

## Vježba br.5

# Regulacija pozicije rotacijskog elektromehaničkog sustava SRV02 -implementacija i provjera sinteze regulatora-



Upute za studente

## Sadržaj:

<b>1. UVOD.....</b>	<b>2</b>
<b>1. UVOD.....</b>	<b>2</b>
<b>2. LITERATURA .....</b>	<b>2</b>
<b>3. POKUSI .....</b>	<b>2</b>
<b>3.1. Pokus 1 : Implementacija i provjera sinteze regulatora pozicije rotacijskog elektromehaničkog sustava SRV02 .....</b>	<b>2</b>
3.1.1. Izvedba pokusa 1 .....	2
3.1.2. Zadaci za izvještaj .....	5
<b>DODATAK 1. – POPIS KORIŠTENIH OZNAKA .....</b>	<b>5</b>

## 1. Uvod

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

- Upoznavanje s postupkom implementacije regulatora pozicije
- Korištenje Simulink-a kao razvojnog programskog alata
- Potvrdu valjanosti parametara regulatora pozicije dobivenih sintezom provedenom u vježbi 4. (na osnovu prijelazne funkcije).
- Usporedbu stvarnih i simuliranih regulacijskih karakteristika

Vježba 5. se svojim sadržajem nastavlja na vježbu 2, 3, 4 te se podrazumijeva korištenje stečenih znanja i rezultata iz prethodno obavljene vježbe 4.

## 2. Literatura

Za laboratorijsku vježbu se može koristiti sljedeća 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

## 3. Pokusi

U sklopu ove laboratorijske vježbe izvodi se pokus koji obuhvaća proces implementacije (rad u realnom vremenu) regulatora pozicije projektiranog i simuliranog u vježbi 4. Koristi se Simulink/WinCon okruženje kao programski razvojni alat. Postupak provjere obuhvaća usporedbu dobivenih rezultata testiranja s regulacijskim zahtjevima postavljenim u [vježbi 4.](#)

### 3.1. Pokus 1 : Implementacija i provjera sinteze regulatora pozicije rotacijskog elektromehaničkog sustava SRV02

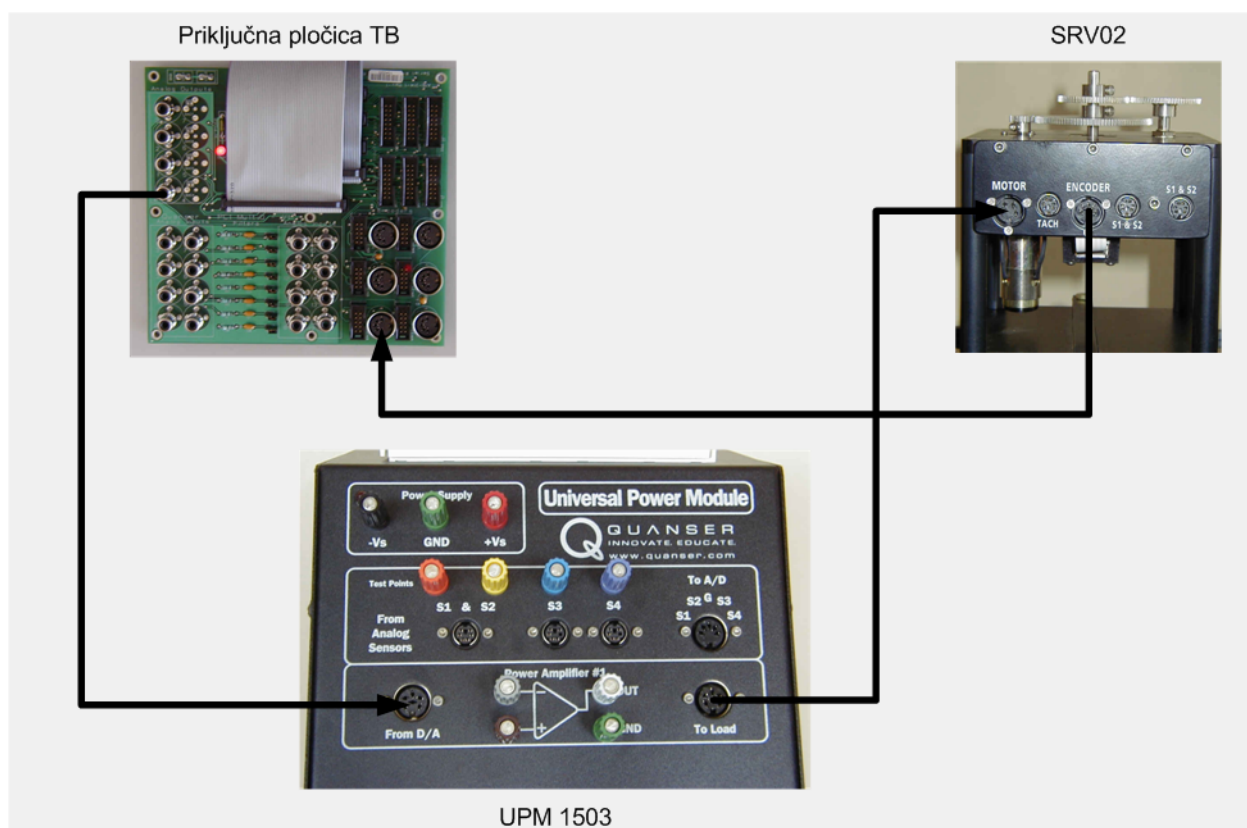
U ovom pokusu se implementira regulator pozicije rotacijskog elektromehaničkog sustava SRV02. Zadatak je:

- Korištenjem Simulink-a načiniti algoritam za regulaciju pozicije rotacijskog elektromehaničkog sustava SRV02 u realnom vremenu
- Korištenjem WinCon okruženja testirati te provjeriti da li se regulacijske karakteristike kruga podudaraju sa zadanim regulacijskim zahtjevima (definirani u [vježbi 4.](#))
- U istoj radnoj datoteci izraditi simulacijski algoritam (korišten u [vježbi 4.](#)) te usporediti odzive realnog i simuliranog sustava regulacije pozicije.

#### 3.1.1. 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 enkodera se kabelom dovodi s modula SRV02 (konektor s oznakom *ENC*) na enkoderski ulaz priključne pločice TB.

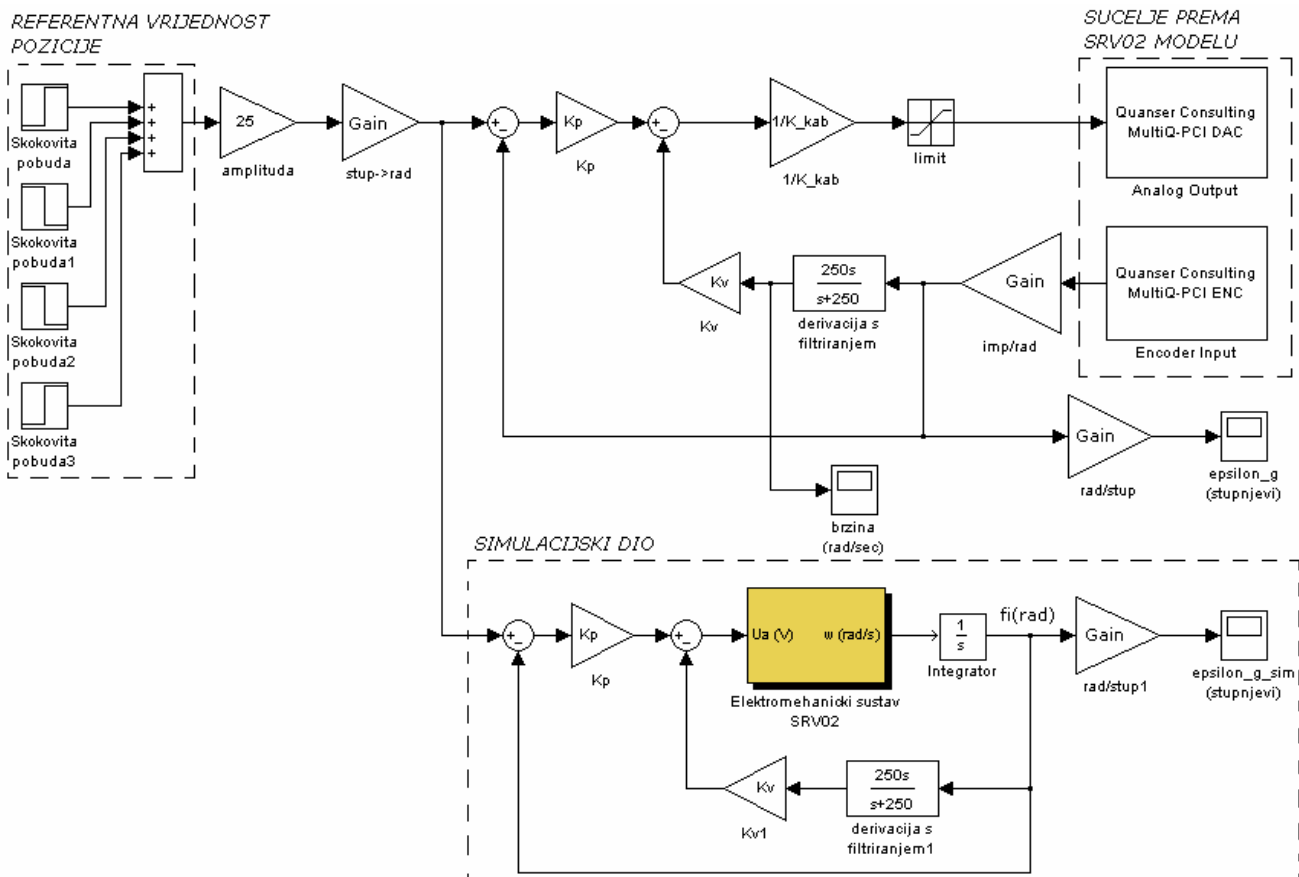
Svi potrebni kabeli su pripremljeni na radnom mjestu.



