

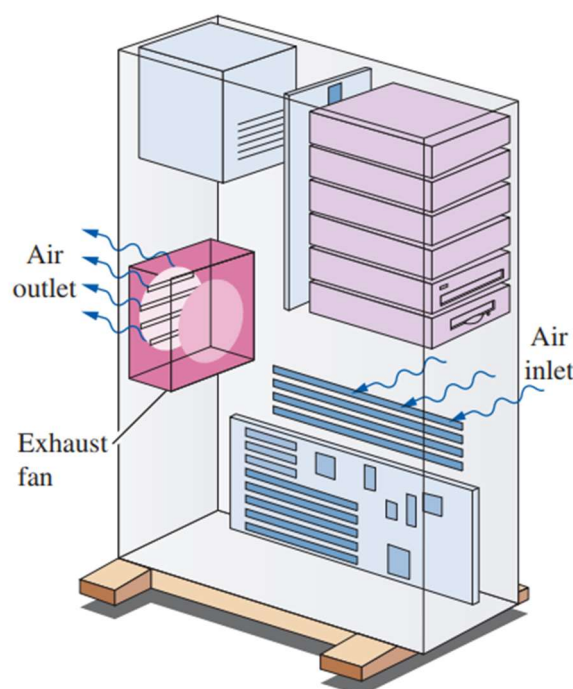
MEC071 – TERMODINÂMICA APLICADA PARA ENGENHARIA

PROVA 01: QUESTÃO - SIMULAÇÃO NUMÉRICA

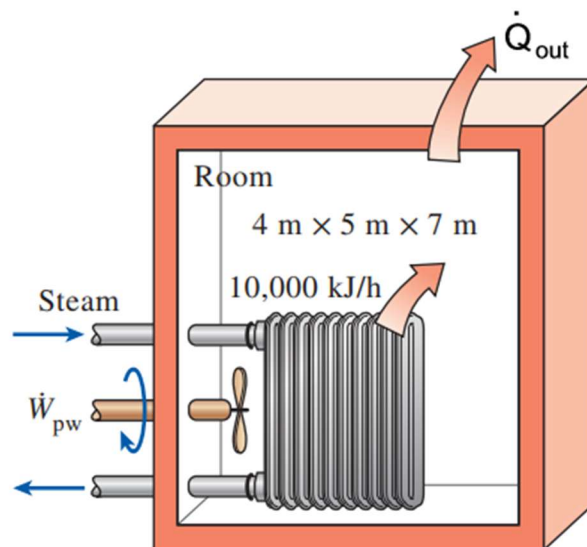
Data: 23/09/2026

Entregue: Script (arquivo fonte), relatório incluindo: introdução, metodologia, resultados e discussão, conclusões e bibliografia.

Grupo 01 – Escreva um código computacional para resolver o problema a seguir. Um computador desktop deve ser operado em instalações industriais localizadas em altitude variável e, para o seu resfriamento, utiliza-se um ventilador que opera com uma vazão volumétrica constante de 12 CFM, sendo que os componentes eletrônicos sensíveis ficam alojados em um invólucro cilíndrico polimérico pressurizado com pressão interna constante de projeto de 15,39 psia, diâmetro interno de 200 mm e cuja parede possui tensão admissível de 495,7 kPa. Considerando que a densidade do ar e a pressão atmosférica varie com a altitude z em metros. Resolva e apresente graficamente as seguintes questões: (a) determine a expressão analítica da vazão mássica do ar em função da altitude, calcule os seus valores na faixa de 10 m até 3600 m acima do nível do mar, respectivamente, e plote a curva Vazão Mássica vs. Altitude; (b) calcule o diâmetro interno da carcaça do ventilador em metros admitindo que a velocidade média do ar não deve exceder 110 m/min; (c) determine a expressão analítica para a espessura mínima da parede em milímetros com base na teoria de vasos de pressão de parede fina, calcule os valores necessários para a faixa de altitudes de 10 m até 3600 m, respectivamente, e plote a curva Espessura vs. Altitude; e (d) plote o diagrama paramétrico de correlação cruzada Vazão Mássica vs. Espessura da parede avaliando o compromisso físico entre a perda de capacidade de refrigeração e o ganho de massa estrutural do equipamento.

