



LUNDS TEKNISKA
HÖGSKOLA
Lunds universitet

Institutionen för
REGLERTEKNIK

Reglerteknik AK

Tentamen 13 april 2012 kl 14-19

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

Resultat anslås senast onsdag 25 april på institutionens websida och på anslags-tavlan på första våningen i M-huset. Visning sker onsdag 25 april kl 12.30-13.00 i lab C på första våningen.

1. Ett system beskrivs av tillståndsekvationerna

$$\begin{aligned}\dot{x}(t) &= \begin{bmatrix} -1 & -2 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} x(t) + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} u(t) \\ y(t) &= \begin{bmatrix} 0 & 1 \end{bmatrix} x(t).\end{aligned}$$

- a. Bestäm systemets överföringsfunktion (styrsignal till mätsignal). (1 p)
- b. Bestäm systemets poler och nollställen. Är systemet stabilt? (1 p)
- c. Med vilken amplitud svänger mätsignalen om vi har $u(t) = 0.1 \sin(5t)$? (1 p)

2. En dubbelintegrator kan beskrivas på tillståndsform enligt

$$\begin{aligned}\frac{dx}{dt} &= \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} x + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} u \\ y &= [1 \ 0] x.\end{aligned}$$

- a. Bestäm en styrlag på formen

$$u = -Lx + l_r r,$$

som ger ett slutet system med poler i $(-1, i)$ respektive $(-1, -i)$ och statisk förstärkning 1. (3 p)

- b. Även om vi i teorin kan placera systemets poler godtyckligt genom tillstånd-såterkoppling så kan detta begränsas i praktiken. Varför? (Tips: mättning). (1 p)

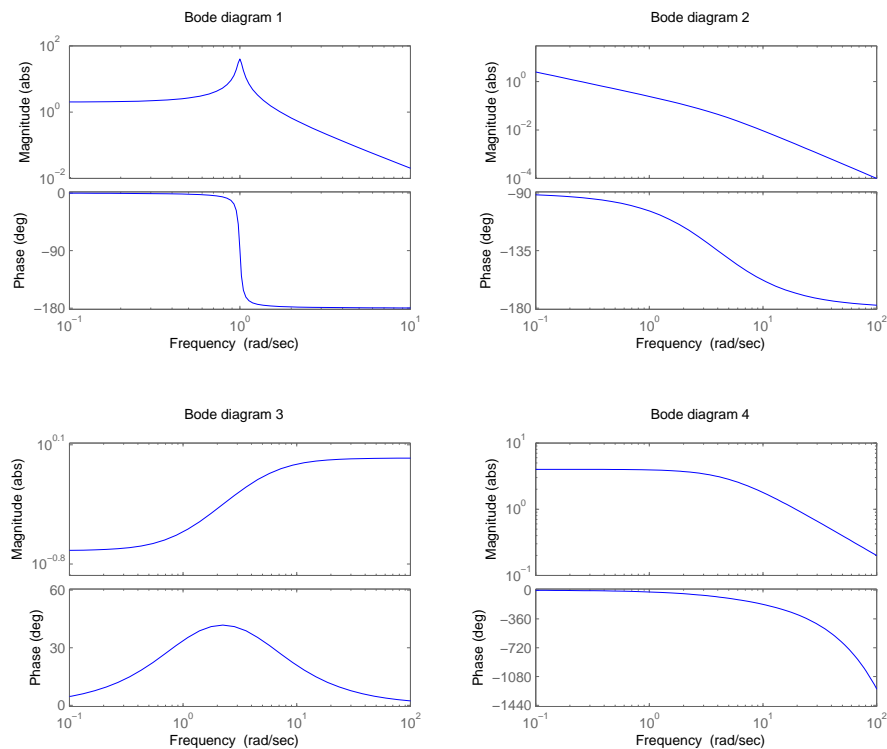
3. En process beskrivs av differentialekvationen

$$\ddot{z} + \dot{z}\sqrt{z} + z = \sin(u),$$

där u är insignal.

- a. Inför lämpliga tillstånd och skriv systemet på tillståndsform. Vi är intresserade av att mäta summan av \dot{z} och z . (1 p)
- b. Beräkna samtliga stationära punkter och linjärisera systemet runt den punkt som svarar mot $u^0 = \frac{\pi}{4}$. (3 p)

4. Vilka av påståendena nedan är giltiga för de olika systemen givna i form av Bode-diagram i figur 1? Svaren måste motiveras. (3 p)
- Systemet är tidsfördröjt.
 - Systemet innehåller ett nollställe i vänstra halvplanet.
 - Systemet blir instabilt vid enkel återkoppling.
 - Systemets stegsvar är oscillativt.
 - Systemet innehåller en integrator.
 - Systemet är av lågpasskaraktär.



Figur 1 Blockschema för systemet i uppgift 4.

5. En andra ordningens process ges av

$$G_p(s) = \frac{1}{s^2 + 0.2s + 1.01}$$

- Bestäm systemets poler och rita in dessa i ett singularitets-diagram. Ange även polernas dämpning ζ och egenfrekvens ω . (1.5 p)
- Specifikationen för det slutna systemet är $\zeta = 0.9$ och $\omega = 1$. Visa att det inte är möjligt att uppfylla specifikationen endast mha av en P-regulator. (1.5 p)

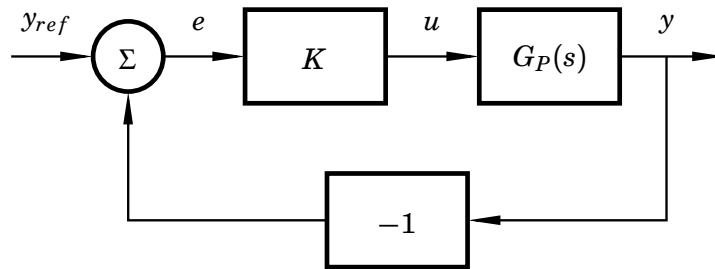
- c. Föreslå en regulatorstruktur som kan uppfylla specifikationen och motivera valet. Du behöver inte beräkna regulatorparametrarna. (1 p)

6. Fokuseringsmekanismen i en kamera kan beskrivas med överföringsfunktionen

$$G_P(s) = \frac{10}{s(s+20)}$$

och återkopplas med en P-regulator med $K = 10$ enligt blockschemat i figur 2, där y är fokusavståndet och y_{ref} det önskade fokusavståndet, båda givna i meter.

- a. Du får syn på en fågel som du vill fotografera. Tyvärr är kameran inställd på fokuseringsavståndet 1 meter, och fågeln sitter på 5 meters avstånd. För att bilden ska bli så skarp som möjligt är det önskvärt att fokuseringsfelet blir litet. Vad blir det stationära felet efter fokusering i denna situationen? (2 p)
- b. Fågeln blir skrämmd och flyger från dig med en konstant hastighet av 3 m/s. Är det möjligt att fokusera kontinuerligt på den flygande fågeln, dvs kan det stationära reglerfelet bli noll? (1 p)
- c. Skulle en PI-regulator förbättra resultatet i b)? Motivera svaret. (1 p)



Figur 2 Blockschemat för systemet i uppgift 6.

7. Överföringsfunktionen för en tankprocess är given enligt

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

Designa en regulator för denna process så att följande specifikationer uppfylls vid enkel återkoppling:

- Skärffrekvensen är 6 rad/s
- Fasmarginalen är 50°
- Konstanta laststörningar ska fullständigt regleras bort i stationäritet

Välj själv vilken typ av regulator du vill använda. (3 p)