

Mašinski fakultet u Kragujevcu

Seminarski rad

Digitalno upravljanje

Tema:

**Identifikacija sistema
i podešavanje PID kontrolera
modela PT400**

Profesor:
Dr Milan Matijević

Student:
Vladimir Dunić 98/2002

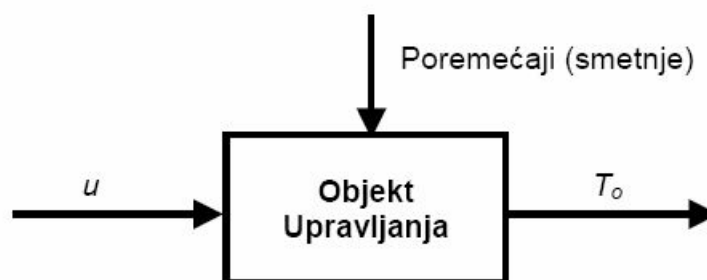
Decembar 2008.

Teorijske postavke o identifikaciji OU

Identifikacija objekta upravljanja ili sistema upravljana znači nalaženje matematičkog modela dinamičkih sistema bazirano na razmatranju podataka o sistemu i iz sistema.

Pored matematičkog modeliranja sistema, koji se bazira na uspostavljanju zavisnosti između opservabilnih varijabli sistema putem matematičkih izraza u vidu diferencijalnih ili diferencnih jednačina, postoje načini kod kojih se izvode eksperimenti, pri kojima se mere i zapisuju signali ulaza i izlaza, na osnovu kojih se formira model sistema. Drugi način se naziva identifikacija sistema ili objekta upravljanja. U identifikaciji ovog objekta upravljanja primenjena je druga metoda.

U ovom radu primenjena je off-line metoda identifikacije, tj. ulazno-izlazni podaci dobijeni iz eksperimenta su registrovani i zapisani pa tek onda obrađivani. Postoje i on-line metode identifikacije kod kojih se do modela sistema dolazi u realnom vremenu, tj tokom rada sistema.



Sl. 1) Strukturni blok dijagram objekta upravljanja

Kada je poznata struktura sistema, zadatak identifikacije je određivanje vrednosti parametara sistema koji ga opisuju. Ovakav metod se naziva parametarska identifikacija, koja je u ovom radu i primenjena, korišćenjem odskočnog ulaznog dejstva i analiziranjem vremenskog odziva sistema (izlaza) u toku prelaznog procesa i stacionarnog stanja. Sistem je identifikovan kada se odstupanja između realnog sistema i modela svedu na prihvatljiv nivo.

Parametarska identifikacija sistema I reda

Za potrebe identifikacije, nasnimili smo sekvence ulazno-izlaznih podataka u fajlove **me01.m, me12.m, me23.m, me34.m, me45.m, me54.m, me43.m, me32m, me21.m, me10.m**. U prvoj koloni svih fajlova snimljeni su podaci koji čine niz ulaza, a u drugoj podaci koji čine niz izlaza iz sistema. Perioda odabiranja je 0.1s. Napon na ventilatoru je konstantan i iznosi 2V.

Dati objekat upravljanja prirada klasi industrijskih procesa čije se dinamičko ponašanje u okolini radne tačke može dobro aproksimirati funkcijom prenosa prvog reda (1):

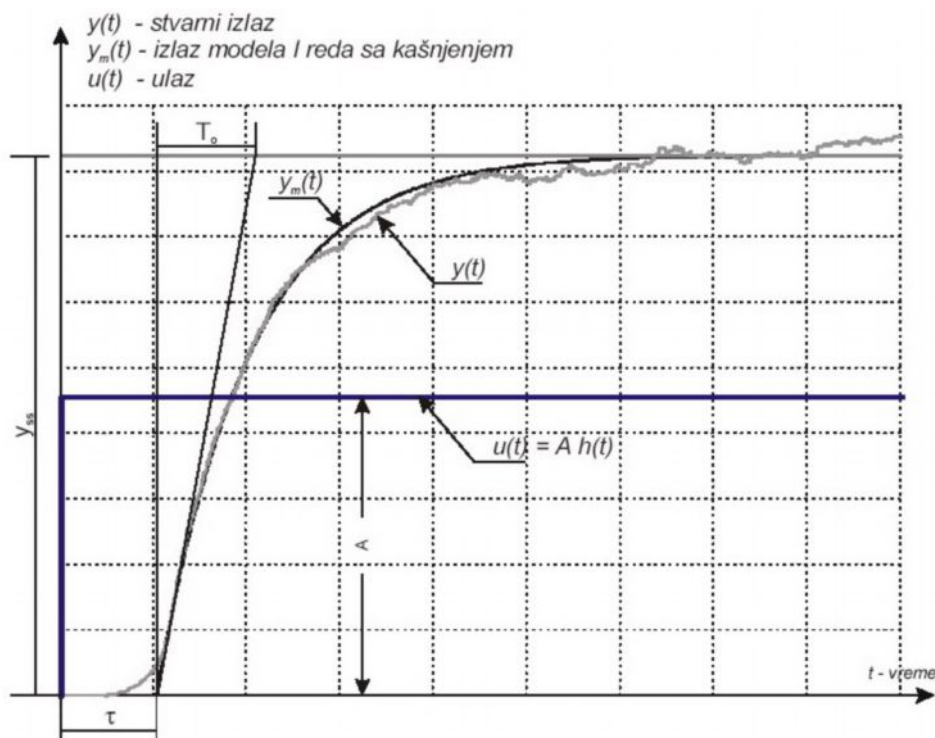
$$W(s) = K \frac{e^{-\tau s}}{Ts + 1} \quad (1)$$

gde je:

K - statičko pojačanje OU,

τ - vremensko kašnjenje OU,

T - vremenska konstanta OU.

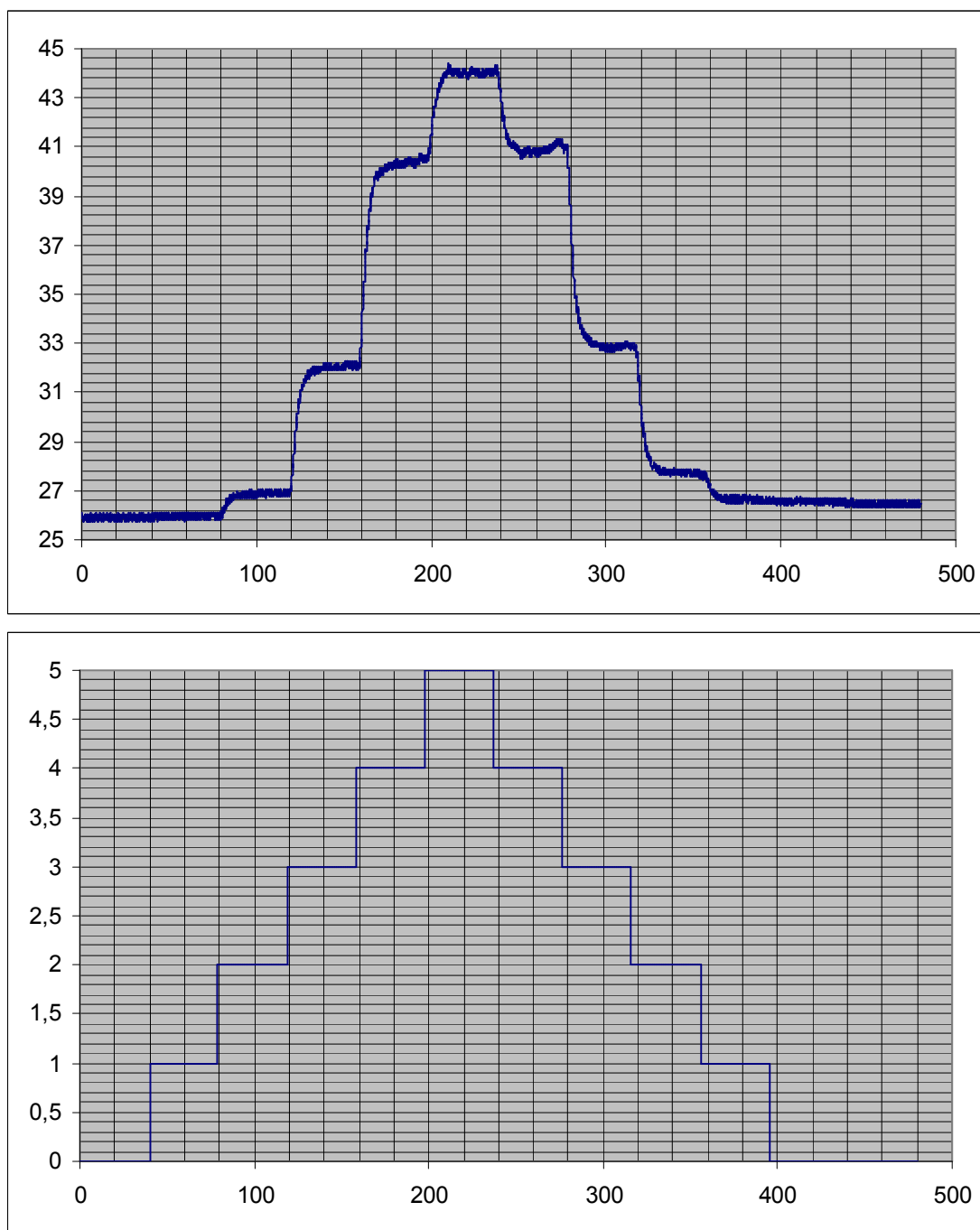


Sl. 2) Aproximacija stvarnog odziva sistema sa odzivom modela objekta I reda

Na slici 2 je prikazan stvarni odskočni odziv i njegova aproksimacija modelom objekta I reda sa vremenskim kašnjenjem

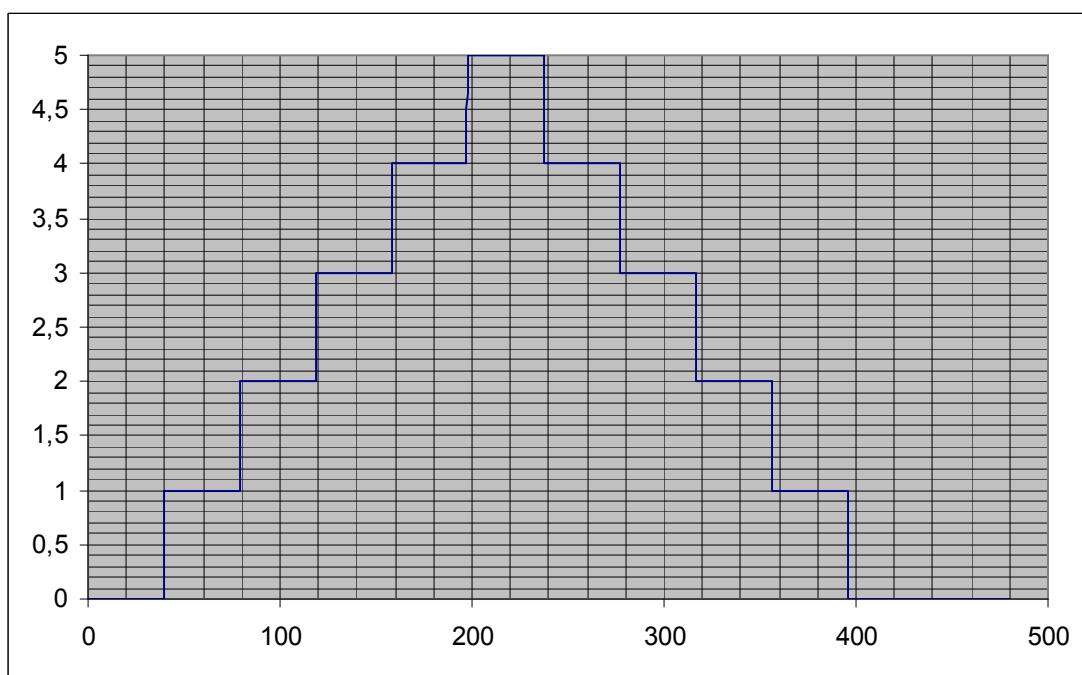
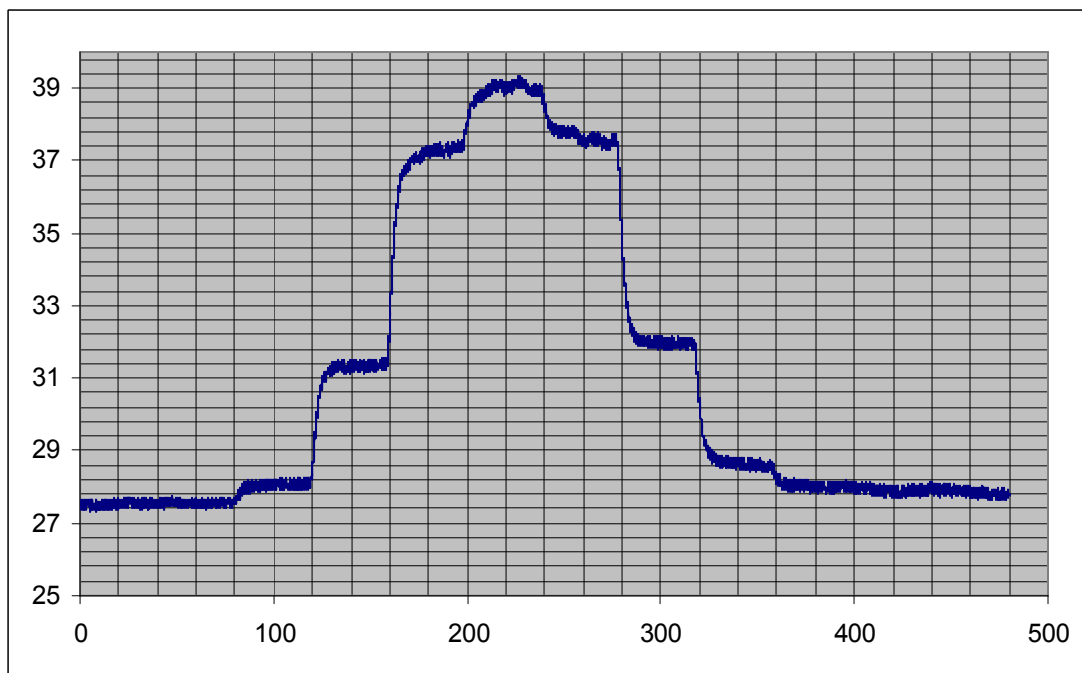
Eksperiment koji ćemo sprovesti se sastoji u delovanju odskočnom funkcijom na ulazu i snimanju izlaznih i ulaznih sekvenci. Merenje je obavljeno sa periodom odabiranja $T=0.1$ s. Amplituda ulaznog signala A , $u(t)=A \cdot h(t)$, se uvećavala u koracima od po 20% od $u_{\max}$ i obratno, a u opsegu od 0% do 100% od maksimalne vrednosti upravljačke promenljive $u_{\max}$. Svaki step je delovao u vremenskom intervalu od približno 40 s, što je bilo dovoljno da izlazna promenljiva dostigne stacionarno stanje. Napon na ventilatoru je menjan od 2V do 5V.

