

## P2 de ME 5330 -27/11/2007 – Turma C

**Duração:**

**Nome:** .....

**Importante: A interpretação da prova faz parte da prova.**

As instalações hidráulicas de bombeamento representadas a seguir fazem parte de uma planta química e podem alimentar individualmente, ou simultaneamente os processos P1 ( $P_i = P_1$ ), P2 ( $P_i = P_2$ ) e P3 ( $P_i = P_3$ ).

Sabendo-se que o fluido a ser bombeado é a água desmineralizada a uma temperatura de  $40^\circ\text{C}$  ( $\rho_{\text{fluido}} = 992,16 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$  e  $\mu_{\text{fluido}} = 0,651 \times 10^{-3} \text{Pa} \times \text{s}$ ) e desde que a instalação seja viável tecnicamente em relação à faixa da vazão da bomba selecionada, pede-se especificar o seu consumo mensal (mês de 30 dias e operando 12 horas por dia), para as seguintes possibilidades:

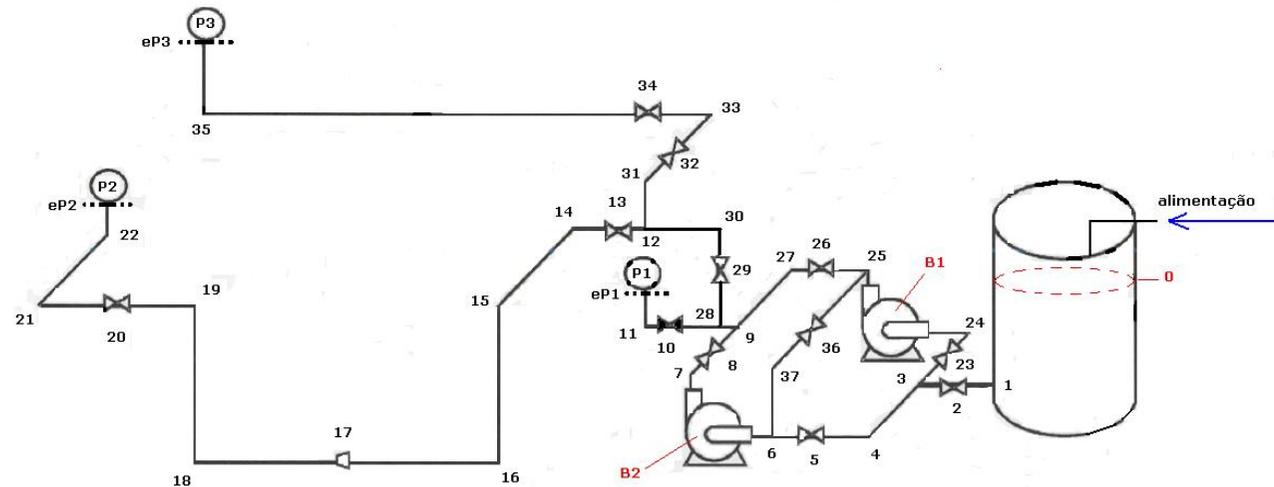
1. alimenta só o processo P1 com B1, onde a vazão desejada é 5,6l/s (**valor 1,0**);
2. alimenta só o processo P2, onde a vazão desejada é 5,0l/s (**valor 1,0**).

São dados:

- ✓ o PHR foi adotado no nível do mar e para esta situação se tem:  
 $Z_0 = 708\text{m}; Z_{\text{entrada}_{B1}} = Z_{\text{entrada}_{B2}} = 703\text{m}; Z_{eP1} = 722\text{m};$   
 $Z_{eP2} = 738\text{m}; Z_{eP3} = 745\text{m};$
- ✓ comprimentos das tubulações:  
 $L_{1-B1} = 3,5\text{m}; L_{1-B2} = 7,0\text{m}; L_{B1-9} = 7,0\text{m}; L_{B2-9} = 3,5\text{m};$   
 $L_{6-B2} = 1,5\text{m}; L_{9-17} = 72\text{m}; L_{B1-6} = 8,0\text{m}; L_{9-eP1} = 8,0\text{m};$   
 $L_{17-eP2} = 28\text{m}; L_{9-eP3} = 85\text{m};$
- ✓ todas as tubulações são de aço espessura 40 e com rugosidade equivalente igual a  $4,6 \times 10^{-5} \text{m}$ ;
- ✓ diâmetro nominal da tubulação antes da bomba igual a 3”;
- ✓ diâmetro nominal da tubulação depois da bomba, com exceção do trecho de 17 a eP2, igual a 2” ;
- ✓ aceleração da gravidade  $9,8 \text{ m/s}^2$ ;
- ✓ tanto as curvas longas como os joelhos de  $90^\circ$  são fêmeas;
- ✓ a cada 6 metros de tubo, deve –se usar uma união, ou um niple e estes não foram representados no desenho e nem na legenda dada;
- ✓ leitura barométrica igual a 0,92 bar;
- ✓ pressão na entrada do processo P1 igual a 60 kPa;
- ✓ pressão na entrada do processo P2 igual a 48615,84 Pa;
- ✓ todas as singularidades devem ter seu comprimento equivalente determinado pela tabela da Tupy.

Legenda:

1	saída de reservatório	7	joelho de 90°	13	válvula gaveta
2	válvula gaveta	8	válvula gaveta	14	curva longa de 90°
3	tê saída lateral	9	tê saída lateral	15	joelho de 90°
4	curva longa de 90°	10	válvula globo	16	joelho de 90°
5	válvula gaveta	11	joelho de 90°	17	luva de redução 2 x 1,5"
6	tê de redução de 3 x 2"	12	tê	18	joelho de 90°



Legenda (cont):

19	joelho de 90°	26	válvula gaveta	33	curva longa de 90°
20	válvula gaveta	27	curva longa de 90°	34	válvula gaveta
21	curva longa de 90°	28	tê	35	joelho de 90°
22	joelho de 90°	29	válvula gaveta	36	válvula gaveta
23	válvula gaveta	30	joelho de 90°	37	joelho de 90°
24	curva longa de 90°	31	joelho de 90°	Pi	Processo i
25	Joelho de saída lateral	32	válvula gaveta	ePi	Entrada do processo i

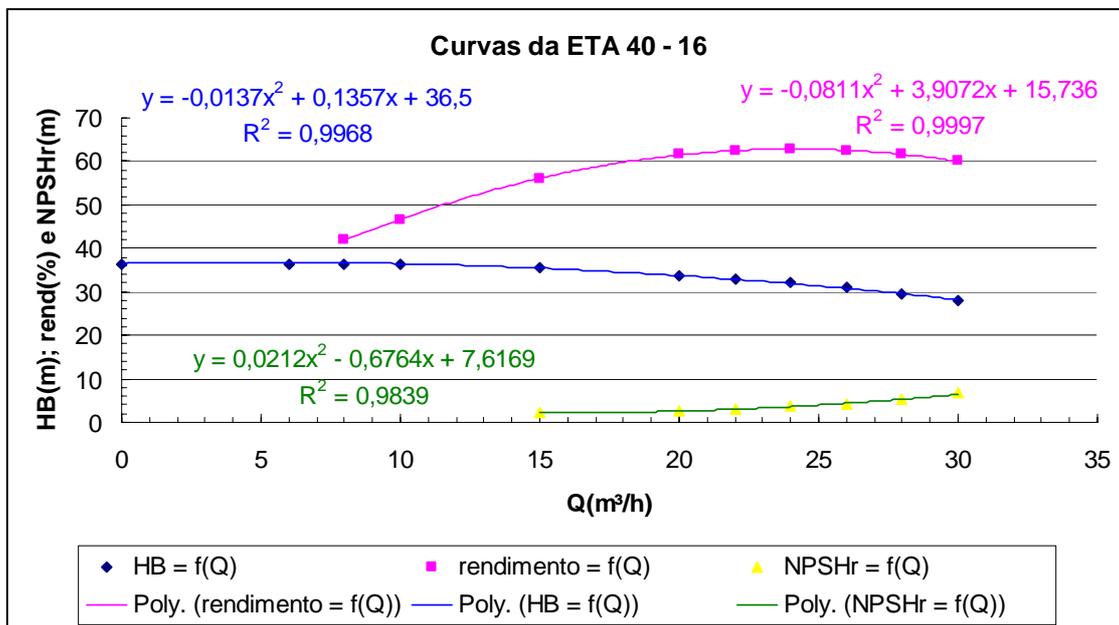
**Dados complementares:**

- ✓ as bombas B1 e B2 são iguais, têm acoplado um inversor de frequência e operam inicialmente em rede de 220V (2 polos), com 60Hz e tendo as seguintes características:

**Bomba ETA 40-16 3420 rpm e diâmetro do rotor igual a 140 mm**

Q(m³/h)	HB(m)	ηB(%)	Hs(m)	NPSHr(m)	f 3"	f 2"	f 1,5"
0	36,5						
6	36,5				0,0249	0,0240	0,0239
8	36,5	42			0,0236	0,0231	0,0231
10	36,5	46,5			0,0228	0,0224	0,0226
15	35,5	56	8,4	2,1	0,0214	0,0215	0,0219
20	33,8	61,5	7,75	2,8	0,0206	0,0210	0,0215
22	33	62,5	7,5	3,1	0,0204	0,0208	0,0214
24	32	63	7	3,6	0,0202	0,0207	0,0213
26	31	62,5	6,5	4,1	0,0201	0,0206	0,0213
28	29,5	61,5	5,5	5,1	0,0199	0,0205	0,0212
30	28	60	4	6,7	0,0197	0,0204	0,0211

- ✓ o gráfico abaixo apresenta as curvas características da bomba ETA 40-16 de 3420 rpm:



- ✓ rede de 220 V, tem-se os seguintes motores normalizados:

Motores em CV →  $\frac{1}{2}$ ;  $\frac{3}{4}$ ; 1;  $1\frac{1}{2}$ ; 2; 3; 5; 7,5; 10; 15; 20; 25; 30; 40; 50; 75; 100; 125; 150 e 200.

- ✓ Supondo a situação 1, ou seja, a instalação alimentando só o processo P1, e sabendo-se que este processo realmente deve ocorrer com a vazão de 5,6 l/s, especifique a frequência necessária para obter esta vazão e a redução de consumo que se tem operando com o inversor de frequência em relação a situação onde a vazão desejada é obtida com o fechamento parcial da válvula globo 10. Considere que o rendimento do motor operando com o inversor de frequência é o rendimento real do motor elétrico especificado para a situação 1 e no caso do fechamento parcial da válvula considere o rendimento do motor elétrico igual a 90% (**valor 1,0**).
  
- ✓ Sabendo-se que para a temperatura do escoamento a pressão de vapor, na escala absoluta, da água desmineralizada é 7373,52 Pa, pede-se verificar o fenômeno de cavitação para a 1ª situação, ou seja, a instalação alimentando o processo P1 (**valor 1,0**).

### **Parte prática**

- ✓ Para uma vazão aproximadamente igual a 70% da vazão máxima da associação em paralelo das bombas das bancadas 7 e 8 do laboratório de mecânica dos fluidos do Centro Universitário da FEI, especifique a carga manométrica da associação para a rotação de 3500 rpm (**Valor 1,0**)

A ética é companheira daqueles que mesmo sem o saber se diferenciam dos demais, passando a ter a responsabilidade pela construção de um mundo digno de ser habitado pelas pessoas a quem amam.

