



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA

TM-225 Linguagem de Programação I

Professor **Luciano Kiyoshi Araki**

(sala 7-30/Lena-2, lucaraki@ufpr.br, lucianoaraki@gmail.com, fone: 3361-3126)

Internet: <http://ftp.demec.ufpr.br/disciplinas/TM225/Excel>

LISTA DE EXERCÍCIOS (2016/1)

(TURMA A)

OBSERVAÇÕES:

- (1) Esta lista deve ser executada individualmente, duplas ou trios. Informe, dentro do arquivo eletrônico, o nome do(s) executor(es) da lista, preferencialmente na plan01. Além disso, o nome do arquivo eletrônico deve conter os integrantes do grupo; exemplo: Fulano-de-tal_Sicrano-de-tal_Beltrano-de-tal.xlsx.
- (2) Apresentar o trabalho na forma de arquivo eletrônico, pessoalmente ou por e-mail. Em cada planilha do arquivo deve ser apresentada uma única questão. Identifique de modo claro cada equação/consideração/dado de entrada utilizado.
- (3) Os dados de entrada fornecidos (temperaturas, velocidades e demais propriedades físicas) devem ser informados uma única vez em cada questão. Utilizar referências absolutas onde couber; na ausência de referências absolutas, haverá desconto no conceito final.
- (4) Determinadas variáveis possuem definições diferentes em cada questão. Isto se deve ao fato de que, na elaboração das questões, foi adotada a simbologia mais comumente empregada para cada conceito/caso. Portanto, atenção na simbologia de cada questão.
- (5) Utilize, sempre que possível, modelos matriciais para se obter o conceito pleno de cada exercício.
- (6) Para entrega, utilize o seguinte e-mail: lucianoaraki@gmail.com. Aguarde a confirmação de recebimento da lista de exercícios.
- (7) **DATA DE ENTREGA: 29 de junho de 2016 (quarta-feira).**

QUESTÃO 01 (valor: 15).

Uma determinada pessoa é forçada por seu médico a fazer uma dieta alimentar que forneça, diariamente, pelo menos as seguintes quantidades de substâncias: $X = 80$ mg/dia; $Y = 70$ mg/dia; $Z = 100$ mg/dia; $W = 60$ mg/dia.

A dieta deverá incluir leite, arroz, feijão e carne, os quais contêm as seguintes quantidades das substâncias requeridas (dados hipotéticos):

Substância	Alimento			
	Leite (copo)	Arroz (100 g)	Feijão (100 g)	Carne (100 g)
X	10	5	9	10
Y	8	7	6	6
Z	5	3	4	7
W	4	2	6	9

Os custos unitários desses alimentos são os seguintes: Leite = \$ 1,20 / copo; Arroz = \$ 1,05 / 100 g; Feijão = 1,25 / 100 g; Carne = \$ 1,90 / 100 g.

(a) Com base nos dados apresentados, montar o modelo de dieta que satisfaça às prescrições médicas e seja a de menor custo possível.

(b) Resolver o problema de otimização obtido através do solver do Excel. Apresentar, além dos resultados, ao menos o relatório de respostas.

QUESTÃO 2 (valor: 10).

Mancais são elementos de máquinas muito utilizados em projetos mecânicos. Em uma concepção mais ampla, o termo mancal pode ser empregado sempre que duas partes possuem movimento relativo, não importando sua forma ou configuração. Em geral, costuma-se dividir os mancais em duas grandes classes: os de deslizamento e os de rolamento. Observa-se, no entanto, que para ambas as classes normalmente se faz necessária sua lubrificação, de modo a reduzir o atrito e remover o calor que ocorre quando do movimento relativo entre as duas partes que compõem o mancal.

Considere-se um mancal radial de deslizamento, conforme mostrado na figura a seguir:

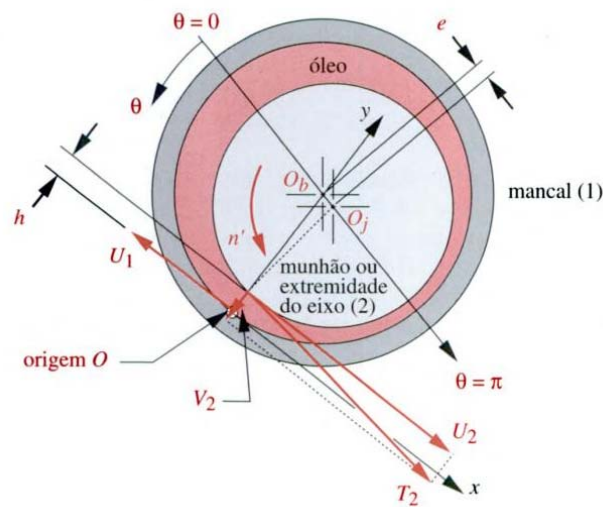


Fig. 2.1: Componentes de velocidade em um mancal de eixo excêntrico.

