



Универзитет у Београду
Већу научних области техничких наука

З А Х Т Е В

За давање сагласности на предлог теме докторске дисертације

Молимо да, сходно чл.46 ст.5.тач.4 Статута Универзитета у Београду („Гласник Универзитета“ бр.131/06), дате сагласност на предлог теме докторске дисертације:
„Анализа доприноса иновираних решења Si соларних ћелија у соларној енергетици“ коју је пријавио кандидат **мр Небојша Стојановић**.
Научна област: електротехника

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

1. Име, име једног од родитеља и презиме кандидата
Мр НЕБОЈША (МАРКО) СТОЈАНОВИЋ
2. Назив и седиште факултета на коме је стекао високо образовање
Електротехнички факултет Универзитета у Београду
3. Година дипломирања: **2000.године**
4. Назив магистарске тезе кандидата
„Радијациона отпорност соларних ћелија“
5. Назив факултета на коме је магистарска теза одбрањена
Електротехнички факултет у Београду
6. Година одбране магистарске тезе: **2004.год.**
7. Назив факултета на коме је кандидат завршио докторске студије: /
8. Одсек, смер или група: /
9. Година завршетка докторских студија: /

Обавештавамо вас да је Наставно-научно веће Електротехничког факултета на седници одржаној 07.9.2010.године размотрило предложену тему и закључило да је тема подобна за израду докторске дисертације.

Прилог:

- 1.Предлог теме докторске дисертације са образложењем
- 2.Акт надлежног тела Факултета о подобности теме за израду докторске дисертације

ДЕКАН
ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА

Проф.др Миодраг Поповић



На основу чл.128 Закона о високом образовању и чл.66 и чл.68 Статута Електротехничког факултета у Београду, Наставно-научно веће на седници од 07.9.2009.године, донело је

О Д Л У К У

О ПРИХВАТАЊУ ТЕМЕ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Прихвата се тема докторске дисертације под насловом:

„Анализа доприноса иновираних решења Si соларних ћелија у соларној енергетици“ коју је пријавио мр Небојша Стојановић.

Д Е К А Н

Електротехничког факултета

Проф.др Миодраг Поповић

NASTAVNO NAUČNOM VEĆU ELEKTROTEHNIČKOG FAKULTETA UNIVERZITETA U BEOGRADU

Na sednici Naučno nastavnog veća Elektrotehničkog fakulteta Univerziteta u Beogradu broj od 29.06.2009. godine imenovani smo za članove komisije za prihvatanje predložene teme doktorske disertacije mr Nebojše Stojanovića dipl.el.ing. pod naslovom **Analiza doprinosa inoviranih rešenja Si solarnih ćelija u solarnoj energetici**. Nakon uvida u dostavljeni materijal podnosimo Naučno nastavnom veću Elektrotehničkog fakulteta Univerziteta u Beogradu sledeći

Izveštaj

Biografski podaci: Mr Nebojša Stojanović rođen je u Beogradu, 3. juna 1975. godine, gde je i pohađao osnovnu i srednju školu. Studirao je na Elektrotehničkom fakultetu u Beogradu, smer elektronika, gde je diplomirao 2000. godine (tema diplomskog rada "Digitalni prijemnik AES/EBU signala"). Iste godine počinje da radi u Institutu za nuklearne nauke "Vinča", u laboratoriji za nuklearnu i plazma fiziku – 011, gde se bavio istraživanjima u oblasti fizike fotonaponskih solarnih ćelija i razvoja i primene fotonaponskih uređaja. Magistrirao je 2004. godine na Elektrotehničkom fakultetu u Beogradu, sa temom "Radijaciona otpornost solarnih ćelija". Zvanje Istraživač saradnik stekao je 2005. godine. Učestvovao je na više konferencija međunarodnog značaja. Objavio je nekoliko radova u časopisima i monografijama od međunarodnog značaja. Poslednjih nekoliko godina vodi predstavništvo jedne strane kompanije koja se bavi razvojem softvera, ali je i dalje uključen u istraživanja i praktične primene solarnih fotonaponskih tehnologija, u saradnji sa Centrom „Vinča – Solar“. Spisak objavljenih radova dat je u prilogu Izveštaja.

