

TROFAZNO MERILO PROPADA I NADVIŠENJA NAPONA

Odgovorno lice: dr Josif Tomić

Autori rešenja: dr Josif Tomić, dr Miodrag Kušljević, dr Vladimir Vujičić, dr Miloš Živanov,
dr Miloš Slankamenac.

Razvijeno u okviru projekata: TR32019 i IIR43008

Godina: 2011.

1. Oblast tehnike na koju se merni instrument odnosi

Predloženi merni instrument pripada oblasti mernih uređaja koji se koriste za merenja na elektroenergetskoj mreži. Praktično je realizovan prototip trofaznog mernog uređaja za merenje propada i nadvišenja napona u elektrodistributivnoj mreži. Takođe su dati i rezultati dobijeni prilikom merenja u realnom sistemu. Realizovani uređaj je poboljšani i unapređeni prethodni merni uređaj i predstavlja nastavak višegodišnjih istraživanja iz oblasti merenja i analize u elektroenergetskim sistemima.

2. Realizacija

Razvijeni prototip ovog mernog uređaja je realizovan na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu na Katedri za električna merenja u čijoj laboratoriji je izvršena i verifikacija mernog uređaja.

3. Korisnici usluga

Razvijeni prototip ovog mernog uređaja je u upotrebi u Elektrovojvodini u Novom Sadu i tamo se koristi za merenje poremećaja napona kod korisnika. Ovaj merni uređaj se može koristiti i za edukaciju studenata iz predmeta u kojima se obrađuje digitalna obrada mernih signala. Merni uređaj se može koristiti i u preduzećima koja se bave zaštitom životne sredine u cilju ispravnog održavanja njihovih energetske objekata.

4. Tehnički problem

Merenje vrednosti propada i nadvišenja napona kao i vreme njihovog trajanja predstavljaju veoma značajan podatak o stanju mreže. Zbog relativno slabije izgrađene elektroenergetske infrastrukture u pojedinim područjima ovakve pojave postaju dominantne. Nešto manje opasne pojave predstavljaju i treperenja mreže, takozvani "flikeri", koji ne mogu da ugroze mrežu koliko su neprijatni za oko.

Naponski propadi su jedan od najznačajnijih faktora u kvalitetu električne energije a analiza rezultata zahteva definisanje i razumevanje karakteristika propada napona. Različiti tipovi poremećaja se klasifikuju po amplitudi i trajanju. To je posebno bitno za proizvođače i korisnike električnih uređaja. Proizvođači treba da znaju šta se očekuje od njihove opreme, a korisnici, pomoću monitoringa, mogu odrediti da li je neispravan rad uređaja izazvan od strane poremećaja u mreži ili je problem u samom uređaju. Osnovni standardi u ovoj oblasti su IEC 61000, EN 50160 i IEEE 1159.

Standardima su definisani tipovi, trajanje poremećaja i tolerancije za različite tipove opreme u odnosu na poremećaje koji mogu biti prisutni u mreži. U praksi, specifični naponski propadi mogu biti komplikovaniji i ne mogu se opisati klasičnim karakteristikama. Prvo, pored smanjenja amplitude tokom naponskog propada, postoji i fazni pomak, koji obično nije uključen u

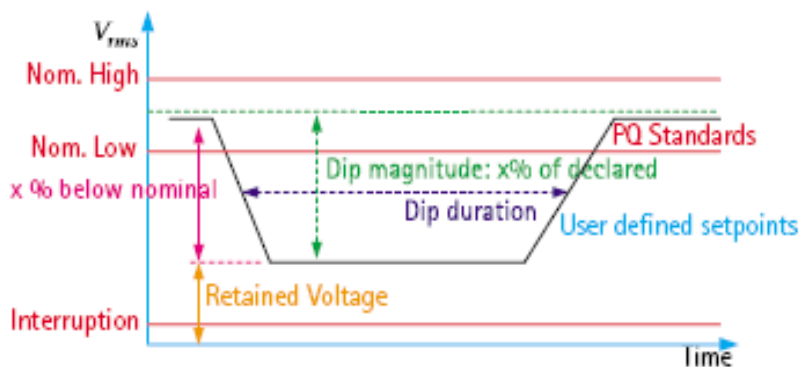
karakteristiku. Drugo, ovakva karakteristika podrazumeva balansiran naponski propad, dok je većina naponskih propada izazvana nebalansiranim kvarovima.

Kada je trofazni sistem u pitanju, postoje dva pristupa. Prvi pristup, u skladu sa standardom IEC 61000-4-30 za vrednost propada uzima najmanju izmerenu vrednost napona u nekoj od faza tokom propada. Drugi pristup, na osnovu standarda IEEE 1564, meri karakteristike napona na osnovu simetričnih komponenti i uzima najmanju izmerenu vrednost od šest efektivnih vrednosti, tri fazna i tri međufazna napona. U ovom mernom uređaju je korišćen prvi pristup.

5. Propadi napona, nadvišenja napona, flikeri

Naponski propadi (*voltage dips*) su iznenadna smanjenja napona za više od 10% nominalne vrednosti sa trajanjem između 10 milisekundi i jedne minute. Glavni uzročnici propada napona u elektroenergetskoj mreži su kvarovi u sistemu koji su dovoljno daleko tako da ne izazivaju potpuni prekid napajanja kao i startovanje velikih potrošača i povremeno napajanje velikih induktivnih potrošača.

Naponski propadi se javljaju zbog loše dimenzionisanih instalacija kod korisnika i predstavljaju najčešći uzrok prekida rada industrijskih objekata. Drugi uzročnici propada u elektroenergetskoj mreži su povezani sa vremenskim uslovima, dodirima životinja i iskopavanjima prilikom kojih se oštećuju kablovi. Po standardu EN 50160 nominalni fazni napon iznosi 230 V sa dozvoljenim odstupanjem od $\pm 10\%$ što daje dozvoljeni opseg napona od 207 V do 253 V. Vrednosti napona koje su niže i više od ovih, smatraju se za naponske propade odnosno nadvišenja. Slika 1. pokazuje oblik naponskog propada zajedno sa definisanim parametrima.

