

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Institutionen för elektroteknik

ERE 103 Reglerteknik D

Tentamen 2021-08-19 08.30 – 12.30

Examinator: Bill Karlström, 0708-176535.

Tillåtna hjälpmedel: Alla omänskliga, källor skall anges.

Tentan är individuell, du får inte kommunicera med någon annan än läraren och tentavakterna!!

Poängberäkning: Tentamen består av 7 uppgifter om totalt 30 poäng.

Nominella betygsgränser är 12 (3), 18 (4) respektive 24 (5) poäng.

Lösningarna skall vara tydliga och väl motiverade och sådana att tankegången i dem kan följas.!

Tentamensresultat: Anges i Canvas

Om något fel på tentan upptäcks meddelar jag detta i ett announcement, så var uppmärksam på dessa.

LYCKA TILL!

Bill

1.

a. Den komplementära känslighetsfunktionen $T(s)$ för ett system ges av

$$T(s) = \frac{180}{s^2 + 20s + 180}.$$

Bestäm systemets kretsöverföring $L(s)$. 2p

Bestäm dessutom bandbredden för $T(s)$. 2p

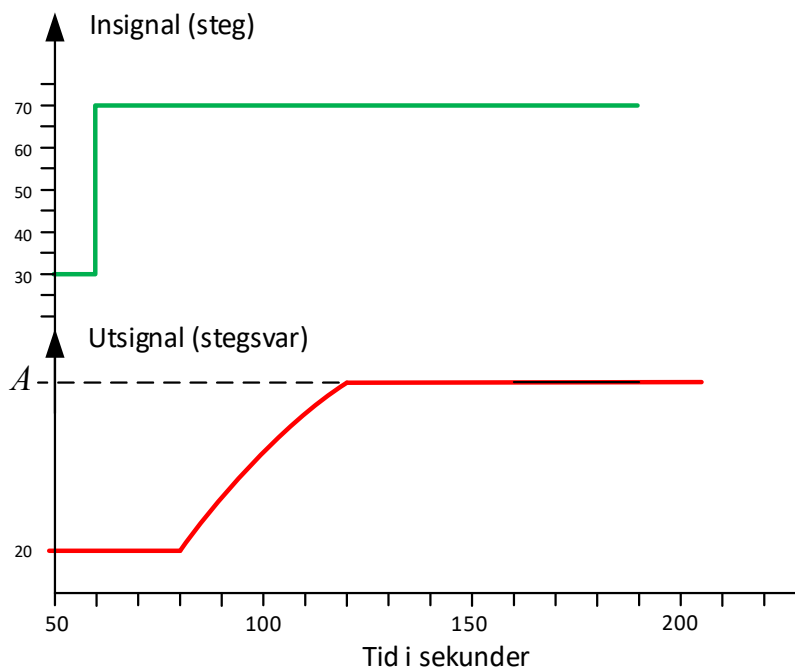
b. Bestäm överföringsfunktionen för ett BP-filter av ordning 2 genom att utgå från ett LP-filter av ordning 1

Mittvinkelfrekvensen skall vara 200rad/s och bandbredden 50rad/s 2 p

c. På ett system, $G(s)$, av ordning 1, med överföringsfunktion enligt nedan, görs ett stegsvarsexperiment med insignal enligt den övre kurvan och utsignal enligt den nedre.

$$G(s) = \frac{3}{1 + 36s} \cdot e^{-sL}$$

Man gör då ett misstag så att systemet mätsas, se figuren.



Bestäm L och den nivå A på vilken systemet mätsas.

2p

2.

Figuren visar en enkel modell för fjädring, stötdämpare inklusive däck hos en bil.

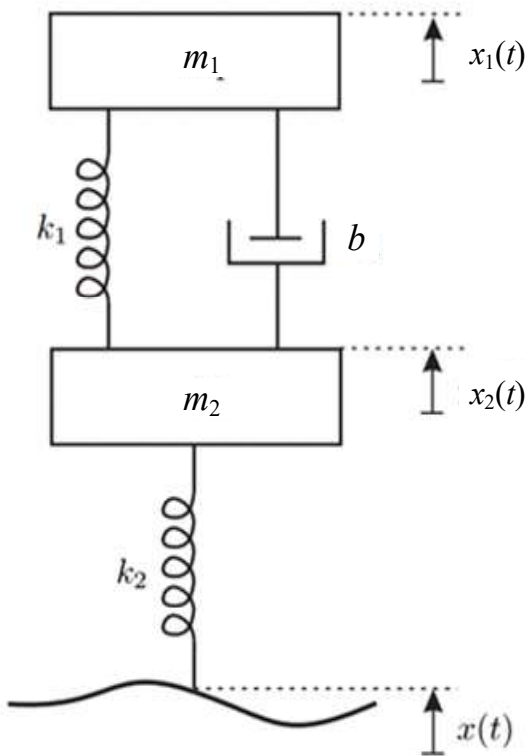
$x(t)$ representerar vägens ojämnheter och utgör insignal.

k_1 och b är fjäderkonstant och dämpkonstant för fjädringen medan k_2 motsvarar fjädringen p.g.a däckens elasticitet.

m_1 är 1/4 av bilens massa. m_2 är hjulupphängningens massa.