merenje za ventilator postavljen na napon 2V:



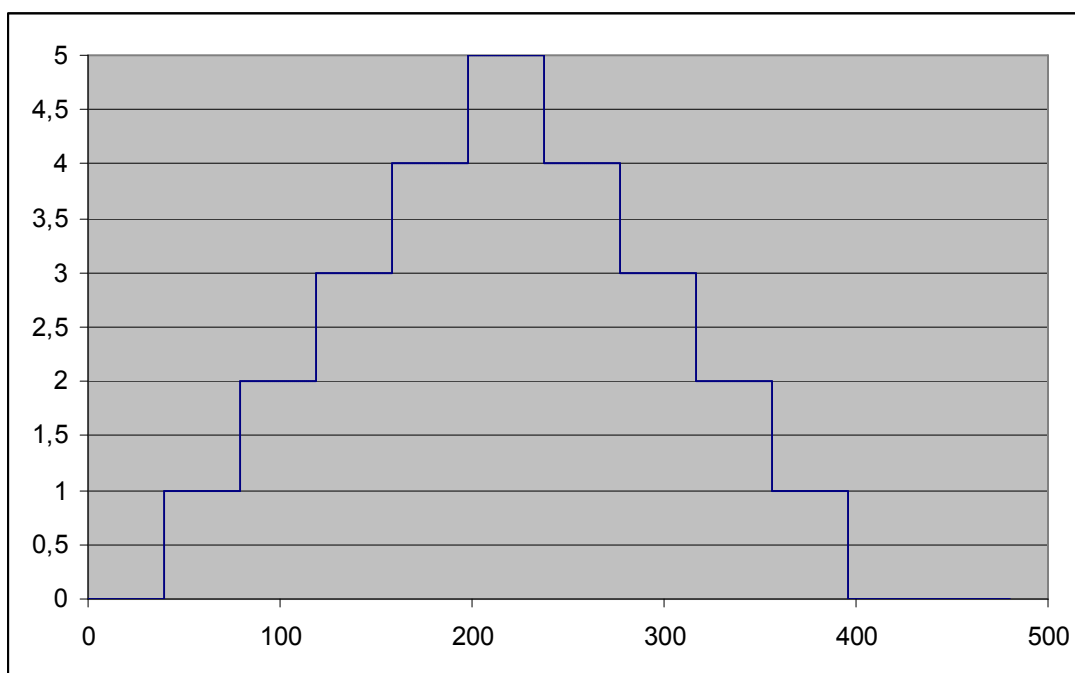
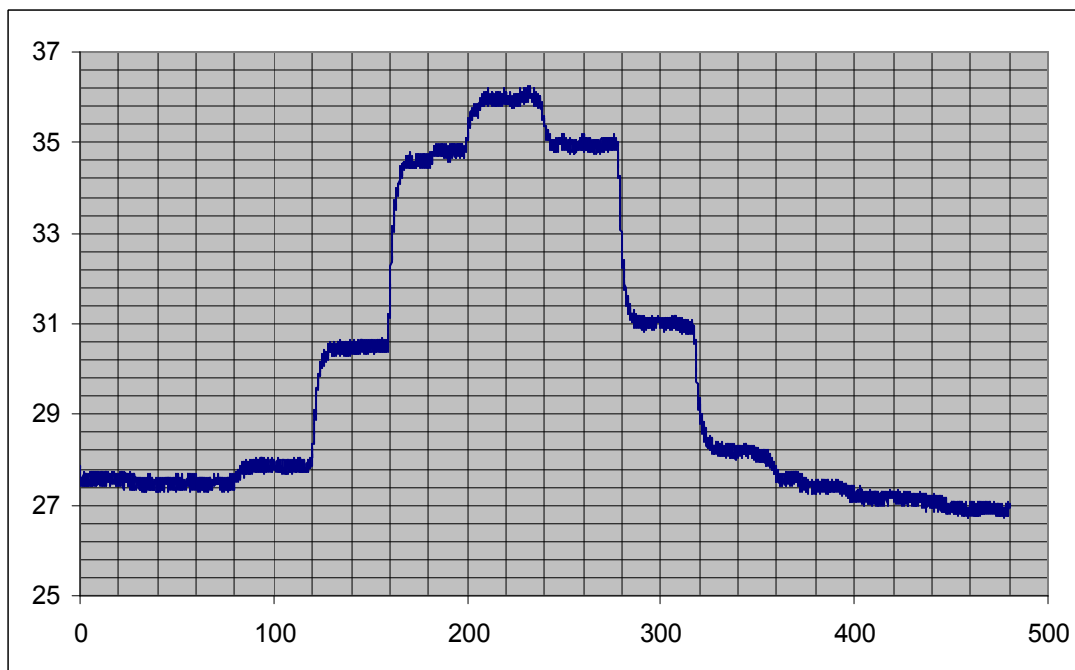
Sl. 3) Ulazno izlazna sekvenca za napon na grejaču 2V

merenje za ventilator postavljen na napon 3V:



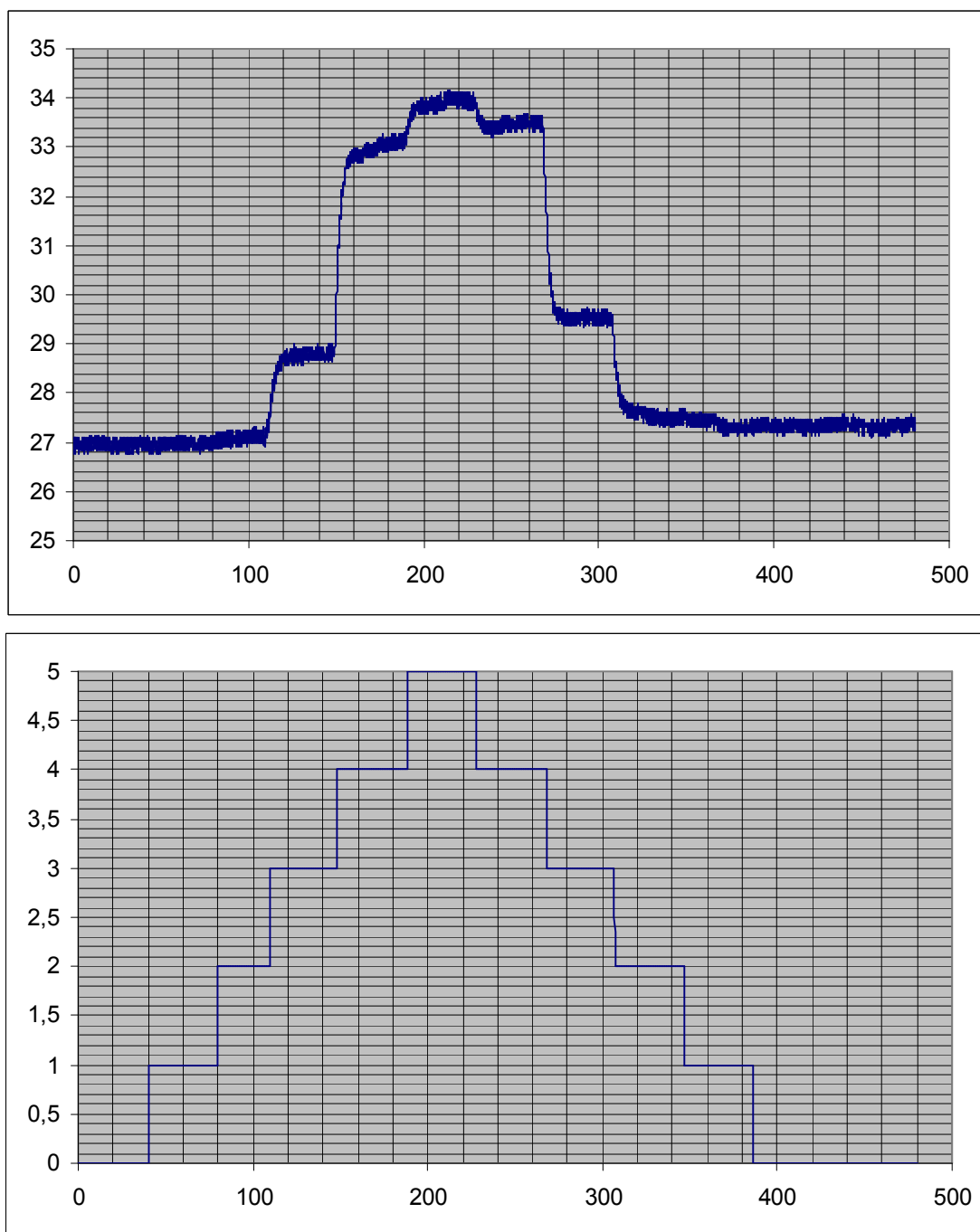
Sl. 4) Ulazno izlazna sekvenca za napon na grejaču 3V

merenje za ventilator postavljen na napon 4V:



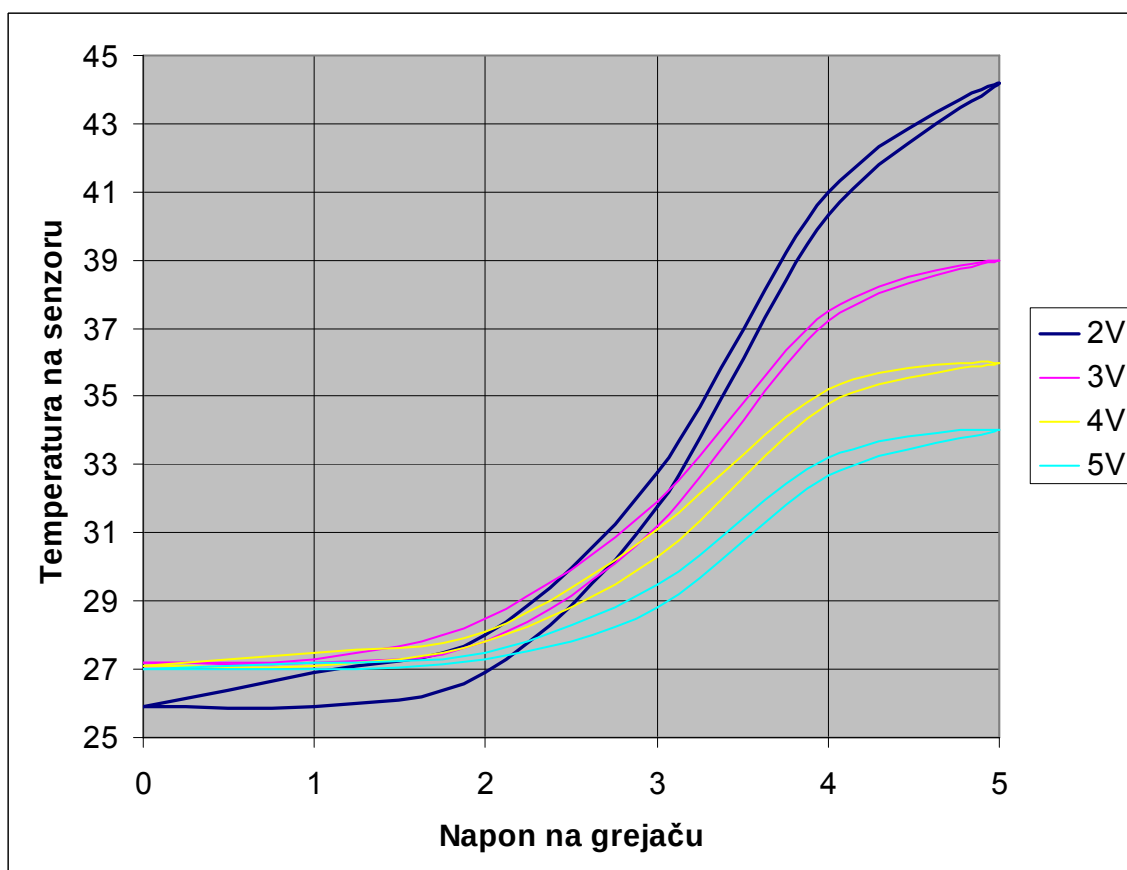
Sl. 5) Ulazno izlazna sekvenca za napon na grejaču 4V

merenje za ventilator postavljen na napon 5V:



Sl. 6) Ulazno izlazna sekvenca za napon na grejaču 5V

statičke karakteristike za vrednosti napona na ventilatoru od 2V, 3V, 4V, 5V:



