

TENTAMEN

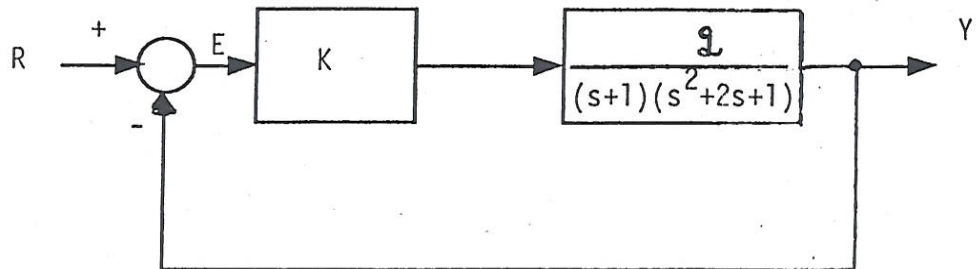
Reglerteknik D, D3, Ip 2

Kursbeteckning:	ERE 102
Datum:	Torsdag 2009-08-20 em
Examinator och ansv. lärare:	Bertil Thomas, tel 5743, <i>0733-124381</i> Besöker tentamen 15.30 (ca)
Tillåtna hjälpmedel:	Formelsamling(ar), typgodkänd miniräknare, bodediagram, pennor, linjaler.
Antal uppgifter:	10
Maxpoäng	25
Preliminära betygsgränser:	10 / 15 / 20

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

①

För vilka värden på parametern K är nedanstående återkopplade system stabilt?



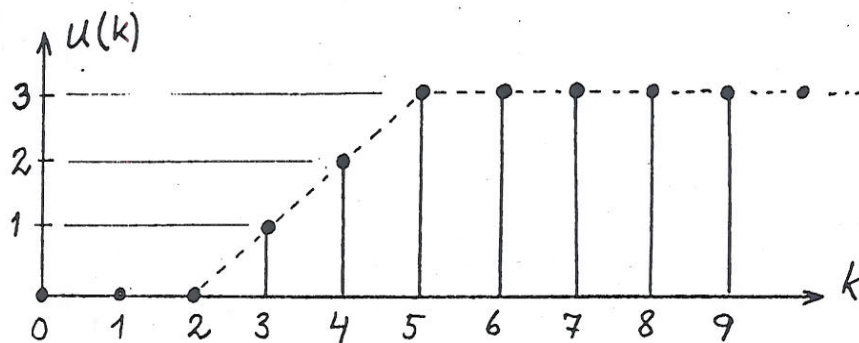
(1 p)

②

En tidsdiskret process beskrivs med följande differensekvation:

$$y(k) = y(k-1) - 0,5 y(k-2) + 2 \cdot u(k-1).$$

Vid ett visst tillfälle såg insignalen $u(k)$ till processen ut enligt nedanstående figur:



Bestäm om processen är stabil eller inte. Använd valfri metod för detta. Bestäm sedan hur utsignalens z-transform ser ut för ovanstående process om insignalen ser ut enligt figuren.

(2 p)

3

Figuren nedan visar en blandningsprocess med två inflöden (med olika temperatur) och ett utflöde. Antag att det råder god omröring i tanken så att det är samma temperatur överallt i den. Antag också att tanken är väl isolerad, så att det inte är några värmeförluster till omgivningen. Utflödet styrs av en pump och är variabelt. Följande beteckningar används:

Variabler:

u_1 = inflöde nr 1 (m^3/s)

u_2 = inflöde nr 2 (m^3/s)

u_3 = utflöde (m^3/s)

T_1 = temperatur i inflöde 1 ($^{\circ}\text{C}$)

T_2 = temperatur i inflöde 2 ($^{\circ}\text{C}$)

T = temperatur i tanken ($^{\circ}\text{C}$)

