



Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica (PPGEE)
Escola Politécnica da Universidade de São Paulo



Áreas de concentração: Microeletrônica (3140) e Sistemas Eletrônicos (3142)
3º Período de 2025

NOME: _____ RG: _____

ASSINATURA: _____

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: () MICROELETRÔNICA
() SISTEMAS ELETRÔNICOS

DATA: Quarta-Feira 11 de junho de 2025

Duração: 14h – 15h30m (90 min)

INSTRUÇÕES
Leia com atenção

1. Não abra este caderno antes de receber a autorização.
2. Coloque seu nome, RG, assine e assinale a área de concentração.
3. Ao receber autorização para abrir este caderno, verifique se a impressão, a paginação e a numeração das questões estão corretas. Caso encontre algum erro notifique ao encarregado da prova.
4. Não é permitido uso de **CALCULADORA programável**.
5. **Proibido** uso do **celular** durante a prova.
6. A prova consta de 14 questões de múltipla escolha.
7. Devem ser escolhidas 08 questões do conjunto de 14 nos temas: **Circuitos elétricos** (3 questões), **Eletrônica** (3 questões), **Cálculo** (4 questões) e **Programação** (4 questões).
8. Caso necessário, utilize o espaço em branco abaixo de cada questão como rascunho.

Indique na lista abaixo as 08 questões que você escolheu e a alternativa que você considerou como correta. Somente elas serão consideradas na avaliação. Para passar nesta fase, você precisa acertar pelo menos 04 dessas 08 questões.

No. Questão	Resposta

Nota: _____

Resultado: _____

Circuitos Elétricos

1. O circuito da Figura (a) opera em regime permanente senoidal.

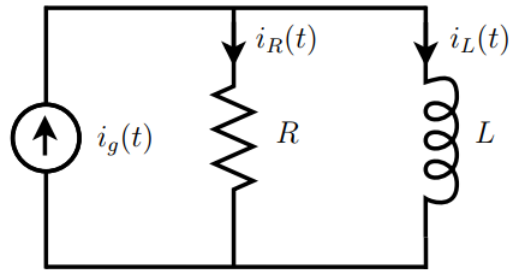


Figura (a)

Para obter um filtro passa-altas, considerou-se a corrente do resistor como saída, obtendo-se a seguinte resposta em frequência

$$F_1(j\omega) = \frac{\hat{I}_R}{\hat{I}_g}$$

sendo $\hat{I}_R$ o fasor da corrente do resistor $i_R(t)$ e $\hat{I}_g$ o fasor da corrente do gerador $i_g(t)$. Para $R = 150 \, \Omega$ e um determinado valor de L , obteve-se o gráfico do módulo de $F_1(j\omega)$ mostrado na Figura (b).

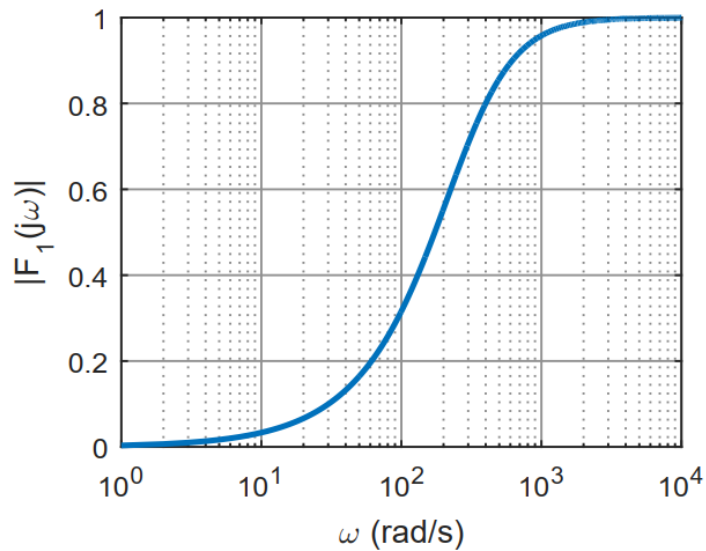
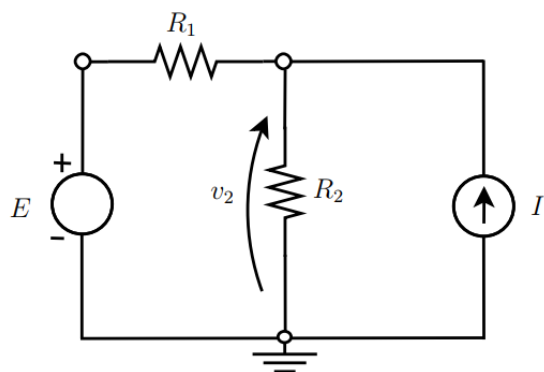


