

**CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA**  
**1º SEM. 2018**

**PROJETO MECÂNICO – TMEC-043**

**CRITÉRIO PARA AVALIAÇÃO:**

- a) Trabalhos e exercícios: 40%
- b) Uma prova: 60%

Observação: a maioria dos exercícios devem ser feitos em sala de aula, serem individuais e manuscritos pelo próprio aluno.

**LISTA DE EXERCÍCIOS:**

**Exercício N° 1:**

Uma bomba marca Schneider, modelo MBV-01 de 3,0 CV, bombeia 16 m<sup>3</sup>/h de água por um determinado sistema de tubulação, com altura manométrica de 3,0 m.c.a.

Calcular e indicar na curva característica da bomba:

- a) A diferença de pressão na bomba (m.c.a.), a potência absorvida (CV) e o rendimento hidráulico (%) da bomba. Qual a perda de pressão no sistema?
- b) Idem, idem, modificando-se o sistema para uma pressão total de 8 m.c.a. na vazão de 26 m<sup>3</sup>/h.
- c) Idem, idem, modificando-se o sistema para uma pressão total de 14,6 m.c.a. na vazão de 12 m<sup>3</sup>/h.
- d) Instalando-se 2 bombas MBV-01 de 2,0 CV em série no sistema do item a), determinar o ponto de trabalho (vazão, pressão) a potência absorvida por cada bomba e o rendimento.

Desenhar as 3 curvas do sistema da tubulação. Considerar o desnível hidráulico 3,0 m

**Exercício N° 2:**

Explicar e ilustrar em um diagrama o seguinte fenômeno: um ventilador (ou bomba centrífuga) está funcionando adequadamente em um sistema. Alterando-se o sistema para perda de pressão menor (por exemplo, instalando-se mais um ponto de captação) o torque solicitado do motor aumenta e, conseqüentemente, a potência, podendo ultrapassar a capacidade do motor (o motor pode “queimar”)

### Exercício N° 3:

Um sistema de tubulação apresenta perda de carga (pressão) de 8,0 m.c.a para 14 m<sup>3</sup>/h Utilizando-se o tipo de bomba marca Schneider, modelo MBV-Calcular e indicar na curva característica da bomba:

- Desenhar a curva do sistema da tubulação. Considerar o desnível hidráulico de 3,0 m.
- O ponto de trabalho da bomba de 3,0 CV
- O ponto de trabalho da bomba de 2,0 CV
- Instalando-se 2 bombas de 2,0 CV em paralelo no sistema, determinar o ponto de trabalho (vazão, pressão) a potência absorvida por cada bomba e o rendimento. Qual a perda de pressão no sistema?

### Exercício N° 4:

Uma bomba utilizada para um sistema de hidrantes contra incêndio é acionada diretamente por um motor diesel com rotação até 2.500 rpm.

Bomba:

Marca: KSB Modelo ETA-80-40/2

#### Sistema anterior:

Vazão:	65 m <sup>3</sup> /h
Pressão:	determinar no diagrama da bomba
Diâmetro do rotor:	270 mm
Rotação:	1.760 rpm

Foi feita uma mudança no sistema de hidrantes (foram instalados mais hidrantes) e a mesma bomba deve atender as seguintes características do sistema:

**Vazão: 100 m<sup>3</sup>/h**

**Pressão mínima: 70 m.c.a.**

Calcular e indicar na curva característica da bomba:

- Determinar o ponto de trabalho anterior, a potência absorvida (CV) e o rendimento hidráulico (%), utilizando o diagrama da bomba.
- Este conjunto motor/bomba pode atender a nova situação? O que deve ser feito?
- Calcular o ponto de trabalho novo, a potência absorvida (CV) aumentando-se apenas a rotação (rotor de 270 mm)
- Determinar o ponto de trabalho novo, a potência absorvida (CV) aumentando-se o diâmetro do rotor para 330 mm, mantendo-se a rotação de 1740 rpm.

### Exercício N° 5 (para casa):

Um sistema de exaustão de máquinas de jateamento com granalha de aço tem ligado no final da linha 4 máquinas. O sistema tem um ventilador marca Berliner Luft modelo RGS 630, após o coletor de pó, trabalhando com 2.270 rpm. Medindo-se a vazão real, chegou-se a 20.000 m<sup>3</sup>/h.

A pressão no ponto de ligação de cada máquina é de 60 mm.c.a para esta vazão (cada máquina necessita de 5.000 m<sup>3</sup>/h). Considerar a pressão negativa de 60 mm.c.a na entrada do coletor de pó de cartuchos filtrantes.

