

Универзитет у Београду - Електротехнички факултет
Катедра за Сигнале и Системе

Моделирање и Идентификација Процеса
Идентификација модела система
индустријске сушаре

Група 7

Студенти

Душан Бижић 2020/0090

Тодор Остојић 2021/0221

Предметни наставници

Александра Марјановић

Алекса Стојић

Београд, јул 2024. године

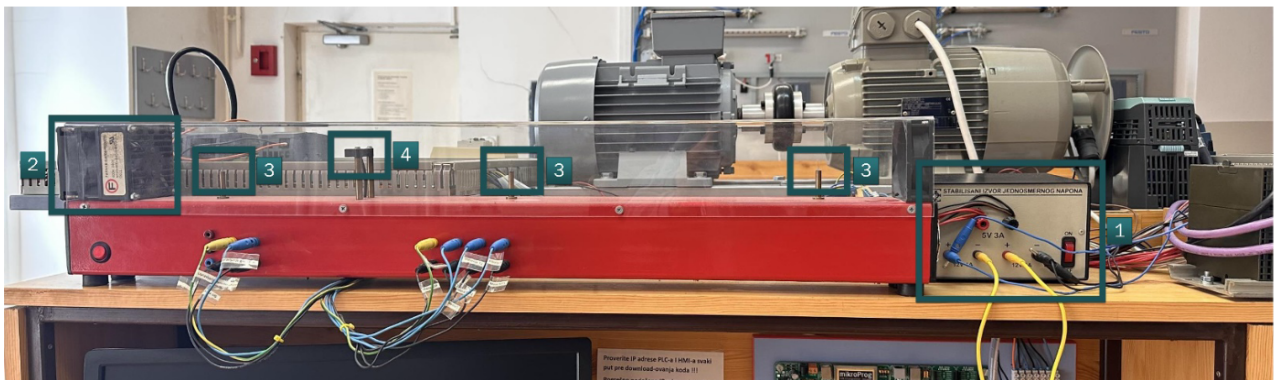
Садржај

1	Увод и опис система	1
2	Аквизиција потребних сигнала у систему	2
2.1	Увод у експеримент	2
2.2	Пертурбација система и обрада резултата мерења	2
3	Идентификација система	8
3.1	<i>First Order Plus Dead Time</i> модел	8
3.2	Идентификација <i>Linear Least Squares</i> методом	10
3.3	Идентификација <i>Weighted Recursive Linear Least Squares</i> методом	13
4	Закључак	18

1. Увод и опис система

Циљ овог пројектног задатка је налажење модела који би се користио за пројектовање управљања индустријском сушаром. За потребе овог задатка се систем ограничава на деловање вентилатора (проток), тј. из модела се изоставља динамика и утицај грејача (температура). Изабрана је *black box* репрезентација што значи да се систем не може довољно прецизно описати познатим математичким апаратима¹. Овакав приступ захтева детаљно планирање експеримента којим ће се прикупити потребна мерења за примену у познатим алгоритмима идентификације система. Добијена мерења је, пре примене, потребно обрадити адекватним филтрирањем шума и уклањањем транспортног кашњења које може довести до незадовољавајућих резултата примењених алгоритама. Од велике важности је да се изабере комбинација типа побудног сигнала и врсте линеарног модела (*FIR*, *ARX*, *ARMAX*, итд.) која је компромис реализибилности, комплексности и прецизности целог процеса идентификације. У овом раду је на један праволинијски начин представљено како се претходне тачке испуњавају и приказана је верификација резултата идентификације.

Експеримент идентификације је извршен над скалираном лабораторијском имитацијом система индустријске сушаре. Поставка се састоји од ваздушног тунела чији је један крај отворен, док се на другом налази вентилатор и грејача. У тунелу се налазе три просторно расподељена температурна сензора и један сензор протока. Управљање и аквизиција мерења се врши уз помоћ *PLC*-а који комуницира са *PC* рачунаром. У овом задатку се разматра само динамика протока ваздуха у тунелу и занемарује се мултиваријабилна спрега у реалном нелинеарном систему.



Слика 1.1: Лабораторијска поставка система (1 - напајање грејача, 2 - грејач са вентилатором, 3 - сензори температуре, 4 - сензор протока).

¹Разлози могу бити да је систем на изврстан начин описан параметрима који су непознати пројектантима или да постоји деловање непознатог поремећаја.

2. Аквизиција потребних сигнала у систему

У овој секцији је описано на који начин је извршено побуђивање система са циљем аквизиције мерења протока. У обзир су узета одређена ограничења која постоје због сигурности и нелинеарности у систему. Извршен је избор адекватних побудних сигнала који ће се користити за различите методе идентификације у овом раду. На крају су резултати аквизиције мерења протока су обрађени и припремљени за примену алгоритама идентификације.

2.1. Увод у експеримент

Експеримент побуде система састоји се из две битне ставке:

- Успостављање номиналног радног стања система задавањем номиналног напона вентилатора и грејача.
- Задавање побудног напона који је унутар сигурносних граница.

Прва ставка произилази из чињенице да је посматрани систем нелинеаран², као и сваки реалан систем. Друга ставка осигурава да задајемо напонски сигнал који је унутар физичких граница напајања и не доводи систем у другачији радни режим. Конкретне вредности из претходних ставки су наведене у табели 2.1.

Назив ставке	Напонска вредност [V]
Ограничење напања	0.0 – 10.0
Номинално управљање грејача	4.5
Номинално управљање вентилатора	6.0

Табела 2.1: Кључне ставке при реализацији експеримента.

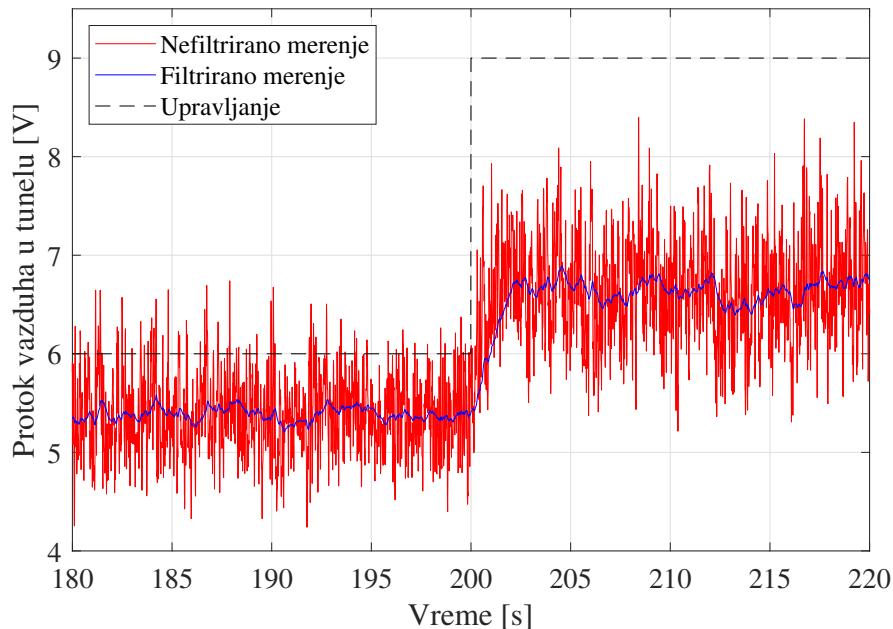
2.2. Пертурбација система и обрада резултата мерења

Сигнал који користимо за побуду система око номиналне радне тачке сматра се пертурбацијом. Смисао оваквог сигнала је да се систем побуди за довољно мали износ око номиналне радне тачке и сними одзив за који се може сматрати да је приближно линеаран по природи. Корист оваквог експеримента је сакупљање резултата који се могу користити за моделовање и пројектовање линеарног регулатора. Први побудни сигнал који ће се користити је *step* или одскачна побуда описана једначином 2.1.

$$h(t) \text{ [V]} = \begin{cases} 0, & t < 200 \text{ s} \\ 3, & t \in [200, 400) \text{ s} \end{cases} \quad (2.1)$$

²Најбитнија особина нелинеарних система је постојање више различитих равнотежних стања. Када се на улаз грејача и вентилатора доведе напон номиналног износа, извршава се успостављање жељеног радног стања/режима.

Одскочни Одзив протока система измерен је на реалном систему и приказан на слици 2.1. Очигледна је велика зашумљеност сигнала означен као “Нефилтрирано мерење” што чини овакав резултат практично бескорисним за даљи рад. Дигиталном обрадом уз помоћ филтра првог реда временске константе 0.985 је уклоњено довољно шума и задржана је доминантна динамика сигнала.



Слика 2.1: Приказ задате секвенце побуда и одзива система у случају одскочне побуде.

Додатна обрада која се може извршити је пододабирање сигнала. Пододабирање подразумева узимање нових мерења, са мањим бројем одбирака, у случају да је динамика сигнала барем за ред величине спорија од динамике одабирања. Правилно извршено пододабирање за последицу има мање меморијско заузеће мерења и мању зашумљеност мерења. Прво се мери доминантна временска константа која ће се користити као оцена динамике сигнала. Она се може добро описати успонским временом до 63% вредности сигнала у стационарном стању, ако се претпостави да се разматра одзив система првог реда. Са филтрираних мерења на слици 2.1. процењује се доминантна временска константа $T_{dom} \approx 1.25 \text{ s}$. На основу искуства многих аутоматичара, добар избор периоде одабирања за одзив система, са доминантном динамиком првог реда, лежи у опсегу $T_{odab} = \frac{1}{10 \div 20} T_{dom}$. У овом раду је узета горња граница, тј. периода одабирања $T_{odab} = \frac{1.25}{20} \text{ s} = 0.0625 \text{ s}$. Пододабирање је извршено узимањем еквидистантних одбирака у оригиналном низу мерења која су узета у трајању од 400s. Поступак је прецизније описан исечком *MATLAB* кода на слици 2.2. Будући да однос броја одбирака оригиналних мерења и добијеног интервала пододабирања није цели број, редефинисана је периода одабирања тако да се тај услов испуни без излажења из предложеног опсега. Коначна периода одабирања је $T_{odab} = 0.7 \text{ s}$ а резултат пододабирања је благо умањење “избочина” у таласном облику сигнала што указује на смањени шум и одржану доминантну динамику, што је био циљ. Претходни резултат се види на слици 2.3.

```

T_samp = t_63/20;

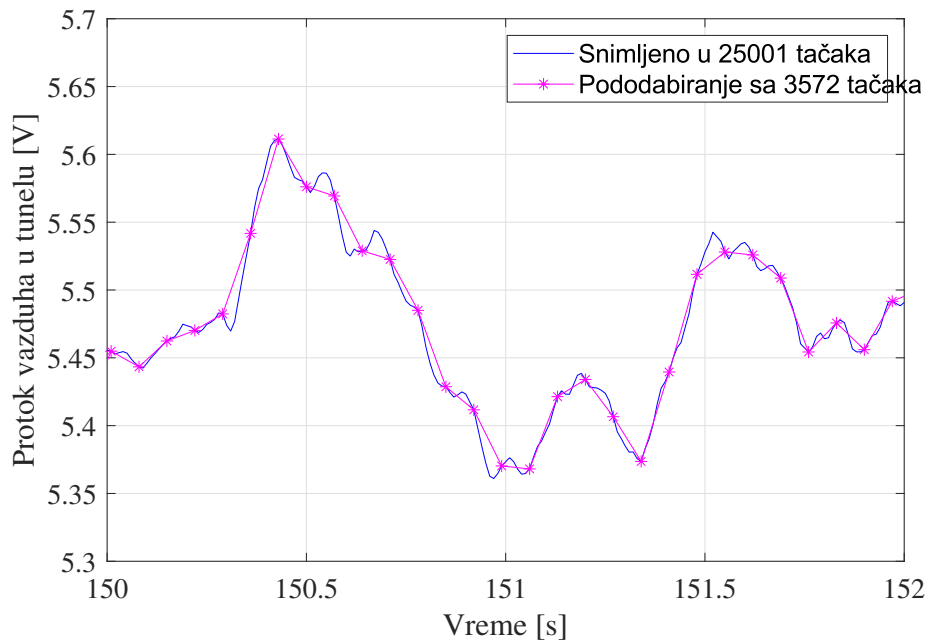
t_resampled = 0:T_samp:t_sim(end);

N_resampled = ceil(length(y_filt_vent)/length(t_resampled));

y_resampled = y_filt_vent(1:N_resampled:end);|
t_resampled = t_sim(1:N_resampled:end);
u_resampled= u_vent(1:N_resampled:end);
T_samp = t_resampled(2) - t_resampled(1);

```

Слика 2.2: *MATLAB* исечак кода којим је извршено пододабирање.



Слика 2.3: Увећани приказ филтрираног мерења током две секунде сигнала након пододабирања.

У обради резултата мерења искоришћене су две методе, наиме, филтрирање и пододабирање. Параметри из претходне анализе који ће се надаље користити су дати табелом 2.2.

Назив параметра	Вредност параметра
Временска константа филтра мерења	0.985
Периода одабирања	0.7 s

Табела 2.2: Параметри обраде мерења.

Даље се разматра побуда система са сигнаlima високог степена перзистенције³. Први такав сигнал назива псеудослучајна бинарна секвенца или скраћено *PRBS* (енг. *PseudoRandom binary sequence*). Слободни параметри у одређивању особина *PRBS* сигнала су: Периода прекидања, трајање *PRBS*-а, број прекидачких регистара и амплитуда сигнала.

³Степен перзистенције описује побудни сигнал из перспективе максимално оствариве прецизности идентификације.

Прва два параметара одређују дужину секвенце и заједно са трећим диктирају који је фреквенцијски опсег валидне естимације. Амплитуда се бира тако да се систем одржи у уском опсегу око номиналне радне тачке. Трајање једне периоде се бира тако да буде обухваћено време успона и време смирења одзива. Комбинацијом регистара који учествују у збиру по модулу 2, постиже се потребан степен перзистенције. За потребе овог система *PRBS* остварује довољан ниво перзистенције у већини случајева, тако да је од суштинске важности испунити само услов за амплитуду и трајање периоде. Коначан избор параметара је дат табелом 2.3. На слици 2.4. је представљен *MATLAB function block* код за генерисање *PRBS* у програмском пакету Simulink. У представљеној секвенци је садржано довођење у номиналан радни режим, одскочна побуда у трајању од 50 s почевши од тренутка $t_{step} = 200$ s и *PRBS* који осцилује од 6 V до 9 V у трајању од 150 s почевши од тренутка $t_{step} = 250$ s.