Sl. 7) Statička karakteristika za različite vrednosti napona na grejaču

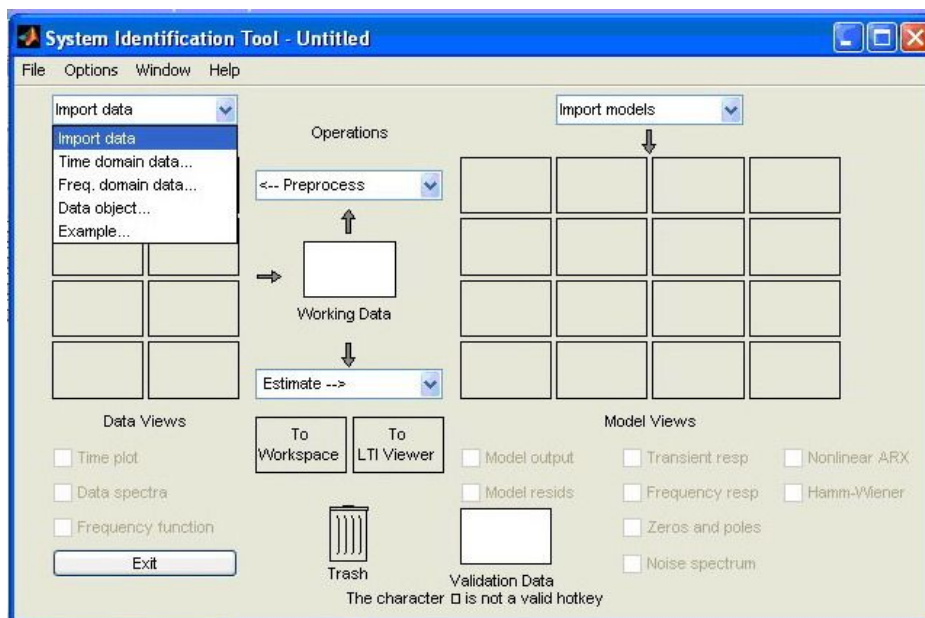
Kao što se dijagrama može videti, maksimalne temperature koje je moguće ostvariti na senzoru zavise od protoka koji ostvaruje ventilator. Vrednost maksimalne temperature varira od 34°C , za maksimalan napon na ventilatoru od 5V, do 44°C u slučaju kada je na napon na ventilatoru 2V. Zanimljivo je istaći da su merenja pri naponu na ventilatoru od 3V, 4V, 5V, izvršena dan kasnije u odnosu na merenje izvršeno kada je na ventilatoru bilo 2V, pa s obzirom da je temperatura okoline bila nešto viša, početna vrednost se razlikuje za 1°C .

U nastavku je pokazana identifikacija sistema I reda primenom programskog paketa **MATLAB**, odnosno njegovog **Ident toolbox**-a.

System Identification Toolbox se startuje iz komandne linije programa MATLAB upisivanjem komande:

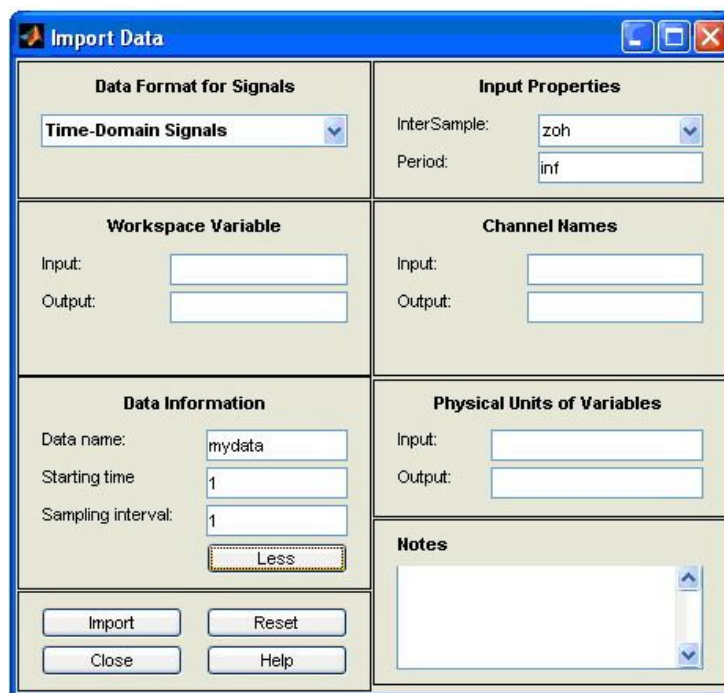
```
>> ident
```

Nakon čega se otvara prozor prikazan na sledećoj slici:



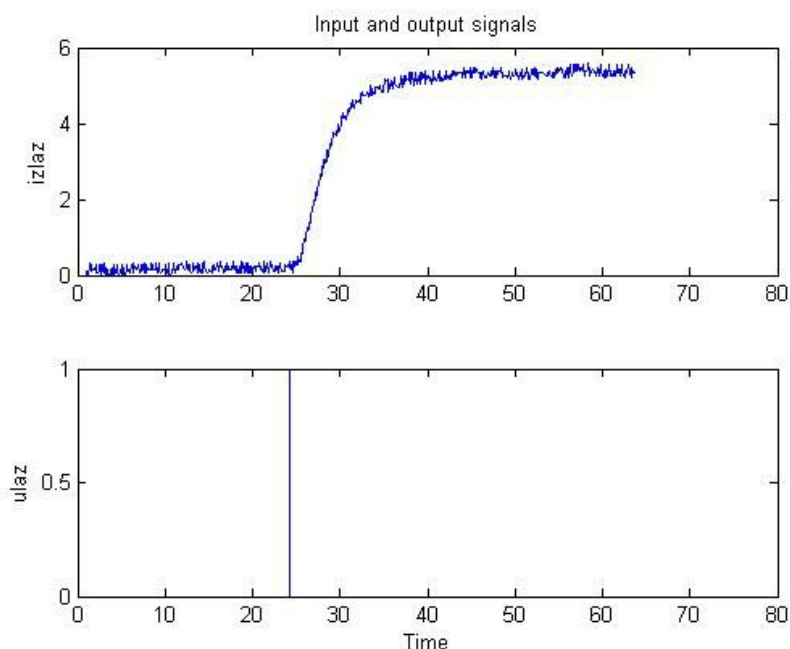
Sl. 8) *Ident toolbox*

Sa leve strane, nalazi se padajući meni "**Import Data**". Klikom na strelicu otvara se meni, gde teba odabrati jednu od ponuđenih opcija. U našem slučaju "**Time domain data...**". Nakon toga se otvara sledeći prozor.



Sl. 9) *Dijalog Import Data*

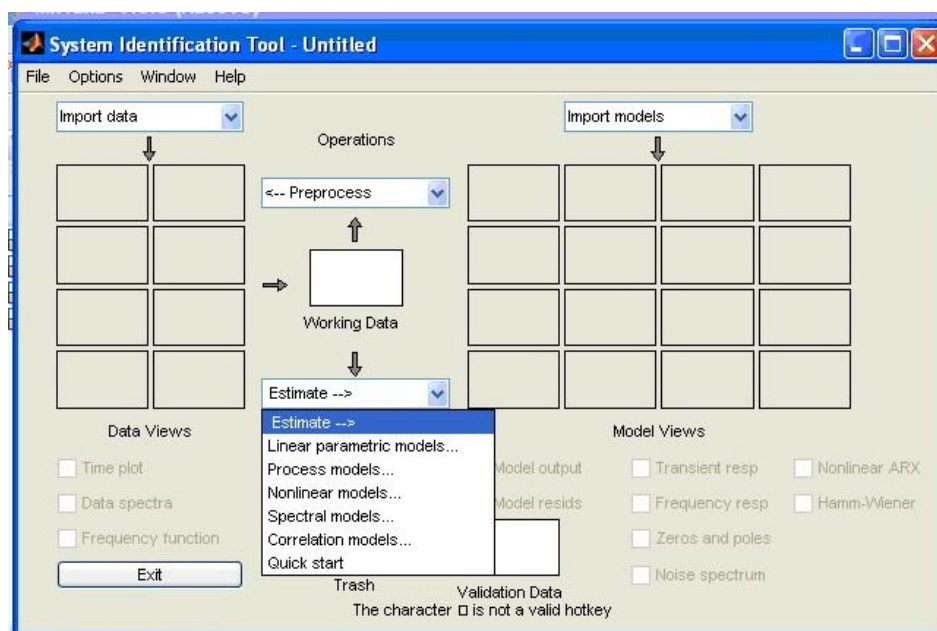
Treba upisati periodu odabiranja koja u našem slučaju iznosi 0.1 s kao i vektore ulaza i izlaza u polje Input i Output. Odabirom opcije **Import**, u tabeli glavnog prozora toolbox – a pojavljuje se prikaz importovanih podataka. Ukoliko imamo više eksperimenata, oni će biti redom smešteni u tabelu. Importovani podaci smešteni su u odgovarajuće polje tabele koja se nalazi sa leve strane glavnog prozora toolbox – a. Ispod ove tabele nalaze se opcije **Time plot** i **Data Spectra**. Odabirom prve, dobijamo vremenski dijagram ulaznih, odnosno izlaznih podataka (slika dole).



Sl. 10) Ulazni i izlazni signal za slučaj *me23*

Podaci, koje želimo da obradimo, odnosno da estimiramo moraju biti smešteni u polje **Working Data**, koje se nalazi u centralnom delu glavnog prozora. Da bi se neki eksperiment našao u ovom polju, treba kliknuti levim tasterom miša na njega u tabeli i prevući ga u **Working Data**. Ovo važi u slučaju postojanja više eksperimenata u tabeli **Data**. Kada je importovan samo jedan eksperiment, onda se on automatski smešta u polje **Working Data**.

Izračunavanje parametara modela postiže se izborom jedne od opcija padajućeg menija **Estimate** → i odabirom opcije **Process models...** (slika dole).



Sl. 11) Otvaranje dijaloga *Process Models*

Stvoriće se novi prozor u kojem možemo izvršiti podešavanje vezana za vrstu modela sistema. Možemo odabrati broj polova i opciju da li ima nula i kašnjenja. S obzirom da u našem slučaju imamo aperioidičnu funkciju prvog reda sa kašnjenjem, opcije su unapred nameštene za taj slučaj pa nema potrebe bilo šta menjati.

Process Models

Model Transfer Function

$$\frac{K \exp(-T_d s)}{(1 + T_{p1} s)}$$

Poles

1

☐ Zero
☒ Delay
☐ Integrator

Parameter Known Value Initial Guess Bounds

K ☐ Auto [-Inf Inf]

Tp1 ☐ Auto [0.001 Inf]

Tp2 ☐ 0 0 [0.001 Inf]

Tp3 ☐ 0 0 [0.001 Inf]

Tz ☐ 0 0 [-Inf Inf]

Td ☐ Auto [0 3]

Initial Guess

☒ Auto-selected
☐ From existing model:
☐ User-defined: Value-->Initial Guess

Disturbance Model: None Initial state: Auto

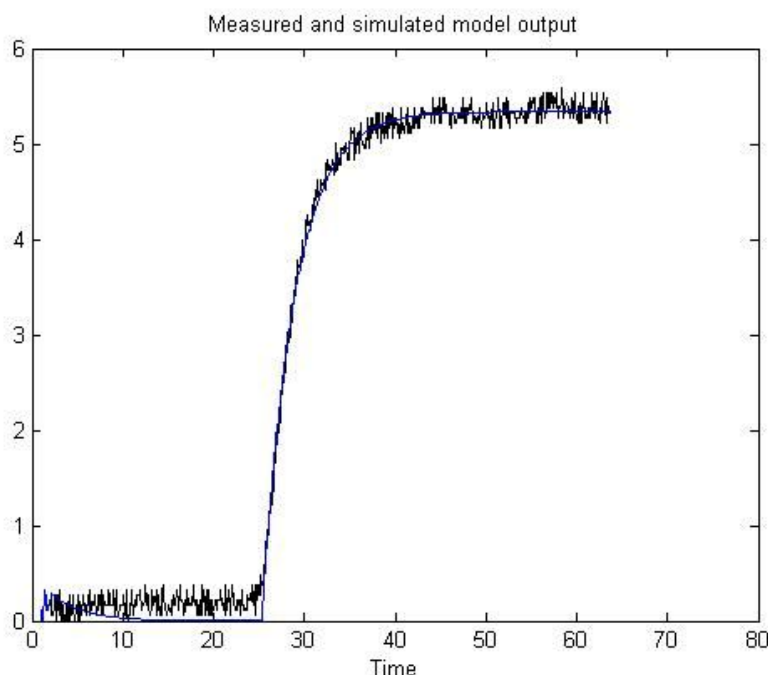
Focus: Simulation Covariance: Estimate Options...

Iteration Fit Improvement ☐ Trace Stop Iterations

Name: PID Estimate Close Help

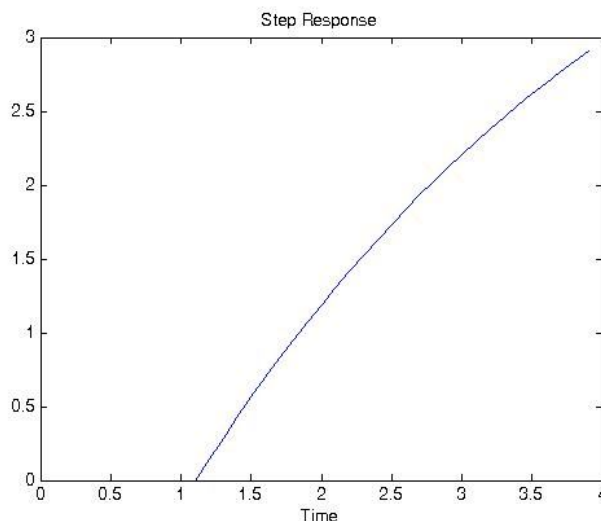
Sl. 12) *Process Models*

Kada završimo sa unosom, biramo dugme **Estimate**, posle čega se u glavnom prozoru System Identification Toolbox—a pojavljuje model koji ima naziv **arx111**. Pored toga u poljima koja su predviđena za parametre sistema pojaviće se veličine koje su nam potrebne. Učitani model je estimiran. Na donjoj slici je prikazan dijagram koji se dobija selektovanjem opcije **Model output**, na kome je prikazan izlaz stvarnog sistema i izlaz identifikovanog modela.