Figura (b)

O valor do indutor L (em henrys) utilizado para gerar o gráfico da Figura (b) é igual a

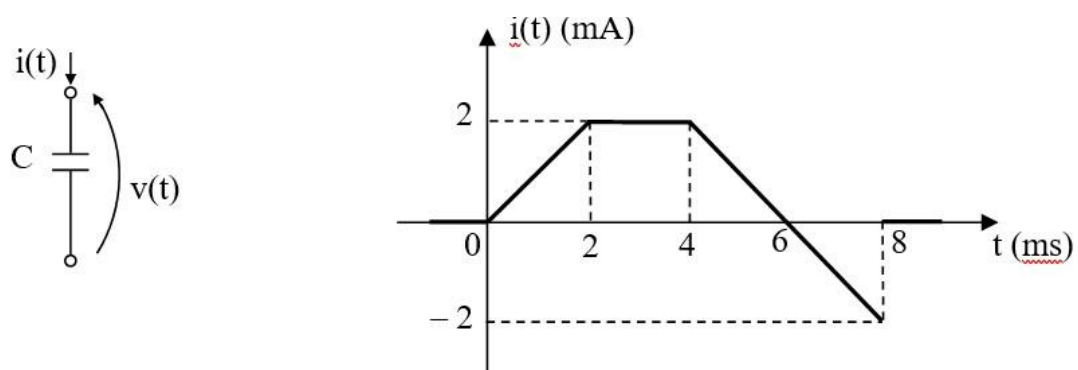
- a) 2,0
- b) 0,5
- c) 1,0
- d) 1,5
- e) 2,5

2. No circuito da Figura abaixo, a tensão v_2 é dada por:



- a) $\frac{R_1}{R_1+R_2}(E + R_2I)$
- b) $E + R_2I$
- c) $\frac{R_1+R_2}{R_1R_2}(R_2E + R_1R_2I)$
- d) $\frac{R_1+R_2}{R_1R_2}(R_1E + R_1R_2I)$
- e) $\frac{R_2}{R_1+R_2}(E + R_1I)$

3. Considere o capacitor ideal, cuja corrente é mostrada na figura abaixo.



Sabendo-se que $v(8 \text{ ms}) = 4 \text{ V}$ e $v(0) = -2 \text{ V}$, a capacitância C (em μF) vale:

- a) 1
- b) 2
- c) 3
- d) 4
- e) 5

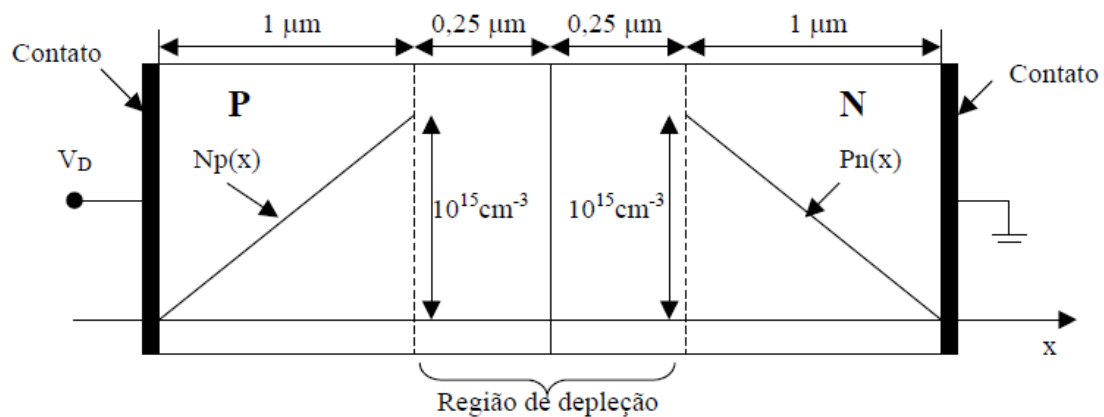
Eletrônica

4. Dada uma junção PN diretamente polarizada onde estão indicados a região de depleção e os perfis de excesso de portadores (regiões quase neutras) com distribuição linear devido ao fato dos comprimentos das regiões P e N serem muito menores do que os respectivos comprimentos de difusão. Sabendo-se que $q = 1,6 \times 10^{-19} \text{C}$, $D_n = 40 \text{ cm}^2/\text{s}$, $D_p = 20 \text{ cm}^2/\text{s}$, A (área da junção) $= 1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2$

