

Szabtech 2. ZH elméleti segédlet

Folytonos idejű állapotteres rendszerekre írja fel a nyitott és az állapotviszacsatolással kapott zárt kör karakterisztikus egyenletét.

$$\alpha_{ny} = \det(s\mathbf{I} - \mathbf{A}) = 0 \quad \alpha_z = \det(s\mathbf{I} - \mathbf{A} + \mathbf{b}\mathbf{k}^T) = 0$$

Származtassa az $\mathbf{x}[k+1] = \mathbf{F}\mathbf{x}[k] + \mathbf{g}u[k]$ állapotegyenlet $\mathbf{F}$ mátrixát és $\mathbf{g}$ vektorát egy folytonos rendszer $\mathbf{A}$ mátrixából és $\mathbf{b}$ vektorából!

A folytonos állapotegyenlet:

$$\dot{\mathbf{x}}(t) = \mathbf{A}\mathbf{x}(t) + \mathbf{b}u(t)$$

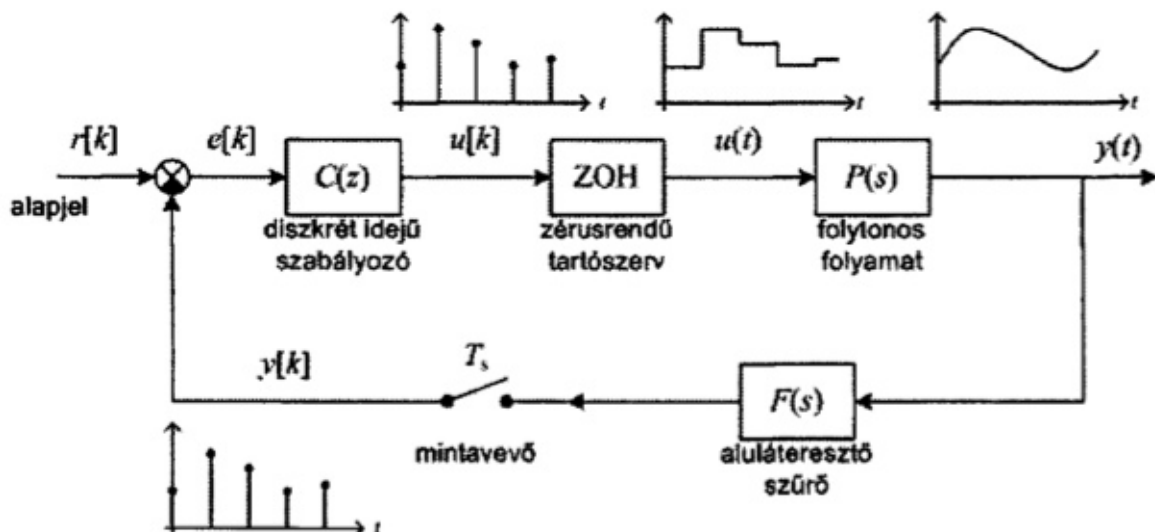
$$y(t) = \mathbf{c}^T \mathbf{x}(t) + d u(t)$$

A diszkrét állapotegyenlet: T_s : mintavételezési idő

$$\mathbf{x}[k+1] = \mathbf{F}\mathbf{x}[k] + \mathbf{g}u[k]$$

$$\text{ahol } \mathbf{F} = e^{\mathbf{A}T_s} \quad ; \quad \mathbf{g} = \int_0^{T_s} e^{\mathbf{A}\lambda} d\lambda \mathbf{b} = \mathbf{A}^{-1} (e^{\mathbf{A}T_s} - \mathbf{I}) \mathbf{b} \quad \text{ha } \mathbf{A} \text{ invertálható,}$$

Vázoljon fel egy zárt mintavételes szabályozási rendszert, adja meg az egyes elemek funkcióját és vázolja fel a rendszer jeleinek jellegét!

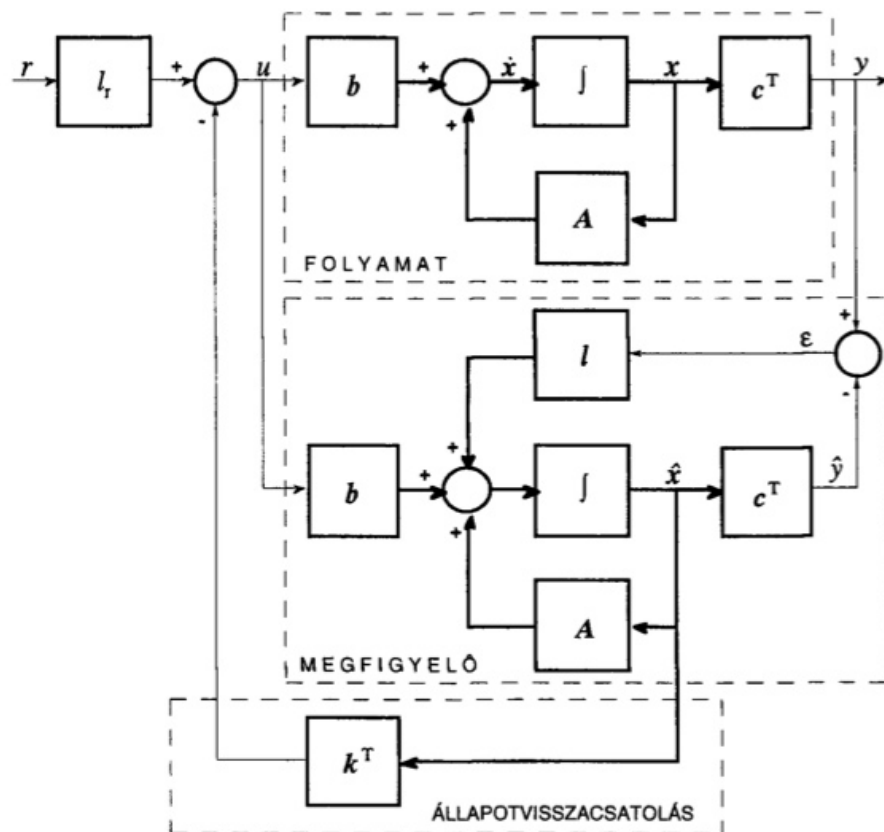


Egy egytárolós integráló maradék rendszer esetén ($L(s) = K / s(1+sT)$) írja fel a fázistartalékra és az metszési körfrekvenciára vonatkozó szögfeltételt és abszolút érték feltételt!

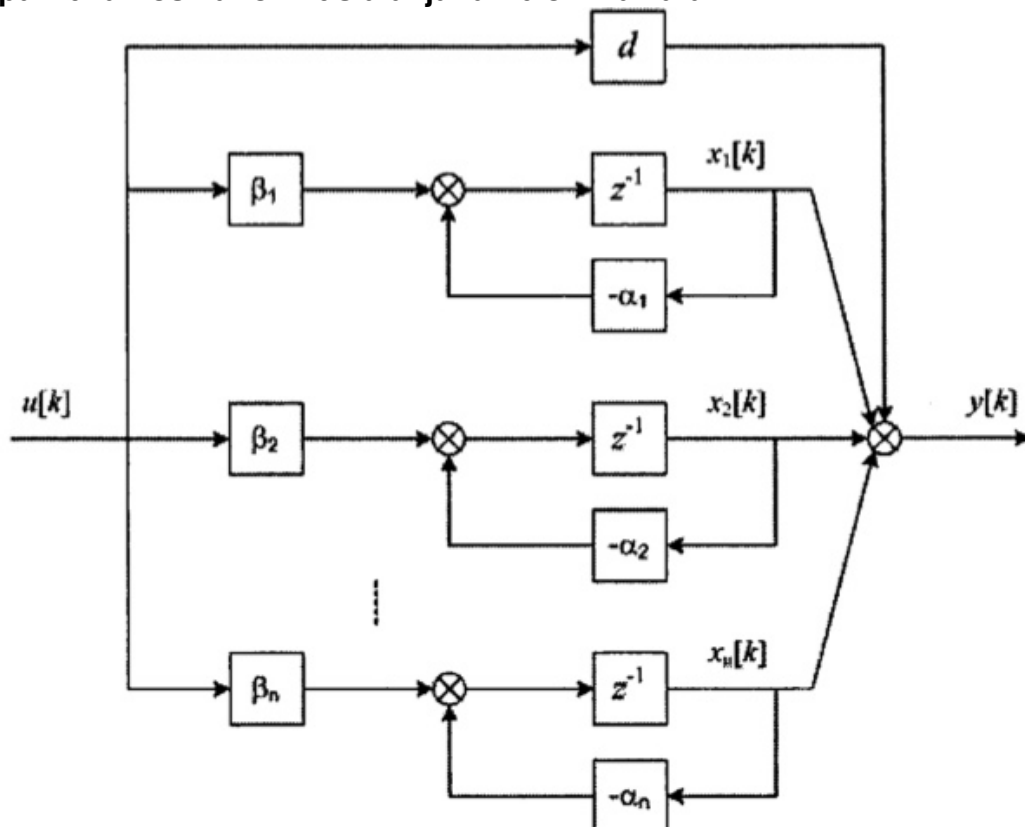
$$-\frac{\pi}{2} - \arctg(\omega T) = -\pi + \varphi_i \Rightarrow \varphi_i = \frac{\pi}{2} - \arctg(\omega T)$$

