

Nº 

## FOLHA DE PROVA

|   |                                      |                     |                         |
|---|--------------------------------------|---------------------|-------------------------|
| Aluno: <b>GABARITO</b>  |                                      |                     |                         |
| Ciclo:  | Turma: <b>C</b>                      | Período:            | Data: <b>27/11/2007</b> |
| Curso:  | Código da Disciplina: <b>ME 5330</b> | Nome da Disciplina: |                         |
| Assinatura do Professor:<br><b>RAIMUNDO (ALEMÃO) FERREIRA IGNACIO</b> | Nota: ( )                            |                     | ( )                     |
| Obs:  |                                      |                     |                         |

FLUIDO - ÁGUA DESMINERALIZADA A 40°C.

$$\rho = 992,16 \text{ kg/m}^3$$
$$\mu = 0,651 \times 10^{-3} \text{ Pa}\cdot\text{s}$$

$$\therefore \nu = \frac{\mu}{\rho} = \frac{0,651 \times 10^{-3}}{992,16} = 0,000000656 \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$$

$$\text{ou } \nu = 0,656 \frac{\text{mm}^2}{\text{s}} < 20 \frac{\text{mm}^2}{\text{s}}, \text{ portanto}$$

O fluido não é considerado viscoso e não HÁ a necessidade de se corrigir as curvas de  $H_B = f(Q)$ ;  $\eta_B = f(Q)$  fornecidas pelo fabricante das bombas.

? CONSUMO MENSAL para mês de 30 dias e operando 12 horas por dia, para as seguintes possibilidades:

①

1<sup>a</sup>) → ALIMENTA SÓ O PROCESSO P1 COM B1,  
ONDE A VAZÃO DESEJADA É 5,6 l/s

$$Q_{\text{projeto}} = (\text{fator de segurança}) \times Q_{\text{desejada}}$$

Supondo fator de segurança mínimo:

$$Q_{\text{projeto}} = 1,1 \times 5,6 = 6,16 \text{ l/s}$$

Para o RENDIMENTO MÁXIMO DE B1:

$$\eta_{B1 \text{ máx}} = 63\% \quad \text{e} \quad Q_{P1 / \eta_{B1 \text{ máx}}} = 24 \text{ m}^3/\text{h} = 6,67 \text{ l/s}$$

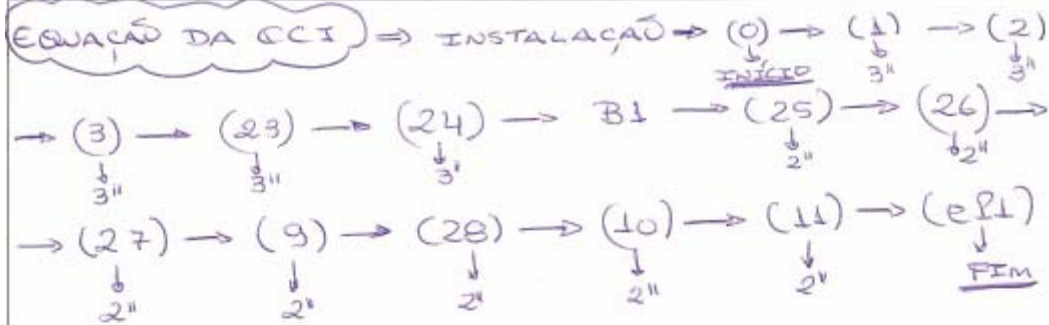
Portanto a faixa de trabalho de  
B1 seria:

$$0,6 \times Q_{P1 / \eta_{B1 \text{ máx}}} < Q_{\text{pto de trabalho}} < 1,2 \times Q_{P1 / \eta_{B1 \text{ máx}}}$$

$$4,0 \text{ l/s} < Q_B < 8,0 \text{ l/s}$$

↓  
faixa que permite B1  
ser tecnicamente viável.

Para verificar se o pto de trabalho  
está na faixa acima, deve-se  
obter inicialmente a equação da CCI. (2)



SEÇÃO INICIAL  $\Rightarrow$  (0)  $\rightarrow$   $Z_0 = 708 \text{ m}$ .

$p_0 = p_{atm} = 0 \rightarrow$  esc. efetiva

$U_0 = 0 \rightarrow$  reg. permanente

$H_0 = 708 \text{ m}$

SEÇÃO FINAL  $\Rightarrow$  (ePI)  $\rightarrow$   $Z_{ePI} = 722 \text{ m}$

$p_{ePI} = 60 \text{ kPa} = 60.000 \text{ Pa}$ .