Formulário:

Densidade de corrente de elétrons: $J_n = qD_n(\delta n/\delta x)$

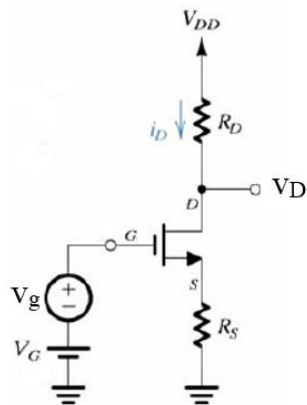
Densidade de corrente de lacunas: $J_p = -qD_p(\delta p/\delta x)$



A corrente total I_T através da junção é:

- a) $64 \mu\text{A}$
- b) $32 \mu\text{A}$
- c) $96 \mu\text{A}$
- d) $128 \mu\text{A}$
- e) $192 \mu\text{A}$

5. Dado o amplificador MOS, os dados relevantes do circuito e o correspondente modelo para pequenos sinais do transistor:



Dados:

$$W/L = 2$$

$$k_n' = 0,25 \text{ mA/V}^2$$

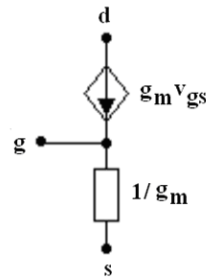
$$V_t = 1 \text{ V}$$

$$I_D = 1 \text{ mA}$$

$$V_{DD} = 50 \text{ V}$$

$$R_D = 40 \text{ k}\Omega$$

$$R_S = 1 \text{ k}\Omega$$



Sabendo-se que:

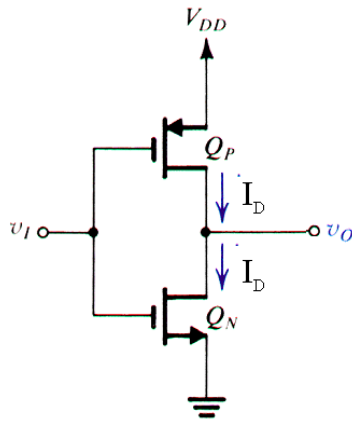
$$I_D = \frac{k_n}{2} \cdot \frac{W}{L} (V_{GS} - V_t)^2 \quad \text{e}$$

$$g_m = k_n' \cdot \frac{W}{L} (V_{GS} - V_t),$$

o ganho de sinal no dreno ($A_v = v_d / v_g$) é:

- a) -20
- b) -10
- c) -40
- d) -15
- e) -30

6. Dado o Inversor CMOS conforme indicado na figura, polarizado com $V_{DD} = 5V$, e sabendo-se que os transistores PMOS (Q_P) e NMOS (Q_N) apresentam comprimentos de canal idênticos ($L_N=L_P= 1\mu m$), tensões de limiar iguais em módulo ($V_{tp} = -1,0V$, $V_{tn} = 1,0V$), constantes de processo $k_p'= 0,5 \text{ mA/V}^2$ e $k_n'= 1 \text{ mA/V}^2$, $W_P = 2\mu m$ e $W_N = 1\mu m$:



Formulário:

$$I_D = k' \frac{W}{L} \left[(V_{GS} - V_t) V_{DS} - \frac{V_{DS}^2}{2} \right] \quad \text{para } |V_{DS}| < |V_{GS} - V_t|,$$

$$I_D = \frac{1}{2} k' \frac{W}{L} (V_{GS} - V_t)^2 \quad \text{para } |V_{DS}| \geq |V_{GS} - V_t|,$$

$V_t = V_{tp}$, $k' = k_p'$, $L = L_P$ e $W = W_P$ para o transistor PMOS,

$V_t = V_{tn}$, $k' = k_n'$, $L = L_N$ e $W = W_N$ para o transistor NMOS

Supondo o efeito de modulação de canal desprezível, a tensão na qual ocorre a transição abrupta de nível lógico na saída do circuito é:

- a) 3,5 V
- b) 1,5 V
- c) 2,0 V
- d) 2,5 V
- e) 3,0 V

Cálculo

7. O limite $\lim_{x \rightarrow 0^+} \frac{1-x^x}{x \ln x}$ é igual a

- a) ∞
- b) $-\infty$
- c) 0
- d) 1
- e) -1

8. Seja $f(x) = \int_{-\infty}^{\infty} \sqrt{\pi} \max(x, y) e^{-y^2} dy$, sendo $\max(x, y) = \begin{cases} x, & x \geq y \\ y, & x < y \end{cases}$.

