

**PRIKAZ FAMILIJE TERENSKIH INSTRUMENTATA SOPSTVENOG RAZVOJA ZA REGISTRACIJU
KVALITETA ELEKTRIČNE ENERGIJE TROFAZNE MREŽE OD
0.4KV (PO STANDARDU EN50160) SA MOGUĆNOŠĆU DALJINSKOG
OČITAVANJA PREKO GPRS VEZE.**

I.ČASAR, Villbek Doo, Mađarska
K.PALUŠEK, Palušek inženjering, Mađarska

UVOD

U zadnje vreme kvalitet električne energije sve više dobija na značaju. Na električnu mrežu se priključuju razni potrošači koji imaju elektronsko upravljanje u svojim jedinicama za napajanje: statički regulatori brzine motora, indukcione i elektrolučne peći, ispravljači itd. Elektronika u sastavu takvih aparata ima nelinearnu karakteristiku zavisnosti napona i struje, što u njihovom radu doprinosi stvaranju izobličenja standardnog sinusoidalnog napona i struje elektroenergetskog sistema. Sa druge strane, baš ti elektronski uređaji su osetljivi i na najmanje promene napona i frekvencije i vrlo lako mogu postati nepouzdati u radu i pretrpeti trajna oštećenja. Iz električnog osvetljenja su skoro u potpunosti nestale klasične sijalice čiji je svetlosni tok zbog termičke inercije bio konstantan čak i u momentima kratkih ispada napajanja (fliker). Elektronske svetiljke sa druge strane su veoma osetljive na ove pojave, treptanje svetlosti može izazvati čak i epileptičke napade kod osetljivih osoba. Izraz "Kvalitet električne energije" odnosi se na mnoštvo elektromagnetnih parametara koji su relevantni za napon i struju u određenom vremenu na određenoj lokaciji električne mreže. Norme za dobar kvalitet električne energije su sadržane u standardu EN50160.

Da bi se mogli pridržavati tih propisa moramo stalno meriti i sakupljati podatke. U ovom radu je dat opis konkretne realizacije familije instrumenata za praćenje i registraciju kvaliteta električne energije.

INSTRUMENTI ZA MONITORING I REGISTRACIJU KVALITETA ELEKTRIČNE ENERGIJE

Za praćenje kvaliteta električne energije su potrebni instrumenti koji tokom dužeg vremenskog perioda mogu prikupljati i analizirati parametre koji su u vezi sa kvalitetom električne energije. Ti parametri su:

- Efektivne vrednosti faznih napona
- Efektivne vrednosti faznih struja
- Faktor totalnog izobličenja napona i struja (THDu, THDi)
- Nesimetrija napona

- Jačina flikera (Pst, Plt)
- Frekvencija
- Vrednosti harmonika napona i struja
- Aktivna, prividna i reaktivna snaga
- Faktor snage
- Naponski događaji (propadi napona, prenaponi...)

Uređaji koji se koriste u ovu svrhu su ili standardni instrumenti: multimetri, spektralni analizatori, osciloskopi ili instrumenti specijalne namene: naponski loggeri, harmonički analizatori, prenosni analizatori (sa odgovarajućom programskom podrškom).

Ti instrumenti su najčešće laboratorijske izvedbe i nisu prilagođeni za terenski rad i za terenski rad bez nadzora. Izveštaji i analize merenja mahom se ne stvaraju automatski.

Zbog toga se pojavila potreba za instrumentima koji se lako mogu montirati bilo gde bez visoke stručne spremačak i na otvorenom prostoru. Ti instrumenti moraju autonomno raditi i sakupljati podatke o stanju električne energije. Oni skladište te podatke u sopstvenu memoriju u trajanju od par meseci (ili više) sa mogućnošću pristupa tim podacima i u realnom vremenu, bez potrebe odlaska na teren. Zbog ovih zahteva smo pristupili razvoju novih mernih uređaja navedenih karakteristika. Ovi merni uređaji su momentalno samo za napon od 0.4kV, no u razvoju su i verzije za višlje napone.