$U_{ePI} \neq 0 \Rightarrow A_{ePI} = A_{2''} = 21,7 \text{ cm}^2$

$$H_{ePI} = 722 + \frac{60.000}{992,16 \times 9,8} + \frac{Q^2}{2 \times 9,8 \times (21,7 \times 10^{-4})^2}$$

$H_{ePI} = 728,17 + 10834,89 Q^2$

Para se obter a equação da CCI em uma instalação hidráulica com uma entrada e uma saída, aplica-se a equação da energia da seção inicial até a seção final, portanto: (3)

$$H_0 + H_s = H_{e21} + H_{p3''} + H_{p2''}$$

$$708 + H_s = 728,17 + 10834,89 Q^2 + H_{p3''} + H_{p2''}$$

$$H_s = 20,17 + 10834,89 Q^2 + H_{p3''} + H_{p2''}$$

As perdas de carga serão calculadas pela fórmula universal, ou seja:

$$H_p = f \times \frac{(L + \sum Leg)}{DH} \times \frac{Q^2}{2g \times A^2}$$

$$H_{p3''} = f_{3''} \times \frac{(3,5 + Leg_1 + Leg_2 + Leg_3 + Leg_{23} + Leg_{24})}{0,0779} \times \frac{Q^2}{2 \times 9,81 \times (0,1074)^2}$$

$Leg_1 \rightarrow$  perda de reservatório - entrada normal = 1,1 m.

$Leg_2 \rightarrow$  válvula gaveta = 0,5 m.

$Leg_3 \rightarrow$  t $\bar{e}$  perda lateral = 4,14 m.

$Leg_{23} \rightarrow$  válvula gaveta = 0,5 m.

$Leg_{24} \rightarrow$  curva longa de 90° = 1,64 m.

Como  $L = 3,5$  m não considerarei nenhum niple (ou união), portanto:

$$\sum Leg = 7,85 \text{ m}$$

(4)

Obs: Se a saída do reservatório for considerada como entrada de borda, tem-se  $L_{eq1} = 2,2\text{ m}$  e aí a  $\sum L_{eq3''} = 8,95\text{ m}$

$$H_{p3''} = f_{3''} \times 326712,37 \times Q^2$$

$$\text{ou } H_{p3''} = f_{3''} \times 358376,12 \times Q^2$$

$$H_{p2''} = f_{2''} \times \frac{(15 + L_{eq25} + L_{eq26} + L_{eq27} + L_{eq9} + L_{eq28} + L_{eq10} + L_{eq11})}{0,0525} \times \frac{Q^2}{2 \times 9,8 \times (2,7 \times 10^4)^2}$$

$L_{eq25} \rightarrow$  joelho de saída lateral = 3,25 m.

$L_{eq26} \rightarrow$  válvula gaveta = 0,4 m.

$L_{eq27} \rightarrow$  curva fêmea longa de  $90^\circ = 1,04\text{ m}$ .

$L_{eq9} \rightarrow$  t $\hat{e}$  saída lateral = 2,74 m.

$L_{eq28} \rightarrow$  t $\hat{e}$  passagem direta = 0,33 m.

$L_{eq10} \rightarrow$  válvula globo = 17,4 m.

$L_{eq11} \rightarrow$  joelho fêmea de  $90^\circ = 1,88\text{ m}$ .

Como  $L = 15\text{ m}$  utiliza-se 2 (dois)

nipples (ou uniões) =  $2 \times 0,01 = 0,02\text{ m}$ .

Portanto:  $\sum L_{eq2''} = 27,06\text{ m}$

$$H_{p2''} = f_{2''} \times 8680293,82 \times Q^2$$

(5)

Portanto a CCI para esta situação será:

$$H_s = 20,17 + 10834,89 Q^2 + f_3'' \times 326712,37 \times Q^2 + f_2'' \times 8680293,82 Q^2$$

ou

$$H_s = 20,17 + 10834,89 Q^2 + f_3'' \times 358376,12 \times Q^2 + f_2'' \times 8680293,82 \times Q^2$$

Para se obter o ponto de trabalho, tem-se as seguintes possibilidades:

Ⓐ → trabalhando-se com  $\bar{f}$  médio

$$\bar{f}_3'' = 0,02136 \quad \text{e} \quad \bar{f}_2'' = 0,0215$$

$$\therefore H_s = 20,17 + 204439,78 Q^2 \quad \text{com } H_s \text{ em "m" e } Q \text{ em "m}^3/\text{s"}$$

ou

$$H_s = 20,17 + 0,0158 Q^2 \quad \text{com } H_s \text{ em "m" e } Q \text{ em "m}^3/\text{h"}$$

OBSERVAÇÃO: AS DIFERENÇAS PARA PLANILHA SÃO CAUSADAS PELAS APROXIMAÇÕES. (6)

Obtem-se o ponto de trabalho igualando-se as equações da CCI e CCB:

$$20,17 + 0,0158Q^2 = -0,0137Q^2 + 0,1357Q + 36,5$$

$$\Leftrightarrow 0,0295Q^2 - 0,1357Q - 16,33 = 0$$

$$Q = \frac{0,1357 + \sqrt{0,1357^2 + 4 \times 0,0295 \times 16,33}}{2 \times 0,0295} \approx 25,94 \text{ m}^3/\text{h}$$

ou seja, 7,21 l/s que mostra que a poluição é tecnicamente viável e que se está trabalhando com o fator de segurança  $\approx 1,29$ , que é um pouco alto.

