



LUNDS TEKNISKA
HÖGSKOLA
Lunds universitet

Institutionen för
REGLERTEKNIK

Reglerteknik AK för C,M och N

Tentamen 18 december 2010 kl 8-13

Poängberäkning och betygssättning

Lösningar och svar till alla uppgifter skall vara klart motiverade. Tentamen omfattar totalt 25 poäng. Poängberäkningen finns markerad vid varje uppgift.

Betyg 3: lägst 12 poäng

4: lägst 17 poäng

5: lägst 22 poäng

Tillåtna hjälpmedel

Matematiska tabeller (TEFYMA eller motsvarande), formelsamling i reglerteknik samt icke förprogrammerade räknare.

Tentamensresultat

Resultatet anslås måndagen den 3 januari 2011 kl. 17.00 på institutionens anslagstavla på första våningen i M-huset samt på kursens hemsida. Visning sker den 17 januari 2011 kl. 12.00-12.30 i Lab C på första våningen i M-huset.

Observera att vissa av delproblemen kan lösas oberoende av varandra.

1. Ett system beskrivs av

$$y^{(3)} = ay'' - 7y' - y + u + u',$$

där a är en konstant.

- a. Bestäm systemets överföringsfunktion $G(s)$. (1 p)
- b. För vilka värden på a är systemet stabilt? (1 p)
2. Stegsvaren för fyra olika processer kan ses i Figur 1. Nedan anges överföringsfunktionerna för dessa system.

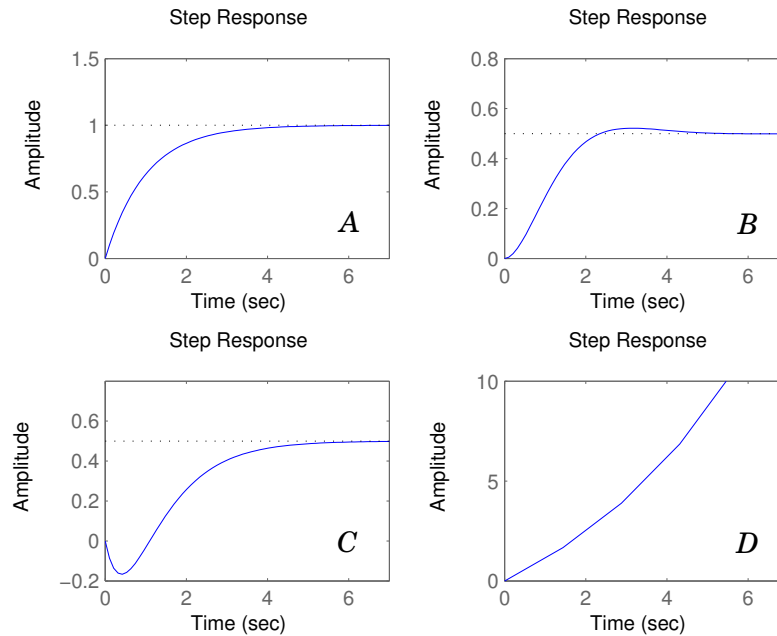
$$G_1(s) = \frac{1}{s^2 + 2s + 2}$$

$$G_2(s) = \frac{1}{s - 0.2}$$

$$G_3(s) = \frac{1}{s + 1}$$

$$G_4(s) = \frac{1 - s}{s^2 + 3s + 2}$$

Avgör vilket stegsvar som hör ihop med vilken överföringsfunktion. För att få poäng krävs motiveringar till samtliga svar. (2 p)