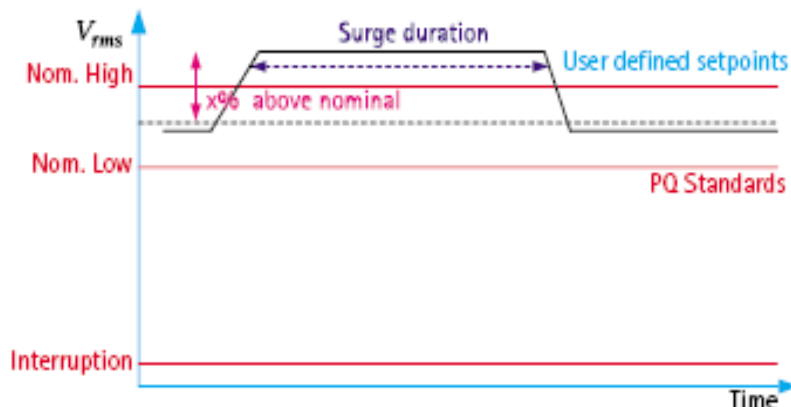


Slika 1. Parametri naponskog propada

Uticaj na korisnika može se kretati od dosadnih ometanja (neperiodičnih treperenja osvetljenja, takozvani flikeri) do ozbiljnih šteta usled ispada osetljivih potrošača i kvarova motora. U slučaju kada se propadi ponavljaju u periodu od nekoliko sati, ponovljeni ispad opreme može prouzrokovati ozbiljne probleme u proizvodnji. Amplituda naponskih propada se određuje procentom naponskog umanjenja u odnosu na nominalnu vrednost a njihovo trajanje, vremenom za koje efektivna vrednost neke od faza, koja se procenjuje tokom svake periode signala, pada ispod praga od 90% nominalne vrednosti. Merenje se nastavlja dok se napon ne vrati iznad napona praga. Za jednostruke događaje, amplitude naponskih propada merenih u faznom prema nultom provodniku razlikuje se od propada izmerenog u međufaznom naponu. Vrednosti izmerene u međufaznim naponima u principu bolje reprezentuju efekat naponskih propada kod industrijskih potrošača. Godišnji broj naponskih propada se ne može predvideti i znatno varira od mesta do mesta.

Naponska nadvišenja (*surges/spikes*) su suprotna propadima, porast napona koji može biti trenutni ili imati duže trajanje. Trenutna nadvišenja su nagla povećanja efektivne vrednosti napona iznad 110% od nominalnog napona sa trajanjem između 10 milisekundi do jedne minute. Najčešće su izazvani udarima groma i lukovima prilikom prekidačkih operacija u prekidačima/kontaktorima, posebno prilikom isključenja induktivnih potrošača. Ovi uzroci mogu izazvati ozbiljna oštećenja, od

oštećenja izolacije do oštećenja osetljive elektronske opreme. Na slici 2. prikazan je oblik naponskog nadvišenja sa parametrima.



Slika 2. Parametri naponskog nadvišenja

Trenutna nadvišenja postoje kada efektivna vrednost napona u nekoj od faza, merena u toku jedne periode signala, prelazi prag od 110% nominalnog napona. Merenje se nastavlja dok vrednost u sve tri faze ne padne ponovo ispod ove granične vrednosti. Značaj nadvišenja koja su prouzrokovana zemljospojem jedne faze varira sa lokacijom kvara, impedansom sistema i efikasnošću uzemljenja nultog provodnika, na sledeći način:

- U slučaju kada je nulti provodnik efikasno uzemljen, naponsko nadvišenje u ispravnoj fazi prema masi je manje od 140% i tipično traje nekoliko perioda do nekoliko sekundi, u zavisnosti od brzine kojom zaštitni uređaj eliminiše kvar.
- U slučaju sistema čiji je nulti provodnik izolovan ili neuzemljen, naponsko nadvišenje u ispravnoj fazi prema masi može dostići iznos od 180% i sistemi ovog tipa se projektuju u skladu sa ovim ograničenjima.

Treperenje, fenomen zamorne promene intenziteta svetlosti prouzrokovano je fluktuacijom napona usled promene opterećenja mreže. Veoma je neprijatan za ljudske oči i karakterišu ga spore promene magnitude napona sa frekvencijama koje variraju od 0.5 do 30 Hz. Matematički se najlakše može opisati kao amplitudsko modulirani oblik talasa. Treperenje se definiše na sledeći način: Ako se u nekoj prostoriji nalazi 100 ljudi pod jednakim uslovima, i ako se intenzitet svetla promeni toliko da to opazi 50 od ukupno 100 ljudi, kaže se da treperenje (*flicker*) ima intenzitet 1. Najčešći izvori flikera su: lučne peći, motori u pumpama za grejanje i klimatizaciju, kućni aparati, mašine za kopiranje a u poslednje vreme i alternativni izvori energije kao što su vetro generatori. Dva standarda regulišu propise u ovoj oblasti i to su IEC 61000-4-15 i IEC 61400-21 standardi.

6. Princip rada mernog uređaja

Pošto se ove ekscesne situacije, takozvani "propadi" napona, najčešće javljaju u vrlo kratkim vremenskim intervalima, klasično izrađeni uređaji sa nekim od *true rms* čipova ne dolaze u obzir zbog svoje velike vremenske konstante. Zbog toga je realizovan mikroprocesorski merni uređaj koji efektivnu vrednost napona sračunava preko klasične metode uzorkovanja gde se sve promene na obliku i vrednosti napona mogu lako i brzo detektovati.