$$\frac{K}{\omega \sqrt{1 + \omega^2 T^2}} = 1 \Rightarrow \omega = \omega_c = \dots$$

Folytonos rendszerekre adja meg a megfigyelhetővel működő állapotviszacsatolás blokkvázlatát!

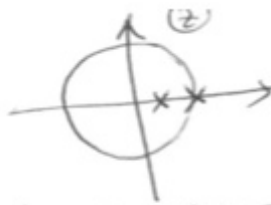
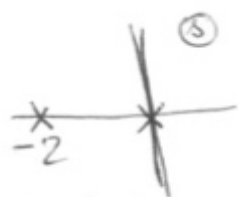


Egyszeres pólusokat feltételezve adja meg egy harmadrendű mintavételes rendszer párhuzamos kanonikus alakjának blokkvázlatát!



Adja meg a z-transzformáció definícióját! Hova képi le a z-transzformáció az s komplex sík imaginárius tengelyét? Hova képi le az $s_1=0$ és az $s_2=-2$ pontokat? A mintavételezési idő legyen T_s .

$$z = e^{sT_s}$$



Az imaginárius tengely az egyéngugari körre,

$$s_1 = 0 \rightarrow z_1 = e^{0T_s} = 1 \text{ -be,}$$

$$s_2 = -2 \rightarrow z_2 = e^{-2T_s} \text{ -be képrődik le.}$$

Ismertesse az adaptív szimplex tiszta kereső módszer lényegét!

Adaptív szimplex tiszta kereső módszer:

Tiszta kereső a módszer, ha az $f(x)$ fv-nek csak az értéke számítható a minimum pontban (a deriváltjai nem).

Vezesse le a diszkrét rendszer $x[k+1]=Fx[k]+gu[k]$, $y[k]=cTx[k]+du[k]$ állapotegyenletéből a $G(z)$ impulzusátviteli függvényt!

$$X(z) = F X(z) + g u(z)$$

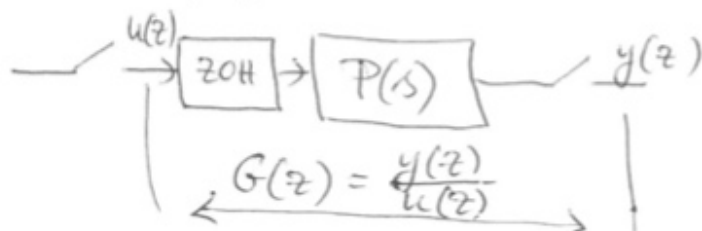
$$X(z) = (zI - F)^{-1} g u(z)$$

$$Y(z) = [c^T (zI - F)^{-1} g + d] U(z)$$

$$G(z) = \frac{Y(z)}{U(z)} = c^T (zI - F)^{-1} g + d$$

Adja meg egy mintavételezett jel z-transzformáltjának kifejezését. Adja meg az $y(t)=e^{-at}$ jel T_s mintavételi idővel történő mintavételezésével adódó diszkrét jel z-transzformáltját.

$$y(z) = \sum_{i=0}^{\infty} y(iT_s) z^{-i}$$



$$G(z) = \frac{\mathbb{Z} \{ v(t) |_{t=kT_s} \}}{\frac{z}{z-1}}$$

7.) Ld. jegyzet
386. old.

$v(t)$: átmeneti fv.

Folytonos idejű rendszerekre írja fel az állapotviszacsatolás Ackermann-féle összefüggését, fogalmazza meg az összefüggés alkalmazhatóságának feltételét és adja meg az összefüggésben szereplő tényezők értelmezését!

$k^T = [0, 0, \dots, 0, 1] M_c^{-1} \alpha_c(s)$, ahol M_c az irányíthatósági mátrix, $\alpha_c(s)$ a zárt rendszer karakterisztikus polinomja, k^T az állapotviszacsatoló vektor. Az összefüggés akkor alkalmazható, ha az $\{A, b\}$ irányítható.

Adja meg egy folytonos szakasz zérusrendű tartószervvel együtt származtatott impulzusátviteli függvényének (a folytonos szakasz diszkrétizált alakjának) összefüggését!

$G(z) = (1 - z^{-1}) \mathbb{Z} \{ v[k] \}$, ahol $v[k]$ a $P(s)$ folytonos szakasz átmeneti függvényének mintavételezett sorozata.

Írja fel a nulladrendű tartószerv átviteli függvényét!

$$W_o(s) = \frac{1 - e^{-sT_s}}{s}$$

Nulladrendű tartószervet feltételezve származtassa az $x[k+1] = Fx[k] + gu[k]$ állapotegyenlet F mátrixát és g vektorát egy folytonos rendszer A mátrixából és b vektorából.

$$x[k+1] = e^{AT_s} x[k] + \left[\int_0^{T_s} e^{A\lambda} d\lambda \right] b u[k], \quad F = e^{AT_s} \quad \text{és} \quad g = \int_0^{T_s} e^{A\lambda} d\lambda b$$

Hogyan közelíthető a zérusrendű tartószerv hatása a kisfrekvenciás tartományban?

$$\approx e^{-s \frac{T_s}{2}}$$

Hogyan vehető figyelembe egy T_d nagyságú holtidő hatása egy folytonos folyamat diszkrétizált modelljében, ha feltesszük, hogy a T_d holtidő egész számú többszöröse a T_s mintavételi időnek?

Legyen $G(z) = (1 - z^{-1}) z \{v[k]\}$ a holtidő mentes rendszer diszkrét idejű modellje.

A holtidős modell

$$G_d = G \cdot z^{-k}, \text{ ahol } k = \frac{T_d}{T_s}.$$

A fenti PI szabályozó alkalmazásakor a szabályozott szakasz melyik időállandóját igyekszünk kiejteni?

PI szabályozó - $(Z-1)$ a C átviteli függvényének nevezőjében.

Tipikusan a szakasz legnagyobb időállandóját.

A fenti közelítő PD szabályozó alkalmazásakor a szabályozott szakasz melyik időállandóját igyekszünk kiejteni?

PD szabályozó - Z a C átviteli függvényének nevezőjében.

Tipikusan a szakasz második legnagyobb időállandóját ejtjük ki.

Adja meg egy folytonos szakasz zérusrendű tartószervvel együtt származtatható impulzusátviteli függvényének összefüggését!

$$G(z) = (1 - z^{-1}) z \{v[k]\},$$

ahol $v[k]$ a folytonos szakasz átmeneti függvényének mintavételezett alakja.

