

P2 de ME 5330 – Turma D

“Não conheço nenhuma fórmula infalível para obter o sucesso, mas conheço uma forma infalível de fracassar: tentar agradar a todos.” [John F. Kennedy](#)

1ª Questão: A bomba ETA 125 – 26, cujas curvas são dadas na página 2, encontra-se operando em paralelo com outra igual, ambas com rotor de 230 mm (230 ϕ) e rotação de 1740 rpm, numa instalação cuja a cota geométrica (diferença de cota entre a seção inicial e final) é igual a 15 m e, na situação descrita a bomba contribui com uma vazão de 150 m³/h. Sabendo-se que os reservatórios de captação e de distribuição encontram-se abertos à pressão atmosférica e que as tubulações utilizadas nas bombas são iguais, pergunta-se:

- qual a potência das bombas na associação em paralelo? (valor – 0,25)
- qual o NPSH_r da associação? (valor – 1,25)
- qual a vazão recalcada por uma das bombas funcionando sozinha na mesma instalação? (valor – 0,50)
- qual a potência da bomba sozinha? (valor – 0,25)
- qual o NPSH_r da bomba quando opera sozinha? (valor – 0,25)

Dados: o fluido transportado é água a 25⁰C, a variação das equações da CCI para a associação em paralelo das bombas e a bomba operando sozinha pode ser observado no termo que depende da vazão, o qual para a bomba operando sozinha é obtido multiplicando o mesmo por 1,10, considera-se a instalação hidráulica, seja para o funcionamento isolado da bomba, seja para **associação em paralelo**, como tendo um único diâmetro de aço 40 e neste caso, para a vazão da associação em paralelo, com velocidade econômica aproximadamente igual a 1,64 m/s e com velocidade de escoamento superior a 0,6 m/s para qualquer vazão de operação, o coeficiente de perda de carga distribuída é considerado na região hidraulicamente rugosa e o NPSH_{requerido} é calculado pela expressão:

$$\text{NPSH}_r = 10 - H_s + \frac{v^2}{2g} + 0,5$$

$$\text{NPSH} = (\text{m})$$

$$H_s = \text{altura de sucção (m)}$$

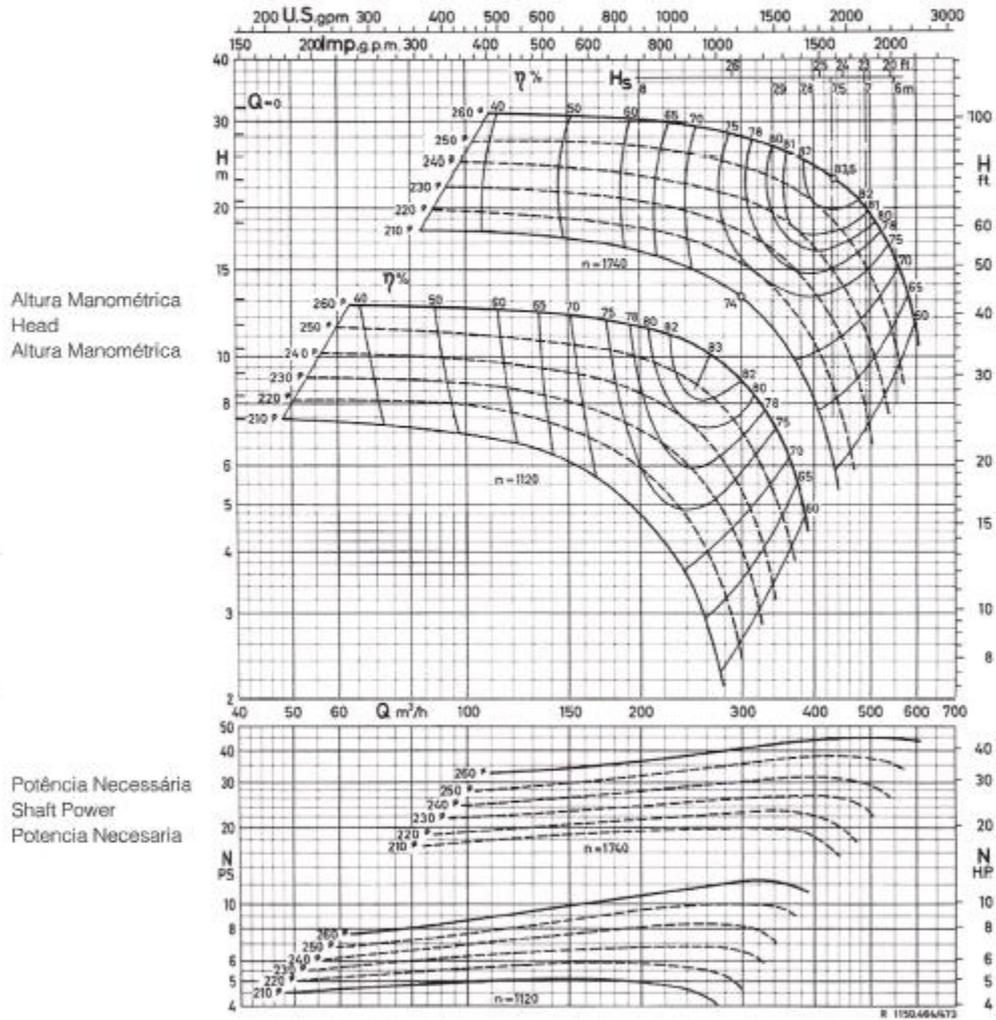
$$v = \text{velocidade de sucção (m/s)}$$

