

# Féléves terv

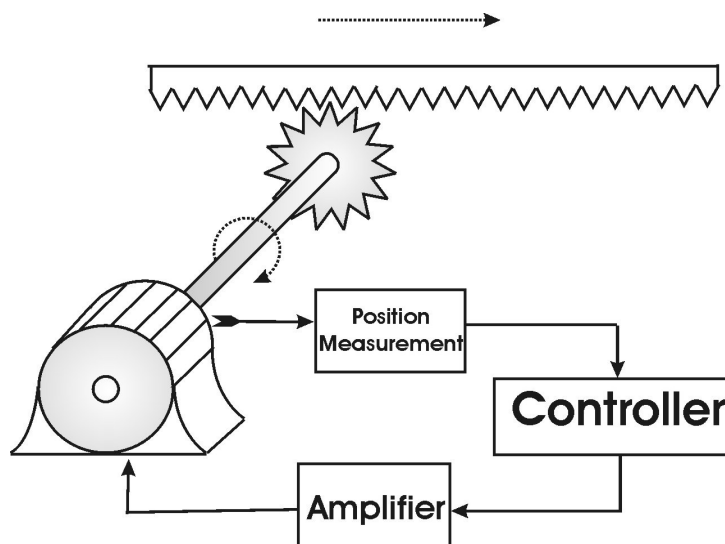
## Mintavételes irányítási rendszerek

### Automatizálás és Alkalmazott Informatika szak

#### Flexibilis csukló állapotteres irányítása

#### Feladat megfogalmazása:

Legyen adva egy egyenáramú szervomotorral meghajtott pozicionáló berendezés. A motor és a terhelés flexibilis tengellyel van összekötve és a terhelés oldalon is felléphet súrlódás. A súrlódást mind a motor, mind a terhelés oldalon viszkózus súrlódási modellel írjuk le. A rendszer mért kimenete a pozíció a motor oldalon, a vezérlőjel arányos a motorárammal.



1. Ábra: A megvalósítandó szabályozási rendszer

Ebben az esetben a rendszer dinamikáját az alábbi egyenletek határozzák meg:

$$J_m \ddot{\theta}_m + k_{fm} \dot{\theta}_m = u - u_j$$

$$J_l \ddot{\theta}_l + k_{fl} \dot{\theta}_l = u_j$$

ahol:  $\theta_m$  – a motor szögpozíciója  
 $\theta_l$  – a terhelés szögpozíciója

$u$  – a vezérlőjel

$J_m = 1E-5 [kgm^2]$  – a motor oldal inerciája

$J_l = 1E-5 [kgm^2]$  – a terhelés oldal inerciája

$k_{fm} = 1E-3 [Nmsec/rad]$  – a viszkózus súrlódási együttható a motor oldalon

$k_{fl} = 1E-3 [Nmsec/rad]$  – a viszkózus súrlódási együttható a terhelés oldalon

A tengely flexibilitását ( $u_j$ ) úgy modellezhetjük, mint egy rugalmassági nyomaték és egy, a szögsebességgel arányos csillapító nyomaték összege:

$$u_j = k_{sj}(\theta_m - \theta_l) + k_{fj}(\dot{\theta}_m - \dot{\theta}_l)$$

ahol:  $k_{sj} = 1$  [Nm/rad]– a tengely rugalmassági együtthatója  
 $k_{fj} = 1E-5$  [Nmsec/rad]– a tengely csillapítási együtthatója

Megoldandó feladat:

Határozza meg a rendszer állapotteres modelljét. Melyek az állapotok? Hányad fokú a rendszer?

### A szabályozó tervezése:

Megoldandó feladatok:

- Diszkrétizálja az állapotteres modellt  $T=1$  msec mintavételi periódussal. Ábrázolja a rendszer impulzusra adott válaszát. Ábrázolja a rendszer Bode diagramját. Mennyi a rendszer rezonanciafrekvenciája? Tanulmányozza a diszkrétizált rendszer irányíthatóságát és megfigyelhetőségét.
- Tervezzen diszkrét LQ optimális állapotviszacsatolást az alábbi beállításokkal:

$$Q = \text{diag}([10 \ 0 \ 0 \ 0]) \quad R = 1$$

- Tervezzen diszkrét LQ optimális állapotbecslőt az alábbi beállításokkal:

$$Q = \text{diag}([0.001 \ 0.001 \ 0.001 \ 0.001]) \quad R = 1$$

IV. Tervezzen alapjel miatti korrekciót a mintavételezett rendszernek ( $Nx$ ,  $Nu$ ) a pontos egységugrás alapjelkövetés biztosítására.

