

Vježba br.3

Regulacija brzine vrtnje rotacijskog elektromehaničkog sustava SRV02 -implementacija i provjera sinteze regulatora-



Upute za studente

Sadržaj:

1. UVOD.....	2
2. ZADACI ZA PRIPREMU	2
3. LITERATURA	2
4. POKUSI	2
3.1. Pokus 1 : Implementacija i provjera sinteze regulatora brzine vrtnje rotacijskog elektromehaničkog sustava SRV02	2
4.1.1. Izvedba pokusa 1	3
4.1.2. Zadaci za izvještaj	5
DODATAK 1. – POPIS KORIŠTENIH OZNAKA	6

1. Uvod

Vježba *Regulacija brzine vrtnje rotacijskog elektromehaničkog sustava SRV02- implementacija i provjera sinteze regulatora* zamišljena je tako da studentima omogući:

- Upoznavanje s postupkom implementacije regulatora brzine vrtnje
- Korištenje Simulink-a kao razvojnog programskog alata
- Potvrdu valjanosti parametara regulatora dobivenih sintezom provedenom u vježbi 2. (na osnovu prijelazne funkcije).
- Usporedbu stvarnih i simuliranih regulacijskih karakteristika

Vježba 3. se svojim sadržajem nastavlja na vježbu 2, te se podrazumijeva korištenje stečenih znanja i rezultata iz prethodno obavljene vježbe.

2. Zadaci za pripremu

U svrhu pripreme za laboratorijsku vježbu potrebno je detaljno proučiti materijal „Upute za studente“. Pitanja za pripremu zajednička su sa vježbom br. 2.

3. Literatura

Za laboratorijsku vježbu se može koristiti slijedeća literatura:

- [1] [UPM 1503](#) pojačalo s napajanjem
- [2] [MultiQ-PCI Terminal Board](#) (TB) završna pločica za prihvatanje podataka (engl. *terminal board*)
- [3] [SRV02](#) elektromehanički rotacijski modul
- [4] [WinCon](#) programsko okruženje za rad u realnom vremenu

4. Pokusi

U sklopu ove laboratorijske vježbe izvodi se pokus koji obuhvaća proces implementacije (rad u realnom vremenu) regulatora brzine vrtnje projektiranog i simuliranog u vježbi 2. Koristi se Simulink/WinCon okruženje kao programski razvojni alat. Postupak provjere obuhvaća usporedbu dobivenih rezultata testiranja s regulacijskim zahtjevima postavljenim u [vježbi 2](#).

4.1. Pokus 1 : Implementacija i provjera sinteze regulatora brzine vrtnje rotacijskog elektromehaničkog sustava SRV02

U ovom pokusu se implementira regulator brzine vrtnje rotacijskog elektromehaničkog sustava SRV02. Zadatak je:

- Korištenjem Simulink-a načiniti algoritam za regulaciju brzine vrtnje rotacijskog elektromehaničkog sustava SRV02
- Korištenjem WinCon okruženja testirati te provjeriti da li se regulacijske karakteristike kruga poklapaju sa zadanim regulacijskim zahtjevima (definirani u [vježbi 2](#)).
- U istoj radnoj datoteci izraditi simulacijski algoritam (korišten u [vježbi 2](#).) te usporediti odzive realnog i simuliranog sustava regulacije brzine vrtnje.

4.1.1. Izvedba pokusa 1

Shema spoja za ovaj pokus je prikazana na sl.1. Napon na aktuatoru modula SRV02 se dovodi preko analognog izlaza priključne pločice TB (analogni izlaz br.0) prvo na pojačalo UPM 1503 (konektor s oznakom *From D/A*). Nakon toga se kabelski spaja pojačalo UPM 1503 (konektor s oznakom *To Load*) s aktuatorom modula SRV02 (konektor s oznakom *MOTOR*). Signal s tahogeneratora je analogni pa se stoga posebnim kabelom dovodi s modula SRV02 (konektor s oznakom *TACH*) na analogni ulaz UPM 1503 modula (konektor s oznakom *SI&S2*). Nakon toga se taj signal, nakon obrade u pojačalu, pomoću drugog kabela s pojačala UPM1503 (konektor s oznakom *To A/D*) dovodi na analogni ulaz priključne pločice TB (4-žilni kabelski ulaz, koristi se samo analogni ulaz br. 1).

