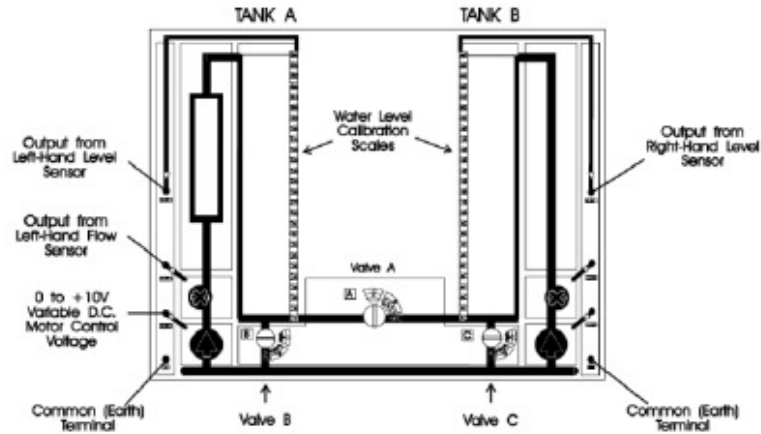


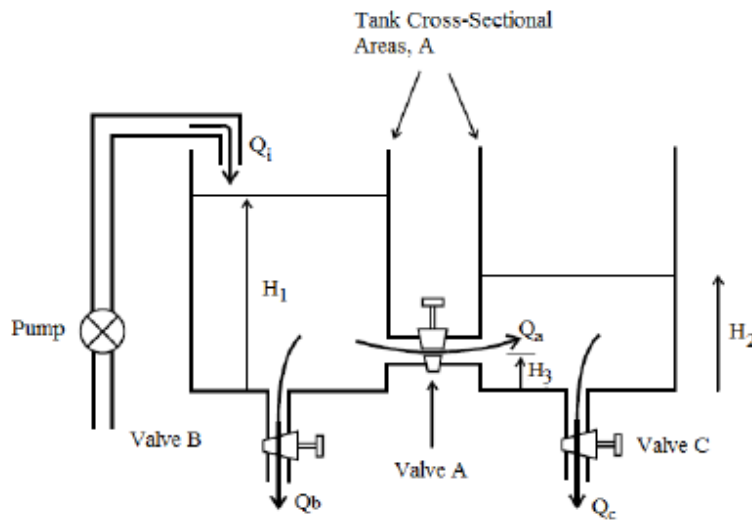
Model dynamiczny układu zbiorników połączonych

Niech będzie dany obiekt w postaci dwóch zbiorników (CE105MV) połączonych ze sobą przedstawiony na rys. 1.



Rysunek 1. Układ zbiorników

Schemat fizyczny zbiorników przedstawiony jest na rys. 2.



Rysunek 2. Schemat układu zbiorników

Oznaczmy przez Q , Q_a , Q_b i Q_c odpowiednio strumień płynu (w m^3/sek): dopływającego do zbiornika A, przepływającego ze zbiornika A do zbiornika B, odpływającego ze zbiornika A oraz odpływającego ze zbiornika B. Objętości zbiorników A i B są takie same i oznaczone są przez V (w m^3), a ich przekroje poprzeczne przez A (w m^2). Poziomą wysokość (w m) w zbiorniku A oznaczamy będziemy przez h_1 , a w zbiorniku B przez h_2 .

Równania dynamiki zachodzącej w zbiornikach opisują poniższe równania

$$\begin{aligned} \frac{dV}{dt} &= A \frac{dh_1}{dt} = Q - Q_a - Q_b \\ \frac{dV}{dt} &= A \frac{dh_2}{dt} = Q_a - Q_c. \end{aligned} \quad (1)$$

Biorąc pod uwagę parametry techniczne zaworów, strumienie przepływów przez nie możemy zapisać

$$\begin{aligned} Q_a &= C_a a_a \sqrt{|2g_r(h_1 - h_2)|} \\ Q_b &= C_b a_b \sqrt{2g_r h_1} \\ Q_c &= C_c a_c \sqrt{2g_r h_2}, \end{aligned} \quad (2)$$

gdzie g_r jest przyspieszeniem ziemskim (w m/sek²), C_a , C_b , C_c oraz a_a , a_b i a_c są odpowiednio współczynnikami (bezmianowymi) szybkości wypływu oraz polami przekrojów (w m²) zaworów a, b i c.

Podstawiając (2) do (1) otrzymamy równania

$$\begin{aligned} \frac{dh_1}{dt} &= -\frac{1}{A} C_a a_a \sqrt{|2g_r(h_1 - h_2)|} - \frac{1}{A} C_b a_b \sqrt{2g_r h_1} + \frac{1}{A} Q \\ \frac{dh_2}{dt} &= -\frac{1}{A} C_c a_c \text{sign}(h_1 - h_2) \sqrt{2g_r h_2} + \frac{1}{A} C_a a_a \text{sign}(h_1 - h_2) \sqrt{|2g_r(h_1 - h_2)|}. \end{aligned} \quad (3)$$

Wartości stałych przyjmujemy następujące:

- $A = 0.06 * 0.07$ [m²],
- $a_a = \pi * 0.007^2$ [m²], $a_b = \pi * 0.005^2$ [m²], $a_c = \pi * 0.005^2$ [m²],
- wartości nastawialne z przedziału [0, 1], przykładowo: $C_a = 1$, $C_b = 0.5$, $C_c = 0.5$,
- $Q_{\max} = (4400 * (0.01)^3) / 60$ [m³/sek],
- $h_{\max} = 250 * 10^{-3}$ [m].

Jeśli wymuszeniem ma być napięcie V (z przedziału [0, 10]) zasilające pompę, należy użyć podstawienia

$$Q = k_p V,$$

gdzie $k_p = 7.33333 * 10^{-6}$ jest współczynnikiem.

W przypadku układu z jednym zbiornikiem, dynamika opisuje się następująco

$$\frac{d}{dt} h_1 = -\frac{1}{A} C_b a_b \sqrt{2g_r h_1} + \frac{1}{A} Q. \quad (4)$$