Exame de Ingresso ao PPG-EM – 2025/2º sem

Nome do Candidato:
R.G.:
Data:
Assinatura:

Instruções

1) O exame consta de 10 questões, sendo que o candidato deve escolher 5 questões para resolver. Caso o candidato responda a mais de 5 questões, serão consideradas as 5 primeiras questões respondidas na ordem de apresentação das questões no sistema da prova;

2) Todas as questões têm o mesmo valor (2,0 pontos para cada questão);

3) Não é permitida a consulta a qualquer tipo de material;

4) O uso de calculadoras eletrônicas simples (não-programáveis) é permitido;

5) Todas as respostas devem apresentar justificativas;

6) A duração do exame é de 3 horas.

Para uso exclusivo dos examinadores

NOTAS INDIVIDUAIS NAS QUESTÕES									
Q1		Q3		Q5		Q7		Q9	
Q2		Q4		Q6		Q8		Q10	

NOTA FINAL	

Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo
Exame de Ingresso ao PPG-EM – 2025/2º sem

QUESTÃO 1: (Álgebra Linear)

Considere a matriz A e os vetores $\vec{v}$ e $\vec{w}$:

$$A = \begin{bmatrix} 2 & -1 & 0 \\ -1 & 2 & -1 \\ 0 & -1 & 2 \end{bmatrix} \qquad \vec{v} = \begin{bmatrix} 1 \\ -2 \\ 1 \end{bmatrix} \qquad \vec{w} = \begin{bmatrix} 2 \\ 1 \\ -1 \end{bmatrix}$$

a) Determine o vetor d, tal que $Bd = c$, onde $B = A^T A$ e $c = \vec{v} \times \vec{w}$.

b) Sabendo que um dos autovalores da matriz B é $\lambda_1 = 1$, determine os outros autovalores λ_2 e λ_3.

OBS.: Use duas casas decimais

Justifique sua resposta.

Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo
Exame de Ingresso ao PPG-EM – 2025/2º sem

QUESTÃO 2: (Cálculo Diferencial e Integral)

a) Calcule o limite:

$$\lim_{x \to 2} \left(\frac{\sqrt[3]{4x} - 2}{x - 2} \right)$$

b) Determine a equação da reta tangente à função $f(x) = \cos x + 2x$ no ponto $x = 0$.

Justifique sua resposta.

QUESTÃO 3: (Computação)

Sabe-se que o cosseno de um ângulo x em radianos pode ser obtido via série de Taylor com a Equação abaixo:

$$\cos(x) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n x^{2n}}{(2n)!}.$$

Para um ângulo x qualquer, considere o programa a seguir.

```python
import numpy as np

def fac(n):
      if n == 0 or n == 1:
            return 1
      return n*fac(n-1)

def tcos(x,n):
      if n == 0:
            return 1
      return ((-1)**n*x**(2*n))/fac(2*n)

def cosr(x,n):
      if n == 0:
            return tcos(x,0)
      return tcos(x,n) + cosr(x,n-1)

x = [0, np.pi/4]
n = 10

print(f"r = {cosr(x[0], n):.8f}, v = {np.cos(x[0]):.8f}")
print(f"r = {cosr(x[1], n):.8f}, v = {np.cos(x[1]):.8f}")
```

Baseado nele, responda às perguntas:

(a) Qual o principal conceito de programação utilizado nesse programa e qual o objetivo de cada função?

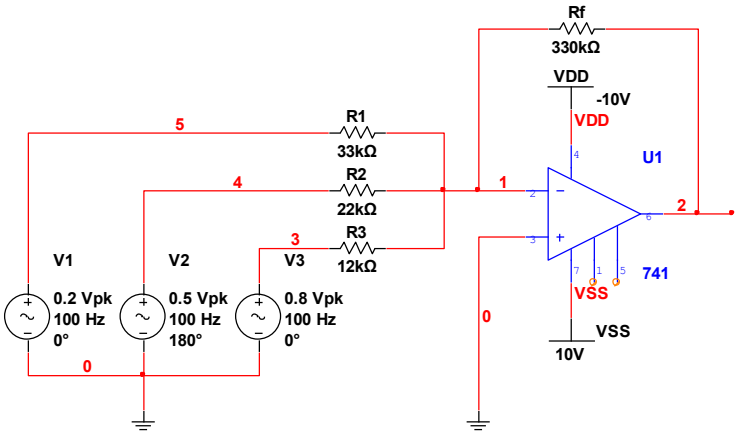
(b) Qual a função da variável n e como ela afeta o resultado? O que é apresentado como saída para o usuário devido às duas últimas linhas do programa?

Justifique sua resposta.

Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo
Exame de Ingresso ao PPG-EM – 2025/2º sem

QUESTÃO 4: (Eletrônica)

Seja o circuito somador inversor ilustrado abaixo:



Pinos AMPOP UA741

Pino	Valor	Pino	Valor
1	NC	**8**	NC
2	Inv (-)	**7**	VSS
3	Non (+)	**6**	Out
4	VDD	**5**	NC

O circuito possui três entradas senoidais:

- $V1 = 0{,}2sen(2\pi(100)t)$,
- $V2 = 0{,}5sen(2\pi(100)t + \pi) = -0{,}5sen(2\pi(100)t)$.
- $V3 = 0{,}8sen(2\pi(100)t)$.

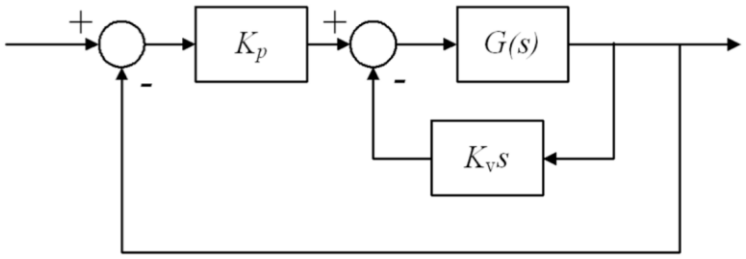
1. Considerando que o amplificador operacional seja ideal, determine os valores mínimos de VDD e VSS tais que o sinal de saída não seja recortado.
2. Mostre que, para cada fonte V_i, a impedância vista (impedância de entrada) é simplesmente $Z_i = R_i$.

Justifique sua resposta.

Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo
Exame de Ingresso ao PPG-EM – 2025/2º sem

QUESTÃO 5: (Controle)

Considere o sistema de controle conforme mostrado na figura abaixo:



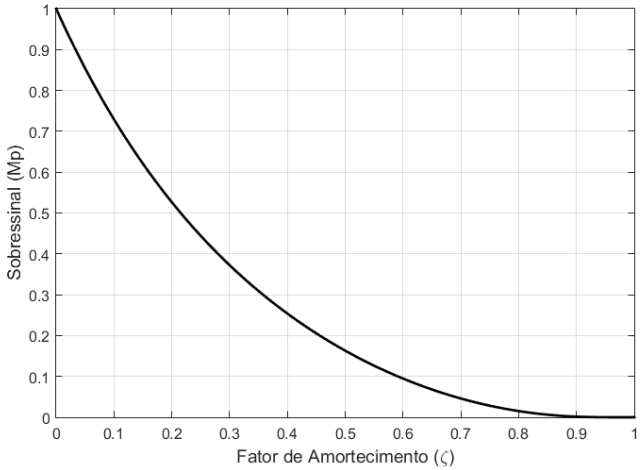
sendo: $G(s) = \frac{1}{s^2+3s}$

Determine os valores dos ganhos do controlador K_p e K_v que garantam as seguintes especificações de desempenho para o sistema em Malha Fechada:

- tempo de subida t_r= 0,36 segundos;

- sobressinal (Mp) igual a 10 %.

Considere: $t_r = \frac{1,8}{\omega_n}$ e a figura abaixo.



Justifique sua resposta.

QUESTÃO 6: (Materiais)

a) Uma barra cilíndrica de latão com diâmetro de 10 mm, Módulo de Elasticidade de 97 GPa e Coeficiente de Poisson de 0,34 é submetida a um ensaio de tração uniaxial (longitudinal) no regime elástico. Determine a força aplicada no ensaio para reduzir o diâmetro da barra em 0,0025 mm.

b) Explique a diferença entre limite de fadiga e resistência à fadiga.

Justifique sua resposta.

QUESTÃO 7: (Mecânica Geral)

Grãos caindo de um funil em uma calha em uma taxa de 100 kg/s, atingem a calha no ponto A com uma velocidade de 6.1 m/s, e deixam a calha no ponto B com velocidade de 4.6 m/s formando um ângulo de 10° com a linha do horizonte, conforme apresentado na Figura 1. A calha mais os grãos pesam 3 kN. Determine as reações no:

a) suporte B, e

b) suporte C.

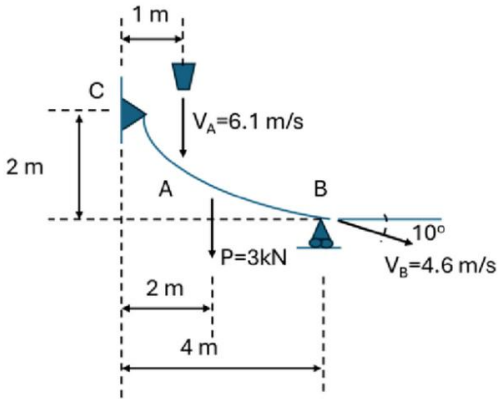


Figura 1

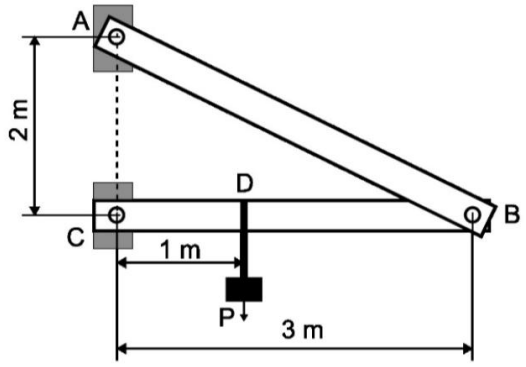
Justifique sua resposta.

