Reglunarfræði

Skilaverkefni 2

Nemendur:

Máni Ólafsson

Tindur Jónsson

Ævar Gunnar Ævarsson

Kennari:

Þorgeir Pálsson

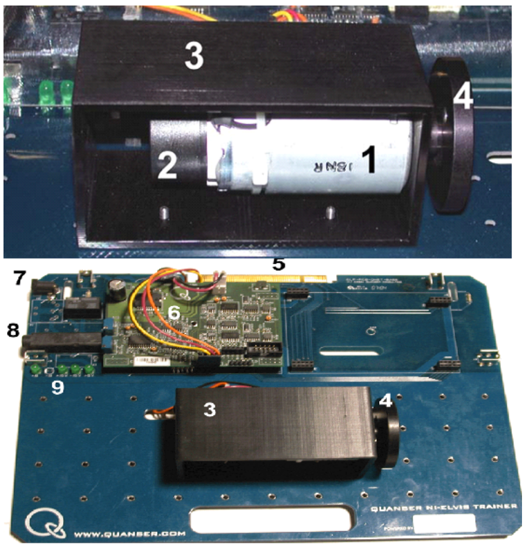
November 25, 2012

1 Inngangur

Í þessu verkefni átti að hanna PI reglun fyrir DC servomótor. Reglirinn á að halda föstum snúning á bilinu 50 - 100 rad/s. Yfirfærslufall kerfisins er fundið út frá upplsýingum um mótorinn og hjólið og svo út frá mælingum. Líkönin átti svo að skoða í SimuLink. Skekkjur voru skoðaðr fyrir mismunandi innmerki og magnanir og borið saman við stöðuga skekkju. Kerfið var skoðað m.t.t. mismunandi dempunar og borið saman við herm gildi. Loks voru áhrif tímaseinkunar á svörunina könnuð.

2 DC hraðastýring

Mynd 1: Mynd af DC servomótor með hjóli endanum



Tölur á myndinni eiga við númer í töflu að neðan

Nr.	Lýsing
1	DC motor
2	Stöðunemi sem skynjar stöðu mótors og hraða
3	Mótor og armfesting
4	Snúningstregða
5	PCI tengi við NI ELVIS: til að tengja QNET módúl við DAC.
6	Stýri og magnararás fyrir mótor
7	24V spennugjafi
8	Öryggi
9	+B, +15V, -15V, +5V LEDs

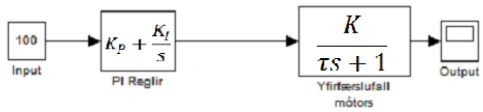
Tæknilegir Eiginleikar mótors eru í töflu að neðan.

Tákn	Lýsing	Gildi	Eining
R_m	Mótorviðnám.	3,30	ohms
K_t	Vægisstuðull mótors	0,0280	N.m/A
K_m	Span stuðull mótors (sama og Kt in SI einingum).	0,0280	V/(rad/s)
J_m	Snúningstregðuvægi mótors.	9,64e-6	kg.m^2
J_h	Snúningstreðuvægi tregðuhjóls	1.117e-6	kg.m^2
	Kraftmagnari fyrir mótor:		
V_{max}	Mesta spenna	24	V
A_{max}	Mesti straumur	5	A
χ	Spennumögnun magnara	2,3	V/V

3 Yfirfærslufallið

Til þess að finna yfirfærslufallið er er blokkrit kerfisins fundin (sjá mynd 2).

Mynd 2: Blokkrit kerfisins án bakrásar



.

Yfirfærslufall kerfisins er

$T(s) = \frac{Y(s)}{R(s)} = \frac{(K_P+\frac{K_I}{s})(\frac{K}{\tau s+1})}{1+(K_P+\frac{K_I}{s})(\frac{K}{\tau s+1})} = \frac{(K_p+\frac{K_I}{s})(\frac{2,3\cdot K}{\tau_1 s+1})}{\tau s+1+(K_p+\frac{K_I}{s})\frac{2,3\cdot K}{\tau s+1}}$

Þar sem tfirfærslufall mótors er

$\frac{\dot{\theta}}{V} = \frac{K_t}{s[(R_m+0\cdot s)((J_h+J_m)s+b)+K_t\cdot K_m]} = \frac{K_t}{s[R_m\cdot((J_h+J_m)s+b)+R_m\cdot K_t\cdot K_m]}$