Deseja-se ligar uma 5ª máquina que já estava prevista na tubulação. Desconsiderar a variação da perda de pressão na tubulação.

Calcular e indicar no diagrama:

- a) A curva do sistema com 4 máquinas
- b) A curva do sistema com 5 máquinas e a nova vazão total e em cada máquina sem alterar a rotação do ventilador
- c) A rotação do ventilador para proporcionar os mesmos 5.000 m<sup>3</sup>/h em cada uma das 5 máquinas (total de 25.000 m<sup>3</sup>/h) e a curva do sistema
- d) Sendo a potência absorvida pelo ventilador de 12,0 kW, calcular a potência para a nova rotação.

### **Exercício N° 6: (para casa)**

As vigas do caminho de deslocamento de uma ponte rolante devem ser dimensionadas para as seguintes condições de trabalho:

Distância entre as colunas do prédio: 5,0 m

Duas cargas móveis de 2.200 kgf (pior condição)

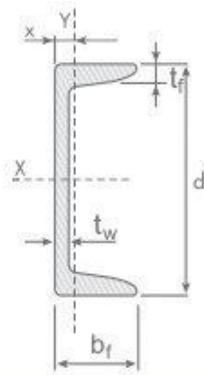
Distância entre as cargas móveis: 2,4 m

Deseja-se utilizar o perfil laminado “U” de 10” de 22,77 kg/m

Tensão admissível à flexão: 120 MPa

- a) Verificar se o perfil acima resiste à flexão (Deduzir a fórmula do  $M_{máx.}$ )
- b) Em caso negativo, calcular o trecho da viga que deve ser reforçado e a espessura da chapa de reforço na altura total da alma de viga “U” (Deduzir a fórmula do  $M_x$  variável)
- c) Calcular o momento resistente necessário para a condição de uma carga móvel de  $2 P = 4.000 \text{ kgf}$  ( $e = 0$ ) e também para o carro cabeceira exatamente no meio.

### **PERFIL LAMINADO “U”:**



Bitola	Peso Nominal	ALMA		MESA		Área	EIXO X			EIXO Y			
		d	t <sub>w</sub>	b <sub>f</sub>	t <sub>f</sub>		I	W	r	I	W	r	x
pol	kg/m	mm	mm	mm	mm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	cm
3"	6,10	76,20	4,32	35,81	6,93	7,78	68,90	18,10	2,98	8,20	3,32	1,03	1,11
	7,44		6,55	38,05	6,93	9,48	77,20	20,30	2,85	10,30	3,82	1,04	1,11
4"	8,04	101,60	4,67	40,23	7,52	10,10	159,50	31,40	3,97	13,10	4,61	1,14	1,16
	9,30		6,27	41,83	7,52	11,90	174,40	34,30	3,84	15,50	5,10	1,14	1,15
6"	12,20	152,40	5,08	48,77	8,71	15,50	546,00	71,70	5,94	28,80	8,16	1,36	1,30
	15,62		7,98	51,66	8,71	19,90	632,00	82,90	5,63	36,00	9,24	1,34	1,27
8"	17,10	203,20	5,59	57,40	9,50	21,68	1344,30	132,70	7,87	54,10	12,94	1,42	1,47
	20,50		7,70	59,51	9,50	25,93	1490,00	147,50	7,59	62,40	14,09	1,42	1,42
10"	22,77	254,00	6,10	66,04	11,10	29,00	2800,00	221,00	9,84	95,00	19,00	1,81	1,61
	29,76		9,63	69,57	11,10	37,90	3290,00	259,00	9,31	117,00	21,60	1,76	1,54
12"	30,80	305,00	7,20	74,00	12,70	39,30	5370,00	352,00	11,70	161,00	28,30	2,03	1,77
	37,00		9,80	77,00	12,70	47,40	6010,00	394,00	11,30	186,00	30,90	1,98	1,71

### Exercício N° 7:

Calcular a vazão de ar, o diâmetro da tubulação e a velocidade de flutuação  $V_f$ , no ar, de 800 kg /h de um cereal de 5 mm de diâmetro com massa específica de  $1,4 \text{ g/cm}^3$

Considerar o cereal esférico com coeficiente de arraste  $C_x = 0,41$

Razão do fluxo de massa: 2,0 kg de material/kg de ar (2:1)

Massa específica do ar transportador:  $1,1 \text{ kg/m}^3$

Utilizar a velocidade do ar:  $1,2 V_f$

### Exercício N° 8:

Calcular a potência mínima das resistências de aquecimento do ar para secar 2.000 kg de madeira por hora com de 70% de umidade relativa, para 20% de umidade relativa.

