

Laboration 2 – Dynamiska System och Reglerteknik

Obligatorisk introduktion till Matlab Control Toolbox – 2 timmar

Laborationen som är en introduktion till **Matlab Control Toolbox** genomförs i datasalar. Du kan antingen arbeta ensam eller tillsammans med en kamrat. Din uppgift är att lösa så många som möjligt av nedanstående uppgifter med hjälp av Matlab Control Toolbox.

OBSERVERA:

Innan du inträder i laborationslokalen måste du ha läst kapitel 24 i läroboken **Modern Reglerteknik** och speciellt ha bekantat dig med följande kommandon: **tf, step, stepinfo, impulse, feedback, series, parallel, bode, margin, freqresp** och **hold**.

Uppgifter:

Lös följande Matlab-uppgifter ur övningsboken till Modern Reglerteknik. Kontrollera därefter att dina svar stämmer med Facit. Fråga lärare om du inte lyckas lösa uppgifterna eller om du behöver hjälp. Tillkalla lärare för att kontrollera att dina stegsvar på uppgifterna 24.21 och 24.22 är riktiga.

24.13 Steg- och impulssvar

Använd Matlab eller Simulink för att studera stegsvaret och impulssvaret för nedanstående två processer. Bestäm maxvärdet på impulssvaret samt översvängen och insvängningstiden till $\pm 10\%$ på stegsvaret i de båda fallen:

a) $G(s) = \frac{1}{s^2 + 0,5s + 1}$

b) $G(s) = \frac{1}{5s^2 + 0,5s + 1}$

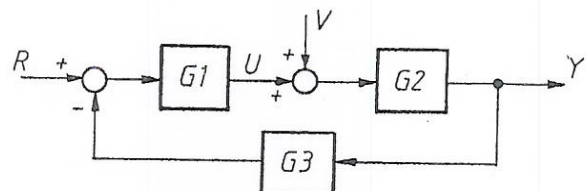
24.17 Blockschematransformering

Figuren visar ett reglersystem bestående av tre block. Använd Matlab för att lösa följande uppgifter:

- Bestäm systemets kretsöverföring.
- Bestäm överföringsfunktionen från R till Y .
- Bestäm överföringsfunktionen från V till Y .
- Bestäm överföringsfunktionen från R till U .

Antag att $G1 = \frac{1}{s+2}$, $G2 = \frac{2}{s^2+3s+2}$ och

$$G3 = \frac{1}{1+0,2s}$$



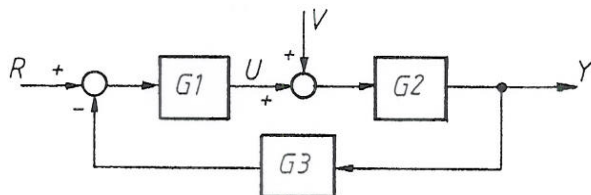
24.19 Frekvensanalys

Bestäm amplitudförstärkning och fasvridning för följande processer vid frekvenserna $\omega = 0,5$ rad/s resp $\omega = 2,5$ rad/s.

- $G = \frac{2}{1+5s}$
- $G = \frac{5}{2s(1+3s)}$
- $G = \frac{3}{s^2+0,4s+4}$
- $G = \frac{5}{s^2+1,2s+4}$

24.21 Stabilitet

Bestäm amplitud- och fasmarginal, överkorsningsfrekvens och självsvängningsfrekvens för följande system. Använd Matlab-kommandot Margin.



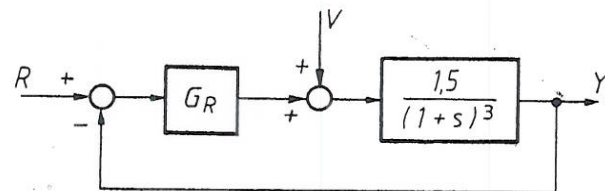
- om $G1 = \frac{8}{s+2}$, $G2 = \frac{2}{s^2+3s+2}$ och $G3 = \frac{1}{1+0,2s}$
- om $G1 = \frac{1}{s(s+2)}$, $G2 = \frac{2}{s^2+4s+2}$ och $G3 = 1$
- Tag också fram en kurva på stegsvaret för ovanstående två system.

24.22 Dimensionering, störningsdämpning m m

Bestäm vilka K -värden som behövs för att erhålla fasmarginalerna 15, 30, 45 och 60 grader vid P-reglering av nedanstående process. Studera därefter systemets stegsvar vid börvärdesändringar och stegstörningar för de erhållna värdena på K .

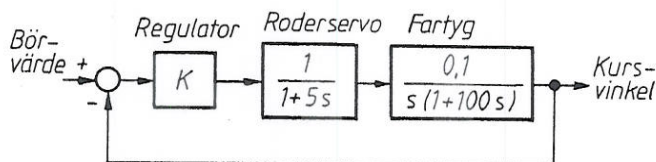
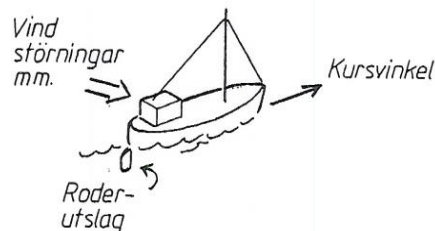
$$G(s) = \frac{5}{(1+5s)(1+2s)(1+s)}$$

- Hur stor blir översvängen M och de kvarstående fe-len e_0 vid börvärdesändringar i de fyra olika fallen? Hur stort blir maxfelet och det kvarstående felet e_v vid stegstörningar i de olika fallen?



