

# PRAKTIČNI POSTUPAK ODREĐIVANJA ISKORIŠĆENJA ELEKTROHEMIJSKOG SISTEMA MOBILNOG TELEFONA POMOĆU MERNE RAČUNARSKE OPREME

*Andreja Todorović<sup>1</sup>, Miroljub Jevtić<sup>2</sup>, Branimor Grgur<sup>3</sup>, Novica Rakićević<sup>4</sup>*

## SAŽETAK:

U dosadašnjoj praksi se merenje napona i struje u procesima punjenja i pražnjenja elektrohemijjskih sistema vrši uglavnom klasičnim mernim instrumentima. Tada se, i u slučaju primene instrumenata sa najvišom klasom tačnosti, dobijaju dosta neprecizni i nepouzdana rezultati. Navedeno problematično pitanje se rešava primenom savremene merne računarske opreme u LabVIEW okruženju. To je pokazano na sistemu metal-hidrid za mobilni telefon Sony Ericsson, pri čemu se izmerene vrednosti veličina u vidu numeričkih podataka dobijaju tabelarno i grafički, i kao takvi čuvaju u datoteci računara. Izabrani vremenski razmaci očitavanja i snimanja podataka iznose najmanje 1 s. Daljom obradom podataka dobijaju se ukupni kapaciteti i srednje vrednosti napona u procesima punjenja i pražnjenja, a zatim: amperčasovno, vatčasovno i naponsko iskorišćenje razmatranog sistema.

Ključne reči: *elektrohemijjski sistem, kapacitet, iskorišćenje sistema, merna oprema*

---

<sup>1</sup> Dr Andreja Todorović, FTN, Kosovska Mitrovica

<sup>2</sup> Dr Miroljub Jevtić FTN, Kosovska Mitrovica

<sup>3</sup> Dr Branimir Grgur, TMF, Beograd

<sup>4</sup> Novica Rakićević, PMF, Kosovska Mitrovica

## 1. UVOD

U radu je razmatran sekundarni elektrohemijski sistem metal-hidrid za mobilni telefon Sony Ericsson. Za navedeni sistem izvršeno je merenje napona i struje u procesima punjenja i pražnjenja pomoću savremene merne računarske opreme, koja se sastoji iz hardverskih komponenti i softverske platforme LabVIEW. Hardverski deo čini: PC računar, sistem za akviziciju podataka, izolovani kondicioneri i priključni panel. Podaci o izmerenim vrednostima veličina su očitani na izabranim vremenskim razmacima od 1s, što za sadašnje prilike predstavlja veoma visok stepen kvaliteta, preciznosti i pouzdanosti merenja. Dobijeni podaci se čuvaju u datoteci računara, a u daljem postupku se podvrgavaju obradi u nekom matematičkom računarskom programu [6-10]. Obradom podataka se dobijaju ukupni kapaciteti i srednje vrednosti napona u procesima punjenja i pražnjenja, a zatim sva iskorišćenja: amperčasovno, naponsko i vatčasovno [1-5].

## 2. OPIS SISTEMA ZA AKVIZICIJU PODATAKA

Sistem za akviziciju podataka predstavlja višefunkcionalni hardverski modul (kartica) tipa ED428 za akviziciju podataka, merenje, procesno upravljanje i grafičku prezentaciju. Modul ED428 je konfigurisan sa standardnim analognim i digitilnam I/O funkcijama za ISA magistralu, a odlikuje se visokom tačnošću, koja sa svojom karticom od 12 bita iznosi  $(1/2^{12}) \cdot 100 = 0,024414\%$  [6-7].

Što se PC računara tiče, poznato je da oni poznaju jedino mašinski jezik. Međutim, kako većina signala: struja, napon, amplituda, temperatura, pritisak, nivo, vremenski period itd. nije u formatu koji računar razume, da bi sistem za akviziciju podataka mogao da izvrši svoju funkciju za koju je namenjen mora da konvertuje takve signale u oblik koji je razumljiv računaru.