$\frac{\dot{\theta}}{V} = \frac{0.0280Nm/A}{s[3.3\Omega\cdot((9,64\cdot 10^{-6}kg\cdot m^2+1.117\cdot 10^{-6}kg\cdot m^2)s+b)+0.0280Nm/A\cdot 0.0280V/(rad/s)]}$ Við getum fundið τ með þvi að margfalda í gegnum jöfnuna til að velja $\frac{K_t}{s[\tau s+1]}$

Þá fæst

$\tau = \frac{R_m(J_m+J_h)}{R_m\cdot b+K_m\cdot K_t}$

Þá er hægt að einfalda kerfið sem,

$\frac{K_t}{\tau\cdot s+1}$

En fyrst að við tókum τ útfyrir í teljaranum þarf að gera það líka i nefnaranum. Við fáum nýtt gildi.

$K = \frac{K_t}{R_m\cdot b+K_t\cdot K_m}$.

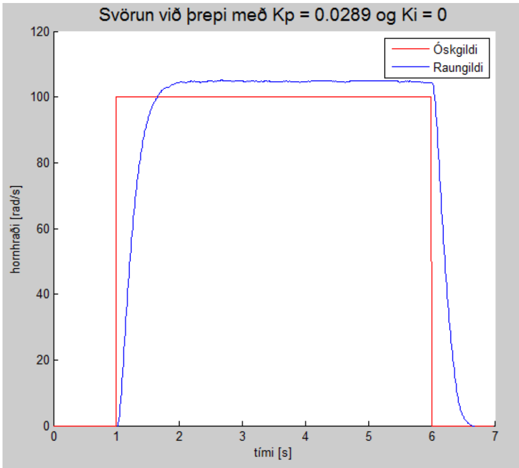
Stuðlarnir K og τ eru lesnir úr gögnunum, þar sem K fæst með

$\alpha \cdot K_p \cdot K_{magnari} \cdot K = \beta$,

og $\tau_{measured}$ er fundið með þvi að reikna 63.2% af tímanum sem tók að ná hámarksgildi. $\tau_{measured} = 0.27 sek$

Á mynd 3 er svörun kerfis án bakrásar. Rauða grafið, α, er óskgildið [rad/s]

Mynd 3: Svörun kerfis án bakrásar.



.

og bláa grafið, β, er hámarks raungildið [rad/s].

Kerfið var valstillt í mælingunum til að fá lausn þ.a.

$K_p = 0.0289 \frac{V}{\frac{rad}{s}}$.

Mælda gildið á K, er hægt að finna með jöfnunni,

$K_{measured} = \frac{\beta}{\alpha \cdot K_p \cdot} = \frac{105.181}{100 \cdot 0.0289} \simeq 36.39$

b er hægt að finna með jöfnunni,

$I_{ref} \cdot K_t = \dot{\Theta}_{ref} \cdot b,$

Þar sem að $\dot{\Theta}_{ref}$ er raunsnúningshraði fyrir samsvarandi straum I_{ref}. Þá fæst b,

$b = \frac{I_{ref} \cdot K_t}{\dot{\theta}_{ref}} = \frac{0.9091 A \cdot 0.0280}{105.181} \simeq 2.420 \cdot 10^{-4} \frac{N \cdot m \cdot s}{rad}$

Með gildi á b er hægt að reikna τ.

$\tau = \frac{R_m(J_m+J_h)}{R_m \cdot b + K_m \cdot K_t}$

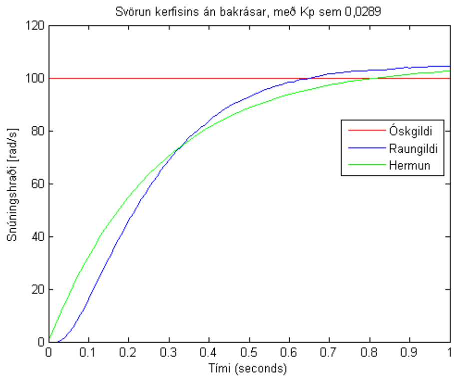
$\tau = \frac{3.30 \cdot (9.64 \cdot 10^{-6} + 1.117 \cdot 10^{-6})}{3.30 \cdot 2.420 \cdot 10^{-4} + 0.0280 \cdot 0.0280} =$ **0.0224 sekúndur**

Hér athugavert að $\tau_{measured}$ er stærðargráðunni 10 sinnum stærri en τ.