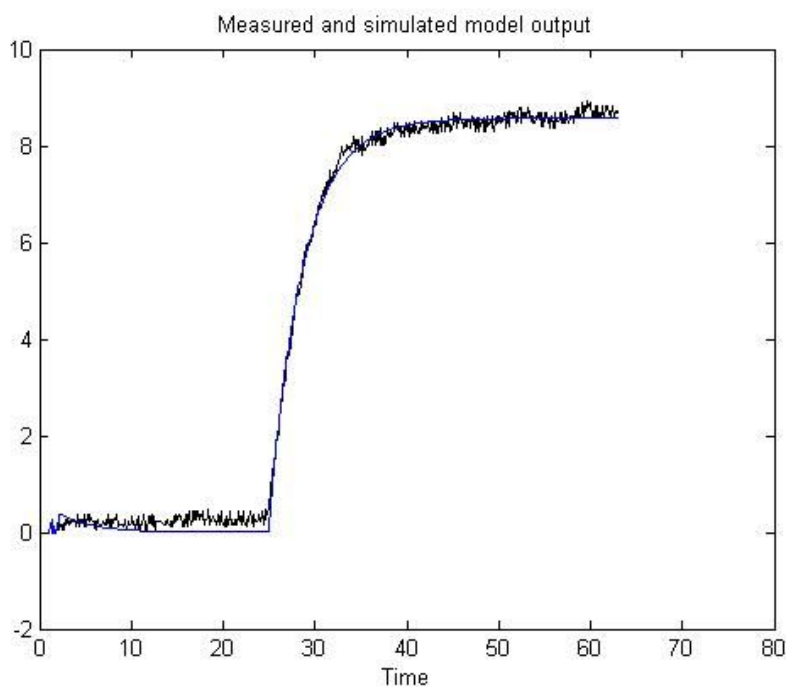
Sl. 13) *Izlaz stvarnog sistema i model dobijen u procesu identifikacije za slučaj me23*

Na sledećoj slici je prikazan "step odziv" identifikovanog modela koji se može dobiti odabirom opcije *Transient resp*, sa kog se može očitati transportno kašnjenje τ .

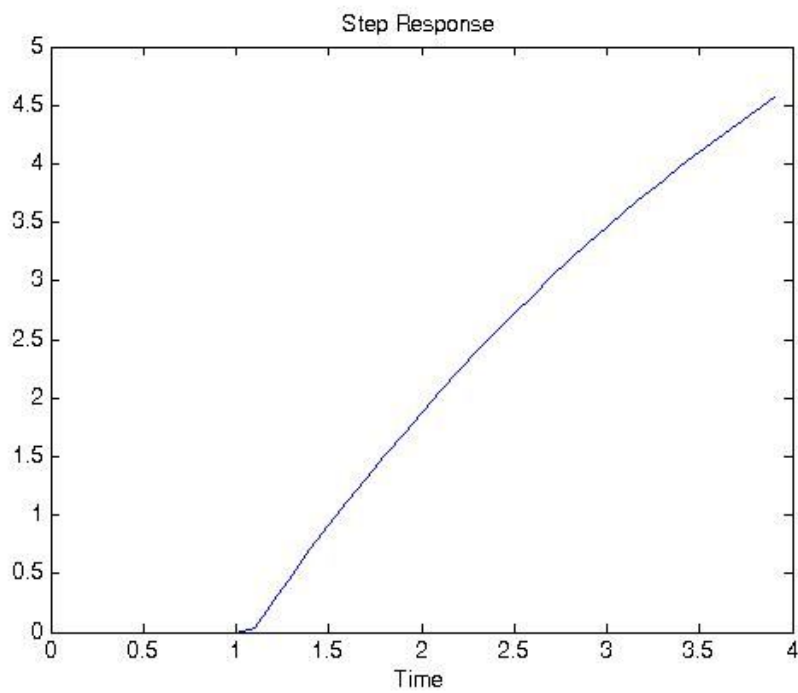


Sl. 14) Odskočni odziv identifikovanog modela za slučaj *me23*

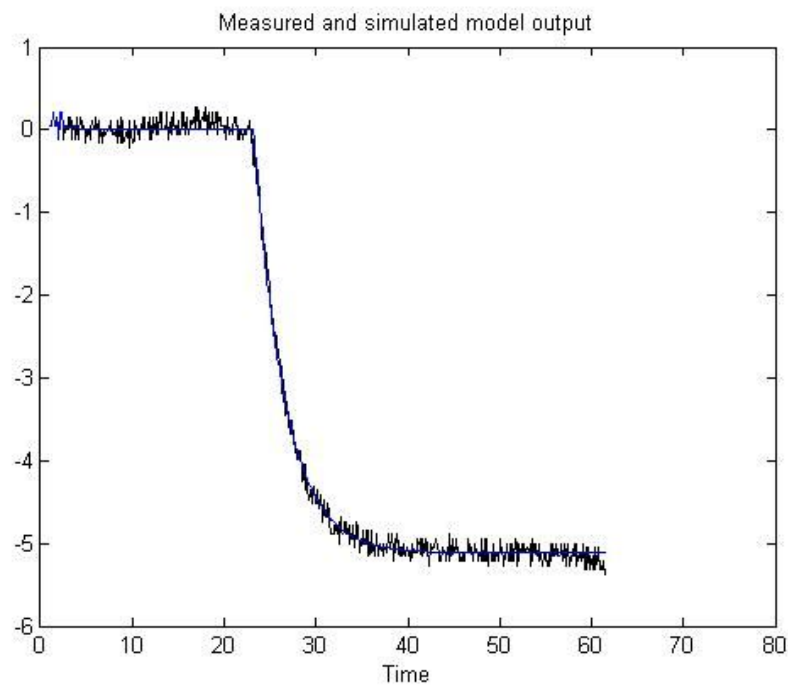
U nastavku su, zbog kratkoće izlaganja, dati samo rezultati, dobijeni na isti način kao i za slučaj *me23* za slučajeve *me34* i *me32*.



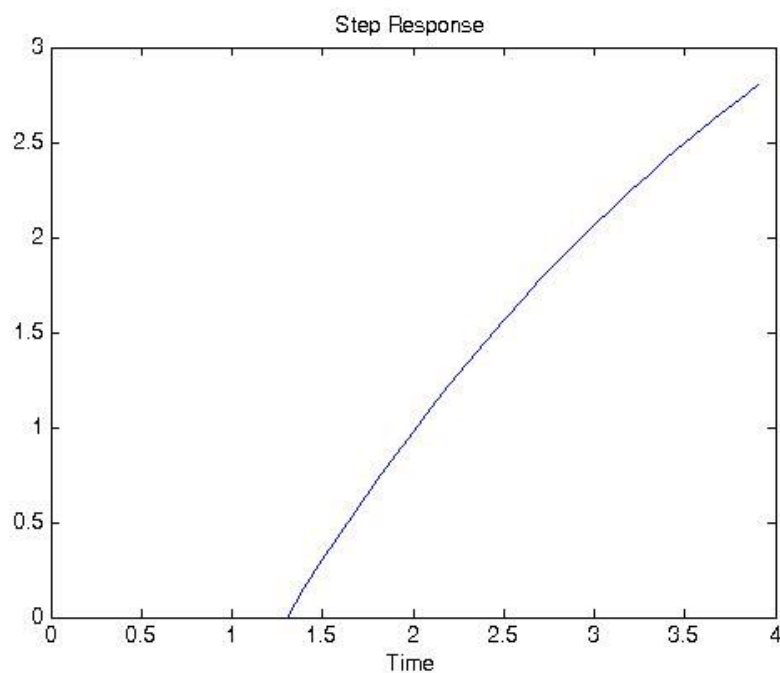
Sl. 15) Izlaz stvarnog sistema i model dobijen u procesu identifikacije za slučaj *me34*



Sl. 16) Odskočni odziv identifikovanog modela za slučaj **me34**



Sl. 17) Izlaz stvarnog sistema i model dobijen u procesu identifikacije za slučaj **me32**



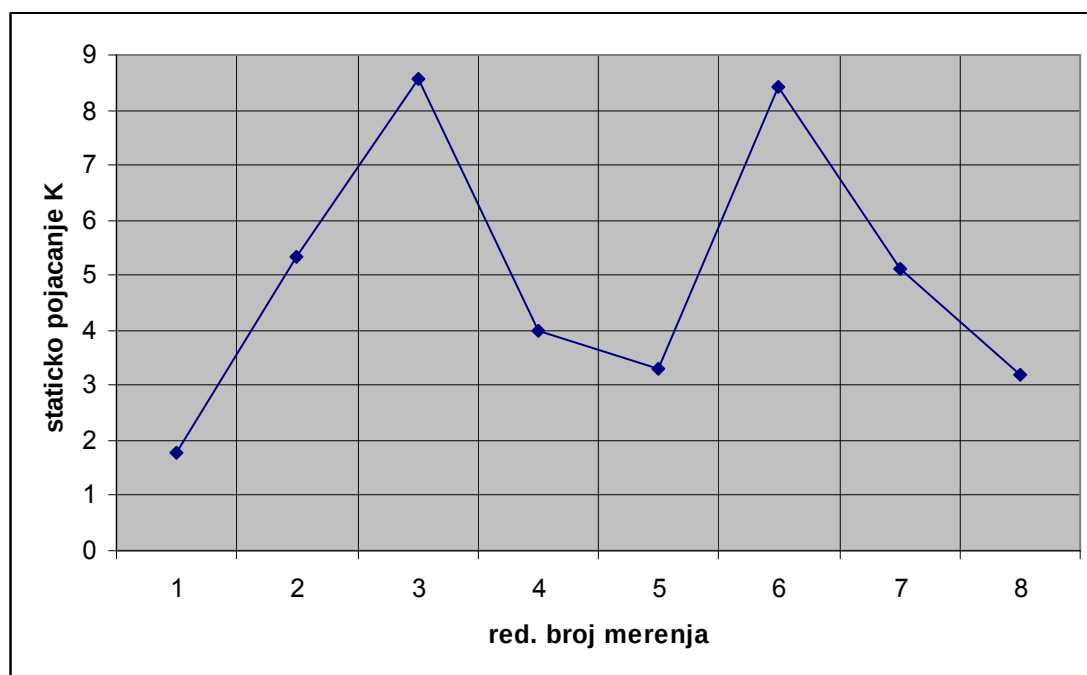
Sl. 18) Odskočni odziv identifikovanog modela za slučaj **me32**

Vrednosti parametara dobijenih u procesu identifikacije su:

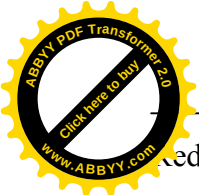
	Me01	Me12	Me23	Me34	Me45	Me54	Me43	Me32	Me21	Me10
K	482.6	1.795	5.3373	8.5703	3.994	3.3106	8.4262	5.1177	3.19	1421.8
T_0	469648.5	34.2346	3.5576	3.706	3.4049	2.7868	3.3438	3.3331	64.38	679564.1
τ	0	0	1.1007	1.083	0.721	1.3262	1.1348	1.3299	0	2.04

Tabela 1.

Promena statičkog pojačanja u funkciji upravljačke promenljive pri konstantnom naponu na ventilatoru od 2V:



Sl. 19) Dijagram promene statičkog pojačanja



redni broj merenja predstavlja:

- 1- Merenje pri skoku napona na grejaču sa 1V na 2V
- 2- Merenje pri skoku napona na grejaču sa 2V na 3V
- 3- Merenje pri skoku napona na grejaču sa 3V na 4V
- 4- Merenje pri skoku napona na grejaču sa 4V na 5V
- 5- Merenje pri skoku napona na grejaču sa 5V na 4V
- 6- Merenje pri skoku napona na grejaču sa 4V na 3V
- 7- Merenje pri skoku napona na grejaču sa 3V na 2V
- 8- Merenje pri skoku napona na grejaču sa 2V na 1V
- 9- Merenje pri skoku napona na grejaču sa 1V na 0V

Odredjivanje parametara PID upravljanja, Ziegler – Nichols-ovim pravilima Dahlinovim algoritmom

Podešavanje PID-a Dahlinovim algoritmom

Identifikovani objekat upravljanja pripada klasi sporih industrijskih procesa. Opisan je kao objekat prvog reda sa vremenskim kašnjenjem. Ukoliko se želi da upravljana promenljiva ima aperiodičan odziv na odskočnu pobudu na ulazu sistema sa zatvorenim povratnom spregom, može se primeniti Dahlinov algoritam upravljanja.

Prethodno smo identifikovali laboratorijski model procesa za sušenje vazduha kao objekat prvog reda sa vremenskom konstantom T , statičkim pojačanjem K i transportnim kašnjenjem τ .

$$G_o(s) = K \frac{e^{-\tau s}}{Ts + 1} = 8.5703 \frac{e^{-1.083s}}{3.706s + 1} \quad (4)$$

Ova relacija predstavlja model objekta upravljanja nad kojim želimo da sprovedemo regulaciju Dahlinovim algoritmom.

