

# TENTAMEN

## Dynamiska system och reglerteknik EI2, DI2, MEI2

<b>Kursbeteckning:</b>	<b>LEU 236</b>
<b>Datum:</b>	Lördag 2017-01-14, förmiddag
<b>Examinator och ansv. lärare:</b>	Bertil Thomas, tel 5743
<b>Besöker tentamen:</b>	<b>Följande ungefärliga tidpunkter</b> (ca 10.00) och (ca 11.00).
<b>Tillåtna hjälpmedel:</b>	Formelsamling(ar), typgodkänd miniräknare, bodediagram, pennor, linjaler, suddare <b>Läroboken Modern Reglerteknik</b> (dock inte övningsboken)
<b>Antal uppgifter:</b>	9
<b>Maxpoäng</b>	25
<b>Preliminära betygsgränser:</b>	10/15/20

**OBS:** Fullständiga lösningar måste lämnas in.

Markera dina slutgiltiga svar tydligt i slutet på varje löst uppgift.

1.

En process beskrivs med följande differentialekvation:

$$y'' + 0,45 \cdot y' + 0,05 \cdot y = u' + 0,5 \cdot u$$

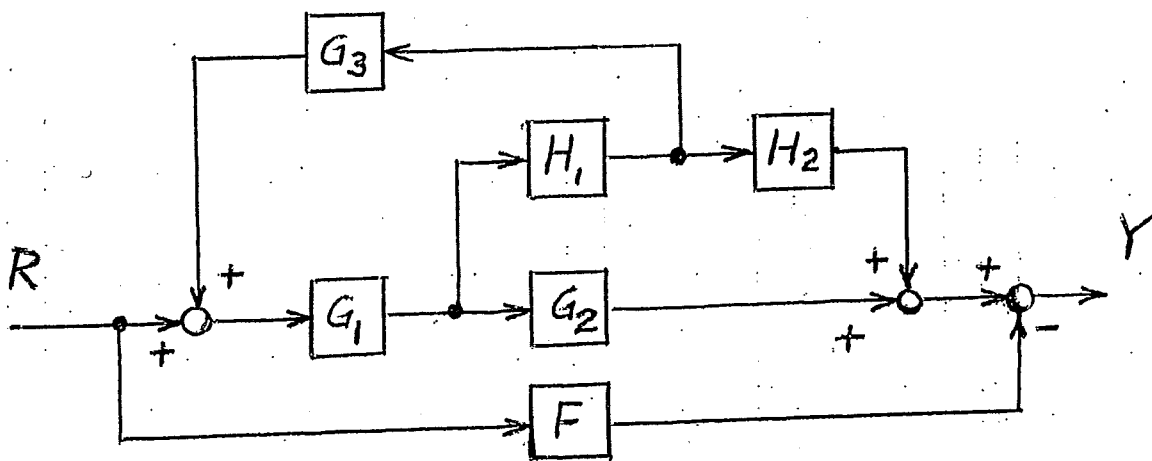
Bestäm följande saker

- a) Processens överföringsfunktion  $Y/U$  och dess statiska förstärkning. (1p)
- b) Processens poler och nollställen. (1p)
- c) Processens tidskonstanter (2 stycken). (1p)

2.

Blockskemat nedan beskriver ett delsystem i en jetmotor. Bestäm den totala överföringsfunktionen från  $R$  till  $Y$ .

(2p)



3.

En PI-regulator använder, som bekant, följande algoritm för att beräkna styrsignalen  $u(t)$  utgående från reglerfelet  $e(t)$ :

$$u(t) = K \left[ e(t) + \frac{1}{T_I} \int_0^t e(t) dt \right]$$

Här gäller att  $K$  är förstärkningen och  $T_I$  är integrationstiden. Denna regulator kan (efter transformering till en överföringsfunktion) skrivas om på tidsdiskret form med hjälp av Bilineär transform och därefter skrivas som en differensekvation av följande typ (för implementering i en mikrodator eller liknande):

$$u(k) = a \cdot u(k-1) + b_1 \cdot e(k) + b_2 \cdot e(k-1)$$

**Uppgift:**

Bestäm parametrarna  $a$ ,  $b_1$  och  $b_2$  som funktion av  $K$ ,  $T_I$  och  $h$ , där  $h$  är samplingsintervallet. (3 p)

4.