$\tau =$ **0.0224 sekúndur** og $\tau_{measured} =$ **0.27 sekúndur**.

Mælda kerfið er borið saman við kerfi sett up í simulink, sjá mynd 4.

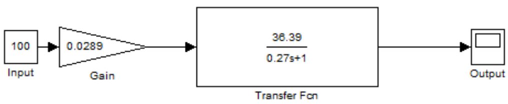
Mynd 4: Hermt kerfi í samanburði við mælt kerfi



.

Þar sem hermda kerfið er

Mynd 5: Mynd af hermdu kerfi



.

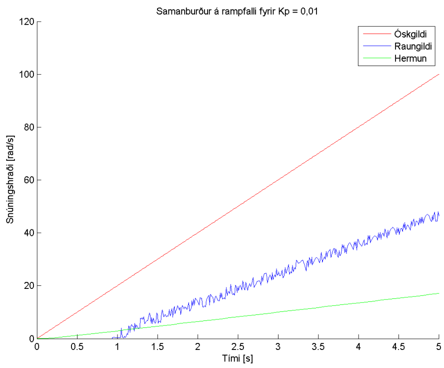
Hér eru stikarnir úr mælda kerfinu notaðir í hermuninni. $\frac{\dot{\theta}}{V} \simeq \frac{0.0289 \cdot 36.29}{0.27s+1}$

Niðurstaða Hermda kerfið líkir þokkalega eftir alvöru kerfinu, en ýmsir umhverfisþættir, núningur og annað hefur áhrif á raungildin. Útfrá mæligögnum má meta tímaseinkunina, þ.e. tíminn sem að kerfið tekur til að ná 10% af óskgildi, sem um það bil 0.06 sekúndur.

4 Skekkjumælingar

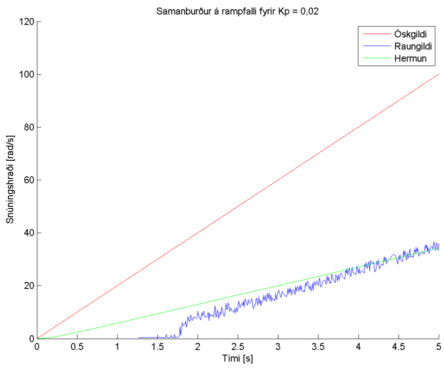
Stöðugar skekkjur við mismunandi innmerki voru skoðaðar. Kerfið er mælt og svo borið saman við hermt kerfi, svo er það borið saman við óskgildi. Fyrst er skekkjan skoðuð þegar rampafalls innmerki er notað.

Mynd 6: Samanburður þegar rampafall er innmerki



.

Mynd 7: Samanburður þegar rampafall er innmerki



.

Skekkjan er fundin þ.a. hæstu mældu og hermdu gildin eru dregin fra hæsta óskgildinu Skekkjurnar eru mældar út frá hæstu gildunum, s.s. þegar merkið á að toppa. Í raun þá byrjuðu skekkjurnar u.þ.b. helmingi minni í upphafsgildi, þ.e. þegar merkið er í botni.

$K_p = 0.01$

Hermt: 82.9 rad/s

Raun: 60.6 rad/s

$K_p = 0.02$

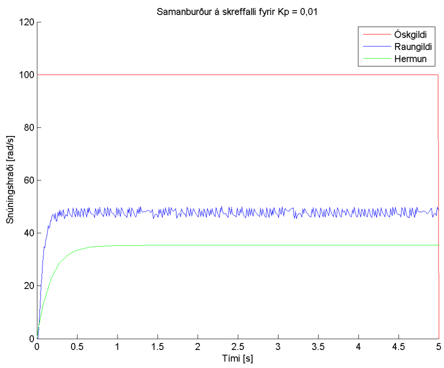
Hermt: 65.8 rad/s

Raun: 62.9 rad/s

Fyrir rampamerki þá verður ekkert stöðug skekkja þegar $\lim_{t\to\infty}$

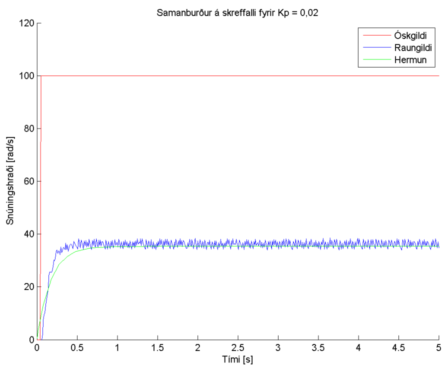
Skekkjan skoðuð þegar þrepfalls innmerki er notað.

