

Naučno-stručni časopis
(*Journal for Scientists and Engineers*)

ENERGETSKE TEHNOLOGIJE

(*ENERGETIC TECHNOLOGIES*)

ISSN 1451-9070

UDK 620.9 (082)

CIP – Katalogizacija u publikaciji
Biblioteka Matice srpske, Novi Sad
620.9 (082)

CIP – Katalogizacija u publikaciji
Biblioteka Matice srpske, Novi Sad

620.9 (082)

ENERGETSKE tehnologije : naučno – stručni časopis =
Energy technologies: journal for scientists and Engineers/glavni i
odgovorni urednik Miroslav Lambić. – God. 1 br. 1 (2004) -
Zrenjanin: Društvo za sunčevu energiju «Srbija solar», 2004- .
- 30 cm

Tromesečno. – Rezimei na engleskom jeziku
ISSN 1451-9070
COBISS.SR-ID 195908615

Broj: 2 (2013.)
God. (Vol.): 10

U ovom broju su štampani redovno pristigli i recenzirani radovi kao i izabrani radovi saopšteni na naučno-stručnim skupovima:

Naučni forum F 15: ENERGETSKE TEHNOLOGIJE - 2013. (sa tematskom konferencijom: Menadžment, inovacije, razvoj), Vrnjačka Banja, 2013.

Naučni forum F 15: MENADŽMENT, INOVACIJE, RAZVOJ - 2013. (sa tematskom konferencijom: Energetske tehnologije, Vrnjačka Banja, 2013.

Izdavač (*Publisher*):

Društvo za sunčevu energiju »Srbija solar«
Solar Energy Society »Serbia Solar«

Naučno-stručni časopis
(*Journal for Scientists and Engineers*)

ENERGETSKE TEHNOLOGIJE
(*ENERGETIC TECHNOLOGIES*)

Izdavač (*Publisher*):

Društvo za sunčevu energiju »Srbija solar«
Solar Energy Society »Serbia Solar«
P. FAH 11, 23000 Zrenjanin
Tel.: 064/131-02-27,
Fax: 023/510-114
www.solar-srbija.org
E-mail: solar.srbija@yahoo.com
Račun: 355-1059874-69 kod Vojvođanske banke

Glavni i odgovorni urednik
(*Editor-in-chief*)

Prof. dr Miroslav Lambić, dipl.inž.

Uređivački odbor
(*Editor's Associates*)

Prof. dr Miroslav Lambić
Prof. dr Tomislav Pavlović
Prof. dr Miladin Brkić
Prof. dr Dragiša Tolmač
Prof. dr Snežana Dragičević
Prof. dr Dragan Škobalj
Prof. dr Milan Đudurović
Prof. dr Jasmina Radosavljević

Redakcioni odbor
(*Editorial Board*)

Dr Miroslav Lambić (Tehnički fakultet »M. Pupin«, Zrenjanin; Dr Tomislav Pavlović (Prirodno matematički fakultet), Niš; Dr Dragiša Tolmač (Tehnički fakultet »M. Pupin«, Zrenjanin; Dr Miladin Brkić (Poljoprivredni fakultet), Novi Sad; Dr Snežana Dragičević (Tehnički fakultet), Čačak; Dr Novica Pavlović (VPŠSS), Novi Sad; Dr Milorad Marjanović (Zavod za udžbenike i nastavna sredstva), Beograd; Dr Slawomir Kurpaska (Faculty of Agricultural Engineering – University of Agriculture in Krakow), Poljska; Dr Boris Planteanu (Institut National de inventica), Iasi, Rumunija; Dr Živoslav Adamović (Tehnički fakultet »M. Pupin«, Zrenjanin; Dr Rade Biočanin (Centar za strateška istraživanja nacionalne bezbednosti), Beograd; Dr Jasmina Radosavljević (Fakultet zaštite na radu), Niš; Dr Dragan Škobalj (Internacionalni univerzitet, Brčko), Brčko, BiH; Dr Mirko Dobrnjac (Mašinski fakultet), Banja Luka, Republika Srpska, BiH; Dr Dragan Mančić (Elektronski fakultet), Niš; Dr Borislav Odadžić (Tehnički fakultet "M. Pupin"), Zrenjanin; Dr Dragan Lambić (Pedagoški fakultet), Sombor; Dr Goran Petković (Dom učenika i učenica srednjih škola "Angelina Kojić - Gina"), Zrenjanin, R. Srbija; Dr Slavica Prvulović (Tehnički fakultet »M. Pupin«, Zrenjanin; Dr Milan Đudurović (Mašinski fakultet), Banja Luka, Republika Srpska, BiH; Dr Sanja Popovska-Vasilevska (Solar Makedonija), Republika Makedonija; Dr Dragan Mitić (Fakultet zaštite na radu), Niš; Dr Mićo Gaćanović (Elektrotehnički fakultet Univerziteta u Banja Luci), Banja Luka, Republika Srpska, BiH; Dr Milorad Grujić (Tehnički fakultet), Bor