Назив параметра	Вредност параметра
Периода прекидања	5 s
Трајање <i>PRBS</i> -а	150 s
Број прекидачких регистара	5
Амплитуда сигнала	3 V

Табела 2.3: Параметри *PRBS*-а.

```
function y = PRBS(t, T_switch, t_step, t_prbs, u_max, N_reg, u_nom, ...
u_step)

persistent reg

if (isempty(reg))
    reg = ones(1,N_reg);
end

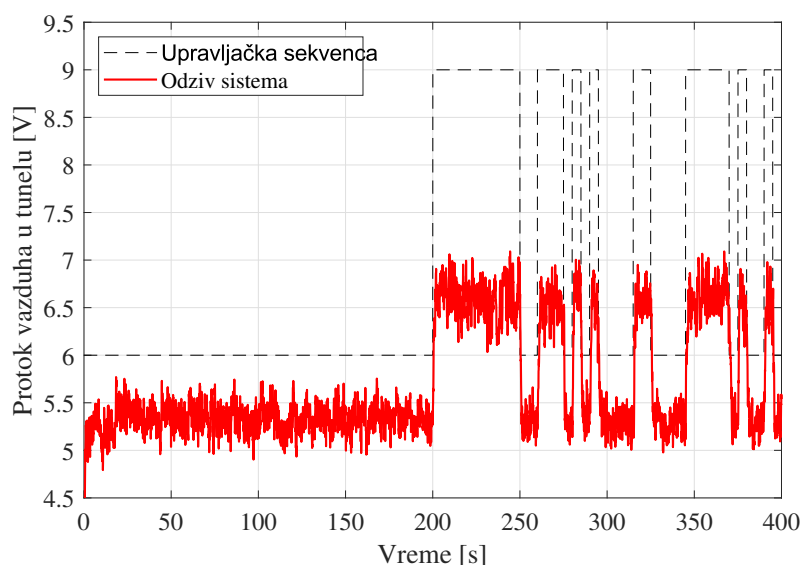
if (t <= t_step)
    y = u_nom;
elseif ((t > t_step) && (t < t_prbs))
    y = u_nom + u_step;
else
    if (mod(t,T_switch)==0)
        temp = mod(reg(2)+reg(6)+reg(3)+reg(9),2);

        reg = [temp reg(1:N_reg-1)];

    end
    y = u_max*reg(1) + u_nom ;
end
end
```

Слика 2.4: *MATLAB function block* код којим је извршено генерисање *PRBS*-а.

Слика 2.5. приказује изглед задате управљачке секвенце (довођење у номиналан режим рада, иницијална одскачна побуда и *PRBS*) и одзив система на задатку секвенцу. Предвиђени степен перзистенције овакве побудне секвенце је 50, што је и више него довољно.



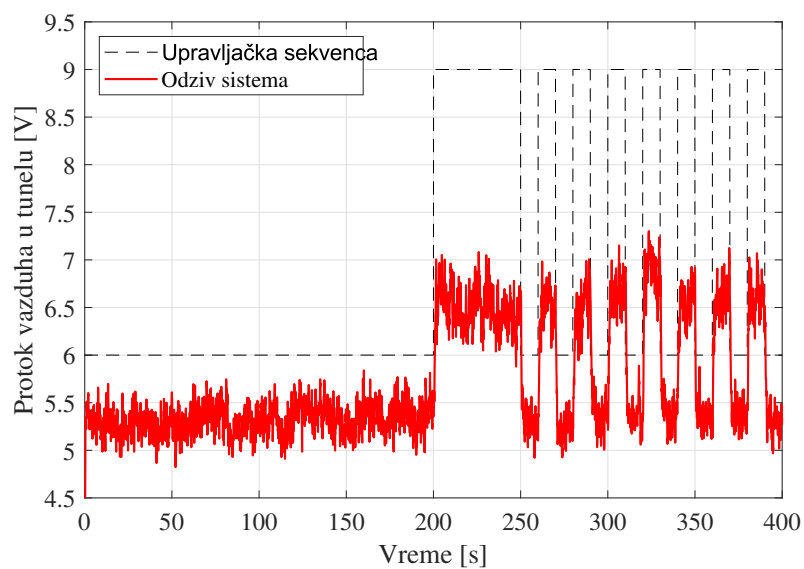
Слика 2.5: Приказ задате секвенце управљања и одзива система у случају *PRBS* побуде.

Још једна врста побудног сигнала који се често користи је побуда биполарним поворкама (БП). Овакав сигнал је идентичан *PRBS* сигналу с' тиме што постоји значајна разлика у амплитудном спектру сигнала и БП располаже са мањим бројем слободних параметара за избор. Параметри БП сигнала дати су табелом 2.4. Слика 2.5. приказује изглед задате управљачке секвенце (довођење у номиналан режим рада, иницијална одскачна побуда и *BP*) и одзив система на задатку секвенцу.

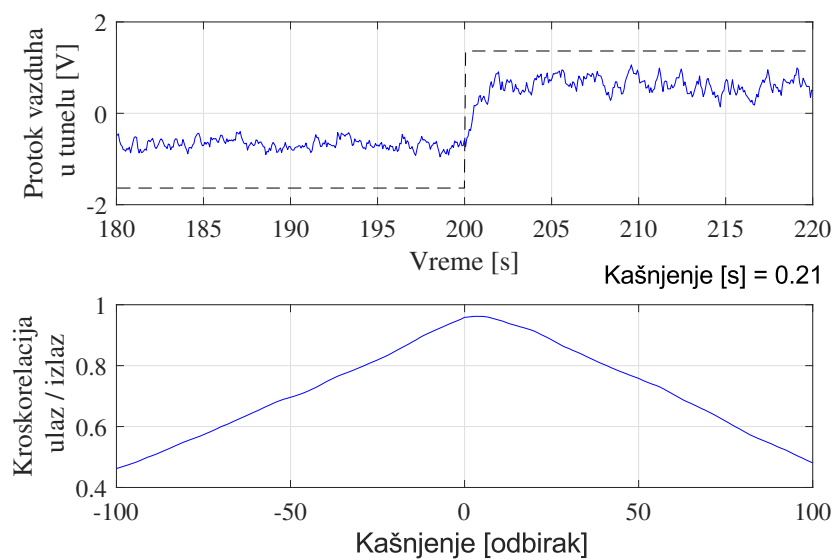
Назив параметра	Вредност параметра
Периода прекидања	5 s
Трајање БП	150 s
Амплитуда сигнала	3 V

Табела 2.4: Параметри БП побуде.

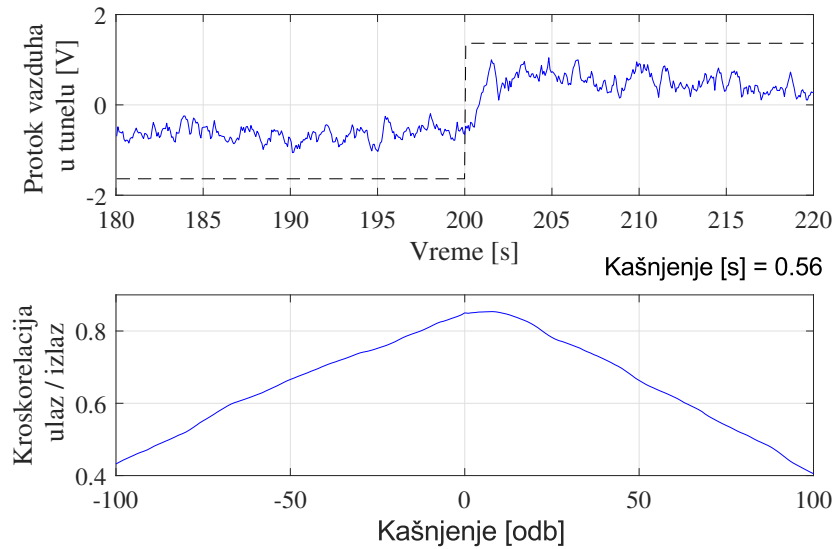
Пре започињања процеса идентификације, потребно је урадити последњи корак у предобради података, тј. уклањање транспортног кашњења. Транспортно кашњење је неизбежно у реалним системима и због њега се могу донети погрешни закључци резултати о истинитој динамици система као резултат уобичајених алгоритама идентификације. Један начин да се идентификује кашњење је уз помоћ кроскорелације улазног и излазног сигнала. Максимум кроскорелације за одскачну побуду означава временски померај излаза за који је преклапање највеће са улазом, тј. означава тренутак почетка одзива система. Сликама 2.7 и 2.8 су приказани делови побудних секвенци са одскачном побудом и одговарајући кроскорелациони графици улаза и излаза за *PRBS* и БП побуду, респективно. Уочава се мало релативно кашњење које ће свакако бити уклоњено.