Iz razloga fizičke ostvarljivosti digitalnog zakona upravljanja željeni odskočni odziv sistema sa zatvorenim povratnom spregom, mora imati minimalno transportno kašnjenje $Td = N \cdot T$ određeno maksimalnom celobrojnom vrednošću periode odabiranja sadržane u τ . Neka je, u opštem slučaju, τ po vrednosti jednako celobrojnom umnošku N periode odabiranja plus neko vreme manje od periode odabiranja T .

$$\tau = NT + (1 - m)T \quad (5)$$

U opštem slučaju, za bilo koje $N \geq 0$, Dahlinov digitalni zakon upravljanja ima oblik:

$$D(z) = \frac{(1 - e^{-\lambda T})}{K_o \left(e^{\frac{T}{T_o}} - 1 \right) \left[1 + N(1 - e^{-\lambda T}) \right]} \left(1 + \frac{e^{\frac{T}{T_o}} - 1}{1 - z^{-1}} \right) \quad (6)$$

odakle se uočavaju izrazi za proporcionalno dejstvo K_p i vremensku konstantu integralnog dejstva T_i u opštem slučaju.

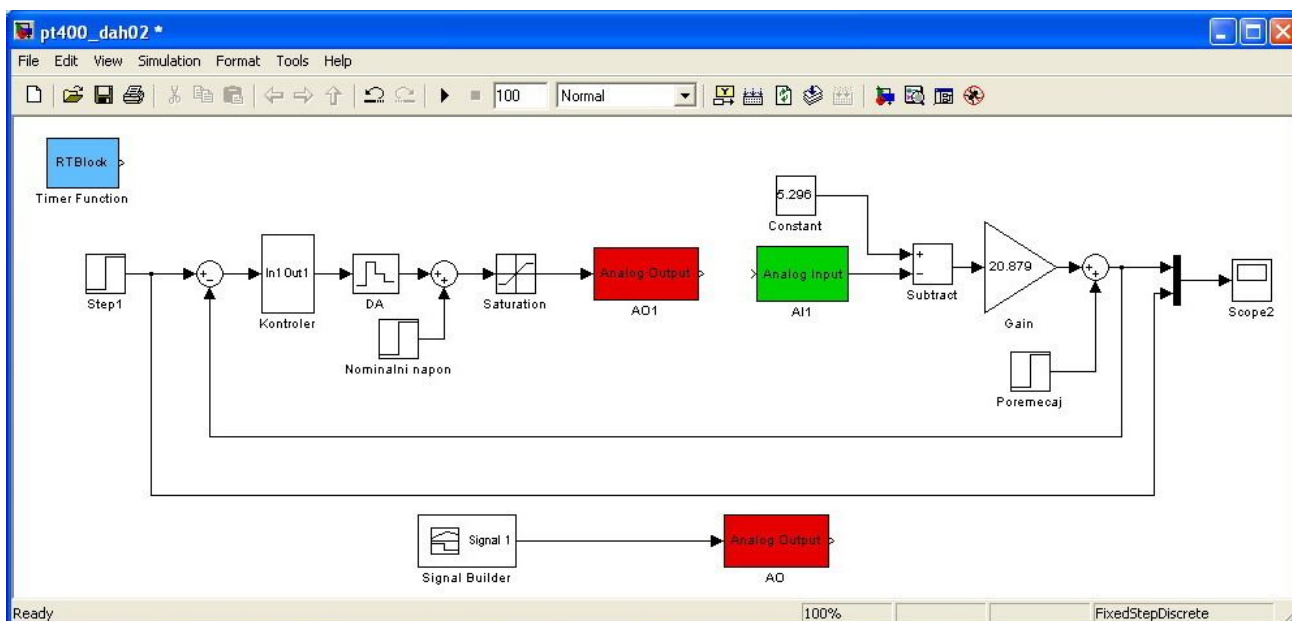
$$K_p = \frac{1 - e^{-\lambda T}}{K_o \left(e^{\frac{T}{T_o}} - 1 \right) \left[1 + N(1 - e^{-\lambda T}) \right]} \quad (7)$$

$$\frac{T}{T_i} = e^{\frac{T}{T_o}} - 1$$

Može se pokazati da je pojačanje integralnog dejstva:

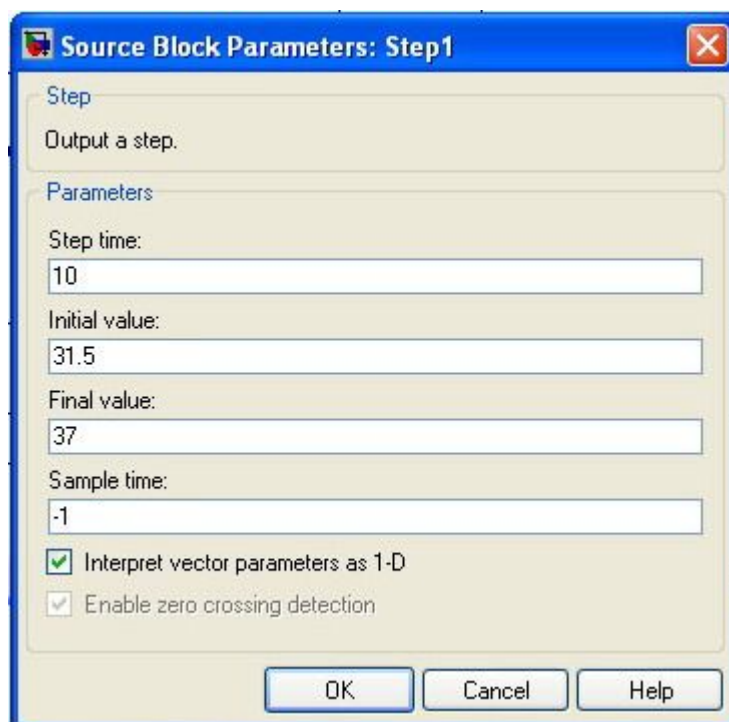
$$K_i = K_p \left(e^{\frac{T}{T_o}} - 1 \right) \quad (8)$$

Blok dijagram koji koristimo za upravljanje realnim objektom upravljanja je sledećeg izgleda:



Slika 20. Blok dijagram upravljanja realnim objektom

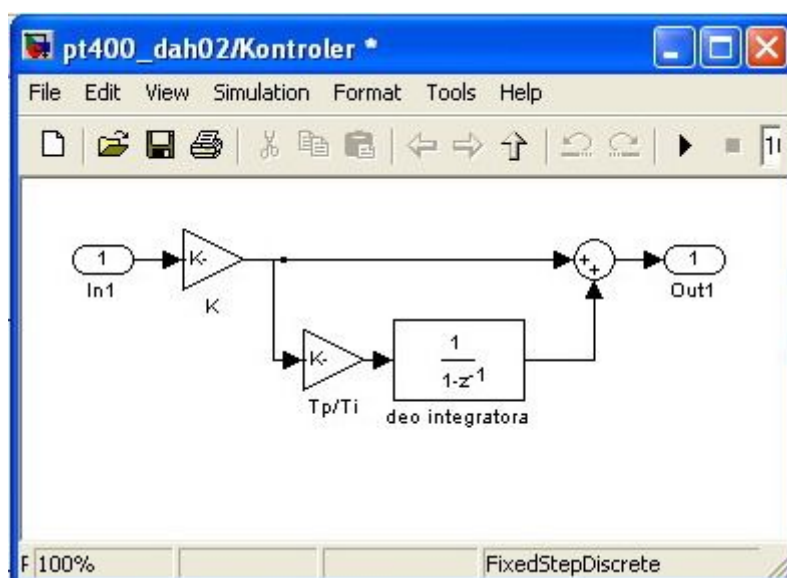
Na ulaz se dovodi step funkcija blokom Step1 koji ima sledeći izgled:



Slika 21. Blok ulaznog step-a

Odskočna veličina se dovodi u 10-oj sekundi pri čemu je početna vrednost nominalna vrednost temperature, a konačna vrednost predstavlja željenu veličinu.

Kao što se može uočiti sa slike 20, imamo kontroler koji je predstavljen za slučaj Dahlinov algoritma sledećim blok dijagramom:



Slika 22. Blok dijagram digitalnog PI kontrolera

Kao što vidimo, imamo proporcionalno pojačanje K u direktnoj grani, dok se integralno pojačanje dobija u sporednoj grani ubacivanjem integratora i odgovarajućih parametara. Ovaj dijagram odgovara digitalnom zakonu upravljanja koji glasi:

$$D(z) = K_p \left(1 + \frac{T/T_i}{1 - z^{-1}} \right)$$

Nakon kontrolera sledi D/A konvertor kao i blok Saturation koji služi za ograničavanje maksimuma i minimuma dobijenog signala. Zbog karakteristika NI USB 6009 kartice, granice opsega napona su 0V i 5V. Pre bloka Saturation, uvodi se step funkcija sa nominalnim naponom.

Kao ulazna promenljiva koristiti se vrednost napona dobijena na senzoru čija je karakteristika:

$$y = 20,8789 \cdot (5.296 - x) \quad (2)$$

, koja je dobijena uporednim merenjem sa merenjima na senzoru čija je karakteristika već poznata. Nakon kalibrišućih elemenata koji se sastoje od sabirača i pojačanja, sledi uvođenje poremećaja radi provere ponašanja sistema u tom slučaju.

Kao radnu tačku uzećemo temperaturu od 37°C koja treba da se postigne pri naponu na ventilatoru od 2V. Sa dijagrama statičkih karakteristika očitavamo da se ta temperatura postiže pri skoku napona na grejaču sa 3V na 4V. U tom slučaju nominalna vrednost napona je 3V, a nominalna temperatura je 31.5°C . Parametre modela čitamo iz tabele 1 i prenosna funkcija sistema je u tom slučaju:

$$W(s) = K \frac{e^{-\tau s}}{Ts + 1} = 8.5703 \frac{e^{-1.083s}}{3.706s + 1} \quad (3)$$

Odredjivanje parametara PID-a se vrši korišćenjem MATLAB-a. Neophodan kod za izračunavanje potrebnih parametara je dat u nastavku.

```
% Setovanje parametara za podesavanje PIDa putem Dahlinovog algoritma i Ziegler
Nicholsonovim pravilima

% Parametri nominalnog objekta upravljanja  $K \exp(-\tau s) / (Ts+1)$ 

K=8.5703;
T=3.706;
tau=1.083;

% Odredjivanje parametara PI-a po Dahlinovom algoritmu
% perioda odabiranja

Tp=0.05;

% broj perioda kasnjenja

n=fix(tau/Tp)+1;

% Odredjivanje parametara PID-a po Dahlinovom algoritmu

lamda=0.2;
TppodTi2=exp(Tp/T)-1; %Tp/Ti
KpDAH2=(1-exp(-lamda*Tp))/(K*(exp(Tp/T)-1)*(1+n*(1-exp(-lamda*Tp))));

lamda=0.5;
TppodTi1=exp(Tp/T)-1; %Tp/Ti
KpDAH1=(1-exp(-lamda*Tp))/(K*(exp(Tp/T)-1)*(1+n*(1-exp(-lamda*Tp))));

lamda=0.8;
TppodTi=exp(Tp/T)-1; %Tp/Ti
KpDAH=(1-exp(-lamda*Tp))/(K*(exp(Tp/T)-1)*(1+n*(1-exp(-lamda*Tp))));
```

Nakon izvršavanja *.m fajla sa datim kodom, dobijamo sve potrebne parametre koji su naophodni za izvršavanje blok dijagrama upravljanja i simulacije.

Podšavanje PID-a Ziegler-Nicholsovim pravilima

PID se po Ziegler Nichols-ovim pravilima podešava po poznatim obrascima koji glase:

	K	Ti	Td
PID	$\frac{1.2T_0}{K\tau}$	2τ	0.5τ
PI	$\frac{0.9T_0}{K\tau}$	3.333τ	

Takodje se kao i u slučaju Dahlinovog algoritma, svi potrebni podaci računaju uz pomoć koda koji je dat u nastavku i koji treba iskopirati u *.m fajl. Nakon izvršavanja se dobijaju svi potrebni parametri za upravljanje.

```
% Parametri nominalnog objekta upravljanja Kexp(-Tau*s)/(Ts+1)
```

```
K=8.5703;  
T=3.706;  
tau=1.083;
```

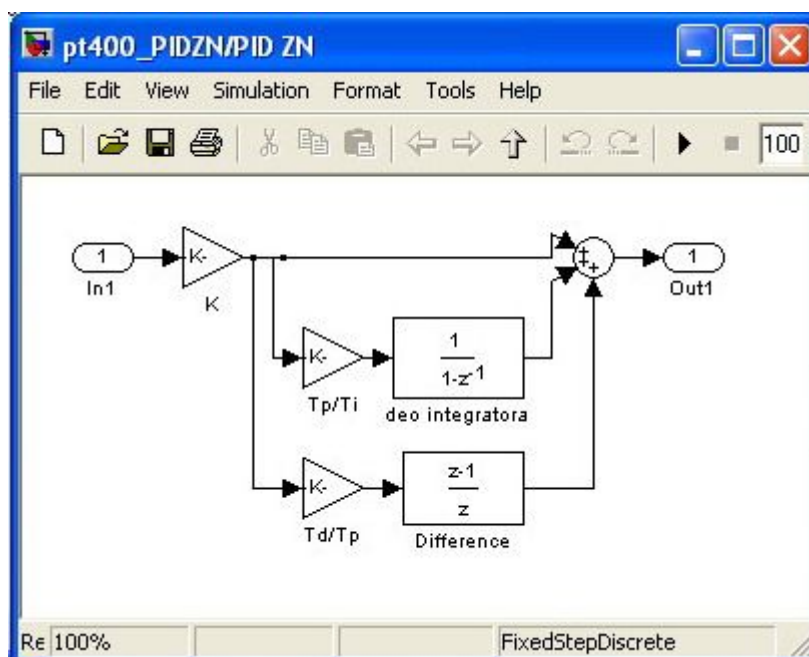
```
% Odredjivanje parametra PID-a po Ziegler Nichols-u:
```

```
Kp1=1.2*T/(K*tau);  
Til=2*tau;  
Td=0.5*tau;
```

```
% Odredjivanje parametra PI-a po Ziegler Nichols-u:
```

```
Kp=0.9*T/(K*tau);  
Ti=3.333*tau;
```