Adja meg a gradienst felhasználó NEWTON-RAPSHON optimalizáló módszer kanonikus alakját!

$$G(x_i) = [H(x_i)]^{-1} \quad (16.26)$$

Ez a módszer egy iterációs pontban általános kvadratikus felületet (általános ellipszoidot) illeszt és a következő iterációs pontot ezen alakzat szélsőértékére helyezi.

Írja le az adaptív szimplex tiszta kereső módszer működését! Mit nevezünk explicit és implicit korlátozásnak?

Tiszta kereső a módszer, ha az $f(x)$ f-nak csak az értéke számítható a minimum pontban (a deriváltjai nem).

A szimplex módszer előnye, hogy mind úgynevezett explicit korlátozást

$$x_{\min} \leq x \leq x_{\max} \quad (16.22)$$

mind pedig k -számú

$$g_j(x) \leq 0 \quad j=1, \dots, k \quad (16.23)$$

alakú úgynevezett implicit korlátozást egyszerű figyelembe venni. Ehhez az kell, hogy a kezdeti

Adja meg a diszkrét ideális PD szabályozó impulzusátviteli függvényét és differenciaegyenletét. A szabályozó bemenetén mintavételezett egységugrás hat. Adja meg a kimenőjel értékét az első 4 mintavételi pontban. A végértéktételek alkalmazásával is ellenőrizze a kezdeti és végértéket.