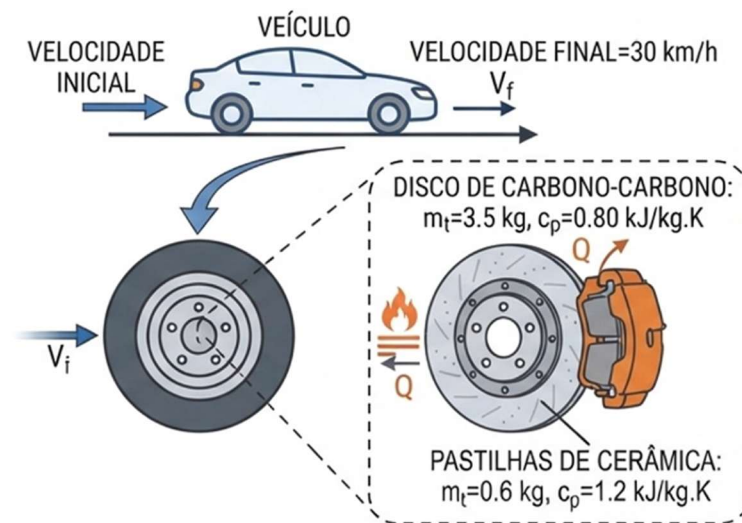


Grupo 02 – Escreva um código computacional para resolver o problema a seguir. Uma sala com dimensões geométricas fixas de 4 m x 5 m x 7 m contém ar inicialmente à temperatura uniforme de 10 °C sob pressão atmosférica local de 14,7 psia, sendo aquecida por um radiador a vapor que fornece uma taxa constante de transferência de calor de 10×10^3 kJ/h em conjunto com um ventilador de recirculação que introduz uma potência elétrica nominal de 100 W (conversão integral em energia interna). Considerando o ar como um gás perfeito e calor específico a volume constante avaliado à temperatura ambiente. A taxa de perda de calor para o exterior varia de forma estacionária segundo o grau de isolamento térmico da edificação. Formule o balanço de energia em regime transiente baseado na Primeira Lei da Termodinâmica para um sistema fechado e resolva numericamente para determinar: (a) a evolução temporal da temperatura do ar em segundos até o alcance do estado estacionário para cinco cenários distintos de perda térmica: 1.500 kJ/h, 2.500 kJ/h, 5.000 kJ/h, 6.000 kJ/h e 7.500 kJ/h, plotando a curva Temperatura vs. Tempo; (b) o tempo exato (em segundos) necessário para a temperatura do ar atingir 20 °C sob a perda nominal de 5.000 kJ/h quando a potência do ventilador é parametrizada em uma faixa contínua de 0 W a 500 W, plotando a curva Tempo de Aquecimento vs. Potência do Ventilador; e (c) o tempo necessário para o ar atingir 20 °C sob a perda de 5.000 kJ/h e ventilador de 100 W quando o volume da sala varia parametricamente de 70 m³ a 210 m³ (mantendo a massa inicial de ar proporcional ao volume via lei dos gases perfeitos a 10 °C, plotando a curva Tempo de Aquecimento vs. Volume da Sala.

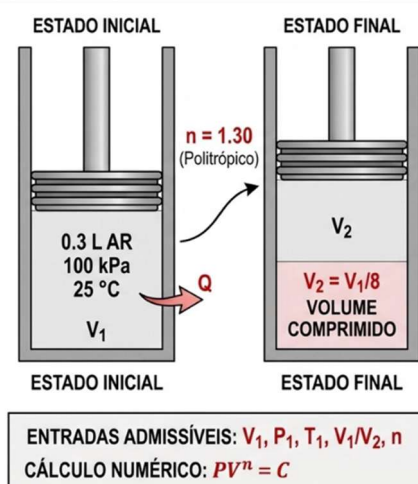


Grupo 03 – Desenvolva uma ferramenta computacional de análise paramétrica para avaliar o comportamento termomecânico do sistema de freio por atrito de um veículo (pastilhas de 0,6 kg e $c_p = 1,2$ kJ/kg·K; discos de cerâmica de carbono de 3,5 kg e $c_p = 0,80$ kJ/kg·K) sob a hipótese de capacitância global e isolamento adiabático transiente, recebendo a velocidade final fixa de 30 km/h e a massa do veículo como variáveis de entrada para processar 5 cenários de massa veicular (1200 kg, 1400 kg, 1600 kg, 1800 kg e 2000 kg) ao longo de um envelope operacional de velocidades iniciais de 40 km/h a 140 km/h, gerando como saídas do programa: a) um gráfico paramétrico de Elevação de Temperatura vs. Velocidade Inicial contendo as curvas isoladas para

