Aula 1 de laboratório de ME5330 – segundo semestre de 2014

Proposta das sete (7) primeiras atividades

(1)

Data: 10/08/2014

PLANEJAMENTO DA AULA 2 - LAB.

ATIVIDADE 1 →

	VÁLVULA GLOBO		VÁLVULA GAVETA	
ENSAIO	Δh(mm)	t(s)	Δh(mm)	t(s)
1				
⋮				
n				

Nesta atividade conhecendo a área do tanque:

$$A_t = L_1 \times L_2 \cong 0{,}74 \times 0{,}74\ m^2$$

Calculamos a vazão de forma direta.

$$Q = \frac{\text{volume}}{\text{tempo}} = \frac{V}{t} = \frac{A_t \times \Delta h}{t}$$

	VALV. GLOBO	VALV. GAVETA
ENSAIO	Q (L/s)	Q (L/s)
1		
⋮		
n		

procurar comparar as vazões pela globo e gaveta e analisar a variação das mesmas em relação ao intervalo 0 (valv. fechadas) e máximo (valv. totalmente abertas)

COMENTAR

CENTRO UNIVERSITÁRIO DA FEI

② Data: 10/08/2014

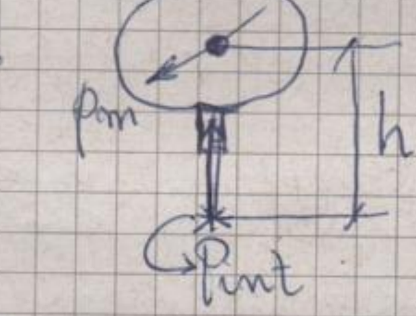
ATIVIDADE 2 →

Como o posicionamento dos manômetros podem afetar a determinação da carga manométrica da bomba.

Se pensamos em determinar a HB, estamos pensando na entrada e saída das bombas.

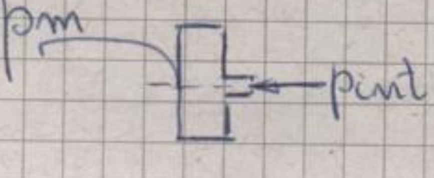
Vamos considerar as seguintes situações

1.



$$p_{int} = p_m + \gamma * h$$

2.



pint = pm já que h=0

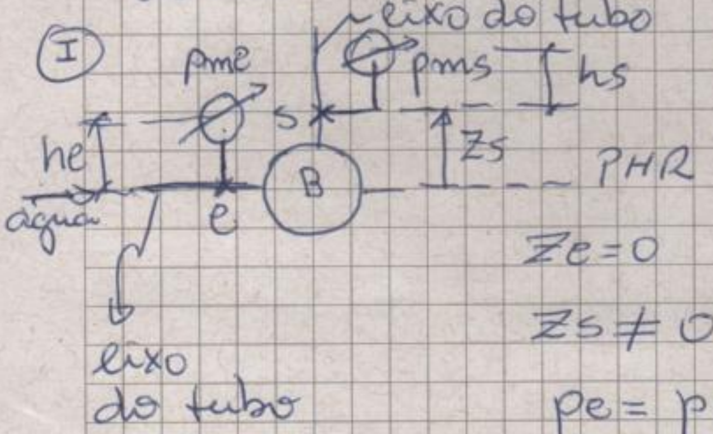
Em seguida vamos posicionar

3

Data: 10/08/2014

os manômetros em relação a entrada e saída da bomba:

(I)



$n = 3470\ rpm$

$Z_e = 0$

$Z_s \neq 0$ e ⇒ Ver

$p_e = p_{me} + \gamma \times h_e$

$p_s = p_{ms} + \gamma \times h_s$.