$$C_{PD}(z) = k_c \frac{z-a}{z} = \frac{u(z)}{e(z)} = k_c (1-a z^{-1})$$

$u(k) = k_c e(k) - k_c a e(k-1)$

$\uparrow \uparrow \uparrow \uparrow a$
 t

$$u(0) = k_c ; u(1) = k_c - k_c a$$

$$u(1) = k_c - k_c a ; u(2) = k_c (1-a)$$

$$u(2) = k_c - k_c a ; u(3) = k_c (1-a)$$

$$u(3) = k_c - k_c a ; u(4) = k_c (1-a)$$

$$u(4) = k_c - k_c a ; u(5) = k_c (1-a)$$

$$u(5) = k_c - k_c a ; u(6) = k_c (1-a)$$

$$u(6) = k_c - k_c a ; u(7) = k_c (1-a)$$

$$u(7) = k_c - k_c a ; u(8) = k_c (1-a)$$

$$u(8) = k_c - k_c a ; u(9) = k_c (1-a)$$

$$u(9) = k_c - k_c a ; u(10) = k_c (1-a)$$

$$u(10) = k_c - k_c a ; u(11) = k_c (1-a)$$

$$u(11) = k_c - k_c a ; u(12) = k_c (1-a)$$

$$u(12) = k_c - k_c a ; u(13) = k_c (1-a)$$

$$u(13) = k_c - k_c a ; u(14) = k_c (1-a)$$

$$u(14) = k_c - k_c a ; u(15) = k_c (1-a)$$

$$u(15) = k_c - k_c a ; u(16) = k_c (1-a)$$

$$u(16) = k_c - k_c a ; u(17) = k_c (1-a)$$

$$u(17) = k_c - k_c a ; u(18) = k_c (1-a)$$

$$u(18) = k_c - k_c a ; u(19) = k_c (1-a)$$

$$u(19) = k_c - k_c a ; u(20) = k_c (1-a)$$

$$u(20) = k_c - k_c a ; u(21) = k_c (1-a)$$

$$u(21) = k_c - k_c a ; u(22) = k_c (1-a)$$

$$u(22) = k_c - k_c a ; u(23) = k_c (1-a)$$

$$u(23) = k_c - k_c a ; u(24) = k_c (1-a)$$

$$u(24) = k_c - k_c a ; u(25) = k_c (1-a)$$

$$u(25) = k_c - k_c a ; u(26) = k_c (1-a)$$

$$u(26) = k_c - k_c a ; u(27) = k_c (1-a)$$

$$u(27) = k_c - k_c a ; u(28) = k_c (1-a)$$

$$u(28) = k_c - k_c a ; u(29) = k_c (1-a)$$

$$u(29) = k_c - k_c a ; u(30) = k_c (1-a)$$

$$u(30) = k_c - k_c a ; u(31) = k_c (1-a)$$

$$u(31) = k_c - k_c a ; u(32) = k_c (1-a)$$

$$u(32) = k_c - k_c a ; u(33) = k_c (1-a)$$

$$u(33) = k_c - k_c a ; u(34) = k_c (1-a)$$

$$u(34) = k_c - k_c a ; u(35) = k_c (1-a)$$

$$u(35) = k_c - k_c a ; u(36) = k_c (1-a)$$

$$u(36) = k_c - k_c a ; u(37) = k_c (1-a)$$

$$u(37) = k_c - k_c a ; u(38) = k_c (1-a)$$

$$u(38) = k_c - k_c a ; u(39) = k_c (1-a)$$

$$u(39) = k_c - k_c a ; u(40) = k_c (1-a)$$

$$u(40) = k_c - k_c a ; u(41) = k_c (1-a)$$

$$u(41) = k_c - k_c a ; u(42) = k_c (1-a)$$

$$u(42) = k_c - k_c a ; u(43) = k_c (1-a)$$

$$u(43) = k_c - k_c a ; u(44) = k_c (1-a)$$

$$u(44) = k_c - k_c a ; u(45) = k_c (1-a)$$

$$u(45) = k_c - k_c a ; u(46) = k_c (1-a)$$

$$u(46) = k_c - k_c a ; u(47) = k_c (1-a)$$

$$u(47) = k_c - k_c a ; u(48) = k_c (1-a)$$

$$u(48) = k_c - k_c a ; u(49) = k_c (1-a)$$

$$u(49) = k_c - k_c a ; u(50) = k_c (1-a)$$

$$u(50) = k_c - k_c a ; u(51) = k_c (1-a)$$

$$u(51) = k_c - k_c a ; u(52) = k_c (1-a)$$

$$u(52) = k_c - k_c a ; u(53) = k_c (1-a)$$

$$u(53) = k_c - k_c a ; u(54) = k_c (1-a)$$

$$u(54) = k_c - k_c a ; u(55) = k_c (1-a)$$

$$u(55) = k_c - k_c a ; u(56) = k_c (1-a)$$

$$u(56) = k_c - k_c a ; u(57) = k_c (1-a)$$

$$u(57) = k_c - k_c a ; u(58) = k_c (1-a)$$

$$u(58) = k_c - k_c a ; u(59) = k_c (1-a)$$

$$u(59) = k_c - k_c a ; u(60) = k_c (1-a)$$

$$u(60) = k_c - k_c a ; u(61) = k_c (1-a)$$

$$u(61) = k_c - k_c a ; u(62) = k_c (1-a)$$

$$u(62) = k_c - k_c a ; u(63) = k_c (1-a)$$

$$u(63) = k_c - k_c a ; u(64) = k_c (1-a)$$

$$u(64) = k_c - k_c a ; u(65) = k_c (1-a)$$

$$u(65) = k_c - k_c a ; u(66) = k_c (1-a)$$

$$u(66) = k_c - k_c a ; u(67) = k_c (1-a)$$

$$u(67) = k_c - k_c a ; u(68) = k_c (1-a)$$

$$u(68) = k_c - k_c a ; u(69) = k_c (1-a)$$

$$u(69) = k_c - k_c a ; u(70) = k_c (1-a)$$

$$u(70) = k_c - k_c a ; u(71) = k_c (1-a)$$

$$u(71) = k_c - k_c a ; u(72) = k_c (1-a)$$

$$u(72) = k_c - k_c a ; u(73) = k_c (1-a)$$

$$u(73) = k_c - k_c a ; u(74) = k_c (1-a)$$

$$u(74) = k_c - k_c a ; u(75) = k_c (1-a)$$

$$u(75) = k_c - k_c a ; u(76) = k_c (1-a)$$

$$u(76) = k_c - k_c a ; u(77) = k_c (1-a)$$

$$u(77) = k_c - k_c a ; u(78) = k_c (1-a)$$

$$u(78) = k_c - k_c a ; u(79) = k_c (1-a)$$

$$u(79) = k_c - k_c a ; u(80) = k_c (1-a)$$

$$u(80) = k_c - k_c a ; u(81) = k_c (1-a)$$

$$u(81) = k_c - k_c a ; u(82) = k_c (1-a)$$

$$u(82) = k_c - k_c a ; u(83) = k_c (1-a)$$

$$u(83) = k_c - k_c a ; u(84) = k_c (1-a)$$

$$u(84) = k_c - k_c a ; u(85) = k_c (1-a)$$

$$u(85) = k_c - k_c a ; u(86) = k_c (1-a)$$

$$u(86) = k_c - k_c a ; u(87) = k_c (1-a)$$

$$u(87) = k_c - k_c a ; u(88) = k_c (1-a)$$

$$u(88) = k_c - k_c a ; u(89) = k_c (1-a)$$

$$u(89) = k_c - k_c a ; u(90) = k_c (1-a)$$

$$u(90) = k_c - k_c a ; u(91) = k_c (1-a)$$

$$u(91) = k_c - k_c a ; u(92) = k_c (1-a)$$

$$u(92) = k_c - k_c a ; u(93) = k_c (1-a)$$

$$u(93) = k_c - k_c a ; u(94) = k_c (1-a)$$

$$u(94) = k_c - k_c a ; u(95) = k_c (1-a)$$

$$u(95) = k_c - k_c a ; u(96) = k_c (1-a)$$

$$u(96) = k_c - k_c a ; u(97) = k_c (1-a)$$

$$u(97) = k_c - k_c a ; u(98) = k_c (1-a)$$

$$u(98) = k_c - k_c a ; u(99) = k_c (1-a)$$

$$u(99) = k_c - k_c a ; u(100) = k_c (1-a)$$

$$u(100) = k_c - k_c a ; u(101) = k_c (1-a)$$

$$u(101) = k_c - k_c a ; u(102) = k_c (1-a)$$

$$u(102) = k_c - k_c a ; u(103) = k_c (1-a)$$

$$u(103) = k_c - k_c a ; u(104) = k_c (1-a)$$

$$u(104) = k_c - k_c a ; u(105) = k_c (1-a)$$

$$u(105) = k_c - k_c a ; u(106) = k_c (1-a)$$

$$u(106) = k_c - k_c a ; u(107) = k_c (1-a)$$

$$u(107) = k_c - k_c a ; u(108) = k_c (1-a)$$

$$u(108) = k_c - k_c a ; u(109) = k_c (1-a)$$

$$u(109) = k_c - k_c a ; u(110) = k_c (1-a)$$

$$u(110) = k_c - k_c a ; u(111) = k_c (1-a)$$

$$u(111) = k_c - k_c a ; u(112) = k_c (1-a)$$

$$u(112) = k_c - k_c a ; u(113) = k_c (1-a)$$

