

$$\begin{cases} \alpha u_1 + \beta u_2 \\ \alpha \{u_1\} + \beta \{u_2\} \end{cases}$$

$$i_c = C \frac{dv}{dt} \quad v_L = L \frac{di}{dt}$$

$$i_L = \frac{1}{L} \int v dt \quad v_C = \frac{1}{C} \int i dt$$

$$\alpha(u_1) = 1 + \beta(u_2)$$

1. Järjestelmän sisäänmeno on käämin yli oleva jännite ja ulostulo käämin virta. Tarkastele järjestelmän lineaarisuutta.

2. Erästä kemiallista tuotantoprosessia tarkastellaan diskreetein aikaväleihin. Prosessin kehittäjä ilmoittaa, että systeemi on lineaarinen ja aikainvariantti. Mittauspöytäkirjasta ilmenee, että systeemin sisäänmeno  $\{1, -3, 2\}$  on aiheuttanut ulostulon  $\{1, -1, -4, 4\}$ . Prosessin analysoija syöttää järjestelmään uuden sisäänmenon  $\{1, 2, 3\}$ , jolloin hän mittaa systeemin ulostuloksi  $\{1, 4, 7, 5\}$ . Onko mittaustulos oikea? (Perustelut vaaditaan.)

$$\begin{array}{c|cccc} & 1 & 2 & 0 & 0 \\ \hline 1 & 1 & 2 & 0 & 0 \\ 2 & 2 & 4 & 0 & 0 \\ 3 & 3 & 6 & 0 & 0 \\ 4 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{array} \quad \begin{array}{l} y_1 = 1 \\ y_2 = 4 \\ y_3 = 7 \\ y_4 = 6 \end{array}$$

3. Piirrä oheista tilaesitystä vastaava kytkentä, kun tilamuuttujina on kondensaattorin yli oleva jännite ja käämin kautta kulkeva virta. Onko verkko ilman ohjausta stabiili?  $R = 1 \Omega, L = 1$  H,  $C = 0.5$  F,  $J = 1$  A.

$$\begin{aligned} \frac{1}{C} &= \frac{1}{L} i_L \\ \frac{1}{C} &= \frac{C}{L} i_L \end{aligned}$$

$$\begin{bmatrix} \dot{x}_1 \\ \dot{x}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{1}{RC} & -\frac{1}{C} \\ \frac{1}{L} & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \frac{1}{C} \\ 0 \end{bmatrix} J$$

~~$$\begin{aligned} \dot{x}_2 &= \frac{1}{RC} x_2 - \frac{1}{C} x_1 \\ \frac{v_L}{L} &= \frac{i_L}{RC} - \frac{v_C}{C} + \frac{J}{C} \\ i_L &= \frac{RC}{L} v_L + \frac{RC}{C} v_C - \frac{RC}{C} J \\ \dot{i}_L &= \frac{RC}{L} v_L + R v_C - R J \end{aligned}$$~~

4. Sähköpiirissä kondensaattorin omaavan haaran virraksi on muunnostasossa saatu  $J = \frac{C}{L} v_L - \frac{1}{RC} v_C$

$$I(s) = \frac{s^2 + 3s + 1}{4s^2 + 2s + 6}$$

$$\begin{aligned} u &= RI \\ i &= \frac{u}{R} \end{aligned}$$

Määritä aikatasossa kondensaattorin yli oleva jännite, kun aika  $t$  rajatta kasvaa, ts.

$$\lim_{t \rightarrow \infty} u_C(t) = ?$$

Kondensaattori on alkujaan varautunut, ts.  $u_C(0) = 33.33$  V. Kondensaattorin kapasitanssi  $C = 0.001$  F.

5. Oheisessa piirissä kytkin avataan ajanhetkellä  $t = 0$ , jota ennen piiri on ollut jatkuvuustilassa. Määritä Laplace-muunnoksen avulla resistanssin  $R_2$  yli oleva jännite  $u(t)$ , kun kytkin avataan.

