

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

RUBRICA DO PROFESSOR	ESCALA DE	NOTA			USO DA DEnsM
	000 A 080				

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

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.

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

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)

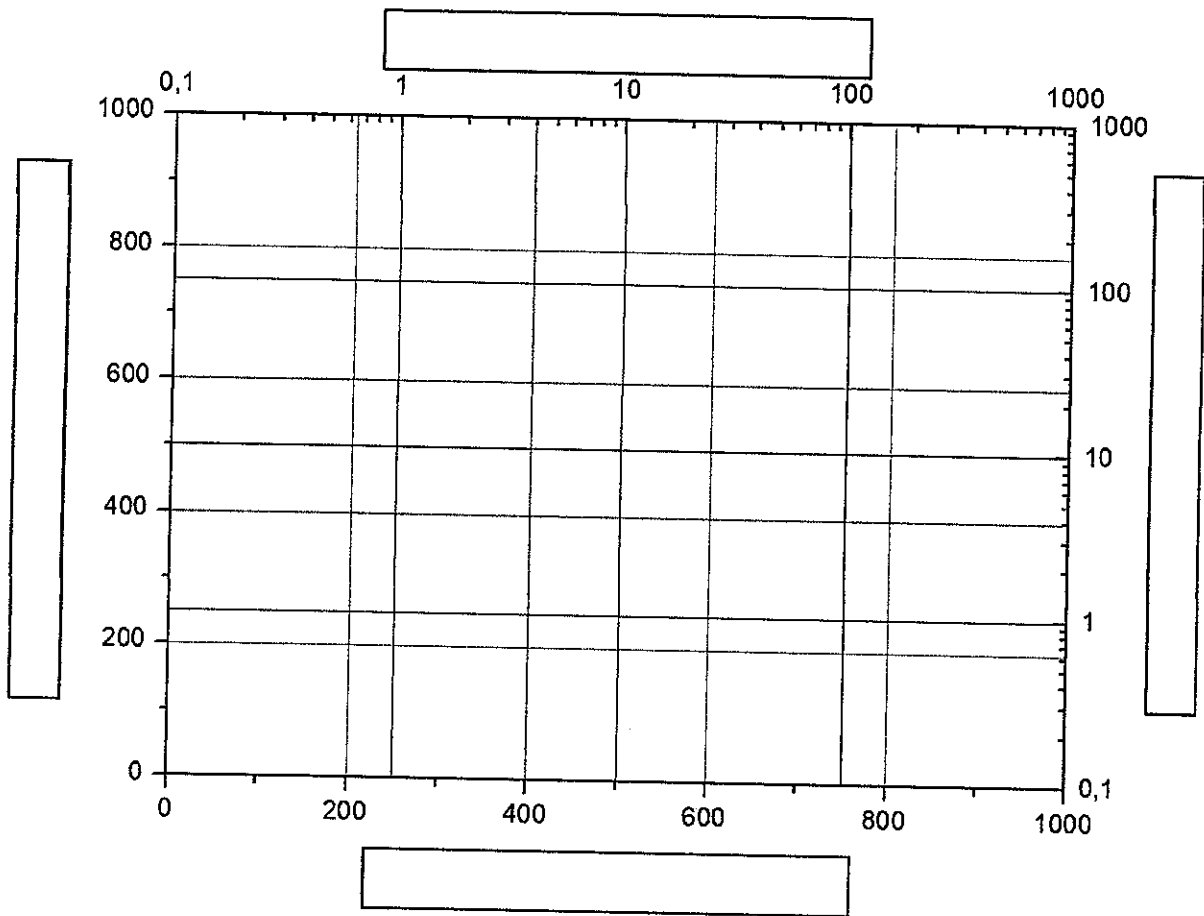


Gráfico 1

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.