$$u(113) = k_c - k_c a ; u(114) = k_c (1-a)$$

$$u(114) = k_c - k_c a ; u(115) = k_c (1-a)$$

$$u(115) = k_c - k_c a ; u(116) = k_c (1-a)$$

$$u(116) = k_c - k_c a ; u(117) = k_c (1-a)$$

$$u(117) = k_c - k_c a ; u(118) = k_c (1-a)$$

$$u(118) = k_c - k_c a ; u(119) = k_c (1-a)$$

$$u(119) = k_c - k_c a ; u(120) = k_c (1-a)$$

$$u(120) = k_c - k_c a ; u(121) = k_c (1-a)$$

$$u(121) = k_c - k_c a ; u(122) = k_c (1-a)$$

$$u(122) = k_c - k_c a ; u(123) = k_c (1-a)$$

$$u(123) = k_c - k_c a ; u(124) = k_c (1-a)$$

$$u(124) = k_c - k_c a ; u(125) = k_c (1-a)$$

$$u(125) = k_c - k_c a ; u(126) = k_c (1-a)$$

$$u(126) = k_c - k_c a ; u(127) = k_c (1-a)$$

$$u(127) = k_c - k_c a ; u(128) = k_c (1-a)$$

$$u(128) = k_c - k_c a ; u(129) = k_c (1-a)$$

$$u(129) = k_c - k_c a ; u(130) = k_c (1-a)$$

$$u(130) = k_c - k_c a ; u(131) = k_c (1-a)$$

$$u(131) = k_c - k_c a ; u(132) = k_c (1-a)$$

$$u(132) = k_c - k_c a ; u(133) = k_c (1-a)$$

$$u(133) = k_c - k_c a ; u(134) = k_c (1-a)$$

$$u(134) = k_c - k_c a ; u(135) = k_c (1-a)$$

$$u(135) = k_c - k_c a ; u(136) = k_c (1-a)$$

$$u(136) = k_c - k_c a ; u(137) = k_c (1-a)$$

$$u(137) = k_c - k_c a ; u(138) = k_c (1-a)$$

$$u(138) = k_c - k_c a ; u(139) = k_c (1-a)$$

$$u(139) = k_c - k_c a ; u(140) = k_c (1-a)$$

$$u(140) = k_c - k_c a ; u(141) = k_c (1-a)$$

$$u(141) = k_c - k_c a ; u(142) = k_c (1-a)$$

$$u(142) = k_c - k_c a ; u(143) = k_c (1-a)$$

$$u(143) = k_c - k_c a ; u(144) = k_c (1-a)$$

$$u(144) = k_c - k_c a ; u(145) = k_c (1-a)$$

$$u(145) = k_c - k_c a ; u(146) = k_c (1-a)$$

$$u(146) = k_c - k_c a ; u(147) = k_c (1-a)$$

$$u(147) = k_c - k_c a ; u(148) = k_c (1-a)$$

$$u(148) = k_c - k_c a ; u(149) = k_c (1-a)$$

$$u(149) = k_c - k_c a ; u(150) = k_c (1-a)$$

$$u(150) = k_c - k_c a ; u(151) = k_c (1-a)$$

$$u(151) = k_c - k_c a ; u(152) = k_c (1-a)$$

$$u(152) = k_c - k_c a ; u(153) = k_c (1-a)$$

$$u(153) = k_c - k_c a ; u(154) = k_c (1-a)$$

$$u(154) = k_c - k_c a ; u(155) = k_c (1-a)$$

$$u(155) = k_c - k_c a ; u(156) = k_c (1-a)$$

$$u(156) = k_c - k_c a ; u(157) = k_c (1-a)$$

$$u(157) = k_c - k_c a ; u(158) = k_c (1-a)$$

$$u(158) = k_c - k_c a ; u(159) = k_c (1-a)$$

$$u(159) = k_c - k_c a ; u(160) = k_c (1-a)$$

$$u(160) = k_c - k_c a ; u(161) = k_c (1-a)$$

$$u(161) = k_c - k_c a ; u(162) = k_c (1-a)$$

$$u(162) = k_c - k_c a ; u(163) = k_c (1-a)$$

$$u(163) = k_c - k_c a ; u(164) = k_c (1-a)$$

$$u(164) = k_c - k_c a ; u(165) = k_c (1-a)$$

$$u(165) = k_c - k_c a ; u(166) = k_c (1-a)$$

$$u(166) = k_c - k_c a ; u(167) = k_c (1-a)$$

$$u(167) = k_c - k_c a ; u(168) = k_c (1-a)$$

$$u(168) = k_c - k_c a ; u(169) = k_c (1-a)$$

$$u(169) = k_c - k_c a ; u(170) = k_c (1-a)$$

$$u(170) = k_c - k_c a ; u(171) = k_c (1-a)$$

$$u(171) = k_c - k_c a ; u(172) = k_c (1-a)$$

$$u(172) = k_c - k_c a ; u(173) = k_c (1-a)$$

$$u(173) = k_c - k_c a ; u(174) = k_c (1-a)$$

$$u(174) = k_c - k_c a ; u(175) = k_c (1-a)$$

$$u(175) = k_c - k_c a ; u(176) = k_c (1-a)$$

$$u(176) = k_c - k_c a ; u(177) = k_c (1-a)$$

$$u(177) = k_c - k_c a ; u(178) = k_c (1-a)$$

$$u(178) = k_c - k_c a ; u(179) = k_c (1-a)$$

$$u(179) = k_c - k_c a ; u(180) = k_c (1-a)$$

$$u(180) = k_c - k_c a ; u(181) = k_c (1-a)$$

$$u(181) = k_c - k_c a ; u(182) = k_c (1-a)$$

$$u(182) = k_c - k_c a ; u(183) = k_c (1-a)$$

$$u(183) = k_c - k_c a ; u(184) = k_c (1-a)$$

$$u(184) = k_c - k_c a ; u(185) = k_c (1-a)$$

$$u(185) = k_c - k_c a ; u(186) = k_c (1-a)$$

$$u(186) = k_c - k_c a ; u(187) = k_c (1-a)$$

$$u(187) = k_c - k_c a ; u(188) = k_c (1-a)$$

$$u(188) = k_c - k_c a ; u(189) = k_c (1-a)$$

$$u(189) = k_c - k_c a ; u(190) = k_c (1-a)$$

$$u(190) = k_c - k_c a ; u(191) = k_c (1-a)$$

$$u(191) = k_c - k_c a ; u(192) = k_c (1-a)$$

$$u(192) = k_c - k_c a ; u(193) = k_c (1-a)$$

$$u(193) = k_c - k_c a ; u(194) = k_c (1-a)$$

$$u(194) = k_c - k_c a ; u(195) = k_c (1-a)$$

$$u(195) = k_c - k_c a ; u(196) = k_c (1-a)$$

$$u(196) = k_c - k_c a ; u(197) = k_c (1-a)$$

$$u(197) = k_c - k_c a ; u(198) = k_c (1-a)$$

$$u(198) = k_c - k_c a ; u(199) = k_c (1-a)$$

$$u(199) = k_c - k_c a ; u(200) = k_c (1-a)$$

$$u(200) = k_c - k_c a ; u(201) = k_c (1-a)$$

$$u(201) = k_c - k_c a ; u(202) = k_c (1-a)$$

$$u(202) = k_c - k_c a ; u(203) = k_c (1-a)$$

$$u(203) = k_c - k_c a ; u(204) = k_c (1-a)$$

$$u(204) = k_c - k_c a ; u(205) = k_c (1-a)$$

$$u(205) = k_c - k_c a ; u(206) = k_c (1-a)$$

$$u(206) = k_c - k_c a ; u(207) = k_c (1-a)$$

$$u(207) = k_c - k_c a ; u(208) = k_c (1-a)$$

$$u(208) = k_c - k_c a ; u(209) = k_c (1-a)$$

$$u(209) = k_c - k_c a ; u(210) = k_c (1-a)$$

$$u(210) = k_c - k_c a ; u(211) = k_c (1-a)$$

$$u(211) = k_c - k_c a ; u(212) = k_c (1-a)$$

$$u(212) = k_c - k_c a ; u(213) = k_c (1-a)$$

$$u(213) = k_c - k_c a ; u(214) = k_c (1-a)$$

$$u(214) = k_c - k_c a ; u(215) = k_c (1-a)$$

$$u(215) = k_c - k_c a ; u(216) = k_c (1-a)$$

$$u(216) = k_c - k_c a ; u(217) = k_c (1-a)$$

$$u(217) = k_c - k_c a ; u(218) = k_c (1-a)$$

$$u(218) = k_c - k_c a ; u(219) = k_c (1-a)$$

$$u(219) = k_c - k_c a ; u(220) = k_c (1-a)$$

$$u(220) = k_c - k_c a ; u(221) = k_c (1-a)$$

$$u(221) = k_c - k_c a ; u(222) = k_c (1-a)$$

$$u(222) = k_c - k_c a ; u(223) = k_c (1-a)$$

$$u(223) = k_c - k_c a ; u(224) = k_c (1-a)$$

