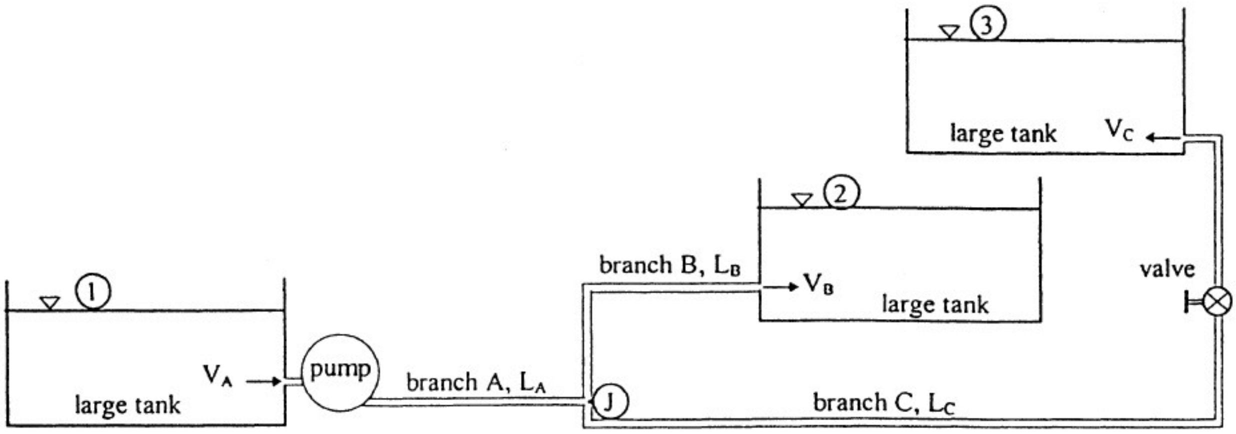
1º Trabalho

Na instalação da figura todos os condutos tem o mesmo diâmetro $D = 5\,\text{cm}$ e a mesma rugosidade relativa $\varepsilon/D = 0{,}001$. Os comprimentos dos trechos retos são $L_A = 50\,\text{m}$, $L_B = 100\,\text{m}$ e $L_C = 200\,\text{m}$. Todas as singularidades podem ser consideradas desprezíveis, menos a válvula no trecho C que tem um comprimento equivalente $L_{eq} = K_s\,D/f = 50\,\text{m}$. Uma bomba retira água $\left(\rho = 1000\,\text{kg/m}^3, \nu = 10^{-6}\,\text{m}^2\text{/s}\right)$ do reservatório (1) e a impulsiona para os reservatórios (2) e (3) com a vazão se subdividindo na junção (J). Os três reservatórios são reservatórios de grandes dimensões abertos á atmosfera. A cota z_1 em metros é dada pela média do terceiro dígito do número USP dos integrantes do grupo. A conta z_2 em metros é dada pela soma de z_1 com a somatória do quarto dígito dos números USP dos integrantes do grupo mais dois metros. A cota z_3 em metros é dada pela soma de z_2 com a somatória do quinto dígito dos números USP dos integrantes do grupo mais dois metros. A altura manométrica da bomba H_m em metros é dada pela soma de z_3 com a somatória do sexto dígito dos números USP dos integrantes do grupo mais dez metros. Assim, se o grupo tiver dois integrantes de números USP 124678 e 146890, teremos por exemplo $z_1 = 5$ m ; $z_2 = 21$ m ; $z_3 = 39$ m ; $H_m = 57$ m .

Pedem-se: a carga H_J na junção ; os coeficientes de perda de carga distribuída f_A, f_B e f_C ; e as vazões Q_A, Q_B e Q_C. Considerar $g = 10\,\text{m/s}^2$.



Os cálculos podem ser efetuados usando programação em Python, c++ ou qualquer linguagem da preferência do grupo, ou usando softwares como MATLAB e similares, ou EES e similares, ou EXCEL, ou qualquer metodologia numérica da preferência do grupo (inclusive cálculos manuais). O grupo deve escrever um relatório sucinto (três ou quatro páginas) relatando como resolveu o problema e apresentando os resultados. O relatório deve ser enviado em formato .pdf para o email fabio.saltara@usp.br até o dia 18/11/2022.

Exemplo de solução:

A equação da energia é dada por:

$$H_B - H_A = H_m - \text{perdas}$$

Assim, se considerarmos que os reservatórios são de grandes dimensões e abertos à atmosfera, as cargas em (1), (2) e (3) serão dadas simplesmente pelas cotas.

Da aplicação da equação da energia ao trecho C:

$$H_J - z_3 = f_c \frac{L_C + L_{eq}}{D} \frac{V_C^2}{2g} \qquad (1)$$

Da aplicação da equação da energia ao trecho B:

$$H_J - z_2 = f_B \frac{L_B}{D} \frac{V_B^2}{2g} \qquad (2)$$

Da equação de Colebrook no trecho C:

$$f_C = f_C\left(f_C V_C^2\right) \qquad (3)$$

Da equação de Colebrook no trecho B:

$$f_B = f_B\left(f_B V_B^2\right) \qquad (4)$$

Da equação da continuidade na junção (J), sabendo que todos os diâmetros são iguais:

$$V_A = V_B + V_C \qquad (5)$$

Da equação de Haaland (ou Colebrook), no trecho (A):

$$f_A = f_A(V_A) \qquad (6)$$

Da equação da energia no trecho (A):

$$H_J = z_1 + H_m - f_A \frac{L_A}{D} \frac{V_A^2}{2g} \qquad (7)$$

Pode-se, com essas equações, elaborar o seguinte processo de solução:

a)Admitir um valor inicial de H_J;
b)Da equação (1) calcular $f_C V_C^2$;
c)Da equação (2) calcular $f_B V_B^2$;
d)Da equação de Colebrook (3) calcular f_C e consequentemente V_C;
e)Da equação de Colebrook (4) calcular f_B e consequentemente V_B;
f)Da equação de Continuidade (5) calcular V_A;
g)Da equação (6) calcular f_A;
h)Da equação (7) recalcular H_J.

Notem que esse procedimento não é convergente usando o valor recalculado de H_J ao retornar ao passo (b). Pode-se utilizar em (b) uma média entre o valor recalculado de H_J e o valor anterior, e assim se obtém convergência do processo iterativo. Os grupos podem exercer criatividade e elaborar diferentes abordagens, de acordo com as ferramentas utilizadas.