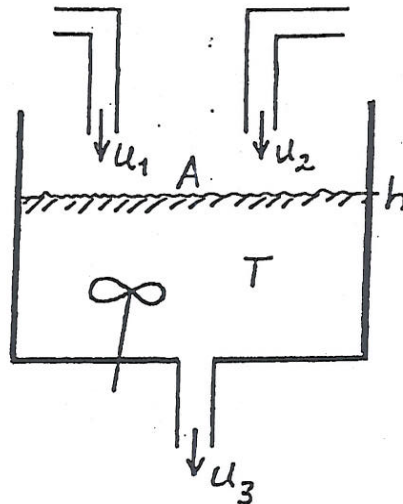
h = nivå i tanken (m)

Konstanter:

A = tankarea (m^2)

ρ = densitet (kg/m^3)

c = värmekapacitet ($\text{J}/\text{kg } ^{\circ}\text{C}$)*



Uppgift:

Bestäm en tillståndsmodell (olineär) för tanken där nivån och temperaturen i tanken är tillståndsvariabler och där övriga variabler är insignaler (störningar eller styrsignaler). Modellen skall alltså vara av följande typ där du ska bestämma funktionerna f_1 och f_2 . (Du behöver inte linearisera ekvationerna):

$$\frac{dh}{dt} = f_1(u_1, u_2, u_3, T_1, T_2, T, h, \dots)$$

$$\frac{dT}{dt} = f_2(u_1, u_2, u_3, T_1, T_2, T, h, \dots)$$

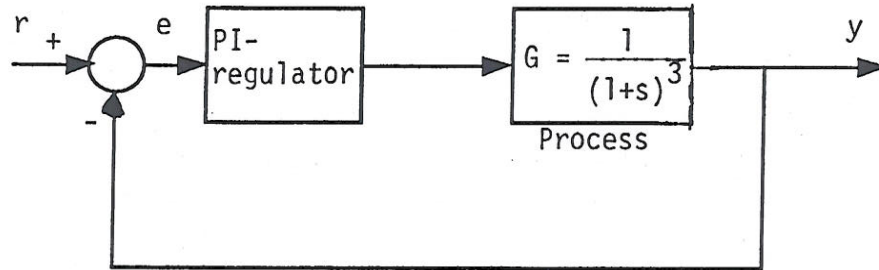
(3 p)

*) även kallad specifik värmekapacitet

4

En kemisk process med överföringsfunktionen $G(s)$ enligt nedan ska regleras med en PI-regulator

$$K\left(1 + \frac{1}{T_s}\right).$$



a)

Bestäm regulatorparametrarna enligt Ziegler-Nichols metod.

(2 p)

b)

Rita upp ett fullständigt Bodediagram för systemet med den regulator som bestämdes i deluppgift a). Med hjälp av Bodediagrammet ska systemets fasmarginal ϕ_m och dess amplitudmarginal A_m bestämmas. Verkar stabiliteten tillfredsställande?

(2 p)

5

Den analoga processen $G(s) = 2/(1+2s)$ skall regleras med en tidsdiskret proportionell regulator med förstärkningen $K = 3$.

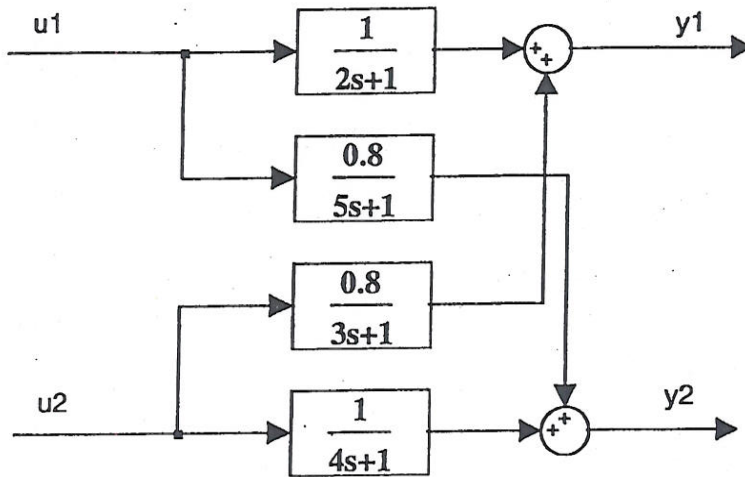
Hur kort samplingsintervall krävs för att systemets amplitudmarginal skall vara 2 ggr?