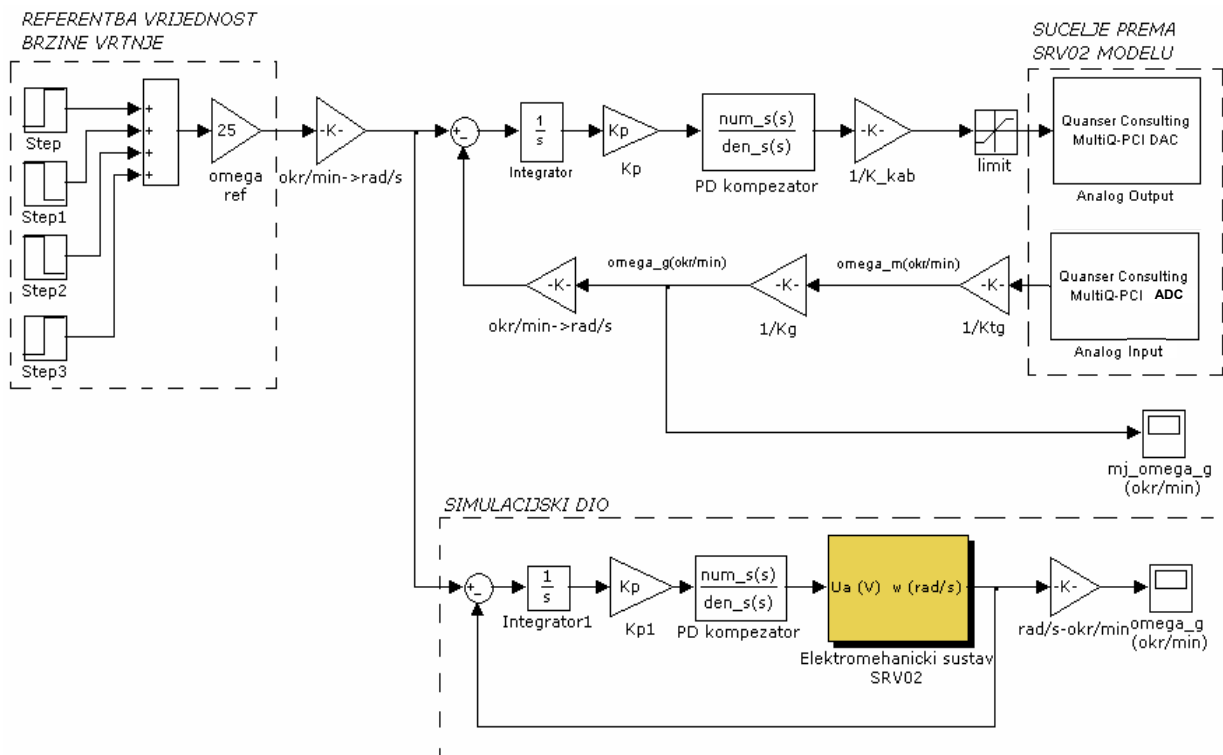
Svi potrebni kablovi su pripremljeni na radnom mjestu.



Sl.1. Shema spoja za implementaciju regulatora brzine vrtnje na realni elektromehanički sustav.

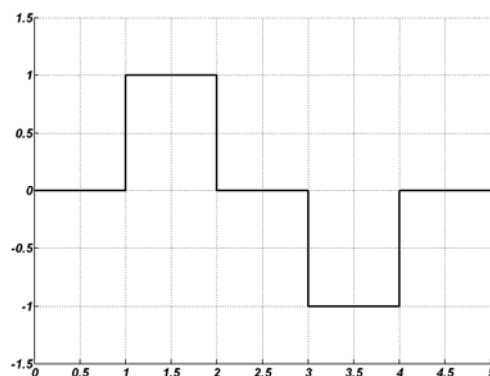
Svojstva Simulinka kao simulacijskog alata u ovoj vježbi se koriste u svrhu izrade korisničkog algoritma. Posebna aplikacija WinCon brine se da se taj algoritam izvodi u realnom vremenu. Na temelju sinteze regulatora provedene u vježbi 2., potrebno je izraditi algoritam regulacije brzine vrtnje, sl.2. Zbog potrebe usporedbe realnog i simuliranog odziva brzine vrtnje, u sklopu iste datoteke potrebno je izraditi i simulacijski model. Referentna vrijednost brzine zadaje se programski. Ona je zajednička za simulacijski dio i za dio algoritma koji upravlja realnim sustavom (SRV02), sl.2. Simulacijski model je identičan modelu u vježbi 2. Snimljen je na određenu lokaciju i može se prekopirati u novu datoteku.

