TENTAMEN

Reglerteknik D, D3, lp 2

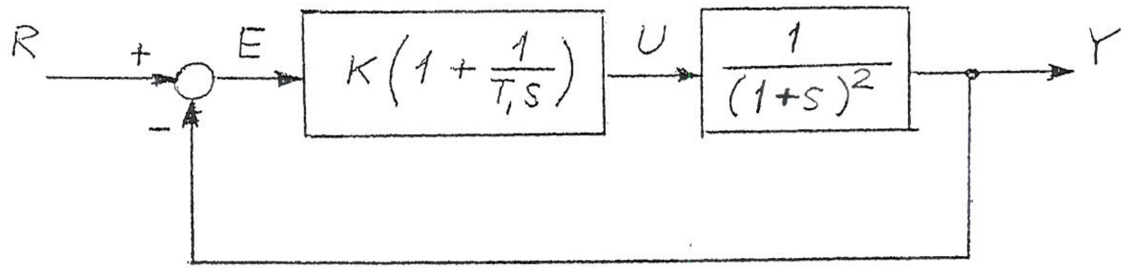
Kursbeteckning:	**ERE 102**
Datum:	Fredag 2010-04-09 em
Examinator och ansv. lärare:	Bertil Thomas, tel 5743, 0730-868247 Besöker tentamen 15.00 (ca)
Tillåtna hjälpmedel:	Formelsamling(ar), typgodkänd miniräknare, bodediagram, pennor, linjaler.
Antal uppgifter:	
Maxpoäng	25
Preliminära betygsgränser:	10 / 15 / 20

Tentan gäller även för omtenterande i de tidigare kurserna ERE100 resp ERE101.

1

Figuren nedan visar ett reglersystem med en PI-regulator, där vi kan anta att både K och T_I är större än noll.
För vissa kombinationer av K och T_I är systemet stabilt, medan andra kombinationer ger ett instabilt system. Bestäm för vilka värden på T_I som systemet är stabilt (som funktion av K).

(2 p)

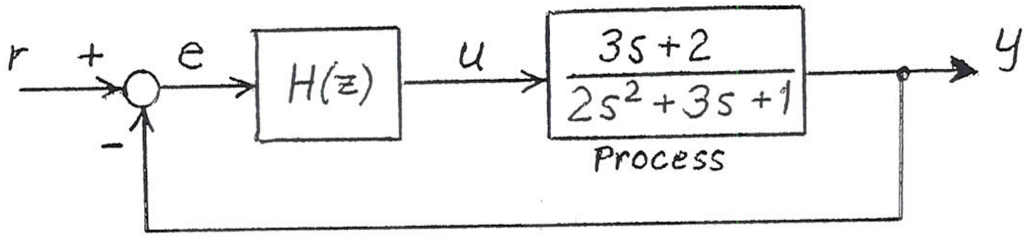


2

Processen i nedanstående reglersystem ska regleras med en tidsdiskret regulator H(z). För att kunna göra beräkningar på egenskaperna hos reglersystemet (stabilitet mm) måste man först diskretisera processen.

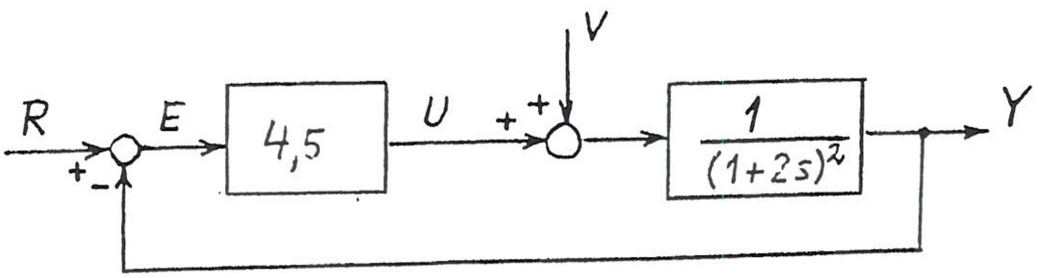
Uppgift: Bestäm den tidsdiskreta motsvarigheten till processens överföringsfunktion under förutsättning att styrningen sker med en styckvis konstant insignal. Samplingstiden är h = 1 sekund.

(2p)



3.

Blockschemat nedan visar ett system för reglering av temperaturen i en värmeväxlare. Nu vill man undersöka hur stora styrsignalerna u blir vid olika typer av störningar v i systemet. Beräkna därför överföringsfunktionen G(s) från signalen V till signalen U .

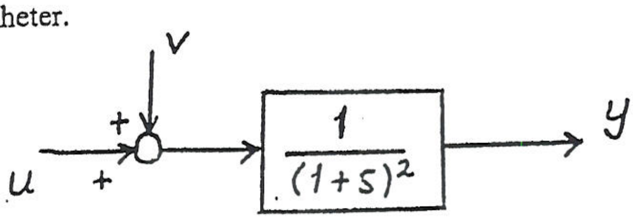


Svaret skall ges på formen $G(s) = \frac{T(s)}{N(s)}$ där T(s) och N(s) är två polynom i s .