Raimundo (Alemão) Ferreira Ignácio

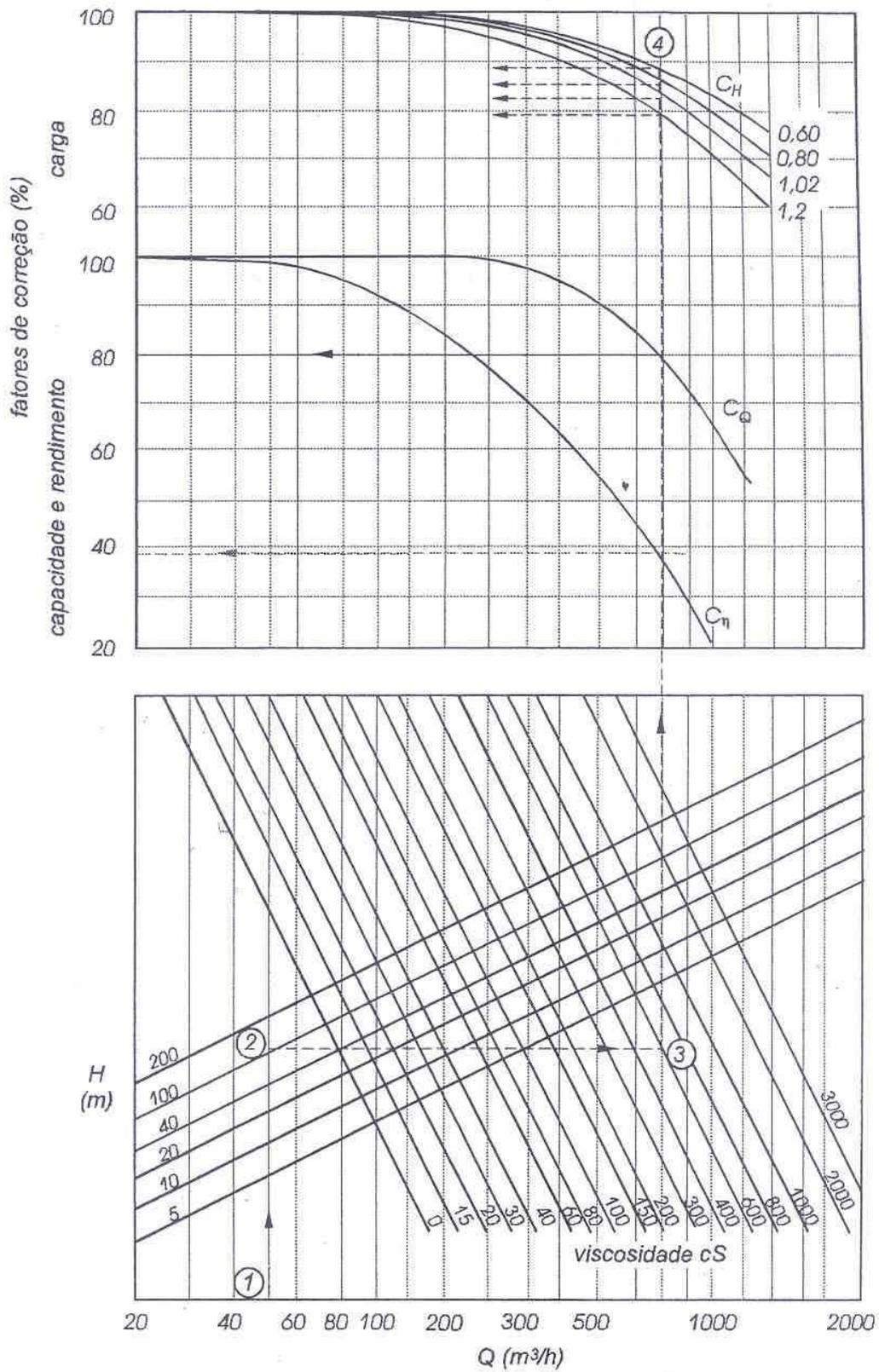


Fig. VIII-19 - Fatores de correção para líquidos muito viscosos