24.24 Dimensionering – kursvinkelreglering

Blockschemat och figuren nedan visar ett regelsystem för kursvinkeln på ett fartyg. Fartyget ska hållas på en given kurs med hjälp av roderutslaget r . Regleringen sker med en proportionell regulator.



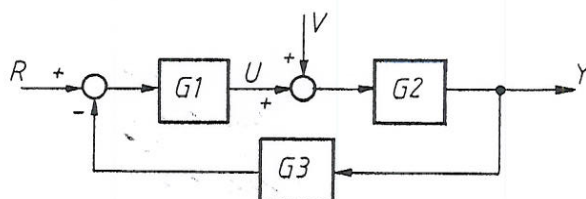
- Tag fram systemets Bodediagram, och bestäm med hjälp av detta hur stor maximal förstärkning K_{max} P-regulatorn kan ha innan systemet blir instabilt.
- Tag fram en kurvskara som visar hur stegsvaret ser ut för systemet vid börvärdesändringar och vid följande fyra värden på förstärkningen:
 - $- K = K_{max}$
 - $- K = 0,3 \cdot K_{max}$
 - $- K = 0,1 \cdot K_{max}$
 - $- K = 0,025 \cdot K_{max}$

24.18 Blockschematransformering

Figuren nedan visar ett regelsystem bestående av tre block. Använd Matlab för att besvara följande frågor:

- Bestäm systemets kretsöverföring.
- Bestäm överföringsfunktionen från R till Y .
- Bestäm överföringsfunktionen från V till Y .
- Bestäm överföringsfunktionen från V till U .

Antag att $G1 = \frac{1}{s(s+2)}$, $G2 = \frac{2}{s^2+4s+2}$ och $G3 = 1$



Svar

24.13

- a) Impulssvaret: $\max = 0,704$; Stegsvaret: insvängningstid = 7,7 s, översväng $M = 44\%$
 b) Impulssvaret: $\max = 0,38$; Stegsvaret: insvängningstid = 44 s, Översväng $M = 69\%$

24.17

$$G_K = \frac{2}{0,2s^4 + 2s^3 + 6,6s^2 + 8,8s + 4}$$

$$G_{R \rightarrow Y} = \frac{0,4s + 2}{0,2s^4 + 2s^3 + 6,6s^2 + 8,8s + 6}$$

$$G_{V \rightarrow Y} = \frac{0,4s^2 + 2,8s + 4}{0,2s^4 + 2s^3 + 6,6s^2 + 8,8s + 6}$$

$$G_{R \rightarrow U} = \frac{0,2s^3 + 1,6s^2 + 3,4s + 2}{0,2s^4 + 2s^3 + 6,6s^2 + 8,8s + 6}$$

24.19

- a) 0,5 rad/s amp = 0,7428
 fas = -68,1986
 2,5 rad/s amp = 0,1595
 fas = -85,4261
 b) 0,5 rad/s amp = 2,7735
 fas = -146,31
 2,5 rad/s amp = 0,1322
 fas = -172,4054
 c) 0,5 rad/s amp = 0,7989
 fas = -3,053
 2,5 rad/s amp = 1,2184
 fas = -156,0375
 d) 0,5 rad/s amp = 1,3166
 fas = -9,0903
 2,5 rad/s amp = 1,3333
 fas = -126,8699

24.21

- a) amp.marginal = 2,5 dB
 fasmarginal = 15 grader
 överkorsn. frekv = 1,8 rad/s
 självsvängn. frekv = 2,1 rad/s
 b) amp.marginal = 9,85 dB
 fasmarginal = 37,5 grader
 överkorsn. frekv = 0,402 rad/s
 självsvängn. frekv = 0,817 rad/s

24.22

Fasmarginalen 15° erfordrar K -värdet $K = 1,59$
 och ger:
 $M = 65\%$, $e_0 = 0,112$, $e_{\max} = 0,93$, $e_v = 0,57$ och $\omega_g = 0,54$ rad/s

Fasmarginalen 30° erfordrar K -värdet $K = 1,08$
 och ger:

$M = 49\%$, $e_0 = 0,156$, $e_{\max} = 1,16$, $e_v = 0,79$ och $\omega_g = 0,46$ rad/s

Fasmarginalen 45° erfordrar K -värdet $K = 0,77$
 och ger:

$M = 35\%$, $e_0 = 0,206$, $e_{\max} = 1,41$, $e_v = 1,03$ och $\omega_g = 0,404$ rad/s

Fasmarginalen 60° erfordrar K -värdet $K = 0,57$
 och ger:

$M = 27\%$, $e_0 = 0,26$, $e_{\max} = 1,65$, $e_v = 1,30$ och $\omega_g = 0,371$ rad/s

24.24

- a) $K_{\max} = A_m = 2,1$

24.18

$$G_K = \frac{2}{s^4 + 6s^3 + 10s^2 + 4s}$$

$$G_{R \rightarrow Y} = \frac{2}{s^4 + 6s^3 + 10s^2 + 4s + 2}$$

$$G_{V \rightarrow Y} = \frac{2s^2 + 4s}{s^4 + 6s^3 + 10s^2 + 4s + 2}$$

$$G_{V \rightarrow U} = \frac{-2}{s^4 + 6s^3 + 10s^2 + 4s + 2}$$