Слика 2.6: Приказ задате секвенце управљања и одзива система у случају биполарне побуде.



Слика 2.7: Оцена транспортног кашњења на основу кроскорелације (део побудне секвенце пре *PRBS*-а).



Слика 2.8: Оцена транспортног кашњења на основу кроскорелације (део побудне секвенце пре БП).

3. Идентификација система

Ова секција се бави питањем идентификације система индустријске сушаре. Обрађена су три различита приступа и у зависности од њих се користи различити побудни сигнали. Сви типови побудних сигнала су примењени на реалном систем и извршена је аквизиција и предобрада. Резултати су упоређени са нагласком на прецизност и комплексност добијених модела.

3.1. *First Order Plus Dead Time* модел

First Order Plus Dead Time или *FOPDT* модел је, као што назив сугерише, који реалан систем апроксимира линеарним системом који има један пол и транспортно кашњење. Такав систем се може описати функцијом преноса у s -домену изразом 3.1.

$$G_{FOPDT}(s) = \frac{K}{\tau s + 1} e^{-sT} \quad (3.1)$$

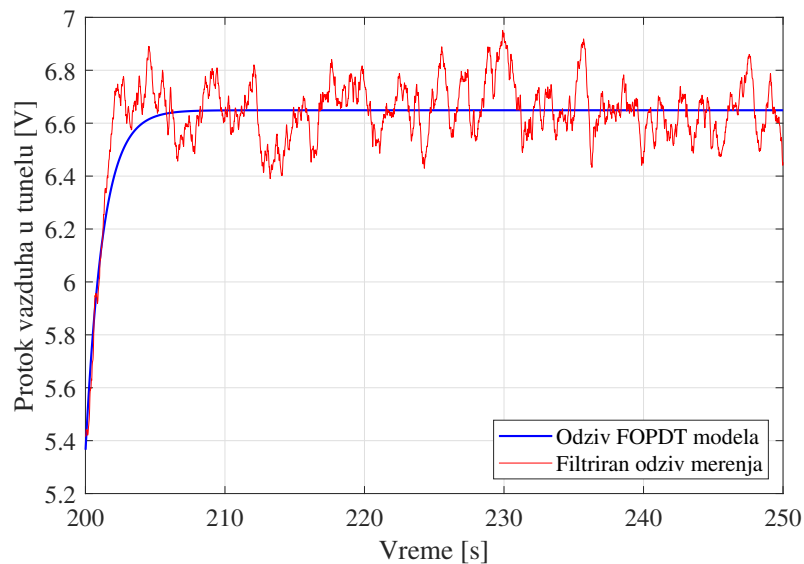
Параметри оваквог модела одређују се на основу одскочног одзива под претпоставком да је доминантна динамика система првог реда. Појачање K једнако је односу интензитета одзива и побуда у стационарном стању. Временска константа τ једнака је доминантној временској константи система. Транспортно кашњење T или *dead – time* се може одредити из кроскорелације као што је претходно описано. Временска серија мерења која се користи за идентификацију је у овом случају већ показана на почетку секције 2.2, слика 2.1. У табели 3.1. се налазе естимирани параметри модела. На слици 3.1. је упоређен добијен модел са реалним одзивом система. Модел је побуђен пертурбацијом док је систем у номиналном радном режиму, као што се радило и са реалним системом.

Добијени континуални *FOPDT* модел је лако превести у ауторегресивни модел првог реда (*ARX1*) уз помоћ *pole – zero matching* методе. Функција преноса *ARX1* модела у z -домену дата је изразом 3.2. Табела 3.1. је проширена добијеним параметрима *ARX1* модела док је на слици 3.2. приказано подударање између дискретизованог модела и континуалног *FOPDT* модела.

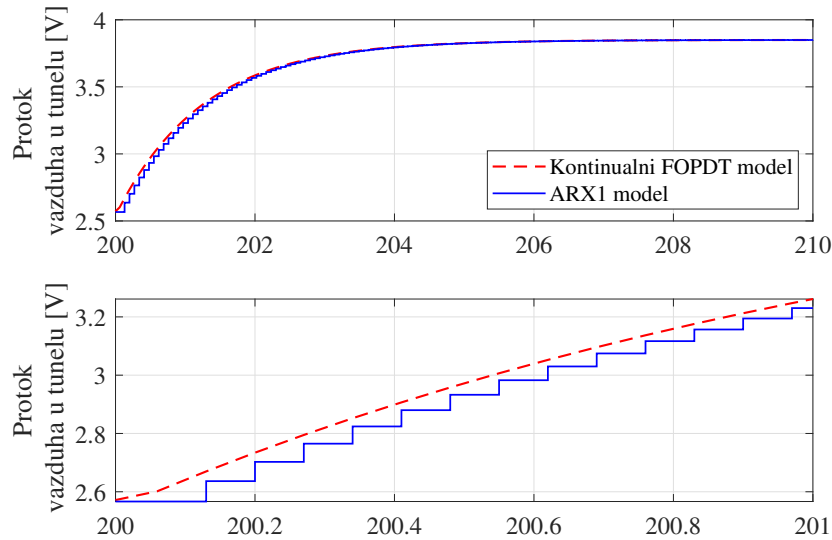
$$G_{ARX1}(z) = \frac{K(1 - a_1)}{z - a_1} z^{-m} \quad (3.2)$$

Назив параметра	Вредност параметра
K	0.4278
τ	1.25
T	≈ 0
a_1 (дискретизовани пол)	0.9455
m (број одбирака кашњења)	0

Табела 3.1: Параметри *FOPDT* и *ARX1* модела.



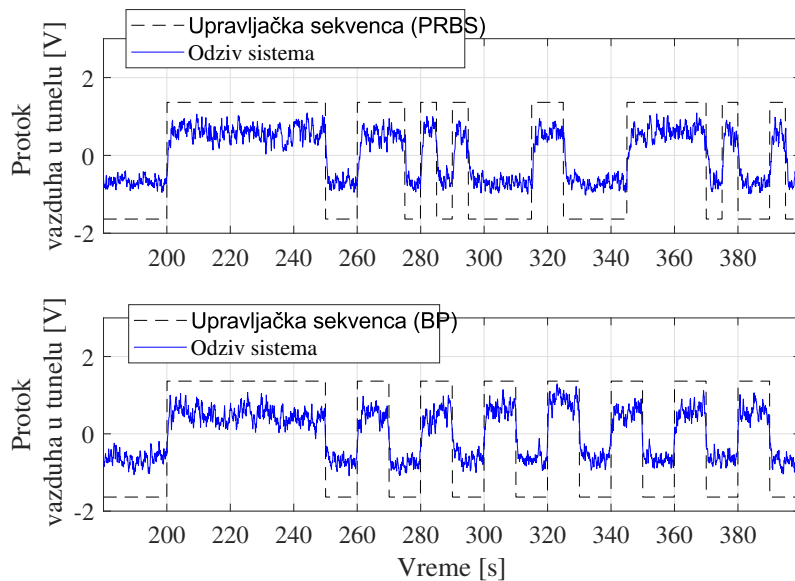
Слика 3.1: Поређење филтрираног мерења и *FOPDT* модела.



