

## **Izvor stabilisanog monofaznog napona do 60V, struje do 6A i podesivog ugla između napona i struje u granicama 0 do 360°**

**R.Br.**

Urađeno za: Hemijsku laboratoriju Centra za elektromerenja  
Rukovodilac: Dr. Aleksandar Zigic, dipl. Ing.  
Saradnici: Dipl. Ing. Ivan Lukic, mr. ing. Srdjan Milosavljevic, ing. Dusan Bolic, dr Slobodan Škundrić  
master ing. Nikola Cakic

---

U procesu merenja električnih veličina, servisiranja, baždarenja i etaloniranja merne opreme i instrumenata za merenje električnih veličina, izvori stabilisanog i podesivog napona i struje predstavljaju važan segment merne opreme svake metrološke laboratorije [1]. Merno-tehničke karakteristike ovih izvora definišu se za konkretne potrebe određene laboratorije. Laboratorija za etaloniranje Elektrotehničkog instituta „Nikola Tesla“ iskazala je potrebu za jednim izvorom napajanja koji jednovremeno može da obezbedi u dva nezavisna strujna kola stabilisani naizmenični napon do 60 V i stabilnu struju do 6 A. Osnovni tehnički zahtevi su:

- stabilnost napona i struje bolja od  $\pm 0.1$  % od podešenih vrednosti,
- stabilnost mrežne učestanosti 50 Hz bolja od  $\pm 0.1$  %,
- mogućnost rada oba kanala sa opterećenjem do 10 VA.,
- mogućnost podešavanja faznog stava između napona i struje u punom opsegu (360°).
- izobličenosť izlaznih napona i struje u granicama  $\pm 1\%$ .,
- finoća podešavanja (rezolucija) napona od 0.1 V, struje 0.01A, i faznog stava sa 1°,
- stabilan i pouzdan rad uređaja pri varijaciji mrežnog napona 220 V u opsegu  $\pm 15$  %,
- stabilan i pouzdan rad uređaja u opsegu temperatura od 10 °C do 40 °C

Kako je inače rad savremenih metroloških laboratorija (uređaja i instrumenata) skoro u potpunosti oslonjen ili podržan mikroracunarskom tehnologijom to je bilo prirodno da se i koncept rada ovog dvokanalnog izvora napona i struje bazira na PC, odnosno virtualnom uređaju Sistem se sastoji od uređaja koji predstavlja Izvor stabilisanog monofaznog napona do 60V, struje do 6A i podesivog ugla između napona i struje u granicama 0 do 360° i PC preko koga se uređaju zadaju vrednosti amplitude generisanog napona i struje kao i početnih faznih stavova talasa naponskog i strujnog signala.

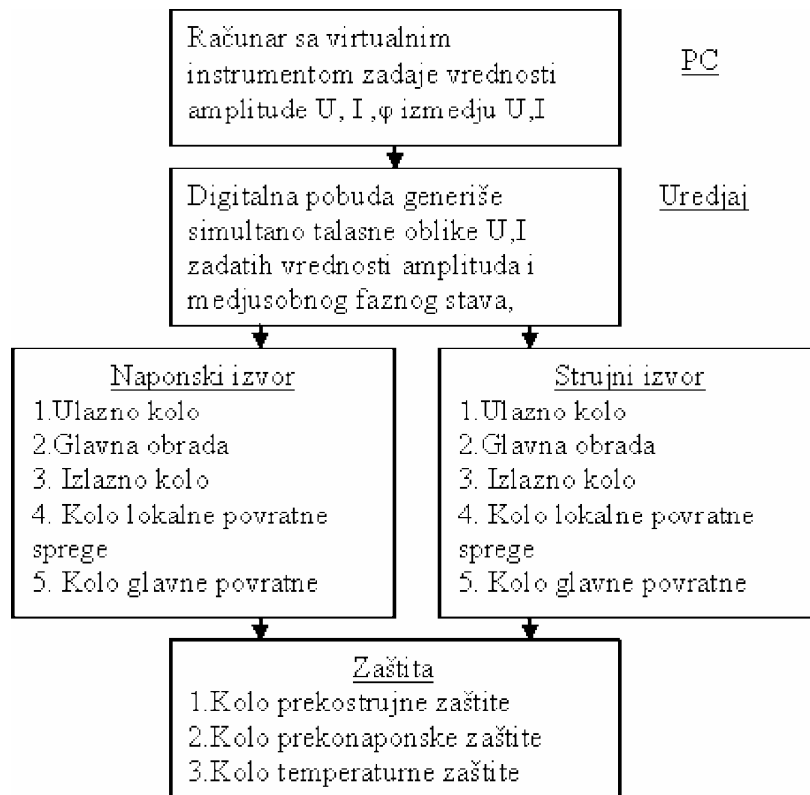
Na PC je instaliran program razvijen u programskom paketu Microsoft Visual Studio 2008, Visual C#. Program realizuje unos parametara (amplituda i faza napona i struje) proveru njihove ispravnosti i prenos unetih parametara do uređaja preko serijskog RS232 interfejsa. Izgled prednjeg panela virtualnog uređaja je prikazan na Slici 1.