Merenje efektivne vrednosti trofaznog napona obavlja se putem mikroprocesora i AD konvertora metodom uzorkovanja preko formule (1).

$$U_{eff} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n U_i^2} \quad (1)$$

Trofazni naponi dovode se preko 3 naponska merna transformatora, razdelnika napona i preciznog dvostranog ispravljača na ulaz AD konvertora. Mere se fazni naponi između svake faze pojedinačno i nultog voda. Brzina odabiranja 12-bitne AD konverzije je 1025 Hz s tim da se u tom intervalu moraju uraditi praktično 3 AD konverzije. Ukupno se meri 10 perioda po 205 tačaka za svaku fazu što traje 0.2 sekunde. Nakon sračunavanja ovih efektivnih vrednosti one se upoređuju sa minimalnim i maksimalnim vrednostima iz prethodnih intervala od 0.2 sekunde. U ovom intervalu je pored svih sračunavanja potrebno uraditi i ispis na displej rezultata merenja. Nakon isteka perioda od 1 minute minimalne i maksimalne vrednosti efektivnog napona za svaku fazu pojedinačno, smeštaju se trajno u fleš memoriju zajedno sa informacijom o datumu i vremenu merenja.

7. Tehničke karakteristike uređaja

Pošto se najčešći kvarovi na elektroenergetskom sistemu dešavaju u zimskom periodu kada je i potrošnja struje najveća, bilo je potrebno merni uređaj tako konstruisati da izdrži minimalne temperaturne vrednosti u ovom podneblju a da i dalje radi u propisanim granicama tačnosti. Zbog toga su sve korišćene komponente bile industrijskog tipa sa pojačanim temperaturnim opsegom rada, od -20 C do $+70\text{ C}$ stepeni.

Takodje zbog terenskog rada bilo je potrebno da uređaj poseduje izuzetnu robustnost i pouzdanost u radu tako da meri i u najtežim eksploatacijskim uslovima a otporan je i na prljavštinu, vlagu i vibracije. Ovo se postiglo na taj način što je uređaj kada je finalno napravljen i testiran zaliven u smolu.

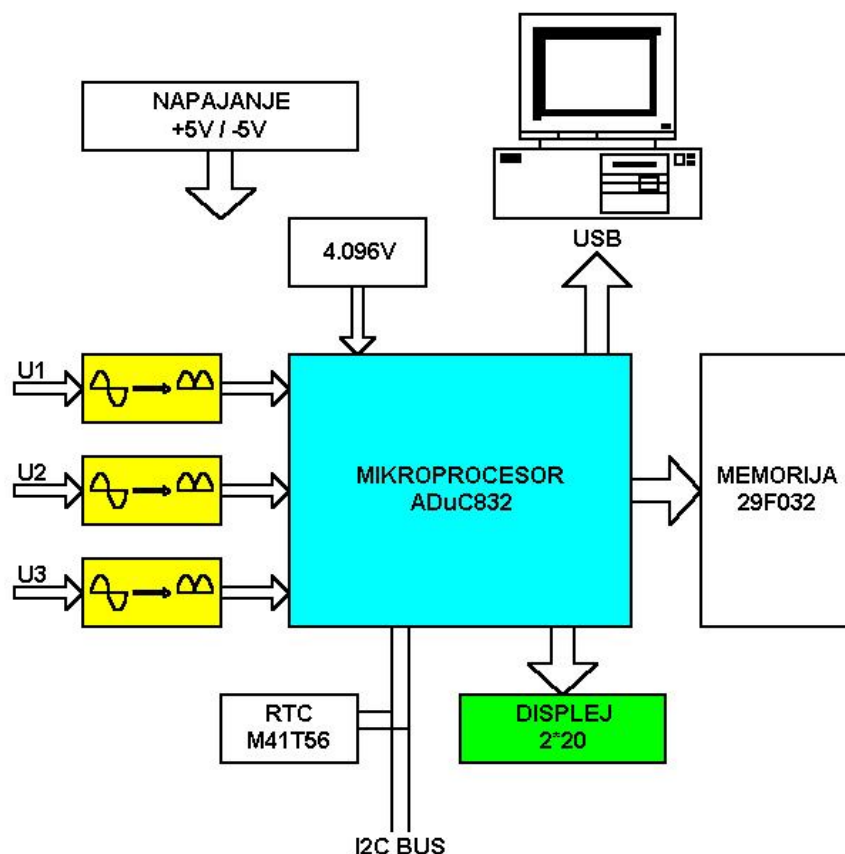
Zbog toga što na pojedinim lokacijama nije bilo kvalitetnog napajanja bilo je potrebno uređaj osposobiti da pravilno radi u širokom opsegu napajanja, koje se dobija preko iste trofazne utičnice kao i merni signal ali preko druga 3 napajачka transformatora. Napajanje uređaja je preko tri faze (3 puta monofazno) u opsegu od 120 do 300 Veff. Uređaj ispravno radi i meri čak i ukoliko postoji samo jedna faza od 120 V i nula. Merni opseg uređaja je od 0 do 300 V efektivno a klasa tačnosti mernog uređaja je 0.5.

Osnovni deo ovog mernog sistema predstavlja mikroprocesor. Izabran je mikroprocesor novije generacije ADuC832 firme "Analog Devices" zbog toga što u sebi sadrži i veoma precizni 12-bitni AD konvertor sa 8 ulaza. Pored toga ovaj mikroprocesor sadrži u sebi i sve neophodne komponente za izradu preciznih mernih uređaja u *embedded* aplikacijama. Navešćemo samo neke od njih:

- 62 kBajta programske fleš memorije,
- *In System* programabilan čip,
- 12 bitni AD konvertor sa 8 ulaza, 250 kS/s,
- 8051 industrijski standard,
- SPI, I2C, UART i DMA hardverski kanali,
- *Timer Interval Counter* i WDT tajmer,
- 16 Mbajta adresabilne memorije.

Svi podaci koji su prilikom merenja dobijeni skladište se u stalnu fleš memoriju paralelnog tipa kapaciteta 512 kBajta što je dovoljno za 30 dana neprekidnog snimanja, ($30\text{ dana} * 24\text{ sata} * 60\text{ minuta} * 12\text{ bajtova podataka}$). Zbog izuzetnog kvaliteta, brzine upisa podataka kao i proširenog temperaturnog opsega rada izabrana je fleš memorija firme "AMD" M29F032.

Uređaj takođe poseduje i svoj sat realnog vremena. Za ovu namenu izabran je serijski I2C RTC firme "ST" oznaka M41T56 koji ima svoje baterijsko napajanje. Kvarc kristal je odabran za prošireni temperaturni opseg. Blok šema uređaja data je na slici 3.