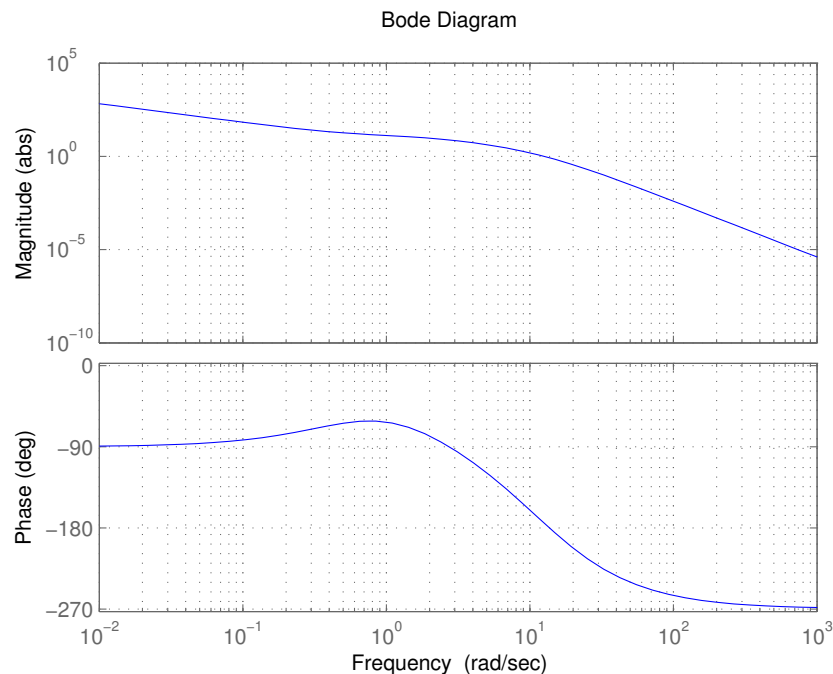


Figur 1 Stegsvär A–D för systemen i uppgift 2.

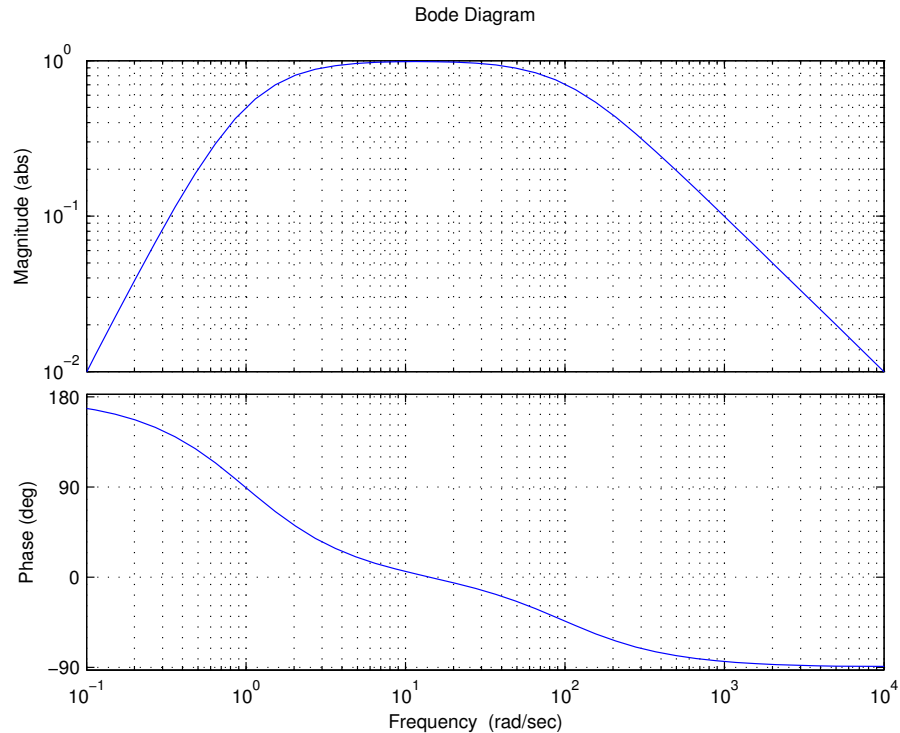
3. Överföringsfunktionen $G(s)$ för en DC-motor har skattats med hjälp av systemidentifiering. Därvid erhöles följande resultat

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

- Skriv systemet på styrbar kanonisk tillståndsform. (1 p)
 - Antag att alla tillstånd i systemet är mätbara. Är det möjligt att med lineär tillståndsåterkoppling uppnå godtycklig polplacering för det slutna systemet? Motivering krävs. (1 p)
 - Designa en lineär tillståndsåterkoppling, $u = -Lx + l_r r$, sådan att det slutna systemet får de två komplexkonjugerade polerna $s_{1,2} = -1 \pm i$. Säkerställ också att $y = r$ i stationärt tillstånd under antagandet att inga laststörningar verkar på processen. (2 p)
 - Om inte alla tillstånd i processen är mätbara kan strategin ovan inte tillämpas direkt. Vilken strategi kan användas i detta fall om tillståndsåterkoppling ändå är önskvärt att använda för regleringen? (1 p)
4. Ella har fått en uppgift där ett system $G(s)$ ska återkopplas med en regulator. Kravet för det återkopplade systemet är att fasmarginalen ska vara 35° med bibehållen hastighet. Dessvärre har hennes kollega slarvat bort överföringsfunktionen och det enda som finns kvar är ett Bodediagram som visas i Figur 2. Var vänlig hjälp henne att designa en regulator som löser problemet. (3 p)



Figur 2 Bodediagram för processen i uppgift 4.



Figur 3 Bodediagram för systemet i uppgift 6.