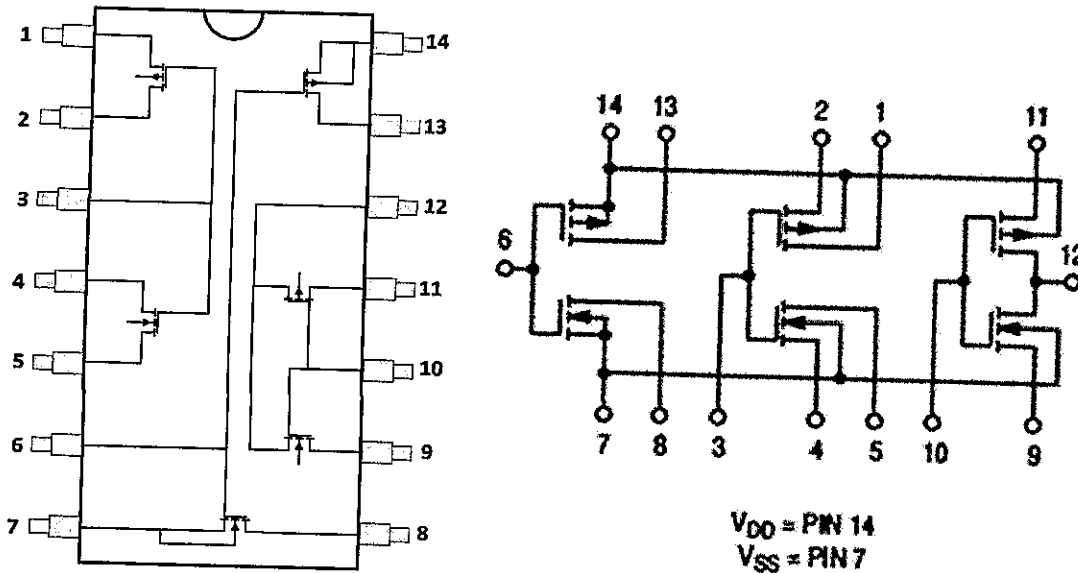


Fig. 1 - Diagrama esquemático do circuito integrado CD4007.

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)

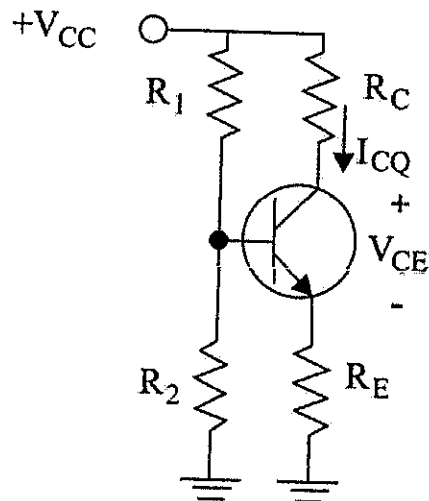
Continuação da 2ª questão

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 β de 100 e resistores idênticos de 4,7 k Ω . 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.

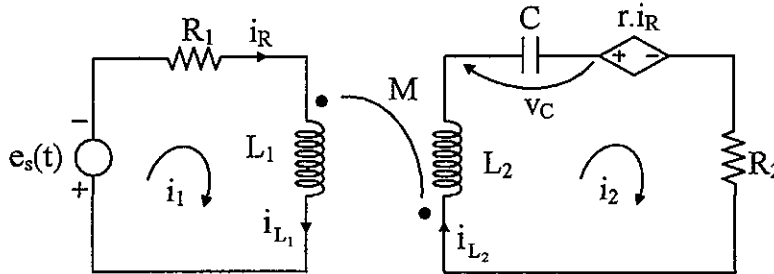


Figura 1

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.

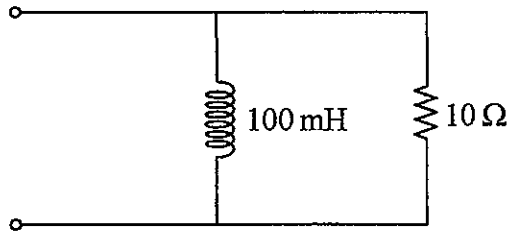
- determine os valores de L_2 e do módulo da indutância mútua M ; (2 pontos)
- determine o valor de $v_C(0^-)$. Caso seja possível, determine também os valores iniciais de $i_{L1}(0^-)$ e $i_{L2}(0^-)$; (2 pontos)
- determine a faixa de valores de r do gerador vinculado, para que o circuito livre seja 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:



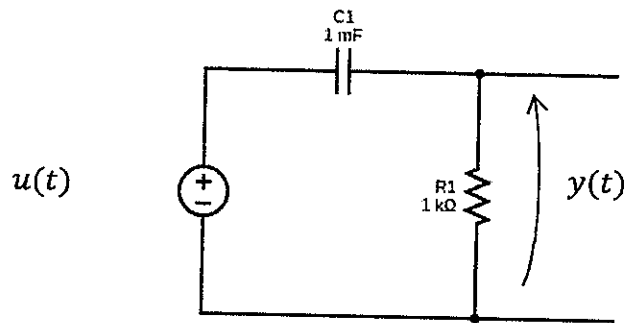
Considerando o circuito apresentado acima, contendo componentes ideais, faça o que se pede nos itens a seguir, justificando sua resposta.

- 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.