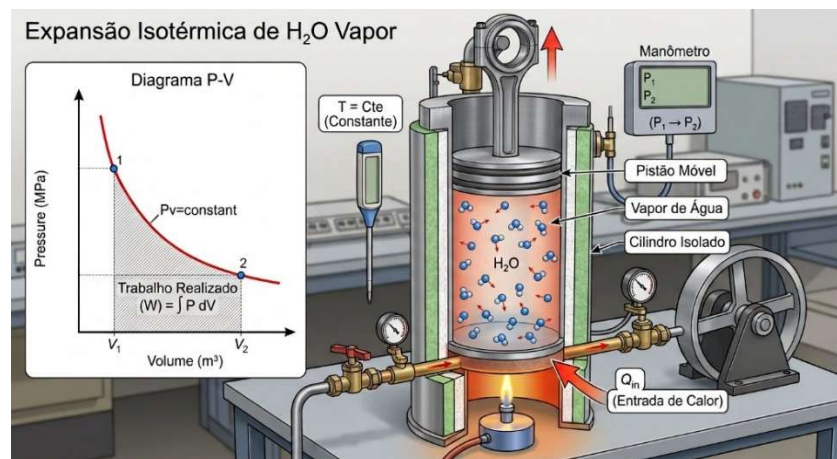
cada massa veicular, e b) um gráfico de Energia Cinética Dissipada vs. Massa do Veículo avaliando o efeito da inércia comparando cinco velocidades iniciais de referência 60 km/h, 80 km/h, 100 km/h, 120 km/h e 140 km/h.



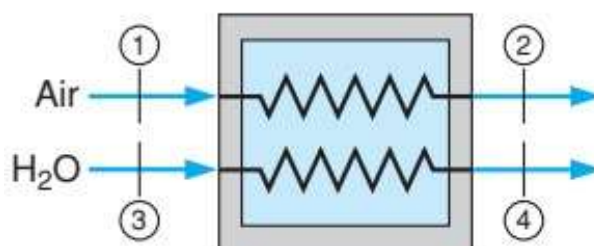
Grupo 04 – Escreva um código de simulação computacional de projeto para avaliar o comportamento termodinâmico de um conjunto cilindro-pistão automotivo contendo originalmente 0,3 L de ar a 100 kPa e 25 °C sob a hipótese de gás ideal com calores específicos constantes, estruturando o programa para receber o estado inicial, a relação entre volumes (V_1/V_2) e o expoente politrópico (n) como variáveis de entrada configuráveis para processar o processo de compressão quase estático até que o volume final se reduza a 1/8 do inicial com expoente nominal ($n = 1,30$), gerando como saídas obrigatórias do programa três diagramas de sensibilidade de engenharia divididos nas seguintes questões: a) um gráfico paramétrico da Pressão Final vs. Razão de Volume mapeando o esforço mecânico do componente estrutural para diferentes taxas de compressão, b) um gráfico paramétrico da Temperatura Final vs. Expoente Politrópico avaliando a severidade térmica sob diferentes regimes de transferência de calor (de isotérmico a adiabático), e c) um gráfico paramétrico da Transferência de Calor Total vs. Razão de Volume para quantificar a energia térmica dissipada pelo cilindro durante o curso de compressão mecânica.



Grupo 05 – Um sistema fechado composto por um conjunto cilindro-pistão contém água inicialmente como vapor saturado ($x = 1$) a 220 °C , ocupando um volume de $0,030\text{ m}^3$, a qual passa por uma expansão isotérmica e quase estática até atingir a pressão final de 150 kPa . Diante do cenário apresentado, utilize um programa de computador para calcular as propriedades termodinâmicas e determinar: a) o volume específico final do sistema a 220 °C e o perfil de expansão gerando uma tabela de cerca de 10 pontos; b) o trabalho total realizado pelo processo através da integração numérica do diagrama de Pressão versus Volume específico, multiplicado pela massa do sistema; e c) os três diagramas adicionais de interesse para a Termodinâmica Aplicada para Engenharia ($T - s$, $P - T$ e $h - s$) plotados para este caminho de processo, quantificando o erro percentual cometido no cálculo do trabalho caso seja adotada a hipótese simplificadora de gás ideal.