Nesse mancal, escolhe-se a origem do sistema de coordenadas xy em qualquer ponto na circunferência do mancal, como no ponto O . O eixo das coordenadas x é então tangente ao mancal, enquanto o eixo de coordenadas y atravessa o centro do mancal O_b e o eixo de coordenadas z (não mostrado) é paralelo ao eixo geométrico do mancal. Geralmente, o mancal é estacionário e apenas o eixo roda, mas em alguns casos o contrário pode ocorrer, ou ambos podem rodar. Mostra-se, assim, uma velocidade U_1 para o mancal bem como uma velocidade tangencial T_2 para o eixo. Observa-se que as direções (ângulos) não são os mesmos devido à excentricidade (e), que se constitui na distância entre as posições dos centros dos dois componentes do mancal. A excentricidade pode ser escrita em sua forma adimensional (ε), ou seja,

$$\varepsilon = \frac{e}{c_r}, \quad (2.1)$$

onde c_r é a folga radial, definida a partir da folga diametral (c_d), através da seguinte expressão:

$$c_r = \frac{c_d}{2}, \quad (2.2)$$

sendo que, por sua vez, a folga diametral (c_d) pode ser avaliada através da diferença entre os diâmetros do mancal (d_1) e do eixo (d_2):

$$c_d = d_1 - d_2. \quad (2.3)$$

Na Fig. 2.1, tem-se ainda a velocidade tangencial U_1 para o mancal, bem como a velocidade tangencial T_2 para o eixo. Deve-se observar que as direções (ângulos) não são as mesmas devido à excentricidade. A velocidade tangencial T_2 do eixo pode ser decomposta em componentes nas direções x e y como U_2 e V_2 , respectivamente. O ângulo entre T_2 e U_2 é tão pequeno que a aproximação $\cos\theta \approx 1$ pode ser realizada sem problemas, de tal modo que se considere $U_2 = T_2$. A componente V_2 na direção y se deve ao fechamento (ou abertura) do intervalo h à medida que ele roda e tem-se que

$$V_2 = U_2 \frac{\partial h}{\partial x} \quad (2.4)$$

Com base nas hipóteses anteriores, pode-se escrever a equação de Reynolds relacionando a mudança do intervalo de espessura h , as velocidades relativas entre o eixo e o mancal V_2 e $U_1 - U_2$ e a pressão no fluido p como uma função das duas dimensões x e z , supondo-se que o eixo e o mancal sejam paralelos na direção z e que a viscosidade η seja constante, ou seja,

$$\begin{aligned} \frac{1}{6\eta} \left[\frac{\partial}{\partial x} \left(h^3 \frac{\partial p}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(h^3 \frac{\partial p}{\partial z} \right) \right] &= (U_1 - U_2) \frac{\partial h}{\partial x} + 2V_2 \\ &= (U_1 - U_2) \frac{\partial h}{\partial x} + 2U_2 \frac{\partial h}{\partial x} = (U_1 + U_2) \frac{\partial h}{\partial x} = U \frac{\partial h}{\partial x} \end{aligned} \quad (2.5)$$

onde $U = U_1 + U_2$. Ao se considerar um mancal infinitamente longo na direção z , tem-se que o fluxo se torne nulo e a distribuição nessa direção seja constante, de modo que $\partial p / \partial z = 0$. Desse modo, a equação de Reynolds se reduz a

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(h^3 \frac{\partial p}{\partial x} \right) = 6\eta U \frac{\partial h}{\partial x} \quad (2.6)$$

cuja solução analítica foi proposta por Sommerfeld, em 1904,

$$p = \frac{\eta U r}{c_r^2} \left[\frac{6\varepsilon (\sin \theta)(2 + \varepsilon \cos \theta)}{(2 + \varepsilon^2)(1 + \varepsilon \cos \theta)^2} \right] + p_0 \quad (2.7)$$

que fornece a pressão p no filme de lubrificante como uma função da posição angular θ ao redor do mancal para dimensões particulares do raio r do eixo, folga radial c_r , razão de excentricidade ε , velocidade da superfície U e viscosidade η .

