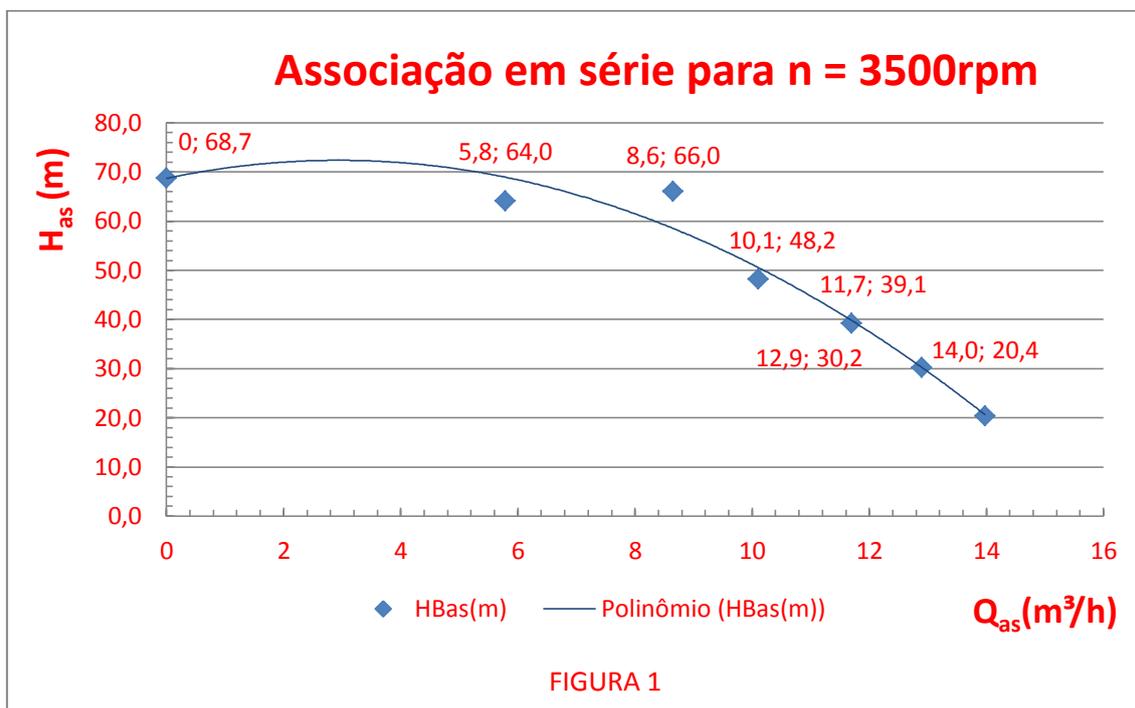


1ª Questão: Na experiência da associação em série das bombas das bancadas 7 e 8 do laboratório de mecânica dos fluidos do Centro Universitário da FEI foi obtida a curva $H_{Bas} = f(Q)$ representada pela figura 1.



Ao comparar a curva obtida com as dos semestres anteriores notou-se uma diferença na equação da linha de tendência e isto motivou uma análise mais detalhada dos resultados, que possibilitou constatar que a carga manométrica da associação em série obtida para a vazão de $8,6 \text{ m}^3/\text{h}$ estava errada.

Ao tentar repetir o ensaio para esta vazão (tabelas 1 e 2), observou-se que o manovacuômetro instalado na entrada da bomba B8, estava quebrado e que não havia como substituí-lo naquele momento.

Diante do problema e consciente que o mesmo só existia na entrada da B8, **optou-se em calcular a pressão na sua entrada e aí corrigir tudo o que for observado estar errado. (valor – 2,0)**

Sendo dados:

Ensaio	v_{e7} (m/s)	v_{s7} (m/s)	p_{e7} (Pa)	p_{s7} (Pa)	n_{B7} (rpm)	H_{B7exp} (m)	H_{B73500} (m)
3	1,1	1,8	-19272,5	222977,8	3440	25,2	26,1

TABELA 1

Ensaio	p_{e8} (Pa)	p_{s8} (Pa)	H_{B8exp} (m)	H_{B83500} (m)	H_{Bas} (m)	$n_{m\u00e9dia}$ (rpm)	Q_{3500} (m ³ /s)	Q_{3500} (m ³ /h)
3		491172,8				3450,5	0,00240	8,6

TABELA 2

A experi\u00eancia foi realizada com a \u00e1gua a 23,3^oC o que implica dizer que a sua massa espec\u00edfica \u00e9 997,3 kg/m³, a viscosidade 0,000935 Pa*s e a viscosidade cinem\u00e1tica igual a 9,37E-07 m²/s.

PHR adotado no ch\u00e3o do laborat\u00f3rio

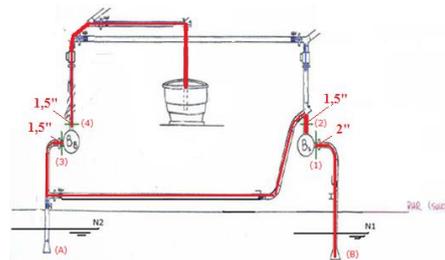
$\Delta z_{E-S_{B7}}$ (cm)	z_{eB7} (m)	$z_{sB7} = z_{sB8}$ (m)	$\Delta z_{E-S_{B8}}$ (cm)	z_{eB8} (m)
29	0,78	1,07	28	0,79
DN = 1,5" sa\u00edda da B7, entrada e sa\u00edda da B8		Para det. da Q_{exp}	DN = 2,0" entrada da B7	
D_{int} (mm)	40,8	A_{tanque} (m ²)	D_{int} (mm)	52,5
A (cm ²)	13,1	0,418	A (cm ²)	21,7