Blok dijagram upravljanja je identičan kao i za slučaj Dahlinovog algoritma ali se razlikuje prenosna funkcija kontrolera. Blok dijagram kontrolera za digitalno PID upravljanje je:

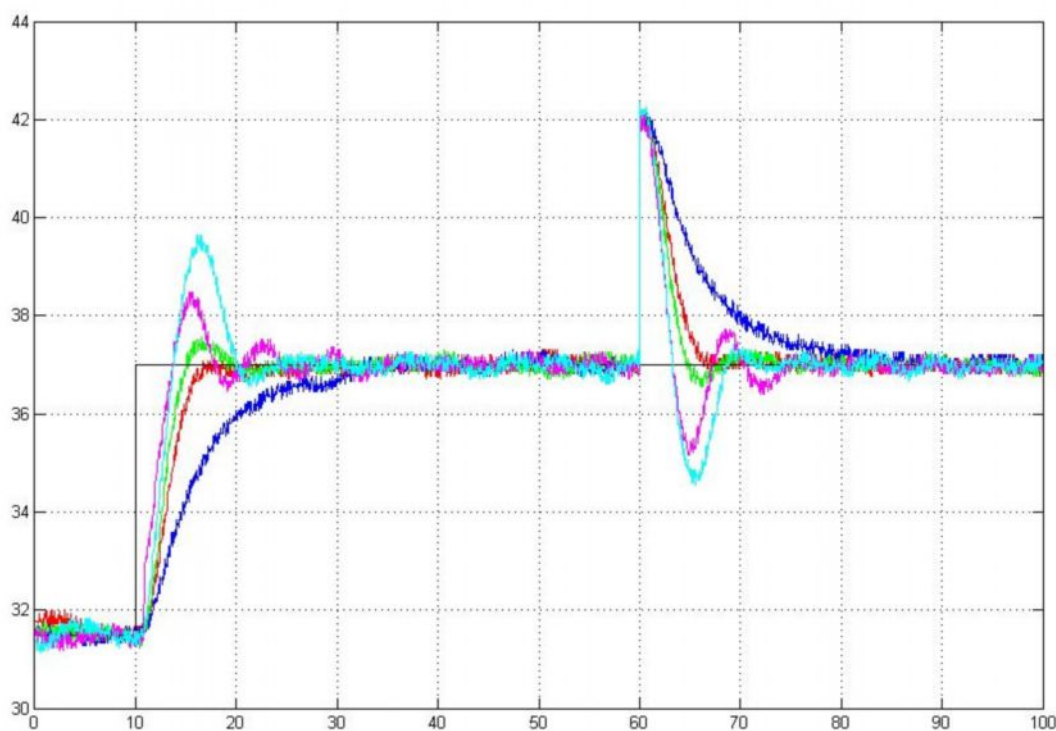


Slika 23. Blok dijagram digitalnog PID kontrolera

Kao što se može uočiti, sada pored integralnog dejstva u sporednoj grani imamo još i diferencijalno dejstvo u novoj grani. Ispred diferencijatora se dodaju potrebni parametri u skladu sa prenosnom funkcijom PID digitalnog kontrolera:

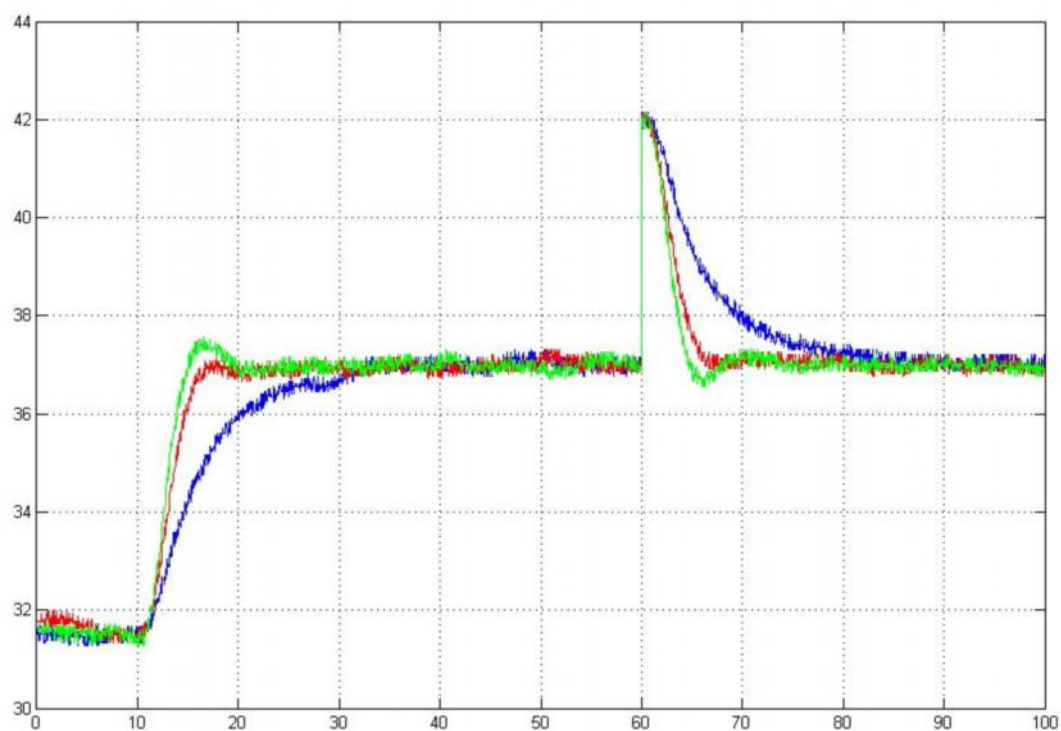
$$D(z) = K_p \left(1 + \frac{T/T_i}{1 - z^{-1}} + \frac{T_D}{T} (1 - z^{-1}) \right)$$

Rezultati koji su dobijeni primenom datih blok dijagrama i parametara dobijenih na gore prikazane načine prikazani su na slici 24.

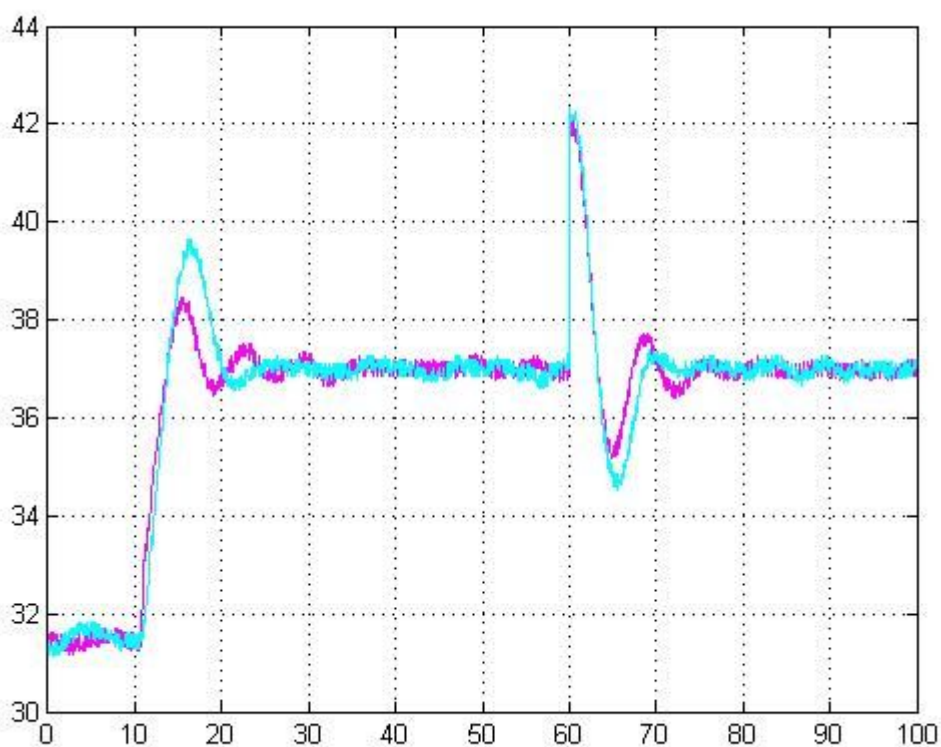


Slika 24. Odzivi realnog sistema upravljanog PID kontrolerom podešenog Dahlinovim algoritmom ($\lambda = 0.2$ tamno-plava, $\lambda = 0.5$ crvena, $\lambda = 0.8$ zelena) i Ziegler Nicholsovima pravilima (PI - ljubičasta, PID – svetlo plava)

Na dijagramu vidimo 5 odziva koji su dobijeni prilikom skoka veličine željene temperature sa 31.5°C (nominalna temperatura) na 37°C . Napon na ventilatoru je podešen na 2V. Takođe je na slici 25. prikazan odziv realnog sistema upravljanog PID kontrolerom podešenim Dahlinovim algoritmom i na slici 26. odziv realnog sistema upravljanog PID kontrolerom podešenim Ziegler – Nicholsovima pravilima (prikazani su odvojeno radi preglednosti)



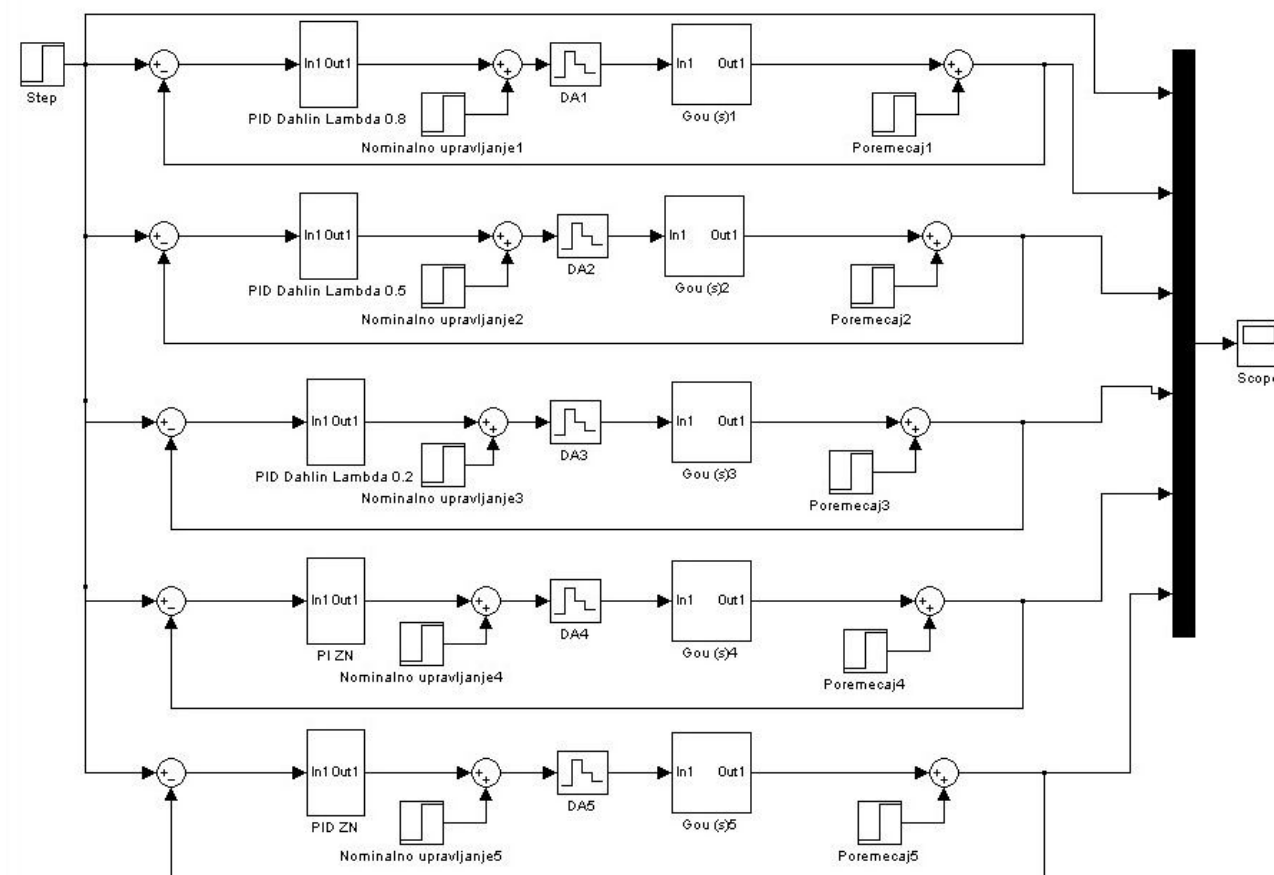
Slika 25. Odzivi realnog sistema upravljanog PID kontrolerom podešenog Dahlinovim algoritmom ($\lambda = 0.2$ tamno-plava, $\lambda = 0.5$ crvena, $\lambda = 0.8$ zelena)



Slika 26. Odzivi realnog sistema upravljanog PID kontrolerom podešenog Ziegler-Nicholovim pravilima (PI - ljubičasta, PID – svetlo plava)

