|  |  |
| --- | --- |
| logo_ufpr_100 | **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: ftp://ftp.demec.ufpr.br/disciplinas/TM225/luciano |

**LISTA DE EXERCÍCIOS (2015/1)**

**(TURMA B)**

**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.**
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. **DATA DE ENTREGA: 04 de maio de 2015 (segunda-feira).**

**QUESTÃO 01 (valor 20).**

Uma dada empresa produz dois tipos de baterias, chamadas de B1 e B2. Cada um dos tipos de baterias pode ser fabricado por dois processos diferentes; assim, a bateria B1 pode ser fabricada por um processo P1 ou por um processo P2, enquanto a bateria B2 pode ser fabricada por um processo P3 ou um processo P4. Suponha que o número de baterias B1 fabricados pelo processo P1 seja X1, o número de baterias B1 fabricado pelo processo P2 seja X2, o número de baterias B2 fabricado pelo processo P3 seja X3 e o número de baterias B2 fabricado pelo processo P4 seja X4. Além disso, considere o seguinte quadro de horas necessárias em cada processo para fabricação de uma bateria:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | **Processos** | | | |
| **P1** | **P2** | **P3** | **P4** |
| **Horas necessárias** | **Maquinário** | 12 | 8 | 6 | 4 |
| **Mão de obra** | 3 | 6 | 12 | 24 |

O total de horas disponíveis para uso do maquinário é de 120, enquanto o total de horas disponíveis pela mão de obra é de 180. O lucro alcançado por bateria é de R$ 10,00 para o tipo B1 e de R$ 20,00 para o tipo B2.

(a) Com base nos dados apresentados, montar o modelo de maximização do lucro. Apresentar tanto a função objetivo (função a maximizar) quanto as restrições cabíveis.

(b) Resolver o problema de otimização obtido através do solver do Excel. Apresentar os ao menos o relatório de respostas.

**QUESTÃO 2 (valor: 15).**

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:

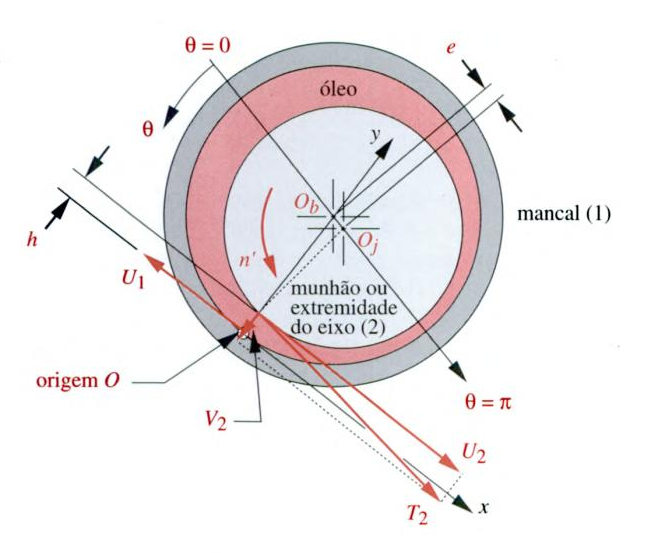


Fig. 2.1: Componentes de velocidade em um mancal de eixo excêntrico.

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 *Ob* 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,

, (2.1)

onde *cr* é a folga radial, definida a partir da folga diametral (*cd*), através da seguinte expressão:

, (2.2)

sendo que, por sua vez, a folga diametral (*cd*) pode ser avaliada através da diferença entre os diâmetros do mancal (*d*1) e do eixo (*d*2):

. (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  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

 (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  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,

 (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 . Desse modo, a equação de Reynolds se reduz a

 (2.6)

cuja solução analítica foi proposta por Sommerfeld, em 1904,

 (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 *cr*, 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 de 100 Pa, raio do eixo *r = d*2/2 = 0,150 m, diâmetro do mancal *d*1 = 0,305 m, excentricidade *e* de 5x10-4 m, velocidade *U* de 20 m/s e como lubrificante, foi empregado um óleo SAE 40, cuja viscosidade η a 20°C é de 3,2x10-1 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 ()

, (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 6,626x10-34 J·s; *k* é a constante universal de Boltzmann, cujo valor é de 1,381x10-23 J/K; e *co* é a velocidade da luz no vácuo, cujo valor aproximado é de 2,998x108 m/s. A partir da integração da Eq. (3.1) sobre para uma superfície hemisférica, obtém-se o chamado poder emissivo espectral (), dado por