5. Ett okänt lineärt system $G(s)$ av första ordningen ska karakteriseras. Insignalen är given som $u(t) = \sin(5t)$ och då blir den resulterande utsignalen

$$y(t) = 0.1 \sin\left(5t - \frac{\pi}{6}\right).$$

Bestäm systemets överföringsfunktion. Du får anta att systemet inte har några nollställen. (2 p)

6. Bodediagrammet för en stabil process visas i Figur 3.

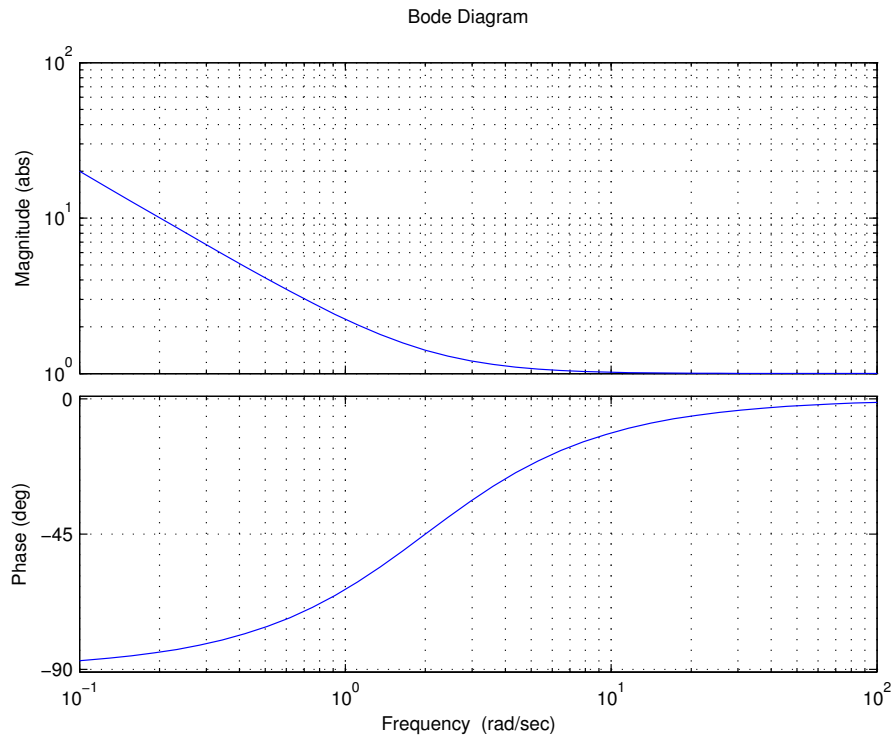
a. Bestäm systemets överföringsfunktion. (2 p)

b. Vad blir utsignalen $y(t)$ efter att alla transienter avklingat då insignalen är $u(t) = 150 \sin(0.1t) - 2 \sin(100t)$? (2 p)

7. Ett system med överföringsfunktionen $G_p(s) = \frac{1}{(s+1)(s+3)}$ återkopplas med en P-regulator. Det finns en tidsfördröjning mellan regulatorn och processen. Tidsfördröjningen varierar mellan 0 och 0.5 sekunder.

a. För vilka värden K på förstärkningen i P-regulatorn är det slutna systemet stabilt när tidsfördröjningen L är 0.5 sekunder? (2 p)

b. Med de möjliga värden på K från deluppgift a), hur litet kan det stationära felet göras? Du kan bortse från tidsfördröjningen. (1 p)



Figur 4 Bodediagrammet för PI-regulatorn i tomteverkstaden i uppgift 8.

8. Du har genom din gedigna expertis inom reglerteknik fått i uppdrag att studera regleringen av en process som används i tomteverkstaden. Det visar sig att jultomten inte är nöjd med regleringen, och det är av yttersta vikt att problemet åtgärdas för att det ska kunna bli några julklappar i år. Tidigare arbetsinsatser har visat att processen kan beskrivas av följande överföringsfunktion

$$G_P(s) = \frac{1}{s + 1}$$

- a. Du hittar i dokumentationen för det inköpta reglersystemet att processen regleras av en PI-regulator, vars Bodediagram visas i Figur 4. Använd diagrammet för att bestämma parametrarna K och T_i i PI-regulatorn. (2 p)
- b. Det visar sig att det återkopplade systemet klarar av att följa stegreferenser utan stationärt fel, men när referensen har formen av en enhetsramp erhålls ett stationärt fel på $1/2$. Jultomten vill att du designar en kompenseringslänk som minskar det stationära felet i detta fall med en faktor 10 utan att stabiliteten för processen försämras. (2 p)