555 (de oito pinos), é muito versátil e foi criado originalmente para funcionar como temporizador e oscilador de uso geral. Ele é composto basicamente por um flip-flop tipo RS, dois comparadores de tensão, três resistores e um transistor, conforme ilustra a figura 1.

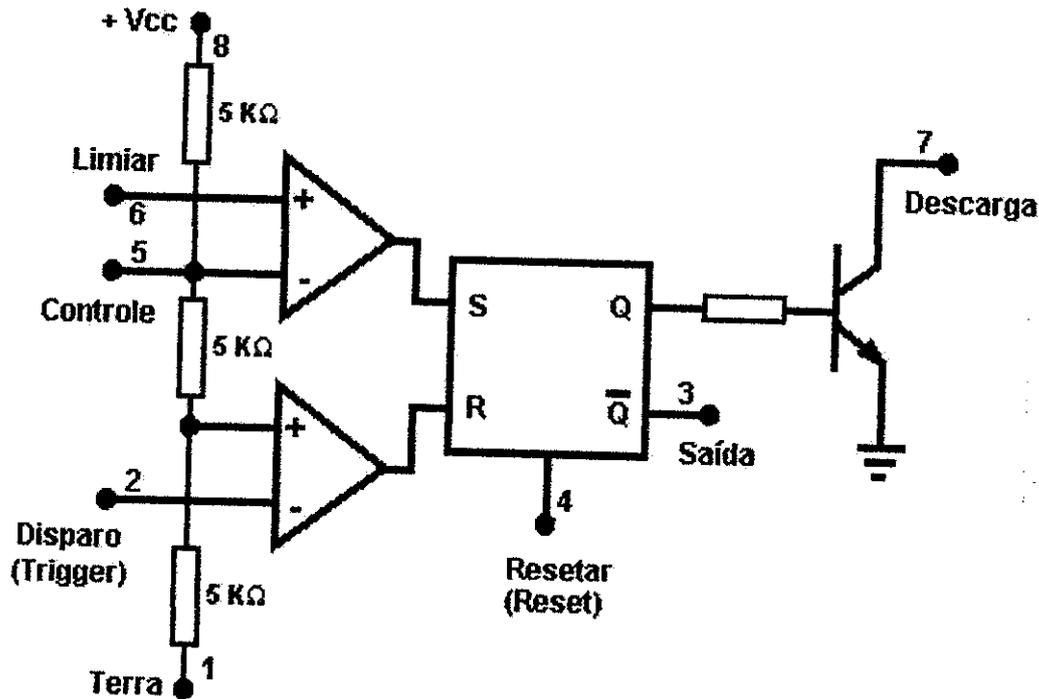


Figura 1 - Diagrama interno do Circuito Integrado 555.

Para funcionar como monoestável ou astável, são necessários componentes externos como resistores e capacitores.

Dados para resolver a questão:

$$T = 1,1 R_1 * C \text{ (s)}$$

$$f = 1,44 / [(R_1 + 2 * R_2) * C] \text{ (hertz)}$$

$$t_h = 0,693 * C * (R_1 + 2 * R_2) \text{ (duração em nível alto em segundos)}$$

$$t_l = 0,693 * C * R_2 \text{ (duração em nível baixo em segundos)}$$

$$D = t_h / T * 100 \text{ (\%)} \text{ (assimetria (Duty Cycle))}$$

$C = 100 \text{ uF}$ ;  $V_{cc} = 12 \text{ V}$ ,  $R_1$ ,  $R_2$  e  $R_3$  valores a serem determinados.

com resistores em ( $\Omega$ )ohms e capacitores em (F) farads.

### Continuação da 10ª questão

Assim, de acordo com os dados apresentados, faça o que se pede nos itens abaixo:

- a) desenhe um circuito monoestável usando os componentes fornecidos; (2 pontos)
- b) explique como resetar e disparar o seu circuito monoestável; (0,4 ponto)
- c) determine o(s) valor(e)s desse(s) componente(s) do circuito monoestável projetado para um tempo de 1 segundo; (0,1 ponto)
- d) desenhe um circuito astável usando os componentes fornecidos; (2,8 pontos)
- e) determine o(s) valor(e)s desse(s) componente(s) do circuito astável para uma duração em nível alto de 1,1 segundo e nível baixo próximo de 1 segundo; e (0,2 ponto)
- f) usando o CI 555 funcionando adequadamente na configuração astável com os devidos componentes, é provido, no pino 5 (controle), uma onda senoidal com amplitude de 4 V e offset de 4V, explique qualitativamente como essa onda senoidal interfere na saída do CI 555 (pino 3). Justifique a sua resposta. (2,5 pontos)

Continuação da 10ª questão

Continuação da 10ª questão