RAZVIJENI REGISTRATORI KVALITETA ELEKTRIČNE ENERGIJE

Novo razvijeni registratori su smešteni u kutije koje poseduju IP67 zaštitu sa montiranim dodacima za lako postavljanje i fiksiranje i u najtežim terenskim uslovima. Priključak na električnu mrežu se vrši sa specijalnim priključnim klemama koji su predviđeni za rad pod naponom.



Slika 1 – Priključne kleme

Familija sadrži uređaje različitih izvedbi: merenje napona na jednoj fazi, merenje napona i struje na jednoj fazi, merenje trofaznog napona, merenje trofaznog napona i struje jedne faze, merenje trofaznog napona i trofazne struje sa mogućnošću merenja struje u nulvodiču, merenje trofaznog napona i 4puta merenje trofazne struje - (12 + 1 struja) -ova zadnja izvedba je za transformatorske stanice. Dimenzije ovih uređaja su od 160x160x91mm do 400x250x121mm.



Slika 2 – Izgled registratora

Za merenje struje se koriste fleksibilni strujni transformatori.

Mehaničke dimenzije i broj priključaka varira u zavisnosti od izvedbe. Način montaže i priključka na električnu mrežu je istovetan.

Sakupljeni podaci se skladište u istom formatu (lokalno u internu memoriju) i šalju se preko GSM/GPRS konekcije u informacijski oblak. Tim podacima je tako moguće pristup bilo kada i sa bilo koje platforme preko internet pretraživača - normalno samo onima, koji imaju određena prava za pristup. GSM konekcija je projektovana tako da vodi računa i minimalizuje cenu komunikacije. Izabrani protokoli su takvi da podaci stižu u oblak i onda kada je GSM komunikacija vrlo loša, otežana. Ako ne postoji GSM komunikacija onda se podaci čuvaju samo u sopstvenoj memoriji uređaja, no čim uređaj dođe na mesto sa prihvatljivom konekcijom odmah šalje svoje podatke u oblak. U krajnjem slučaju podaci se mogu očitati i preko USB konekcije - no to se može izvesti samo u laboratorijskim uslovima, pošto je onda potrebno otvoriti uređaj.

Novi mereni podaci se stvaraju svakih 20ms. Kvantizacija merenja se vrši sa brzinom od 125uS/merenje. Perioda sakupljanja podataka je promenljiva od 10sekundi do 999sekundi. Merenje uvek počinje u okrugloj minuti. Greška merenja je <1%, no može se tražiti i bolja tačnost.

Ostali tehnički podaci su:

Napajanje 120 do 440V / 50Hz sa unutrašnjim akumulatorom koji omogućava neprekidan rad i u slučaju nestanka mrežnog napona max.12sati.

Naponski merni ulazi su od 0-440V, strujni (fleksibilna strujna klešta) do 999A (menja se programski).

Memorija uređaja je 64MByte.

Sakupljeni parametri se skladište u sledećem obliku: minimalna i maksimalna vrednost tokom perioda sakupljanja, prosečna vrednost u tom periodu.

Parametri koji se sakupljaju su sledeći:

Efektivne vrednosti napona i struje za svaku fazu i nulvodič (u zavisnosti od izvedbe).

Naponski događaji: brze promene napona, ispad napona, propadi napona, prenaponi.

Nesimetrije napona.

Faktor izobličenja napona i struje (T_{hd} , po potrebi i podaci o određenim višim harmonicima, do 4kHz).

Fliker

Frekvencija mreže 45-55 Hz

Aktivna, prividna i reaktivna snaga

Faktori snage

Po potrebi registracija talasnih oblika sa zadatim triggerskim opcijama.

Pored navedenih podataka vrši se stalan nadzor ugrađene elektronike: temperatura, napon akumulatora, kvalitet GSM konekcije itd. kao i geografskog položaja uređaja na bazi GSM providera.

Uređaji poseduju i specijalne ulazne priključke na koje je moguće priključiti razne senzore za zaštitu imovine (zaštita od krađe uređaja, zaštita provale u transformator itd.) kao i relejne izlaze za eventualnu telekomandu (releji se aktiviraju daljinskom komandom).

