

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

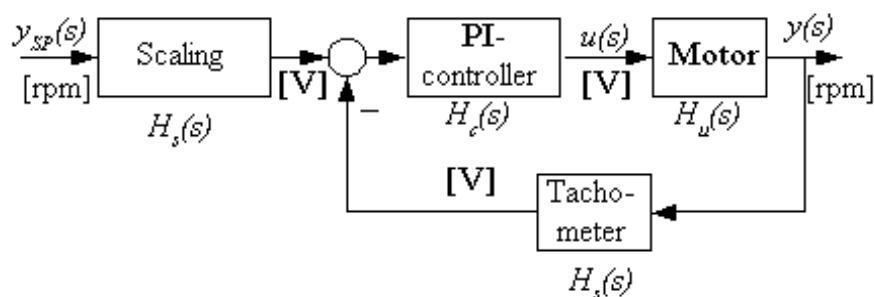
Sluttprøve (70%) i fag SESM3400 Styring av mekatroniske systemer

Tid: 9.12 2004 kl. 0900 – 1300.

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

Kontakt under eksamen: Finn Haugen (faglærer), tlf. 9701 9215.

1. (5% vekt) Gi en definisjon av mekatronisk system. Beskriv kort et konkret eksempel på et mekatronisk system.
2. (10%) Forklar prinsippet for pulsbredde-modulering.
3. Figur 1 viser et blokkdiagram av et turtallsreguleringssystem. Anta



Figur 1:

følgende modeller:

$$H_c(s) = K_p \frac{T_i s + 1}{T_i s} \quad (1)$$

$$H_u(s) = \frac{K_u}{T_u s + 1} \quad (2)$$

$$H_s(s) = K_s \quad (3)$$

Det kan vises at reguleringssystemets følgeforhold (tracking function) er

$$M(s) = \frac{y(s)}{y_{SP}(s)} = \frac{K_p K_u K_s}{T_i T_u s^2 + (K_p K_u K_s + 1) s + K_p K_u K_s} \quad (4)$$

- (a) (10%) Anta at referansen (settpunktet) y_{SP} er konstant, Y_0 . Beregn den stasjonære verdien av turtallet y . Hvor stort er det stasjonære reguleringsavviket?

Til hjelp (1): Sluttverditeoremet:

$$x_s = \lim_{t \rightarrow \infty} x(t) = \lim_{s \rightarrow 0} s \cdot x(s) \quad (5)$$

Til hjelp (2): Den Laplacetransformerte av et sprang med amplitude A er A/s .

- (b) (10%) Anta at alle motorparametrene har tallverdi 1. Det spesifiseres at den regulerde motoren skal være omtrent like rask som den uregulerde motoren. Still inn PI-regulatoren ihht. Skogestads metode med $k_1 = 1.44$. Figur 2 viser Skogestads tabell for prosesser uten tidsforsinkelse.

$H_p(s)$ (prosess)	K_p	T_i	T_d
$\frac{K}{s}$	$\frac{1}{KT_C}$	$k_1 T_C$	0
$\frac{K}{Ts+1}$	$\frac{T}{KT_C}$	$\min[T, k_1 T_C]$	0
$\frac{K}{(Ts+1)s}$	$\frac{1}{KT_C}$	$k_1 T_C$	T
$\frac{K}{(T_1s+1)(T_2s+1)}$	$\frac{T_1}{KT_C}$	$\min[T_1, k_1 T_C]$	T_2

Figur 2:

4. (15%) Gitt en likestrømsmotor der det utviklede motormomentet er proporsjonalt med styrestrømmen (pådraget). Motoren er påvirket av et dempe- eller friksjonsmoment som er proporsjonalt med turtallet og av et lastmoment (fra omgivelsene). Utvikle en matematisk dynamisk modell (rettere: dynamikkmodell) av motoren. Modellen skal være en differensiallikning for turtallet.
5. (5%) Gitt følgende logiske funksjon:

$$y = (x_1 \text{ AND } x_2) \text{ OR } x_3 \quad (6)$$

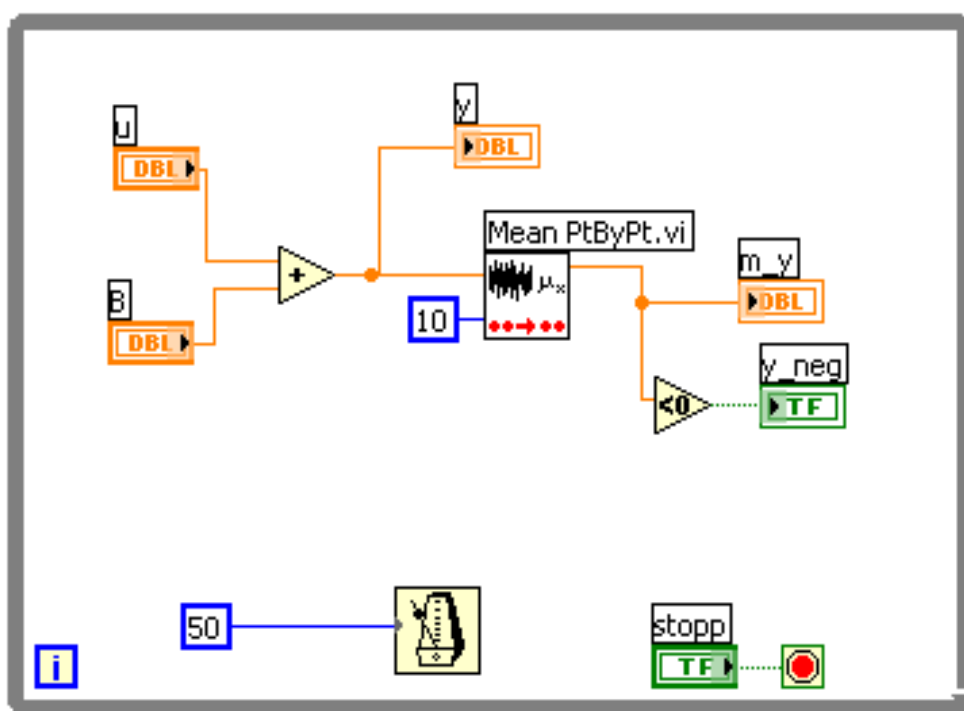
Tegn et ladderdiagram som implementerer funksjonen.

6. (10%) Hva er et sekvensielt flytskjema (sequential flow chart)? Tegn et prinsipielt flytskjema som viser elementene som kan inngå.
7. (10%) Gitt følgende tidsdiskrete PI-regulator:

$$u(k) = u(k-1) + K_p [e(k) - e(k-1)] + \frac{K_p T_s}{T_i} e(k) \quad (7)$$

Finn regulatorens z -transferfunksjon.

8. (10%) Forklar hvordan du kan bruke Bodediagram til å utføre stabilitetsanalyse av et tidsdiskret reguleringsystem. Hva er rimelige verdier av stabilitetsmarginene? (Utleddninger forventes ikke.)
9. (5%) Skisser polområdet for asymptotisk stabilitet for tidsdiskrete systemer.
10. (10%) Figur 3 viser et blokkdiagram for et enkelt LabVIEW-program. Forklar (skriv på selve figuren) hva de enkelte delene av diagrammet er og gjør. (Kun korte beskrivelser.)



Figur 3: