

1. Задатак

Трофазни асинхронни мотор се напаја путем ТТИ. Период рада импулсно-ширинске модулације је $100 \mu\text{s}$, напон једносмерног међукола је 500 V . Мотор је конструисан тако да се напаја мрежним напоном. Однос полазне и номиналне струје мотора је 5. (а) На основу оправданих занемарења, проценити амплитуду валовитости статорске струје која се има при напајању наведеним ТТИ за случај када се транзистори укључују тако да је у једној половини PWM периода укључен горњи транзистор а у другој половини доњи (тј. $m = 0,5$). (б) На основу оправданих занемарења, одредити $\Delta I = f(m)$.

2. Задатак

Асинхронни мотор познатих параметара напаја се из трофазног транзисторског инвертора. Анализа регулатора струје се може вршити у s -домену. Узимајући да регулатор струје има пропорционално и интегрално дејство, одредити појачања регулатора тако да се добије пропусни опсег ω_{BW} и пригушење $\xi = 1$.

3. Задатак

Сигнал струје добијен у задатку 1 се одабира помоћу 12-битног DAC-а. Период рада импулсно-ширинске модулације је $100 \mu\text{s}$. Одабрати филтар против лажних ликова струјног сигнала тако да филтриран сигнал уноси кашњење од 2° на фреквенцији улазног сигнала од 1 kHz . Колико одбирака струје треба узети у једном периоду тако да буде задовољено Шеноново правило?

4. Задатак

Одговорити на претходно питање у случају када процес израчунавања уноси транспортно кашњење од једне периоде.

5. Задатак

На основу мерених сигнала у погону са директним векторском контролом одредити Ψ_{as} , $\Psi_{\beta s}$, Ψ_{aR} , $\Psi_{\beta R}$, M_{em} и Ω_m .

6. Задатак

Асинхронни мотор је контролисан по алгоритму индиректног векторског управљања. У случају да су укштене фазе енкодера и у случају да је момент оптерећења једнак 0 а референца момента једнака номиналној вредности момента, одредити којом се брзином обрће вратило асинхроног мотора у устаљеном стању?

7. Задатак

На произвољном погону реализована је индиректна векторска контрола. У зависности од одступања естимиране роторске отпорности од стварне изразити грешке у роторском флуксу и моменту мотора.

8. Задатак

Посматра се синхронни мотор са сталним магнетима који има простопериодичне ЕМС и везан је у звезду. Мотор је изотропан и напајан је из трофазног транзисторског инвертора са струјном регулацијом. Примењено је векторско управљање. Флукс сталних магнета који обухвата и статорске намотаје једнак је $\Psi_{Rm} = 1 \text{ Wb}$, док су струје статора једнаке $i_d = -1 \text{ A}$ и $i_q = 2 \text{ A}$. Одредити електромагнетски моменат.

9. Задатак

Полазећи од претходног задатка, и узимајући да је $R_S = 0$ и $L_S = 100$ mH, као и да је $E_{DC} = 500$ V, одредити највећу брзину коју је могуће достићи. Колика се брзина може достићи ако се напон једносмерних сабирница умањи за 10%

10. Задатак

За асинхрони мотор контролисан по алгоритму индиректног векторског управљања који ради у устаљеном стању познато је $R_S = R_R = 1 \Omega$, $L_m = 700$ mH, $L_{\gamma S} = L_{\gamma R} = 20$ mH, $I_d = 2$ A, $I_q = 2$ A, док је $\Omega_m = 50$ rad/s и $p = 2$. Мотор је везан у звезду. Код задавања струја у dq координатном систему подразумева се $K_{3\Phi/2\Phi} = 2/3$. Паралелно са индиректним векторским управљањем које се користи за регулацију момента и флукса мотора, извршава се и алгоритам за оцену флукса, брзине и момента, какав би се иначе користио код директног векторског управљања. (а) Одредити амплитуду роторског флукса и моменат који мотор развија. (б) Одредити величине које се добијају из алгоритма за оцену флукса, брзине и момента ако он оперише са подацима $R_S^* = R_R^* = 1,2 \Omega$.

11. Задатак

У претходном задатку, алгоритам за оцену флукса, брзине и момента ради са подацима $R_S^* = R_R^* = 1 \Omega$. Трофазни транзисторски инвертор ради са $f_{PWM} = 10$ kHz. Мртво време изности $\Delta t = 5 \mu s$. Одредити величине које се добијају из алгоритма за оцену флукса, брзине и момента, уважавајући при томе околност да се статорски напонине мере већ се оцењују на основу модулационих сигнала.

