

# REGLERTEKNIK D3

(Kurs ERE 102)

Tentamen 23 augusti 2012

Tid: 0830-1230      Lokal: Maskinsalar

Lärare: Claes Lindeborg   tel. 7723719

Tentamenssalarna besöks ca. kl 0930 och 1130

Tentamen omfattar 30 poäng, där betyg 3 fordrar 12p. , betyg 4 18p. samt betyg 5 24p.

Tillåtna hjälpmedel:

Formelsamling i Reglerteknik D3

Formelblad FILTER

Bodediagram

Matematiska och fysikaliska tabeller, typ BETA och Physics Handbook

Valfri kalkylator (dock ej laptop-dator)

Lösningarna anslås efter tentamen på avdelningens anslagstavla samt på kursens hemsida

Tentamensresultaten meddelas via LADOK senast 6 september.

Granskning av rättning kan ske den 6 och 7 september kl 1200-1300 på avdelningen

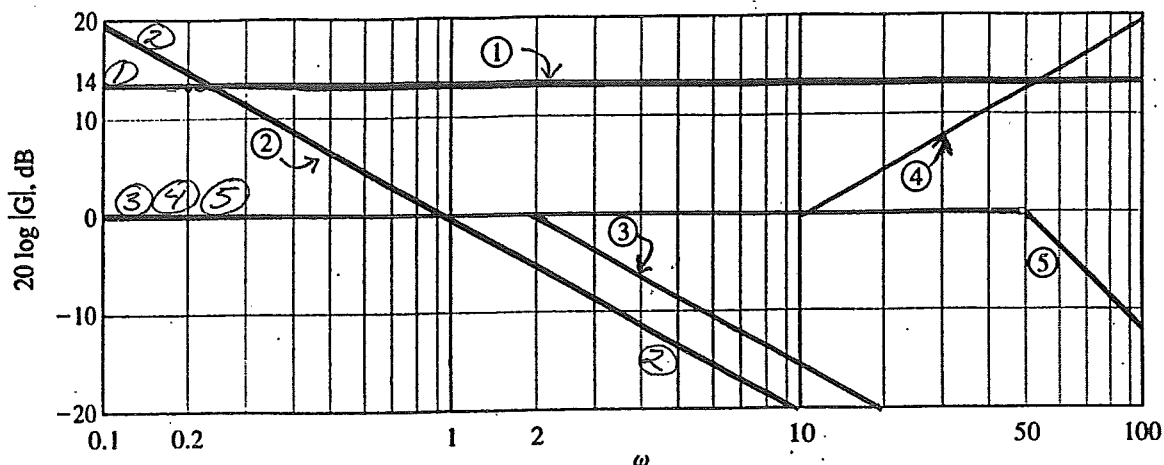
LYCKA TILL!

Institutionen för Signaler och system

Chalmers tekniska högskola

1a. Vad menas med en "outlier"? Konsekvens för ett reglersystem? (1p)

1b. Ett system  $G(s)$  är sammansatt av ett antal faktorer vilka är uppritade i Bode-diagrammet.



Uppgift:

Para ihop de fem kurvorna med ett urval av nedanstående uppgifter (T ex 1B, 2E osv).