(2 p)

6

a) Blockschemat nedan beskriver ett system med två insignaler och två utsignaler. Ställ upp systemet på tillståndsform. Välj utsignalerna från blocken som tillstånd.

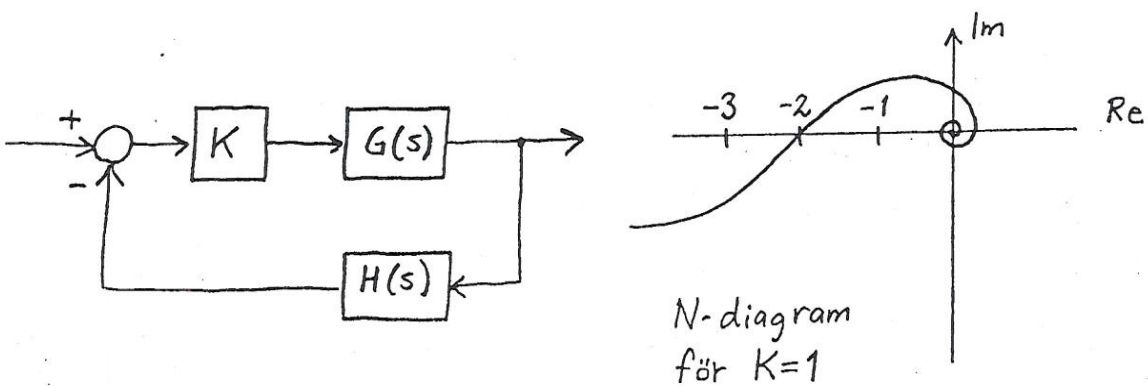
(2 p)



b)

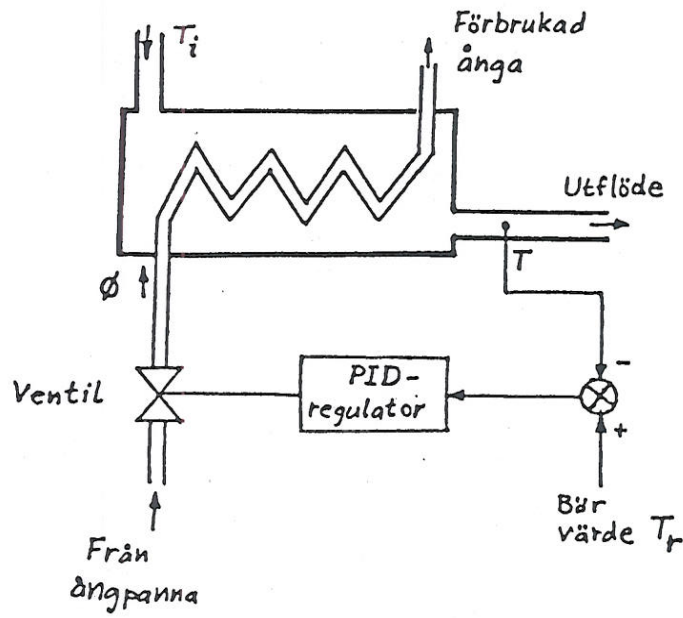
Nyquist-diagrammet för ett reglersystem är givet. Bestäm K så att amplitudmarginalen blir $A = 2,5$ ggr.

(1 p)

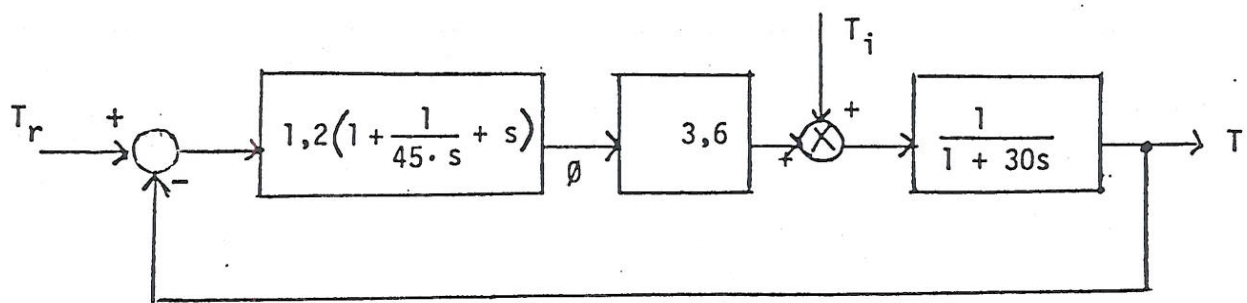


7

Nedanstående figur och blockschema visar schematiskt uppbyggnaden av ett enkelt reglersystem för reglering av utflödestemperaturen T i en speciell typ av värmeväxlare:



- T_i = tilloppstemperatur ($^{\circ}\text{C}$)
- T = frånflödestemperatur ($^{\circ}\text{C}$)
- T_r = börvärde ($^{\circ}\text{C}$)
- \emptyset = ångflöde (kg/min)



Uppgifter:

- a) Bestäm överföringsfunktionen för sambandet mellan tilloppstemperaturen T_i (störning) och frånflödestemperaturen T i det återkopplade systemet enligt ovan. (2 p)
- b) Avgör med valfri metod om reglersystemet i figuren ovan är stabilt eller inte. (1 p)

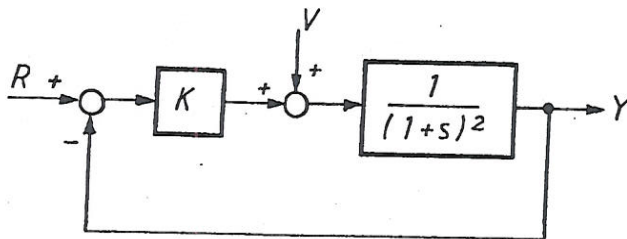
(Poäng ges enbart för en lösning med korrekt genomförda beräkningar enligt någon vedertagen metod.)

8

Figuren nedan visar ett återkopplat reglersystem med en proportionell regulator K . Regulatorns förstärkning är $K = 16$.

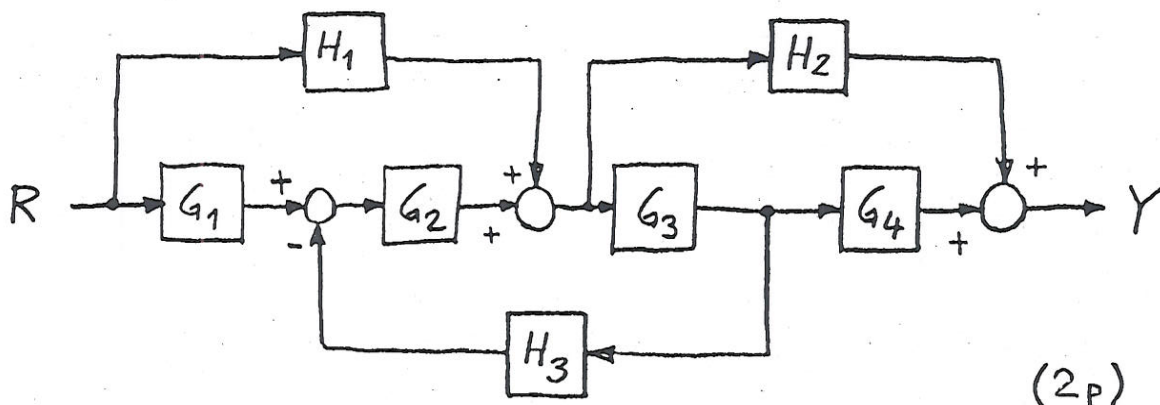
Antag att systemet påverkas av sinusformade störningar v . Beräkna då upp till vilken frekvens som regulatorn förmår att reducera amplituden på de svängningar i utsignalen som blir följden av dessa sinusformade störningar (jämfört med fallet utan reglering, $K = 0$).

(3 p)



9

Bestäm överföringsfunktionen från R till Y för nedanstående system:



(2 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 överföringsfunktionen för ett tidsdiskret högpas Butterworthfilter av ordning 1 med samplingsfrekvensen 10kHz och undre gränshfrekvensen 500Hz.

(1 p)

