La figura representa el sistema de control de la altura $h_1(t)$ del depósito inferior, a través de la entrada u(t). Como ecuaciones simplificadas se tomarán:

$$q_e(t) - q_2(t) = A_2 * \frac{dh_2(t)}{dt}$$

$$q_2(t) - q_s(t) + q_p(t) = A_1 * \frac{dh_1(t)}{dt}$$

$$\frac{dq_e(t)}{dt} = e(t)$$

$$e(t) = u(t) - n(t)$$

$$n(t) = N * h_1(t) \quad \text{con} \quad N = 0{,}01\frac{V}{cm}$$

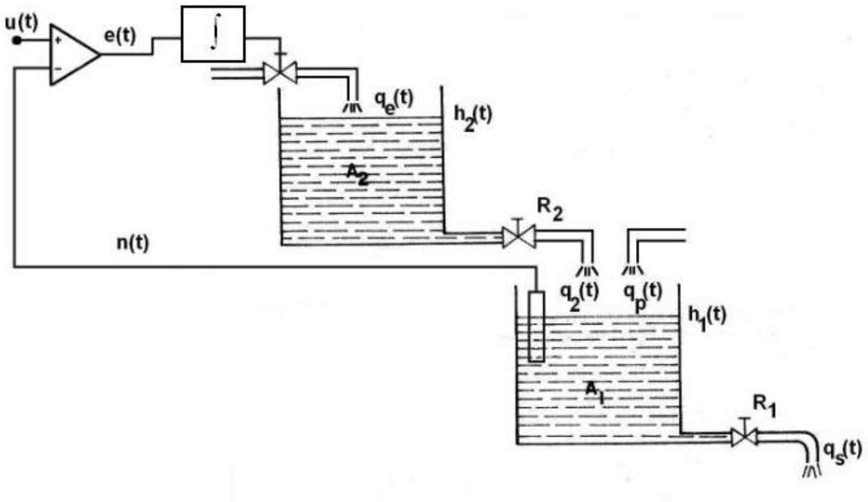
Siendo los caudales de salida de cada depósito función de la altura según:

$$q_2(t) = 0{,}8 * \sqrt{h_2(t)} \qquad q_s(t) = 0{,}2 * \sqrt{h_1(t)}$$

Las áreas de los depósitos son: $A_1 = 2\ m^2$ y $A_2 = 2\ m^2$

Se pide:

a) Linealizar las ecuaciones alrededor del punto de equilibrio: $h_{10} = 1m$ y $h_{20} = 4m$.
b) Diagrama de bloques del sistema.
c) Funciones de transferencia y expresión de $H_1(s)$ en función de las entradas u(t) y $q_p(t)$.

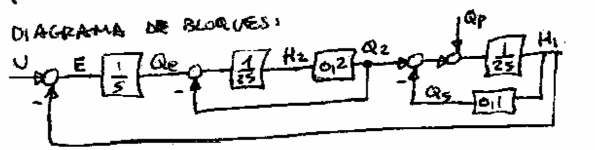


$$\begin{cases} \Delta q_2(t) = \dfrac{0{,}8}{2\sqrt{h_{20}}}\,\Delta h_2(t) = 0{,}2\,\Delta h_2(t) \\ \Delta q_s(t) = \dfrac{0{,}2}{2\sqrt{h_{10}}}\,\Delta h_1(t) = 0{,}1\,\Delta h_1(t) \end{cases}$$

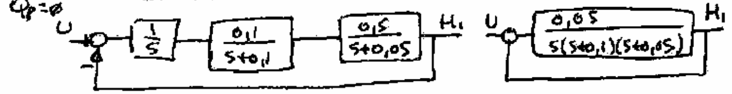
TRANSFORMADA DE LAPLACE:

$$\begin{cases} Q_e(s) - Q_2(s) = 2s\,H_2(s) \\ Q_2(s) - Q_s(s) + Q_p(s) = 2s\,H_1(s) \\ s\,Q_e(s) = E(s) \\ E(s) = U(s) - N(s) \\ N(s) = H_1(s) \\ Q_2(s) = 0{,}2\,H_2(s) \\ Q_s(s) = 0{,}1\,H_1(s) \end{cases}$$

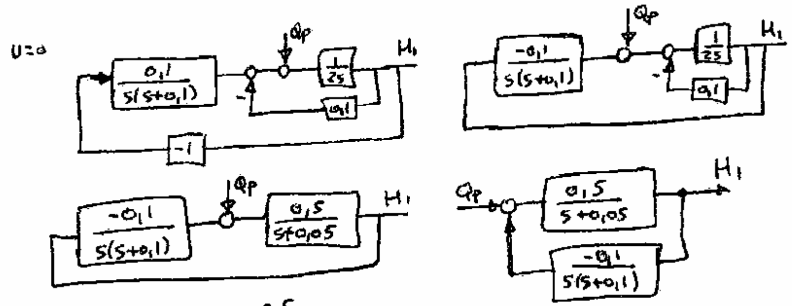
DIAGRAMA DE BLOQUES:



FUNCIONES DE TRANSFERENCIA:



$$\left.\frac{H_1}{U}\right|_{Q_p=0} = \frac{0{,}05}{s(s+0{,}1)(s+0{,}05)+0{,}05}$$



$$\left.\frac{H_1}{Q_p}\right|_{U=0} = \frac{\dfrac{0{,}5}{s+0{,}05}}{1 + \dfrac{0{,}5}{s+0{,}05}\cdot\dfrac{0{,}1}{s(s+0{,}1)}}$$

SALIDA:

$$H_1(s) = \frac{0{,}05}{s(s+0{,}1)(s+0{,}05)+0{,}05}\,U(s) + \frac{0{,}5\,s(s+0{,}1)}{s(s+0{,}1)(s+0{,}05)+0{,}05}\,Q_p(s)$$

$$H_1(s) = \frac{0{,}05}{s^3+0{,}15s^2+0{,}005s+0{,}05}\,U(s) + \frac{0{,}5s^2+0{,}05s}{s^3+0{,}15s^2+0{,}005s+0{,}05}\,Q_p(s)$$