Registratori poseduju ugrađene LED indikatore (koji se automatski gase posle 10 min rada, a mogu se daljinski aktivirati bilo kada) za pomoć pri montaži. Ovi indikatori prikazuju redosled faza, stanje GSM konekcije, početak sakupljanja podataka.

Po potrebi moguće je ugraditi i radio modul za egzaktno određivanje faza - no za to treba montirati na referentnom mestu fazni radio predajnik na razdaljini max. 2km. Radijska veza radi na slobodnim komunikacijskim kanalima od 869MHz.

Postoji mogućnost i ugradnje PLC modema za potrebe komunikacije preko električne mreže sa susednim mernim jedinicama (na primer merenje snage kod potrošača).

OPIS HARDVERA

Elektronika uređaja se sastoji od sledećih delova:

1.- Jedinica za napajanje sa akumulatorima

Za mikroracunarsku elektroniku je vrlo važno da napajanje bude veoma stabilno, bez tranzijenata, a naročito bez prenapona.

Sa druge strane, jedinica za napajanje mora biti izuzetno izdržljiva, pošto se registratori često montiraju na terenu na nepristupačnim mestima. Pogrešnim spajanjem uređaja se mogu pojaviti prenaponi.

Pored toga na vazдушnim vodovima se mogu pojaviti prenaponi prilikom vremenskih nepogoda.

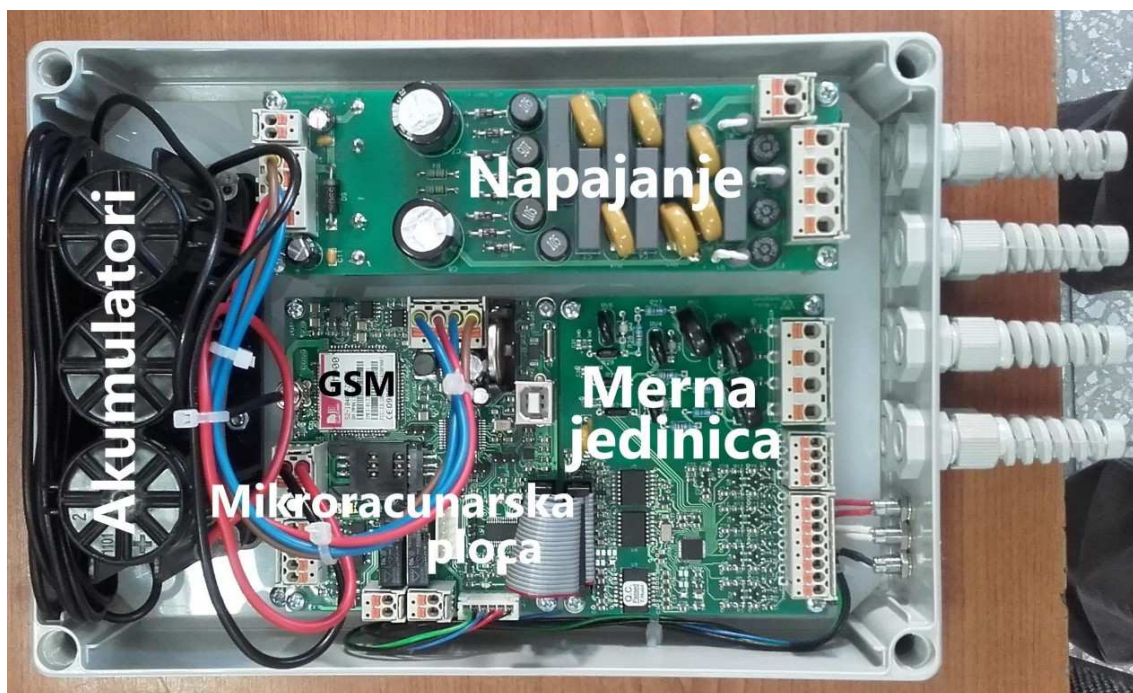
Ugrađena napojna jedinica je vrlo robusne izvedbe, te može podneti manje više sve prenapone. Napojna jedinica poseduje i inteligentni punjač akumulatora. Akumulatori se sastoje od specijalno izvedenih ćelija, koje više godina mogu sačuvati punjenje, čak i pri ekstremnim temperaturnim uslovima. Akumulatori su vrlo robusne izvedbe i neće se oštetiti ni u slučaju pada sa visine do 6metara.

