# Nove izvedbe fotonaponskih izvora

**Jaredić, Krunoslav**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2015**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija Osijek**

*Permanent link / Trajna poveznica:* https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:200:762525

*Rights / Prava:* In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-03-28**

*Repository / Repozitorij:*

Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek

zir.nsk.hr

Image not found or type unknown

**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU**

**ELEKTROTEHNIČKI FAKULTET**

**Stručni studij**

# NOVE IZVEDBE FOTONAPONSKIH IZVORA

**Završni rad**

**Krunoslav Jaredić**

**Osijek, 2014.**

# SADRŽAJ


*1. UVOD ..... 1*

*2. ENERGIJA SUNČEVOG ZRAČENJA ..... 2*

**2.1. Općenito o Sunčevom zračenju ..... 2**

**2.2. Fotonapon kroz povijest ..... 4**

**2.3. Princip rada fotonaponskih ćelija ..... 5**

*3. OPĆENITO O FOTONAPONSKIM SUSTAVIMA ..... 8*

**3.1. Kristali i podjela materijala ..... 8**

3.1.1. Poluvodiči ..... 9

3.1.2. Poluvodička dioda ..... 10

**3.2. Solarne ćelije ..... 11**

3.2.1. Parametri solarne ćelije ..... 12

**3.3. Snaga solarne ćelije ..... 13**

**3.4. Analiza gubitaka fotonaponskih ćelija ..... 15**

**3.5. Radna temperatura solarne ćelije ..... 16**

**3.6. Izrada solarnih ćelija ..... 17**

3.6.1. Bakar-indi-selen (CIGS) solarne ćelije ..... 20

3.6.2. Kadmij telurid solarne ćelije ..... 21

3.6.3. Providne solarne ćelije ..... 21

**3.7. Karbonska nanotehnologija izrade ćelija-CNT ..... 22**

**3.8. Fotonaponski moduli ..... 24**

3.8.1. Matematički model fotonaponskog modula ..... 26

3.8.2. Izbor lokacije i arhitektura fotonaponskih sustava ..... 30

*4. FOTONAPOSNKI SUSTAVI ..... 33*

**4.1. Općenito ..... 33**

**4.2. Samostalni fotonaponski sustavi ..... 33**

4.2.1. Regulatori napona ..... 35

4.2.2. Vrste naponskih regulatora ..... 37

4.2.3. Spremnici energije ..... 38

4.2.4. Izmjenjivači samostalnih fotonaponskih sustava ..... 39

**4.3. Mrežni fotonaponski sustavi ..... 40**

4.3.1. Fotonaponski sustavi s ugrađenim transformatorom i središnjim izmjenjivačem ..... 40

4.3.2. Fotonaponski sustavi s ugrđenim središnjim AC/DC izmjenjivačem bez transformatora ..... 41

4.3.3. Fotonaponski sustavi s paralelno spojenim modulima ..... 42

4.3.4. Fotonaponski sustavi s serijski spojenim modulima ..... 43

4.3.5. Fotonaponski sustavi spojeni na javnu mrežu preko kućne instalacije ..... 44

4.3.6. Fotonaponski sustavi direktno spojeni na javnu distribucijsku mrežu ..... 46

**4.4. Hibridni fotonaponski sustavi ..... 47**

**4.5. Fotonaponski sustavi koji prate kretanje sunca ..... 49**

4.5.1. Vrste sustava za praćenje ..... 50

4.5.2. Vrste pogona sustava za praćenje ..... 54

**4.6. Nadzor sustava izmjenjivača ..... 55**

4.6.1. Sunny Trtippower – WEBBOX ..... 55

Sunny Portal ..... 56

**4.7. Ekonomičnost fotonaponskih sustava ..... 58**

**4.8. Ekološki utjecaji fotonaponskih sustava ..... 59**

***5. PRIMJENA FOTONAPONSKIH SUSTAVA U MIKROMREŽAMA ..... 60***

***6. ZAKLJUČAK ..... 62***

***ŽIVOTOPIS ..... 65***

# POPIS SLIKA

Slika 1: Prikaz spektralnog zračenja Sunca ..... 2
Slika 2:Prikaz središnje godišnje ozračenosti vodoravne plohe RH [MWh/m2] [1] ..... 3
Slika 3: Uspon fotonapona kroz povijest [2] ..... 4
Slika 4: Fotoelektrična konverzija u PN spoju [4] ..... 6
Slika 5: : Energetski dijagram za čisti poluvodič [1] ..... 10
Slika 6: Model solarne ćelije [3] ..... 11
Slika 7: Maksimalna snaga solarne ćelije[1] ..... 13
Slika 8: Glavni doprinosi gubitaka u fotonaponskoj konverziji[3] ..... 15
Slika 9: Prikazuje ovisnost stupnja djelovanja silicijske ćelije o temperaturi [5] ..... 16
Slika 10: Monokristalni paneli izrađeni od čistog poluvodičkog silicija [20] ..... 17
Slika 11: Solarna ćelija od bakar-indi-diselenida (CIS)[1] ..... 18
Slika 12: Amorfna silicijeva ćelija [1] ..... 18
Slika 13: Solarna ćelija od kadmijeva telurida (CdTe) [1] ..... 19
Slika 14: Kristalne solarne ćelije veličine 156x78 mm[20] ..... 19
Slika 15: Postupak proizvodnje solarnih ćelija i solarnog modula [1] ..... 20