$$u(224) = k_c - k_c a ; u(225) = k_c (1-a)$$

$$u(225) = k_c - k_c a ; u(226) = k_c (1-a)$$

$$u(226) = k_c - k_c a ; u(227) = k_c (1-a)$$

$$u(227) = k_c - k_c a ; u(228) = k_c (1-a)$$

$$u(228) = k_c - k_c a ; u(229) = k_c (1-a)$$

$$u(229) = k_c - k_c a ; u(230) = k_c (1-a)$$

$$u(230) = k_c - k_c a ; u(231) = k_c (1-a)$$

$$u(231) = k_c - k_c a ; u(232) = k_c (1-a)$$

$$u(232) = k_c - k_c a ; u(233) = k_c (1-a)$$

$$u(233) = k_c - k_c a ; u(234) = k_c (1-a)$$

$$u(234) = k_c - k_c a ; u(235) = k_c (1-a)$$

$$u(235) = k_c - k_c a ; u(236) = k_c (1-a)$$

$$u(236) = k_c - k_c a ; u(237) = k_c (1-a)$$

$$u(237) = k_c - k_c a ; u(238) = k_c (1-a)$$

$$u(238) = k_c - k_c a ; u(239) = k_c (1-a)$$

$$u(239) = k_c - k_c a ; u(240) = k_c (1-a)$$

$$u(240) = k_c - k_c a ; u(241) = k_c (1-a)$$

$$u(241) = k_c - k_c a ; u(242) = k_c (1-a)$$

$$u(242) = k_c - k_c a ; u(243) = k_c (1-a)$$

$$u(243) = k_c - k_c a ; u(244) = k_c (1-a)$$

$$u(244) = k_c - k_c a ; u(245) = k_c (1-a)$$

$$u(245) = k_c - k_c a ; u(246) = k_c (1-a)$$

$$u(246) = k_c - k_c a ; u(247) = k_c (1-a)$$

$$u(247) = k_c - k_c a ; u(248) = k_c (1-a)$$

$$u(248) = k_c - k_c a ; u(249) = k_c (1-a)$$

$$u(249) = k_c - k_c a ; u(250) = k_c (1-a)$$

$$u(250) = k_c - k_c a ; u(251) = k_c (1-a)$$

$$u(251) = k_c - k_c a ; u(252) = k_c (1-a)$$

$$u(252) = k_c - k_c a ; u(253) = k_c (1-a)$$

$$u(253) = k_c - k_c a ; u(254) = k_c (1-a)$$

$$u(254) = k_c - k_c a ; u(255) = k_c (1-a)$$

$$u(255) = k_c - k_c a ; u(256) = k_c (1-a)$$

$$u(256) = k_c - k_c a ; u(257) = k_c (1-a)$$

$$u(257) = k_c - k_c a ; u(258) = k_c (1-a)$$

$$u(258) = k_c - k_c a ; u(259) = k_c (1-a)$$

$$u(259) = k_c - k_c a ; u(260) = k_c (1-a)$$

$$u(260) = k_c - k_c a ; u(261) = k_c (1-a)$$

$$u(261) = k_c - k_c a ; u(262) = k_c (1-a)$$

$$u(262) = k_c - k_c a ; u(263) = k_c (1-a)$$

$$u(263) = k_c - k_c a ; u(264) = k_c (1-a)$$

$$u(264) = k_c - k_c a ; u(265) = k_c (1-a)$$

$$u(265) = k_c - k_c a ; u(266) = k_c (1-a)$$

$$u(266) = k_c - k_c a ; u(267) = k_c (1-a)$$

$$u(267) = k_c - k_c a ; u(268) = k_c (1-a)$$

$$u(268) = k_c - k_c a ; u(269) = k_c (1-a)$$

$$u(269) = k_c - k_c a ; u(270) = k_c (1-a)$$

$$u(270) = k_c - k_c a ; u(271) = k_c (1-a)$$

$$u(271) = k_c - k_c a ; u(272) = k_c (1-a)$$

$$u(272) = k_c - k_c a ; u(273) = k_c (1-a)$$

$$u(273) = k_c - k_c a ; u(274) = k_c (1-a)$$

$$u(274) = k_c - k_c a ; u(275) = k_c (1-a)$$

$$u(275) = k_c - k_c a ; u(276) = k_c (1-a)$$

$$u(276) = k_c - k_c a ; u(277) = k_c (1-a)$$

$$u(277) = k_c - k_c a ; u(278) = k_c (1-a)$$

$$u(278) = k_c - k_c a ; u(279) = k_c (1-a)$$

$$u(279) = k_c - k_c a ; u(280) = k_c (1-a)$$

$$u(280) = k_c - k_c a ; u(281) = k_c (1-a)$$

$$u(281) = k_c - k_c a ; u(282) = k_c (1-a)$$

$$u(282) = k_c - k_c a ; u(283) = k_c (1-a)$$

$$u(283) = k_c - k_c a ; u(284) = k_c (1-a)$$

$$u(284) = k_c - k_c a ; u(285) = k_c (1-a)$$

$$u(285) = k_c - k_c a ; u(286) = k_c (1-a)$$

$$u(286) = k_c - k_c a ; u(287) = k_c (1-a)$$

$$u(287) = k_c - k_c a ; u(288) = k_c (1-a)$$

$$u(288) = k_c - k_c a ; u(289) = k_c (1-a)$$

$$u(289) = k_c - k_c a ; u(290) = k_c (1-a)$$

$$u(290) = k_c - k_c a ; u(291) = k_c (1-a)$$

$$u(291) = k_c - k_c a ; u(292) = k_c (1-a)$$

$$u(292) = k_c - k_c a ; u(293) = k_c (1-a)$$

$$u(293) = k_c - k_c a ; u(294) = k_c (1-a)$$

$$u(294) = k_c - k_c a ; u(295) = k_c (1-a)$$

$$u(295) = k_c - k_c a ; u(296) = k_c (1-a)$$

$$u(296) = k_c - k_c a ; u(297) = k_c (1-a)$$

$$u(297) = k_c - k_c a ; u(298) = k_c (1-a)$$

$$u(298) = k_c - k_c a ; u(299) = k_c (1-a)$$

$$u(299) = k_c - k_c a ; u(300) = k_c (1-a)$$

$$u(300) = k_c - k_c a ; u(301) = k_c (1-a)$$

$$u(301) = k_c - k_c a ; u(302) = k_c (1-a)$$

$$u(302) = k_c - k_c a ; u(303) = k_c (1-a)$$

$$u(303) = k_c - k_c a ; u(304) = k_c (1-a)$$

$$u(304) = k_c - k_c a ; u(305) = k_c (1-a)$$

$$u(305) = k_c - k_c a ; u(306) = k_c (1-a)$$

$$u(306) = k_c - k_c a ; u(307) = k_c (1-a)$$

$$u(307) = k_c - k_c a ; u(308) = k_c (1-a)$$

$$u(308) = k_c - k_c a ; u(309) = k_c (1-a)$$

$$u(309) = k_c - k_c a ; u(310) = k_c (1-a)$$

$$u(310) = k_c - k_c a ; u(311) = k_c (1-a)$$

$$u(311) = k_c - k_c a ; u(312) = k_c (1-a)$$

$$u(312) = k_c - k_c a ; u(313) = k_c (1-a)$$

$$u(313) = k_c - k_c a ; u(314) = k_c (1-a)$$

$$u(314) = k_c - k_c a ; u(315) = k_c (1-a)$$

$$u(315) = k_c - k_c a ; u(316) = k_c (1-a)$$

$$u(316) = k_c - k_c a ; u(317) = k_c (1-a)$$

$$u(317) = k_c - k_c a ; u(318) = k_c (1-a)$$

$$u(318) = k_c - k_c a ; u(319) = k_c (1-a)$$

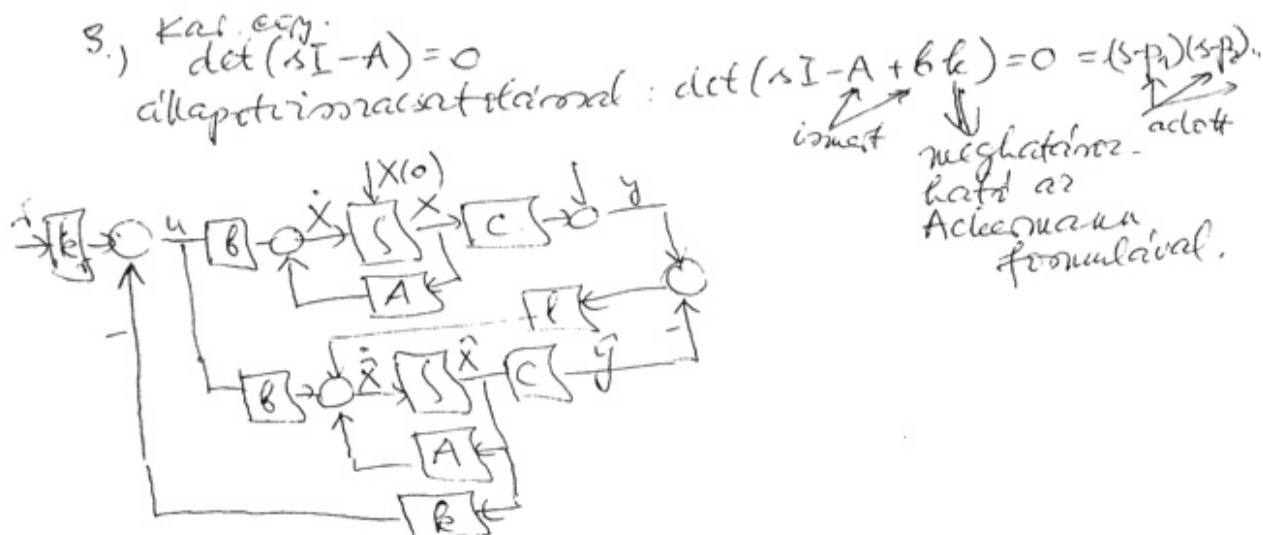
$$u(319) = k_c - k_c a ; u(320) = k_c (1-a)$$

$$u(320) = k_c - k_c a ; u(321) = k_c (1-a)$$

$$u(321) = k_c - k_c a ; u(322) = k_c (1-a)$$

$$u(322) = k_c - k_c a ; u(323) = k_c (1-a)$$

A lineáris folytonos rendszer állapotmátrixai: A, b, c, d . Adja meg a nyitott rendszer karakterisztikus egyenletét. Állapotviszacsatolásos szabályozót alkalmazunk kT visszacsatoló vektorral. Adja meg az állapotviszacsatolásos rendszer blokk-diagramját és karakterisztikus egyenletét! Hogyan határozzuk meg az állapotviszacsatoló vektort? Hogyan módosul a struktúra megfigyelő alkalmazásával?



Vezesse le a véges beállású szabályozó algoritmusát a mintavételi pontok közötti lengés elkerülésével. Melyik speciális Youla paraméternek felel meg a szabályozó?