Slika 3. Blok šema uređaja

Finalno napravljeni uređaj smešten je u kutiju od plastike koja zadovoljava sve standarde za ovakav tip mernih uređaja. Na slici 4. dat je izled gotovog uređaja.



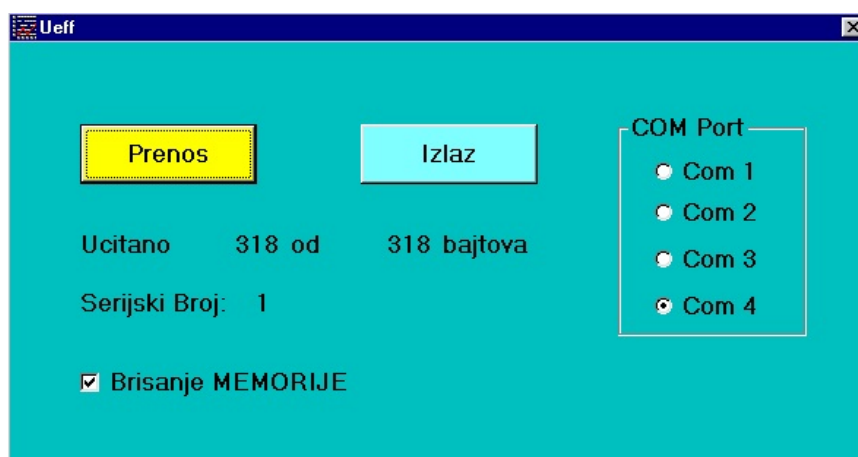
Slika 4. Izgled gotovog uređaja

Prenos podataka u PC računar se obavlja preko USB porta uz pomoć Visual Basic programa pod Windows operativnim sistemom. Primljeni podaci se automatski smeštaju u Excel datoteku na željenom direktorijumu sa već pripremljenim grafičkim prikazima rezultata merenja. Prenos podataka može se obavljati dok je uređaj priključen na mereni napon jer je uređaj potpuno galvanski odvojen od merenog napona preko naponskih mernih transformatora. Izgled celokupnog mernog sistema dat je na slici 5.



Slika 5. Merni sistem

Nad tako formiranom datotekom moguće je naknadno obavljati i sve neophodne statističke analize koje su na raspolaganju iz Excel-ovog programskog paketa. Mora se napomenuti da su proces preuzimanja podataka iz mernog uređaja kao i osnovna analiza mernih rezultata potpuno automatizovani i ne traže od korisnika nikakvu posebnu obuku. Izgled programa za prihvatanje podataka dat je na slici 6.



Slika 6. Program za prihvatanje podataka

Nakon pravilnog odabira USB porta, preko koga će se obavljati prenos podataka, potrebno je definisati da li će memorija nakon prenosa podataka biti obrisana ili neće. Ukoliko se izabere ova druga opcija stari podaci će tamo ostati a novi će se upisivati u njihovom nastavku.

8. Rezultati merenja

Mada je uređaj moguće ostaviti u trafo stanici ili u drugom objektu da permanentno obavlja merenja, sada se koristi kao prenosni uređaj, koji se po zahtevu korisnika instalira kod njega i ostavlja da, najčešće par dana, prikuplja podatke o stanju mreže.

Na slici 7. dati su rezultati merenja tabelarno prikazani onako kako ih Visual Basic program automatski formatira.

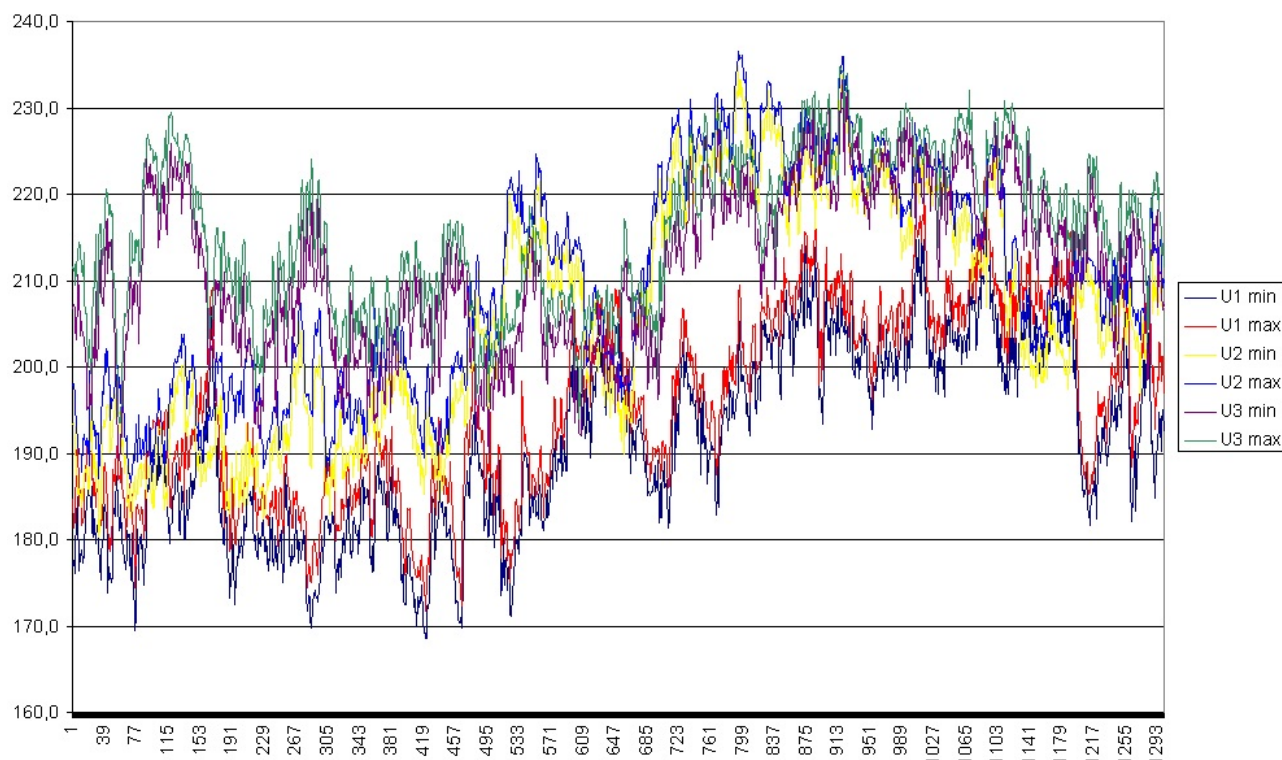
Na slici 8. dati su grafički prikazani rezultati merenja kod korisnika koji se žalio na nizak napon u mreži. Sa grafika možemo uočiti da postoji velika razlika u naponu po fazama, verovatno usled nesimetričnosti opterećenja faza, a da na jednoj fazi vrednost napona izlazi iz dozvoljenog minimuma. Ova naponska vrednost zadržava se tokom celog dana a samo se tokom noći podiže na

