

# Primena mernog instrumenta VMP 20 za merenje snage u kolu naizmjenične struje

Nemanja Vidović, Isidora Sabadoš, Atila Juhas i Saša Skoko

**Apstrakt**—U ovom radu predstavljen je jedan način primene mernog instrumenta VMP 20 u izvođenju laboratorijskih vežbi iz predmeta Električna merenja. Tema rada je merenje snage u kolu jednofazne struje za različite vrste opterećenja, predstavljanje rezultata merenja kao i mogućnost praktičnog izvođenja laboratorijske vežbe u realnom vremenu. Pažljivom organizacijom laboratorijskih vežbi, kao što je prikazano u ovom radu, moguće je uspostaviti maksimalnu korelaciju između osnovne teorije električnih merenja, mernih metoda kao i drugih stručnih predmeta kao što su Osnove elektrotehnike i teorija naizmjeničnih struja.

**Ključne reči**—merenje snage, merne metode, laboratorijske vežbe.

## I. UVOD

Savremeni pravci u obrazovnom sistemu naglašavaju razvijanje što većeg broja praktičnih veština budućih tehničara i inženjera. U tu svrhu potrebno je obezbediti odgovarajući broj stručnih predmeta u čijem sastavu će biti predviđen odgovarajući laboratorijski rad. Laboratorijski rad je veoma važan, jer se u okviru njega neprestano prožimaju teorijski principi i praktične realizacije u okviru neke stručne discipline.

Veoma je važno naglasiti potrebu primene savremenih mernih uređaja i mernih sistema u izvođenju laboratorijskih vežbi. Na taj način se stvaraju dobri preduslovi za maksimalno iskorišćenje potencijala izvođenja odgovarajuće laboratorijske vežbe.

U ovom radu prikazana je primena mernog instrumenta VMP 20 u izvođenju laboratorijske vežbe iz oblasti merenja snage u kolu jednofazne struje. Instrument pruža izuzetne pogodnosti u radu, jednostavno priključenje u električno kolo, jednostavnu upotrebu. Pored toga na prednjem displeju instrumenta prikazuju se osnovne merene veličine, ali se najveća vrednost ogleđa u tome što za instrument postoji odgovarajući softver VMPCalc. Na taj način može se meriti više veličina nego što se prikazuje na displeju instrumenta. Uz primenu odgovarajućeg softvera instrument VMP 20 pruža mogućnost merenja na daljinu i razmene osnovnog prozora softvera za merenje preko video linka. Ovakvom organizacijom laboratorijskog rada, pruža se mogućnost

Nemanja Vidović – Elektrotehnička škola "Mihajlo Pupin", Futoška 17, 21000 Novi Sad, Srbija (e-mail: vidovicnemanja123@gmail.com).

Isidora Sabadoš – Elektrotehnička škola "Mihajlo Pupin", Futoška 17, 21000 Novi Sad, Srbija (e-mail: lapislazuli.ns@gmail.com).

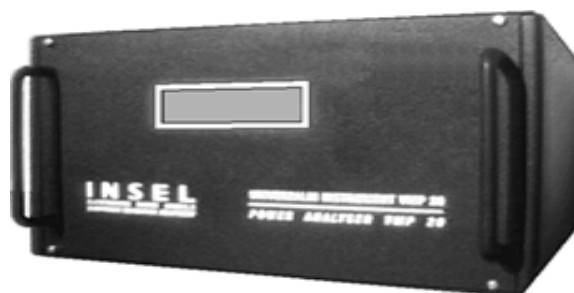
Atila Juhas, Fakultet tehničkih nauka Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Srbija, (e-mail: juhiatti@gmail.com)

Saša Skoko – Elektrotehnička škola "Mihajlo Pupin", Futoška 17, 21000 Novi Sad, Srbija, (e-mail: sasaskoko78@gmail.com).

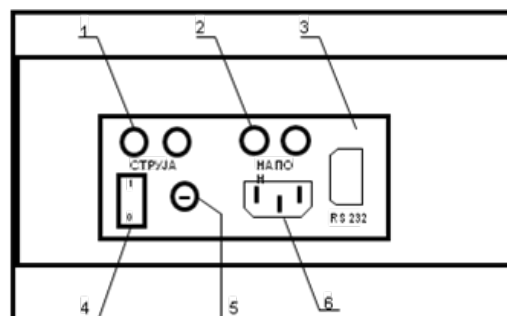
primene mernog instrumenta VMP 20 u organizaciji onlajn laboratorijskih vežbi u okviru udaljenih laboratorija.