SADRŽAJ

| | |
|---|----|
| Čalasan M.; Vujičić V.; Dragičević S.: NOVI METOD ZA ODREĐIVANJE PARAMETARA SOLARNIH ČELIJA <i>NEW METHOD FOR SOLAR CELL PARAMETERS DETERMINATION</i> | 5 |
| Dragičević, S.; Janković, M.: MOGUĆNOSTI PRIMENE TOPLOTNE PUMPE ZA POTREBE GREJANJA ŠKOLSKOG OBJEKTA <i>POSSIBILITIES OF HEAT PUMP APPLICATION FOR THE HEATING OF SCHOOL BUILDING OBJECT</i> | 11 |
| Nikolić, R.; Radovanović, M.; Karić, M.: TERMoelektrične pojave i rad termoelektričnih modula u režimu hlađenja <i>THERMOELECTRIC APPEARS AND OPERATION OF THERMOELECTRIC MODULE IN COOLING MODE</i> | 16 |
| Odadžić, B.; Odadžić, D.: UTICAJ MREŽNIH PROTOKOLA NA ENERGETSKU EFIKASNOST BEŽIČNIH KOMUNIKACIONIH SISTEMA <i>IMPACT THE NETWORK PROTOCOLS ON ENERGY EFFICIENCY WIRELESS COMMUNICATION SYSTEMS</i> | 25 |
| Lambić, M.; Domanović P.: ZNAČAJ KORIŠĆENJA TERMIČKOG I FOTOELEKTRIČNOG DEJSTVA SUNČEVOG ZRAČENJA <i>IMPORTANCE OF USE THERMAL AND PHOTOELECTRIC EFFECT OF SUNLIGHT</i> | 31 |
| Tolmač, J.; Prvulović, S.; Tolmač, D.; Košut, Z.: ANALIZA EKONOMIČNOSTI GREJANJA URBANOG NASELJA ENERGIJOM IZ BIOMASE <i>ANALYSIS OF THE ECONOMY HEATING URBAN SETTLEMENT OF BIOMASS ENERGY</i> | 34 |
| Lambić, M.; Domanović, P. : MOGUĆNOST KORIŠĆENJA MINI SOLARNIH ELEKTRANA U DOMAĆINSTVIMA SRBIJE <i>POSSIBILITIES OF MINI SOLAR POWER PLANT IN SERBIAN HOUSEHOLDS</i> | 37 |
| Tolmač, D.; Tolmač, J.; Prvulović, S.; Pavlović, M.; Blagojević, Z.: ANALIZA MOGUĆNOSTI UŠTEDE ENERGIJE PRI KORIŠĆENJU RECIKLIRANIH MATERIJALA NA KRAJU ŽIVOTNOG VEKA VOZILA (ELV) <i>ANALYSIS POWER OPTIONS IN THE USE OF RECYCLED MATERIALS AT END OF LIFE VEHICLES (ELV)</i> | 40 |
| Kucora, I.; Radovanović, Lj.; Adamović, Ž.: OTKAZI CEVI U ETILENSKIM PEĆIMA <i>TUBE FAILURE IN ETHYLENE FURNACES</i> | 44 |
| Kucora, I.; Radovanović, Lj.; Adamović, Ž.; Otić, G.: KLJUČNI ELEMENTI PROGRAMA UPRAVLJANJA ŽIVOTNIM VEKOM CEVI PIROLITIČKIH PEĆI <i>KEY ELEMENTS OF PROGRAM MANAGEMENT LIFETIME PYROLYSIS STOVE PIPE</i> | 51 |
| Škopalj, D.; Opsenica, M.: NAFTA I GAS UZROK RATA NA BLISKOM ISTOKU <i>OIL AND GAS - CAUSES OF MIDDLE EAST WAR</i> | 56 |