Considerando: $p_{me} = -140\ mmHg$
$p_{ms} = 245\ kPa$

$Q = 2,4\ L/s$

entrada → 2" — $D_{int} = 52,5\ mm$; $A = 21,7\ cm^2$

aço 40

saída → 1,5" — $D_{int} = 40,8\ mm$; $A = 13,1\ cm^2$

aço 40

CENTRO UNIVERSITÁRIO DA FEI

(4) Data: 10/08/2014

água a 20°C → ρ_{H_2O} =

γ_{H_2O} =

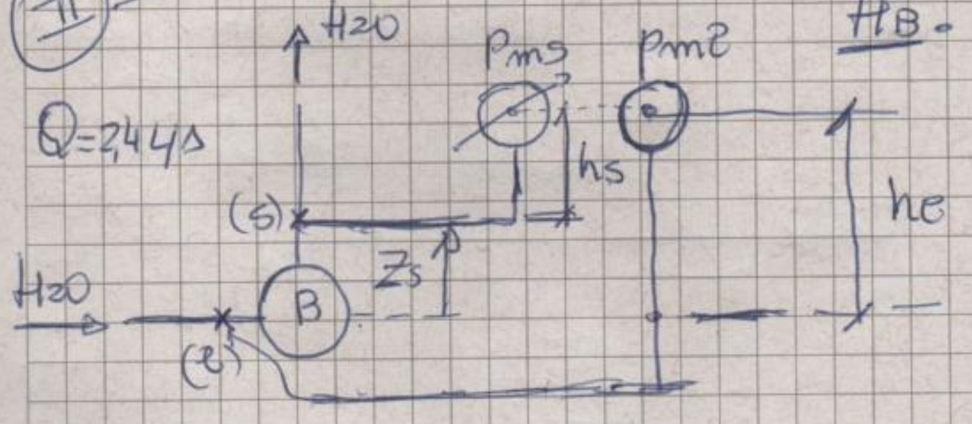
$g = 9{,}8\ m/s^2$

$Z_s = 235\ mm$

$h_s = 90\ mm$ e $h_e = 115\ mm$.

Det. o H_B.

II — Não são dados h_e, h_s e Z_s, pede-se H_B.



$p_{me} = -140\ mmHg$ e $p_{ms} = 245\ kPa$.

água a 20°C. $n = 3470\ rpm$

entrada aço 40 → 2"

saída aço 40 → 1,5"

Data: 10/08/2014 5

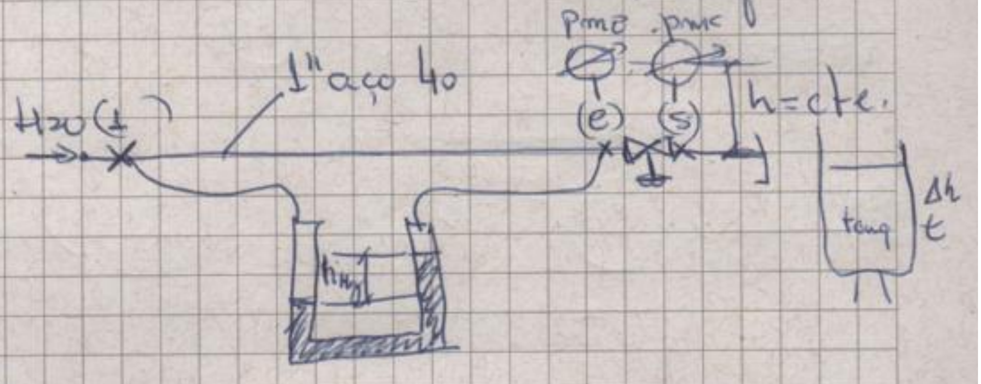
Atividade 3 ⇒ $L_{eq_{v.gaveta\ 1''}} = ?$

$$L_{eq} = \frac{K_s \times D_H}{f}$$

Ensaios	h_{Hg} (mm)	$p_{me\,vga}$ (psi)	$p_{ms\,vga}$ (psi)	t(s)
1				
2				
3				
4				
5				
6				

$\Delta h =$ → tanque

$A_t =$ → seção transversal do tanque.



