Kybernetikk Intro, Øving 4

Ønsker tilbakemelding :)
Rendell Cale

20. november 2015

Oppgave 1

Skriver om ligningene til den formen de implementeres senere i oppgaven

$$\dot{i}_a = -\frac{R_a}{L_a} i_a - \frac{K_E}{L_a}\omega_m + \frac{u_a}{L_a} \tag{1}$$

$$\dot{\omega}_m = \frac{K_M}{J_m} i_a - \frac{M_L}{J_m} \tag{2}$$

$$\dot{\theta}_m = \omega_m \tag{3}$$

a) Ligning 1 kan utledes med Kirchoffs lover, som er balanselover for strøm og spenning, mens ligning 2 kan utledes med momentbalanse.

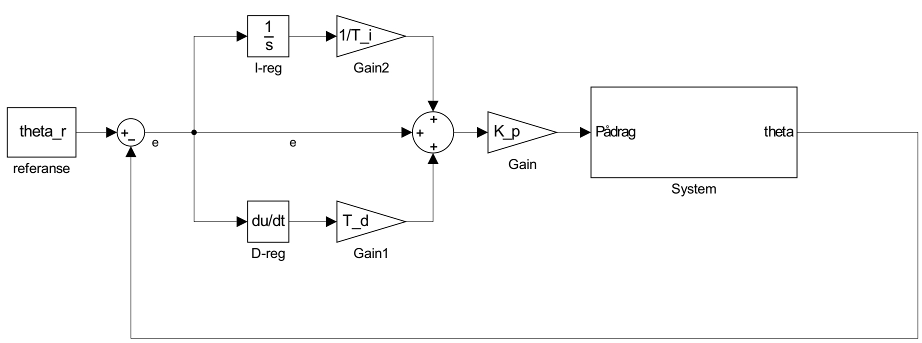
b) Systemet 1-3 er monovariabelt, fordi det tar inn kun ett signal u_a og gir ut en vinkel θ_m som resultat av de naturlige tilbakekoblingene i systemet.

c)

$$u = K_p \left(e + \frac{1}{T_i} \int_0^t e d\tau + T_d \dot{e} \right) \tag{4}$$

$$e = \theta_m - \theta_r \tag{5}$$

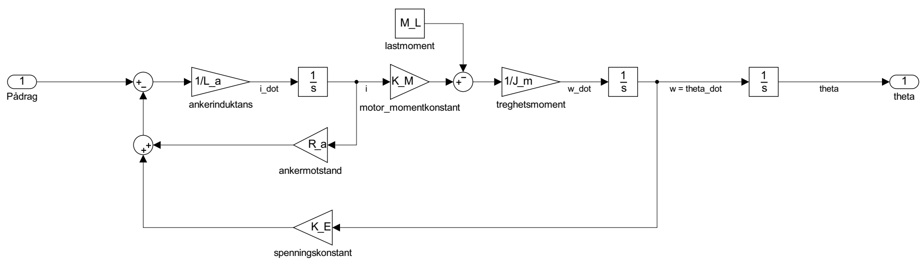
Implementerer dette i Simulink og får blokkdiagrammene i Figur 1 og 2.



Figur 1: Blokkdiagram for PID-regulator

Merk at i blokkdiagrammet og i de senere oppgavene er $e = \theta_r - \theta_m$*, som er motsatt av hva oppgaveteksten oppga. Dette er for å ikke få en positiv tilbakekobling, som var det jeg fikk da jeg først satt opp dette systemet i henhold til oppgaven.*

d) Endrer på blokkdiagrammet i figur 1 slik at regulator delen er PID-controller blokken og setter riktige verdier slik oppgaven sier.