Bestäm överföringsfunktionen från $x(t)$ till $x_1(t)$.

3p



3.

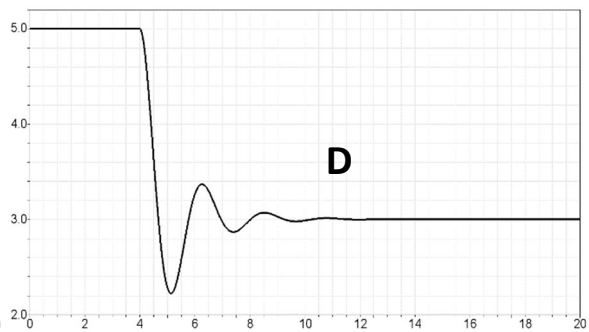
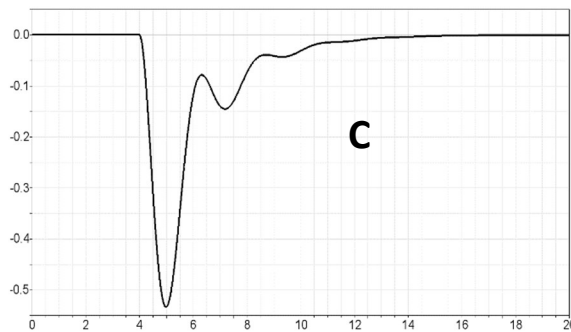
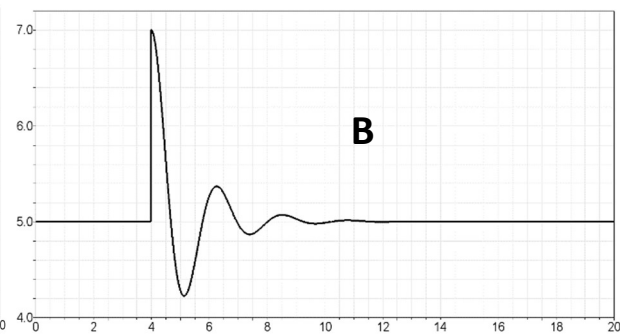
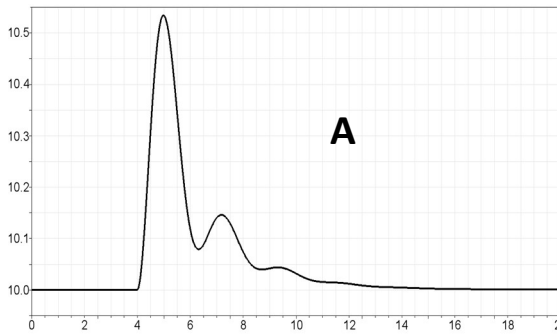
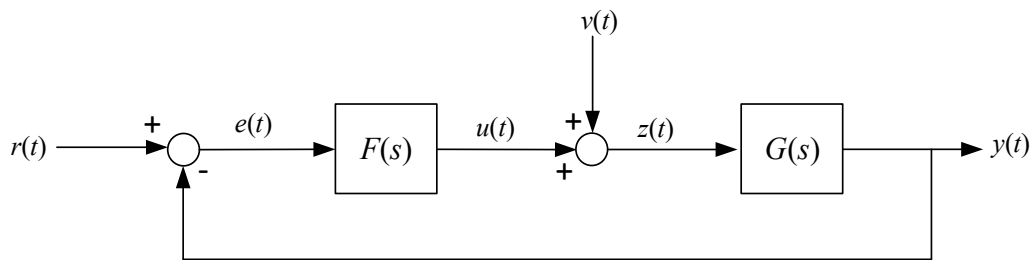
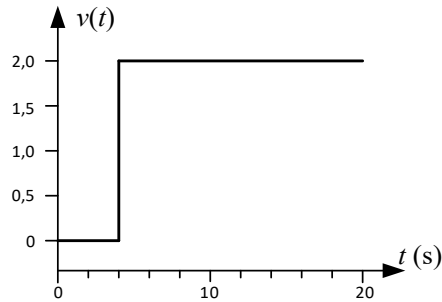
I det återkopplade systemet nedan styrs en process $G(s)$ av en PI-regulator $F(s)$, där

$$G(s) = \frac{2}{s^2 + 2s + 1} \quad \text{och} \quad F(s) = 4 \left(1 + \frac{1}{2s} \right).$$

Det återkopplade systemet har ett konstant börvärde $r = 10$. Vid tidpunkten 4 sekunder påverkas systemet av en stegformad störning v med höjden 2, enligt kurvan märkt $v(t)$ nedan. Identifiera beteendet hos signalerna $e(t)$, $u(t)$, $z(t)$ och $y(t)$ i blockschemat nedan.