Слика 3.2: Поређење континуалног *FOPDT* и *ARX1* модела.

3.2. Идентификација *Linear Least Squares* методом

У овој подсекцији се анализирају резултати идентификације *Linear Least Squares* (*LLS*) методом за *ARX* моделе првог и другог реда. Сликаом 3.3. се даје осврт на коначан изглед временских серија побуда и одзива када се примењује *PRBS* и БП. Резултати идентификације добијени су уз помоћ *MATLAB Identification Toolbox* апликације. У апликацији је изабрано да се одреде *ARX* модели и то са опцијама $[1, 1, 1]$ (без нула, један пол, једно кашњење улаза ради каузалности) и $[2, 2, 1]$ (једна нула, два пола, једно кашњење улаза ради каузалности). Унешена периода одабирања модела је $T_{samp} = 0.07\text{ s}$. Диференцна једначина која описује *ARX* модел дата је изразом 3.3.



Слика 3.3: Коначан изглед временских серија података који се користе за *LLS* идентификацију.

$$\mathbf{A}(q)y(n) = \mathbf{B}(q)u(n) + e(n) \quad (3.3)$$

Табелама 3.2. и 3.3. приказани су полиноми $\mathbf{A}(q)$ и $\mathbf{B}(q)$ првог и другог реда који су резултат *LLS* идентификације за *PRBS* и БП побуду, респективно. Да би се упоредио са методом идентификације из претходне подсекције, показан је и полином *ARX1* модела који је добијен дискретизацијом.

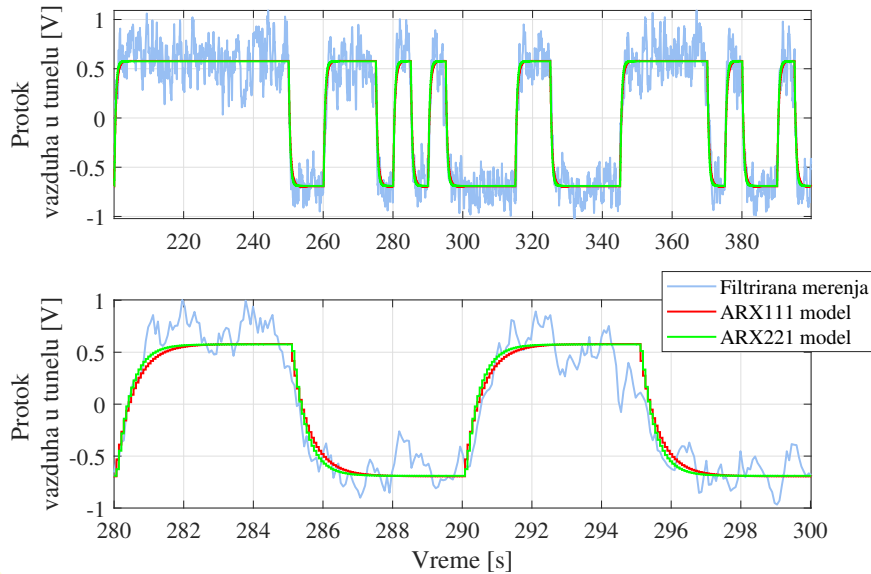
Полином	<i>PRBS</i>	БП	<i>ARX1</i> модел
$\mathbf{A}(q)$	$1 - 0.8720 q^{-1}$	$1 - 0.8806 q^{-1}$	$1 - 0.9455 q^{-1}$
$\mathbf{B}(q)$	$0.05435 q^{-1}$	$0.04725 q^{-1}$	0.0233

Табела 3.2: Полиноми *ARX* модела првог реда.

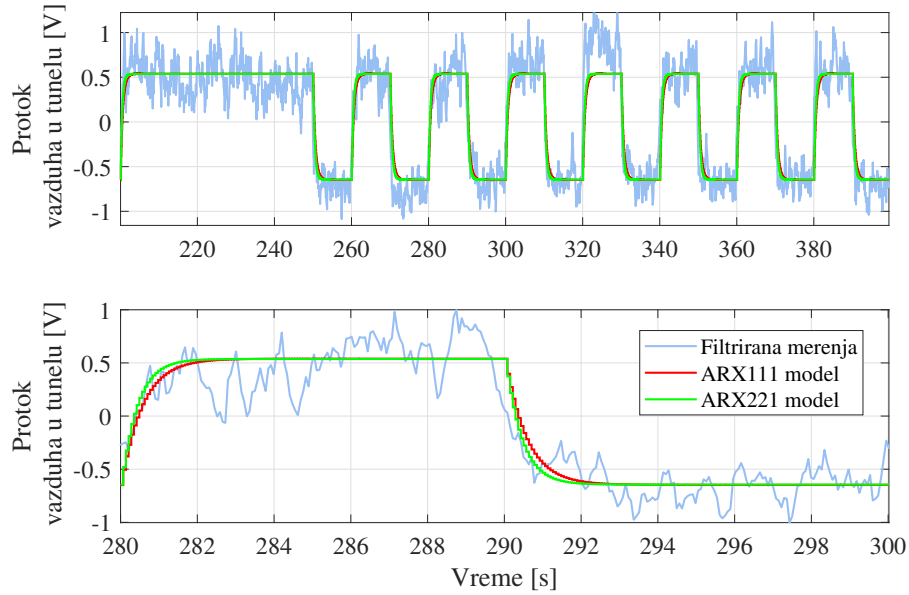
Полином	<i>PRBS</i>	БП
$\mathbf{A}(q)$	$1 - 0.9805 q^{-1} + 0.1221 q^{-2}$	$1 - 1.006 q^{-1} + 0.1377 q^{-2}$
$\mathbf{B}(q)$	$0.02124 q^{-1} - 0.03849 q^{-2}$	$0.0549 q^{-1} - 0.003085 q^{-2}$

Табела 3.3: Полиноми *ARX* модела другог реда.

Тачности идентификације за моделе првог реда су 85.57% за *PRBS* и 83.96% за БП. Тачности идентификације за моделе другог реда су 85.73% за *PRBS* и 84.12% за БП. Очигледна је сличност у идентификацији за оба побудна сигнала са занемарљивом предности када се користи *PRBS* сигнал. Ситуација је слича када се пореде модели првог и другог реда, што сугерише да је систем довољно прецизно описан и моделом првог реда. Претходни закључак је потврђен упоређивањем временских одзива модела и снимљеног мерења за *PRBS* побуду на слици 3.4. и за БП побуду на слици 3.5.



Слика 3.4: Упоредба резултата *LLS* идентификације за *ARX* модел првог реда у случају *PRBS* побуде.



Слика 3.5: Упоређивање резултата LLS идентификације за ARX модел првог реда у случају БП побуде.