(2p)

4.

Processen nedan påverkas av en sinusformad störning v med frekvensen 0,5 rad/s och amplituden 2,5 enheter.



V = störning
u = styrsignal
y = reglerad storhet

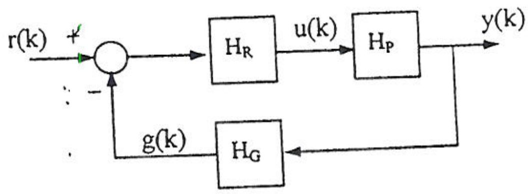
a) Beräkna hur stor amplituden blir hos den sinusformade komponenten i utsignalen y (som blir följden av den aktuella störningen).

b) Antag att processen ska regleras med en P-regulator med förstärkningen K= 6 (som ger fasmarginalen 50 grader). Hur stor blir nu amplituden hos den sinusformade komponenten i utsignalen som är följden av den aktuella störningen ?

(3p)

5

Processen H_P i reglersystemet i figuren kan beskrivas med differensekvationen:



$$y(k) = 0{,}8y(k-1) + 2u(k-1)$$

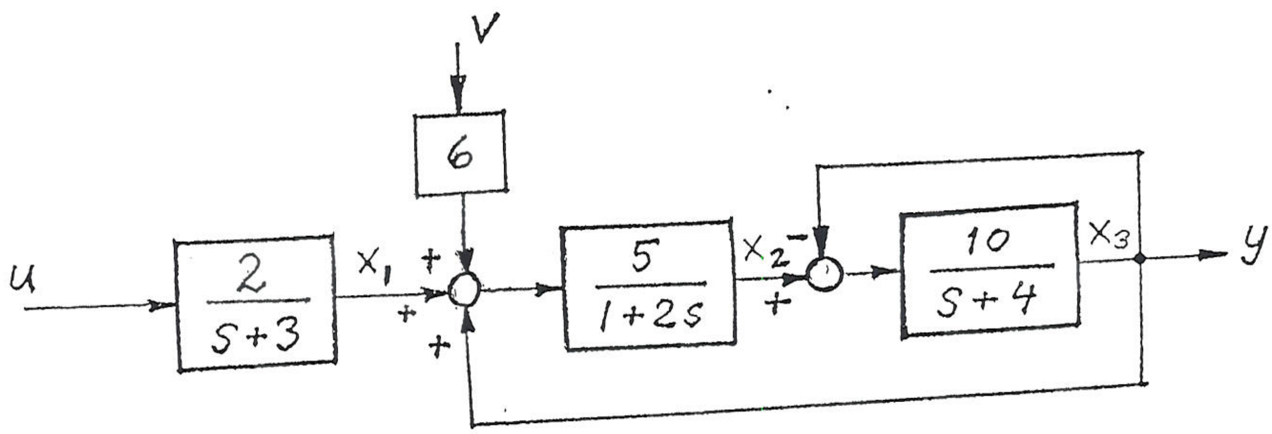
Givaren H_G kan beskrivas med differensekvationen:

$$g(k) = y(k-1)$$

En tidsdiskret, proportionell regulator med överföringsfunktion $H_R(z) = K$, där $K>0$, ska användas som regulator i reglersystemet. Bestäm hur stort K maximalt får vara om reglersystemet ska vara stabilt. (2 p)

6

Figuren nedan beskriver ett system med två insignaler (u och v) samt en utsignal y. Ställ upp systemet på tillståndsform. Utsignalen från de tre blocken som ligger i serie med varandra ska väljas som tillstånd. (2p)



7

För en viss kemisk process har överföringsfunktionen bestämts till:

$$G(s) = \frac{2 \cdot e^{-0,5s}}{1+2,5s}$$

Dimensionera en PI-regulator för processen så att fasmarginalen blir 45 grader. Använd bifogade arbetsmetodik för detta, vilket bla innebär att du först måste rita upp bode-diagrammet för processen. (Bodediagrammet ger 2 poäng, resten av uppgiften 1 poäng)

Arbetsmetodik – dimensionering av PI-regulatorer

1) Rita först Bodediagram för den process $G_P(s)$ som ska regleras.

2) Bestäm sedan det K-värde som vid ren P-reglering hade givit fasmarginalen $\varnothing_m = \varnothing_{min} + 11$ grader.

Orsaken till de extra 11 graderna på fasmarginalen är att den integrerande delen sedan kommer att försämra fasmarginalen i motsvarande utsträckning, se punkt 3.

3) Bestäm vilken överkorsningsfrekvens ω_c som erhålls med ovanstående K-värde. Bestäm därefter T_I så att brytfrekvensen ω_b för PI-regulatorn hamnar på lämpligt avstånd från ω_c.