zadovoljavajući nivo. Takođe se sa grafika uočava da postoji velika razlika u faznom naponu između dana i noći, to jest noću je napon veći za oko 40 V.

Microsoft Excel - Ueff.xls

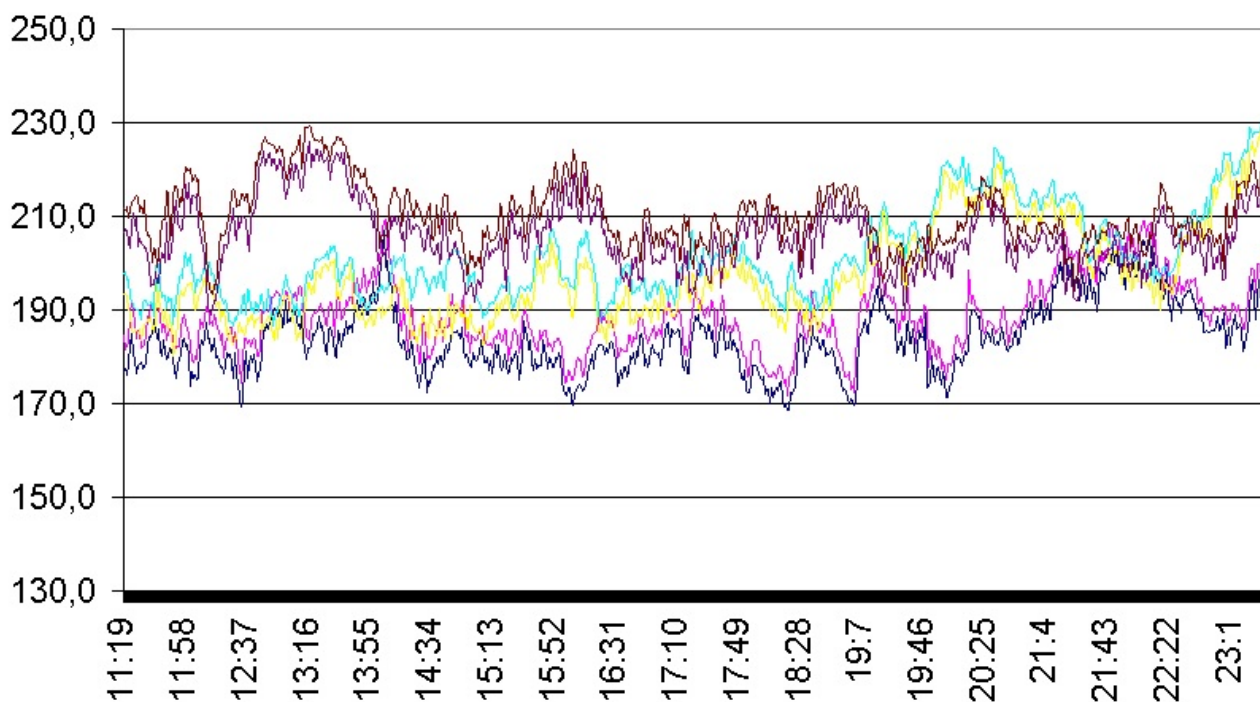
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Datum	Vreme	U1 min	U1 max	U2 min	U2 max	U3 min	U3 max	reset		
2											
3	27:11:6	12:29	1,1	1,2	0,8	0,9	220,5	223,1	reset		SerBroj: 1
4	27:11:6	12:30	1,1	1,2	0,8	0,9	219,4	223,1			
5	27:11:6	12:31	1,1	1,2	0,8	0,9	220,9	222,7	reset		
6	27:11:6	12:32	1,1	1,2	0,8	0,9	222,4	225,5			
7	27:11:6	12:33	1,1	1,2	0,8	0,9	220,1	225,5			
8	27:11:6	12:34	1,1	1,2	0,8	0,9	218,1	225,5			
9	27:11:6	12:35	1,1	1,2	0,8	0,9	218,2	223,1			
10	27:11:6	12:36	1,1	1,2	0,8	0,9	219,7	225,4			
11	27:11:6	12:37	1,1	1,2	0,8	0,9	220,1	225,3			
12	27:11:6	12:38	1,1	1,2	0,8	0,9	221,6	225,5			
13	27:11:6	12:39	1,1	1,2	0,8	0,9	220,9	225,4			
14	27:11:6	12:40	1,1	1,2	0,8	0,9	220,2	223,0			
15	27:11:6	12:41	1,1	1,2	0,8	0,9	218,3	222,9			
16	27:11:6	12:42	1,1	1,2	0,8	0,9	219,4	223,0			
17	27:11:6	12:43	1,1	1,2	0,8	0,9	216,7	223,0			
18	27:11:6	12:44	1,1	1,2	0,8	0,9	217,3	220,3			
19	27:11:6	12:45	1,1	1,2	0,8	0,9	218,3	223,0			
20	27:11:6	12:46	1,1	1,2	0,8	0,9	219,9	223,0			
21	27:11:6	12:47	1,1	1,2	0,8	0,9	220,4	223,0			
22	27:11:6	12:48	1,1	1,2	0,8	0,9	218,8	222,2			

