

PRIJEDLOG UREĐAJA ZA SNIMANJE KARAKTERISTIKE FOTONAPONSKOG MODULA

Željko Ivanović, Velibor Škobić, *Elektrotehnički fakultet u Banjoj Luci*

Sadržaj – U ovom radu dat je prijedlog uređaja za snimanje karakteristike fotonaponskog modula. Uređaj se sastoji od aktivnog opterećenja, senzora intenziteta svjetlosti, kao i upravljačke jedinice koja komunicira sa posebno razvijenom aplikacijom na strani računara. Predloženi uređaj verifikovan je kroz eksperimentalna mjerenja.

1. UVOD

Sunce je ogroman izvor energije. Na površinu Zemlje dopijeva oko 175 milijardi MW sunčeve energije, što je preko 100.000 puta više od snage svih elektrana na Zemlji kada rade u punom pogonu [1]. Proizvodnja električne energije od energije sunčevog zračenja smatra se jednim od najčistijih i najsigurnijih načina.

Fotonaponski – PV (engl. *Photovoltaic*) sistemi nisu zahtjevni za održavanje, dok se prilikom proizvodnje električne energije ne generiše akustično zagađenje, kao što je to slučaj sa vjetroelektranama. Nedostatak PV sistema su veliki troškovi instalacije, kao i promjena snage solarnih elektrana sa promjenom vremenskih uslova.

Stalnim smanjenjem cijene fotonaponskih sistema, ova tehnologija u budućnosti potencijalno postaje glavna u polju obnovljivih energetskih izvora. Životni vijek fotonaponskih modula je preko 25 godina. Međutim, treba istaći da se, sa starenjem, proizvodna sposobnost fotonaponskih modula može smanjiti na 75–80% od nominalne vrijednosti. Efikasnost fotonaponskih modula kreće se 6–18% u zavisnosti od tehnologije njihove izrade. Osnovni zahtjev za fotonaponske izvore je efikasnost sistema.

Bez obzira na relativno nisku efikasnost konverzije sunčeve u električnu energiju, posljednjih dvadesetak godina dramatično se povećava udio solarne energije u ukupnoj proizvodnji struje. Tako, na primjer, tokom 2008. godine, instalirana snaga solarnih ćelija u svijetu iznosila je oko 5600 MW, uz godišnju stopu rasta od 110% [2]. Najviše je bilo instalirano u Španiji (2460 MW), pa u Njemačkoj (1860 MW). Danas je Njemačka vodeća zemlja u svijetu sa proizvodnjom fotoelektrične energije u 2012. godini od 27,9 TWh, što je povećanje u odnosu na 2011. godinu za 44% [3].

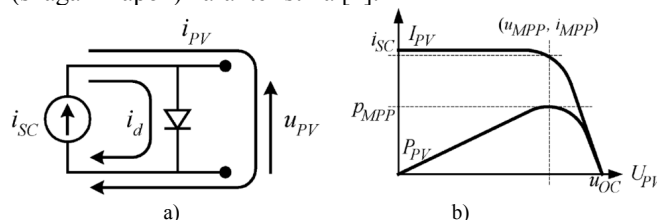
U ovom radu predložen je uređaj za snimanje karakteristike fotonaponskog modula sa željom da doprinese kvalitetnijem obrazovanju sudenata iz oblasti solarnih sistema.

Rad se sastoji od pet poglavlja. U drugom poglavlju date su osnovne karakteristike fotonaponskog modula. Opis predloženog uređaja dat je u trećem poglavlju, dok je njegova verifikacija data u četvrtom poglavlju. Na kraju rada, u zaključku, sumirani su postignuti rezultati.

2. KARAKTERISTIKA FOTONAPONSKE ĆELIJE

Fotonaponski modul (panel) sastoji se od određenog broja međusobno povezanih fotonaponskih ćelija. Fotonaponska ćelija je p-n spoj koji pretvara energiju sunčevog zračenja u električnu. Fotoni svjetlosti eksitiraju elektrone u p-n spoju u stanje veće energije, omogućujući im da budu nosioci elektriciteta.

Izlazna karakteristika fotonaponske ćelije je nelinearna i veoma zavisi od intenziteta zračenja i temperature okoline. Na slici 1b prikazana je I-V (struja – napon) i P-V (snaga – napon) karakteristika [4].