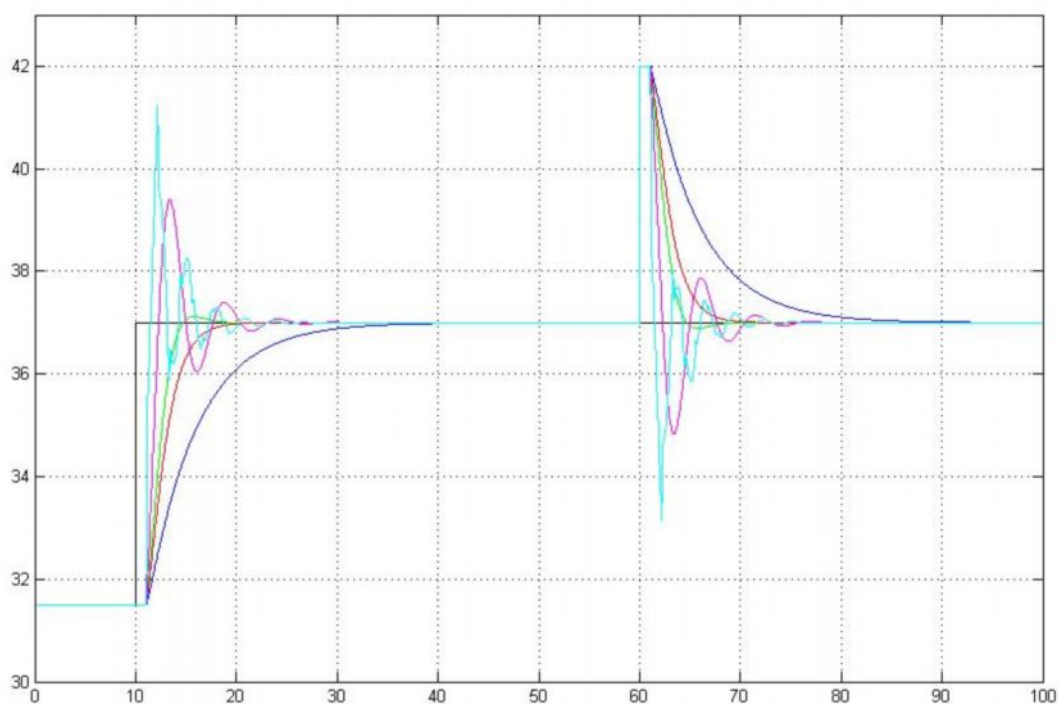
Uporedjivanje upravljanja simuliranog modela sa realnim modelom

Na slici 27. ispod prikazan je blok dijagram upravljanja izmodeliranim sistemom. Imamo željenu veličinu temperature koju definišemo Step funkcijom čije se vrednosti kreću u istom opsegu kao i kod upravljanja realnim objektom upravljanja (od nominalne temperature do željene). U nastavku imamo 5 kontrolera u 5 grana različito podešenih (prva 3 po Dahlinovom algoritmu i poslednja 2 Ziegler Nicholsovim pravilima). U nastavku imamo identične blokove kao i u upravljanju realnim sistemom, s tim što je sada objekat upravljanja prenosna funkcija koja je dobijena identifikacijom.

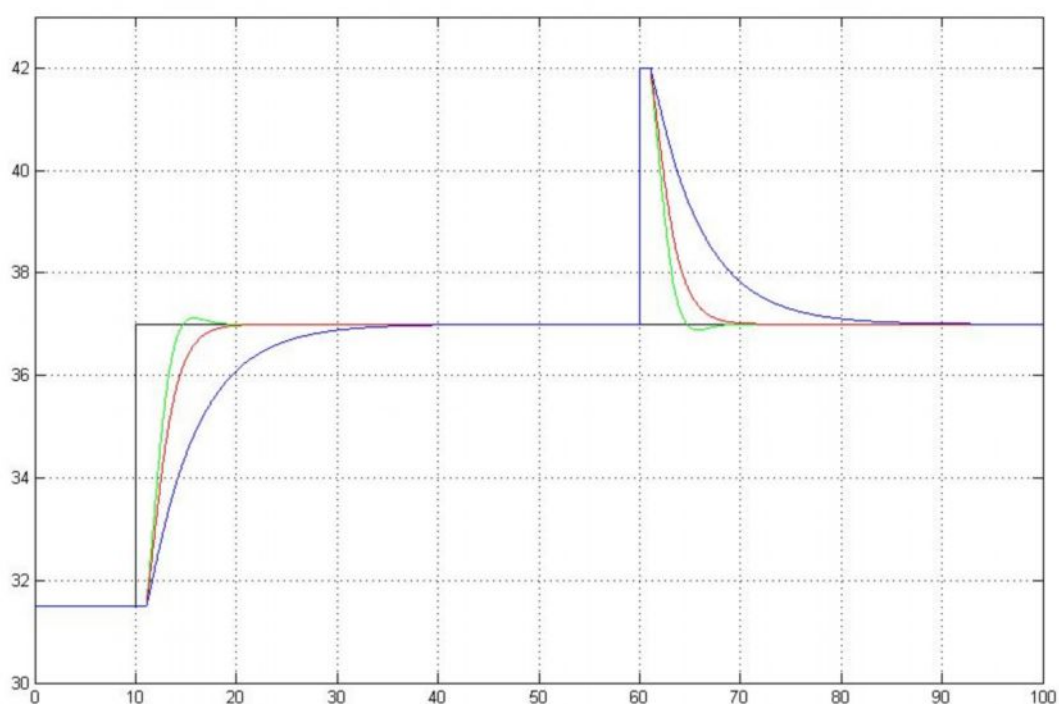


Sl. 27) Blok dijagram simulacije

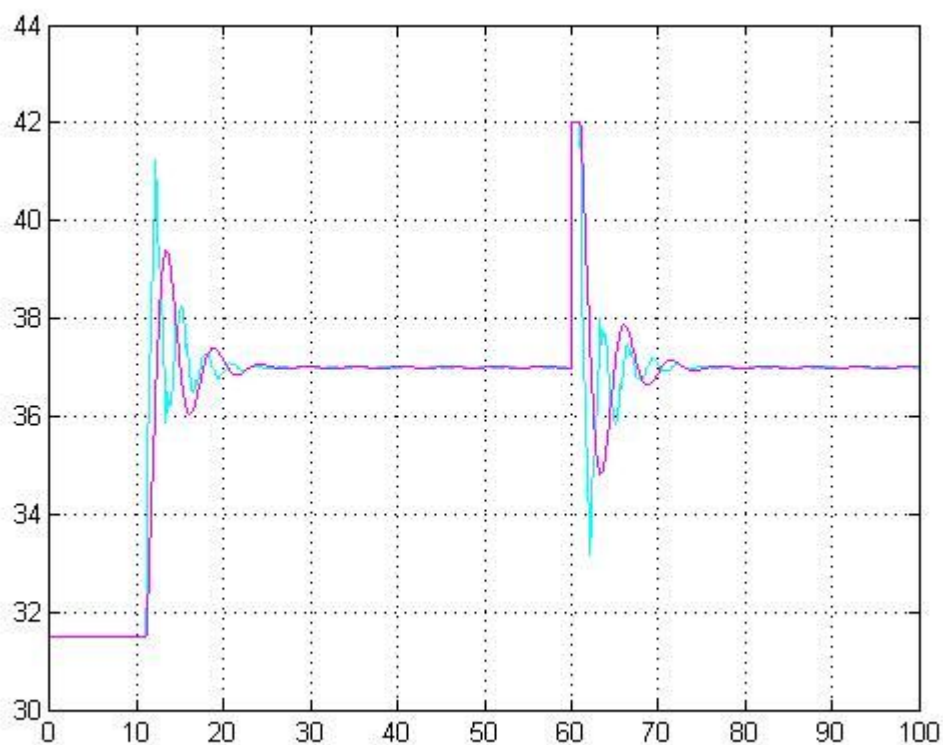
Rezultati dobijeni simulacijom su prikazani na slici 28. Takodje je na slici 29. prikazan odziv simulacije sistema upravljanog PID kontrolerom podešenim samo Dahlinovim algoritmom i na slici 30. odziv simulacije sistema upravljanog PID kontrolerom podešenim Ziegler – Nicholsovim pravilima.



Slika 28. Odzivi simulacije sistema upravljanog PID kontrolerom podešenog Dahlinovim algoritmom ($\lambda = 0.2$ tamno-plava, $\lambda = 0.5$ crvena, $\lambda = 0.8$ zelena) i Ziegler Nicholsonovim pravilima (PI - ljubičasta, PID – svetlo plava)

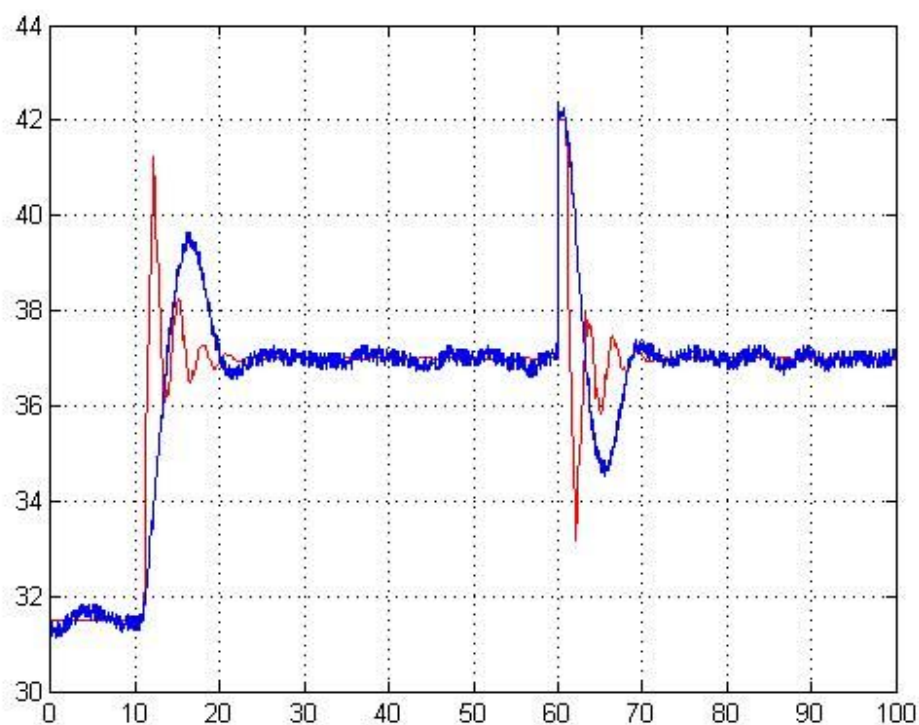


Slika 29. Odzivi simulacije sistema upravljanog PID kontrolerom podešenog Dahlinovim algoritmom ($\lambda = 0.2$ tamno-plava, $\lambda = 0.5$ crvena, $\lambda = 0.8$ zelena)



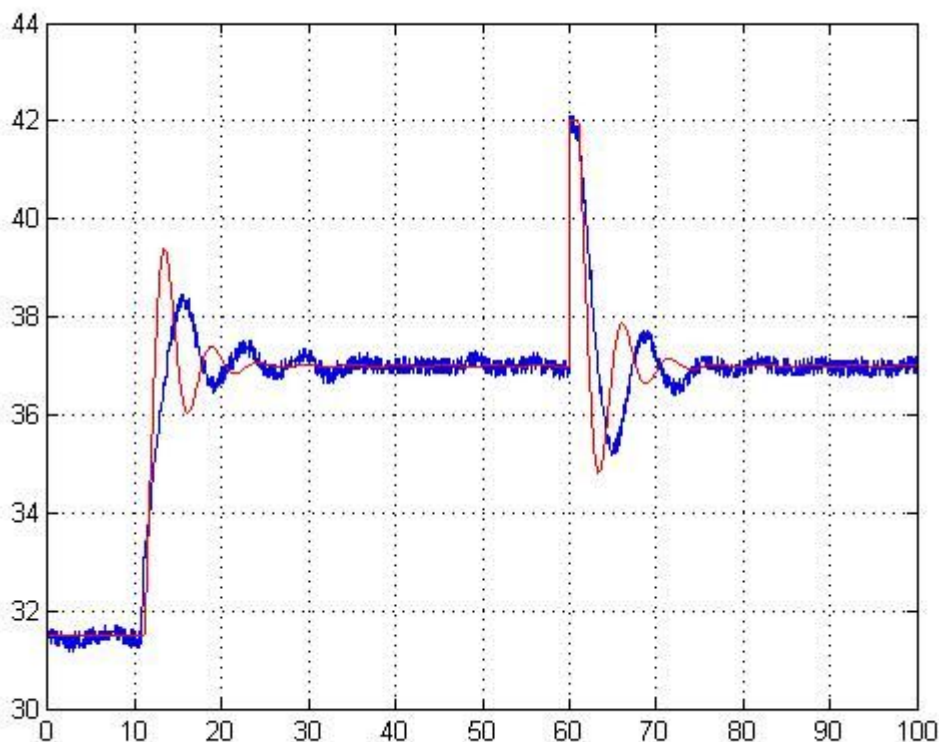
Slika 30. Odzivi simulacije sistema upravljanog PID kontrolerom podešenog Ziegler Nicholsovim pravilima (PI - ljubičasta, PID – svetlo plava)

Uporedni odziv na odskočnu funkciju realnog i simuliranog sistema je prikazan na slici 31. Parametri PID-a su podešeni Ziegler – Nichols-ovim pravilima. Plavom bojom je prikazan odziv realnog sistema, dok je crvenom prikazan odziv simulacije. U 60-oj sekundi je uveden poremećaj step funkcijom za 5 stepeni čime je sistem izveden iz ravnoteže.