## II. MERNI INSTRUMENT VMP 20

Meni instrument VMP 20 razvijen je na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu. Na Sl. 1. prikazan je izgled mernog instrumenta, a na Sl. 2. prikazana je priključna ploča.



Sl. 1. Izgled mernog instrumenta VMP 20.



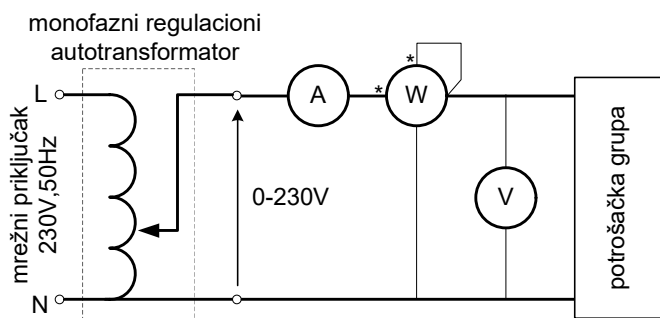
Sl. 2. Izgled priključne ploče instrumenta VMP 20.

Na Sl. 2. brojevima su označeni sledeći priključni kontakti: 1- strujni priključni kontakti, 2 - naponski priključni kontakti, 3- konektor za povezivanje sa računarom sa RS232 komunikacionim protokolom, 4 - prekidač za uključanje i isključenje mernog instrumenta, 5- osigurač, 6 - konektor za priključenje kabla za napajanje mernog sistema. Rad mernog sistema instrumenta zasniva se na stohastičkoj adicijonj A/D konverziji (SAADK). Metoda omogućava nov pristup merenjima na električnoj mreži, nezavisna je od tehnološkog razvoja i elektronskih komponenata, zahteva jednostavan hardver i adaptivnu preciznost merenja [1-4].

## III. MERENJE SNAGE U KOLU NAIZMENIČNE STRUJE

Standardni pristup izvođenju laboratorijskih vežbi

podrazumeva primenu standardnih analognih mernih instrumenata. Na Sl. 3. prikazana je principiska električna šema za izvođenje laboratorijske vežbe za merenje snage u kolu naizmenične struje primenom ampermetra, voltmetra i vatmetra [5].



Sl. 3. Električna šema za merenje snage u kolu jednofazne struje primenom standardnih analognih mernih instrumenata.

Na osnovu prikazane merne metode sa Sl. 3. napon, struja i aktivna snaga određuju se direktno očitavanjem mernih instrumenata, dok se prividna snaga, reaktivna snaga i faktor snage određuju indirektno primenom proračuna.

$$S = U \cdot I \quad (1)$$

$$\cos \varphi = \frac{P}{S} \quad (2)$$

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2} \quad (3)$$

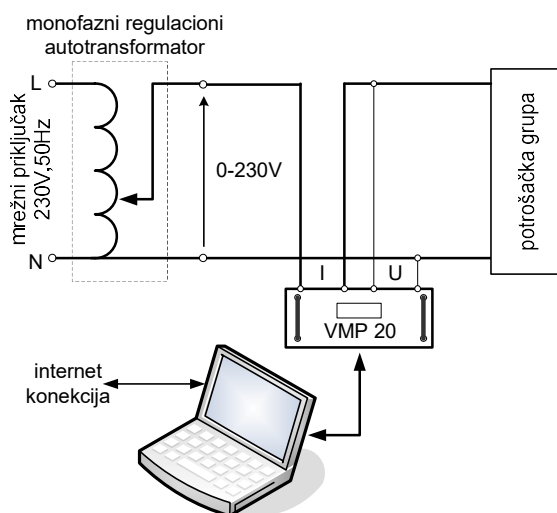
Pri čemu u (1), (2), (3), veličine imaju sledeće značenje:  $I$  - izmerena struja,  $U$  - izmereni napon,  $P$  - izmerena aktivna snaga,  $S$  - prividna snaga,  $\cos \varphi$  - faktor snage,  $Q$  - reaktivna snaga. Na sl. 4. prikazan je izgled postavljene laboratorijske vežbe za merenje snage u kolu jednofazne struje.



Sl. 4. Izgled merne opreme za izvođenje laboratorijske vežbe primenom standardnih analognih mernih instrumenata.