Mynd 8: Samanburður þegar þrepfall er innmerki



.

Mynd 9: Samanburður þegar þrepfall er innmerki



.

Skekkjan er fundin þ.a. mældu og hermdu gildin eru dregin fra óskgildinu

$K_p = 0.01$

Hermt: 82.1 rad/s

Raun: 49.9 rad/s

$K_p = 0.02$

Hermt: 64.6 rad/s

Raun: 61.5 rad/s

Fyrir þrepamerki þá verður stöðug skekkja þegar $\lim_{t\to\infty}$

Niðurstaða Talsverður munur er á óskgildum og svo mældum og reiknuðum gildum. Í rampafallinu þá nær mælda gildið varla helmingnum a óskgildinu. Hermda gildið stendur sig enn verr. Til að valstilla hermda fallið, til að nálgast óskgildi, þyrfti að auka mögnunina talsvert. Í mældu gildunum er 1 sekúnda þar til kerfið svarar innmerkinu, eins og sést a myndunum. Líklega er þessi töf vegna "Coulomb" viðnáms í mótorinum.

5 Dempunarhlutfall

Til að skoða mismunandi gildi fyrir dempunarhlutfallið þarf að umrita yfirfærslufallið.

$s^2 + (\frac{1+K_p \cdot K \cdot 2.3}{\tau})s + \frac{(K_I \cdot K \cdot 2.3)}{\tau}$

Finna á viðeigandi PI regli þegar dempunarhlutfallið $\zeta = 1$ (krítísk dempun) annars vegar og $\zeta = \frac{1}{\sqrt{2}}$ hins vegar þ.a. settiminn verði sem minnstur.

Skoðum hvernig jafnan lítur út

$s^2 + 2\zeta\omega + \omega^2$

ω^2 hlýtur að vera $\frac{(K_I \cdot K \cdot 2.3)}{\tau}$

þ.e.

$\omega = \sqrt{\frac{(K_I \cdot K \cdot 2.3)}{\tau}}$

þá er

$2\zeta\omega = (\frac{1+K_p \cdot K \cdot 2.3}{\tau})$

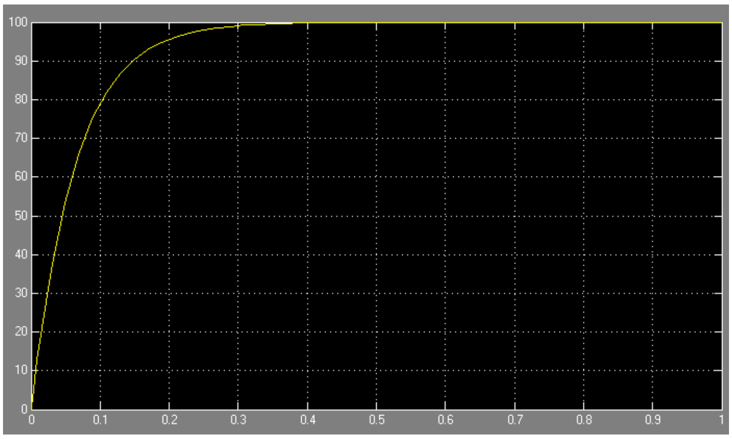
þá er

$K_I = \frac{(\frac{1+K_P \cdot K \cdot 2.3}{\tau})(4 \cdot \zeta^2)}{K \cdot 2.3}$

fyrir $\zeta = 1$ (kríska dempun fæst) Fræðilegt gildi, þ.e. reiknuð út fra módelunum, gefur $K_{I-fraed} = 0.88267$