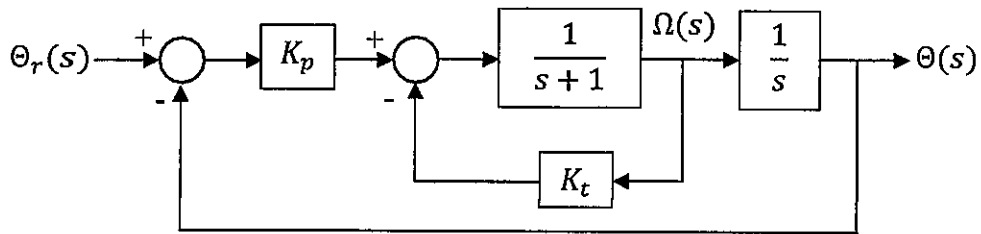
- Escreva a equação diferencial que relaciona a tensão de saída $y(t)$ com a tensão de entrada $u(t)$; e (2 pontos)
- considerando a tensão inicial no capacitor C_1 como sendo u_{co} e seja $u(t) = 2e^{-t}$, determine $y(t)$ utilizando a transformada de Laplace. (6 pontos)

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:

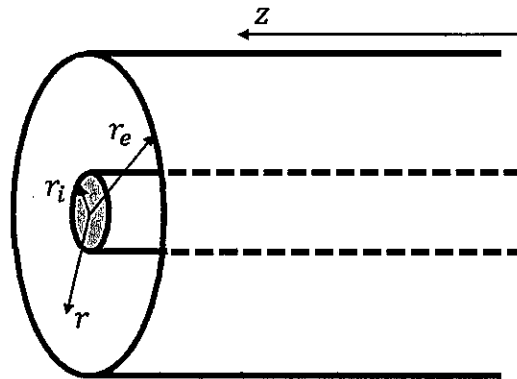
- a função de transferência de malha fechada do sistema; (2 pontos)
- o valor do erro estacionário de θ em relação a θ_r . Justifique sua resposta; e (2 pontos)
- os valores de K_p e K_t para que o sistema em malha fechada seja estável. Justifique sua resposta. (4 pontos)

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, θ, 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, θ 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.

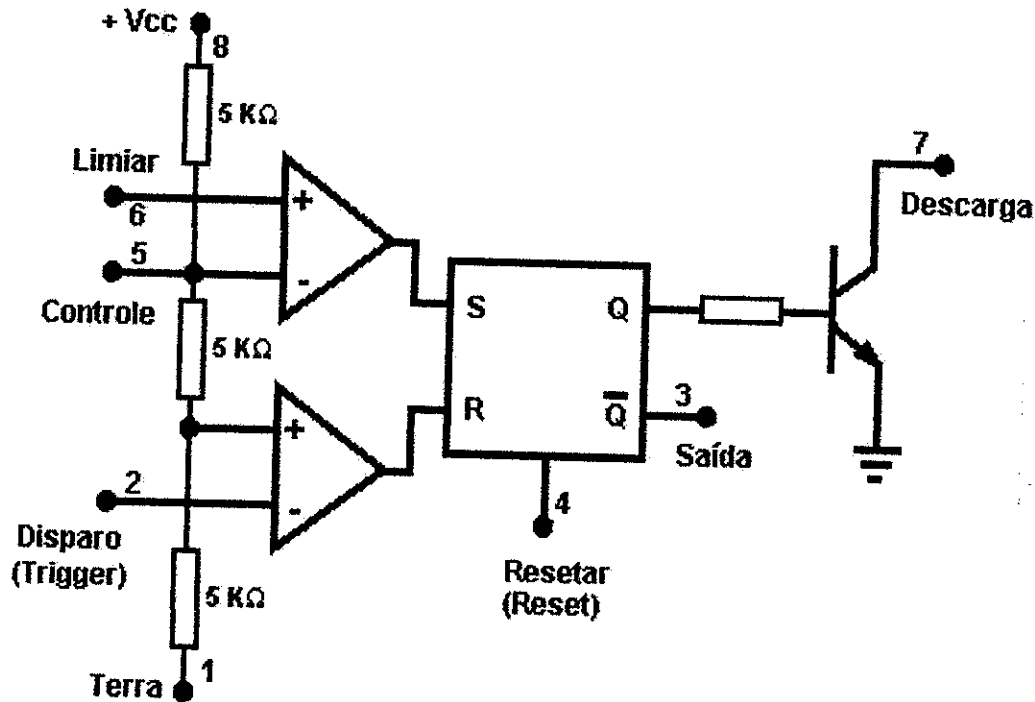


Figura 1 - Diagrama interno do Circuito Integrado 555.

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 (Ω)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