Izolovani kondicioneri imaju instrumentacione karakteristike visoke tačnosti  $\pm 0,03\%$  i linearnosti  $\pm 0,01\%$ , pri čemu se na njihovom ulazu dovodi nepoznati jednosmerni ili naizmenični analogni naponski ili strujni signal, a na izlazu daju jednosmerni analogni strujni signal od (4-20) mA. Napajanje izolovanih kondicionera se vrši iz stabilnog jednosmernog izvora 24 V, 3 A. Osnovna funkcija izolovanih kondicionera je da ulazne analogne signale prenese preko izolacione barijere i da ih verodostojno interpretira na svom izlazu, zatim da štiti ljude od visokog napona i galvanski odvajaju mernu opremu od nepoželjne razlike potencijala u petlji uzemljenja. Primenom izolovanih kondicionera sprečava se degradacija kvaliteta merenja nastala efektima smetnji različitog porekla, kao što su: šum, tranzijenti, električna pražnjenja i druge opasnosti od industrijskog ili laboratorijskog okruženja. Primenjeni tipovi izolovanih kondicionera su serije CB za

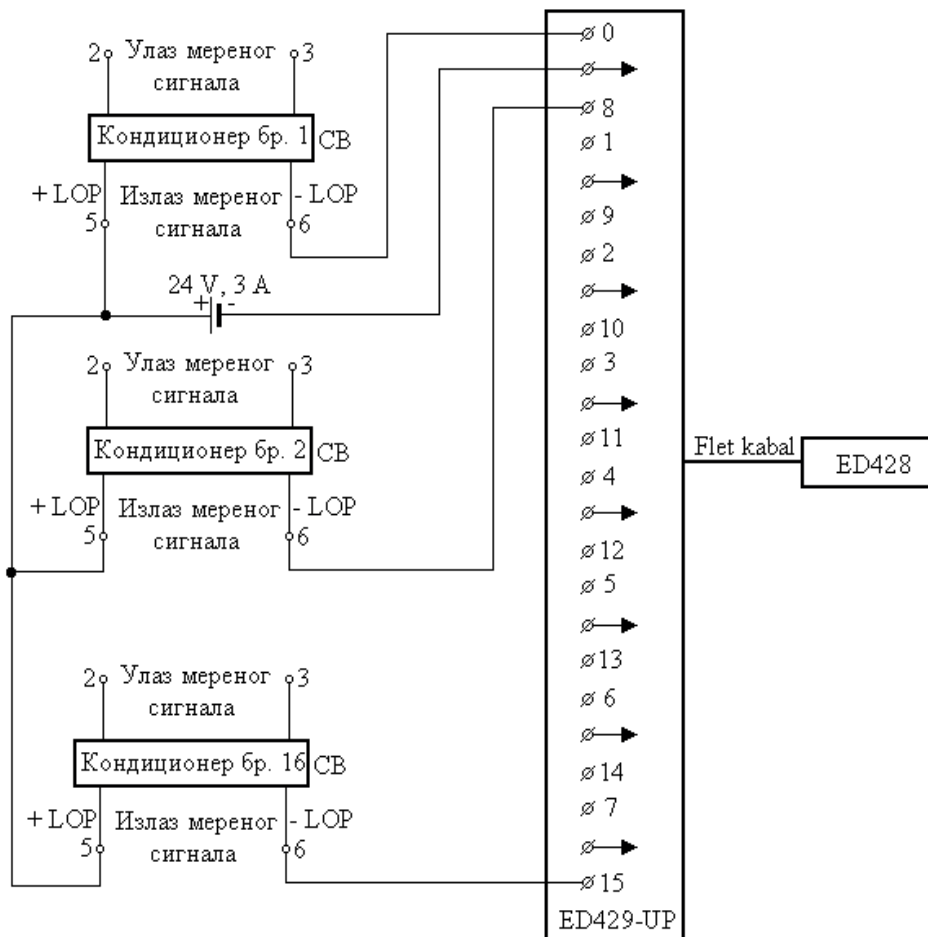
odgovarajuće naponske i strujne ulazne signale. Njihova osnovna uloga je obrada ulaznog analognog signala, galvanska izolacija, konverzija u strujni signal i njegov prenos do mernog mesta strujnom petljom od (4-20) mA [6-7].

Priključni panel služi da se na lak i jednostavan način priključe izlazni analogni signali senzora ili ma kog izvršnog organa sa realnim procesom na sistem za akviziciju podataka, tj. modul ED428. Primenjen je univerzalni priključni panel tipa ED429-UP, koji se sa modulom ED428 povezuje 50-žilnim flet kablom posredstvom odgovarajućeg konektora. Na ED429-UP se može priključiti 16 analognih ulaznih signala u isto toliki broj analognih ulaznih kanala. Spoljne signalne linije se priključuju na panel preko priključnih klema sa vijcima, koji su postavljeni duž ivica panela. Svakom analognom ulaznom kanalu pripada po dva priključka, jedan koji je označen rednim brojem kanala od 0 do 15, a drugi, zajednički priključak za masu (analognu nulu) za po dva kanala, označen je simbolom za masu, bez brojne oznake [6-7].

Program za rad modula ED428 napisan je u LabVIEW grafičkom okruženju, u vidu blok dijagrama, pod operativnim sistemima: Windows 95, Windows 98 ili Windows Milenium. LabVIEW je grafički programski jezik za pravljenje instrumentacionih sistema za akviziciju podataka. Pomoću LabVIEW-a se kreira front panel korisnički interfejs, koji omogućava interaktivnu kontrolu izvršavanja korisničkog softvera. Da bi se specificirala funkcionalnost sistema, vrši se intuitivno grafičko asembliranje dijagrama pomoću gotovih funkcionalnih blokova. Osim toga, da bi se razvio program u LabVIEW okruženju, vrši se asembliranje softverskih objekata, koji se nazivaju virtuelnim instrumentima (VI). Pomoću LabVIEW može se upravljati sistemom i vršiti prikaz rezultata preko interaktivnog grafičkog front panela.

Pre pokretanja programa unosi se podatak o brzini semplovanja, koji iznosi od 40 sample/s do 100 ksample/s za brza (DMA) merenja trenutnih vrednosti naizmjeničnih signala, što znači da se upis podataka vrši na vremenskim razmacima od  $1/40 = 25$  ms do  $1/100000 = 10$   $\mu$ s po angažovanom kanalu. Za merenja u n kanala ovi će vremenski razmaci biti n puta veći u svim anagažovanim kanalima. S druge strane, pri sporom merenju jednosmernih signala, temperature i efektivnih (RMS) vrednosti naizmjeničnih signala vrši se izbor vremenskih razmaka upisa podataka o izmernim veličinama, čija najmanja vrednost iznosi 1 s. U radu su izabrani vremenski razmaci upisa podataka za spora merenja u iznosu od 1 s, jer se radi o merenju jednosmernih signala. Izabrano usrednjavanje je iznosilo 4000, jer se pokazalo da se sa ovom vrednošću dobijaju najmirniji jednosmerni signali, odnosno da su tada uticaji šumova i drugih uticajnih veličina na grešku merenja najmanji [8-10].

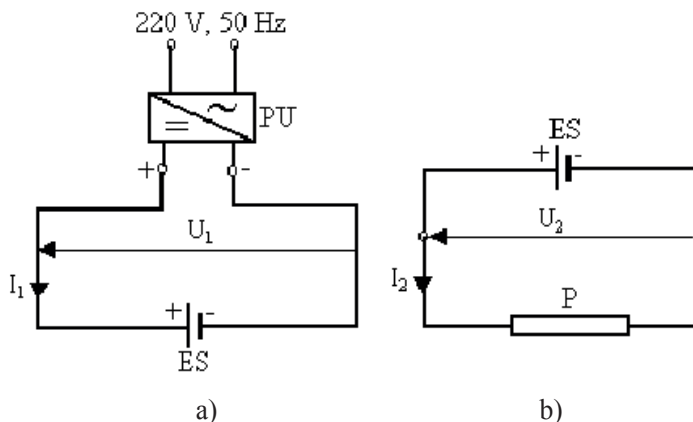
Principijelna električna šema sistema za akviziciju podataka, prikazana je na sl. 1.



Sl. 1. Principijelna električna šema sistema za akviziciju podataka

### 3. EKSPERIMENT I REZULTATI

Principijelna električna šema procesa punjenja i pražnjenja razmatranog elektrohemijskog sistema ES, prikazana je na sl. 2a) i 1b).