Predmet i cilj istraživanja: Razvoj primene fotonaponske solarne energije kroz različite fotonaponske sisteme malih snaga (rasveta, navodnjavanje, sigalizacija, telekomunikacija, akumulatorske stanice, saobraćaj...) pa do solarnih elektrana priključenih direktno na distributivnu mrežu elektroenergetskog sistema igra zapaženu ulogu u energetici. Elektroenergetika se danas suočava sa teškoćama u zadovoljavanju sve većih potreba za električnom energijom svuda u svetu, ne samo zbog ograničenosti klasičnih izvora električne energije koji koriste ugalj, naftu, gas, nuklearne centrale i hidroenergiju iz akumulacionih jezera, već i zbog pratećih ekoloških problema (efekat staklene bašte, ozonske rupe i dr). Zbog toga je došlo do rastuće potrebe za uključivanjem obnovljivih izvora energije u savremenu energetiku. Medju tim izvorima najvažniju ulogu igra sunčeva energija koja omogućuje izgradnju solarnih fotonaponskih centrala velikih snaga (50-150 MWp). Tome doprinosi veliki napredak u fundamentalnim i inovativnim istraživanjima solarnih ćelija i PV modula, kojima se bavi i ova doktorska disertacija.

Solarne ćelije i fotonaponski (PV) moduli proizvode jednosmerni napon, koji se može koristiti za direktno napajanje električnih aparata ili za punjenje AKU baterija, a najčešće se preko invertera napona direktno priključuje na distributivnu električnu mrežu. Preko 85% svih proizvedenih solarnih ćelija trenutno su silicijumske (Si) solarne ćelije.

Ukupna instalisana snaga novih PV sistema u svetu u 2007 iznosila je 2.826 GWp, što je poraslo do 5.95 GWp u 2008 – skok od 110%. Za takva unapređenja u primeni solarnih PV panela najveću zaslugu imaju inovativna istraživanja. Tri vodeće zemlje (Nemačka, Japan i SAD) pokrivaju 89% svih instalisanih PV kapaciteta. Prema Navigant Consulting and Electronic Trend Publications, procene za 2012 su 18.8 GWp instaliranih kapaciteta širom sveta, od čega 12.3 GWp u ove tri zemlje.

Današnji lideri u inovativnim istraživanjima efikasnosti solarnih ćelija i panela su stručnjaci SunPower, kompanija iz San Hozea. Ćelije SunPower postižu faktor konverzije od 23.4%, znatno veći od komercijalnog proseka koji iznosi 12-18%. Na Univerzitetu u Delaveru postignuta je efikasnost od 32% pomoću koncentracije svetlosti.

Cilj ove disertacije je da na bazi analize rezultata laboratorijski ostvarenih rešenja u vezi sa Si solarnim ćelijama kod nas i u svetu, istraži fizičke i električne parametre solarnih ćelija koji zavise i od načina (tehnologije) izrade ćelija i modula i da istakne najefikasnija, ekonomski prihvatljiva rešenja za potrebe današnje energetike i za dalji razvoj Si solarnih ćelija i PV modula.

Polazna hipoteza: Imajući u vidu postojanje potrebe uvođenja solarnih fotonaponskih stanica i fotonaponskih centrala većih snaga u energetiku, rad u okviru ove doktorske disertacije posebno obuhvata istraživanja ograničavajućih faktora koji su vezani za parametre Si solarnih ćelija, kao što su efikasnost solarne ćelije η , faktor ispune FF i faktor idelanosti n , na koje najveći uticaj imaju tehnologije za proizvodnju solarnih ćelija. Istraživanja u disertaciji baviće se proučavanjima njihove zavisnosti od svih tehnoloških uticaja i uticaj na njihove karakteristike, počev od izbora osnovnog poluprovodničkog materijala, formiranja p-n spoja ili površinske barijere, izrade prednjih i zadnjih kontakata ćelije, do formiranja antirefleksionog sloja na prednjoj strani ćelije i formiranja reflektorskog sloja na zadnjoj strani ćelije. Proučavaće se njihov uticaj na izlazne električne karakteristike ćelija kao što su: I_{sc} , I_{rm} , U_{oc} , U_{rm} , P_m , R_s , R_{sh} i dr. što doprinosi razvoju inoviranih Si solarnih ćelija sa većom izlaznom snagom (većom efikasnošću) i dobijanju PV modula i panela sa većom snagom od one koja je bila u prethodnoj generaciji.

Naučne metode istraživanja: Istraživanja na realizaciji cilja doktorske disertacije koristiće teorijske i eksperimentalne i numeričke naučne metode koje su vezane za inovaciona istraživanja. Značaj inovacionih istraživanja (i teorijskih i eksperimentalnih) kojima se bavi ova disertacija vidi se i iz činjenice da se proizvodnja PV sistema udvostručava na svake 2 godine, beležeći prosečan rast od 48% godišnje počev od 2002 godine, što ih čini energetsom tehnologijom sa najbržim rastom. Na kraju 2008 godine, ukupna suma PV instalacija širom sveta dostigla je 15200 MW. Približno 90% ovih kapaciteta su sistemi povezani sa električnom mrežom, bilo postavljeni na tlu, ili ugrađeni u krovove i zidove zgrada (BIPV). Solarne PV centrale danas imaju kapacitete 10-60 MW, a neki od najnovijih projekata na kojima se radi su centrale kapaciteta preko 150 MW. Ovako ubrzani godišnji porast uključivanja fotonaponskih centrala u nacionalne energetske sisteme postiže se pre svega velikim novčanim ulaganjima u inovativne poduhvate razvoja i unapređenja postojećih tehnoloških rešenja za njihovo tehnološko unapređenje. A značajna unapređenja se postižu samo ukoliko se na bazi teorijskih/fundamentalnih poznavanja fizičkih karakteristika solarnih ćelija napravi iskorak ka eksperimentalnim poboljšanjima energetske parametara takvih solarnih ćelija koja se vrlo brzo pretaju u tehnološka inovaciona dostignuća.