Passa ihop varje signal med rätt kurva (A-D). **Motivering krävs.**

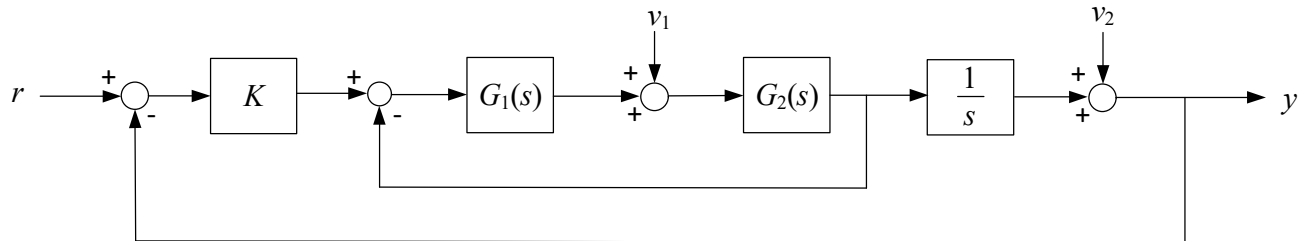
2p



4.

Betrakta det återkopplade systemet nedan där

$$G_1(s) = \frac{s+1}{s+2} \quad G_2(s) = \frac{1-0,2s}{s+1}.$$



Bestäm överföringsfunktionen

$$\frac{Y(s)}{V_1(s)}$$

För vilka K är systemet från v_1 till y stabilt?

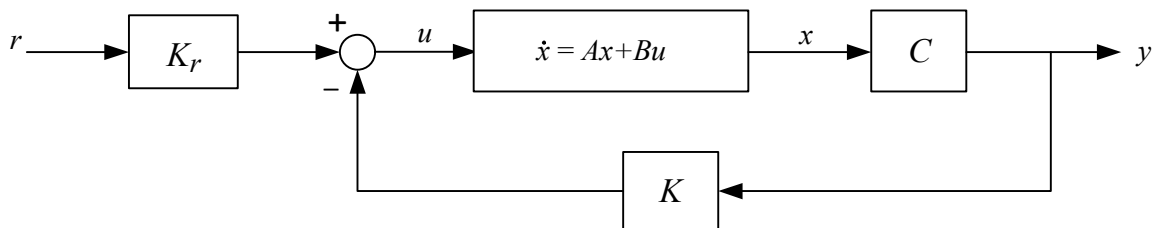
3p

5.

Betrakta följande återkopplade system där

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 12 \\ a & b \end{bmatrix}, \quad B = \begin{bmatrix} -1 \\ 3 \end{bmatrix}, \quad C = [2 \quad 0], \quad x = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix}.$$

r och u samt y är skalärer.



Låt $K_r = 0,5$ och $a = -7$.

a. Bestäm b så att $G(s)$ har ett nollställe i $s = 1$.

3p

b. Bestäm K så att $G_{ry}(s)$ har en pol i $s = -1$.

2p

6.

Betrakta en process med följande dynamik

$$G(s) = \frac{50}{(3 + 45s)^3}$$

- a. Bestäm en PI-regulator

$$F(s) = K_i \cdot \frac{1 + T_i s}{s}$$

för processen så att fasmarginalen blir $\varphi_m = 45^\circ$.

Överkorsningsfrekvensen är $\omega_c = 0,4 \cdot \omega_{\pi proc}$, där $\arg G(\omega_{\pi proc}) = \pi$ (rad) 3p

- b. Bestäm amplitudmarginalen med denna regulator. 1p

7.

Ett magnetiskt svävsystem kan beskrivas med följande ickelinjära differentialekvationer där spänningen U är insignal och läget Y är utsignal.

$$\begin{aligned} \dot{X}_1 &= X_2 \\ \dot{X}_2 &= g - \frac{\phi}{m} \cdot \frac{U^2}{X_1^2} \\ Y &= X_1 \end{aligned}$$

- a. Bestäm jämviktsläget (X_{1e}, X_{2e}) ($X_{1e} > 0$) uttryckt i U_e, g, ϕ och m . 2p
- b. Systemet kan lineariseras kring jämviktsläget (X_{1e}, X_{2e}, U_e) , och beskrivas enligt följande

$$\begin{aligned} \dot{x}_1 &= \alpha x_2 \\ \dot{x}_2 &= \beta x_1 + \gamma u \\ y &= x_1 \end{aligned}$$

där $x_1 = X_1 - X_{1e}$, $x_2 = X_2 - X_{2e}$ $u = U - U_e$ 3p

Bestäm konstanterna α, β , and γ uttryckta i g, U_e och X_{1e} .