12. Задатак

Синхрони мотор са сталним магнетима је векторски контролисан. Ради се од машини са два пара полова и која у празном ходу има ефективну вредност линијског напона од 151 V при брзини од $n = 1000$ RPM. Одредити однос $K_m = M_{em}/I_{Srms}$ између момента и ефективне вредности статорске струје.

Задатак из области дигиталне регулације струје

Дигитални регулатор струје је приказан на слици "DIGREG". Слово (A) означава давај струје са половин елементом који на секундарној страни даје $i_{\text{lem}} = i_m / 1000$. Напон који се доводи на намотај мотора (B) $U_m(t)$ једнак је $+E/2 = 250V$ у случају када је укључен прекидач SW1, односно $U_m = -E/2$ ако је укључен SW2. Параметри намотаја (C) су $L = 10mH$, $R = 1\Omega$.

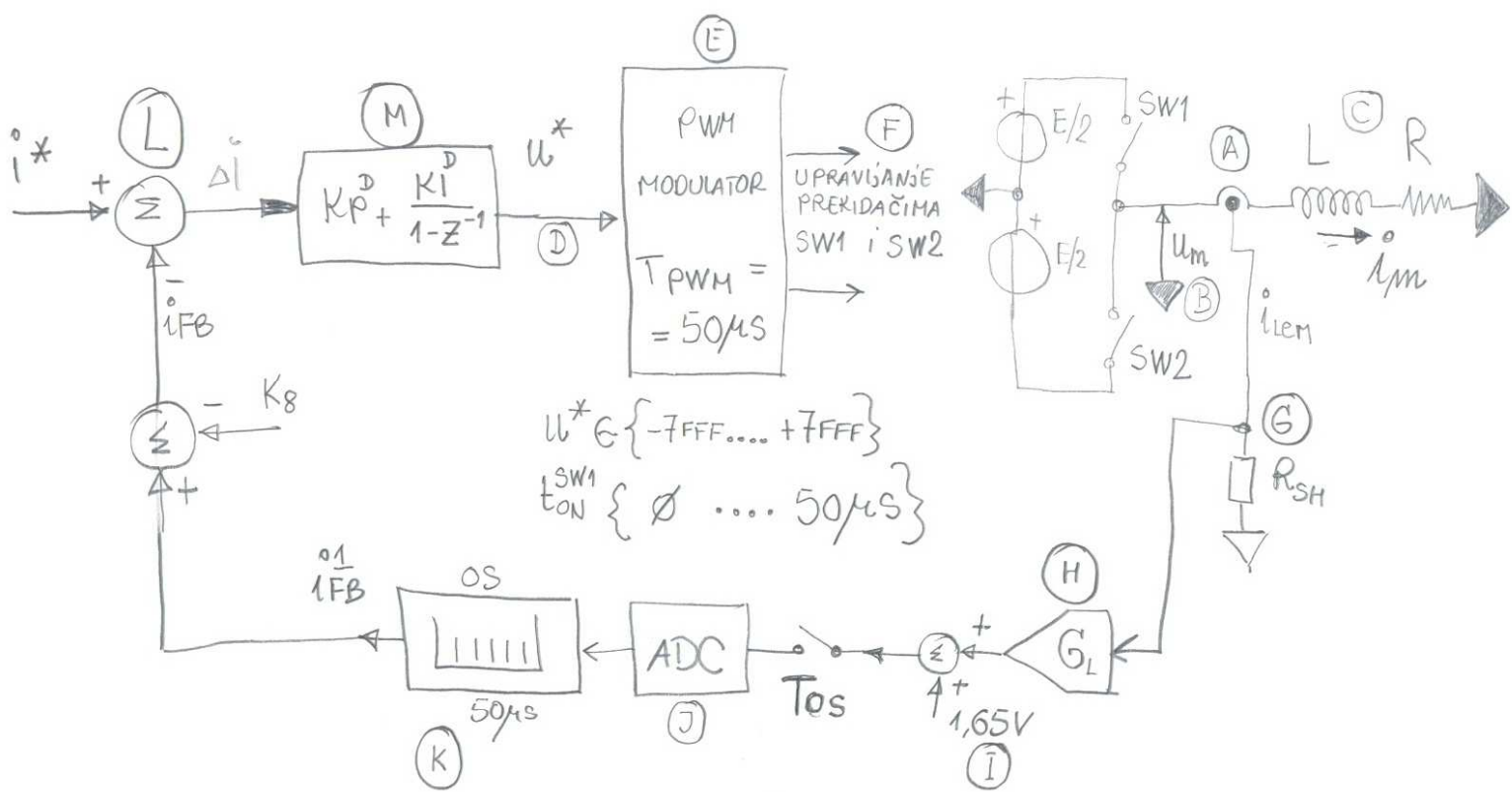
Струја i_{lem} се доводи на шину R_{SH} . Операциони појачавач (H) и додатни офсет (I) треба да обезбеде промену сигнала на улазу у ADC (J) од $[0V \dots +3.3V]$ у случају када се струја мотора мења у опсегу $[-30A \dots +30A]$.

