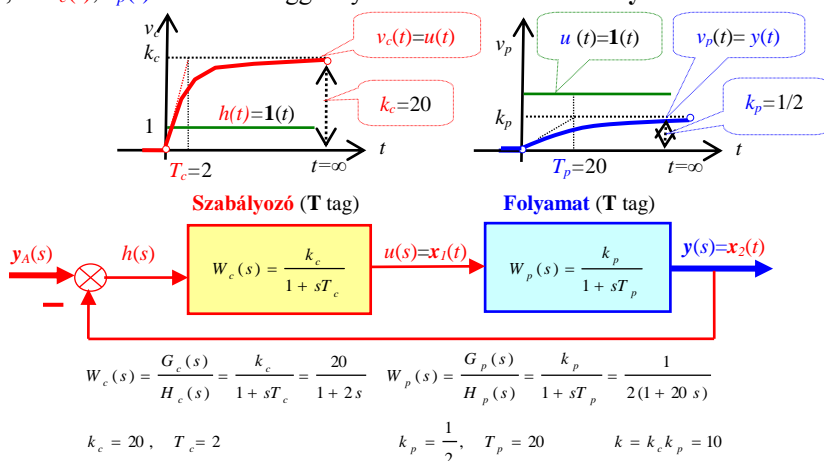


Folyamatszabályozás - BMEVIMM158

példa ZH

- 1.) a.) Adja meg a **nemlineáris** dinamikus **MIMO** rendszer matematikai modelljét az **állapotegyenlet-reprezentáció** alakjában!
 b.) Az állapotegyenlet kifejezésének megfelelően jellemezze a dinamikus rendszert az $\mathbf{x}(t)$ állapotvektort is tartalmazó **hatásvázlatával**, és értelmezze a hatásvázlaton szereplő **algebrai** és **dinamikus** tagok jelátviteli tulajdonságait! c.) Mit jelentek az alábbi képletek?

$$\mathbf{x}[(k+1)T] = \mathbf{x}(kT) + f[\mathbf{x}(kT), \mathbf{u}(kT)]T \quad \mathbf{y}(kT) = g[\mathbf{x}(kT), \mathbf{u}(kT)]$$
- 2.) a.) Egy $j > 1$ számú **bemenetű**, $k > 1$ számú **kimenetű**, **n -edrendű**, **lineáris** dinamikus **MIMO** rendszer állapotegyenlet reprezentációja $d\mathbf{x}(t)/dt = \mathbf{A}\mathbf{x}(t) + \mathbf{B}\mathbf{u}(t)$, $\mathbf{y}(t) = \mathbf{C}\mathbf{x}(t) + \mathbf{D}\mathbf{u}(t)$. A rendszer a $t=0$ időpontban $\mathbf{x}(0) = \mathbf{0}$ állapotvektor (kezdeti feltétel), $\mathbf{u}(t) = \mathbf{0}$ gerjesztés vektor és $\mathbf{y}(0) = \mathbf{0}$ kimenőjel vektor adatok mellett az állapottér origójában egyensúlyi (nyugalmi) helyzetében van. Ebben a nyugalmi állapotában az $\mathbf{u}(t)$ bemenőjel vektor $\mathbf{u}_0(t) = [u_{10} \ u_{20} \ \dots \ u_{j0}]^T = \text{állandó}$ értékre változik, vagyis a bemenőjel vektor minden $u_i(t)$ komponense $u_{i0}\mathbf{1}(t) = \text{állandó}$ értékre „ugrik”. Mi a feltétele annak, hogy a tranzienst folyamat lejátszódása után az adott $\mathbf{u}_0(t)$ gerjesztés hatására az $\mathbf{x}(\infty) = \mathbf{x}_0 = [x_{10} \ x_{20} \ \dots \ x_{n0}]^T$ **állapotvektor** és az $\mathbf{y}(\infty) = \mathbf{y}_0 = [y_{10} \ y_{20} \ \dots \ y_{k0}]^T$ **kimenőjel vektor** **új $\mathbf{x}_0 = \text{állandó}$, $\mathbf{y}_0 = \text{állandó}$, egyensúlyi** értékei létrejöjjenek?
 b.) Adott \mathbf{A} , \mathbf{B} , \mathbf{C} , \mathbf{D} és $\mathbf{u}(t) = \mathbf{u}_0\mathbf{1}(t)$ mellett mekkora az új egyensúlyi helyzet \mathbf{x}_0 állapotvektora és az \mathbf{y}_0 és a kimenőjel vektor?
- 3.) a.) Mi indokolja lineáris rendszerek analízisének módszertanában a *Laplace* integrál-transzformáció alkalmazását?
 b.) Mi a *Laplace* transzformáció **linearitási** tétele és a **differentiálási** szabálya?
- 4.) a.) Adja meg a **P**, **I**, és **H** lineáris **alaptagok** $W(s)$ **átviteli függvényeit**, és grafikonon ábrázolja az $v(t)$ **átmeneti** függvényeiket!
 b.) Az $y(t)$ kimenőjelű **integráló alaptag** bemenőjele $u(t) = \cos(\omega t)$, kimenőjelenek kezdeti értéke $y(0) = 0$. **Számítsa ki**, és léptékhelyesen grafikonon **ábrázolja** az **I** alaptag $y(t)$ kimenőjelét!
- 5.) a.) Mit értünk a lineáris tagok alatt?
 b.) Egy $W_I(s) = G_I(s)/H_I(s)$ átviteli függvényű tag a $W_2(s) = G_2(s)/H_2(s)$ átviteli függvényű taggal **negatív**an **visszacsatolt** struktúrát alkot. Határozza meg az adott struktúra $W_R(s)$ **eredő átviteli** függvényét és az eredő, visszacsatolt rendszer **karakterisztikus polinomját**! Mi a jelentősége a karakterisztikus polinomnak az eredő rendszer stabilitásában?
 c.) Indokolja meg azt a tulajdonságot, hogy stabilis $W_I(s)$ és stabilis $W_2(s)$ mellett is lehetséges, hogy a visszacsatolt rendszer labilis!
- 6.) Adott az alábbi hatásvázlatával jellemzett, valamint az alrendszerek (a **szabályozó** és a **folyamat**) $W_c(s)$, $W_p(s)$ **átviteli**-, és $v_c(t)$, $v_p(t)$ **átmeneti** függvényeivel leírt lineáris **szabályozási** rendszer:



- a. Adja meg a **szabályozó** és a **folyamat** elsőrendű, lineáris **differentiálegyenletét**, valamint a **P**, **I** és Σ lineáris **alaptagokból** felépített **hatásvázlatát**!
- b. A **szabályozó** és a **folyamat** **alaptagokból** felépített hatásvázlata alapján készítse el a **zárt szabályozási rendszer** **P**, **I** és Σ lineáris **alaptagokat** tartalmazó **hatásvázlatát**!
- c. A szabályozó $u(t)$ kimenőjelét $x_1(t)$ állapotváltozónak, illetve a folyamat $y(t)$ kimenőjelét $x_2(t)$ **állapotváltozónak** felvéve írja fel a lineáris, másodrendű, zárt hatásláncú, negatív visszacsatolt szabályozási rendszer **állapotegyenlet-reprezentációját**, ha bemenőjel az $y_A(t)$ referencia jel, kimenőjel az $y(t) = x_2(t)$ szabályozott jellemző (**SISO** tag).
- d. Indokolja meg a zárt rendszer aszimptotikusan **stabilis** tulajdonságát, valamint azt a tényt, hogy a stabilitás bármekkora $k = k_c k_p > 0$ erősítési tényező esetére fennáll (*strukturális stabilitás*).
- e. Készítsen egy olyan **MATLAB** programot, amely bekéri a **szabályozó** és a **folyamat** k_c , T_c , k_p , T_p adatait, ezek alapján meghatározza és a képernyőre kiírja a **zárt hatásláncú szabályozási**

Folyamatszabályozás - BMEVIMM158
példa ZH

rendszer A, B, C, D , paramétermátrixait, az A állapotmátrix λ_1, λ_2 sajátértékeit, valamint a képernyőn grafikon formájában megjeleníti a **zárt** rendszer $y(t)=v_R(t)$ eredő **átmeneti** függvényét (az $y_A(t)=1(t)$ bemenőjelre adott $y(t)=v_R(t)$ kimenőjel választ).

- 7.) a) Rajzolja fel a **combizom gerincvelői szabályozását** leíró **hatásvázlatot**, nevezze meg, hogy az emberi szervezet mely szerve feleltethető meg a szabályozási körben a **Szabályozónak** és adja meg, **milyen leképzést** valósít meg!
b) A hatásvázlaton szereplő **jeleket nevezze el**, és adja meg, melyik **milyen jelnek** feleltethető meg a **fiziológiai folyamatban**.
- 8.) Az **életteni szabályozások** között gyakran találkozunk az egyes **szabályozás körök között csatolást, ill. keresztkapcsolatot**.
a) **Értelmezze**, mit jelent a csatolás, ill. keresztkapcsolat két szabályozási kör között és **adjon egy illusztratív példát** fiziológiai rendszerek csatolt szabályozására!
- 9.) A $G(t)$ -vel jelölt **vércukorszint** (a cukor koncentrációja a vérben) egy p_G konstans paraméterrel jellemzett mértékben, arányosan csökken az aktuális vércukorszinttől függően. A vércukorszintet egy **CNS** konstans paraméterrel jellemzett mértékben folyamatosan csökkenti az **agy cukorfelvétele**. A szervezetben található vér mennyiségét V_G -vel jelöljük. Írja fel a **fenti folyamatokat modellező differenciálegyenletet**!