H_2O e Hg a ________

CENTRO UNIVERSITÁRIO DA FEI

6

Data: 10 / 08 / 2014

Cálculos:

1) $Q = \frac{\Delta h \times At}{t}$ → det. da vazão de forma direta p/ cada ensaio.

2) perda distribuída para cada ensaio

$h_f = h_{Hg} \times \left(\frac{\gamma_{Hg} - \gamma_{H2O}}{\gamma_{H2O}} \right)$

3) ~~[illegible]~~ velocidade média na tubulação de 1" p/ cada ensaio

$v = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{5{,}57 \times 10^{-4}}$ (m/s)

4) coeficiente de perda de carga distribuída p/ cada ensaio.

$h_f = f \times \frac{L}{D_H} \times \frac{v^2}{2g}$ → supondo $L \cong 2{,}0$ m

$f = \frac{h_f \times D_H \times 2g}{L \times v^2} = \frac{h_f \times 26{,}6 \cdot 10^{-3} \times 2 \times 9{,}8}{2 \times v^2}$

5) perda de carga singular para cada ensaio.

$h_s = \frac{p_{ms} - p_{me}}{\gamma}$

CENTRO UNIVERSITÁRIO DA FEI

Data: 10/08/2014 7

Supondo que a leitura das pressões foram em psi, temos:

$$101234 \ Pa \longleftrightarrow 14{,}7 \ psi$$
$$x \ Pa \longleftrightarrow lido \ psi$$

$$\therefore \ x = \frac{lido \times 101234}{14{,}7} \quad (Pa)$$

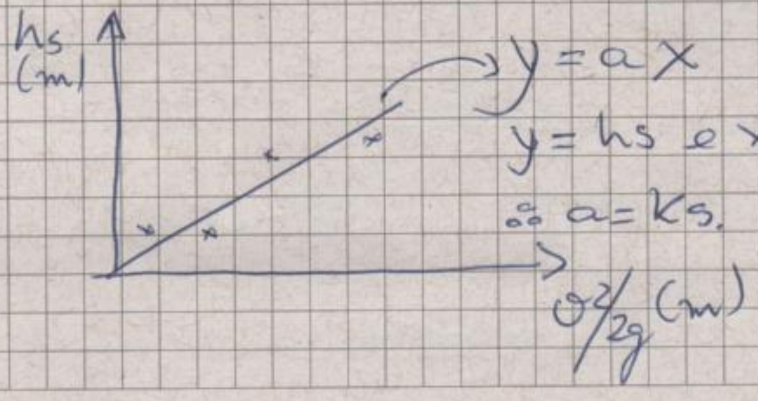
6. Det. do Ks.

6.1 → Para cada ensaio.

$$Ks = \frac{hs \times 2g}{v^2}$$

6.2 → Pelo função

$$hs = f\left(\frac{v^2}{2g}\right)$$



$$y = aX$$

$$y = hs \ e \ x = \frac{v^2}{2g}$$

$$\therefore \ a = Ks.$$

⑧ Data: 10 / 08 / 2014

Atividade 4 → Leq
val. globo
de 1,5"

bancada
7.