Sl. 2. Principijelna električna šema procesa punjenja i pražnjenja elektrohemijuskog sistema ES

Punjenje je izvršeno punjačem PU oznake: CST-13, BML162/21 R1B, type: 402078-BV, input: 100-240 VAC  $\sim$  70 mA, 50-60 Hz; output: 4,9 VDC = 450 mA. Elektrohemijski sistem ES je sledećih nominalnih podataka:  $U_n = 3,6$  V,  $q_n = 450$  mAh; a potrošač P:  $P_n = 5$  W,  $U_n = 12$  V,  $R_n = 28,8 \Omega$ .

Eksperiment je izveden na sobnoj temperaturi od (23-25) $^{\circ}$ C. Za određivanje iskorišćenja razmatranog elektrohemijuskog sistema izvršena su njegova punjenja i pražnjenja neprekidnim strujama  $I_1$  i  $I_2$ , respektivno, i to pri punjenju počev od stanja potpune ispražnjenosti do stanja potpune napunjenosti energijom, a pri pražnjenju počev od stanja potpune napunjenosti do stanja potpune ispražnjenosti energijom. Podrazumeva se da pri procesu punjenja sistem funkcioniše kao elektrolitička ćelija (potrošač), pri čemu se primljena električna energija pretvara i akumulira za duže vreme u obliku hemijske energije potencijalnog vida; dok pri procesu pražnjenja sistem funkcioniše kao galvanska ćelija (izvor), pri čemu se akumulirana hemijska energija pretvara u oblik električne energije i odaje potrošačima [1-4].

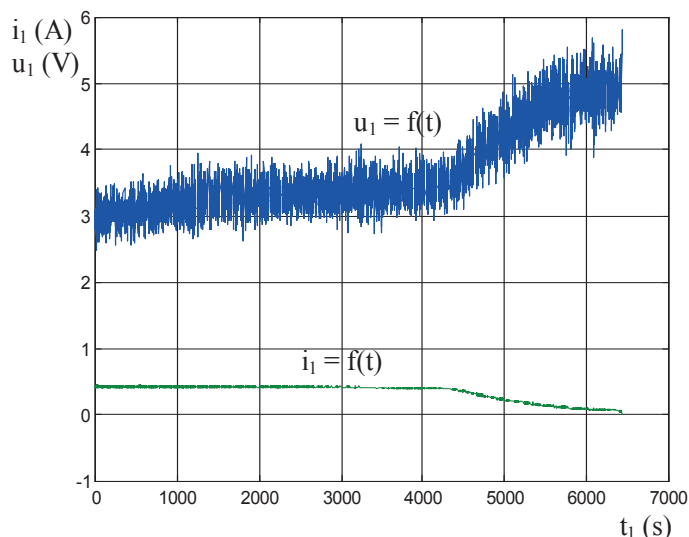
Pokazatelji stanja potpune napunjenosti i potpune ispražnjenosti sistema energijom su, najčešće, krajnje vrednosti odgovarajućih napona. Oni iznose približno (5,2-5,8) V, pri punjenju, i (1,8-2,2) V, pri pražnjenju, što zavisi od raznih uticajnih veličina: struje, temperature itd [5].

Pri izvođenju eksperimenta dobijen je veliki broj podataka, po nekoliko hiljada. S toga su u tabeli 1 prikazani rezultati samo za nekoliko prvih i nekoliko poslednjih podataka zbog preobimnog broja, dok su isti rezultati za sve podatke prikazani grafički dijagramima na sl. 3 i sl. 4. Time se mogu potpuno sagledati