Izgled prednjeg panela uređaja je dat na Slici 2 Na Slici 2 se vidi da osim naponskih i strujnih priključaka i priključka za uzemljenje postoji i preklopnik za izbor opsega struja (1A ili 5A), svetlosna signalizacija prekostrujne zaštite kod naponskog izvora, odnosno prekonaponske zaštite kod strujnog izvora. Takodje se vidi da postoje i tasteri da operater resetuje naponsku i strujnu zaštitu pošto ukloni razloge koji su doveli do preoterećenja. Na zadnjem panelu se nalazi DB9 konektor za serijsku RS232 komunikaciju sa virtualnim instrumentom koji se izvršava na PC.

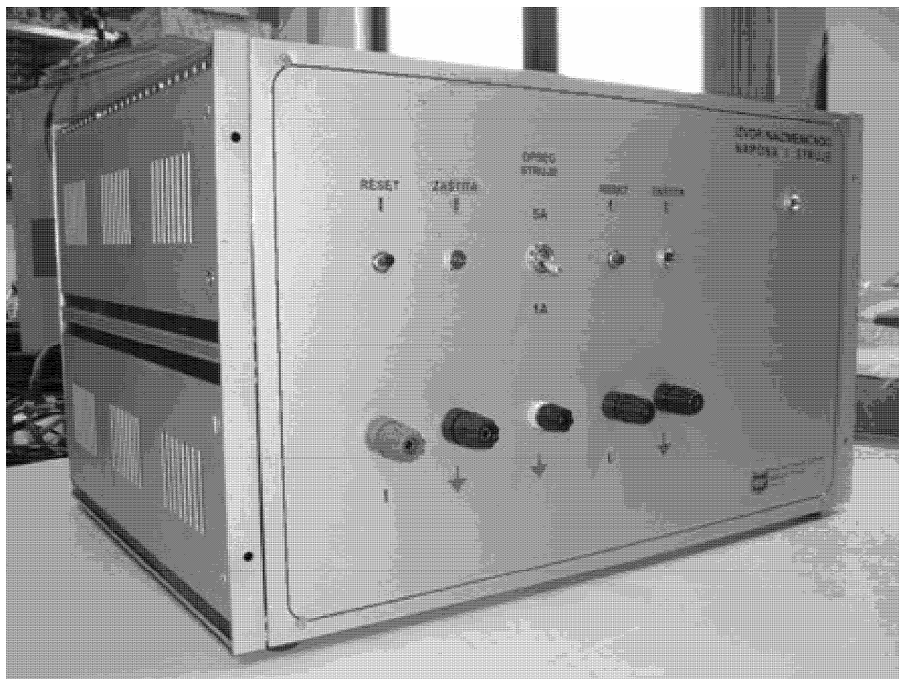
Uredjaj se funkcionalno može podeliti u četiri dela:

1. Digitalna pobuda
2. Izvor naponskog talasnog oblika zadate amplitude i početne faze
3. Izvor strujnog talasnog oblika zadate amplitude i početne faze
4. Kolo prekonaponske, prekostrujne i temperaturne zaštite

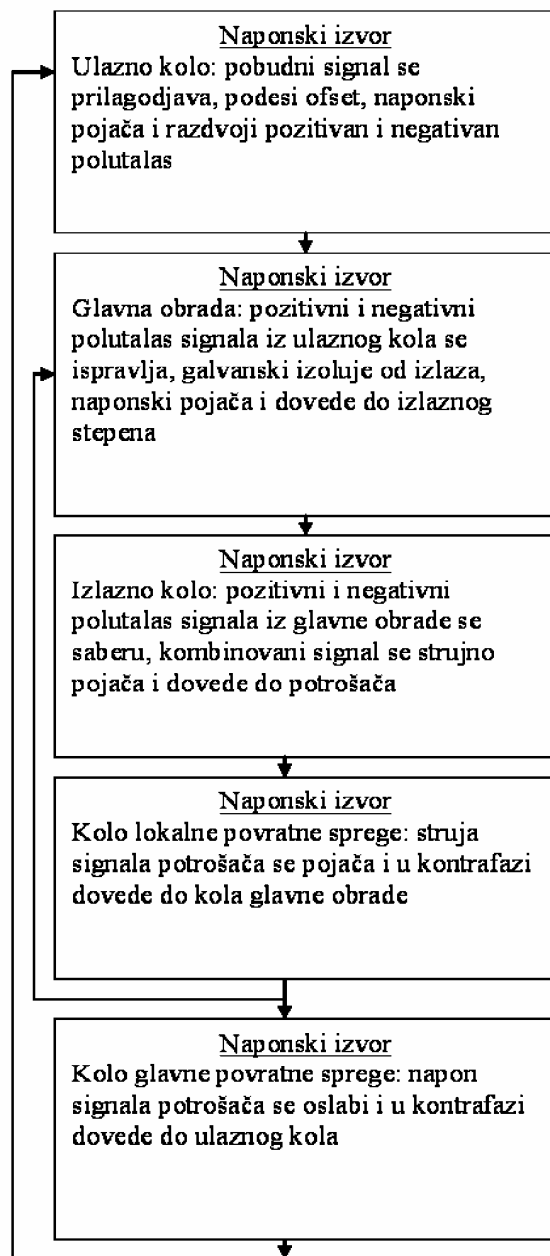
Digitalna pobuda je bazirana na 32-bitnom digitalnom signal kontroleru TMS32F28335 firme Texas Instruments. Normalizovane naponske i strujne signale koje generiše digitalna pobuda potrebno je dovesti na nivoe koji odgovaraju vrednostima zadatim na virtualnom instrumentu. To se vrši u energetskom delu koji obuhvata funkcionalne blokove 2 i 3, a zajedno sa njima je realizovan i funkcionalni blok 4 koji se odnosi na zaštitu uređaja. Na Slici 3 je prikazan blok dijagram naponskog izvora. Obrada strujnog signala je slična obradi naponskog signala.



Slika 1. Blok dijagram celokupnog sistema koji uključuje PC i uredjaj



Slika 2. Izgled prednjeg panela uredjaja



Slika 3. Blok dijagram naponskog izvora

Ispitivanje tačnosti podešavanja izlaznog napona i struje sprovedeno je u celom radnom opsegu napona i struje i pri različitim vrednostima opterećenja, a rezultati merenja su dati u Tabeli 1 i Tabeli 2. Merenje faznog stava između podešenih vrednosti napona i struje realizovano je za ceo opseg podešavanja faznog stava od  $360^\circ$ . Rezultati merenja prikazani su u Tabeli 3.