Slika 7. Tabelarni prikaz rezultata merenja



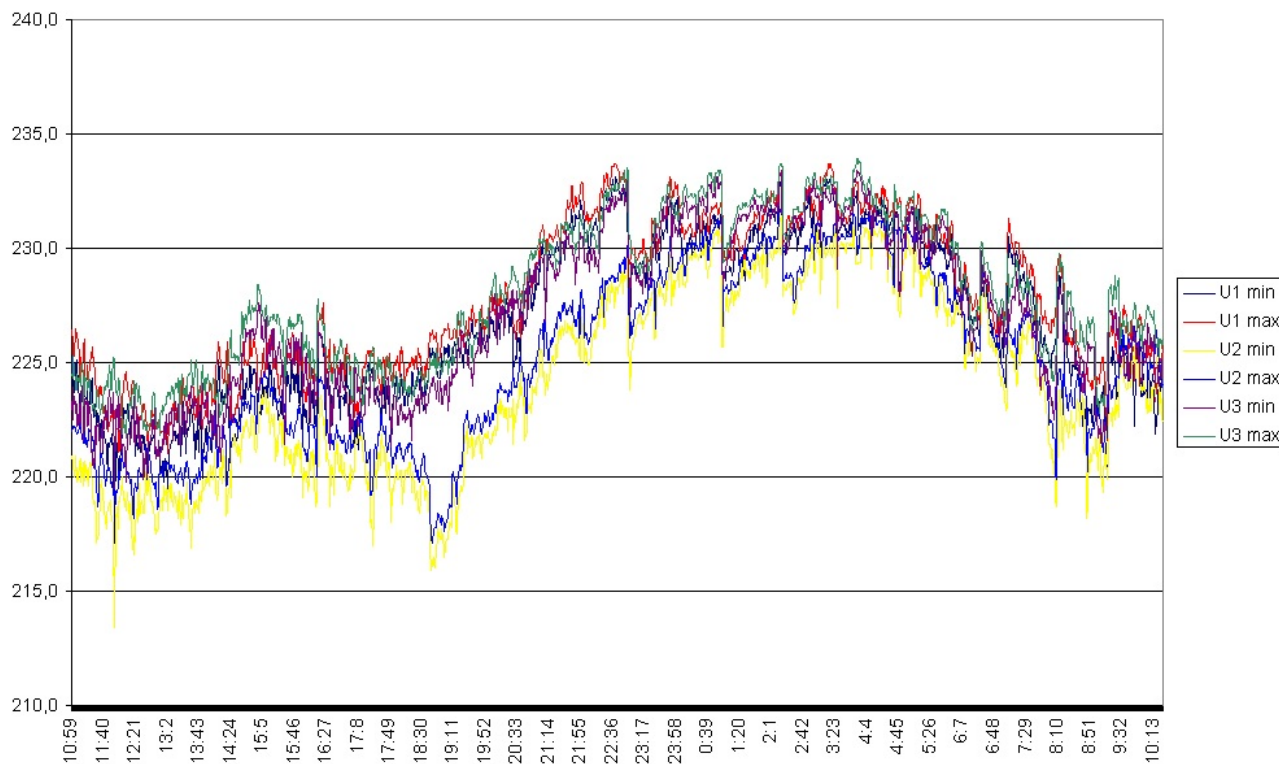
Slika 8. Grafički prikaz rezultata merenja

Sa detaljnijeg grafika, slika 9. može se utvrditi da ne postoje nagli propadi, nadvišenja a ni flikeri u mreži.



Slika 9. Detaljni prikaz rezultata merenja

Na novom grafiku, slika 10. dati su rezultati merenja kod kojih se uočava da pored fluktuacije napona u režimu dan-noć postoje indicacije i o iznenadnim propadima napona koji se očitavaju na sve tri faze istovremeno i koji verovatno potiču od uključanja nekog većeg trofaznog potrošača. Takođe se uočava da ne postoji velika razlika u vrednostima faznih napona a i naponi se zadržavaju u dozvoljenim granicama.



Slika 10. Grafički prikaz rezultata merenja

9. Zaključak

U novim tržišnim uslovima došlo je do velikih promena u proizvodnji i distribuciji električne energije. Sada je električna energija roba kao i svaka druga sa kojom se trguje na slobodnom tržištu ali koja mora da zadovolji i određene kriterijume u pogledu kvaliteta. Široka primena energetske elektronike, naročito u distribucijskim mrežama, dovela je do raznih problema vezanih za ispravno delovanje sistema, uzrokovanih izobličenjem napona i struje. Realizovani uređaj omogućava inženjerima u distributivnim preduzećima kvalitetnu analizu događanja u napojnoj mreži radi podizanja kvaliteta isporučene električne energije potrošačima. Iz rezultata merenja dobijenih sa terena zaključuje se da je projektovani uređaj u potpunosti ispunio svoju namenu. Instrument je veoma robustan i zadovoljavajuće precizan a zabeležene vrednosti napona lako se prenose na računar i tamo dalje obrađuju.

Mr Marko Dimitrijević, asistent
Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu
Aleksandra Medvedeva 14
18000 Niš

**Recenzija
Tehničkog rešenja**

TROFAZNO MERILO PROPADA I NADVIŠENJA NAPONA

autora

**dr Josif Tomić, dr Miodrag Kušljević, dr Vladimir Vujičić, dr Miloš Živanov,
dr Miloš Slankamenac**

Predloženi merni instrument pripada oblasti mernih uređaja koji se koriste za merenja na elektroenergetskoj mreži. Praktično je realizovan prototip trofaznog mernog uređaja za merenje propada i nadvišenja napona u elektrodistributivnoj mreži. Takođe su dati i rezultati dobijeni prilikom merenja u realnom sistemu. Realizovani uređaj je poboljšani i unapređeni prethodni merni uređaj i predstavlja nastavak višegodišnjih istraživanja iz oblasti merenja i analize u elektroenergetskim sistemima.