Većina korištenih blokova u simulacijskom i realnom dijelu upravljačkog algoritma je identična. Jedina razlika je u tome što se u realnom dijelu upravljačkog algoritma umjesto SRV02 *simulacijskog modela* koristi *realni proces, elektromehanički modul SRV02*. Veza tog realnog procesa s ostalim dijelovima sustava regulacije odvija se preko ulazno-izlaznog sučelja. U ovom slučaju su to jedan analogni izlaz i jedan analogni ulaz. Analogni izlaz prosljeđuje upravljački signal prema energetskom pojačalu modula SRV02, dok se pomoću analognog ulaza prosljeđuje informacija s tahogeneratora prema upravljačkom algoritmu, sl.2.



Sl.2. Prikaz korisničkog algoritma (sa simulacijskim modelom za usporedbu) za sustav regulacije brzine vrtnje

Svi upotrijebljeni Simulink blokovi kao i njihova podešenja poznati su iz vježbe 1. i 2. (pojačanje kabela K_{p_kab} iznosi 1). Provjera regulacijskih karakteristika vrši se snimanjem odziva brzine vrtnje na skokovitu promjenu referentne veličine. Potrebno je snimiti odziv sustava na test ulaznu funkciju oblika prikazanog na sl.3.



Sl.3. Oblik ulazne test funkcije

Da bi se ostvarila test ulazna funkcija prikazana na sl.3. potrebno je zbrojiti izlaze četiri *Step* simulink bloka (sl.2.), čija podešenja parametara su prikazana u tab.1.

	<i>Parametri bloka</i>			
	<i>Step time</i>	<i>Initial value</i>	<i>Final value</i>	<i>Sample time</i>
<i>Step</i>	1	0	1	-1
<i>Step1</i>	2	0	-1	-1
<i>Step2</i>	3	0	-1	-1
<i>Step3</i>	4	0	1	-1

Tab.1. Podešenja parametara blokova *Step* koji formiraju ulaznu pobudnu funkciju

4.1.2. Zadaci za izvještaj

Izvještaj o obavljenoj vježbi mora sadržavati:

- Sljedeće odzive s pripadajućim komentarima:
 - Odziv brzine vrtnje na ulaznu test pobudu
 - Odziv simulirane i stvarne brzine vrtnje na ulaznu test pobudu. Komentirati eventualne razlike te objasniti njihov uzrok.
- Konačna zapažanja i zaključke te odgovore na sljedeća pitanja:
 - Postoji li mogućnost poboljšanja regulacijskih karakteristika? Ukoliko postoji navedite koja su to te kako bi utjecala na regulacijske karakteristike sustava.
 - Koji parametar ograničava frekvenciju test ulazne funkcije na sl.3? Do koje granice se može povećavati ta frekvencija a da ne dođe do narušavanja regulacijskih karakteristika? Pokažite i obrazložite jednostavnim testom na simulacijskom modelu.!
 - Da li amplituda ulazne test funkcije utječe na regulacijske karakteristike sustava? Obrazložite.

Dodatak 1. – Popis korištenih oznaka

SIMBOL	OPIS	MATLAB VARIJABLE	NOMINALNA VRIJEDNOST (SI JEDINICE)
u_a	Ulazni napon armaturnog kruga		
i_a	Struja armature		
R_a	Otpor armature	Ra	2.6
L_a	Induktivitet armature		
E	Napon elektromotorne sile motora		
ε_m	Pozicija osovine motora		
ω_m	Kutna brzina osovine motora		
ε_t	Pozicija osovine za terećenje		
ω_t	Kutna brzina osovine za terećenje		
ε_d	Referentna pozicija		
m_m	Moment motora		
m_t	Moment kod opterećenja		
k_e	Konstanta protuelektromotorne sile	Ke	0.0076776
k_m	Konstanta momenta motora	Km	0.007683
J_m	Moment inercije motora	Jmotor	$3.87 \cdot 10^{-7}$
J_{eq}	Ekvivalentni moment tromosti kod opterećenja	Jeq	$9.785 \cdot 10^{-5}$
B_{eq}	Ekvivalentni koeficijent viskoznog trenja	Beq	0.0015
K_g	SRV02 omjer zupčanika sustava (motor-teret)	Kg	14 (14*1)
η_g	Korisnost zupčastog prijenosa	Eff_G	0.9
η_m	Korisnost motora	Eff_M	0.69
ω_n	Prirodna frekvencija neprigušenih oscilacija	Wn	
ζ	Koeficijent prigušenja	zeta	
K_p	Proporcionalno pojačanje	Kp	
K_v	Pojačanje brzine	Kv	
T_p	Vrijeme prvog maksimuma	Tp	