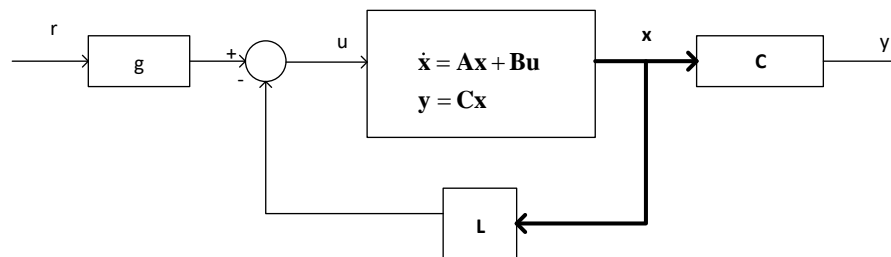


ELEC-C1230 Sääötötekniikka

7. laskuharjoitus

Tilasäätö, tilatarkkailija

1. Tarkastellaan alla olevan kuvan mukaista säätökonfiguraatiota, jossa takaisinkytkentä tehdään järjestelmän tilasta \mathbf{x} sen sijaan, että käytettäisiin järjestelmän ulostuloa y . Kyseessä on *tilatakaisinkytkentä*.



- a. Johda järjestelmän karakteristinen yhtälö.
- b. Johda kaava, jonka avulla voidaan laskea koko takaisinkytketyn järjestelmän siirtofunktio.
- c. Jos järjestelmän kaikkia tiloja ei voida mitata, mutta järjestelmän malli (siis matriisit \mathbf{A} , \mathbf{B} ja \mathbf{C}) tunnetaan, voidaan järjestelmän tilat estimoida tilatarkkailijalla, joka on muotoa

$$\dot{\hat{\mathbf{x}}}(t) = \mathbf{A}\hat{\mathbf{x}}(t) + \mathbf{B}u(t) + \mathbf{K}[y(t) - \mathbf{C}\hat{\mathbf{x}}(t)]$$

missä \mathbf{K} valitaan sopivasti. Tilatakaisinkytkentä voidaan nyt tehdä estimoidun tilan $\hat{\mathbf{x}}$ avulla. Kirjoita lauseke estimointivirheen $\mathbf{e}(t) = \mathbf{x}(t) - \hat{\mathbf{x}}(t)$ muutokselle $\dot{\mathbf{e}}(t)$. Miten \mathbf{K} :n valinta vaikuttaa estimointivirheen käyttäytymiseen, kun $t \rightarrow \infty$?

2. Tee seuraavan tilamallin systeemille tilatakaisinkytkentä ja laske l_1 , l_2 ja l_3 siten, että systeemin navat ovat pisteissä -8.0 ja $-12 \pm 4i$.

Osoita, että systeemi on saavutettava. Onko se myös tarkkailtava?

$$\begin{cases} \begin{bmatrix} \dot{x}_1 \\ \dot{x}_2 \\ \dot{x}_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 4 & 0 \\ -3 & 0 & 2 \\ 0 & 0 & -2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 2 \end{bmatrix} u \\ y = [1 \quad 0 \quad 0] \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix} \end{cases}$$

3. Olkoon prosessin tilamalli:

$$\begin{cases} \begin{bmatrix} \dot{x}_1 \\ \dot{x}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -2 & -4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 2 \end{bmatrix} u \\ y = [1 \quad 0] \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} \end{cases}$$

- a. Tee tälle mallille tilatakaisinkytkentä ja laske karakteristinen yhtälö (johon kuuluvat parametrit l_1 , ja l_2).
- b.* Ylikurssi, ei vaadita: Augmentoi säätimeen integroiva osa siten, että säädetyin järjestelmän kaikki navat ovat pisteessä -1.
- c. Laske siirtofunktio $Y(s) / R(s)$, kun käytetään samanlaista säädintä kuin tehtävässä 1. (Tavallinen tilasäädin sekä etukompensaattori g .)
- d. Suunnittele tilatakaisinkytkentä siten, että yksikköaskelvasteen 2%:n asettumisaika on 1.0 s, vaimennussuhde on $\zeta = 0.707$ ja staattinen vahvistus on yksi.
- e. Onko systeemi saavutettava ja tarkkailtava?
- f. Suunnittele tilatarkkailija, jonka navat ovat pisteissä $-16 \pm 16j$.

Vihjeet:

2%:n asettumisaika: $t_s(2\%) \approx 4 / (\zeta\omega_n)$, $\zeta \leq 0.88$, yksikköaskelvasteen ylitys:

$$\%OS = 100 e^{-\left(\frac{\pi\zeta}{\sqrt{1-\zeta^2}}\right)}, \zeta \leq 1.$$

Ohjattavuus- ja havaittavuusmatriisit: $\mathbf{M}_c = [\mathbf{B} \mid \mathbf{AB} \mid \mathbf{A}^2\mathbf{B} \mid \dots \mid \mathbf{A}^{n-1}\mathbf{B}]$.

$$\mathbf{M}_o = \begin{bmatrix} \mathbf{C} \\ \dots \\ \mathbf{CA} \\ \dots \\ \mathbf{CA}^2 \\ \dots \\ \vdots \\ \dots \\ \mathbf{CA}^{n-1} \end{bmatrix}$$