O valor da derivada de segunda ordem dessa função, no ponto $x = 0$, ou seja,

$$\left. \frac{d^2 f(x)}{dx^2} \right|_{x=0}, \text{ é}$$

a) 0

b) $\frac{\sqrt{\pi}}{2}$

c) $\frac{\pi}{2}$

d) $\sqrt{\pi}$

e) π

9. Indique a expressão da função $f(t) = \frac{d}{dt} \int_t^5 \exp(5u^2) du$.

a) $-\frac{\exp(5t^2)}{5}$.

b) $-\exp(5t^2)$.

c) $\exp(5t^2)$.

d) $\frac{\exp(5t^2)}{5}$.

e) $-10t \exp(5t^2)$.

10. Seja $\triangle ABC$ um triângulo retângulo de catetos $AB = 3$ e $AC = 4$.

Inscreve-se no $\triangle ABC$ um retângulo com a maior área possível de modo que um dos seus lados esteja contido na hipotenusa. A área deste retângulo será:

- a) 1
- b) 2
- c) 3
- d) 4
- e) 5

Programação

11. Considere o seguinte algoritmo em pseudocódigo que manipula um vetor de caracteres:

INÍCIO

DECLARE texto COMO VETOR DE CARACTERES

DECLARE resultado COMO TEXTO

DECLARE i COMO INTEIRO

texto <- ['a', 'b', 'c', 'b', 'a']

resultado <- ""

PARA i DE 0 ATÉ LENGTH(texto) - 1 FAÇA

SE texto[i] == 'b' ENTÃO

resultado <- CONCATENAR(resultado, '*')

SENÃO

resultado <- CONCATENAR(resultado, texto[i])

FIM_SE

FIM_PARA

IMPRIMA resultado

FIM

Qual será a saída deste algoritmo?

a) abcba

b) a*c*a

c) **c**

d) *b*b*

e) ab*ba

12. Considere o seguinte algoritmo em pseudocódigo que implementa uma busca binária em um vetor de números inteiros ordenado:

INÍCIO

```
DECLARE vetor COMO VETOR DE INTEIROS  
DECLARE alvo COMO INTEIRO  
DECLARE início COMO INTEIRO  
DECLARE fim COMO INTEIRO  
DECLARE meio COMO INTEIRO  
DECLARE encontrado COMO BOOLEANO
```

```
LEIA vetor // Assume que o vetor ordenado é lido como entrada  
LEIA alvo // O valor a ser buscado  
LEIA tamanho // Tamanho do vetor
```

```
início <- 0  
fim <- tamanho - 1  
encontrado <- FALSO
```

```
ENQUANTO início <= fim E encontrado == FALSO FAÇA  
  meio <- (início + fim) DIV 2 // Divisão inteira  
  SE vetor[meio] == alvo ENTÃO  
    encontrado <- VERDADEIRO  
  SENÃO  
    SE alvo < vetor[meio] ENTÃO  
      fim <- meio - 1  
    SENÃO  
      início <- meio + 1  
  FIM_SE  
FIM_SE  
FIM_ENQUANTO
```

```
SE encontrado == VERDADEIRO ENTÃO  
  IMPRIMA "Elemento encontrado na posição ", meio  
SENÃO  
  IMPRIMA "Elemento não encontrado."  
FIM_SE  
FIM
```

Dado o vetor = [2, 5, 8, 12, 16, 23, 38, 56, 72, 91] e tamanho = 10, qual será a saída se o valor de alvo for 13?