$$g = \text{aceleração da gravidade (m/s}^2\text{)}$$

Pode-se considerar o H_s (altura de sucção) aproximadamente igual a 8,0 m para o intervalo

$110 \leq Q_{\tau} < 200 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$, o fabricante informa que cai até 7,6 m para a vazão de 110 m³/h, porém, para esse exercício, se necessário, considera-se a aproximação anterior.

Bomba Tipo Pump Type Tipo de Bomba	KSB ETA	Tamanho Size Tamaño	125-26	
Oferta nº Project - No. Oferta - nº	Item nº Item - No. Oferta - nº	Velocidade Nominal Nom. Rotative Speed Velocidad Nominal	1740 rpm 1120 rpm	



Dados válidos para densidade de 1 kg/dm³ e viscosidade cinemática até 20 mm²/s.
Data applies to a density of 1 kg/dm³ and kinematic viscosity up to 20 mm²/s.
Datos válidos para densidad 1 kg/dm³ y viscosidad cinemática hasta 20 mm²/s.

Garantia das características de funcionamento conforme ISO 2548.
Operating data according to ISO 2548.
Garantía de las características de funcionamiento según ISO 2548.

2ª Questão: Um dos estágios de uma bomba de alimentação de caldeiras de 6 estágios em série encontra-se representado na CCB da bomba AZ 125-250, através da curva correspondente ao rotor de diâmetro ϕ 210. Esta bomba fornece 250 m³/h de água a 65⁰C a uma caldeira, numa instalação em que a linha de sucção possui diâmetro de 200 mm, comprimento total de 20 m, e a linha de recalque tem o mesmo diâmetro, com comprimento total de 100 m. A diferença de nível entre a caldeira e o reservatório de captação, que se encontra aberto e submetido à pressão atmosférica de 0,1 MPa, é igual a 14 m. Calcular:

- a potência da bomba para a situação descrita; (valor – 0,50)
- a pressão manométrica na saída da caldeira (pressão da caldeira); (valor – 1,0)
- a perda de carga na tubulação; (valor – 0,50)
- a altura de sucção máxima da bomba. (valor – 0,50)

Observações: a altura de sucção máxima da bomba é a cota do nível de captação em relação ao eixo da bomba (PHR) quando a reserva contra a cavitação é nula e o comprimento da tubulação de recalque até a saída da caldeira é considerado desprezível.