$$N_{BG} = \frac{\rho \cdot Q_G \times H_{BG}}{\eta_{BG}}, \text{ portanto:}$$

$$H_{BG} = -0,0137 \times (25,94)^2 + 0,1357 \times 25,94 + 36,5$$

$$H_{BG} \approx 30,8 \text{ m}$$

$$\eta_{BG} = -0,0811 \times (25,94)^2 + 3,9072 \times 25,94 + 15,736$$

$$\Leftrightarrow \eta_{BG} = 62,52\%$$

$$N_{BG} = \frac{992,16 \times 9,8 \times (25,94/3600) \times 30,8}{0,6252}$$

$$N_{BG} = 3451,5 \text{ W} \approx 4,7 \text{ C.V.}$$

7

Para se obter a potência nominal de referência, adota-se o rendimento de 90%, portanto:

$$N_{m,ref} = \frac{4,7}{0,9} \approx 5,2 \text{ c.v.}$$

Como a rede é de 220V (2 polos), escolhe-se o motor de 5CV com um rendimento real de 94%.

$$\text{Consumo mensal} = \frac{5 \times 9,8 \times 75 \times 30 \times 12}{1000} \approx 1323 \frac{\text{kWh}}{\text{mês}}$$

ou

$$H_s = 20,17 + 205116,12 Q^2 \quad \left. \begin{array}{l} \rightarrow H_s \text{ em "m"} \\ Q \text{ em "m}^3/\text{s"} \end{array} \right\} \text{ ou}$$

$$H_s = 20,17 + 0,0158 Q^2$$

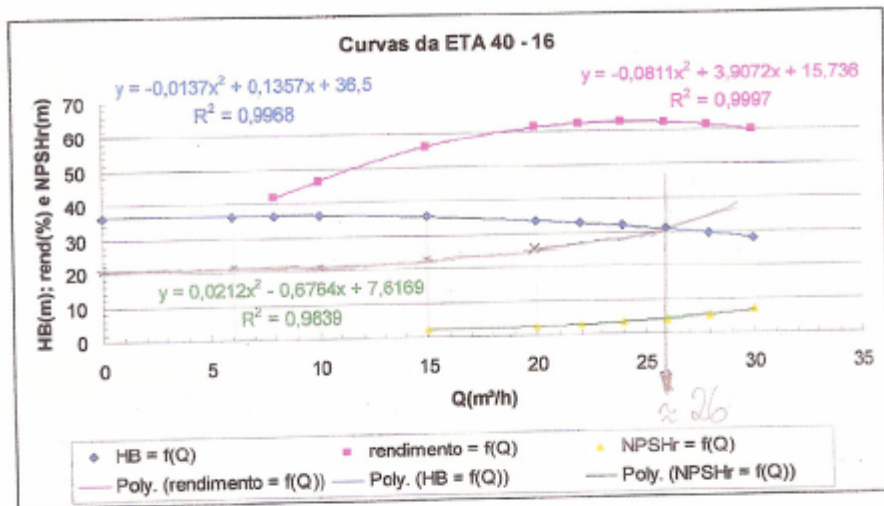
Portanto, mesmo considerando o outro tipo de entrada, chega-se a mesma resposta.

(8)

Ⓑ → Construindo a CCI e lendo o ponto de trabalho no cruzamento com a CCB

| $Q(m^3/h)$ | $f_{3''}$ | $f_{2''}$ | $H_s(m)$ |
|------------|-----------|-----------|----------|
| 0          |           |           | 20,2     |
| 6          | 0,0249    | 0,0240    | 20,8     |
| 8          | 0,0236    | 0,0231    | 21,3     |
| 10         | 0,0228    | 0,0224    | 21,8     |
| 15         | 0,0214    | 0,0215    | 23,7     |
| 20         | 0,0206    | 0,0210    | 26,3     |
| 22         | 0,0204    | 0,0208    | 27,6     |
| 24         | 0,0202    | 0,0207    | 28,9     |
| 26         | 0,0201    | 0,0207    | 30,4     |
| 28         | 0,0199    | 0,0205    | 32,0     |
| 30         | 0,0197    | 0,0204    | 33,7     |

A partir da tabela anterior faça-se a CCI e obtenha o cruzamento com a CCB. Ⓒ



Obtem a  $Q_G \approx 26 \text{ m}^3/\text{h}$ , ou  $7,2 \text{ l/s}$ .

$$H_{BG} \approx 30,8 \text{ m.}$$

$$\eta_{BG} = 62,5\%$$

$$N_{BG} = \frac{992,16 \times 9,8 \times (26/3600) \times 30,8}{0,625} \approx 3460,58 \text{ W} = 4,76 \text{ cv}$$

E isto nos leva a  $N_m = 5 \text{ cv}$  com

$$\eta_{m \text{ real}} = 54\% \quad \text{e} \quad \text{Consumo mensal} = 1323 \frac{\text{kWh}}{\text{mes}}$$