1. VAZÃO DE FORMA DIRETA p/ cada ensaio

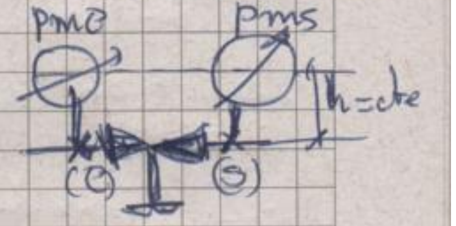
$$Q = \frac{\Delta h \times A_T}{t}$$

2. VELOCIDADE MÉDIA NA TUBULAÇÃO
DE 1,5" para cada ensaio

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{13{,}1 \times 10^{-4}}$$

3. PERDA SINGULAR NA VÁLVULA
GLOBO DE 1,5" para cada ensaio.

$$h_s = \frac{p_{ms} - p_{me}}{\gamma}$$



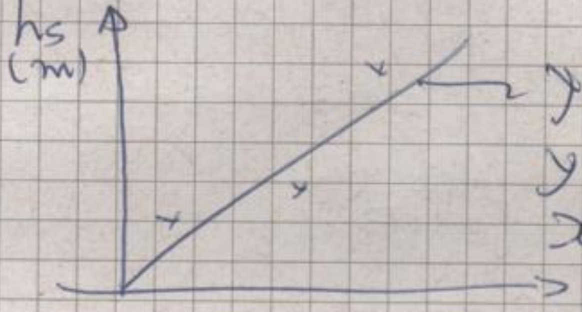
4. COEFICIENTE DE PERDA
DE CARGA SINGULAR.

4.1 → para cada ensaio

$$K_s = \frac{h_s \times 2g}{v^2}$$

Data: 10/08/2014 9

4.2 → pela função $h_s = f\left(\frac{v^2}{2g}\right)$



→ $y = a.x$

$y = h_s$ e

$x = v^2/2g$

∴ $K_s = a$

5. Det. do "f" pela página www.escoladavida.eng.br. entrar com os seguintes dados:

5.1 → temperatura d'água em °C.

$\rho =$

$\mu =$ e $\nu =$

5.2 → $D_{int} = 40{,}8\ mm$ e

$A = 13{,}1\ cm^2$.

10

Data: 10/08/2014

5.3 → $K_{aço} = 4{,}6 \times 10^{-5}$ m.

5.4 → vazão em m^3/h e aí p/ cada Q, temos os "f" procurar usar o de Churchill.

Aí podemos calcular o

$$L_{eq} = \frac{K_S \times D_H}{f} = \frac{K_S \times 40{,}8 \times 10^{-3}}{f}$$

PRIMEIRO → p/ cada K_S e f e depois calculamos L_{eq} médio.

SEGUNDO → c/ f médio e o K_S obtido no gráfico e aí um único L_{eq}

CENTRO UNIVERSITÁRIO DA FEI

Data: 10 / 08 / 2014

11

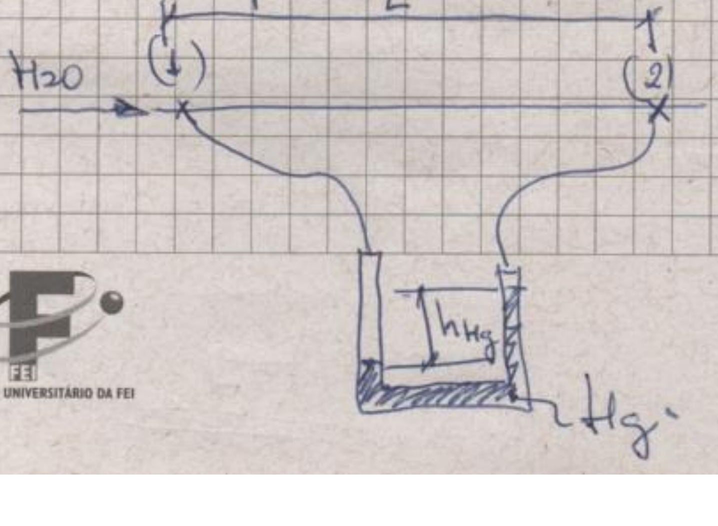
ATIVIDADE 5 → estimar vazão pelo diagrama de Rouse.

1. Iniciamos calculando a vazão máxima portanto para as valvulas totalmente abertas e para um $\Delta h = 100mm$ registramos o tempo.

$$Q_{máx} = \frac{\Delta h \times At}{t}$$

→ esta vazão é a vazão real que na prática não conseguiríamos obter.

2. Devemos marcar o desnível do mercúrio e determinar o comprimento L.



CENTRO UNIVERSITÁRIO DA FEI

12

Data: 10/08/2014.