Са слика се види да је резултат идентификације задовољавајућ и да је динамика система добро описана добијеним моделима. Најбољи резултат даје ARX модел другог реда када се укомбинује са $PRBS$ побудом на управљачком улазу система. Дobar увид у то колико је неки од модела применљив се стиче гледањем позиција полова и нула. Позиције су дате табелом 3.4. Када се постави опција за идентификацију другог реда, алгоритам, без обзира на побуду, други пол поставља близу координантног почетка (занемарљив утицај). Код идентификације БП побудом, нула је постављена на месту где се може занемарити али за $PRBS$ побуду се нула поставља ван јединичног круга, што је непожељно за пројектовање регулатора. Табела 3.5. показује еквивалентне полове у континуалном домену који су добијени функцијом $d2c$. Полови који се налазе далеко у левој и нуле далеко у левој и десној полуравни се могу занемарити чиме се закључује да је модел првог реда адекватан избор. Временске константе одзива за све моделе су дати табелом 3.6.

Модел	Позиција пола	Позиција нуле
Први ред ($PRBS$)	0.8720	\emptyset
Први ред (БП)	0.8806	\emptyset
Други ред ($PRBS$)	{0.8341, 0.1464}	-1.8121
Други ред (БП)	{0.8428, 0.1633}	0.0562

Табела 3.4: Дискретни полови модела.

Модел	Позиција пола	Позиција нуле
Први ред ($PRBS$)	-1.9568	\emptyset
Први ред (БП)	-1.8168	\emptyset
Други ред ($PRBS$)	{-2.5916, -27.4511}	44.8796
Други ред (БП)	{-2.4426, -25.8838}	-34.6051

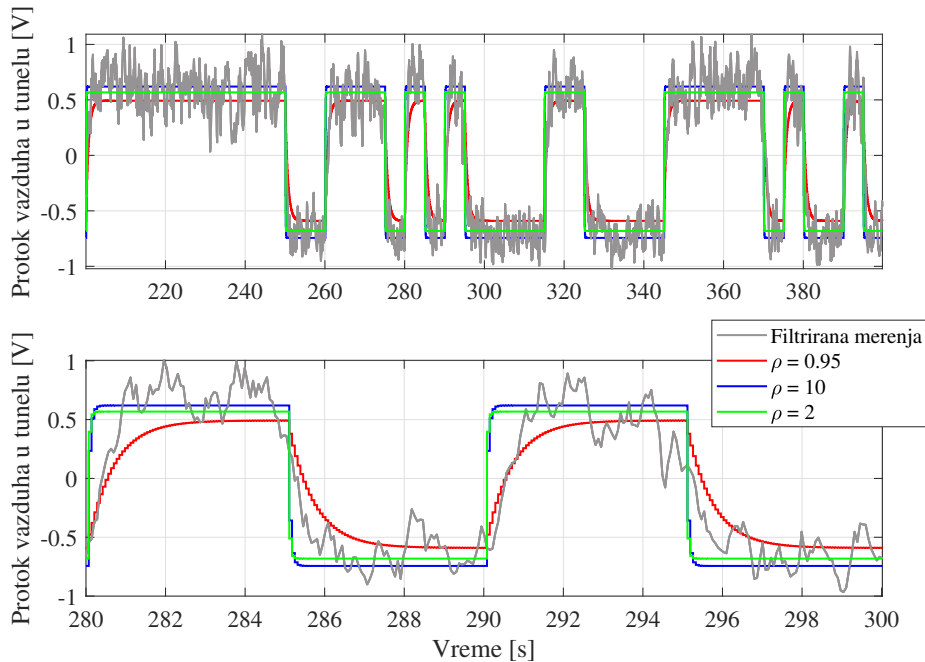
Табела 3.5: Континуални полови модела.

Временска константа [s]	<i>PRBS</i>	БП
Успонско време, први ред	1.12	1.21
Време смирења, први ред	2.0	2.15
Успонско време, други ред	0.855	0.904
Време смирења, други ред	1.57	1.61

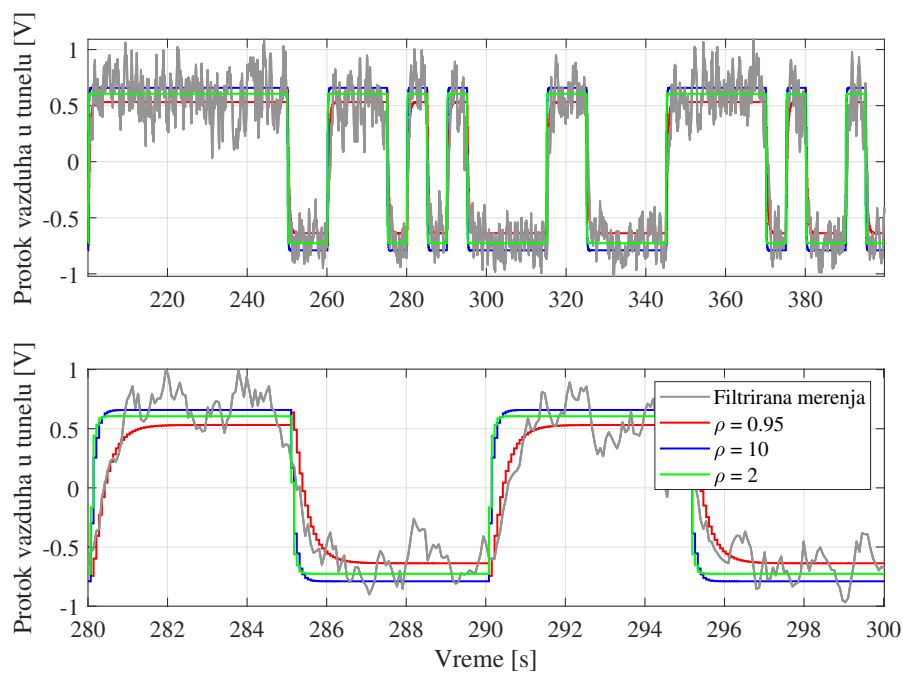
Табела 3.6: Временске константе одзива за идентификоване моделе.

3.3. Идентификација *Weighted Recursive Linear Least Squares* методом

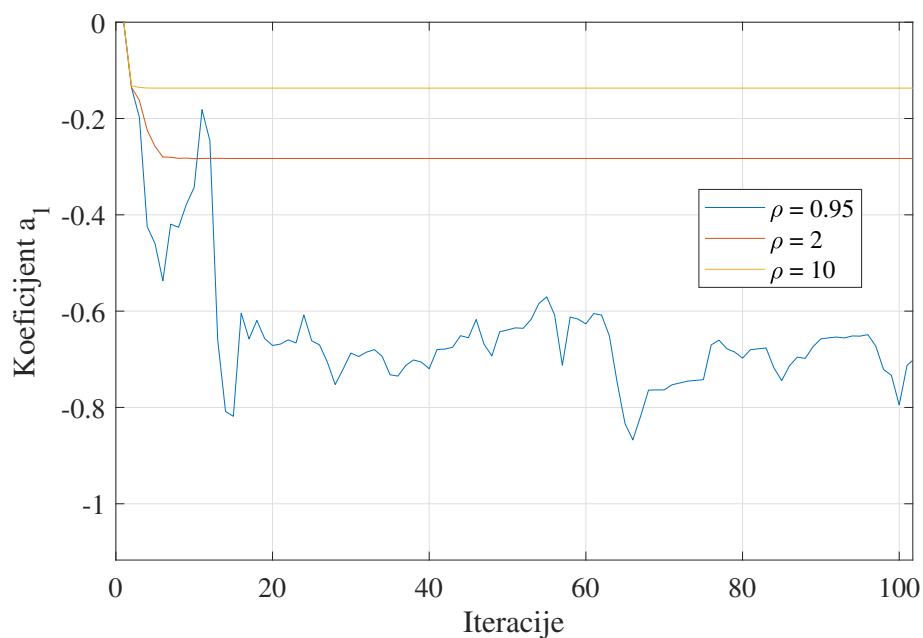
На крају се испитује квалитет идентификације алгоритмом линеарних рекурзивних отежених квадрата (*WRLLS*). Идентификације се понавља за *PRBS* и *BP* побудне сигнале, за модел првог и другог реда и за факторе заборављања $\rho = \{0.95, 2, 10\}$. На слици 3.6. је приказано реално мерење упоређено са резултатом *WRLLS* и идентификација првог реда са *PRBS* побудом док је на слици 3.7. случај са моделом другог реда. Са слика се види да се узимањем мањег фактора заборављања, у овом случају, боље осликавају успонске ивице реалног одзива. Ово има смисла узимајући у обзир релативно спору динамику система. Слично је и са моделом другог реда. Треба имати у виду последицу узимања фактора заборављања ниске вредности, наиме, лошија карактеристика конвергенције појединих параметара. Слика 3.8 показује како параметар a_1 конвергира ка коначној вредности у зависности од фактора заборављања за модел првог реда. Овакво запажање је исто и у случају модела другог реда, без обзира на идентификовани параметар или појачање.



Слика 3.6: Упоређивање резултата *WRLLS* идентификације за *ARX* модел првог реда у случају *PRBS* побуде за различите факторе заборављања.

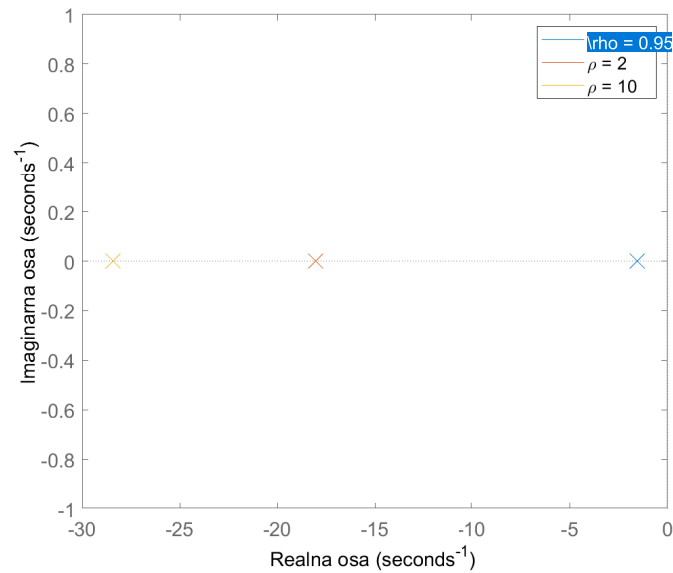


Слика 3.7: Упоредба резултата $WRLS$ идентификације за ARX модел другог реда у случају $PRBS$ побуде за различите факторе заборављања.

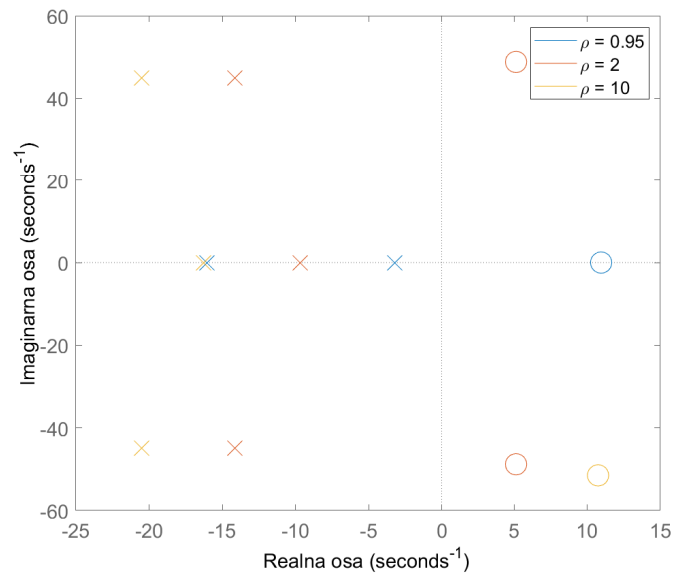


Слика 3.8: Конвергенција параметра a_1 за идентификовани модел првог реда.

На сликама 3.9 и 3.10. показан је спектар континуалних полова израчунатих функцијом $d2c$ у случају модела првог и другог реда када се користи $PRBS$. Као и код ARX модела добијених LLS методом, у моделу другог реда је очигледно да постоји динамика која је сувишна и која се може занемарити. Постојање више полова и нула него што је очекивано је последица конверзије негативног реалног пола из дискретног у континуални домен.

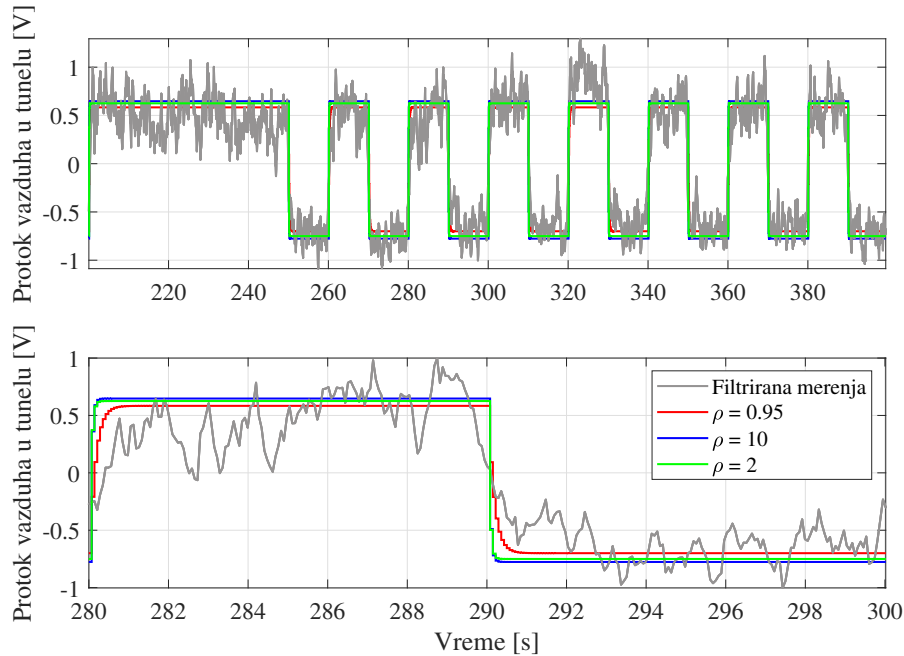


Слика 3.9: Спектар полова при идентификацији модела првог реда за $PRBS$ побуду.

