

Reglerteknik M3

Tentamen 2012-04-13

Tid: 08:30 – 13:30

Lokal: V

Kurskod: ERE033

Lärare: Knut Åkesson, tel 0701-749525

Läraren besöker tentamenssalen vid två tillfällen för att svara på eventuella frågor. Detta sker normalt sett en timme efter tentamensstart samt en timme före tentamens slut.

Tentamen omfattar totalt 30 poäng, där betyg tre fordrar 12 poäng, betyg fyra 18 poäng och betyg fem 24 poäng. Lösningar och svar till alla uppgifter ska vara tydligt motiverade.

Lösningsförslag till tentamen anslås på kurshemsidan senast första arbetsdagen efter tentamenstillfället. *Granskning* av rättning sker den *27 april* i laborationssalen (vattentankslabbet, rum 5220).

Tillåtna hjälpmedel:

- Reglerteknik M3 - Formelsamling
- Bodediagram
- Beta och Physics handbook, Standard Mathematical Tables, TEFYMA
- Chalmersgodkänd räknare alternativt valfri kalkylator med rensat minne, ej handdator/smartphone.
- För Erasmusstudenter är lexikon, till och från svenska, tillåtet.

Inga anteckningar är tillåtna!

1

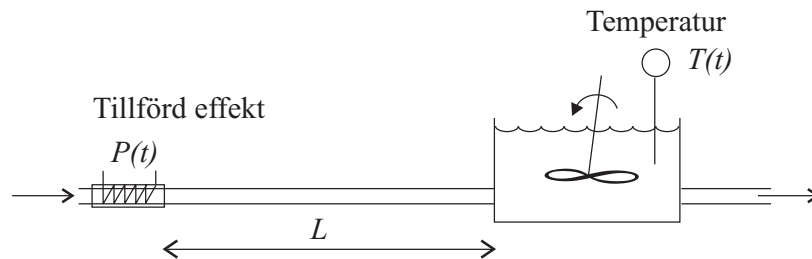
Avgör om påståendena nedan är rätt eller fel, kort motivering krävs!

- a) Ett andra ordningens system med relativ dämpning större än 1 har reella poler.
- b) Ett system med dödtid är ett icke-minimumsystem.
- c) Stigtiden påverkas ej av dödtid.
- d) Insvängningstiden påverkas ej av dödtid.

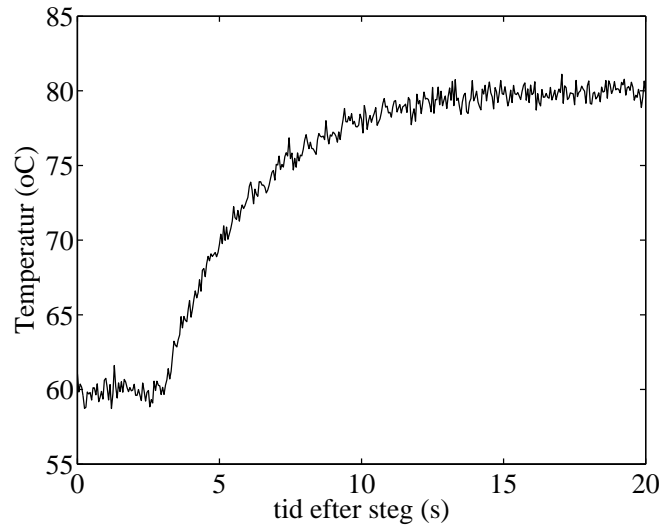
(2p)

2

Temperaturen i en tank skall PI-regleras. Uppvärmningen sker en bit uppströms genom upphettning av manteln, se figuren nedan.



För att få en modell att utgå ifrån vid regleringen har ett stegvarsförsök genomförts. Följande kurva erhöles då den tillförda effekten ökades från 20 till 25 kW.



- a) Ange en lämplig överföringsfunktion som beskriver processen från tillförd effekt till uppmätt temperatur!
(3p)
- b) Ange en lämplig differentialekvation som beskriver processen från tillförd effekt till uppmätt temperatur!
(1p)
- c) Bestäm en PI-regulator med parameterintervall enligt Ziegler-Nichols svängningsmetod!
(3p)
- d) Med korrekt inställning enligt (b) fås en fasmarginal på ca 80.3° vid en överkorsningsfrekvens på ca 0.212 rad/s (beror på avläsningen i a-uppgiften).

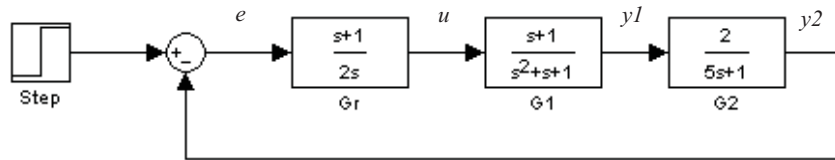
Tanken är i själva verket ett litet mätkärl inuti ett mätinstrument och röret mellan mantelvärmaren och kärlet är en slang på $L = 9 \text{ cm}$.

Hur lång kan slangen vara utan att systemet blir instabilt?