3. Calculamos a perda distribuída

$$h_f = h_{Hg} \times \left(\frac{\gamma_{Hg} - \gamma_{H2O}}{\gamma_{H2O}}\right)$$

Importante -> mostrar como obtemos o ρ_{H2O} e ρ_{Hg} na página e aí lembramos que:

$\gamma = \rho \times g$ c/ $g = 9,8\ \frac{m}{s^2}$

4. Calculamos $Re\sqrt{f}$.

$$Re\sqrt{f} = \frac{D_H}{\nu} \times \sqrt{\frac{h_f \times D_H \times 2g}{L}}$$

$D_H = D_{int} = 26,6 \times 10^{-3}$ m e $g = 9,8\ m/s^2$

5. Calculamos p/ todas as possibilidades $\frac{D_H}{K}$

5.1 -> $\frac{D_H}{K} = \frac{26,6 \times 10^{-3}}{4,6 \times 10^{-3}} =$

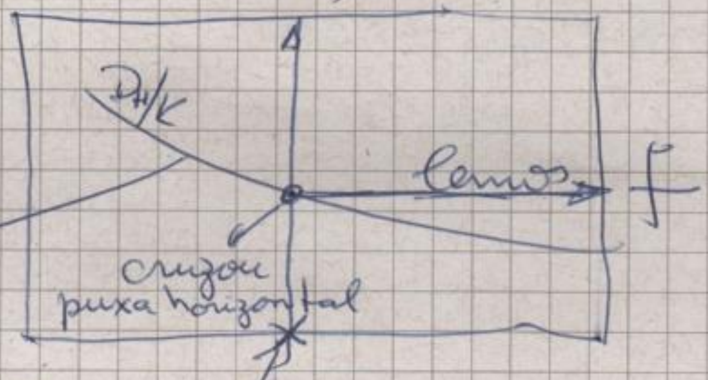
5.2 -> $\frac{D_H}{K} = \frac{26,6}{0,152} =$

5.3 -> Kexp -> $\frac{D_H}{K}$

Data: 10 / 08 / 2014

13

6- No diagrama de Rouse lemos o valor de f para as 3 situações anteriores.



marcamos

$\frac{D_H}{K}$ (os 3)

marcamos $Re\sqrt{f}$ e subimos uma vertical

7. $h_f = f \times \frac{L}{D_H} \times \frac{v^2}{2g} = f \times \frac{L}{D_H} \times \frac{Q^2}{2g \times A^2}$

$Q = \sqrt{\frac{h_f \times D_H \times 2g \times A^2}{f \times L}} = Q_{estimado}$

aí calcula $C_{D_{Rouse}} = \frac{Q_{real}}{Q_{estimado}}$.

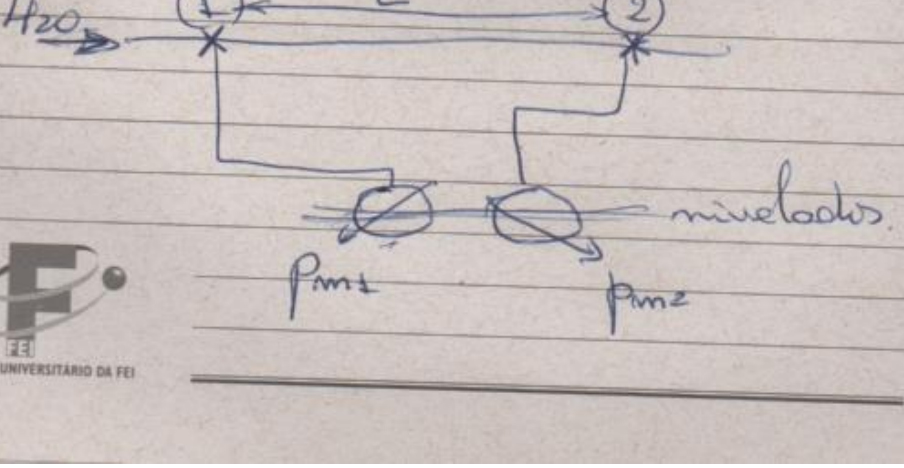
Data: 10 / 08 / 2014 (14)

ATIVIDADE 6 → Estimar a Q pelo diagrama de Rouse na bancada 9 e com $Q_{máx} = Q_{real}$ lido no tanque 8.