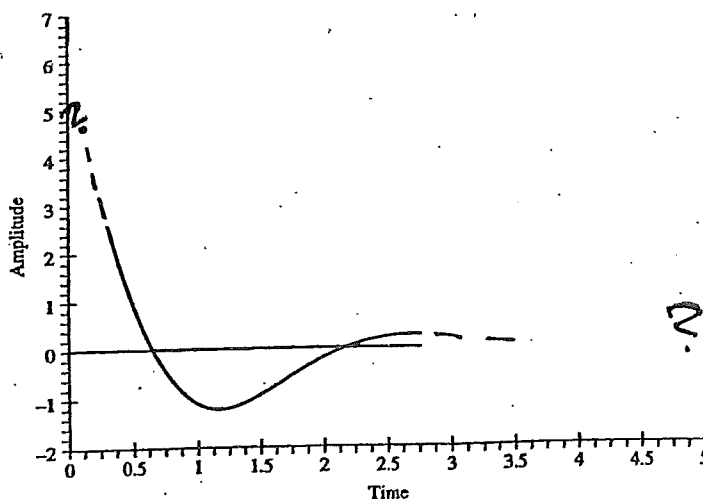
- Systemet har:
- A. En pol i origo
  - B. En pol i  $\omega = 2$
  - C. En pol i  $\omega = 10$
  - D. Ett nollställe i  $\omega = 2$
  - E. Ett nollställe i  $\omega = 10$
  - F. Ett nollställe i  $\omega = 50$
  - G. En dubbelpol i  $\omega = 50$
  - H. En konstant förstärkning  $K = 5$ .

Motivering behövs ej!

(2 p)

1c. Givet: 
$$G(s) = \frac{7s^2 + 18s + 15}{(s+3)(s+1-j2)(s+1+j2)}$$

Figuren visar ett impulssvar av  $G(s)$  med början ( $t=0$ ) och slutet utelämnade.



Uppgift: Bestäm impulssvaret vid  $t = 0^+$  och  $t \rightarrow \infty$ .

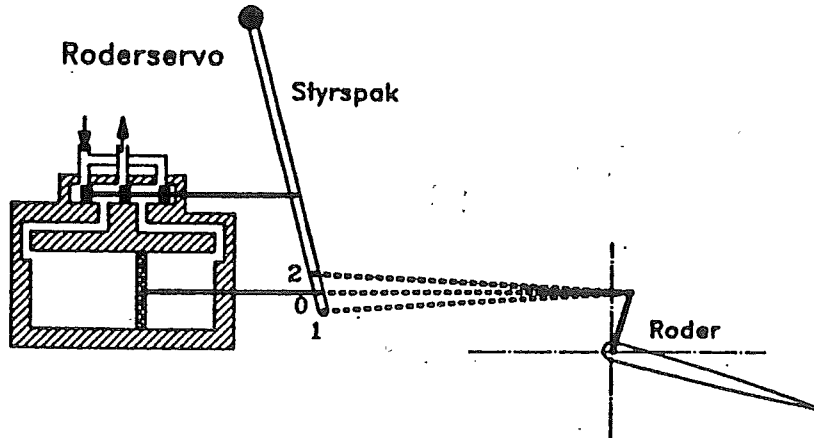
(2 p)

2.

1d.

Infästningen av roderlänken i servot nedan kan antingen göras direkt på hydraulkolvstången (läge 0) eller så låter man en del av roderkraften återföras till styrsignalen (läge 1 och 2).

= STYRSPÅKEN



Uppgift:

Beskriv hur operatören upplever skillnaderna i servots funktion för läge 0, 1 resp 2.

(2p)

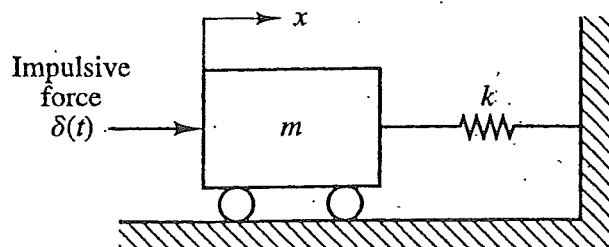
2.

En vagn befinner sig i vila 1 meter från en vägg vid  $t < 0$ . Vagnen påverkas av en kraft ( enhetsimpuls ) vid  $t = 0$ .

