Gabarito da terceira questão da segunda parte da P1 de ME5330 – Turma A_e_A1

Uma instalação de bombeamento operando com a vazão máxima apresenta as singularidades especificadas na tabela 1. Sabendo que o fluido bombeado é a água a t^0C e que foi projetada para uma única tubulação de aço ($K = 4{,}6 \times 10^{-5}\, m$) de espessura 40 com diâmetro nominal igual a 3", pede-se determinar o novo comprimento equivalente da válvula globo reta sem guia da Mipel quando a mesma foi parcialmente fechada para propiciar uma redução da vazão em x%. (Valor – 1,0)

Singularidade	Saída normal	3 válvulas gaveta da Mipel	9 joelhos fêmeas de 90^0	2 tês de saída lateral	Válvula globo reta sem guia
Leq (m)	1,1	3 x 1,03	9 x 2,83	2 x 4,11	25,90

Dados:

$$CCB \rightarrow H_B = -0{,}0061 \times Q^2 + 0{,}0692 \times Q + 38{,}5 \rightarrow [H_B] = m \text{ e } [Q] = m^3/h$$

$$CCI \rightarrow H_S = -16 + 2242{,}4 \times Q^2 + f_{3''} \times 5124058{,}9 \times Q^2 \rightarrow [H_S] = m \text{ e } [Q] = m^3/s$$

Turma	Temperatura do fluido (^0C)	Redução de x% da vazão
A	20	30
A1	28	45

<u>Gabarito turma A</u>

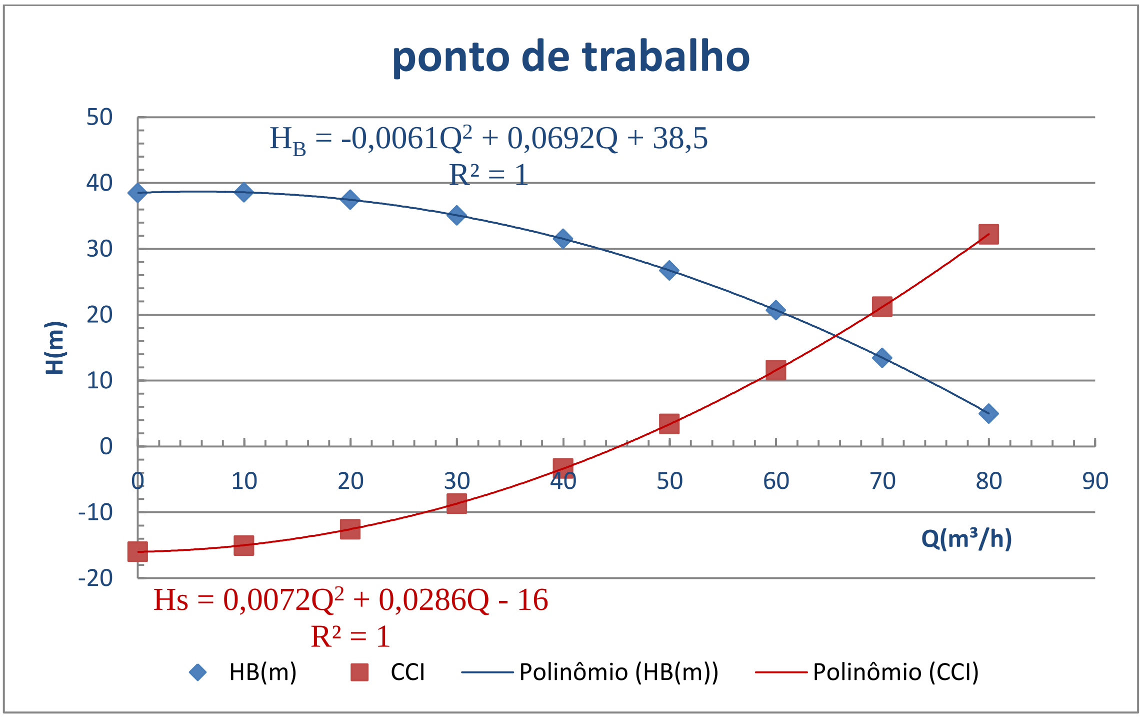
- Determinação da equação da linha de tendência da CCI, para isto deve-se atribuir vazões para o cálculo de H_S, onde se devem adotar vazões que propiciem o ponto de trabalho, ou seja, o cruzamento da CCB com a CCI.