Sl.1. Shema spoja za implemntaciju regulatora pozicije 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 4., potrebno je izraditi algoritam regulacije pozicije, sl.2. Zbog potrebe usporedbe realnog i simuliranog odziva pozicije, u sklopu iste datoteke potrebno je izraditi i simulacijski model. Referentna vrijednost pozicije zadaje se programski. Ona je zajednička za simulacijski dio i za dio algoritma koji upravlja realnim sustavom (SRV02), sl.4. Simulacijski model je identičan modelu u vježbi 4. Snimljen je na određenu lokaciju i može se prekopirati u novu datoteku.

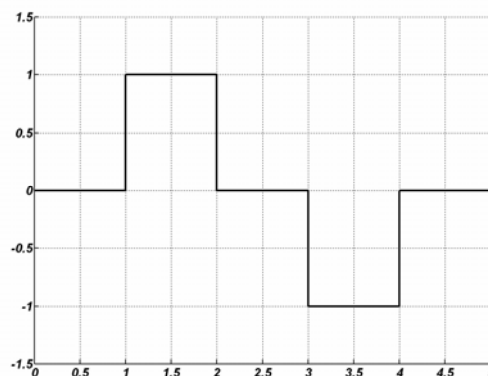
Većina korištenih blokova u simulacijskom i realnog dijelu upravljačkog algoritma je identična. Jedina razlika je u tome što se u realnom dijelu upravljačkog algoritma umjesto SRV02 *simulacijskog modela* koristi *realni proces, elektromehanički modul SRV02*. Veza tog realnog procesa s ostalim dijelovima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



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

Svi upotrijebljeni Simulink blokovi kao i njihova podešenja poznati su iz vježbe 1. i 2. (pojačanje kabela  $K_{p\_kab}$  iznosi 1). Konstantu pretvorbe broja impulsa sa enkodera u kut osovine izražen u radijanima potrebno je odrediti korištenjem uputa za [SRV02](#).

Provjera regulacijskih karakteristika vrši se snimanjem odziva pozicije osovine 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

Način formiranja test ulazne funkcije objašnjen je u [vježbi 3](#).

### 3.1.2. Zadaci za izvještaj

Izvještaj o obavljenoj vježbi mora sadržavati:

- Sljedeće odzive s pripadajućim komentarima:
  - Odziv stvarne pozicije na ulaznu test pobudu
  - Odziv simulirane i stvarne pozicije na ulaznu test pobudu. Komentirati eventualne razlike te objasniti njihov uzrok.
  - Odziv pozicije i brzine vrtnje (pazite na vremensko mjerilo, mora se vidjeti i prijelazna pojava brzine!)
- Konačna zapažanja i zaključke te odgovore na sljedeća pitanja:
  - Kolika je granična frekvencija zatvorenog kruga regulacije pozicije u usporedbi s graničnom frekvencijom zatvorenog kruga regulacije brzine? Kakvo fizikalno objašnjenje možete dati za to?
  - Koji mjerni član pozicije se koristi u ovoj vježbi?
  - Kako biste realizirali mjerni član brzine vrtnje a da izbjegnute deriviranje regulirane varijable (kut, pozicija izlazne osovine)? Analizirajte koji vam mjerni članovi za ovaj zadatak stoje na raspolaganju. Kako biste iz njih dobili signal stvarne brzine?

### **Dodatak 1. – Popis korištenih oznaka**

<b>SIMBOL</b>	<b>OPIS</b>	<b>MATLAB VARIJABLE</b>	<b>NOMINALNA VRIJEDNOST (SI JEDINICE)</b>
$u_a$	Ulazni napon armaturnog kruga		
$i_a$	Struja armature		
$R_a$	Otpor armature	Ra	2.6
$L_a$	Induktivitet armature		
$E$	Napon elektromotorne sile motora		
$\varepsilon_m$	Pozicija osovine motora		
$\omega_m$	Kutna brzina osovine motora		
$\varepsilon_t$	Pozicija osovine za terećenje		
$\omega_t$	Kutna brzina osovine za terećenje		
$\varepsilon_d$	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	$2 \cdot 10^{-3}$
$B_{eq}$	Ekvivalentni koeficijent viskoznog trenja	Beq	$4 \cdot 10^{-3}$
$K_g$	SRV02 omjer zupčanika sustava (motor-teret)	Kg	70 (14*5)
$\eta_g$	Korisnost zupčastog prijenosa	Eff_G	0.9
$\eta_m$	Korisnost motora	Eff_M	0.69
$\omega_n$	Prirodna frekvencija neprigušenih oscilacija	Wn	
$\zeta$	Koeficijent prigušenja	zeta	
$K_p$	Proporcionalno pojačanje	Kp	
$K_v$	Pojačanje brzine	Kv	
$t_p$	Vrijeme prvog maksimuma		
$\sigma_m$	Maksimalno nadvišenje u prijelaznoj funkciji		