2.- Merna jedinica

Merna jedinica je sastavljena na samostalnoj štampanoj ploči. Merenje i preliminarnu obradu podataka vrši 32 bitni DSP (Analog Devices), koji može da meri 3 fazna napona i 4 struje, kao i da izračuna sve potrebne podatke na bazi izmerenih vrednosti.

Sakupljeni podaci preko digitalnih izolatora (Analog Devices) šalju podatke na mikroračunarsku ploču. Preko tih digitalnih izolatora DSP dobija i potrebnu energiju za napajanje. Ploča merne jedinice poseduje i jednu dodatnu malu memoriju koja sadrži kalibracione podatke i serijski broj ploče.

Merne jedinice se mogu paralelno povezivati i na taj način je moguće proširiti broj ulaznih kanala.



Slika 3 – Unutrašnji izgled uređaja

3.- Mikroračunarska ploča

Na ovoj ploči se nalaze dva šestnaestobitna mikrokontrolera 'Microchip' proizvodnje. Jedan od tih procesora služi za komunikaciju sa mernom jedinicom. Taj procesor sakuplja dolazeće podatke, transformiše ih u decimalni oblik i skladišti ih u Flash memoriju.

Drugi kontroler služi za komunikaciju: opslužuje GSM modem, izlazne / ulazne jedinice, sat realnog vremena, vrši nadzor nad jedinicom za napajanje, obrađuje GPRS, BlueTooth i Sms dolazeće zahteve i komunicira sa informacionim oblakom, šalje sakupljene podatke iz Flash memorije. Isto tako opslužuje i ugrađenu USB konekciju koja služi sa jedne strane za kalibraciju uređaja a sa druge strane za isčitavanje podataka iz flash memorije u slučaju kvara GSM komunikacije.

OPIS SOFTVERA

Program koji se nalazi u registratoru podataka je projektovan tako da bude izuzetno fleksibilan za korišćenje. Parametri programa se mogu podešavati na više načina: Blue Tooth konekcijom sa neposredne blizine uređaja i preko SMS poruka. Ovaj način podešavanja je vrlo zgodan ako se prilikom terenskog rada pojavi neka greška u radu. Tada monter sa svog telefona može izvršiti dijagnozu sistema i može da zatraži i podatke merenja. Podešavanje sistema uvek se vrši sa odgovarajućim lozinkama. Slanje parametara prema registratoru je moguće i sa strane informacionog oblaka. Tu takođe postoji zaštita podataka: oblak nikada ne počinje komunikaciju sa registratorom, uvek registrator stupa u kontakt sa oblakom (koji se nalazi na tačno određenoj, fiksnoj IP adresi) i jedino tada, posle slanja svojih podataka može dobiti parametre za podešavanje.

Registrator svoje merne podatke šalje u informacioni oblak, no postoji mogućnost i za to da se alarmne poruke šalju u neku standardnu alarmnu centralu ili SMS-om na zadati telefonski broj. Isto tako je moguće slati alarmne poruke i prilikom nagle promene nekog parametara - naglo povećanje potrošnje, ispad napona, povećanje distorzije itd..

Obradeni podaci u oblaku se nalaze u obliku tabele i sa te tabele se u svakom momentu mogu skinuti: trenutni podaci, stariji podaci i valni oblici (prevod programa na engleski jezik je u toku) i na bazi tih podataka vrlo jednostavno je moguće generirati potrebne merne izveštaje. Po potrebi moguć je i razvoj specijalnih aplikacija za određene zadatke, koji se često ponavljaju.