QUESTÃO 8: (Mecânica dos Sólidos)

O suporte mostrado na figura abaixo é composto pelas barras de aço AB e BC, com pinos de sustentação nos pontos A e C. As barras AB e BC são conectadas por um pino na junta B. Uma carga P deve ser suspensa por este suporte no ponto D.

(a) Determine a força de cisalhamento agindo no pino em C em função da carga P.

(b) Qual a carga máxima que pode ser suportada, sendo a tensão de cisalhamento admissível no pino em C de 45 MPa e sua área de seção transversal de 60 mm^2?



Justifique sua resposta.

QUESTÃO 9: (Termodinâmica)

Água a 20ºC escoa continuamente, ou seja, em regime permanente, do fundo de um tanque grande aberto através de um bocal para a atmosfera. O nível da água no tanque é mantido constante a uma altura de 3,5 m em relação ao bocal.

(a) Se não há transferência de calor e nem variação da energia interna da água durante o seu escoamento através do bocal, qual seria o valor da velocidade da água na saída do bocal? Forneça a resposta aproximando a mesma até a primeira casa decimal.

(b) Considerando que o diâmetro de saída do bocal é de 3,7 cm determine a vazão mássica da água através desse dispositivo em [kg/h]. Forneça a resposta aproximando a mesma até a primeira casa decimal.

Assuma que a pressão atmosférica é igual a 1 bar (10^5 Pa) e a aceleração gravitacional igual a g = 9,81 m/s^2. A massa específica da água é constante e igual a 998,2 [kg/m^3]. Considere que a área de entrada do bocal é bem maior em relação à sua área de saída.

Relações:

Conservação da Massa: $\frac{\mathrm{d}m_{\mathrm{vc}}}{\mathrm{dt}} = \sum_j \dot{m}_e - \sum_j \dot{m}_s$

Conservação da Energia: $\dot{Q}_{\mathrm{vc}} = \frac{\mathrm{dE_{vc}}}{\mathrm{dt}} + \sum_j \dot{m}_s \left(h_s + \frac{V_s^2}{2} + \mathrm{gz}_s\right) - \sum_j \dot{m}_e \left(h_e + \frac{V_e^2}{2} + \mathrm{gz}_e\right) + \dot{W}_{\mathrm{vc}}$

Definição de entalpia: $h = u + Pv$

Sendo: $\dot{W}$ – Potência [W]; E – Energia total [J]; $\dot{Q}$ – Taxa de Transferência de Calor [W]; $\dot{m}$- Vazão mássica [kg/s]; m – massa [kg]; T – temperatura [K]; t – tempo [s]; g - aceleração da gravidade [m/s^2]; z – altura [m]; V – velocidade do fluido [m/s]; u – energia interna específica [J/kg]; h - entalpia específica [J/kg]; v – volume específco [m^3/kg]; P – Pressão termodinâmica [Pa].

Subíndices: vc – volume de controle, s – saída, e – entrada.

Justifique sua resposta.

Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo
Exame de Ingresso ao PPG-EM – 2025/2º sem

QUESTÃO 10: (Mecânica dos Fluidos)

Um jato bidimensional de ar (incompressível e newtoniano) é descarregado horizontalmente a partir de um bocal de largura H com uma velocidade uniforme U_0 para dentro de um ambiente inicialmente em repouso (velocidade zero). Após sair do bocal, o jato se desenvolve livremente no ar ambiente. Sabe-se que, a uma certa distância do bocal, o perfil de velocidade transversal $u(y)$ do jato é aproximadamente gaussiano:

$$u(y) = U_{max} \exp\left[-\frac{y^2}{2\sigma^2(x)}\right]$$

onde U_{max} é a velocidade máxima no centro do jato (eixo $y = 0$) e $\sigma(x)$ representa uma largura característica do jato, que depende da distância x a partir do bocal. Assumindo que a quantidade de movimento total do jato na direção x se conserva e sabendo que $\sigma(x) = Kx$, sendo K uma constante, estime como U_{max} varia com a distância x e forneça a expressão para a força por metro de profundidade (F') necessária para segurar o bocal com o escoamento deste jato.

Informação: Integral de uma função de forma gaussiana:

$$\int_{-\infty}^{+\infty} exp\left(-\frac{y^2}{\sigma^2}\right) dy \;=\; \sigma\sqrt{\pi}$$

Justifique sua resposta.