ПИТАЊЕ колике су вредности R_{SH} и G_L ако се тражи да сви сигнали буду ограничени на опсег $[-6V \dots +6V]$

ADC (J) узима по један одбирок струје сваких $T_{OS} = 50\mu s/8$ тако да у сваком периоду T_{OS} постоји 8 одбирака. По истеку сваког периода T_{OS} , блок OS (K) за "OVERSAMPLING" збраја све одбирке и даје сигнал i_{FB}^{01} . Познато је да ADC на излазу даје бројеве у опсегу од \emptyset до $2^{10} - 1$.

ПИТАЊЕ одредити промену броја i_{FB}^{01} у функцији струје мотора

У дискриминатору грешке (L) одређује се разлика Δi између задате вредности струје i^* и сигнала i_{FB} .



SLIKA "DIGIREG"

ПИТАЊЕ одредиши број $K8 = i_{FB}^{o1} - i_{FB}^o$ тако да вредност $i^* = \emptyset$ одговара струји motora $i^o = \emptyset$.

Регулатор струје (M) има пропорционално и интегрално дејство. Програмска имплементација је таква да се

- грешка у струји Δi представља у 16-битном формату, као ознака, уео број израчунаи као $\Delta i = i^* - i_{FB}^o$
- одреде се два производа, $K_{P_{sw}} * \Delta i$ и $K_{I_{sw}} * \Delta i$ као 32-битни бројеви, где су $K_{P_{sw}}$ и $K_{I_{sw}}$ интерне вредности појачања које су у веси са K_I^D и K_P^D (M)
- Излаз регулатора се најпре одреди као 32-битна варијабла $OUT32$, и то тако што се саберу сви претходни производи $K_{I_{sw}} * \Delta i$ (израчунаи подом претходних интервала одабиром) и на токовзбир се додјуу два ново израчунаиа производа.
- Променљива u^* (D) се добија тако што се формира 16-битна варијабла из зорњих 16 бита варијабле $OUT32$

ПИТАЊЕ

Одредити везу између вриједности
 $K_{I_{sw}}$, K_{I^D} , $K_{P_{sw}}$, K_{P^D}

ПИТАЊЕ

одредити везу између појалова
 K_{I^D} и појалова K_{I^A} еквивалентног
регулятора који би био имплементиран
у аналогном домену

Променлива U^* (D) се креће у опсегу од $-7FFF$
до $+7FFF$. Овој промени одговара промена
ширине импулса t_{ON}^{SW1} од $0\mu s$ до $50\mu s$

ПИТАЊЕ

колку вредности треба да узме
 U^* да би на модулу постојао напон
од $+100V$

ПИТАЊЕ

За $U^* = \emptyset$ и $I_m^{average} = \emptyset$,
одредити валидност ситуације

ПИТАЊЕ С мајтрајџи да се рад регулатора може еквивалентирати аналогним, $K_P^A + K_I^A/s$, одредити појалова K_I^{SW} и K_P^{SW} тако да се добије одзив са пројустим оисетом ω_{BW} и притужењем ξ

ПИТАЊЕ Претпоставити да се појалова и процеси узимања средње вредности одбирања, полупроводничка релација регулатора, задржава времена t_{ON} и уписа у PWM регистраре обављају тренутно, без кашњења



Одредити појалова K_P^D и K_I^D (на основу прорачуна спроведеног у s домену) тако да се добије одзив са пројустим оисетом ω_{BW} и са притужењем ξ (ω_{BW} и ξ се одређују приближно, на основу параболичких полова у s домену)

БРЗИНА

Посматра се брзински регулисан серво систем са векторски контролисаним асинхроним мотором. На вратилу мотора постоји инкрементални енкодер са 4096 импулса по одротају. (1) на емпи која је на следећој страници. Положај ротора (2) се одликује са бројем који се током једног одротаја мења у опсегу од 0 до "3FFF". Брзина ω_{FB} (3) се израчунава сваких $T=100\mu s$ на основу разлике $\theta_{n+1} - \theta_n$, и представљена је 16-битним бројем.