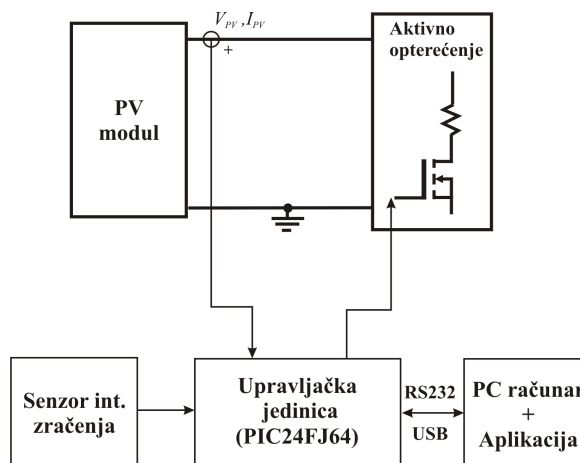


Sl. 1. a) Model i b) karakteristika fotonaponske ćelije.

Sa slike 1b vidi se da, pri određenim radnim uslovima (naponu i struji ćelije), postoji maksimum snage koju fotonaponska ćelija može da da. Napon fotonaponske ćelije zavisi od intenziteta zračenja i temperature okoline. Da bi se postiglo maksimalno iskorišćenje energije potrebno je uvijek raditi u tački maksimalne snage – MPP (engl. *Maximum Power Point*) [5], [6].

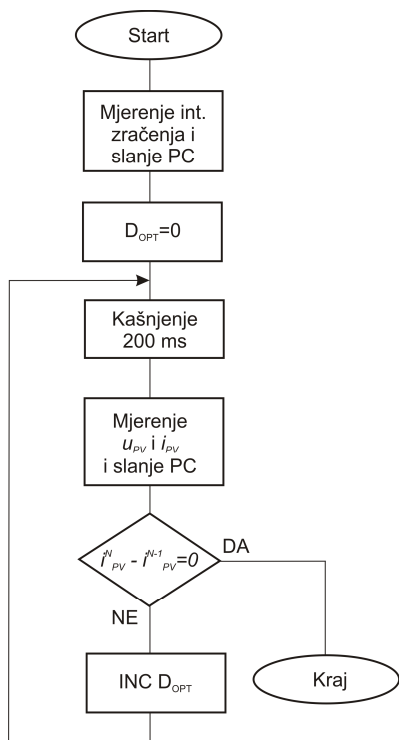
3. OPIS UREĐAJA

Na slici 2 prikazana je blok-šema uređaja za snimanje karakteristike fotonaponskog modula. Uređaj se sastoji od aktivnog opterećenja, senzora intenziteta zračenja, kao i upravljačke jedinice koja komunicira sa posebno razvijenom aplikacijom na strani PC računara. Aktivnim opterećenjem se upravlja pomoću impulsno-širinske modulacije (PWM).



Sl. 2. Blok-šema uređaja.

Na slici 4 prikazan je algoritam po kome upravljačka jedinica vrši snimanje karakteristike fotonaponskog modula.



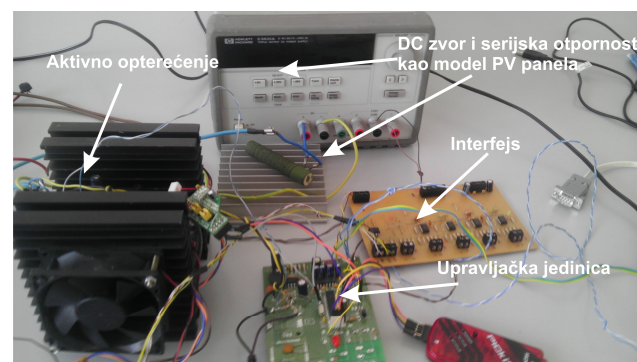
Sl. 3. Algoritam snimanja karakteristike fotonaponskog modula.

Kada upravljačka jedinica dobije komandu za snimanje, ona prvo izvrši mjerenje intenziteta zračenja, nakon čega taj podatak šalje računar. Snimanje I-V karakteristike počinje od napona otvorenog kola (u_{OC}) PV panela.

Odnosno, upravljačka jedinica uvećava faktor popune kontrolnog signala aktivnog opterećenja od nule, pa sve dok ne prestane promjena struje kroz PV modul (tačka i_{SC}). Pri svakoj promjeni faktora popune vrši se mjerenje napona i struje PV modula, nakon čega se ovi podaci šalju računar. Na strani PC računara posebno razvijena aplikacija prikuplja podatke, te na osnovu njih izračunava P-V karakteristiku fotonaponskog modula. Nakon izračunavanja aplikacija iscrtava I-V i P-V karakteristiku fotonaponskog panela, te ispisuje i intenzitet zračenja pri kojem su ove karakteristike snimljene.

