



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 (2016/2)

(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](mailto:lucianoaraki@gmail.com). Aguarde a confirmação de recebimento da lista de exercícios.
- (7) **DATA DE ENTREGA: 14 de dezembro 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;  $Y = 50$  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          | 5            | 4             | 8              | 13            |
| Y          | 2            | 1             | 3              | 16            |
| Z          | 5            | 7             | 10             | 18            |
| W          | 4            | 4             | 9              | 16            |

Os custos unitários desses alimentos são os seguintes: Leite = \$ 0,50 / copo; Arroz = \$ 0,40 / 100 g; Feijão = 0,70 / 100 g; Carne = \$ 2,00 / 100 g. Sabe-se, também, que o consumo diário mínimo e máximo de cada um desses itens é: leite de 1 a 4 copos, arroz de 100 a 250 g, feijão de 100 a 300 g e carne de 100 a 300 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:

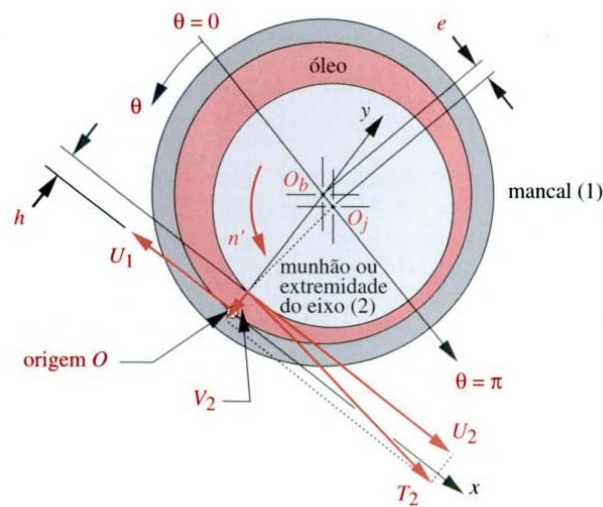


Fig. 2.1: Componentes de velocidade em um mancal de eixo excêntrico.

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 ( $\varepsilon$ ), 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  $\eta$  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  $\theta$  ao redor do mancal para dimensões particulares do raio  $r$  do eixo, folga radial  $c_r$ , razão de excentricidade  $\varepsilon$ , velocidade da superfície  $U$  e viscosidade  $\eta$ .

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 10000 Pa, raio do eixo  $r = d_2/2 = 0,200$  m, diâmetro do mancal  $d_1 = 0,405$  m, excentricidade  $e$  de  $5 \times 10^{-4}$  m, velocidade  $U$  de 15 m/s e como lubrificante, foi empregado um óleo SAE 40, cuja viscosidade  $\eta$  a 20°C é de  $3,2 \times 10^{-1}$  Ns/m<sup>2</sup>. Com os dados obtidos, plote um gráfico de pressão [Pa] *versus* ângulo [graus].

**QUESTÃO 03 (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                              | 5.000,00  | 5.200,00  | 5.100,00  | 5.500,00  |
| Custos com concessionárias (luz, água, telefone) | 2.300,00  | 2.100,00  | 2.450,00  | 2.800,00  |
| Impostos e contribuições                         | 1.100,00  | 1.300,00  | 1.400,00  | 1.700,00  |
| Demais custos                                    | 600,00    | 750,00    | 700,00    | 800,00    |

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 10% para os gastos com pessoal, 5% com material de consumo, 18% com concessionárias, 25% com impostos e 5% com outros custos.

Cenário 2: aumento previsto de 8% para os gastos com pessoal, 7% com material de consumo, 15% com concessionárias, 20% com impostos e 3% com outros custos.

Cenário 3: : aumento previsto de 15% para os gastos com pessoal, 8% com material de consumo, 25% com concessionárias, 30% com impostos e 10% 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). A pontuação integral será dada apenas se utilizado o modo matricial de inserção de fórmulas.

#### **QUESTÃO 04 (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 ( $\nu$ ), a difusividade térmica ( $\alpha$ ) 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  $\nu$  e  $\alpha$  sejam os valores verdadeiros, é necessário multiplicar os dados da tabela por  $1 \times 10^{-6}$ , enquanto para os valores de  $k$ , deve-se multiplicar os dados por  $1 \times 10^{-3}$ .

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] | $\nu$ [m <sup>2</sup> /s] | $\alpha$ [m <sup>2</sup> /s] | $k$ [W/(m·K)] | $Pr$ [adim] |
|-----------------|---------------------------|------------------------------|---------------|-------------|
| 200             | 7,59                      | 10,3                         | 18,1          | 0,737       |
| 250             | 11,44                     | 15,9                         | 22,3          | 0,720       |
| 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       |

**QUESTÃO 05 (valor: 10).**

Considere o seguinte sistema de equações lineares:

$$\begin{cases} x_1 + x_2 + x_3 + x_4 = 8,3 \\ 3x_1 + 2x_3 - x_4 = 41,8 \\ x_2 - x_3 + 2x_4 = -29,9 \\ x_1 - x_3 - 5x_4 = 27 \end{cases}$$

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 06 (valor: 10).**

Considere o seguinte sistema de equações não lineares

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

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.

### **QUESTÃO 07 (valor: 25)**

Desenvolvimento de Macros no Excel, utilizando a programação VBA. Documentos base: Aula2016-09-23.xlsx, Aula2016-09-30.xlsx e MacroExcel.pdf, todos disponíveis no site da disciplina.

- 1) Criar um macro com a linguagem VBA que retorne o dobro do valor inserido na célula, caso o valor inserido na célula seja negativo, e a raiz quadrada do valor inserido, caso se tenha um valor positivo. Se o conteúdo ao qual se tente aplicar a macro seja composto por 'strings' (conjunto de caracteres), esse macro não deve realizar nada (nem fornecer mensagens de erro ou erros de execução).
- 2) Criar uma UserForm, que faça a inserção de dados em uma dada planilha Excel. Os dados a serem incluídos na Planilha via UserForm serão: Nome, Data de Nascimento e E-mail.