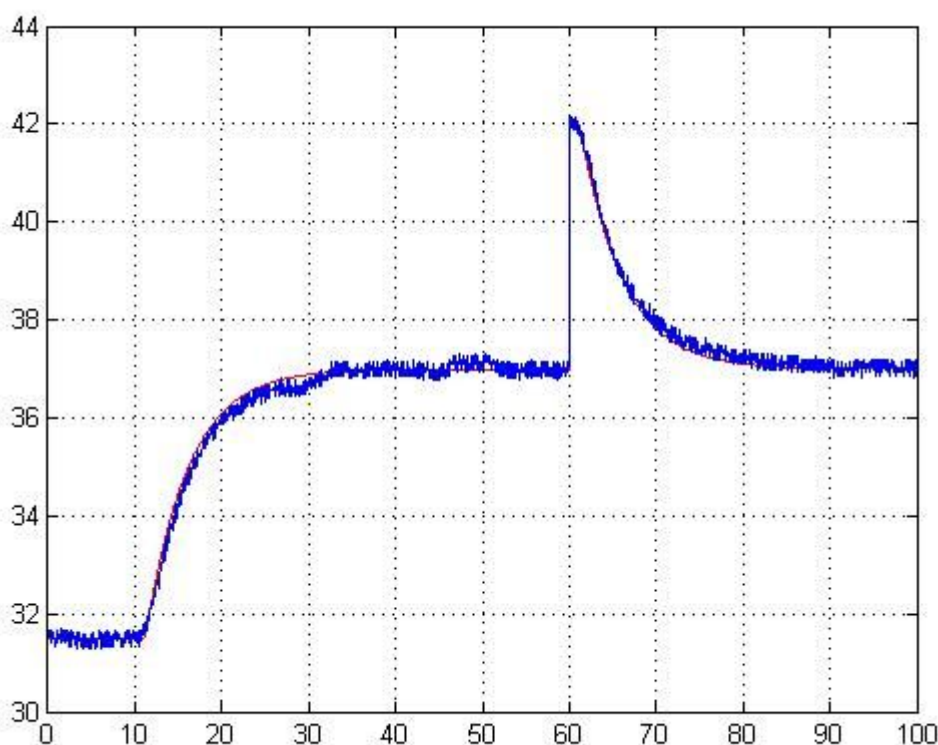
Slika. 31. Odziv na step funkciju realnog sistema (plava linija) i simulacije (crvena linija) pri čemu su parametri PID-a podešeni Ziegler – Nichols-ovim pravilima

Pored PID upravljanja, implementiran je i PI zakon upravljanja Ziegler Nichols-ovim pravilima, a odziv u tom slučaju je prikazan na slici 32.



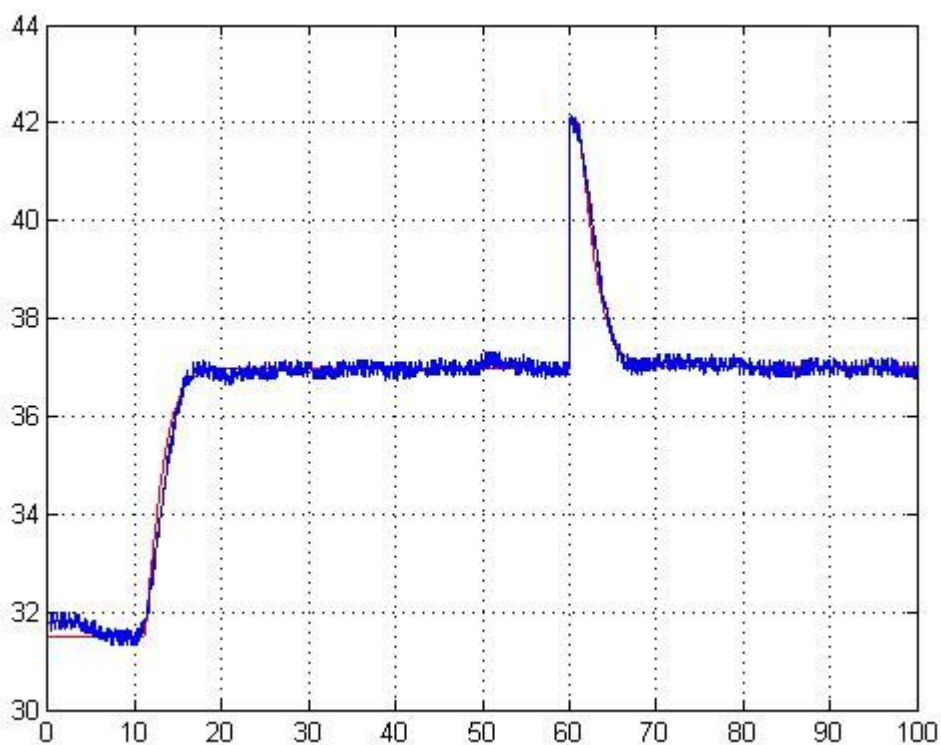
Slika. 32. Odziv na step funkciju realnog sistema (plava linija) i simulacije (crvena linija) pri čemu su parametri PI-a podešeni Ziegler – Nichols-ovim pravilima

Ured korišćenja Ziegler – Nicholsovih pravila PID je podešen i Dahlinovim algoritmom. Kao što je gore navedeno, parametri PID-a su Dahlinovim algoritmom određeni za 3 različite vrste λ . Tako je na slici 33. prikazan dijagram odziv realnog sistema (plavom bojom) i simulacije (crvenom bojom) pri vrednosti $\lambda = 0.2$. Vidi se da je rezultat toga, nešto blaži nagib odskočne funkcije.

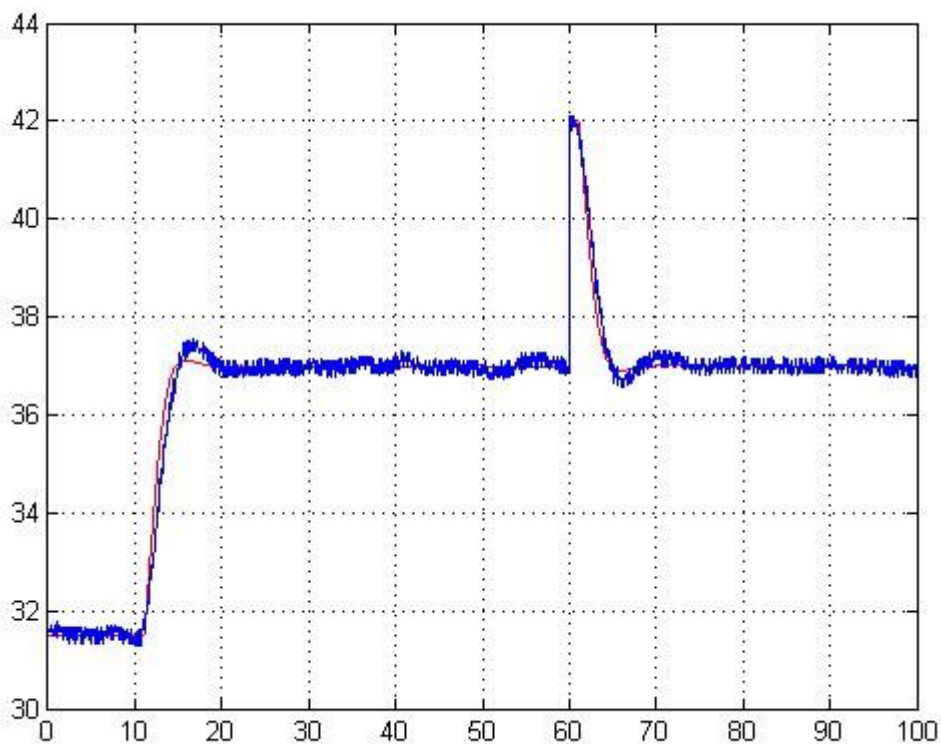


Slika. 33. Odziv na step funkciju realnog sistema (plava) i simulacije (crvena) pri čemu su parametri PID-a podešeni Dahlinovim algoritmom za vrednost $\lambda = 0.2$

Takodje, je na narednim slikama prikazan i odziv realnog sistema i simulacije na step ulaz pri čemu su parametri PID-a takodje određeni Dahlinovim algoritmom ali za različite vrednosti λ .

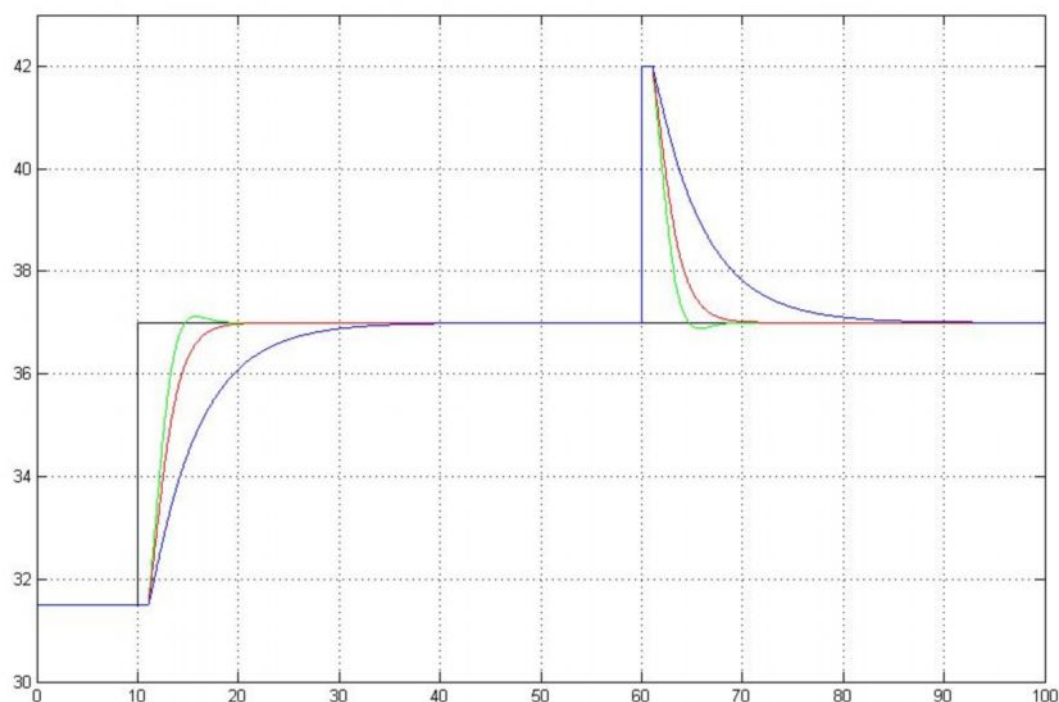


Slika. 34. Odziv na step funkciju realnog sistema (plava) i simulacije (crvena) pri čemu su parametri PID-a podešeni Dahlinovim algoritmom za vrednost $\lambda = 0.5$

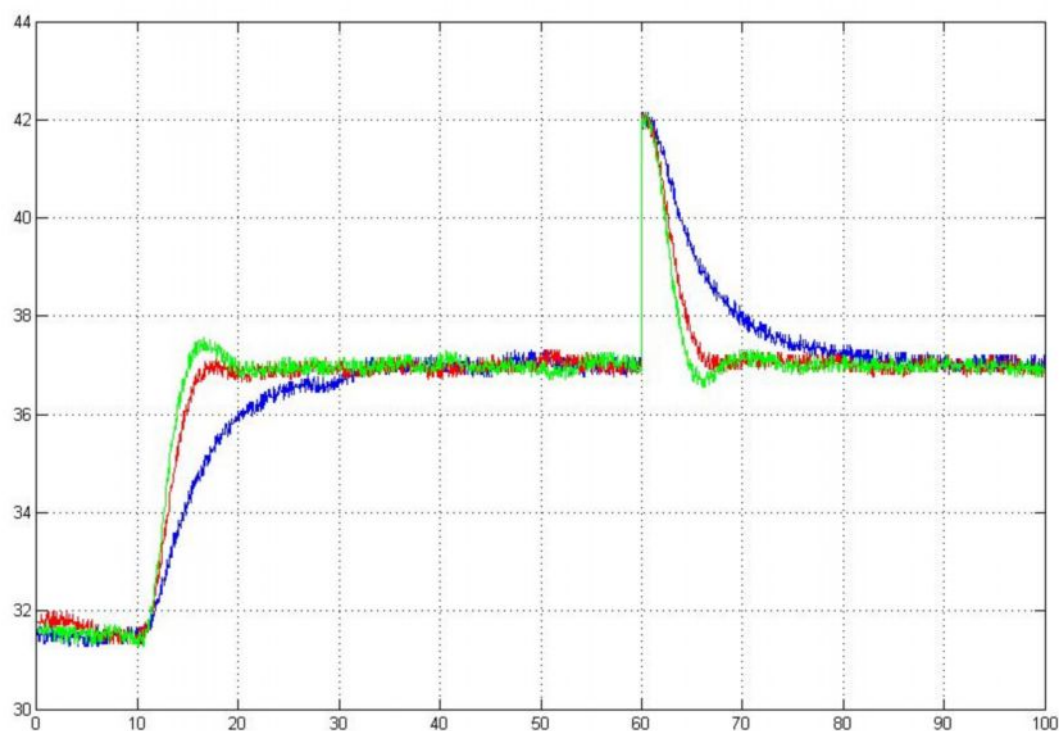


Slika. 35. Odziv na step funkciju realnog sistema (plava) i simulacije (crvena) pri čemu su parametri PID-a podešeni Dahlinovim algoritmom za vrednost $\lambda = 0.8$

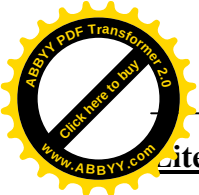
ored toga na slikama 28. i 29. prikazani su uporedno odskočni odzivi za različite vrednosti parametra λ da bi se videla promena nagiba odziva koja se postiže promenom.



Slika. 36. Odzivi na step funkciju simulacije sistema pri čemu su parametri PID-a podešeni Dahlinovim algoritmom za vrednost $\lambda = 0.2$ (tamno-plava) $\lambda = 0.5$ (crvena) $\lambda = 0.8$ (zelena)



Slika. 37. Odzivi na step funkciju realnog sistema pri čemu su parametri PID-a podešeni Dahlinovim algoritmom za vrednost $\lambda = 0.2$ (plava) $\lambda = 0.5$ (crvena) $\lambda = 0.8$ (zelena)



Literatura:

1. M. Stojić – *Digitalni sistemi upravljanja*
2. M. Matijević, G. Jakupović, J. Car – *Računarski podržano merenje i upravljanje*
3. Dj. Petrović – Diplomski rad “*Projektovanje digitalno upravljano laboratorijskog modela procesa za sušenje vazduha*”
4. N. Nedeljković – Seminarski rad “*Parametarska identifikacija tipičnog industrijskog procesa*”