- a) Elemento encontrado na posição 3
- b) Elemento não encontrado
- c) Elemento encontrado na posição 4
- d) O algoritmo entrará em loop infinito
- e) Elemento encontrado na posição 5

13. Dado um vetor $a=\{a_0, a_1, \dots, a_{n-1}\}$ de comprimento n , o algoritmo de ordenação por seleção funciona da seguinte maneira. Primeiro, seleciona o menor elemento de $\{a_0, a_1, \dots, a_{n-1}\}$ e troca-o de lugar com a_0 . Depois, seleciona o menor elemento de $\{a_1, a_2, \dots, a_{n-1}\}$ e troca-o de lugar com a_1 . Assim em diante até que todo o vetor esteja ordenado.

A função *selecao* abaixo deveria implementar o algoritmo de ordenação por seleção. Exemplos:

A função deveria fazer:

Entrada: $n=4$; $a=\{7,-3,5,1\}$ Saída: $a=\{-3,1,5,7\}$

Entrada: $n=6$; $a=\{8,3,5,1,9,4\}$ Saída: $a=\{1,3,4,5,8,9\}$

Porém, devido a um erro de programação, está gerando saída está igual à entrada.

A função está fazendo:

Entrada: $n=4$; $a=\{7,-3,5,1\}$ Saída: $a=\{7,-3,5,1\}$

Entrada: $n=6$; $a=\{8,3,5,1,9,4\}$ Saída: $a=\{8,3,5,1,9,4\}$

	Linguagem C	Pseudo-código
1	<code>void selecao(int n, int a[])</code>	<code>funcao selecao(n:inteiro, a:vetor de inteiro)</code>
2	<code>{</code>	Início
3	<code>int i,j,jMin,t;</code>	variável <code>i,j,jMin,t:inteiro;</code>
4	<code>for (i=0; i<n-1; i++) {</code>	para <code>i</code> de 0 até <code>n-2</code> faça
5	<code> jMin=i;</code>	<code>jMin=i;</code>
6	<code> for (j=i+1; j<n; j++) {</code>	para <code>j</code> de <code>i+1</code> até <code>n-1</code> faça
7	<code> if (a[j]<a[jMin])</code>	se <code>a[j]<a[jMin]</code> então
8	<code> jMin=j;</code>	<code>jMin=j;</code>
9	<code> }</code>	fim_para
10	<code> t=a[i];</code>	<code>t=a[i];</code>
11	<code> a[i]=a[jMin];</code>	<code>a[i]=a[jMin];</code>
12	<code> a[jMin]=t;</code>	<code>a[jMin]=t;</code>
13	<code>}</code>	fim_para
14	<code>}</code>	fim_funcao

Para corrigir o programa, devemos:

- a) Alterar a linha 4
- b) Alterar a linha 5
- c) Alterar a linha 6
- d) Alterar a linha 7
- e) Alterar a linha 8

14. O programa abaixo deveria ler um inteiro positivo n e um dígito d (um número de 1 a 9) e imprimir quantas vezes o dígito d aparece no número n .

Nota: Suponha que $d \neq 0$ e que o dígito zero não aparece no número n .

Nota: A operação " $a \% b$ " calcula o resto da divisão de a por b .

Exemplo:

$n=123432038$ $d=3$

Aparece 3 vezes.

	Linguagem C	Pseudo-código
1	<code>#include <stdio.h></code>	Programa contadigitos;
2	<code>int main() {</code>	Início
3	<code>int n,d,vezes;</code>	<code>i,d,vezes:inteiro;</code>
4	<code>printf("Numero n e digito d: ");</code>	<code>imprima("Numero n e digito d: ");</code>
5	<code>scanf("%d %d",&n,&d);</code>	<code>leia(n,d);</code>
6	<code>vezes=0;</code>	<code>vezes=0;</code>
7	<code>while (n>0) {</code>	enquanto ($n > 0$) faça
8	<code>if (n/10==d)</code>	se ($n/10 == d$)
9	<code>vezes=vezes+1;</code>	<code>vezes=vezes+1;</code>
10	<code>n=n%10;</code>	<code>n=n%10;</code>
11	<code>}</code>	fim_enquanto
12	<code>printf("Aparece %d vezes\n",vezes);</code>	<code>imprima("Aparece ",vezes," vezes");</code>
13	<code>}</code>	fim_programa

Só que, devido ao erro de programação, o programa entra em loop infinito e não termina nunca. Para corrigir o programa, devemos:

- a) Alterar a linha 7
- b) Alterar a linha 8
- c) Alterar a linha 10
- d) Alterar as linhas 8 e 10
- e) Alterar as linhas 7 e 10