

Høgskolen i Buskerud. Finn Haugen (finn@techteach.no).

Deleksamen 2 i SEKY3322 Kybernetikk 3

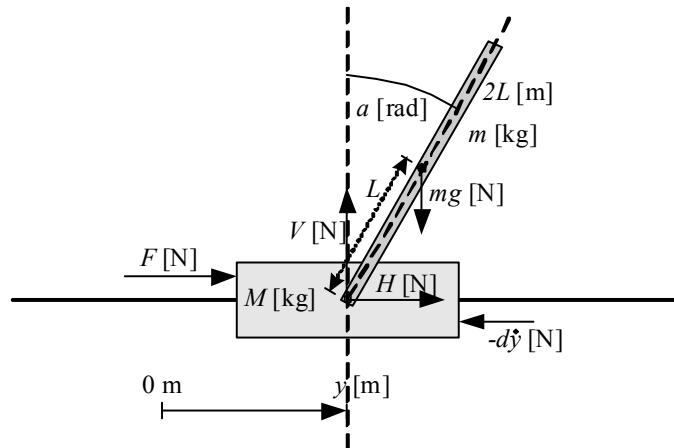
Tid: 7. april 2008. Varighet 4 timer. Vekt i sluttkarakteren: 30%.

Hjelpemidler: Ingen trykte eller håndskrevne hjelpemidler. Kalkulator ikke tillatt.

Kontakt under eksamen: Finn Haugen (faglærer), tlf. 97019215.

Hvis du mener at det mangler forutsetninger for å løse en oppgave, skal du selv definere disse forutsetningene.

1. (20% vekt) Figur 1 viser en såkalt invertert pendel montert på en vogn. Pendelen og vognen skal stabiliseres med passende styring av



Figur 1:

kraften $F = u$, som er pådrag på systemet. (Denne kraften genereres av en motor inne i vognen.) En matematisk modell av systemet egnet som grunnlag for regulatordesign er i form av en 4. ordens tilstandsrommodell med følgende tilstandsvariable: $x_1 = y$ (vognens horisontale posisjon), $x_2 = \dot{y}$ (vognens hastighet), $x_3 = a$ (pendelens horisontale vinkelposisjon), samt $x_4 = \dot{a}$ (pendelens vinkelhastighet). Anta at systemet skal stabiliseres på vognposisjon 0 og vinkelposisjon 0. Dette kan oppnås med optimalregulering. Skriv opp regulatorfunksjonen ved bruk av (tidsdiskret) lineær optimalregulering – LQ-regulering – for dette systemet. Du kan anta at alle tilstandsvariablene er tilgjengelige i form av målinger. Du skal ikke beregne regulatorparameterene. Regulatoren skal ikke ha integralvirkning.

2. (5) Anta at en prosess skal reguleres med optimalregulering (LQ-regulering). Hvilken konsekvens har det for beregning av regulatorforsterkningen hvis prosessen ikke er styrbar?
3. (15) Anta at en MPC-regulator er basert på følgende kriterium:

$$J = \sum_{j=1}^N \left\{ [y_{SP}(t_{k+j}) - y(t_{k+j}|t_k)]^2 + W[u(t_{k+j-1})]^2 \right\} \quad (1)$$

Anta at prosessen som reguleres, er skalart (dvs. at det har én pådragsvariabel og én utgangsvariabel). Hvilken størrelse i J kan du justere på for å oppnå forsiktigere (mindre) pådragsbruk? Skal størrelsen økes eller minkes? Begrunn svaret (men det kreves ingen beregninger i svaret).

4. (10) Hva går separasjonsprinsippet ut på?
5. (25) Gitt en 2x2 multivariabel prosess som skal reguleres med (lineær) dekopling. Hva er hensikten med dekoplingen? Tegn et detaljert blokkdiagram av hele reguleringssystemet, inklusive prosessen (med sine 4 transferfunksjoner), PID-regulatorene, samt dekopleren. Utled de to transferfunksjonene som inngår i dekopleren.
6. (25) Utled regulatorfunksjonen for ulineær dekopling. Anta at reguleringssløyfe nr. j skal ha tidskonstant T_j . Hva blir da forsterkningen og integraltiden i den tilsvarende PI-regulatoren (som inngår som en del av den totale regulatorfunksjonen)?

Til informasjon: Skogestads formler (k_1 kan settes lik 1,44):

Process	$H_{psf}(s)$	K_p	T_i	T_d
Integrator	$\frac{K}{s} e^{-\tau s}$	$\frac{1}{K(T_C + \tau)}$	$k_1 (T_C + \tau)$	0
Tidskont	$\frac{K}{Ts+1} e^{-\tau s}$	$\frac{T}{K(T_C + \tau)}$	$\min [T, k_1 (T_C + \tau)]$	0
Integr + tidskont	$\frac{K}{(Ts+1)s} e^{-\tau s}$	$\frac{1}{K(T_C + \tau)}$	$k_1 (T_C + \tau)$	T
To tidsonst	$\frac{K}{(T_1s+1)(T_2s+1)} e^{-\tau s}$	$\frac{T_1}{K(T_C + \tau)}$	$\min [T_1, k_1 (T_C + \tau)]$	T_2