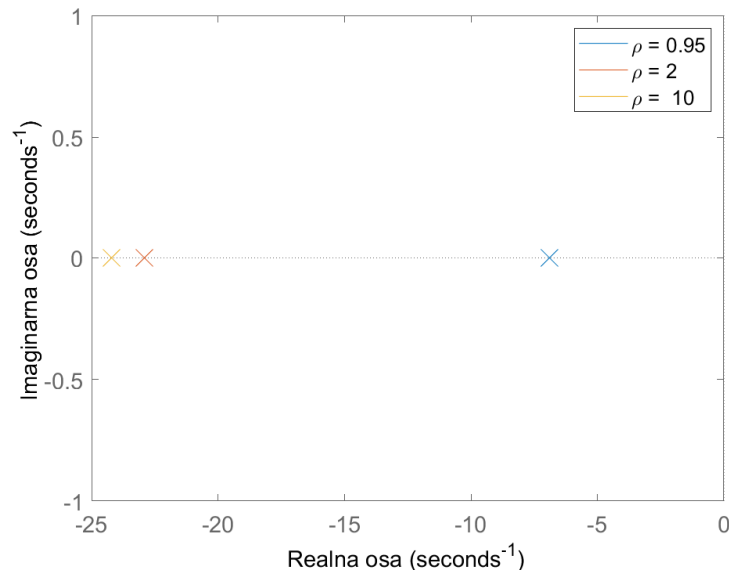


Слика 3.10: Спектар полова при идентификацији модела другог реда за $PRBS$ побуду.

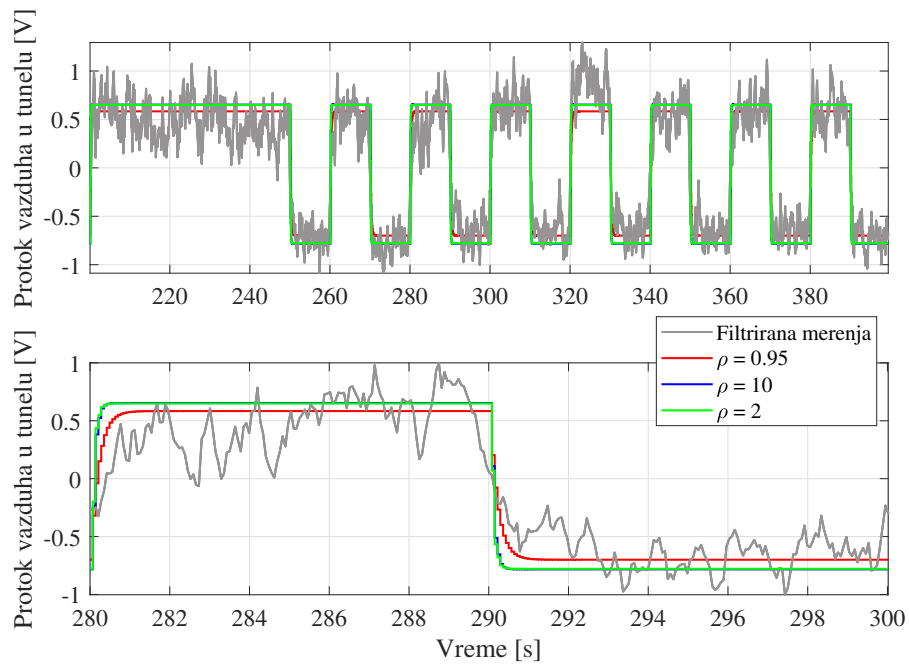
Сви претходни закључци везани за *WRLLS* идентификацију су идентични и када се користи БП као побудни сигнал. Без детаљне анализе, графици 3.11. - 3.14. приказују резултате идентификације за БП. У табелама 3.7. - 3.9. су приказане временске константе за све разматране факторе заборављања, редове модела и одабир побудног сигнала.



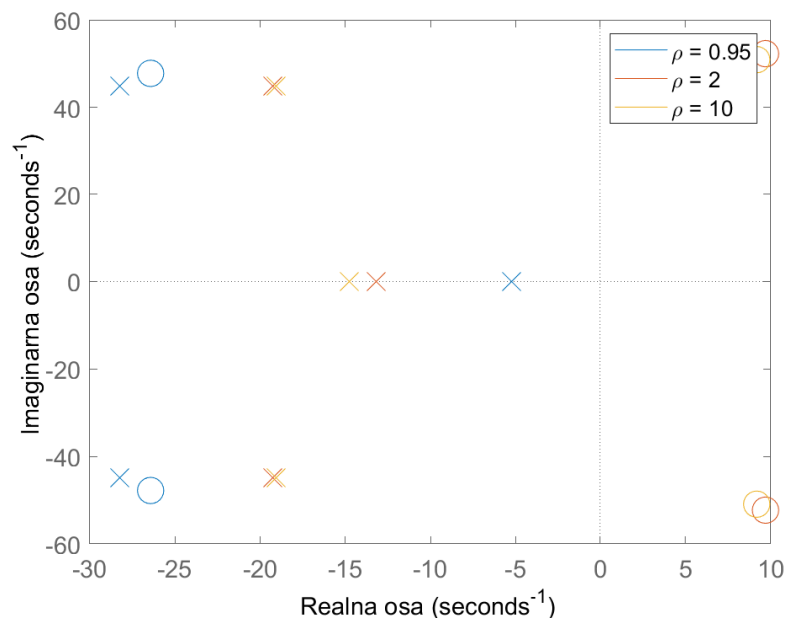
Слика 3.11: Упоређивање резултата *WRLLS* идентификације за *ARX* модел првог реда у случају БП побуде за различите факторе заборављања.



Слика 3.12: Спектар полова при идентификацији модела првог реда за БП побуду.



Слика 3.13: Упоређивање резултата *WRLLS* идентификације за *ARX* модел другог реда у случају БП побуде за различите факторе заборављања.



Слика 3.14: Спектар полова при идентификацији модела другог реда за БП побуду.

Временска константа [s]	<i>PRBS</i>	БП
Успонско време, први ред	1.41	0.319
Време смирења, први ред	2.51	0.568
Успонско време, други ред	0.695	0.43
Време смирења, други ред	1.36	0.75

Табела 3.7: Временске константе одзива *WRLLS* идентификације за $\rho = 0.95$.

Временска константа [s]	<i>PRBS</i>	БП
Успонско време, први ред	0.122	0.110
Време смирења, први ред	0.217	0.171
Успонско време, други ред	0.236	0.187
Време смирења, други ред	0.418	0.32

Табела 3.8: Временске константе одзива *WRLLS* идентификације за $\rho = 2$.

Временска константа [s]	<i>PRBS</i>	БП
Успонско време, први ред	0.0073	0.09
Време смирења, први ред	0.138	0.162
Успонско време, други ред	0.146	0.168
Време смирења, други ред	0.26	0.281

Табела 3.9: Временске константе одзива *WRLLS* идентификације за $\rho = 10$.

4. Закључак

У овом пројектом задатку образложена је потреба и методологија идентификације једног реалног система. Поступно је пређено кроз кораке постављања експеримента, аквизиције потребних сигнала, предобраде сигнала и идентификације. Кроз задатак су се користиле три врсте побудних сигнала: Одскачна побуда, *PRBS* и биполарна поворка импулса. За сваки од наведених побуда је извршен експеримент над системом и одрађена идентификација различитим методама. Методе које су се користиле су: Апроксимација системом првог реда са транспортним кашњењем (*FOPDT*), *LLS* идентификација и *WRLLS* идентификација *ARX* модела првог и другог реда. Крајњи закључак идентификације је да доминантна динамика система индустријске сушаре задовољавајуће може моделовати системом првог реда са транспортним кашњењем. Све три методе идентификације су, за модел првог реда, испуниле захтеве идентификације. У случају *WRLLS* идентификације се најбоље показала идентификација модела првог реда се мањим фактором заборављања. Конкретно, аутори би изабрали благо већи фактор од оног који је обрађен у задатку, као компромис добре карактеристике конвергенције и задовољавајућег праћења спорије динамике система. Вредности фактора заборављања који су изабрани у овом задатку су демонстративног типа и показују недостатке при избору превелике или премале вредности.