Očekivani naučni doprinos: Očekuje se da će kandidat u okviru doktorske disertacije pod naslovom **Analiza doprinosa inoviranih rešenja Si solarnih ćelija u solarnoj energetici** postići naučni doprinos u oblasti fizike poluprovodnika i poluprovodničkih elemenata koja u ovome veku predstavljaju, slobodno možemo reći, najvažnije

vladajuće tehnologije u privrednom razvoju svake zemlje počev od dioda i tranzistora pa do kompjutera, robota i kosmičkih telekomunikacija. Posebno se očekuje naučni doprinos u prepoznavanju i naučnom inovacionom unapređenju onih fizičkih karakteristika i parametara solarnih ćelija kao što su efikasnost solarne ćelije η , faktor ispunje FF i faktor idealnosti n , na koje najveći uticaj imaju tehnologije za proizvodnju Si solarnih ćelija. To će za posledicu imati doprinos bržem razvoju fotonaponskih solarnih centrala u elektro energetici.

Plan istraživanja i struktura rada: Predviđa se da će se predložena doktorska disertacija pod naslovom **Analiza doprinosa inoviranih rešenja Si solarnih ćelija u solarnoj energetici** sastojati od sledećih poglavlja: 1. Uvod, 2. Fotonaponske solarne ćelije u energetici, 3. Eksperimentalni rad, 4. Rezultati i diskusija, 5. Zaključak.

Zaključak i predlog: Na osnovu svega prethodnog možemo zaključiti da tema prijavljene doktorske disertacije pod naslovom **Analiza doprinosa inoviranih rešenja Si solarnih ćelija u solarnoj energetici** omogućava da se u okviru nje ostvare značajni naučni i stručni doprinosi iz oblasti fizičke elektronike, odnosno fizike poluprovodničkih materijala i komponenata, pre svega solarnih ćelija, FN modula i panela. Predloženi mentor prof. dr P. Osmokrović je redovan profesor Elektrotehničkog fakulteta Univerziteta u Beogradu sa oko sto objavljenih radova u časopisima sa SCI liste iz naučne oblasti predložene disertacije, a ujedno i rukovodilac projekta fundamentalnih istraživanja Ministarstva za nauku i zaštitu prirode, u kategoriji A1, iz naučne oblasti predložene teme doktorskog rada te u tom smislu smatramo da je kompetentan da obavlja funkciju mentora ove disertacije. S togapredlažemo Nučno nastavnom veću da prihvati temu doktorske disertacije pod naslovom **Analiza doprinosa inoviranih rešenja Si solarnih ćelija u solarnoj energetici** i odobri njenu izradu.

Komisija:

dr Predrag Osmokrović, red. prof.

dr Nikola Rajaković, red. prof.

dr Aleksandra Vasić, van. Prof.

PODACI O MENTORU

Ime i prezime: dr Predrag Osmokrović

Zvanje: Redovni profesor Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu

Spisak radova objavljenih u naučnim časopisima sa Science Citation Index (SCI) liste koji kvalifikuju mentora za vođenje doktorske disertacije **kandidata mr Branislava Vulevića:**

[1] A. Vasić, M. Vujisić, B. Lončar, **P. Osmokrović**

Aging of solar cells under working conditions,

Journal of Optoelectronics and Advanced Materials, Vol. 9, No 6 (2007), pp. 1843-1846.

[2] A. Vasić, **P. Osmokrović**, M. Vujisić, Ć. Dolićanin, K. Stanković

Possibilities of improvement of silicon solar cell characteristics by lowering noise

Journal of Optoelectronics and Advanced Materials, Vol. 10, No 10 (2008), pp. 2800-2804

[3] K. Kovačević-Markov; A. Vasić; K. Stanković; M. Vujisić; **P. Osmokrović**

Novel trends in improvement of solar cell characteristics

Radiation Effects and Defects in Solids: Incorporating Plasma Science and Plasma Technology, August 2010, DOI: 10.1080/10420150.2010.503963

DEKAN
ELEKTROTEHNIČKOG FAKULTETA

Prof.dr Miodrag Popović