Com base nas informações anteriores, calcule a pressão em um mancal longo, cuja solução foi proposta por Sommerfeld (Eq. 2.7). Para tanto, empregue ângulos entre 0 e 180° , com variação de 5° , pressão p_0 de 20000 Pa, raio do eixo $r = d_2/2 = 0,225$ m, diâmetro do mancal $d_1 = 0,455$ m, excentricidade e de 5×10^{-4} m, velocidade U de 18 m/s e como lubrificante, foi empregado um óleo SAE 40, cuja viscosidade η a 20°C é de $3,2 \times 10^{-1}$ Ns/m². Com os dados obtidos, plote um gráfico de pressão [Pa] *versus* ângulo [graus].

QUESTÃO 03 (valor: 15).

Dentre os mecanismos de transferência de calor, a radiação é a único que não necessita de um meio material para ocorrer. Para sua modelagem, são estudadas as propriedades de corpos negros, que se constituem em corpos ideais, que apresentam como características:

- (1) Trata-se de um absorvedor ideal (o corpo negro absorve toda a energia nele incidente).
- (2) Trata-se de um emissor ideal (nenhum corpo, à mesma temperatura, é capaz de emitir mais energia que um corpo negro).
- (3) Trata-se de um emissor difuso (não existe direção preferencial na emissão de um corpo negro).

Para o estudo da emissão de um corpo negro, Planck (em 1900), determinou uma expressão para a chamada intensidade espectral de um corpo negro ($I_{\lambda, cn}$)

$$I_{\lambda, cn}(\lambda, T) = \frac{2hc_o^2}{\lambda^5 [\exp(hc_o/\lambda kT) - 1]}, \quad (3.1)$$

que é uma função do comprimento de onda λ , dado em micrômetros [μm], e da temperatura absoluta T , dado em Kelvins [K]. Na Eq. (2.1), tem-se que: h é a constante universal de Planck, cujo valor é de $6,626 \times 10^{-34}$ J·s; k é a constante universal de Boltzmann, cujo valor é de $1,381 \times 10^{-23}$ J/K; e c_o é a velocidade da luz no vácuo, cujo valor aproximado é de $2,998 \times 10^8$ m/s. A partir da integração da Eq. (3.1) sobre para uma superfície hemisférica, obtém-se o chamado poder emissivo espectral ($E_{\lambda, cn}$), dado por

$$E_{\lambda, cn}(\lambda, T) = \frac{2 \pi h c_o^2}{\lambda^5 [\exp(h c_o / \lambda k T) - 1]} \quad (3.2)$$

Com base na Eq. (3.2), plote um gráfico log-log com o poder emissivo espectral $E_{\lambda, cn}$ [$\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{m}$] em função do comprimento de onda λ [m]. Considere os seguintes valores para a temperatura T : 50 K, 100 K, 300 K, 500 K, 1000 K, 2000 K, 4000 K, 6000 K. Para a plotagem do gráfico, utilize comprimentos de onda entre 0,1 e 1000 μm e no caso dos valores do poder emissivo espectral, apresente apenas os valores superiores a $1 \text{ W}/\text{m}^2 \cdot \text{m}$.

Dica: Busque na internet qual o formato para o gráfico de poder emissivo espectral de um corpo negro, para que seu gráfico não fique em demasiado diferente do esperado.

QUESTÃO 04 (valor: 15).

A empresa "A1 Comércio de Eletrônicos" apresentou a seguinte planilha de gastos, referente ao ano de 2015. Os valores são expressos em reais.

Rubrica	Trimestre			
	2015/1	2015/2	2015/3	2015/4
Pessoal	15.000,00	16.500,00	16.500,00	18.000,00
Material de consumo	3.000,00	3.500,00	3.800,00	4.300,00
Custos com concessionárias (luz, água, telefone)	3.100,00	3.500,00	3.450,00	4.100,00
Impostos e contribuições	1.900,00	2.300,00	2.250,00	2.800,00
Demais custos	800,00	850,00	900,00	1.000,00

Deseja-se, a partir dos dados apresentados, estimar quais seriam os gastos previstos para o ano de 2016. Para tanto, considere os seguintes cenários:

Cenário 1: aumento previsto de 12% para os gastos com pessoal, 8% com material de consumo, 22% com concessionárias, 25% com impostos e 7% com outros custos.