PREDUZEĆE ZA PROJEKTOVANJE I INŽENJERING

ENERGO PRO-TEH d.o.o.

23000 Zrenjanin, Brigadira Ristića C3/Lok 4

Tel./Fax: 023.510.114 Mob: 064.131.0.227

www.energoproteh.com

PROJEKTOVANJE, MONTAŽA, INŽENJERING:

Termoenergetska postrojenja,
solarne instalacije (termičke i fotoelektrične),
sistemi za racionalizaciju potrošnje energije, klimatizacija,
toplotne pumpe, industrijski sistemi, sistemi kogeneracije.



NOVI METOD ZA ODREĐIVANJE PARAMETARA SOLARNIH ČELIJA

NEW METHOD FOR SOLAR CELL PARAMETERS DETERMINATION

Mr Martin Čalasan¹, prof. dr Vladan Vujčić², prof. dr Snežana Dragičević³

1 - Univerzitet Crne Gore, Elektrotehnički fakultet Podgorica, Džordža Vašingtona bb, 81000 Podgorica,

2 - Univerzitet Crne Gore, Elektrotehnički fakultet Podgorica, Džordža Vašingtona bb, 81000 Podgorica,

3 - Univerzitet u Kragujevcu, Fakultet tehničkih nauka u Čačku, Svetog save 65, 32000 Čačak,

Rezime

Tačnost matematičkog modela solarne ćelije (panela) je veoma važan za njeno ispitivanje i simulaciju rada. Poznato je da se solarne ćelije mogu predstaviti preko nelinearne strujno-naponske (I-V) zavisnosti, sa nekoliko parametara koje treba odrediti iz eksperimentalnih ili kataloških podataka. U ovom radu su detaljno navedene jednačine koje opisuju strujno-naponsku zavisnost solarne ćelije. Takođe, predstavljen je metod za određivanje parametara I-V krive na osnovu podataka koje daje proizvođač. Predloženi postupak je primijenjen na MSX-60 solarni niz. Veoma dobro poklapanje eksperimentalnih, kataloških i estimiranih rezultata I-V krive ovoga solarnog niza je dobijeno.

KLjučne riječi: solarna ćelija, parametri solarnih ćelija, određivanje parametara solarnih ćelija

Abstract

The accuracy of the mathematical model of the solar cell (panel) is very important for its testing and simulation. It is well known that a solar cell can be represented through nonlinear current-voltage (I-V) dependence, with several parameters that need to be adjusted from experimental, or manufacturer, data. This paper presents in detail the equations that constitute the single-diode solar cell I-V model. Also, this paper presents the method for determination of parameters of the I-V curve using only data provided by the manufacturer. The proposed method is applied on a KCX-60 solar cell array. Very good agreement between experimental results, data provided by the manufacturer and estimated result of I-V curve of this solar array is obtained.

Keywords: solar cell, solar cell parameters, determination of solar cell parameters

1. Uvod

Fosilna goriva, nastala prije nekoliko stotina miliona godina, trenutno predstavljaju osnovne resurse za proizvodnju električne energije. Međutim, njihovo intenzivno korišćenje uslovljava da se rezerve uglja imaju samo za narednih 80 godina, a rezerve nafte samo za sljedećih 50 godina. Osim stalnog poskupljenja i njihove nemogućnosti obnavljanja, ovi izvori energije su i veliki загаđиваči životne sredine.