Regisztrátor Teszt Keresz -

Mérés Élő adatok

Élő adatok >

Adatok

Jelalakok

Adminisztráció ⚙️

Felhasználók

Élő adatok

Kezdőlap / Élő adatok

Eszközvázlat

Eszköz: **VILL** Mérőkártya: **V001** Mérőkártya száma: **1**

Fejléc

Készülék ID:	VILL	Készülék verzió:	10.10.10	Akkufesz:	6,3 V
GSM állapot:	Helyi	GSM Térerő:	3	GSM szolgáltató:	Telen
Időpont:	2015.08.04. 15:59:51	Mérési ciklus hossza:	60 mp	Hőmérséklet:	35 °C
Hálózat:	✓	Relé 1:	✓	Relé 2:	✓
In1:	—	In2:	—	In3:	—
Mérőkártya:	V001	Mérőkártya sorszáma:	1	Mérőkártya verzió:	1.1

L1 fázis

Feszültségre vonatkozó adatok

Slika 4 – Trenutni podaci - zaglavlje

Feszültségre vonatkozó adatok					
UL3min:	227,8 V	UL3max:	229,2 V	UL3avg:	228,5 V
UL3letor:	0,0 V	UL3letordb:	0 db	UL3letortartam:	0 mp
UL3tulfeszdb:	0 db	UL3tulfesztartam:	0 mp		
UL3feszkimarad:	0 db	UL3feszkimaradtartam:	0 mp		
UL3gyfesz5p:	0 db	UL3gyfesz10p:	0 db		
UL3maxkeletkezeseido:	0 mp	UL3minkeletkezeseido:	0 mp	UL3letorkeletkezeseido:	0 mp
ThdL3min:	2 %	ThdL3max:	2 %	ThdL3avg:	2 %

Áramra vonatkozó adatok					
IL3min:	34,4 A	IL3max:	34,6 A	IL3avg:	34,5 A
ThdL3min:	1 %	ThdL3max:	2 %	ThdL3avg:	1 %
CosFIminL3:	-1,00	CosFImaxL3:	-1,00	CosFIAvgL3:	-1,00

Teljesítményre vonatkozó adatok					
WL3min:	-7 854 W	WL3max:	-7 950 W	WL3avg:	-7 899 W
VAL3min:	7 862 VA	VAL3max:	7 951 VA	VAL3avg:	7 905 VA

Egyéb adatok					
FrekiMin:	49,98 Hz	FrekiMax:	50,00 Hz	FrekiAvg:	49,99 Hz
INmin:	34,9 A	INmax:	35,2 A	INavg:	35,0 A
ThdNimin:	1 %	ThdNimax:	1 %	ThdNavg:	1 %

Slika 5 – Trenutni podaci – merene vrednosti

Adatok

Kezdőlap / Adatok

Oldalméret ~ Erendezés visszaállítása Mezőválasztó Exportálás PDF-be Exportálás Excel-be