. (3.2)

Com base na Eq. (3.2), plote um gráfico log-log com o poder emissivo espectral [W/m2·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 W/ m2·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: 20).**

A condução de calor em superfícies estendidas (aletas) é um importante caso estudado em transferência de calor, envolvendo a condução de calor no interior de um sólido e a convecção (e/ou radiação) nas fronteiras desse sólido. Tais superfícies são empregadas para aumentar o calor trocado entre um sólido e um fluido (ou ambiente), pela maximização da área de contato em que ocorre o processo de transferência de calor. Aletas são comumente observadas em refrigeradores, radiadores de automóveis/motocicletas e computadores (coolers), entre outras aplicações. Matematicamente, o fenômeno é modelado através da seguinte equação diferencial (Incropera et al., 2008):

, (4.1)

sendo *T* a temperatura [K]; *x* a posição ao longo da aleta [m]; *Atr* a área da seção transversal da aleta [m2]; *h* o coeficiente convectivo [W/m2K]; *k* a condutividade térmica do material da aleta [W/mK]; *As* a área superficial em contato com o fluido [m2]; e *T*∞ a temperatura do fluido [K]. No caso de uma aleta de seção transversal uniforme, a equação anterior pode ser simplificada fornecendo:

, (4.2)

onde *P* é o perímetro da seção transversal da aleta [m]. Essa equação diferencial apresenta solução analítica, considerando-se as propriedades constantes. No caso mais realístico, que envolve a transferência de calor convectiva na ponta da aleta, obtém-se a seguinte expressão:

, (4.3)

sendo *Tb* a temperatura da base da aleta [K]; *L* o comprimento total da aleta [m]; e *m* um parâmetro adimensional, estimado através da seguinte relação:

. (4.4)

Já o desempenho da aleta é verificado estimando-se sua eficiência, que relaciona a taxa real de trocas térmicas ocorridas na aleta com a taxa máxima teórica, que seria obtida se toda a aleta possuísse a mesma temperatura observada em sua base. Considerando-se uma aleta do tipo plana, com seção transversal retangular, a eficiência (η) pode ser estimada pela seguinte expressão

, (4.5)

onde *Lc* é o comprimento corrigido da aleta [m], dado por , sendo *t* a espessura da aleta [m].

1. A partir das informações anteriores, considere uma aleta retangular, de cobre (*k* = 400 W/mK), de comprimento *L* = 0,250 m, perímetro *P* = 0,120 m, área de seção transversal *Atr* = 5x10-4 m2 e espessura *t* = 0,010 m. Esta aleta possui temperatura de base *Tb* = 450 K, estando imersa em um ambiente cuja temperatura é *T*∞ = 300 K e que oferece um coeficiente convectivo *h* = 120 W/m2K. Neste contexto, calcule a temperatura em cada ponto da aleta, para intervalos de 0,005 m. A seguir, faça um gráfico da temperatura (eixo vertical) *versus* posição.
2. Mantenha todas as informações do item anterior inalteradas, exceto pelo comprimento *L*, que apresentará uma faixa de valores, variando de 0,020 a 0,700 m, com um passo de 0,020 m. Neste contexto, calcule a temperatura na extremidade da aleta (*x* = *L*) e compare o valor obtido com o caso limite, no qual considera-se uma aleta de comprimento infinito. No caso de uma aleta de comprimento infinito, a temperatura é obtida através da seguinte expressão

 (4.6)

e informe se a diferença entre a temperatura dada pela expressão (4.3) e a dada pela expressão (4.4) é inferior a 1% (tolerância). Utilize, para tanto, a função lógica "se". A diferença percentual é definida como:

 (4.7)

1. Mantenha todas as informações do item (1) inalteradas, exceto pelo comprimento *L* da aleta, que apresentará uma faixa de valores, variando de 0,000 a 0,700 m, com um passo de 0,020 m. Neste contexto, calcule a eficiência da aleta, para cada comprimento. Plote um gráfico da eficiência (eixo vertical) *versus* alpha, sendo *alpha* definido como

. (4.8)

**QUESTÃO 5 (valor: 15).**

Considere o seguinte sistema de equações lineares:

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 6 (valor: 15).**

Considere o seguinte sistema de equações não lineares

Resolva-o no Excel empregando o Solver. Inicialmente, utilize como estimativa inicial . Apresente o relatório de respostas para este caso. Caso a estimativa inicial seja , a solução obtida se mantém? Apresente o relatório de respostas relativo a este novo caso.