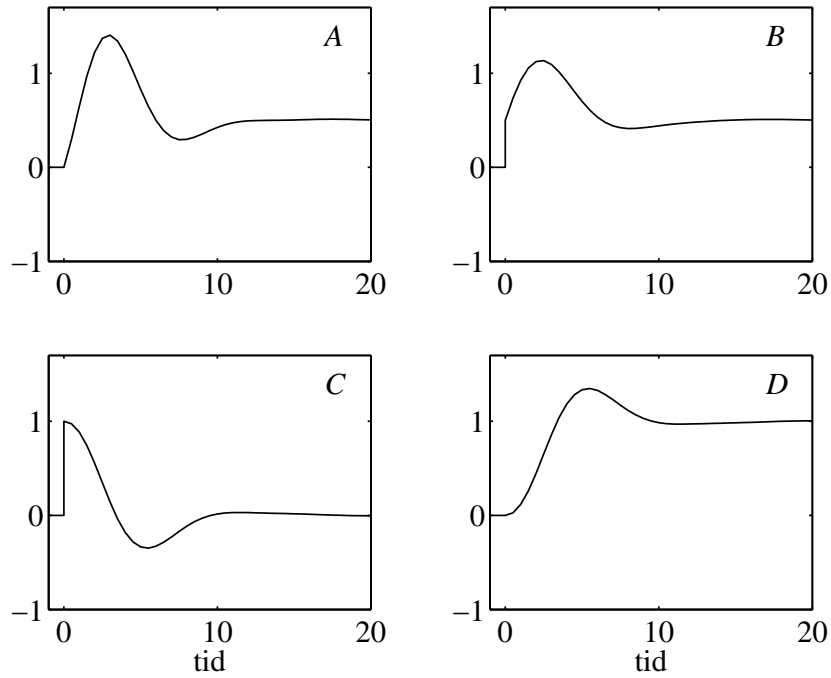
(3p)

3

Ett stegsvar för ett reglersystem simuleras med Simulink:



Para ihop kurvorna *A* till *D* med signalerna *e*, *u*, *y1* och *y2*! En kort motivering krävs.



(3p)

4

En student skall reglera systemet

$$G(s) = \frac{1 + s^2}{4s^3 + s^2 + s + 1}$$

med en PI-regulator

$$G_r(s) = K\left(1 + \frac{1}{Ts}\right)$$

där $K > 0$ och $T > 0$

a) Visa att detta alltid resulterar i ett instabilt system.

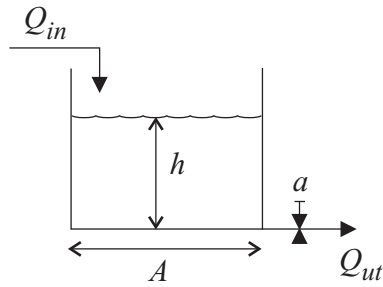
(3p)

b) Anta nu att vi tillåter godtyckliga (reella) värden på T och K . Skissa i ett diagram för vilka kombinationer som systemet blir stabilt!

(2p)

5

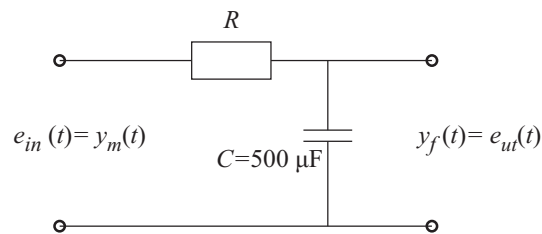
Vätskenivån i ett öppet kärl skall hållas kring ett börvärde $\bar{r} = 0.5$ m trots variationer i inflödet Q_{in} . Regleringen ska ske genom att arean a i utloppsventilen styrs utifrån en givare som anger höjden h i kärlet.



- a) Anta att utflödet följer Bernoullis ekvation, d v s $Q_{ut} = a\sqrt{2gh}$ och bestäm sedan genom fysikalisk modellering en tillståndsmodell för processen! Ange instorheter (störning och styrsignal), tillstånd och utstorhet! (3p)
- b) Linjärisera processen kring arbetspunkten $\bar{r} = 0.5$ m och $\bar{Q}_{in} = 0.1$ m³/s! Kärlets bottenarea är $A = 1$ m². (2p)

6

En regulator skall implementeras i ett styrsystem med en samplingstid på $h = 0.1$ s. Tyvärr är det högfrekventa nätstörningar på den analoga mätsignalen (spänningen e_{in}). Därför skall man filtrera den analoga signalen genom ett s.k. antialiasfilter. På grund av sin enkelhet väljer man att göra ett RC-filter med en kondensator som har kapacitansen $500 \cdot 10^{-6}$ F.



- a) Sätt bandbredden för filtret till Nyquistfrekvensen och beräkna vad resistansen bör vara.

(4p)

- b) Anta att amplituden på de sinusformade nätstörningarna (50Hz) är 0.2 V. Hur stora amplitud får dessa störningar efter filtreringen?

(Om du inte klarade a-uppgiften kan du anta att överföringsfunktionen från y_m till y_f är ett 1:a ordningens system med en tidskonstant på 0.03s)

(1p)

Lycka Till!