Cenário 2: aumento previsto de 8% para os gastos com pessoal, 10% com material de consumo, 15% com concessionárias, 20% com impostos e 5% com outros custos.

Cenário 3: : aumento previsto de 15% para os gastos com pessoal, 12% com material de consumo, 32% com concessionárias, 35% com impostos e 15% com outros custos.

Apresente as planilhas referentes a cada um dos 3 cenários, apresentando os dados trimestrais (previsão de gastos por rubrica e gastos totais).

QUESTÃO 5 (valor: 10).

O decaimento radioativo do carbono-14 é usado para estimar a idade de materiais orgânicos. O decaimento é modelado por meio de uma função exponencial $f(t) = f(0)e^{kt}$, onde t é o tempo, $f(0)$ é a quantidade de material no instante de tempo inicial ($t = 0$) e k é uma constante dependente do material radioativo analisado. Considere que a meia vida do carbono-14 seja de aproximadamente 5730 anos. Uma amostra de papel obtida dos Manuscritos do Mar Morto mostra que 78,8% do carbono-14 inicial está presente. Estime a idade dos manuscritos, arredondando a idade para o valor inteiro mais próximo.

QUESTÃO 6 (valor: 15).

Diversas propriedades termofísicas das substâncias são dependentes, em especial, da temperatura. Dentre tais propriedades, citam-se a condutividade térmica (k), a viscosidade cinemática (ν), a difusividade térmica (α) e o número de Prandtl (Pr).

A tabela apresentada na sequência apresenta os valores para o ar, à pressão atmosférica, das propriedades listadas acima. Nota-se, no entanto, que para que os valores de ν e α sejam os valores verdadeiros, é necessário multiplicar os dados da tabela por 1×10^{-6} , enquanto para os valores de k , deve-se multiplicar os dados por 1×10^{-3} .

Com base nos dados apresentados, plote um gráfico para cada uma das propriedades versus temperatura. Obtenha a linha de tendência através de um polinômio de quarto grau, mostrando-o no gráfico correspondente. Para garantir uma maior acurácia para o uso do

polinômio de quarto grau, apresente os coeficientes de cada polinômio calculado, lembrando que para cada propriedade, o polinômio será escrito na forma $f(T) = a_4T^4 + a_3T^3 + a_2T^2 + a_1T + a_0$.

Temperatura [K]	ν [m ² /s]	α [m ² /s]	k [W/(m·K)]	Pr [adim]
300	15,89	22,5	26,3	0,707
350	20,92	29,9	30,0	0,700
400	26,41	38,3	33,8	0,690
450	32,39	47,2	37,3	0,686
500	38,79	56,7	40,7	0,684

QUESTÃO 7 (valor: 10).

Considere o seguinte sistema de equações lineares:

$$\begin{cases} x_1 + x_2 + x_3 + x_4 = 5 \\ 3x_1 + 2x_3 - x_4 = 13 \\ x_2 - x_3 + 2x_4 = 2 \\ x_1 - x_3 - 5x_4 = 28 \end{cases}$$

Resolva-o no Excel empregando: inversão de matrizes e o solver. Apresentar, no caso de inversão de matrizes, a matriz inversa; e no caso do solver, os parâmetros adotados do solver. Ao utilizar o solver, apresentar ao menos o relatório de respostas.

QUESTÃO 8 (valor: 10).

Considere o seguinte sistema de equações não lineares

$$\begin{cases} \frac{x^2}{16} + \frac{y^2}{9} + \frac{z^2}{25} = 1 \\ 2x - y + 4z = 0 \\ 5x - 3y - 2z + 6 = 0 \end{cases}$$

Resolva-o no Excel empregando o Solver. Inicialmente, utilize como estimativa inicial $x = 1$, $y = 1$ e $z = 1$. Apresente o relatório de respostas para este caso. Caso a estimativa inicial seja modificada para $x = -1$, $y = -1$ e $z = -1$, a solução obtida se mantém? Apresente o relatório de respostas relativo a este novo caso.