Slika 16: Prikazuje providnu solarnu ćeliju koja se ugrađuje u prozore te koristi za proizvodnju električne energije[20] ..... 21
Slika 17: Slika prikazuje zamjenu konvencionalnih elektroda novim organskim ( SWCNT I MWCNT) te njhive radne karakteristike[19] ..... 23
Slika 18:Prikazuje paralelni spoj fotonaponskih modula [1] ..... 24
Slika 19: Prikazuje serijski spoj fotonaponskih modula[1] ..... 25
Slika 20: prikazuje primjer fotonaponskih sustava s različitom orjentacijom i nagibom [6] ... 31
Slika 21: prikazuje osnovne elemente samostalnog fotonaponskog sustava[7] ..... 34
Slika 22: prikazuje regulator punjanje napona nazivnih vrijednosti 20A 12V/24v PWM [8] . 36
Slika 23: prikazuje primjer izmjenjivača u solarnim sustavima[9] ..... 39
Slika 24: prikazuje fotonaponski sustav s ugrađenim središnjim izmjenjivačem i transformatorom[1].. ..... 40
Slika 25: prikazuje fotonaponski sustav sa središnjim AC/DC izmjenjivačem bez transformatora[1] ..... 41
Slika 26: prikazuje fotonaponski sustav s pojedinačnim paralelnim nizom te pojedinačnim izmjenjivačem za svaki paralelni niz[1] ..... 42
Slika 27: prikazuje sustav s serijski spojenim modulima s pojedinačnim prekidačem i izmjenjivačem za svaki niz[1] ..... 43
Slika 28: prikazuje primjer fotonaposnkog sustava spojenog na mrežu preko kućne instalacije[10] ..... 44
Slika 29: prikazuje fotonaponski sustav direktno spojen na Javnu distribucijsku mrežu [11]. 46
Slika 30: prikazuje samostalni hibridni sustav s fotonaponskim modulima, vjetrogeneratorom i agregatom kao rezerva[11] ..... 47
Slika 31: prikazuje sustav za praćenje kretanja sunca [13] ..... 49
Slika 32: prikazuje princip rada polarnog sustava za prećenje sunčevog zračenja[13] ..... 50
Slika 33: prikazuje jednoosni horizontalni sustav za praćenje Tamil Nadu, Indija [15] ..... 51
Slika 34: prikazuje parabolićni tanjur sa Streling-ovim sistemom[16] ..... 52

Slika 35: prikazuje višezrcalnih reflektirajući uređaj[16] ..... 53
Slika 36: prikazuje glavu pasivnog tragača[16] ..... 54
Slika 37: prikazuje način povezivanja Webboxa i računala[17] ..... 55
Slika 38: prikazuje povezivanje WebBox-a i router[17] ..... 55
Slika 39: prikazuje naslovnu stranu sustava Sunny Portal[17] ..... 56
Slika 40: prikazuje naslovnu stranicu Sunny Portala za odabranu elektranu SE SEG1[17] .... 57
Slika 41: prikazuje primjer pregleda parametare elektrane SE Zuki 1 kod Vinkovaca, Instalirane snage 30 kW[17] ..... 57
Slika 42: prikazuje veliki solarni sustav u SAD-u instalirane snage 290MW[12] ..... 59
Slika 43: Prikazuje blok shemu mikromreže ..... 60

## POPIS TABLICA

Tablica 1: prikazuje rezultati mjerenja koji su odrađeni u uvjetima čiste atmosfere ..... 29
Tablica 2: Prikazuje prednosti i nedostatke između dvije tehnologije Fotonaponskih modula [3] ..... 32

SAŽETAK RADA

**NASLOV: Nove izvedbe fotonaponskih izvora**

**KLJUČNE RIJEČI: Sunčeva energija, fotonaponski izvori, obnoljivi izvori energije, fotonaponske ćelije, fotonaponski moduli, karbonske nanocjevčice, silicij, tracking sustavi.**

Fotonaponski izvori su budućnost razvoja energije. U ovom radu su opisani problemi i rješenja razvojne tehnologije fotonaponskih izvora. Opisan je fotonapon kroz povijest, osnovni materijali koji se koriste za izradu fotonaponskih ćelija, te je opisan razvoj novih tehnologija. Važna tehnologija kod novih izvedbi fotonaponskih izvora su sustavi za praćenje kretanja sunca. Na kraju rada iznesen je kompletan zaključak i osvrt na cjelokupan rad.

SUMARRY

**TITLE: New perfomance photovoltaic sources**

**KEYWORDS: Solar energy, photovoltaic sources, renewable energy sources, photovoltaic cells, photovoltaic modules, carbon nanotubes, silicium, tracking system.**

Photovoltaic sources are the future of energy development . This paper describes the problems and solutions for development technology of photovoltaic sources. The paper is describing photovoltaige throughout history, the basic materials used to produce solar cells, and development of new technologies. An important technology for new performancees of photovoltaic sources are Sun moverent tracking systems. At the end of the paper, a complete conclusion and review of the entire work, is presented.