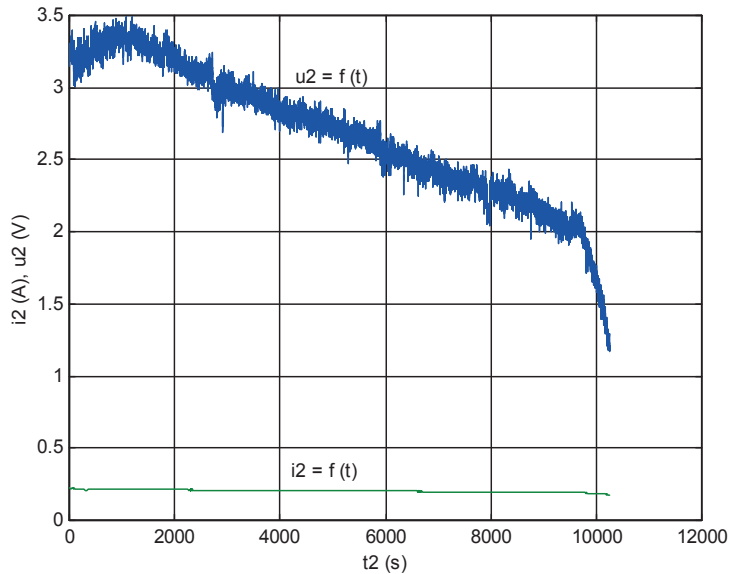
promene napona i struja pri procesima punjenja i pražnjenja razmatranog elektrohemijskog sistema u toku vremena.

Tabela 1. Eksperimentalni rezultati merenja veličina pri procesima punjenja i pražnjenja razmatranog elektrohemijskog sistema u toku vremena.

Proces punjenja			Proces pražnjenja		
$t_1$ (s)	$U_1$ (V)	$I_1$ (A)	$t_2$ (s)	$U_2$ (V)	$I_2$ (A)
0	2.7355	0.4318	0	3.2174	0.2236
1	2.7731	0.4244	1	3.3050	0.2237
2	2.8889	0.4251	2	3.2791	0.2236
3	2.9463	0.4234	3	3.2624	0.2235
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
6430	5.8143	0.0039	10247	1.2131	0.1781
6431	5.7973	0.0038	10248	1.2131	0.1780
6432	5.7559	0.0024	10249	1.1789	0.1780
6433	5.6897	0.0019	10250	1.1975	0.1780



Sl. 3. Grafički prikaz promene veličina u toku vremena pri procesu punjenja razmatranog elektrohemijskog sistema energijom



Sl. 4. Grafički prikaz promene veličina u toku vremena pri procesu pražnjenja razmatranog elektrohemijskog sistema energijom

Obradom eksperimentalnih podataka iz tabele 1 i sa sl. 3 i sl. 4 u Matlab računarskom programu, dobijaju se ukupni kapaciteti i srednje vrednosti napona u procesima punjenja i pražnjenja razmatranog elektrohemijskog sistema prema sledećim jednačinama [5]:

$$q_1 = \int_0^{t_1} i_1(t) dt, \quad (1)$$

$$U_{sr1} = \frac{1}{t_1} \int_0^{t_1} u_1(t) dt, \quad (2)$$

$$q_2 = \int_0^{t_2} i_2(t) dt, \quad (3)$$

$$U_{sr2} = \frac{1}{t_2} \int_0^{t_2} u_2(t) dt, \quad (4)$$

gde su:  $q_1 = q_1(t)$ ,  $q_2 = q_2(t)$ ,  $U_{sr1}$ ,  $U_{sr2}$  - ukupni kapaciteti i srednje vrednosti napona u procesima punjenja i pražnjenja;  $i_1 = i_1(t) = I_1$ ,  $u_1 = u_1(t) = U_1$

$i_2 = i_2(t) = I_2$   $u_2 = u_2(t) = U_2$  - izmerene vrednosti struja i napona u toku procesa punjenja i pražnjenja;  $t_1, t_2$  - vremena punjenja i pražnjenja sistema, respektivno.

Odgovarajuća iskorišćenja razmatranog elektrohemijskog sistema daju se sledećim jednačinama [5]:

$$\eta_q = \frac{q_2}{q_1}, \quad (5)$$

$$\eta_u = \frac{U_{sr2}}{U_{sr1}}, \quad (6)$$

$$\eta_w = \eta_q \cdot \eta_u, \quad (7)$$

gde su:  $\eta_q, \eta_u, \eta_w$  - amperčasovno, naponsko i vatčasovno iskorišćenje elektrohemijskog sistema, respektivno.