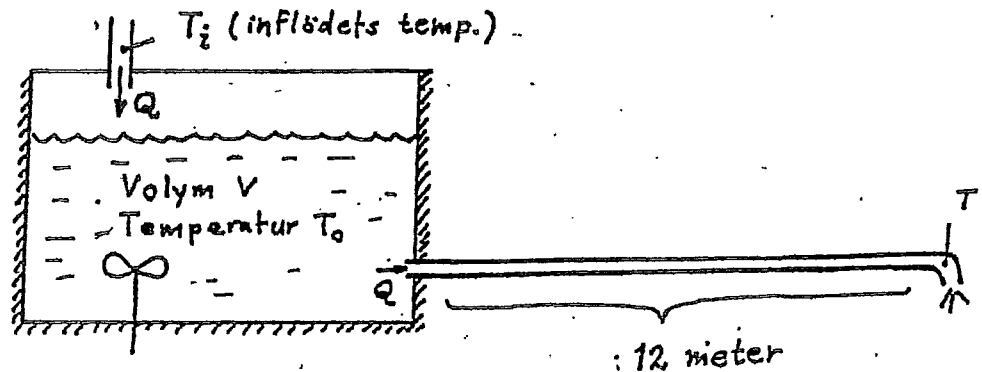
Nedanstående process ska regleras med en P-regulator. Rita Bodediagram för processen och bestäm med hjälp av detta förstärkningen  $K$  så att vi får fasmarginalen 50 grader. Beräkna också approximativ stigtid för det erhållna systemet. (3 p)

$$G(s) = \frac{2,5}{(1+5s)(1+0,4s)}$$

5.

Figuren nedan visar en behållare med vattenvolymen  $V = 0,5 \text{ m}^3$ . Tillflödets och frånflödets storlek är  $Q = 0,005 \text{ m}^3/\text{sekund}$ . Tanken och röret kan anses perfekt isolerade.

Dimensionen på frånflödesröret är sådan att vattenflödets hastighet genom röret blir  $0,8 \text{ m/sekund}$ .



Uppgifter:

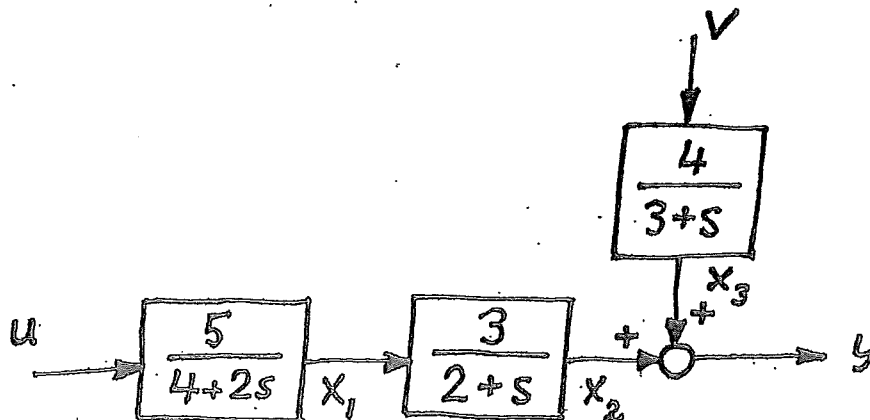
Bestäm överföringsfunktionen  $G(s) = \frac{T}{T_i}$  för behållaren + rörledningen. (3p)

6.