No trecho entre a sa\u00edda da B7 e entrada da B8 a tubula\u00e7\u00e3o tem um \u00fanico di\u00e2metro que \u00e9 de 1,5" a\u00e7o 40 ($D_{int} = 40,8$ mm; $A = 13,1$ cm² e $k = 0,000046$ m), a soma entre o comprimento da tubula\u00e7\u00e3o e a somat\u00f3ria dos comprimentos equivalentes no trecho considerado ($L + \sum Leq$) \u00e9 igual a 27,1 m e o coeficiente de perda de carga distribu\u00edda deve ser calculado pela f\u00f3rmula de Churchill:

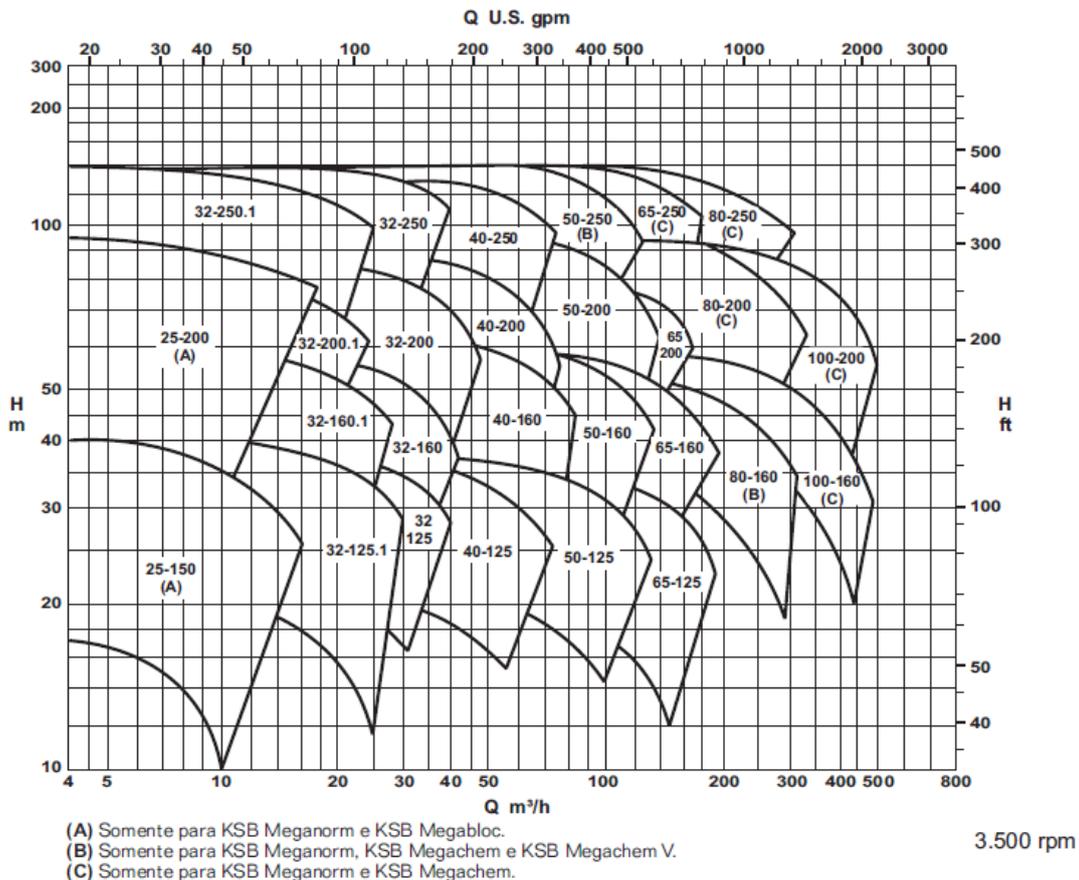
$$f = 8 \times \left[\left(\frac{8}{Re} \right)^{12} + \frac{1}{(A + B)^{3/2}} \right]^{1/12}$$

$$A = \left\{ -2,457 \times \ln \left[\left(\frac{7}{Re} \right)^{0,9} + \frac{0,27 \times K}{D} \right] \right\}^{16}$$

$$B = \left(\frac{37530}{Re} \right)^{16}$$



2ª Questão: Uma bomba deve bombear óleo de massa específica igual a 870 kg/m^3 e viscosidade cinemática igual a $3,6 \text{ cm}^2/\text{s}$ num oleoduto de 254 mm de diâmetro interno constante e com 1200 m de comprimento, vencendo um desnível de 30 m . Sabendo que a vazão desejada é 45 L/s , que a carga estática é 46 m e que a perda de carga localizada para a vazão de projeto com fator de segurança mínimo é 22% da perda de carga distribuída, **pede-se especificar a bomba do diagrama de tijolos dado. (valor – 1,5)**



3ª Questão: Pretendemos bombear água a 40°C de um reservatório para outro com uma carga estática de 20 m mais elevado através de 250 m de tubo de $12''$ aço 40 ($D_{\text{int}} = 303,2 \text{ mm}$ e $A = 729,6 \text{ cm}^2$) onde o coeficiente de perda de carga distribuída é igual a $0,0134$. Operando com uma bomba de 3500 rpm , obtemos uma vazão de trabalho igual a $1873,8 \text{ m}^3/\text{h}$. **Pede-se estimar o NPSH_{req} pelo fator de Thoma, o rendimento e a potência da bomba que opera a 1170 rpm . (valor 1,5)**

Dados: $1 \text{ m}^3/\text{h} = 4,402868 \text{ gpm}$; massa específica da água igual a $992,2 \text{ kg/m}^3$, que a perda de carga localizada na instalação é desprezível e que trata-se de uma bomba centrífuga rápida com $\varphi = 0,0011$