Ekološki problem, problem iscrpljenosti fosilnih goriva i sve veći zahtjevi za električnom energijom, primoravaju, prije svega, visokorazvijene zemlje da ulažu ogroman novac u razvoj tehnologija za korišćenje obnovljivih izvora energije. Tu se prije svega misli na razvoj tehnologija za korišćenje energije sunca, vjetro, morskih talasa i geotermalne energije. Od svih njih, posebnu pažnju privlači solarna energija. Razloga za to je veliki broj: velika dostupnost, veliki potencijal, "tiha" proizvodnja, mogućnost korišćenja u svemiru i slično. Međutim, glavna mana upotrebe solarne energije su početni troškovi, tj. investicija u instalaciju potrebne opreme [1].

Proizvodnja električne energije iz energije sunca veoma je aktuelna posljednjih godina. Cijena uređaja za konverziju solarne energije u električnu energiju svakim danom je sve manja, pa su solarni (fotonaponski - photovoltaic - PV) sistemi postali glavni izvori električne energije u brojnim aplikacijama – satelitske aplikacije, bazne stanice, ruralna nasela i slično.

PV sistem direktno konvertuje solarnu energiju u električnu energiju. Osnovni element PV sistema je PV ćelija. Vrijednost napona, odnosno struje, na krajevima solarne ćelije je mala, pa se one povezuju redno (u cilju dobijanja većeg napona) i paralelno (u cilju dobijanja veće struje). Osim niza solarnih ćelija, ili solarnih panela, solarni sistem čine još i energetski konvertori, koji vrše regulaciju napona i struje potrošača i kontrolišu vrijednost snage koja se predaje potrošaču.

U cilju proučavanja PV sistema, kao i mogućnosti njihovog priključenja na energetska mrežu potrebno je znati što bolje modelovati PV panele (ćelije). Sa matematičke tačke gledišta, PV panel karakteriše izuzetno nelinearna strujno-naponska (I-V) zavisnost, čije parametre treba odrediti na osnovu eksperimentalne I-V krive.

Na temelju, uglavnom, izmjerenih I-V karakteristika, u prošlosti su predložene razne metode od strane više autora u svrhu pronalazanja načina za određivanje parametara koji opisuju nelinearni električni model solarnih ćelija. Te metode razlikuju se po načinu određivanja nepoznatih parametara, broju tih parametara, tačnosti dobijenih rješenja i slično. Sa druge strane, proizvođači solarnih panela umjesto I-V karakteristike daju samo nekoliko eksperimentalnih podataka o njegovim električnim i termičkim karakteristikama. Nažalost, većina parametara koja je potrebna za opisivanje solarnih ćelija se ne može naći u podacima proizvođača. Sa druge strane, do sada su razvijeni brojni metodi za određivanje parametara solarnih ćelija koji počivaju na raznim aproksimacijama i raznim zanemarivanjima. Cilj ovoga rada jeste da se definiše postupak za određivanje parametara solarnih ćelija bez početnih aproksimacija, zanemarivanja ili podrazumijevanih vrijednosti.

U ovom radu, u drugom poglavlju date su jednačine koje opisuju jednodiodni model solarnih ćelija. U trećem poglavlju predložen je postupak za određivanje parametara solarnih ćelija – prednosti i poređenje predloženog postupka sa postojećim. Verifikacija predloženog metoda za određivanje parametara jednodiodnog modela solarnih ćelija data je u četvrtom poglavlju.

2. Parametri solarnih ćelija i njihove karakteristike

Solarne ćelije predstavljaju poluprovodničke diode čiji je P-N spoj izložen dejstvu svjetlosti. One se proizvode u različitim vrstama koristeći različite proizvodne procese. Generalni poprečni presjek jedne solarne ćelije je prikazan na slici 1. Kada je P-N spoj izložen svjetlosti (fotonima) fotoni svoju energiju predaju elektronima. Dio te energije se troši za oslobađanje iz atoma dok se dio pretvara u kinetičku energiju tada već slobodnih elektrona. Za prikupljanje fotostruje na obje strane P-N spoja su postavljeni metalni kontakti, kako sa donje, tako i sa gornje strane, kako bi se sakupljala fotostruja koja nastaje nakon