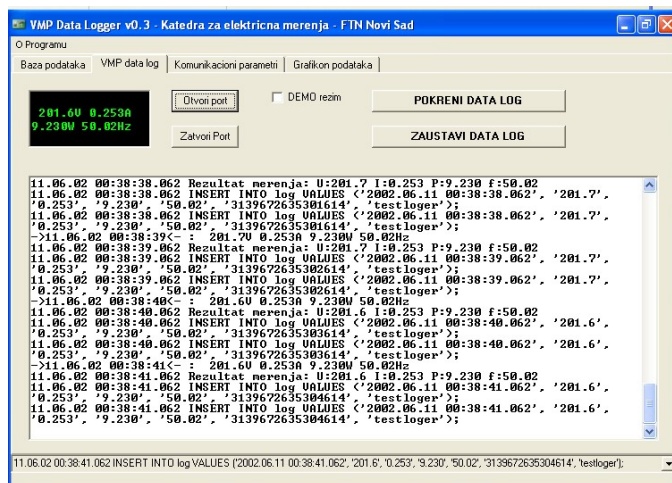
Osnovni nedostaci ovako postavljene laboratorijske vežbe ogledaju se u sledećem: mere se samo tri veličine (napon, struja i aktivna snaga) dok se ostale veličine izračunavaju, merni postupak relativno dugo traje zbog očitavanja analognih mernih instrumenata, ne postoji mogućnost izvođenja laboratorijske vežbe na daljinu.

Za razliku od standardnih mernih metoda koje se zasnivaju na primeni analognih mernih instrumenata, primena instrumenta VMP 20 pruža mnogo više mogućnosti. Na Sl. 5. prikazana je principiska šema primene mernog instrumenta VMP 20 u merenju snage u kolu naizmenične struje.



Sl. 5. Električna šema za merenje snage u kolu jednofazne struje primenom mernog instrumenta VMP 20.

Primenom odgovarajućeg softvera VMPCalc moguće je u realnom vremenu meriti sledeće veličine: napon, struju, aktivnu snagu i frekvenciju. Na Sl. 6. prikazan je izgled osnovnog prozora softvera VMPCalc.

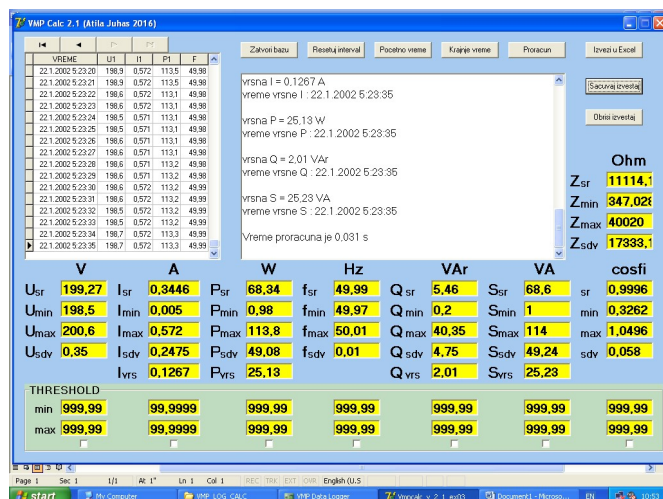


Sl. 6. Izgled osnovnog prozora softvera VMPCalc.

Na Sl. 6. možemo uočiti displej u gornjem desnom uglu prozora na kome se u realnom vremenu prikazuju vrednosti

napona, struje aktivne snage i frekvencije potrošačke grupe. Ovaj način prikazivanja izuzetno je pogodan za praćenje vrednosti merenih veličina u realnom vremenu ako je računar povezan na internet i postoji mogućnost deljenja ekrana računara putem odgovarajućeg video linka.

Pored prikazanog prozora na Sl. 6 softver za obradu podataka VMPCalc pruža mogućnost merenja više veličina na definisanom intervalu. Na Sl. 7. prikazan je izgled prozora softvera VMPCalc u kome se prikazuju sve veličine koje može da meri instrument VMP 20.



Sl. 7. Izgled prozora softvera VMPCalc prikaz više veličina merenih na intervalu.

U Tabeli I pregledno su prikazane električne veličine koje se mogu meriti instrumentom VMP 20, na definisanom intervalu.