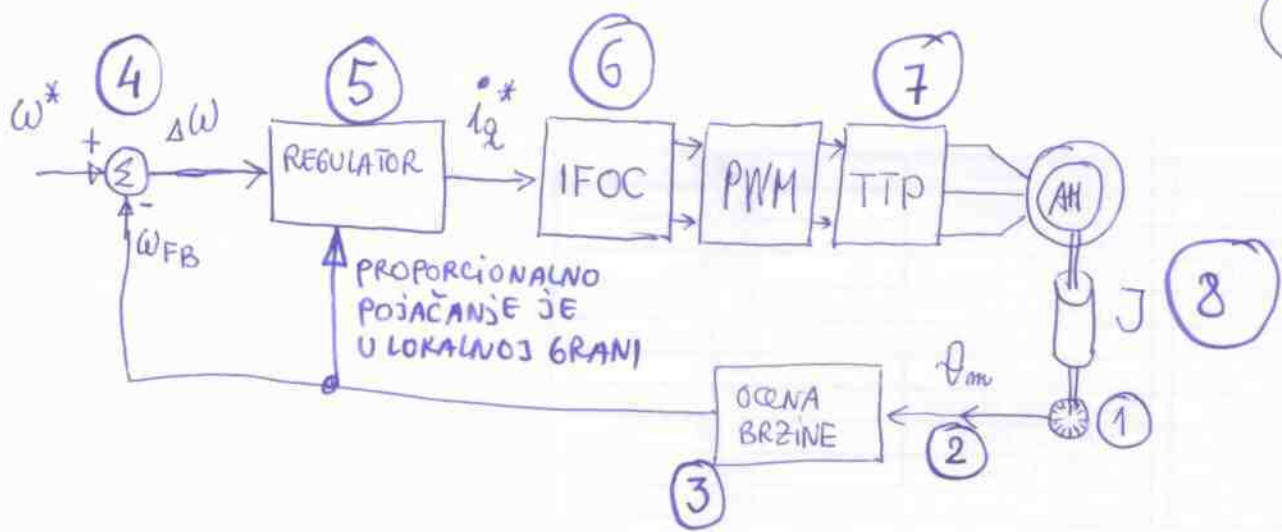
ПИТАЊЕ Написати рутину у ASM или C-у која полази од мерене позиције θ_m (2) и израчунава брзину ω_{FB} (3) тако да при $n = 3000$ o/min $\omega_{FB} \approx 20971$.

Дискриминатор грешке (4) пореди ω_{FB} са сигналом $\omega^* = n^* \cdot (20971/3000)$ [o/min]. Регулатор брзине је PI и он доје затражену вредност момента у форми i_2^* , где је i_2^* 16-бит број. (5)

ПИТАЊЕ Написати брзински PI регулатор у ASM или C-у. Унос је 16-бит број $\Delta\omega$, излаз 16-бит број i_2^* . Регулатор треба да буде у инкременталној форми. Акумулатор инкремента је 32-бит број. Излазна променљива треба да буде ограничена на $\pm I_{max} [A] \cdot 1000$, при чему је $I_{max} = 10A$ параметар који се може мењати. Појачања K_P^{D16} и K_I^{D16} су 16-бит параметри. Функција преноса регулатора треба да буде

$$W_{REG}(z) = \frac{i_2^*(z)}{\Delta\omega(z)} = \frac{1}{2^{16}} K_P^{D16} + \frac{1}{2^{16}} K_I^{D16} \cdot \frac{1}{1-z^{-1}} ; \text{ али је } K_P^{D16} \text{ тако у локалној грани}$$

У оквиру регулатора мора бити решен WIND-UP проблем (ANTI-WIND-UP)



Zadana vrednost i_q^* dovodi se u IFOC strukturu za upravljanje momentom. Može se smatrati da je strujni regulator idealan, $i_q \equiv i_q^*$. Poznato je $I_d^* = 2A$, $L_m = 500mH$, $L_R = L_S = 580mH$, kao i da je komutaciona učestalost invertera (7) toliko velika da se efektni valovitosti i kašnjenja mogu zanemariti. Motor je povezan na inercioni teret (8) sa $J = 0.005 kgm^2$ i $B = 0$. Poznato je da je motor dvofazni

ПИТАЊЕ Odrediti funkciju prenosu. Odrediti pojačanja tako da se dobije striktno aperiodični odziv najveće moguće brzine. Za ova pojačanja, odrediti шум који ће се јавити у сигналу i_q^* услед ограничене резолуције у мерењу позиције и израчунавању дрзине. Колики је пропусни опсег?