Húzza ide az oszlop fejléceket a csoportosításhoz

	Készülék ID	Időpont	Hálózat	GSM állapot	GSM Térerő	GSM szolgáltató	Akkufesz	Hőmérséklet	Készülék
Részletek	VIII	2015.09.11. 8:08:50	✓	Helyi	8	Telek	6,3 V	35 °C	10.10.10
Részletek	VIII	2015.09.11. 8:09:51	✓	Helyi	8	Telek	6,3 V	35 °C	10.10.10
Részletek	VIII	2015.09.11. 8:10:52	✓	Helyi	8	Telek	6,3 V	35 °C	10.10.10
Részletek	VIII	2015.09.11. 8:11:52	✓	Helyi	8	Telek	6,3 V	36 °C	10.10.10
Részletek	VIII	2015.09.11. 8:12:53	✓	Helyi	8	Telek	6,3 V	35 °C	10.10.10
Részletek	VIII	2015.09.11. 8:13:53	✓	Helyi	8	Telek	6,2 V	35 °C	10.10.10
Részletek	VIII	2015.09.11. 8:14:54	✓	Helyi	8	Telek	6,3 V	35 °C	10.10.10
Részletek	VIII	2015.09.11. 8:15:55	✓	Helyi	8	Telek	6,3 V	35 °C	10.10.10
Részletek	VIII	2015.09.11. 8:16:55	✓	Helyi	8	Telek	6,2 V	36 °C	10.10.10
Részletek	VIII	2015.09.11. 8:17:56	✓	Helyi	8	Telek	6,3 V	35 °C	10.10.10
Részletek	VIII	2015.09.11. 8:18:57	✓	Helyi	8	Telek	6,3 V	36 °C	10.10.10
Részletek	VIII	2015.09.11. 8:19:57	✓	Helyi	8	Telek	6,3 V	35 °C	10.10.10
Részletek	VIII	2015.09.11. 8:20:58	✓	Helyi	8	Telek	6,2 V	36 °C	10.10.10
Részletek	VIII	2015.09.11. 8:21:58	✓	Helyi	8	Telek	6,2 V	35 °C	10.10.10
Részletek	VIII	2015.09.11. 8:22:59	✓	Helyi	8	Telek	6,3 V	35 °C	10.10.10
Részletek	VIII	2015.09.11. 8:24:00	✓	Helyi	8	Telek	6,2 V	35 °C	10.10.10
Részletek	VIII	2015.09.11. 8:25:00	✓	Helyi	8	Telek	6,2 V	35 °C	10.10.10
Részletek	VIII	2015.09.11. 8:26:01	✓	Helyi	8	Telek	6,3 V	35 °C	10.10.10
Részletek	VIII	2015.09.11. 8:27:02	✓	Helyi	8	Telek	6,2 V	36 °C	10.10.10
Részletek	VIII	2015.09.11. 8:28:02	✓	Helyi	8	Telek	6,2 V	35 °C	10.10.10

Lap: 4077 / 6103 (122051 elem) 1 2 3 ... 4076 4078 4079 ... 6101 6102 6103

Slika 6 – Stari, skladišteni podaci

Jelalak: VIII / IN - 2015.08.04 5:35:38



Slika 7 -Valni oblici

ZAKLJUČAK

U radu smo prikazali našu novo razvijenu porodicu registratora kvaliteta električne energije terenske izvedbe, koja porodica pored ispunjavanja zahteva standarda EN50160 nudi i dodatne usluge - mogućnost daljinskog uključivanja potrošača i po potrebi imovinsku zaštitu objekata.

Program u registratorima dozvoljava dodavanje plus funkcija po želji korisnika. Podaci koji stižu u informativni oblak se mogu još dalje obraditi i koristiti za druge ciljeve, a ne samo za analizu kvaliteta električne energije.

Dosada proizvedeni registratori se nalaze na probnom radu i testiranju u Mađarskim elektrodistribucijama. Masovno uvođenje ovih registratora se planira u toku 2017/2018 godine.

LITERATURA

1. <http://www.analog.com/en/products/analog-to-digital-converters/integrated-special-purpose-converters/energy-metering-ics.html#energy-metering-ics>
2. <http://www.microchip.com/design-centers/16-bit>
3. <http://www.microchip.com/ParamChartSearch/chart.aspx?branchID=1004&mid=10&lang=en&pageId=74>
4. 542-standard-en-50160-voltage-characteristics-in - European Copper Institute, Belgium
5. EN 50160:2000 Voltage characteristics of electricity supplied by public distribution systems
6. MAGYAR SZABVÁNY MSZ EN 501 - A közcélú elosztóhálózatokon szolgáltatott villamos energia feszültségjellemzői
7. ANALIZA KVALITETA ELEKTRICNE ENERGIJE I MEĐUSOBNOG UTICAJA PRENOSNOG i DISTRIBUTIVNOG SISTEMA U TACKI PRIMOPREDAJE ELEKTRICNE ENERGIJE - N. ZLATKOVIC, JP EPS, DIREKCIJA ZA DISTRIBUCIJU ELEKTRICNE ENERGIJE, SRBIJA

Császár István (mađarski) , Villbek kft, Vágány u.15, H-6728Szeged, Mađarska, +36 62 464-371, villbek@villbek.hu
Palusek Károly (srpski, engleski), Palusek K. inženjering, Bazsalikom u.57, H6710Szeged, Mađarska, +36 30 2142873, pkaroly@dunaweb.hu