1. Det. a $Q_{máx} = Q_{real}$ no tanque 8, portanto todas as válvulas devem estar totalmente abertas

$$Q_{máx} = Q_{real} = \frac{\Delta h \times A_t}{t}.$$

2. Medimos o L e registramos as pressões p_1 e p_2, sendo que $p_1 = p_{m1}$ e $p_2 = p_{m2}$, já que os manômetros estão na mesma altura.



CENTRO UNIVERSITÁRIO DA FEI

15

Data: 10/08/2014

3. Calculamos a perda de carga distribuída.

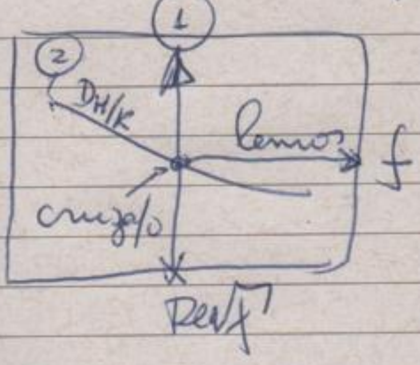
$$h_f = \frac{p_{m1} - p_{m2}}{\gamma}$$

4. Det. as 3 possibilidades do D_H/k.

5. Calculamos $Re\sqrt{f}$

$$Re\sqrt{f} = \frac{D_H}{\nu} \times \sqrt{\frac{h_f \times D_H \times 2g}{L}}$$

6. Pelo diagrama de Rouse achamos os "f"



$$C_{D\,Rouse} = \frac{Q_{real}}{Q_{estimado}}$$

$$h_f = f \times \frac{L}{D_H} \times \frac{v^2}{2g} = f \times \frac{L}{D_H} \times \frac{Q^2}{2gA^2}$$

$$Q = \sqrt{\frac{h_f \times D_H \times 2g \times A^2}{f \times L}} = Q_{estimado}$$

CENTRO UNIVERSITÁRIO DA FEI

Data: 10 / 08 / 2014

(16)

ATIVIDADE 7 → Obter a curva característica da placa de orifício $[K = f(Re_1)]$ e comparar com a obtida inadequada que era $C_D = f(Re_1)$

1- Para cada "h_{Hg}" obter:

1.1 → a vazão real → $Q_R = \frac{\Delta h \times A_t}{t}$

1.2 → a "vazão teórica".

$$Q_t = \frac{\pi \times D_0^2}{4} \times \sqrt{2g\, h_{Hg} \times \left(\frac{\gamma_{Hg} - \gamma_{H_2O}}{\gamma_{H_2O}}\right)}$$

1.3 → calcular o K

$$K = \frac{Q_{real}}{Q_{teorica}}$$

1.4 → calcular a vazão teórica igual a do venturi, ou seja, considerando $C_c = 1{,}0$

$$Q_t = \frac{\pi D_0^2}{4} \times \sqrt{\frac{2g\, h_{Hg} \times \left(\frac{\gamma_{Hg} - \gamma_{H_2O}}{\gamma_{H_2O}}\right)}{1 - \left(\frac{D_0}{D_1}\right)^4}}$$

CENTRO UNIVERSITÁRIO DA FEI

17

Data: 10/08/2014

1.5 → calcular o C_D

$$C_D = \frac{Q_{real}}{Q_{teórica} = \text{vent.}}$$

1.6 → Calcular a velocidade média de aproximação com a Qreal.

$$v_1 = \frac{Q_{real}}{A_1} = \frac{Q_{real}}{13,1 \times 10^{-4}}$$

1.7 → Calcular o Reynolds de aproximação (Re_1) sempre com a Qreal.

$$Re_1 = \frac{v_1 \times D_1}{\nu} = \frac{v_1 \times 40,8 \times 10^{-3}}{\nu}$$

1.8 → fazer os diagramas c/ valores médias.