$m$  = vagnens massa

$k$  = fjäderkonstant

Bortse från friktionen

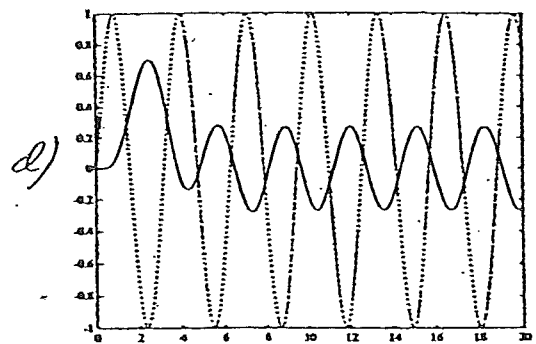
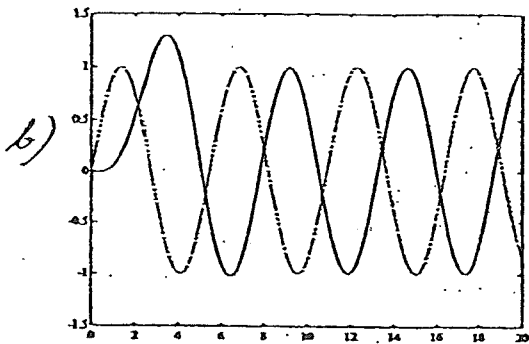
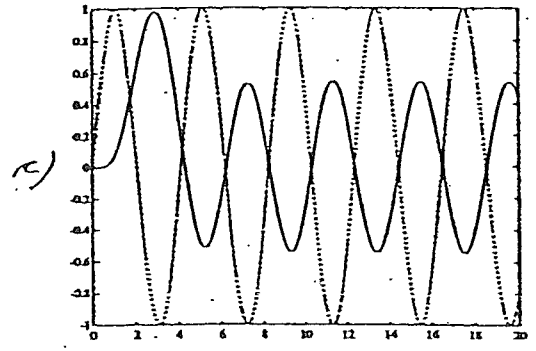
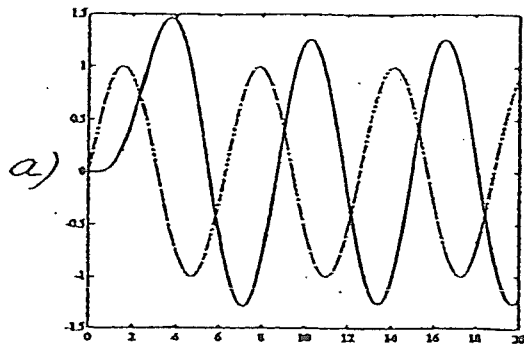


Mechanical system.

Uppgift: Beräkna  $x(t)$  för  $t \geq 0$

(3 p)

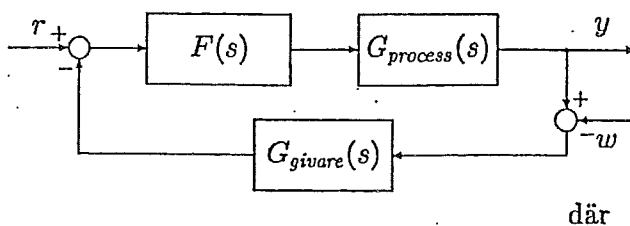
3. En dynamisk länk skall undersökas genom frekvensanalys. Fyra experiment utfördes. Fig. a-d. De streckade linjerna är insignalerna och de heldragna frekvenssvaren. Insignalen anslöts vid  $t = 0$ .



Uppgift: Uppskatta det återkopplade systemets fas- och amplitudmarginaler (enhetsåterkoppling).

(4 p)

4. Beträkta det återkopplade systemet nedan.



$$F(s) = K_p \left( 1 + \frac{1}{sT_i} \right)$$

$$G_{process}(s) = \frac{4}{1 + 2s}$$

$$G_{givare}(s) = \frac{1}{1 + 0.1s}$$

- a) Sätt  $F(s) = 1$ . Rita ett Bodediagram och avgör stabilitetsfrågan. Vad blir överkorsningsfrekvensen?