Nedanstående blockschema föreställer en del av ett dynamiskt system i en petrokemisk fabrik. Eftersom man håller på att ta fram en matematisk modell över fabriken ska man ta fram en tillståndsmodell som beskriver dynamiken.

**Uppgift:**

Ställ upp systemet på tillståndsform och skriv upp hur A-matrisen, B-matrisen och C-matriserna ser ut. Använd utsignalerna från de tre blocken som tillstånd. Systemet har två insignaler (styrsignalen  $u$  och störningen  $v$ ) samt en utsignal  $y$ .

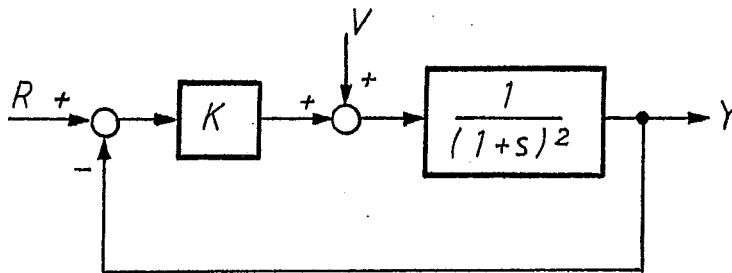


(2p)

7.

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

Antag att systemet påverkas av sinusformade störningar  $v(t) = \sin(\omega t)$ . 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)



8.

Bestäm amplitud- och fasfunktion för nedanstående process. Bestäm också amplitudförstärkningen och fasvridningen vid frekvensen 2 rad/s. (2 p)

$$G(s) = \frac{5}{s(1+s)^2}$$

Para ihop rätt svar nedan (nummer 1-10) med lämplig fråga (dvs välj det mest lämpliga substantivet längst ned, A-Ö).

Här är svaren

Fyll i lämplig bokstav här

1. Temperaturgivare som normalt är noggrannare än en termoelement-givare.
2. Regulator, som fungerar som en P-regulator, men som till skillnad från denna verkar på det predikterade felet några sekunder framåt.
3. Flödesmätare som inte bromsar upp flödet i rörledningen.
4. Regulator som oftast använder en termostat som en av de mest väsentliga komponenterna.
5. Metod att bestämma överföringsfunktionen för en process.
6. Styrprincip som gör att man kan använda binära styrdon även om man har analog PID-reglering.
7. Reglerprincip som är extra bra för att minska inverkan av höfrekventa proces-störningar
8. Givare vars funktion grundar sig på Bernoullis ekvationer.
9. Mått som används för att ange stabiliteten hos ett återkopplat system.
10. Kurva som visar hur utsignalen från en process ändrar sig då insignalen utsätts för en insignal som växer med konstant hastighet.


Här är frågorna / substantiven

Vad är (en/ett/---)

A Stegsvär	H Amplitudkurva	O Tvålägesregulator	V rotordriven flödesgivare
B Otto-Smith-regulatorn	I Pulsbreddsmodulering	P Strålningspyrometer	X Modellbaserad reglering
C PI-regulator	J Nyquistkriteriet	Q Amplitudmarginal	Y PD-regulator
D AS-måttet	K Framkoppling	R Dual mode control	Z PID-regulator
E Tryckdifferensgivare	L Binärstyrning	S Impulssvar	Å Motståndstermometer
F Lambdametoden	M Rampsvar	T Termistor	Ä Akustisk flödesgivare
G Induktiv givare	N Kiselmätare	U Stegvarsidentifiering	Ö Integrerande reglering

Alla rätt ger 4 poäng. Därefter minus 0,5 poäng för varje fel. (max 4 poäng)

$$\text{dvs } \left\{ \begin{array}{l} 10 \text{ rätt} = 4 \text{ p} \\ 9 \text{ rätt} = 3,5 \text{ p} \\ 8 \text{ rätt} = 3 \text{ p} \\ \vdots \\ 0-2 \text{ rätt} = 0 \text{ p} \end{array} \right.$$