Pošto se propadi i nadvišenja napona, najčešće javljaju u vrlo kratkim vremenskim intervalima, klasično izrađeni uređaji sa nekim od *true rms* čipova ne dolaze u obzir zbog svoje velike vremenske konstante. Zbog toga je realizovan mikroprocesorski merni uređaj koji efektivnu vrednost napona sračunava preko klasične metode uzorkovanja gde se sve promene na obliku i vrednosti napona mogu lako i brzo detektovati. Merenje efektivne vrednosti trofaznog napona obavlja se putem mikroprocesora i AD konvertora metodom uzorkovanja preko formule (1).

$$U_{eff} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n U_i^2} \quad (1)$$

Trofazni naponi dovode se preko 3 naponska merna transformatora, razdelnika napona i preciznog dvostranog ispravljača na ulaz AD konvertora. Mere se fazni naponi između svake faze pojedinačno i nultog voda. Brzina odabiranja 12-bitne AD konverzije je 1025 Hz s tim da se u tom intervalu moraju uraditi praktično 3 AD konverzije. Ukupno se meri 10 perioda po 205 tačaka za svaku fazu što traje 0.2 sekunde. Nakon sračunavanja ovih efektivnih vrednosti one se upoređuju sa minimalnim i maksimalnim vrednostima iz prethodnih intervala od 0.2 sekunde. U ovom intervalu je pored svih sračunavanja potrebno uraditi i ispis na displej rezultata merenja. Nakon isteka perioda od 1 minute minimalne i maksimalne vrednosti efektivnog napona za svaku fazu pojedinačno, smeštaju se trajno u fleš memoriju zajedno sa informacijom o datumu i vremenu merenja.

Pošto se najčešći kvarovi na elektroenergetskom sistemu dešavaju u zimskom periodu kada je i potrošnja struje najveća, bilo je potrebno merni uređaj tako konstruisati da izdrži minimalne temperaturne vrednosti u ovom podneblju a da i dalje radi u propisanim granicama tačnosti. Zbog toga su sve korišćene komponente bile industrijskog tipa sa pojačanim temperaturnim opsegom rada, od -20 C do +70 C stepeni. Takođe zbog terenskog rada bilo je potrebno da uređaj poseduje izuzetnu robustnost i pouzdanost u radu tako da meri i u najtežim eksploatacijskim uslovima a otporan je i na prljavštinu, vlagu i vibracije. Ovo se postiglo na taj način što je uređaj kada je finalno napravljen i testiran zaliven u smolu. Zbog toga što na pojedinim lokacijama nije bilo kvalitetnog napajanja bilo je potrebno uređaj osposobiti da pravilno radi u širokom opsegu napajanja, koje se dobija preko iste trofazne utičnice kao i merni signal ali preko druga 3 napajачka transformatora. Napajanje uređaja je preko tri faze (3 puta monofazno) u opsegu od 120 do 300 V_{eff}. Uređaj ispravno radi i meri čak i

ukoliko postoji samo jedna faza od 120 V i nula. Merni opseg uređaja je od 0 do 300 V efektivno a klasa tačnosti mernog uređaja je 0.5. Osnovni deo ovog mernog sistema predstavlja mikroprocesor. Izabran je mikroprocesor novije generacije ADuC832 firme *Analog Devices* zbog toga što u sebi sadrži i veoma precizni 12-bitni AD konvertor sa 8 ulaza.

Prenos podataka u PC računar se obavlja preko USB porta uz pomoć Visual Basic programa pod Windows operativnim sistemom. Primljeni podaci se automatski smeštaju u Excel datoteku na željenom direktorijumu sa već pripremljenim grafičkim prikazima rezultata merenja. Prenos podataka može se obavljati dok je uređaj priključen na mereni napon jer je uređaj potpuno galvanski odvojen od merenog napona preko naponskih mernih transformatora.

U novim tržišnim uslovima došlo je do velikih promena u proizvodnji i distribuciji električne energije. Sada je električna energija roba kao i svaka druga sa kojom se trguje na slobodnom tržištu ali koja mora da zadovolji i određene kriterijume u pogledu kvaliteta. Široka primena energetske elektronike, naročito u distribucijskim mrežama, dovela je do raznih problema vezanih za ispravno delovanje sistema, uzrokovanih izobličenjem napona i struje. Realizovani uređaj omogućava inženjerima u distributivnim preduzećima kvalitetnu analizu događanja u napojnoj mreži radi podizanja kvaliteta isporučene električne energije potrošačima. Iz rezultata merenja dobijenih sa terena zaključuje se da je projektovani uređaj u potpunosti ispunio svoju namenu. Instrument je veoma robustan i zadovoljavajuće precizan a zabeležene vrednosti napona lako se prenose na računar i tamo dalje obrađuju.

Razvijeni prototip ovog mernog uređaja je realizovan na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu na Katedri za električna merenja u čijoj laboratoriji je izvršena i verifikacija mernog uređaja. Uređaj je realizovan u okviru projekata TR32019 i III43008.

Razvijeni prototip ovog mernog uređaja je u upotrebi u Elektrovojvodini u Novom Sadu i tamo se koristi za merenje poremećaja napona kod korisnika. Ovaj merni uređaj se može koristiti i za edukaciju studenata iz predmeta u kojima se obrađuje digitalna obrada mernih signala. Merni uređaj se može koristiti i u preduzećima koja se bave zaštitom životne sredine, u cilju ispravnog održavanja njihovih energetskih objekata.

MIŠLJENJE RECENZENTA

Trofazno merilo propada i nadvišenja napona je novi merni instrument i pripada oblasti mernih uređaja koji se koriste za merenja na elektroenergetskoj mreži. Ovaj merni instrument je u potpunosti projektovan i izrađen od strane navedenih autora. U ovom projektu su iskorišćena najsavremenija softverska i tehnička rešenja iz oblasti digitalne obrade mernih signala. Planira se upotreba u elektrodistribuciji kao i na FTN u Novom Sadu za edukaciju studenata iz digitalne obrade mernih signala. Postoji mogućnost primene uređaja i u preduzećima koja se bave zaštitom životne sredine, u cilju ispravnog održavanja njihovih energetskih objekata.