$G(z) = \frac{B_+ B_-}{A} z^{-d}$; $B_-(z=1) = 1$

megjegyzés: B_+ kiejthető, B_- nem kiejthető

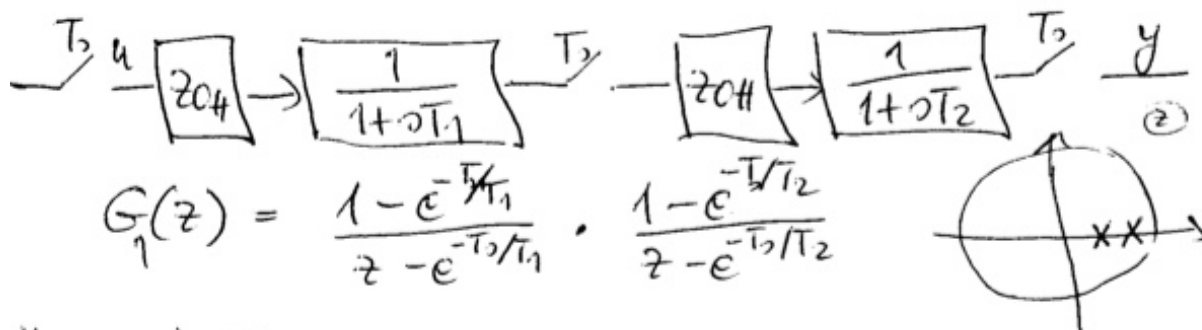
A zárt rendszer: $T(z) = B_- z^{-d} = \frac{C G}{1 + C G}$

$B_- z^{-d} + C G B_- z^{-d} = C G$; $C G (1 - B_- z^{-d}) = B_- z^{-d}$

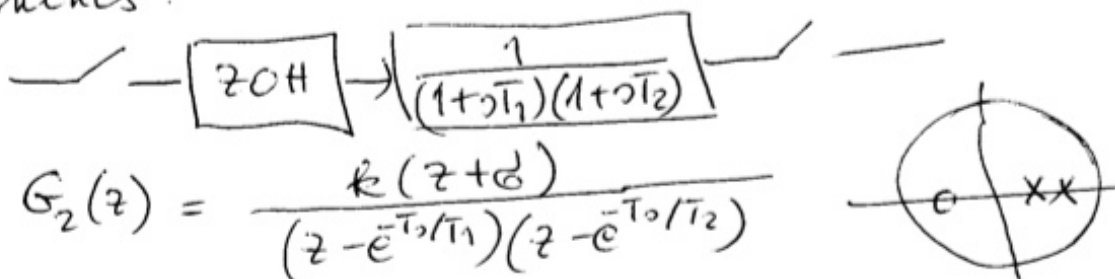
$C = \frac{B_- z^{-d}}{\frac{B_+ B_-}{A} z^{-d} (1 - B_- z^{-d})} = \frac{A}{B_+ (1 - B_- z^{-d})}$; $Q = \frac{A}{B_+}$

Adja meg a $P(s) = 1/(1+sT_1) * 1/(1+sT_2)$ kéttárolós arányos tag impulzusátviteli függvényének pólus-zérus alakú kifejezését T_s mintavételezési idő mellett, ha a két tárolós tag között van, illetve nincs mintavételező és tartószerv. Ábrázolja mindkét esetre a pólus-zérus konfigurációt!

Ha van mintavételező körben:



Ha nincs:



Vezesse le a diszkrét Smith szabályozó algoritmusát. Milyen speciális Youla paraméternek felel meg a szabályozó?

A holtidő nélküli folyamathoz tervezünk C (pl. PID) szabályozót.

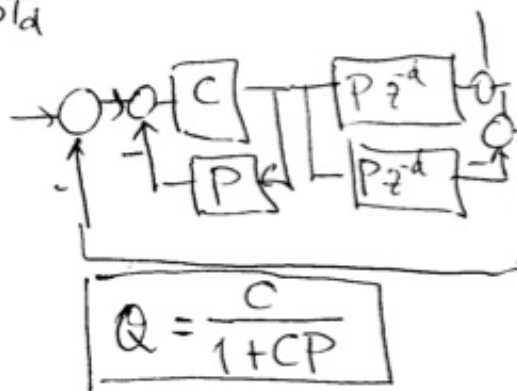
$$\frac{C_{sm} \cdot P e^{-sT_d}}{1 + C_{sm} \cdot P e^{-sT_d}} = \frac{CP}{1 + CP} e^{-sT_d}$$

$$C_{sm} + C_{sm} CP = C + C_{sm} C P e^{-sT_d}$$

$$C_{sm} (1 + CP(1 - e^{-sT_d})) = C$$

$$C_{sm} = \frac{C}{1 + CP(1 - e^{-sT_d})}$$

Diszkrétben: $\frac{C}{1 + CP(1 - z^{-d})}$



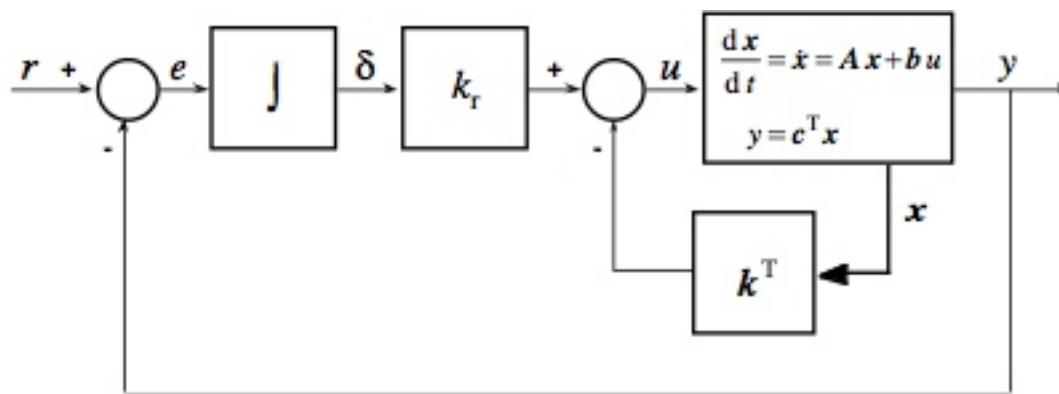
Mutassa be a PI szabályozó Foxboro-féle megvalósításának blokkvázlatát, ismertesse a működését és taglalja a megvalósítás előnyös tulajdonságát!

Az integrátor visszaállításának ("resetelésének") hátránya az, hogy amikor a szabályozó kikerül a korlátozásból, a szabályozó és a folyamat állapotváltozói között illesztetlenség jön létre, ami a szabályozás leromlásához vezet. Ezt egy olyan struktúrával lehet kompenzálni, ahol a folyamat és a szabályozó bemenetét hasonlóan korlátozzuk, azaz a szabályozót a telítés visszacsatoló ágába tesszük. Ennek egyik tipikus példája a FOXBORO szabályozó (8.30. ábra), ami egy korlátozott *PI* szabályozásnak felel meg.

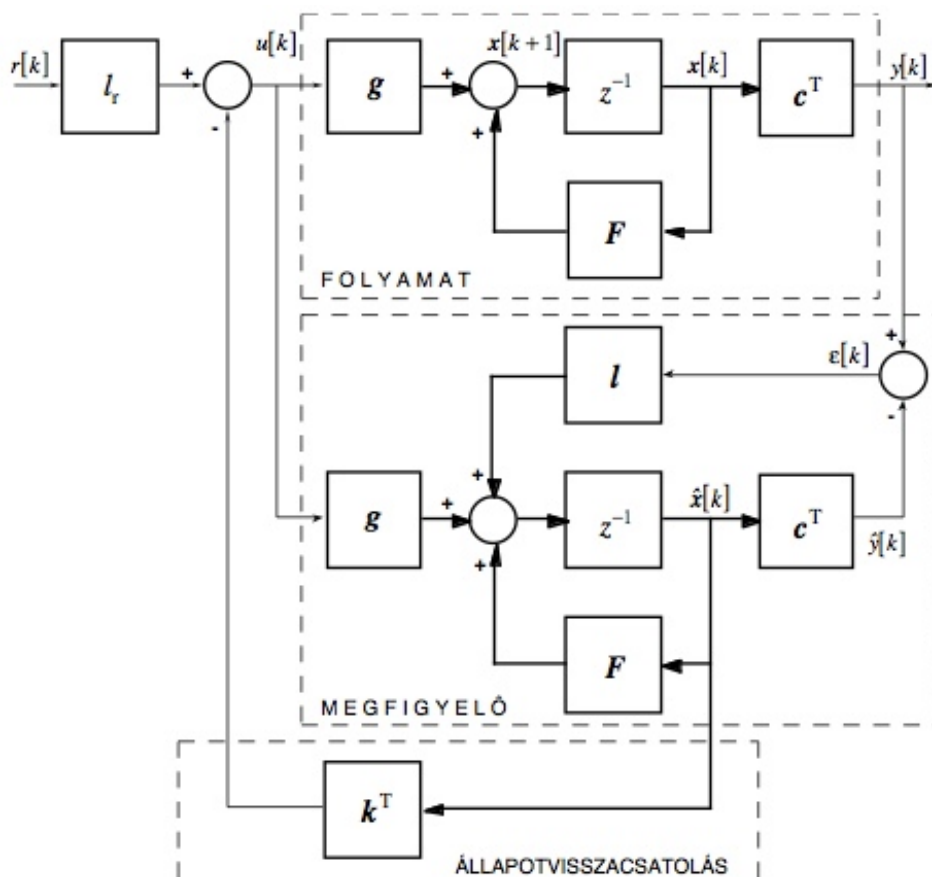
Ugyanis ha a szabályozó nincs korlátozva, akkor a pozitívan visszacsatolt egytárolós tag átviteli függvénye *PI* szabályozónak felel meg:

$$C(s) = A_p \frac{1}{1 - \frac{1}{1 + sT_I}} = A_p \frac{1 + sT_I}{sT_I}. \quad (8.50)$$