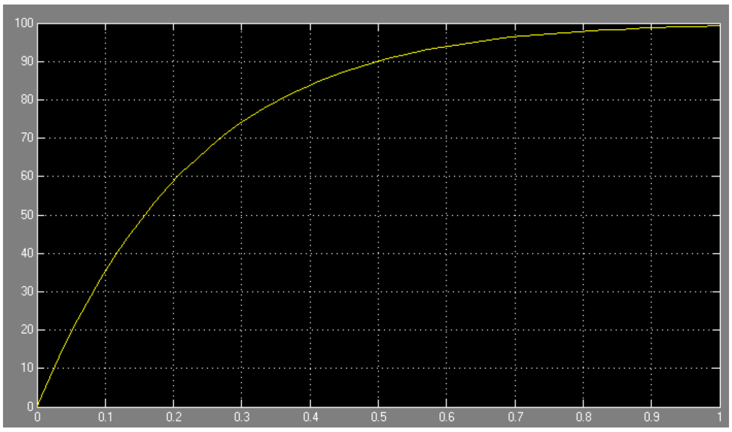
Mælt gildi, þ.e. gildið reiknað úr mælingum, gefur $K_I = 0.12559$

Mynd 10: Dempun, fyrir K_I reiknað úr fræðilegum gildum



.

Mynd 11: Dempun, fyrir K_I reiknað úr mældum gildum

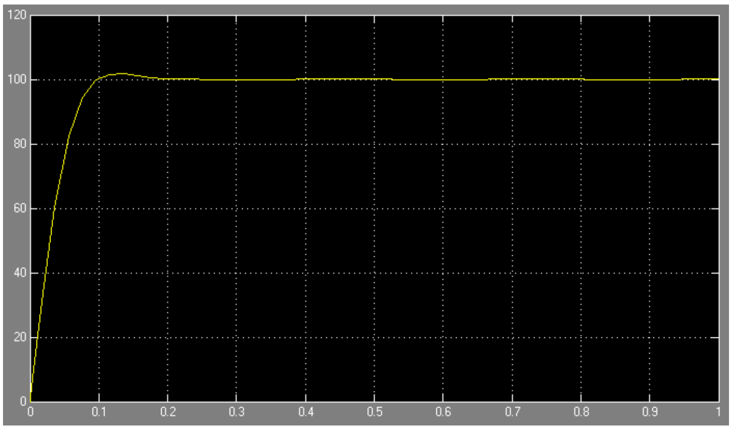


.

fyrir $\zeta = \frac{1}{\sqrt{2}}$ fæst Fræðilegt gildi, þ.e. reiknuð út fra módelunum, gefur $K_{I-fraed} = 1.76588$

Mælt gildi, þ.e. gildið reiknað úr mælingum, gefur $K_I = 0.25126$

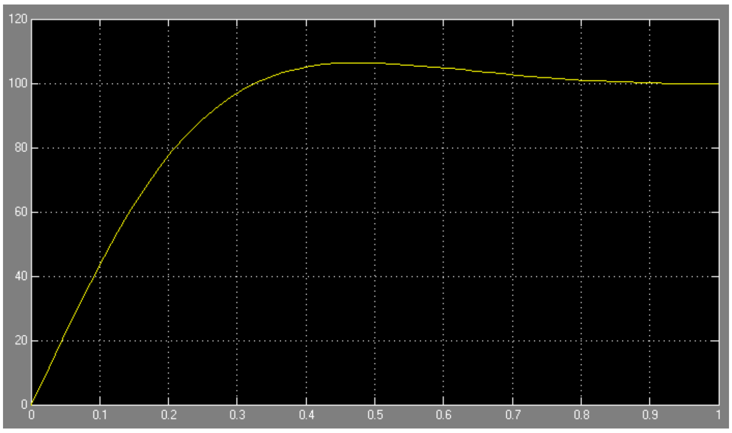
Mynd 12: Dempun, fyrir K_I reiknað úr fræðilegum gildum



.

Niðurstaða

Mynd 13: Dempun, fyrir K_I reiknað úr mældum gildum



.

Settiminn fyrir fræðilegu gildin eru í bæði skiptin mun styttri. Fyrir $\zeta = \frac{1}{\sqrt{2}}$ sést augljóslega á grafinu að settíminn 5x lengri en með mældu gildunum. Útfrá mæligögnum má meta tímaseinkunina, þ.e. tíminn sem að kerfið tekur til að ná 10% af óskgildi, sem um það bil 0.06 sekúndur.