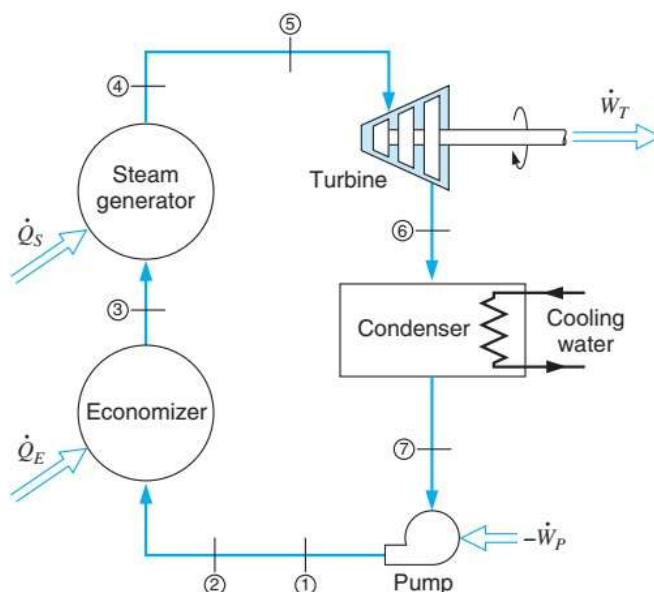


Grupo 06 – Considere um trocador de calor de correntes paralelas operando em regime permanente, alimentado por uma corrente de ar a 900 K e $1,2\text{ MPa}$ e uma corrente de água líquida a 20 °C e 200 kPa , no qual a linha de ar resfria-se de modo que sua temperatura de saída seja exatamente 15 °C acima da temperatura de saída da água. Desenvolva um programa de computador baseado na Primeira Lei da Termodinâmica para modelar este sistema e gerar os seguintes resultados de saída: a) um gráfico das temperaturas finais de saída do ar e da água (em Kelvin) no eixo das ordenadas em função da razão entre as vazões mássicas variando de $0,1$ a $4,0$ no eixo das abscissas; b) um gráfico da taxa total de transferência de calor trocada (em kW) no eixo das ordenadas em função da mesma faixa de razão de vazões mássicas, considerando uma vazão fixa de água de $1,5\text{ kg/s}$; e c) a determinação da razão mássica limite a partir da qual a água atingiria sua temperatura de ebulição na pressão fornecida, gerando um gráfico com as curvas do perfil de temperatura de ambos os fluidos ao longo do comprimento do trocador (posição adimensional de 0 a 1) especificamente para essa condição crítica.



Grupo 07 – Os seguintes dados são referentes a uma instalação de potência a vapor d'água mostrada na Figura. No ponto 6, $x_6 = 0,92$ e velocidade de 200 m/s. A vazão de vapor d'água é de 25 kg/s. A potência de acionamento da bomba é de 300 kW. Os diâmetros dos tubos são de 200 mm do gerador de vapor à turbina e de 75 mm do condensador ao gerador de vapor. Calcule a potência produzida pela turbina e a velocidade no ponto 5.

Ponto	1	2	3	4	5	6	7
p, MPa	6,2	6,1	5,9	5,7	5,5	0,01	0,009
T, °C		45	175	500	490		40
h, kJ/kg		194	744	3426	3404		168



Escreva um programa de computador para resolver o problema indicado anteriormente. Considerando a pressão e título no ponto 6 como dados de entrada. Como dado de saída faça os gráficos: Potência da turbina a vapor vs. Variação de pressão no ponto 6; Velocidade no ponto 5 vs. Variação de título da mistura bifásica no ponto 6.

Grupo 08 – Desenvolva um programa de computador para resolver o problema detalhado a seguir. Em uma usina de processamento de leite, esse líquido, inicialmente a 4 °C, é pasteurizado continuamente a 72 °C a uma taxa de 317 US gpm durante 24 h por dia e 365 dias por ano. O leite é aquecido até a temperatura de pasteurização por água quente aquecida em uma caldeira a gás natural que tem eficiência de 85%. O leite pasteurizado é então resfriado por água fria a 18 °C antes de ser finalmente refrigerado novamente a 4 °C. Para economizar energia e dinheiro, a usina instala um regenerador cuja efetividade varia na faixa de 75% até 95%. Considerando que o custo do gás natural é de US\$2,90/MMBTU (1 MMBTU = 10 therm e 1 therm = 105.500 kJ), mostre através dos gráficos, Energia (kWh) vs. Efetividade do regenerador, Energia (MWh) vs. Efetividade do regenerador e, Dinheiro (R\$) vs. Efetividade do regenerador, quanto o regenerador economizará por ano para essa empresa.