Folytonos rendszerekre $d=0$ választás mellett mutassa be az integrátorral bővített állapotvisszacsatolás blokkvázlatát és adja meg a tervezési egyenleteit!



Diszkrét idejű rendszerekre ada meg a megfigyelővel működő állapotviszacsatolás blokkvázlatát!



Ts mintavételi időt feltételezve származtassa a folytonos kettős integrátor mintavételes állapotegyenleteit!

$$\mathbf{F} = e^{\mathbf{A}T_s} = \begin{bmatrix} 1 & T_s \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \quad g = \int_0^{T_s} e^{\mathbf{A}\lambda} d\lambda \mathbf{b} = \begin{bmatrix} T_s^2/2 \\ T_s \end{bmatrix}$$

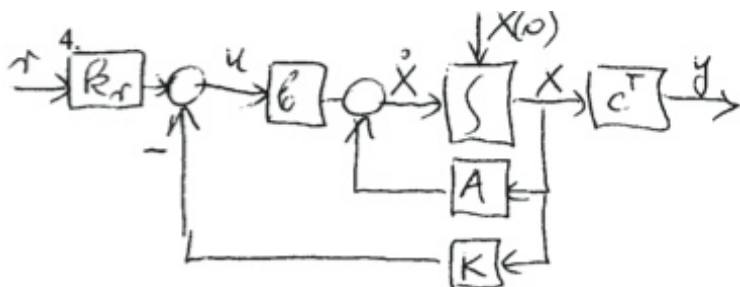
Hogyan módosul egy szabályozási kör fázistöbblete, ha a szakasz egy T_d nagyságú soros holtidős taggal egészül ki?

Csökken $\omega_c T_d$ (radiánban értendő) értékkel.

Kéttárolós, stabilis holtidős folyamatot mintavételes póluskiejtéses PIPD szabályozóval zárt körben irányítunk. Írja fel a hurokátviteli függvényt, ha a T_d holtidő egész számú többszöröse a T_s mintavételi időnek.

$$G_d(z) = \frac{m_1 z + m_2}{(z - z_1)(z - z_2) z^d} \quad C(z) = \frac{K(z - z_1)(z - z_2)}{z(z - 1)} \quad L(z) = \frac{K(m_1 z + m_2)}{z^{d+1}(z - 1)}$$

Folytonos rendszerre adja meg az állapotviszacsatolós szabályozás blokkvázlatát. Adja meg a folyamat illetve az állapotviszacsatolt rendszer karakterisztikus egyenletét. Hogyan határozható meg az állapotviszacsatoló vektor?



$$u = -Kx$$

A folyamat karakterisztikus egyenlete:

$$\det(sI - A) = 0$$

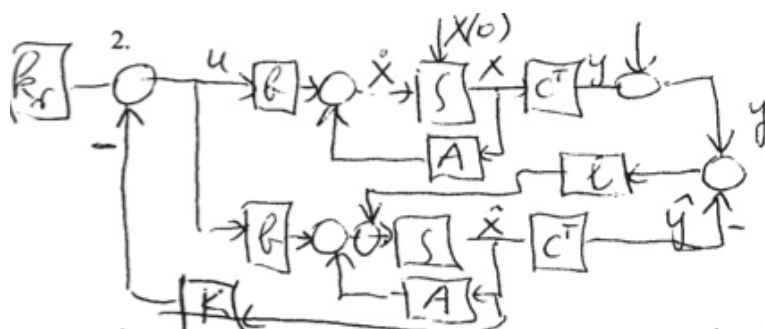
Az állapotviszacsatolt rendszer karakterisztikus egyenlete:

$$\det(sI - A + bK) = 0$$

Előírjuk a zárt rendszer pólusait, biztosítsanak gyorsabb működést (legyenek balra a rendszer pólusainál).

$$\det(sI - A + bK) = (s - s_1)(s - s_2) \dots (s - s_n) \quad \text{Ebből } K \text{ meghatározható (Ackermann formula).}$$

Folytonos rendszerekre vázolja fel az állapotmegfigyeléssel kiegészített állapotviszacsatolás hatásvázlatát! Adja meg az állapothiba kifejezését. Adja meg az állapotbecslés és a becslési hiba differenciálegyenletét!



Az állapothiba:

$$\tilde{x} = x - \hat{x}$$

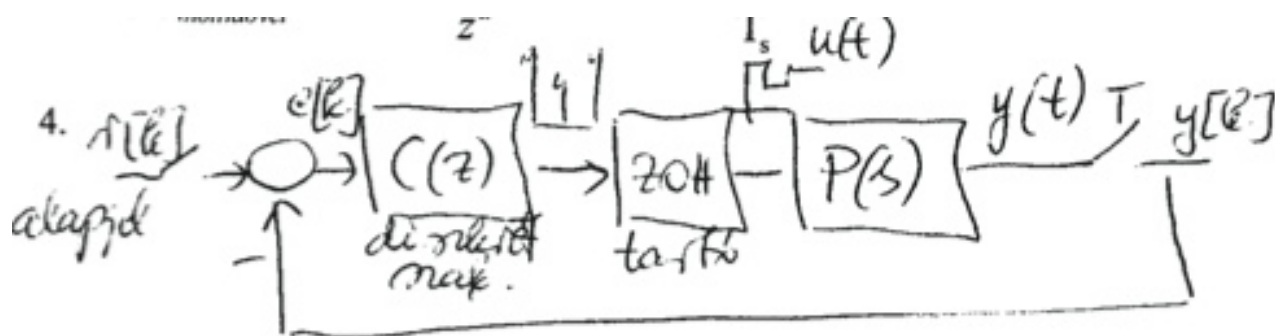
$$\dot{\hat{x}} = A\hat{x} + bu + l(y - \hat{y}); \quad \dot{\tilde{x}} = (A - lc^T)\tilde{x}; \quad \text{mivel } \dot{x} - \dot{\hat{x}} = Ax + bu - A\hat{x} - bu - lc^T\tilde{x}$$

$$\dot{\hat{x}} = A\hat{x} + bu + lc^T\tilde{x}$$

$$\text{vagyis } \dot{\tilde{x}} = A\tilde{x} - lc^T\tilde{x}$$

$$3 \quad |G(z)| = \frac{G(z)|_{\text{holdidő-nélkül}}}{d} = \frac{1}{T_d}$$

Vázolja fel egy mintavételes szabályozás felépítését. Jelölje be a jeleket. Milyen funkciókat lát el a digitális szabályozó?



Mintavétel ($y[k]$)

$e[k]$ hibajel számítása ($e[k] = r[k] - y[k]$)

$u[k]$ bemenőjel számítása ($u[k] = f(e[k], e[k-1], e[k-2], \dots, u[k-1], u[k-2], \dots)$)

$u[k]$ kiadása a zérusrendű tartószervének (D/A).