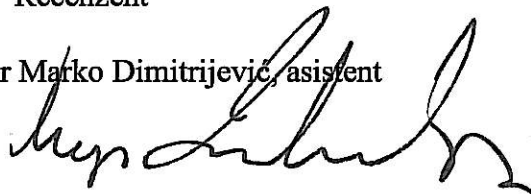
Na osnovu priložene dokumentacije za tehničko rešenje **Trofazno merilo propada i nadvišenja napona** i ovde prethodno navedenih činjenica, predlažem Nastavno-naučnom veću Fakulteta tehničkih nauka Univerziteta u Novom Sadu da prijavljeno tehničko rešenje prihvati kao:

Tehničko rešenje – Merni instrument (M85)

Niš, 09.01.2012. godine

Recenzent

mr Marko Dimitrijević, asistent



Dr Zoran Lovreković, profesor strukovnih studija.
Visoka tehnička škola strukovnih studija u Novom Sadu
21000 Novi Sad
Školska 1

**Recenzija
Tehničkog rešenja**

TROFAZNO MERILO PROPADA I NADVIŠENJA NAPONA

autora

**dr Josif Tomić, dr Miodrag Kušljević, dr Vladimir Vujičić, dr Miloš Živanov,
dr Miloš Slankamenac**

Predloženi merni instrument pripada oblasti mernih uređaja koji se koriste za merenja na elektroenergetskoj mreži. Praktično je realizovan prototip trofaznog mernog uređaja za merenje propada i nadvišenja napona u elektrodistributivnoj mreži. Takođe su dati i rezultati dobijeni prilikom merenja u realnom sistemu.

Realizovani uređaj omogućava inženjerima u distributivnim preduzećima kvalitetnu analizu događanja u napojnoj mreži radi podizanja kvaliteta isporučene električne energije potrošačima. Iz rezultata merenja dobijenih sa terena zaključuje se da je projektovani uređaj u potpunosti ispunio svoju namenu. Instrument je veoma robustan i zadovoljavajuće precizan a zabeležene vrednosti napona lako se prenose na računar i tamo dalje obrađuju.

Razvijeni prototip ovog mernog uređaja je realizovan na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu na Katedri za električna merenja u čijoj laboratoriji je izvršena i verifikacija mernog uređaja. Uređaj je realizovan u okviru projekata TR32019 i IIR43008.

Razvijeni prototip ovog mernog uređaja je u upotrebi u Elektrovojvodini u Novom Sadu i tamo se koristi za merenje poremećaja napona kod korisnika. Ovaj merni uređaj se može koristiti i za edukaciju studenata iz predmeta u kojima se obrađuje digitalna obrada mernih signala. Merni uređaj se može koristiti i u preduzećima koja se bave zaštitom životne sredine, u cilju ispravnog održavanja njihovih energetske objekata.

MIŠLJENJE RECENZENTA

Trofazno merilo propada i nadvišenja napona je novi merni instrument i pripada oblasti mernih uređaja koji se koriste za merenja na elektroenergetskoj mreži. Ovaj merni instrument je u potpunosti projektovan i izrađen od strane navedenih autora. Uvidom u tehničku dokumentaciju očigledno je da autori ovog rešenja imaju značajno iskustvo u ovoj oblasti merenja, koje su ugradili u razvoj prototipa novog uređaja. Planira se upotreba u elektrodistribuciji kao i na FTN u Novom Sadu za edukaciju studenata iz digitalne obrade mernih signala. Postoji mogućnost primene uređaja i u preduzećima koja se bave zaštitom životne sredine, u cilju ispravnog održavanja njihovih energetske objekata.

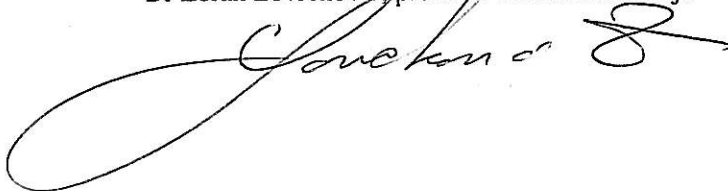
Na osnovu priložene dokumentacije za tehničko rešenje **Trofazno merilo propada i nadvišenja napona** i ovde prethodno navedenih činjenica, predlažem Nastavno-naučnom veću Fakulteta tehničkih nauka Univerziteta u Novom Sadu da prijavljeno tehničko rešenje prihvati kao:

Tehničko rešenje – Merni instrument (M85)

Novi Sad, 11.1.2012. godine

Recenzent

Dr Zoran Lovreković, profesor strukovnih studija





УНИВЕРЗИТЕТ
У НОВОМ САДУ



ФАКУЛТЕТ
ТЕХНИЧКИХ НАУКА

Трг Доситеја Обрадовића 6, 21000 Нови Сад, Република Србија
Деканат: 021 6350-413; 021 450-810; Централa: 021 485 2000
Рачуноводство: 021 458-220; Студентска служба: 021 6350-763
Телефакс: 021 458-133; e-mail: ftndean@uns.ac.rs

ИНТЕГРИСАНИ
СИСТЕМ
МЕНАДЖМЕНТА
СЕРТИФИКОВАН ОД:



Наш број: 01.сл

Ваш број: _____

Датум: 2013-01-30

ИЗВОД ИЗ ЗАПИСНИКА

Наставно-научног већа Факултета техничких наука у Новом Саду, на 4. редовној седници одржаној дана 30.01.2013. године, донело је следећу одлуку:

-непотребно изостављено-

Тачка 15.1.44.: Питања научноистраживачког рада и међународне сарадње / верификација нових техничких решења

Одлука

На основу позитивног извештаја рецензената верификује се
техничко решење – нови мерни инструмент под називом:

ТРОФАЗНО МЕРИЛО ПРОПАДА И НАДВИШЕЊА НАПОНА

Аутори техничког решења: др Јосиф Томић, др Миодраг Кушљевић, проф. др Владимир Вујичић, проф. др Милош Живанов, др Милош Сланкаменац.

-непотребно изостављено-

Записник водила:

Јасмина Димић, дипл. правник

Тачност података оверава:
Секретар

Иван Нешковић, дипл. правник

Декан



Проф. др Раде Дорословачки