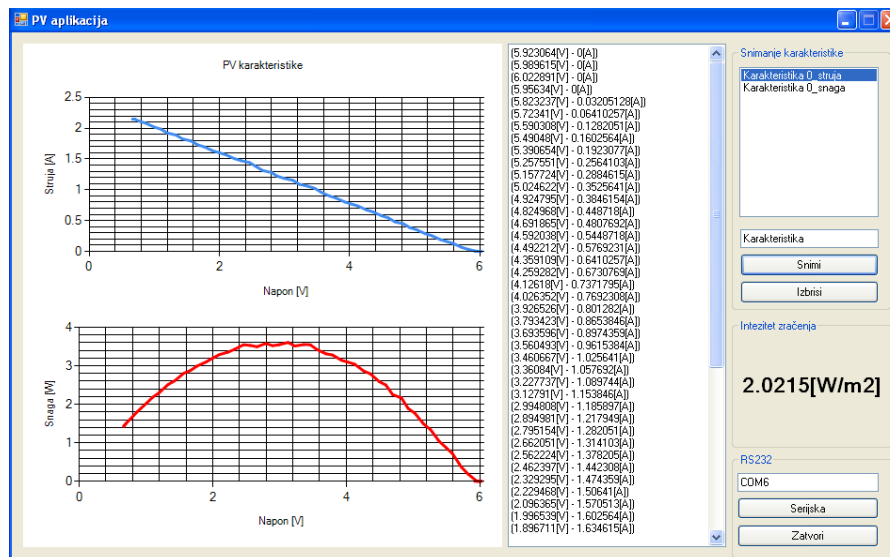
4. EKSPERIMENTALNA MJERENJA

Da bi se verificovalo predloženo rješenje napravljen je prototip (slika 4).



Sl. 4. Realizovani prototip.

Za snimanje I-V i P-V karakteristike umjesto fotonaponskog panela korišćena je serijska veza DC izvora od 6 V i otpornika od 2,7 Ω . Dobijene karakteristike prikazane su na slici 5.



Sl. 5. Prikaz aplikacije i snimljenih karakteristika.

5. ZAKLJUČAK

Stalnim smanjenjem cijene fotonaponskih sistema ova tehnologija u budućnosti potencijalno postaje glavna na polju obnovljivih izvora energije. Trenutno u Republici Srpskoj nedostaje kadra iz ove oblasti. Predloženi uređaj

dopriniće studentima bolje razumjevanje karakteristika fotonaponskih modula.

Nastavak razvoja uređaja biće u pravcu njegovog proširenja sa podizačem napona, s ciljem da se ilustruje i rad MPPT algoritma. Na ovaj način zaokružice se ilustracija rada jednog fotonaponskog sistema.

6. LITERATURA

- [1] B. Lalović: *Nasušno Sunce*, Nolit, Beograd, 1982.
- [2] S. Đukanović: *Obnovljivi izvori energije–ekonomska ocjena*, Gradska biblioteka „Božidar Knežević”, Ub 2009
- [3] B. Burger: *Electricity production from solar and wind in Germany in 2012*, Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems ISE, February 08, 2013
- [4] F. Blaabjerg, et al.: *Power Converters and Control of Renewable Energy Systems*, First International Conference of Energy Innovation, Barcelona, Spain 2005
- [5] F. Blaabjerg, Z. Chen, S. B. Kjaer: *Power Electronics as Efficient Interface in Dispersed Power Generation Systems*, IEEE Transactions on Power Electronics, Vol. 19, No. 5, September 2004
- [6] Zeljko Ivanovic, Velibor Skobic, „Solar Energy Harvesting for Powering Wireless Sensor Nodes,“ 17th International Symposium on Power Electronics – Ee 2013, Novi Sad, Serbia, October 30th – November 1st, 2013

Abstract – In this paper, a device for obtaining photovoltaic module characteristic is proposed. Device is consisted of electronic load, light intensity sensor and control unit that communicates with PC. The proposed device is verified through experimental measurements on the prototype.

**A DEVICE FOR OBTAINING PHOTOVOLTAIC
MODULE CHARACTERISTIC**
Željko Ivanović, Velibor Škobić