$I_z$ (A)	$I_T$ (A)	S (VA)	G (%)
0.1	0.09999	0.5	0.010
0.25	0.24975		0.100
0.5	0.49938		0.124
0.75	0.74935		0.087
1.00	0.99983		0.017
1.200	1.2010		-0.083
0.5	0.49967	5	0.066
1.0	1.00045		-0.045

0.5	0.49987	<b>10</b>	0.026
1.0	1.00097		-0.097
1	0.99965	<b>0.5</b>	0.035
2	2.0014		-0.070
3	3.0007		-0.023
4	4.0016		-0.040
5	5.0052		-0.104
6	6.0143		-0.238
5	5.0050	<b>5.5</b>	-0.100
5	5.0067	<b>10.5</b>	-0.134

Tabela 1 Merenje izlazne struje

$U_z$ (V)	$U_T$ (V)	S (VA)	G (%)
<b>0</b>	0.0018	<b>0</b>	-0.003
<b>10</b>	10.0263		-0.044
<b>20</b>	20.050		-0.083
<b>30</b>	30.075		-0.125
<b>40</b>	40.105		-0.175
<b>50</b>	50.134		-0.223
<b>60</b>	60.104	<b>2.5</b>	-0.173
<b>10</b>	10.0055		-0.009
<b>30</b>	30.036		-0.060
<b>60</b>	60.105	<b>5</b>	-0.175
<b>10</b>	10.0002		0.000
<b>30</b>	30.017		-0.028
<b>60</b>	60.068	<b>7.5</b>	-0.113
<b>10</b>	9.9937		0.010
<b>30</b>	29.999		0.002
<b>60</b>	60.072	<b>10</b>	-0.120
<b>10</b>	9.9881		0.020
<b>30</b>	29.984		0.027
<b>60</b>	59.896		0.173

Tabela 2 Merenje izlaznog napona

$U_z$ (V)	$I_z$ (A)	S (VA)	$\varphi_z$ (°)	$\varphi_T$ (°)	$\Delta\varphi$ (°)
<b>50</b>	<b>1.00</b>	<b>5.5</b>	0	1.80	-1.80
			30	31.80	-1.80
			60	61.81	-1.81
			90	91.75	-1.75
			120	121.75	-1.75
			150	151.76	-1.76
			180	180.20	-1.80
			210	151.80	-1.80
			240	121.78	-1.78
			270	91.77	-1.77
			300	61.77	-1.77
			330	31.77	-1.77
360	1.77	-1.77			

Tabela 3 Merenje međufaznog stava izlaznog napona i struje

Analizom rezultata ispitivanja prikazanim u poglavlju 3 može se zaključiti da je realizovani uređaj ispunio merno-tehničke zahteve specifiirane u uvodu ovog rada.

Stabilnost podešenih vrednosti napona i struje znatno je bolja od  $\pm 0.1\%$ . Prisustvo harmonika, odnosno klir faktor kao mera izobličenosti podešenog napona manji je od 1 %.

Odstupanja zadatih vrednosti napona, struje i međusobnog faznog stava od stvarnih (tačnih) je takva da upućuje da se realizovani izvor napona i struje može primeniti i kao kalibrator klase tačnosti 0.2.

Izvesno je da realizovani uređaj predstavlja solidnu osnovu za razvoj kalibratora za etaloniranje instrumenata za merenje električnih veličina (ampermetra, voltmetra, vatmetra, varmetra, merila faktora snage ) najveće klase tačnosti.



## Literatura

- [1] H. Goldberg, "What is Virtual Instrumentation" *IEEE Instrumentation and Measurement Magazine*, vol. 3, no. 4, pp. 10 - 13, 2000.
- [2] B. A. Galwas, R. J. Rak, "Virtual Laboratory – a Future Part of the New Web-Based Model of Undergraduate Engineering Studies Developed by Warsaw University of Technology", *Joint IMEKO TC-1 and XXXIV MKM Conference*, Wroclaw, September 8 – 12, 2002.