TABELA I  
PRIKAZ VELIČINA KOJE INSTRUMENT MERI NA INTERVALU

Naziv veličine	Oznaka i jedinica
Napon	$U$ [V]
Struja	$I$ [A]
Aktivna snaga	$P$ [W]
Frekvencija	$f$ [Hz]
Reaktivna snaga	$Q$ [VAr]
Prividna snaga	$S$ [VA]
Faktor snage	$\cos\phi$ [-]
Impedansa potrošača	$Z$ [ $\Omega$ ]

#### IV. PRIMENA INSTRUMENTA VMP 20 I REZULTATI MERENJA

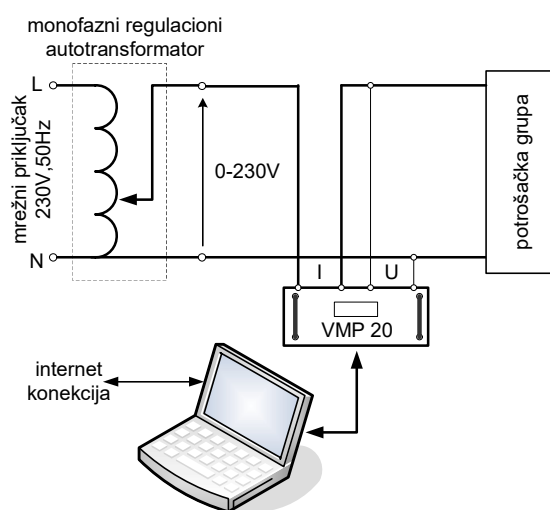
Laboratorijka vežba je tako koncipirana da je jasno definisan zadatak, data je električna šema i spisak ogledne opreme i kratko uputstvo za realizaciju laboratorijske vežbe. Učenik ili student, pre dolaska u laboratoriju, potrebno je da prouči tekst postavke laboratorijske vežbe i pripremiti se za nju.

U slučaju da se vežba radi u realnom vremenu, odnosno, onlajn, učenik ili student treba da bude pored svog računara u zakazanoj satnici. Neophodan preduslov je da postoji pristup internetu u laboratoriji za električna merenja.

Za rad u realnom vremenu preko interneta nastavnik ili saradnik su moderatori i definišu dinamiku izvođenja laboratorijske vežbe, dok učenik ili student preko video linka prate tok izvođenja laboratorijske vežbe.

U toku neposrednog merenja prozor softvera VMPCalc dostupan je putem video linka studentima ili učenicima i samostalno mogu izvršiti očitavanje merenih veličina.

Principijski izgled električne šeme ispitne stanice za merenje snage u kolu naizmenične struje primenom instrumenta VMP20 u realnom vremenu prikazan je na Sl. 8.



Sl. 8. Principijski izgled električne šeme za merenje snage u kolu jednofazne struje primenom instrumenta VMP20.

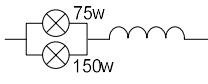
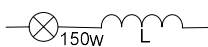
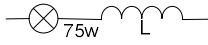
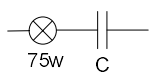
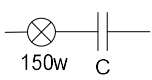
Na Sl. 9. prikazan je izgled ispitne stanice u laboratoriji sa povezanom mernom opremom i odgovarajućim računarnom.

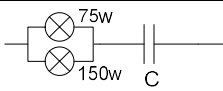


Sl. 9. Izgled ispitne stanice u laboratoriji sa povezanom mernom opremom i odgovarajućim računarnom.

Tok izvođenja laboratorijske vežbe ogleda se u tome da se instrumentom VMP 20 mere električne veličine potrošača za različite kombinacije u potrošačkoj grupi. U Tabeli II prikazani su rezultati merenja za različite kombinacije elemenata potrošačke grupe.

TABELA II  
TABELARNI PRIKAZ REZULTATA MERENJA

		
1. kombinacija		
$U$	200.8	[V]
$I$	0.828	[A]
$P$	141.5	[W]
$S$	166.26	[VA]
$\cos\varphi$	0.853	
$Q$	86.45	[VAr]
		
2. kombinacija		
$U$	201.4	[V]
$I$	0.578	[A]
$P$	108.7	[W]
$S$	116.41	[VA]
$\cos\varphi$	0.932	
$Q$	41.91	[VAr]
		
3. kombinacija		
$U$	202.9	[V]
$I$	0.311	[A]
$P$	61.85	[W]
$S$	63.101	[VA]
$\cos\varphi$	0.982	
$Q$	11.36	[VAr]
		
4. kombinacija		
$U$	203.4	[V]
$I$	0.221	[A]
$P$	22.72	[W]
$S$	44.95	[VA]
$\cos\varphi$	0.503	
$Q$	38.66	[VAr]
		
5. kombinacija		
$U$	203.6	[V]
$I$	0.256	[A]
$P$	9.452	[W]
$S$	52.12	[VA]
$\cos\varphi$	0.181	
$Q$	51.07	[VAr]

		
6. kombinacija		
$U$	203.8	[V]
$I$	0.262	[A]
$P$	3.029	[W]
$S$	53.39	[VA]
$\cos\varphi$	0.057	
$Q$	52.86	[VAr]

Završni deo vežbe učenik ili student radi samostalno. On se ogleda u korelaciji između teorije naučene iz Osnova elektrotehnike koje je neophodno povezati sa rezultatima dobijenim u laboratoriji za električna merenja.