Ett lämpligt läge för brytfrekvensen är $\omega_b = 0,2\ \omega_c$.
Detta ger:

$$\omega_b = \frac{1}{T_I} = 0,2\ \omega_c \Rightarrow T_I = \frac{1}{0,2\ \omega_c}$$

Detta val av T_I gör att fasmarginalen försämras med 11 grader.

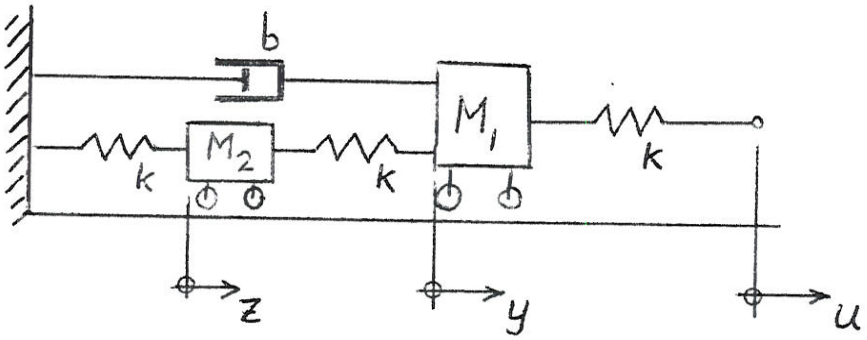
8

Figuren nedan visar ett mekaniskt system med två massor, tre fjädrar och en dämpare. Alla tre fjädrar har fjäderkonstanten k. Dämparen har dämpkonstanten b. Massorna har storlekarna M_1 resp M_2. Variablerna y och z anger positionen på respektive massa, medan variabeln u anger positionen på fjäderns högra fästpunkt.

Uppgift: Utgå från Newtons lagar och ställ upp systemet på tillståndsform. Antag att u är insignal och z är utsignal. Välj följande tillståndsvariabler:

$$\begin{cases} x_1 = y \\ x_2 = y' \\ x_3 = z \\ x_4 = z' \end{cases}$$

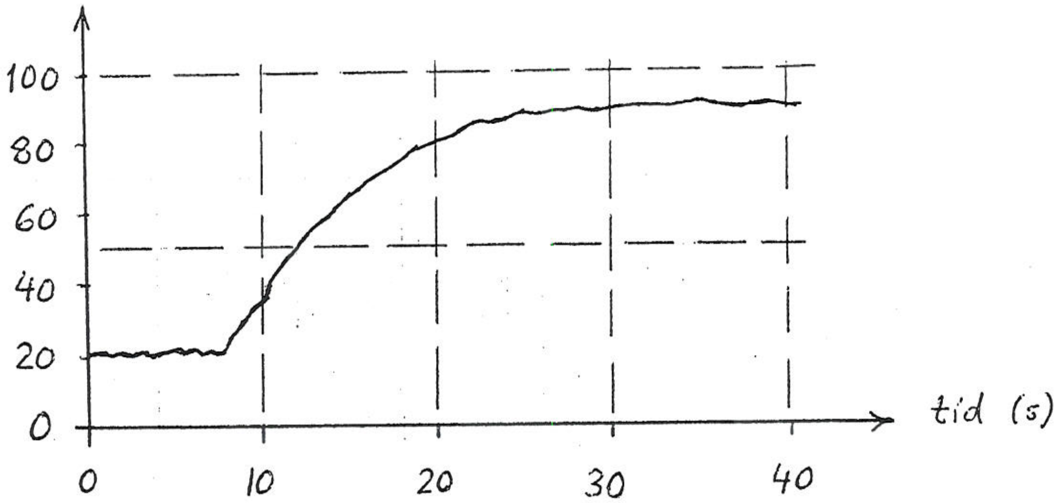
(4 p)



9

Figuren nedan visar insvängningsförloppet för utsignalen hos en viss process i en rymdraket då den utsattes för en stegformad insignaländring på 5 enheter. Bestäm processens överföringsfunktion G(s) med hjälp av kurvan.

(1 p)



10

a.

Vilken frekvens släcks ut av ett tidsdiskret notchfilter med överföringsfunktionen

$$H(z)=\frac{z^2+1{,}2z+1}{z^2+1{,}08z+0{,}81}$$

och samplingsfrekvensen 800Hz? (1 p)

b.

Utgå från motsvarande analoga filter och bestäm med hjälp av bilinjär transform överförings-funktionen för ett tidsdiskret högpass Butterworthfilter av ordning 1 med samplingsfrekvensen 10kHz och undre gränsfrekvensen 500Hz.

(1 p)

11

Efter igångsättningen av ett datorbaserat reglersystem för koncentrationsreglering på ett medicinskt laboratorium fann man att utsignalen började självsvänga med periodtiden T = 30 sekunder.

För att råda bot på problemet föreslogs att man skulle flytta koncentrationsgivaren i det utgående röret närmare processen. Dödtiden skulle på så sätt kunna minska med fyra sekunder.

Uppgift: Utred om den föreslagna förändringen kan leda till förbättrad stabilitet. Hur stor blir fasmarginalen Φ_M i det nya systemet?

(2 p)