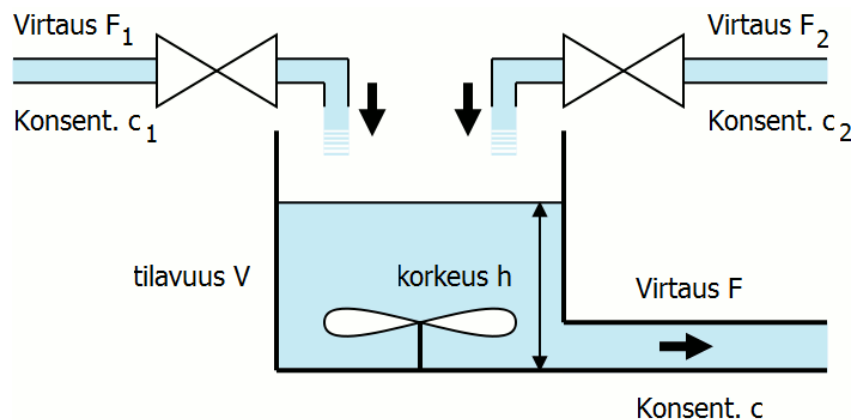


MS-E2129 Systemien identifiointi

1. Harjoitustyö – Läpivirtaussäiliö

Kuvassa 1 esitettyssä läpivirtaussäiliösystemissä on kaksi venttiiliä, joista syötetään säiliöön nopeuksilla F_1 ja F_2 [yksikkönä m^3/s] sisään liuoksia, joiden konsentraatiot ovat c_1 ja c_2 [mol/m^3].

- Säiliön pohjan pinta-ala on A [m^2], nesteen korkeus h [m] ja tilavuus $V = Ah$ [m^3]. Liuotetun aineen ainemäärä säiliössä on n [mol] ja säiliön sisältämän liuoksen konsentraatio $c = n/V$ [mol/m^3].
- Ulostaus on $F = a\sqrt{2gh}$ [m^3/s], missä a [m^2] on jokin verrannollisuuskerroin ja g [m/s^2] putoamiskiihtyvyys.
- Oletetaan lisäksi, että liuos sekoittuu nopeasti, jolloin säiliön sisältämä liuos voidaan olettaa homogeeniseksi kaikilla ajanhetkillä.
- Käytä *simuloinneissa* seuraavia arvoja: $A = 2\text{m}^2$, $a = 0.07\text{m}^2$, $c_1 = 1.5\text{mol}/\text{m}^3$ ja $c_2 = 1\text{mol}/\text{m}^3$. Älä kuitenkaan käytä numeroarvoja kaavojen pyörittelyssä!



Kuva 1: Harjoitustyön 1 läpivirtaussysteemi.

1. Muodosta epälineaarinen tilayhtälömalli kuvaamaan nestepinnan korkeutta ja ainemäärää säiliössä. Mallin ohjaukset ovat F_1 , F_2 , c_1 ja c_2 , ja ulostulot h ja n . Valitse itse mallin tilat. Simuloi järjestelmän toimintaa erilaisilla sisäänmenovirtauksilla, kun c_1 ja c_2 ovat vakioita. Käytä Simulink-tiedostoa las1_1.slx.
2. Analysoi, miten ulostulokonsentraatioon c vaikuttavat
 - a. sinimuotoinen
 - b. satunnainenvaihtelu c_1 :ssä, kun c_2 on vakio. Käytä Simulink-tiedostoa las1_1.slx.
3. Linearisoi epälineaarinen tilayhtälömalli jonkin tasapainotilan ympäristössä. Raportoi, miten linearisointi tehdään. Simuloi linearisoidun mallin toimintaa erilaisilla sisäänmenovirtauksilla ja vertaa tuloksia linearisoimattomaan malliin. Käytä Simulink-tiedostoa las1_3.slx, johon joudut laskemaan tilayhtälöesityksen kertoimet. Huom. Simulink-mallissa vakio y_0 on vektori, joka sisältää ulostulomuuttujien arvot tasapainotilassa valituilla muuttujien F_1 ja F_2 arvoilla.

Lopuissa tehtävissä tutkitaan vain nestemäärän virtauksia, ei konsentraatioita. Tämän myötä ei myöskään tarvitse erotella sisään tulevia virtauksia toisistaan, vaan ohjauksena voi käyttää $F_{in} = F_1 + F_2$.

4. Tutki, miten ulosvirtaus F käyttäytyy, kun sisään tuleva virtaus vaihtelee sinimuotoisesti. Miten virtauksen taajuuden muutos vaikuttaa F :ään? Käytä Simulink-tiedostoa las1_4.slx.
5. Muodosta linearisoidun järjestelmän siirtofunktio. Raportoi, miten muodostaminen tapahtuu. Simuloi järjestelmän toimintaa siirtofunktion avulla ja vertaa ulosvirtauksen F käyttäytymistä kohdissa 1. ja 3. tehtyjen simulaatioiden tuloksiin. Käytä Simulink-tiedostoa las1_5.slx.
6. Diskretoi linearisoitu malli. Selosta, miten malli diskretoidaan. Simuloi, ja vertaa ulostulovirtauksen F käyttäytymistä kohdissa 1., 3. ja 5. tehtyjen simulaatioiden tuloksiin. Käytä Simulink-tiedostoa las1_6.slx.