Para a determinação anterior é importante se ter os dados fornecidos:

$$\text{fluido} \rightarrow \text{água a } 20^0\text{C}\begin{cases} \rho = 998{,}2\,\dfrac{kg}{m^3} \\ \mu = 10^{-3}\,Pa \times s \\ \nu = 1{,}004 \times 10^{-6}\,\dfrac{m^2}{s} \end{cases}$$

$$\text{tubulação} \rightarrow \begin{cases} k_{aço} = 4{,}6 \times 10^{-5}\,m \\ \text{aço 40} \rightarrow D_N = 3" \begin{cases} D_{int} = 77{,}9mm \\ A = 47{,}7cm^2 \end{cases} \end{cases}$$

Q(m³/h)	HB(m)	$f_{3"}$	Hs(m)
0	38,5	0	-16
10	38,6	0,0233	-15,1
20	37,4	0,0211	-12,6
30	35,1	0,0201	-8,7
40	31,5	0,0196	-3,3
50	26,7	0,0192	3,4
60	20,7	0,0190	11,6
70	13,5	0,0188	21,2
80	5,0	0,0186	32,2



$$-0,0061Q^2 + 0,0692Q + 38,5 = 0,0072Q^2 + 0,0286Q - 16$$

$$0,0133Q^2 - 0,0406Q - 54,5 = 0$$

$$Q_\tau = \frac{0,0406 + \sqrt{0,0406^2 + 4 \times 0,0133 \times 54,5}}{2 \times 0,0133} \cong 65,6\frac{m^3}{h} \rightarrow (0,2)$$

$$Q_{nova} = 0,7 \times 65,6 = 45,92\frac{m^3}{h} \rightarrow (0,1)$$

Para esta nova vazão determina-se o novo coeficiente de perda de carga distribuída e o pela equação da linha de tendência da CCB, que não muda, a nova carga manométrica, que pertence ao novo ponto de trabalho:

$$Q_{nova} = 45,92\frac{m^3}{h} \rightarrow \{f_{3''} = 0,0193 \rightarrow (0,1)$$

$$H_{B_{novo}} = H_{S_{novo}} = -0,0061 \times 45,92^2 + 0,0692 \times 45,92 + 38,5 \cong 28,82m \rightarrow (0,2)$$

Pelas condições da questão sabemos que a CCI para esta nova vazão seria:

$$H_S = 28,82 = -16 + 2242 \times \left(\frac{45,92}{3600}\right)^2 + 0,0193 \times B_{inst} \times \left(\frac{45,92}{3600}\right)^2$$

$$\therefore B_{inst} \cong 14156851,29\frac{s^2}{m^5} \rightarrow (0,1)$$

$$B_{inst} = \left(\frac{L + \sum L_{eq}}{D_H}\right) \times \frac{1}{2g \times A^2}$$

Portanto, devemos retomar a primeira situação, para a vazão máxima para a determinação do comprimento total da tubulação, o qual não muda de uma situação para a outra:

$$\left(\frac{L+63{,}78}{0{,}0779}\right)\times\frac{1}{19{,}6\times\left(47{,}7\times10^{-4}\right)^2}=5124058{,}9\therefore L\cong114{,}23\text{m}\rightarrow(0{,}1)$$

Determinado o comprimento da tubulação, retomamos a nova situação para a determinação do comprimento equivalente da válvula globo reta sem guia da Mipel parcialmente fechada, lembrando que os demais comprimentos equivalentes permanecem inalterados:

$$\left(\frac{114{,}23+37{,}88+L_{eq_{VG_{p.fechada}}}}{0{,}0779}\right)\times\frac{1}{19{,}6\times\left(47{,}7\times10^{-4}\right)^2}=14156851{,}29$$

$$L_{eq_{VG_{p.fechada}}}\cong339{,}7\text{m}\rightarrow(0{,}2)$$

Gabarito turma A1

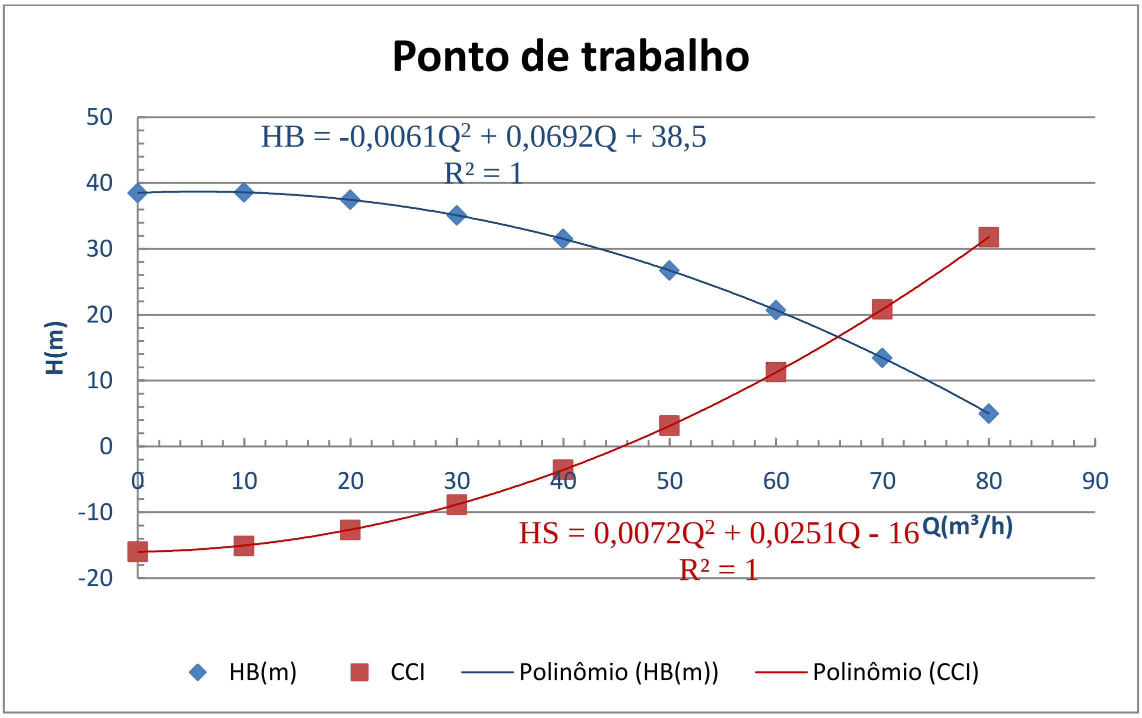
- Determinação da equação da linha de tendência da CCI, para isto deve-se atribuir vazões para o cálculo de H_S, onde se devem adotar vazões que propiciem o ponto de trabalho, ou seja, o cruzamento da CCB com a CCI.