Naime, neophodno je za odgovarajuće kombinacije potrošačke grupe konstruisati u odgovarajućoj razmeri trouglove snaga (aktivna, reaktivna, prividna) i dijagrame dobijene konstrukcionom metodom uporediti sa znanjima usvojenim na predmetu Osnove elektrotehnike. Proveriti da li komponente aktivne reaktivne i prividne snage čine pravougli trougao i eventualna odstupanja komentarisati stručno. Na taj način uspostavlja se snažna korelacija između osnovne teorije električnih merenja i teorije osnova elektrotehnike odnosno praktičnim merenjima proverava se da li važe osnovni teorijski principi u elektrotehnici.

#### V. ZAKLJUČAK

Cilj ovog rada je da približi jedan način izvođenja laboratorijskih vežbi iz električnih merenja. Obuhvaćena je jedna veoma važna tema a to je merenje snage u kolu naizmjenične struje. Posebnu važnost u radu predstavlja primena savremenog mernog instrumenta VMP 20 i odgovarajućeg softvera VMPCalc za obradu merenih podataka. Zahvaljujući primeni softvera u radu je posebno akcentovana mogućnost primene instrumenta za izvođenje laboratorijskih vežbi u realnom vremenu i putem onlajn vežbi, odnosno video-linka. Na taj način podiže se kvalitet realizacije laboratorijskih vežbi, ali i ono što je još važnije, pruža se mogućnost pristupanja, praćenja i neposrednog rada učenika ili studenata koji nisu u mogućnosti iz objektivnih razloga da prisustvuju neposrednom izvođenju laboratorijskih vežbi. Iskustvo stečeno u radu sa instrumentom VMP20 je izuzetno pozitivno pa na ovom mestu želimo da istaknemo podršku autorima instrumenta na daljem hardverskom i softverskom usavršavanju mernog instrumenta.

#### ZAHVALNICA

Na ovom mestu želimo da se zahvalimo Vladimiru Vujičiću profesoru Fakulteta tehničkih nauka u penziji na velikoj podršci i savetima o mogućnostima primene instrumenta u neposrednoj laboratorijskoj praksi kao i pravcima primene u razvoju laboratorijskih merenja na daljinu i onlajn organizaciji laboratorijskih vežbi.

## LITERATURA

- [1] A. Juhas, "Hardverska i softverska podrška trofaznim merenjima snage i energije u ED mreži", master rad, Katedra za električna merenja, Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, Novi Sad, Srbija, 2017.
- [2] V. Vujičić, I. Župunski, Z. Mitrović, M. Sokola, "Merenje u tački i intervalu", Proc. of IMECO XIX, World Congress, Lisabon, Portugal, , pp. 1128-1132, No. 480, septembar, 2009.
- [3] V. Vujičić, S. Milovančev, "Digitalni instrument za merenje srednje vrednosti proizvoda dava analogna periodična signala", YU patent, broj 48195, 1995.
- [4] V. Pjevalica, V. Vujičić, "Further Generation of Low-Frequency True-RMS Instrument", IMTC, pp. 1008-1011, May, 2005.
- [5] P. Dobanovački, S. Skoko, "Električna merenja-praktikum laboratorijskih vežbi", Elektrotehnička škola "Mihajlo Pupin", Novi Sad, Srbija, 2016.

## ABSTRACT

This paper presents a way of applying the measuring instrument

VMP 20 in performing laboratory exercises in the subject of Electrical Measurements. The topic of the paper is the measurement of power in a single-phase current circuit for different types of loads, the presentation of measurement results as well as the possibility of practical laboratory exercises in real time. By careful organization of laboratory exercises, as shown in this paper, it is possible to establish the maximum correlation between the basic theory of electrical measurements, measurement methods and other professional subjects such as Fundamentals of Electrical Engineering and Theory of Alternating Currents.

### **Practical implementation of the VMP 20 for measuring power in an alternating current circuit**

Nemanja Vidović, Isidora Sabadoš, Atila Juhas i Saša Skoko