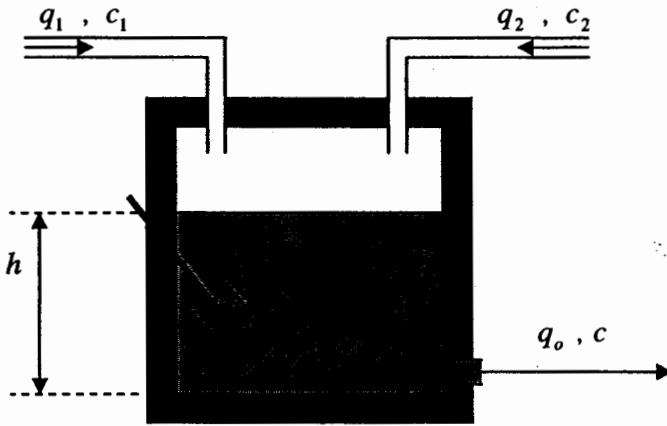


1. Ao. läpivirtaussäiliössä sekoitetaan kahta muuteltavissa olevaa tilavuusvirtausta (q_1, q_2), joilla on erisuuret vakio-konsentraatiot (c_1, c_2). Säädettäviä suureita ovat pinnankorkeus h ja poistuvan litkun konsentraatio c :



Prosessin dynaamiseksi malliksi on saatu fysiikan tietoja mittaustiedon avulla täydentäen

$$\dot{h} = \frac{q_1 + q_2 - k \cdot \sqrt{h}}{A} \quad \text{missä } A = 1 \text{ ja } k = 0.027$$

$$\dot{c} = \frac{q_1 \cdot (c_1 - c) + q_2 \cdot (c_2 - c)}{Ah} \quad \text{missä } c_1 = 1 \text{ ja } c_2 = 2$$

- a) Millä tilavuusvirtausten q_1, q_2 vakioarvoilla prosessi olisi tasapainossa, jossa vastemuuttujien arvot olisivat

$$h = 1 \quad \text{ja} \quad c = 1.25$$

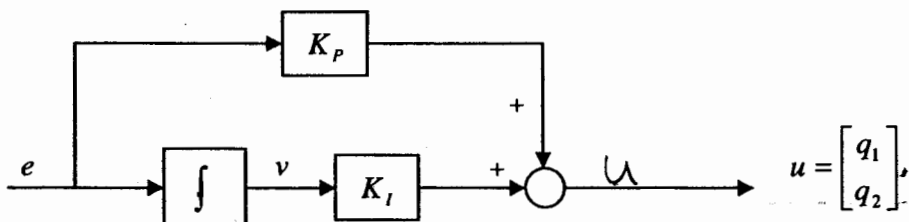
- b) Prosessia on tarkoitus ohjata ao. lohkokaaavion esittämän MIMOPI-säätimen avulla. Säätimen virityksenä on valittu

$$K_P = \begin{bmatrix} 0.0188 & -0.05 \\ 0.0063 & 0.05 \end{bmatrix} \quad \text{ja} \quad K_I = \begin{bmatrix} 0.0003 & -0.0014 \\ 0.0001 & 0.0014 \end{bmatrix}$$

Eräässä tasapainotilassa tulovirtausten tasapainoarvot ovat q_1, q_2 ovat

$$q_1 = 0.020 \quad \text{ja} \quad q_2 = 0.007$$

Laske säätimen integraattorin lähtövektorin v alkuarvo, kun eroarektorin e alkuarvo on nolla(vektori).



2. Tehtävän 1 prosessin lineaarinen malli eräässä toimintapisteessä on

$$\Delta \dot{h} = -0.0135 \cdot \Delta h + \Delta q_1 + \Delta q_2$$

$$\Delta \dot{c} = -0.0270 \cdot \Delta c - 0.25 \cdot \Delta q_1 + 0.75 \cdot \Delta q_2$$

a) Määritä ilman simulointia, kuinka paljon pinta ja konsentraatio kasvavat, jos virtausta q_1 muutetaan määrällä

$$\Delta q_1 = 0.01$$

b) Määritä ilman simulointia, kuinka paljon virtauksia tulisi muuttaa, jotta pinnan ja konsentraation muutoksiksi saataisiin

$$\Delta h = 0.2 \quad \Delta c = 0.3$$

c) Anturit oletetaan ideaalisiksi. Säätimeksi valitaan Tehtävän 1b lohkokaaavion MIMOPI-säädin annetulla vityksellä. Laske suljetun systeemin ominaisarvot ja dc-vahvistus. Mitä päättelet niistä?

3. Tehtävän 1 prosessin lineaarinen malli eräässä toimintapisteessä on

$$\Delta \dot{h} = -0.0135 \cdot \Delta h + \Delta q_1 + \Delta q_2$$

$$\Delta \dot{c} = -0.0270 \cdot \Delta c - 0.25 \cdot \Delta q_1 + 0.75 \cdot \Delta q_2$$

Anturit oletetaan ideaalisiksi.

Viritä systeemille dekoplaava MIMOPI-säädin, jolla sekä

... pinnan nousuaika (tai aikavakio) asetusarvonsa muutostilanteessa on puolet prosessin yhden virtauksen askelmuutokselle saatavasta pinnan nousuajasta (tai aikavakiosta)

... konsentraation nousuaika (tai aikavakio) asetusarvonsa muutostilanteessa on puolet prosessin yhden virtauksen askelmuutokselle saatavasta konsentraation nousuajasta (tai aikavakiosta)

$$K_p = B^{-1} \frac{1}{h}$$

$$K_I = -B A \frac{1}{h}$$

$$sh(s) = -0.0135 h(s) + q_1 + q_2$$

$$sh(s) + 0.0135 h(s) = q_1 + q_2$$

$$h(s) + 0.0135 h_1 = \frac{1}{2}$$

$$\Delta q_1 = -0.0027 - q_2$$

$$-0.25 (-0.0027 - q_2) + 0.75 q_2 = -0.008$$