Övning 11 Grupp 4 dator

Simulera linjära system med allmänna insignaler

lsim(G,u,t)

G: systemet
u: insignal
t: tidsvektor

Studera G för u=ramp

t = (0:0.1:10) tidsvektor
u = k·t ramp med lutning k

Tillståndsbeskrivning ss

G till A,B,C,D

G = ss(G) ger en datastruktur G med matriserna

A=G.a , B=G.b . etc

egenvärden

eig(A) : egenvärden till A

polplacering

~~place(A,B,...)~~ ger L s.a polerna hamnar där du angett

place(A,B,[pol1,pol2..])

förstärkning: dcgain( )

(5.13) $Y = GU$

$$G = \frac{725}{(s+1)(s+2.5)(s+25)}$$

a) $U = FE$, $F = 1$

Hitta $\omega_c, \omega_p, \varphi_m$ & A_m

Lösning

margin (F*G) & läs av: $\omega_c = 5$ rad/s $A_m = 3.5$
$\omega_p = 9.5$ rad/s $\varphi_m = 27°$

b) Beräkna en regulator så att $\omega_c = 5$, $\varphi_m \geq 60°$, $e_0 = 0$

Rita Bode(FG) & kontrollera att specifikationerna är uppfyllda

Plotta ett stegsvar & kolla om $e_0 = 0$

Lösning

$\omega_{cd} = 5 = \omega_c$ men $\varphi_m = 27°$

vill öka fasen med $60° - 27° = 33°$

för lead lag ⇒ lägg till ~6° extra! Välj fasökning = 40°

Se figur 5.13 s 106 i boken ⇒ $\beta = 0.21$

$$\tau_D = \frac{1}{\omega_{cd}\sqrt{\beta}} = 0.43$$

$\frac{K}{\sqrt{\beta}}$ är förstärkningen ⇒ $\frac{K}{\sqrt{\beta}} = 1$ eftersom vi inte vill flytta ω_c ⇒ $K = 0.46$

$e_0 = 0$ kräver lag med $\gamma = 0$

$$\tau_I = \frac{10}{\omega_c} = 2$$

$$F = K \frac{\tau_D s + 1}{\beta \tau_D s + 1} \frac{\tau_I s + 1}{\tau_I s + \gamma}$$ med parametrar ovan

margin (FG) ⇒ värden på ω_c & φ_m

step(feedback(FG,1)) ger stegsvaret

c) Rita amplitudkurvan av det slutna systemet med & utan lead-lag länken. Hur har egenskaperna ändrats?

Lösning

Gc1 = feedback(G,1) (F=1)

Gc2 = feedback(GF,1) (med F från b)

bode(Gc1,'-', Gc2,'-.') plottar Bode för båda i samma plott den andra prickig!

Det "reglerade" systemet är mer dämpat (lägre peak)

d) Plotta ett rampsvar för reglerfelet i systemet i b
Är det stationära felet 0?

Lösning

Skapa tidsvektor t
o sätt r=t (enhetsramp)

Reglerfelet ges av $S=\frac{1}{1+GF}$ $(E=SR)$

$y = lsim(S, r, t)$
$plot(t, y)$
$e_1 \neq 0$

6.10

$$G^0 = G \frac{1}{s+1}$$

a) Bestäm Δ_G

Lösning $G^0 = G(1+\Delta_G) = G \frac{1}{s+1}$

$$\Rightarrow \Delta_G + 1 = \frac{1}{s+1} \Rightarrow \Delta_G = \frac{1}{s+1} - 1 = \frac{1-s-1}{1+s} = \frac{-s}{1+s}$$

b) Rita $\frac{1}{|\Delta_G(i\omega)|}$ o $\left|\frac{F(i\omega)G(i\omega)}{1+F(i\omega)G(i\omega)}\right|$ i Bodeplott

för $G = \frac{725}{(s+1)(s+2.5)(s+25)}$

o för $F=1$ samt F som i 5.13b

Vad kan sägas om robusthet för det slutna systemet?

Lösning

$$\frac{1}{\Delta_G} = -\frac{1+s}{s}$$

a) Bode($\frac{1}{\Delta_G}$, feedback(G,1))

eller

b) o

bode($\frac{1}{\Delta_G}$, feedback(FG,1))

$F=1$: $|T| > \left|\frac{1}{\Delta_G}\right|$ för några ω $\Rightarrow$ vi kan inte dra slutsater om stabilitet för det slutna verkliga systemet

$F=$leadlag: $|T| < \left|\frac{1}{\Delta_G}\right|$ $\forall\omega$ $\Rightarrow$ det verkliga slutna systemet är stabilt!

9.14 a+b

$Y = GU \quad G = \frac{1}{s(s+1)}$ DC-motor ⇒ utsignalen är motorns vinkel

a) Generera tillståndsformen i MATLAB
Vilka fysikaliska signaler representeras av tillstånden?

Lösning

G=ss(G)
A=G.a
B=G.b
C=G.c
D=G.d

$$\Rightarrow \begin{cases} \dot{x} = \begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} x + \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix} u \\ y = \begin{pmatrix} 0 & 1 \end{pmatrix} x \end{cases}$$

$x_2 = y$ = motorns vinkel
$\dot{x}_2 = x_1$ = vinkel hastighet

b) Vi vill reglera med $u = -Lx + l_0 r$
Beräkna L & simulera slutna systemet för de 2 valen av poler
i) $p_1 = -2.2, \quad p_2 = -2.1$
ii) $p_1 = -1+i \quad p_2 = -1-i$
Beräkna l_0 så att det slutna systemet får statisk förstärkning 1
Titta på stegsvarets egenskaper & amplituden för insignalen i de 2 fallen.
Vilket val ger bäst 'trade off' mellan snabbhet & ämnsignal?

Lösning

L=place(A,B,[-2.2,-2.1])
Gc0= ss(A-BL,B,C,0) ← om l0=0
$l_0 = \frac{1}{\text{dcgain(Gc0)}}$

$G_c = \frac{Gc0}{\text{dcgain(Gc0)}}$

Plotta: [y,t,x]= step(Gc,10)
u= l0 - xL (eftersom r=steg)
plot(t,y,t,u)
Upprepa för andra valet av poler

Val 1 & val 2 har approx. samma Tr & Ts (lika snabba)
men val 2 ger en liten översläng (pga komplexa poler)
& en mindre insignal som följd (den behöver inte dämpa lika mycket)