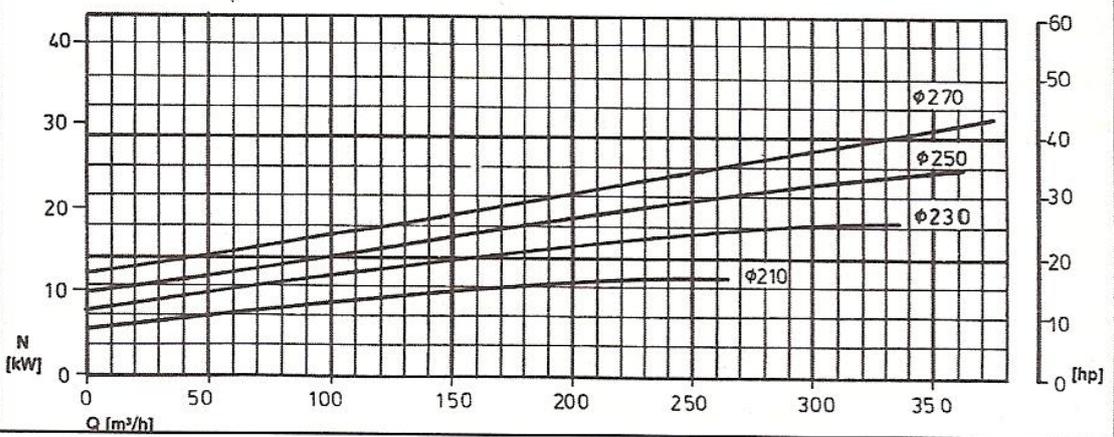
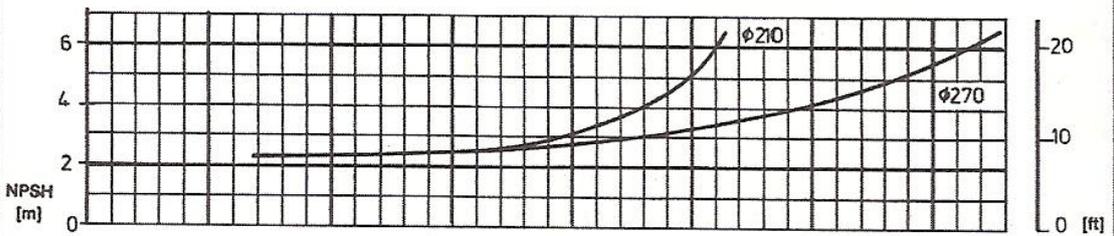
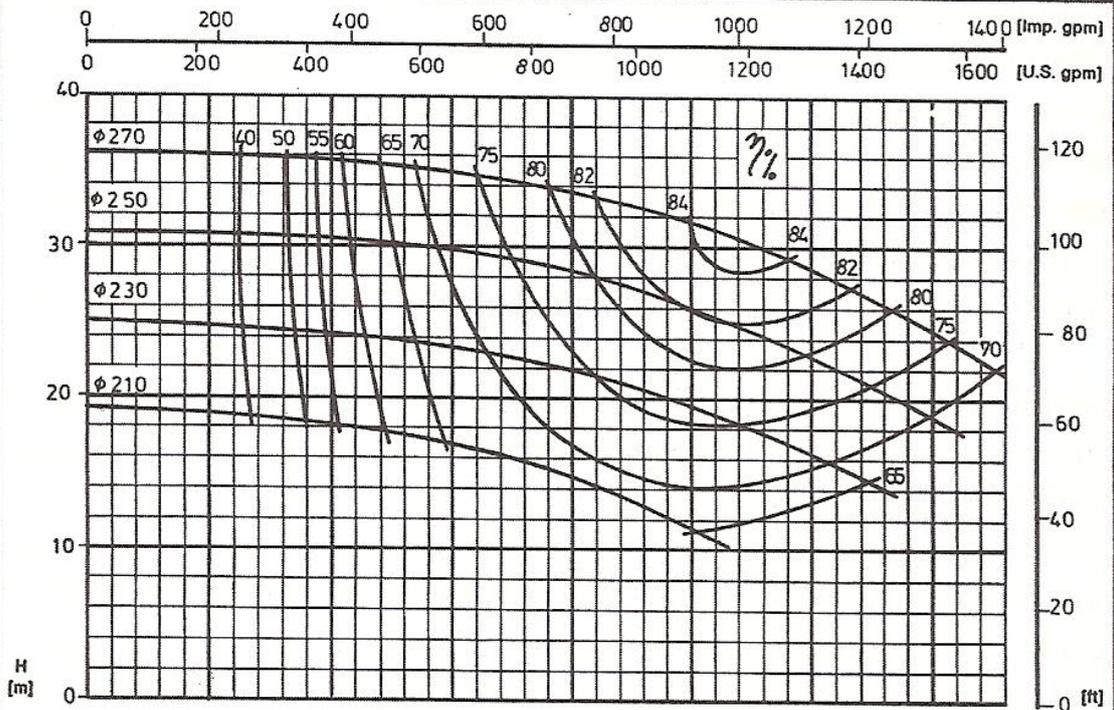
Dados: rugosidade relativa da tubulação (K) igual a 0,2 mm; o NPSH_r para a água a 65⁰C, tem-se:

$$\rho = 980,58 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

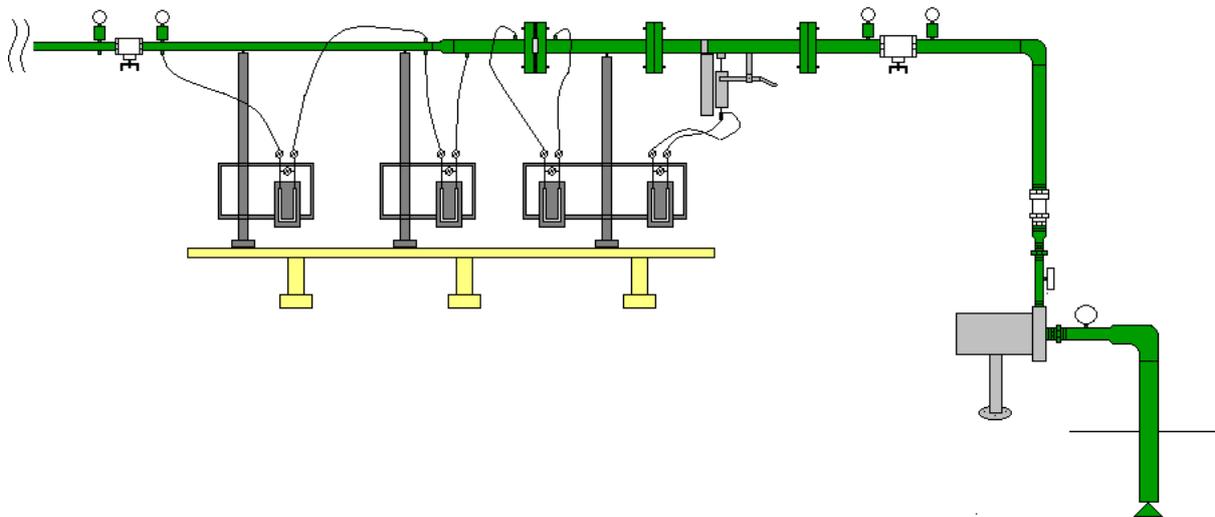
$$\mu = 0,000427 \frac{\text{N} \times \text{s}}{\text{m}^2} \text{ (ou } \frac{\text{kg}}{\text{m} \times \text{s}} \text{)}$$

$$\rho_{\text{vapor}} = 24997,1 \text{ Pa (abs)}$$

SULZER	n_q 37		Zeichng. Nr.	Mod. Nr. 1%	Mod. Nr. 2%	No. K 6.1100.051/1		
		Gehäuse	0-500882	140 384			Grandeur – Baugröße – Size	
		Laufrad, 1. Stufe				AZ 125-250		
		Laufrad	3-500878	500878				
Leitrad								
Dia. de grain maxi. Max. Korngröße Max. grain size	mm mm mm		Leitrad, 1e. Stufe			Bride aspiration Saugstutzen Suction branch	DN NW ND	150
Vitesse Drehzahl Speed	17 50	t/mn U/min rpm	Sens de rotation Drehrichtung Rotation	à droite rechts clockwise	vu côté accouplement v. Antrieb facing coupling	Bride refoulement Druckstutzen Discharge branch	DN NW ND	125



3ª Questão: De acordo com o fabricante de acessórios para instalações hidráulicas Tupy, o comprimento equivalente da redução de 1 ½ " para 1" é 0,16 m. Porém, um aluno de Mecânica dos Fluidos para Eng. Química, ao fazer um estudo da curva característica de uma instalação do laboratório da FEI, percebeu que a CCI obtida experimentalmente estava diferente da CCI obtida através de cálculos utilizando os comprimentos equivalentes e coeficientes de perdas de carga singulares. Daí resolveu determinar o Leq de algumas singularidades da bancada estudada. Uma das singularidades estudadas pelo aluno foi a redução de 1 ½ " para 1", como mostrado no esquema a seguir.



Os dados coletados pelo aluno para o estudo das perdas da redução foram os seguintes: comprimento do trecho da perda distribuída = 2,02 m, comprimento do trecho de tomada de pressão da redução de 1 ½ " para 1" = 0,18 m, desnível do mercúrio da tomada de pressão da redução = 0,155 m, desnível do mercúrio da tomada de pressão do trecho da perda distribuída = 0,18 m, para o tanque de área 0,546 m² instalado no final da instalação subir 20 cm demorou 41,8 s. Considere que a temperatura do laboratório para o ensaio foi de 25 °C, e que a temperatura da água é 2 °C a menos que a temperatura do ar ambiente. De acordo com as informações anteriores, e após localizar corretamente todos os dados levantados, responda e justifique as seguintes questões:

- qual é o coeficiente de perda de carga distribuída para o trecho de 1"? (valor – 0,15)
- qual o coeficiente de perda de carga singular e o comprimento equivalente da redução, considerando que há perda distribuída também no trecho da redução, portanto, considere o comprimento de tubulação da tomada de pressão da redução? (valor – 0,15)
- qual a diferença da perda de carga utilizando os valores do fabricante (f da planilha) e utilizando os valores experimentais obtidos? (valor – 0,20)