

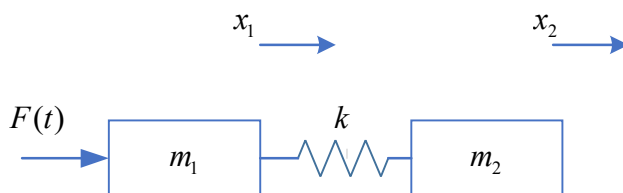
# ELEC-C1230 Reglerteknik

## Mellanföreläsning 1. 25.2.2021

- Hemmaprov. Instruktioner har publicerats på förhand.
- Var och en löser problemen ensam. Lösningar måste sättas i *Vastauspohja.docx*, som har publicerats på förhand. Till sist konverteras det till pdf (*Efternamn.Vastauspohja.pdf*) och placeras i MyCourses.
- Kursmaterial, Matlab/Simulink och elektriska kalkylatorer får användas.
- Kursmaterial får studeras på nätet, men ingenting annan informationssökning får göras.
- Föreläsningen har fyra (4) problem, och alla måste svaras.
- OBS. Dina svar måste innehålla tillräckligt innehåll och detaljer för att se hur du har kommit till lösningen.

**Obs. Problemen** har planerats så, att dom kan lösas utan kalkylatorer. Kalkylatorer får dock användas. Beräkningsprogram som Matlab/Simulink kan också användas för att verifiera resultaten, om så önskas. Men sådant presenteras inte som svar och lösningar kan ej grundas på kalkylationer med datorn. Inga lösningar som baserar sig bara på experimentering och provning med kalkylationsprogram godkänns.

1. Låt oss betrakta systemet i bilden, som består av två masskroppar och en fjäder mellan dem. Dom ligger på en plan och rör sig utan friktion. En påverkande yttre kraft  $F(t)$  är input-variabeln.



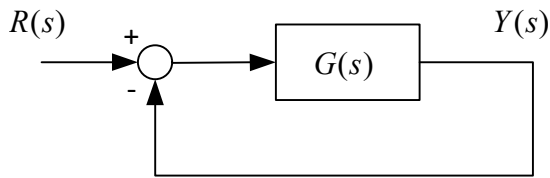
Systemets dynamiska differentialekvationer är

$$\begin{cases} m_1 \ddot{x}_1(t) = F(t) - k[x_1(t) - x_2(t)] \\ m_2 \ddot{x}_2(t) = -k[x_2(t) - x_1(t)] \end{cases}$$

Låt  $m_1 = m_2 = 1 \text{ kg}$  och  $k = 1 \text{ N/m}$ . Systemet är i början i nolltillståndet.

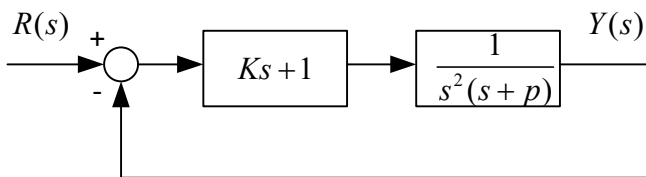
- a. Beräkna överföringsfunktioner  $X_2(s)/F(s)$  och  $X_1(s)/F(s)$  (4p)
  - b. Bestäm polerna och nollställena i båda överföringsfunktioner och presentera dem på komplex plan. Utan att räkna impulssvaret exakt, svara på frågan: är impulssvaret begränsat (stabilt) (input variabel  $F$ , output  $x_2$ ) då tiden växer oändligt? (2p)
2. I följande figur beskrivs en process med negativ återkoppling

$$G(s) = \frac{10}{s^2 + 2s + 10}$$



- a. Bestäm det slutna systemets överföringsfunktion. (2p)
- b. Bestäm differentialekvationen mellan  $r(t)$  och  $y(t)$ . (2p)
- c. Bestäm det slutna systemets modell i tillståndsform. Presentera tillståndsformens matris  $A$ ,  $B$ ,  $C$  och  $D$ . (2p)

3. Betrakta systemet i bilden, där parametrarna  $K$  och  $p$  är konstanta.



Med vilka reella värden av  $K$  och  $p$  är det slutna systemet asymptotiskt stabilt? Hint: Studera tre skilda fall:  $p > 0$ ,  $p < 0$  och  $p = 0$ . (2+2+2 p)

4. Betrakta följande regulator

$$u(t) = K \left( e(t) + \frac{1}{T_I} \int_{-\infty}^t e(\tau) d\tau + T_D \frac{de(t)}{dt} \right)$$

Symbolerna är som använts i kursen.

- a. Vad kallas regulatoren? Beskriv justeringsparametrarna. (2 p)
- b. Presentera regulatoren i Laplace-form och konstruera en Simulink-liknande modell av den. (2 p)
- c. Låt oss betrakta integraltermen i regulatoren. Bevisa matematiskt, att angående denna term regulatorens output ändrar sig alltid, när skillnaden mellan referens- och outputvariablerna är inte noll. (2 p)