(2p)

- b) Dimensionera PI-regulatorn så att överkorsningsfrekvensen och fasmarginalen blir

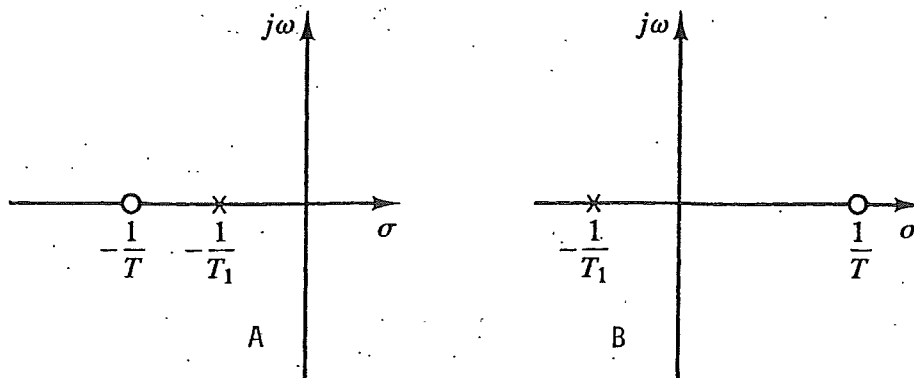
$$\omega_c = 0.4\omega_{G150}$$

$$\varphi_m = 45^\circ$$

(3p)

där  $\omega_{G150}$  är den frekvens där  $G(s) = G_{process}(s)G_{givare}(s)$  har en fasvridning på ca  $-150^\circ$ .

5. Figuren visar pol/nollställediagram för två system A och B.  
(x: pol ; o: nollställe)



Uppgift:

- a) Skissa Bodediagrammets faskurva för system A (2p)
- b) Samma uppgift men för system B (1p)
- c) Är något av systemen av icke-minfaskaraktär? Motivera! (1p)

6. Saxat ur en lärobok:

## 5.2 Butterworthfiltrets överföringsfunktion

Vi inleder med en sats som även skulle kunna fungera som definition på ett Butterworthfilter:

**Sats 5.1** Ett Butterworthfilter är ett allpolfilter (dvs. inga ändliga nollställen existerar) där överföringsfunktionens poler är jämnt fördelade på en cirkel i  $s$ -planet.

Om filtret är av udda ordning ligger en pol på negativa  $\sigma$ -axeln. Vinkeln mellan polerna är  $\pi/n$ , där  $n$  är filterordningen och första polen bildar vinkeln  $\pi/2n$  med  $j\omega$ -axeln. Figur 5.1a och 5.1b visar polernas positioner för ett andra respektive tredje ordningens Butterworthfilter.

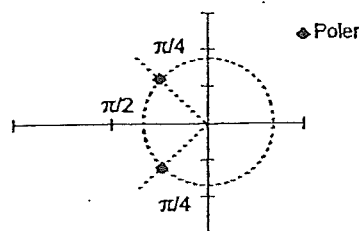


Fig 5.1a Andra ordningens Butterworth

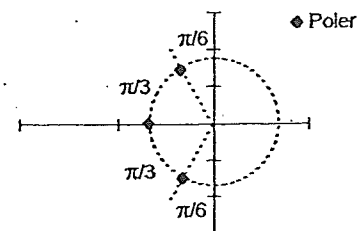


Fig 5.1b Tredje ordningens Butterworth

Uppgift:

Härled överföringsfunktionen  $G(s)$  för ett andra ordningens Butterworthfilter. Antag cirkelns radie är  $\omega_R$  samt att filtrets lågfrekvensförstärkning är  $G_0$ . (3 p)

7. Beräkna tillståndsvektorn  $x(t)$  med hjälp av begreppet övergångsmatrix då  $u$  är en stegfunktion med start vid  $t=0$ . Antag vidare att  $x(0)=0$ .

$$\begin{bmatrix} \dot{x}_1 \\ \dot{x}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 0 & -2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} u \quad (4)$$