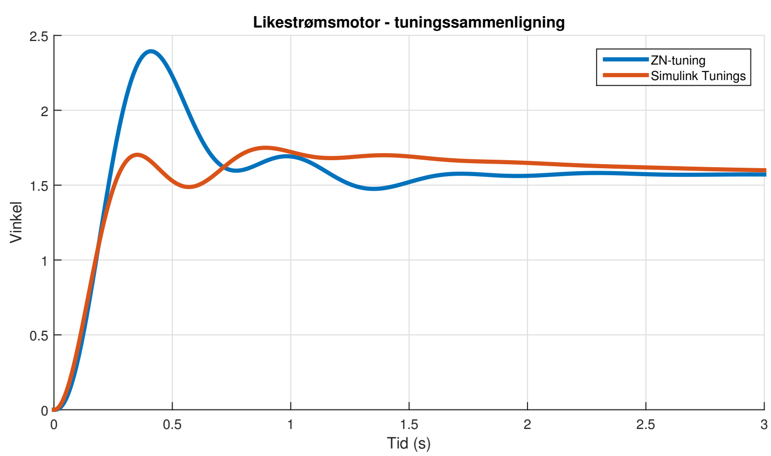
Figur 2: Blokkdiagram for system

e) Høyfrekvente signaler vil gi D-leddet en veldig stor verdi og den verdien vil oscillere fort. Hvis man ikke tar hensyn til dette med et lavpassfilter kan D-leddet føre til urealistiske pådrag og urealistiske endringer i pådrag (det er ikke en selvfølge at pådraget kan endre seg umiddelbart). Lavpassfilter fjerner høyfrekventesignaler slik at D-leddet ikke vil oscillere like fort eller få like store utslag.

f) Observerer stående svingninger ved $K_{pk} = 10$. Leser av i et scope at kritisk periode $T_k \approx 0.6$. Vil ha en PID-regulator så setter

$$
\begin{aligned}
K_p &= 0.6 * 10 = 6 && \rightarrow P = 6 \\
T_i &= 0.5 * 0.6 = 0.3 && \rightarrow I = 1/0.3 = 3.3 \\
T_d &= 0.125 * 0.6 = 0.075 && \rightarrow D = 0.075
\end{aligned}
$$

g) Plottet av begge tuningsmetodene er vist i Figur 3 og Tabell 1 viser parameterene som ble brukt.



Figur 3: Plot av ZN-tuning og Simulinks autotuning

Tabell 1: Tuningsparametre

Parameter	Ziegler-Nichols	Simulink tuning
P	6	5.3286
I ($1/T_i$)	3.3	0.72939
D	0.075	0.1143
N (filter)	100	899.2487

ZN-simuleringen får et mye høyere toppunkt, og det kommer sannsynligvis av at det har et mye høyere I-ledd. Selv om begge plottene viser svninger er svingingene mindre i Simunlink-plottet og de ”forsvinner” også litt fortere. En til forskjell er at Simulink-plottet nærmer seg stasjonærverdien ovenifra, mens ZN-plottet oscillerer rundt stasjonærverdien fra ca. ett sekund og utover. Så selvom svingingene er litt større i ZN-plottet bruker den mer tid rundt og svært nærme stasjonærverdien, spesielt etter det første sekundet.

Matlab-kode

```
% definerer konstantene
L_a = 1;
R_a = 10;
K_E = 1;
K_M = 1;
J_m = 0.01;
M_L = 0;

% regulator
theta_r = pi/2;
theta_0 = 0;
i_a0 = 0;
w_m0 = 0;

t_sim = 3;

% *****************

figure(1); clf(1);
% ZN-tuning
P = 6;
I = 3.3;
D = 0.075;
N = 100;

sim('simulink_pidcontroller.slx', t_sim);
hold on; grid on;
```

```
plot(theta.time, theta.data, 'LineWidth', 3);

% Simulink Autotuning
P = 5.3286;
I = 0.72939;
D = 0.1143;
N = 899.2487;

sim('simulink_pidcontroller.slx', t_sim);
plot(theta.time, theta.data, 'LineWidth', 3);

xlabel('Tid (s)'); ylabel('Vinkel');
title('Likestrømsmotor - tuningssammenligning');
legend('ZN-tuning', 'Simulink Tunings');
```