### A szabályozás implementálása:

Tanulmányozza a zárt rendszer viselkedését. A szabályozó tartalmazza az állapotviszacsatolást, állapotbecslést és alapjel miatti korrekciót. Szimulálja a rendszer viselkedését az első 500 mintavételben. Kezdeti beállítások: A referencijel legyen  $1$  [rad]. A  $0$  –ik mintavételben rendszer a szögsebessége mindkét oldalon  $0$  [rad/sec], a szögpozíció mindkét oldalon:  $-1$  [rad]. Az állapotbecslő összes kezdőállapota  $0$ .

Ábrázolja grafikusán az alábbiakat:

- A motor szögpozíciója
- A terhelés szögpozíciója
- A terhelés szögpozíciójának becslési hibája
- A vezérlőjel.

Tanulmányozza a zárt rendszer viselkedését módosított  $Q$  és  $R$  mátrixokkal az állapotviszacsatolás és az állapotbecslés tervezésénél.

### Dokumentáció készítés:

- A tervezés elméleti és megvalósítási lépéseit, a szimulációs eredményeket foglalja össze 4-5 oldalas dokumentációban. Mellékelje a dokumentációhoz a tervezést megoldó Matlab kódot.
- Dolgozzon fel egy cikket, amely az alábbi folyóiratok egyikében jelentek meg az utóbbi 5 évben:

*Control Engineering Practice (ajánlott)*  
*Automatica*

*Process Control*

*Systems & Control Letters*

2-3 oldalas leírásban mutassa be a cikk eredményeit.

A folyóiratok [www.eisz.hu](http://www.eisz.hu) honlapon a 'Science Direct' linken keresztül érhető el. Az eléréshez regisztráció szükséges.

## **Értékelés:**

**1 Feladat** 80% + **2 Feladat** 20%.

Mindkét esetben az értékelés: 70% - a megoldás helyessége, 30% - a dokumentáció minősége.

## **Ajánlott irodalom:**

1. Advanced control with Matlab and Simulink. Ed. by Jerzy Moscinski, Zbigniew Ogonowski. London [etc.], Ellis Horwood, 1995. ISBN 0-13-309667-X
2. Goodwin Graham C, Control System Design, Prentice Hall, 2001
3. The control handbook. Ed. William S. Levine. Boca Raton, Fl., CRC Press; New York, IEEE Press, 1996. ISBN 0-8493-8570-9
4. Kuo, Benjamin C.: Digital control systems. Oxford, Oxford University Press, 1992. ISBN 0-19-512064-7
4. Bishop, Robert H.: Modern control systems analysis and design using Matlab and Simulink. Menlo Park, Cal. [etc.] : Addison-Wesley Longman, cop. 1997. ISBN 0-201-49846-4
5. Lantos Béla: Irányítási rendszerek elmélete és tervezése. Budapest, Akadémiai Kiadó, 2001. 1. köt. ISBN 963-05-7787-9
6. Lantos Béla: Irányítási rendszerek elmélete és tervezése. Budapest, Akadémiai Kiadó, 2001. 2. köt. ISBN 963-05-7922-7
7. Állapottranszformáció, irányíthatóság és megfigyelhetőség, állapotirányítás / [kész. Halász Péter et al.] ; [szerk. Szilágyi Béla] ; [közread. a] Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem. Villamosmérnöki és Informatikai Kar. Irányítástechnika és Informatika Tanszék, 2000
8. Szabályozástechnika példatár : [egyetemi jegyzet oktatási célra] / [szerzők Csubák Tibor et al.] ; [szerk.] Szilágyi Béla ; [közread. a] Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem. Villamosmérnöki és Informatikai Kar. Irányítástechnika és Informatika Tanszék, 2004
9. Szabályozástechnika : ellenőrző kérdések : példatár / [kész. Csubák Tibor et al.] ; [szerk. Szilágyi Béla] ; [közread. a] Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem. Villamosmérnöki és Informatikai Kar. Irányítástechnika és Informatika Tanszék, 2003