Para a determinação anterior é importante se ter os dados fornecidos:

$$\text{fluido} \rightarrow \text{água a } 28^0\,\text{C}\begin{cases}\rho = 996{,}2\,\dfrac{\text{kg}}{\text{m}^3} \\ \mu = 8{,}32\times10^{-4}\,\text{Pa}\times\text{s} \\ \nu = 8{,}35\times10^{-7}\,\dfrac{\text{m}^2}{\text{s}}\end{cases}$$

$$\text{tubulação} \rightarrow \begin{cases} k_{\text{aço}} = 4{,}6\times10^{-5}\,\text{m} \\ \text{aço 40} \rightarrow D_N = 3''\begin{cases} D_{int} = 77{,}9\text{mm} \\ A = 47{,}7\text{cm}^2\end{cases}\end{cases}$$

Q(m³/h)	HB(m)	$f_{3''}$	Hs(m)
0	38,5	0	-16
10	38,6	0,0226	-15,1
20	37,4	0,0206	-12,7
30	35,1	0,0197	-8,8
40	31,5	0,0193	-3,5
50	26,7	0,0190	3,2
60	20,7	0,0187	11,3
70	13,5	0,0186	20,8
80	5,0	0,0184	31,8



$$-0{,}0061Q^2 + 0{,}0692Q + 38{,}5 = 0{,}0072Q^2 + 0{,}0251Q - 16$$

$$0{,}0133Q^2 - 0{,}0441Q - 54{,}5 = 0$$

$$Q_\tau = \frac{0{,}0441 + \sqrt{0{,}0441^2 + 4 \times 0{,}0133 \times 54{,}5}}{2 \times 0{,}0133} \cong 65{,}7\frac{m^3}{h} \rightarrow (0{,}2)$$

$$Q_{nova} = 0{,}55 \times 65{,}7 = 36{,}135\frac{m^3}{h} \rightarrow (0{,}1)$$

Para esta nova vazão determina-se o novo coeficiente de perda de carga distribuída e o pela equação da linha de tendência da CCB, que não muda, a nova carga manométrica, que pertence ao novo ponto de trabalho:

$$Q_{nova} = 36{,}135\frac{m^3}{h} \rightarrow \{f_{3''} = 0{,}0198 \rightarrow (0{,}1)$$

$$H_{B_{novo}} = H_{S_{novo}} = -0{,}0061 \times 36{,}135^2 + 0{,}0692 \times 36{,}135 + 38{,}5 \cong 33{,}04m \rightarrow (0{,}2)$$

Pelas condições da questão sabemos que a CCI para esta nova vazão seria:

$$H_S = 33{,}04 = -16 + 2242 \times \left(\frac{36{,}135}{3600}\right)^2 + 0{,}0198 \times B_{inst} \times \left(\frac{36{,}135}{3600}\right)^2$$

$$\therefore B_{inst} \cong 24469726{,}6 \frac{s^2}{m^5} \rightarrow (0{,}1)$$

$$B_{inst} = \left(\frac{L + \sum L_{eq}}{D_H}\right) \times \frac{1}{2g \times A^2}$$

Portanto, devemos retomar a primeira situação, para a vazão máxima para a determinação do comprimento total da tubulação, o qual não muda de uma situação para a outra:

$$\left(\frac{L + 63{,}78}{0{,}0779}\right) \times \frac{1}{19{,}6 \times \left(47{,}7 \times 10^{-4}\right)^2} = 5124058{,}9 \therefore L \cong 114{,}23m \rightarrow (0{,}1)$$

Determinado o comprimento da tubulação, retomamos a nova situação para a determinação do comprimento equivalente da válvula globo reta sem guia da Mipel parcialmente fechada, lembrando que os demais comprimentos equivalentes permanecem inalterados:

$$\left(\frac{114{,}23 + 37{,}88 + L_{eq_{VG_{p.fechada}}}}{0{,}0779}\right) \times \frac{1}{19{,}6 \times \left(47{,}7 \times 10^{-4}\right)^2} = 24469726{,}6$$

$$L_{eq_{VG_{p.fechada}}} \cong 698m \rightarrow (0{,}2)$$