Considerar a eficiência da secagem de 70%.

1 kWh = 860 kcal

### Exercício N° 9:

Um cilindro pneumático com diâmetro interno de 50 mm (diâmetro do pistão) tem 300 mm de curso.

Calcular:

- a) A força máxima do pistão com pressão de  $7 \text{ kgf/cm}^2$
- b) O trabalho máximo que pode realizar com pressão de  $7 \text{ kgf/cm}^2$  e com pressão de  $3 \text{ kgf/cm}^2$
- d) A potência máxima desenvolvida pelo pistão com velocidade de 1 m/s e pressão de  $3 \text{ kgf/cm}^2$
- e) O consumo de ar comprimido, em litros e em  $\text{m}^3$ , para cada acionamento de ida com pressão de  $7 \text{ kgf/cm}^2$
- f) O consumo de ar comprimido, em litros e em  $\text{m}^3$ , para cada acionamento de ida, com pressão de  $3 \text{ kgf/cm}^2$  (considerar o retorno por mola fraca)
- g) O consumo e custo do ar comprimido para 50.000 atuações mensais, com pressão de 5,0 bar. Considerar ar comprimido por compressor de parafuso ( $10,3 \text{ Wh / bar} * \text{m}^3$ ) e o custo da energia elétrica de R\$ 0,60 / kWh.
- h) Sendo a força requerida pelo pistão de 30 kgf, qual a pressão mínima de regulagem do regulador de pressão do ar comprimido (em  $\text{kgf/cm}^2$ )

## Exercício N° 10:

Efetuar os cálculos para transferir calor através de água quente de um recuperador de energia de compressor de ar comprimido, nas seguintes condições:

Conduzir água a 60 °C para um tanque com temperatura média em 20 °C (água em um tanque de lavador de gás que deve ser evaporada em fluxo constante). O trocador de calor dentro do tanque deve ser constituído de várias mangueiras de teflon de 3/8" ( $D_{int} = 9,5$  mm) de 20 metros cada uma (em paralelo).

A água deve retornar a 40 °C.

Calor a transferir: 50.000 kcal/h

Distância (ida e retorno): 120 m

Considerar 6 cotovelos de 90 graus no trecho total

Tipo de bomba a utilizar: **Bomba Schneider 91T, em bronze**

<http://www.schneider.ind.br/produtos.php?id=9&ctg=0>

Tubulação a utilizar: Tubulação de PPR tanto de ida quanto de retorno.

Desprezar perda de calor pela tubulação de PPR

### Pede-se:

- O tamanho da bomba
- A bitola da tubulação de PPR
- A perda de pressão (mm.c.a) e a vazão (mostrar o ponto de trabalho na curva característica da bomba)
- A quantidade de mangueiras de teflon
- O fluxo de água evaporada no lavador.
- Citar as características do teflon (PTFE)  
[http://br.hansa-flex.com/solutions/mangueiras\\_de\\_ptfe.html](http://br.hansa-flex.com/solutions/mangueiras_de_ptfe.html)
- Citar as características do PPR

Observações: utilizar planilha Excel para os cálculos (similar ao modelo). A planilha deve ser anexada ao trabalho.

### Recomendações:

- Calcular a vazão total de água.  $\Delta T = 60\text{ °C} - 40\text{ °C} = 20\text{ °C}$ . Com a quantidade de calor a transferir calcula-se o fluxo de água.
- Calcular a vazão de água quente por cada serpentina de teflon pela transmissão de calor (cada uma tem 20 m de comprimento e  $\Delta T = 20\text{ °C}$  na água quente) mas o  $\Delta T$  entre a água quente e o tanque é :  
Temperatura média da água quente – temperatura média da água no tanque =  $(60 + 40)/2 - 20 = 50\text{ °C} - 20\text{ °C} = 30\text{ °C}$  e pela área da mangueira.
- Calcular a quantidade de mangueiras para transmitir o calor total (usar quantidade inteira)
- Calcular a perda de pressão por uma mangueira (considerando a vazão parcial)
- Pela vazão dimensionar a tubulação de PPR
- Calcular a perda de pressão pela tubulação de PPR (ida e retorno)
- Somar as perdas de pressão dos itens 4 e 5
- Obter a curva do sistema através deste ponto (vazão total, pressão total)
- Casar a curva do sistema com a curva da bomba, obtendo-se o ponto de trabalho real (a vazão ou pressão podem ser um pouco maior)