Ukupni kapaciteti i srednje vrednosti napona u procesima punjenja i pražnjenja razmatranog elektrohemijskog sistema prema jednačinama (1), (2), (3) i (4) dati su u tabeli 2, a odgovarajuća iskorišćenja prema jednačinama (5), (6), i (7) u tabeli 3.

Tabela 2. Ukupni kapaciteti i srednje vrednosti napona u procesima punjenja i pražnjenja razmatranog elektrohemijskog sistema

Proces punjenja		Proces pražnjenja	
$q_1$ (As)	$U_{sr1}$ (V)	$q_2$ (As)	$U_{sr2}$ (V)
2.2100e+003	3.6759	2.0852e+003	2.6747

Tabela 3. Iskorišćenja razmatranog elektrohemijskog sistema

$\eta_q$ (%)	$\eta_u$ (%)	$\eta_w$ (%)
94.3552	72.7614	68.6541

#### 4. ZAKLJUČAK

Rezultati izmerenih veličina i dobijenih iskorišćenja razmatranog elektrohemijskog sistema primenom savremene merne računarske opreme sa sistemom za akviziciju podataka ED428 u LabVIEW programu su daleko precizniji i pouzdaniji u odnosu na poznate metode sa klasičnim mernim instrumentima. Zato se može konstatovati da navedena merna oprema ima opšti značaj, što znači da se može primeniti za određivanje i ostalih karakteristika kod istih ili sličnih sistema, u cilju ostvarivanja pozitivnijih tehnno-ekonomskih efekata. Osom toga,



korišćena merna oprema važi u svetu merne tehnike za mernu opremu sa visokom klasom tačnosti, tj. sa najvišim standardima.

Na konkretnom primeru elektrohemijskog sistema za mobilni telefon Sony Ericsson pokazalo se u praksi da ovaj sistem ima vrlo visok stepen svih iskorišćenja, naročito amperčasovnog koji je veći od 90%. Time se može reći da je ispitivani sistem sa boljim iskoristivim osobinama od poznatog i široko primenjivanog olovnog i nikal-kadmijum elektrohemijskog sistema.

## 5. LITERATURA

- [1] A. Despić, D. Dražić, O. Tatić-Janjić: *Osnovi elektrohemije*, Naučna knjiga, Beograd, 1970.
- [2] M. Šušić: *Elektrohemija*, Naučna knjiga, Beograd, 1970.
- [3] E. C. Potter: *Elektrohemija*, Školska knjiga, Zagreb, 1968.
- [4] N. Rakićević, A. Todorović: *Hemijski izvori električne struje*, Prirodno-matematički fakultet, Kosovska Mitrovica, 2005.
- [5] A. Todorović, N. Rakićević: *Osnovne karakteristike elektrohemijskog nikal-kadmijum sistema*, Akademska misao, Beograd, 2004.
- [6] Nacional instruments, LabVIEW development guidelines, NI Corporation, 2000.
- [7] Nacional instruments, Integrating the internet into your measurement system, Data Cocker technical overview, NI Corporation, 2000.
- [8] Nacional instruments, LabVIEW analysis concepts, NI Corporation, 2000.
- [9] Nacional instruments, LabVIEW getting started with LabVIEW, NI Corporation, 2000.
- [10] Nacional instruments, LabVIEW measurements manual, NI Corporation, 2000.

### **PRACTICAL PROCEDURE FOR DETERMINATION OF ELECTROCHEMICAL SYSTEM OF MOBILE PHONE BY USING OF COMPUTERS MEASURING EQUIPMENT**

#### **ABSTRACT:**

In actual practice the measuring of voltage and current in charging and discharging processes of electric chemical systems are mostly done by classic measuring instruments. Then, even in a case of the instruments with the highest class of accuracy, there are unreliable and low precision results obtained. This prob-

lem is solved by application of modern computers equipment and Lab view program. It is showed on the system metal-hybrid for mobile phone Sony Erickson, when the measured results of the values in numerical data are obtained in tables and graphs, and being saved in computer's files. Selected time intervals of reading and recording of data are at least 1 s. By further treatment there are obtained: Total capacities and average voltage values in charging and discharging processes, and after that, Ampere hour, Wat hour and voltage efficiency of observed system.