

**UNIVERZITET U KRAGUJEVCU
FAKULTET TEHNIČKIH NAUKA
ČAČAK**

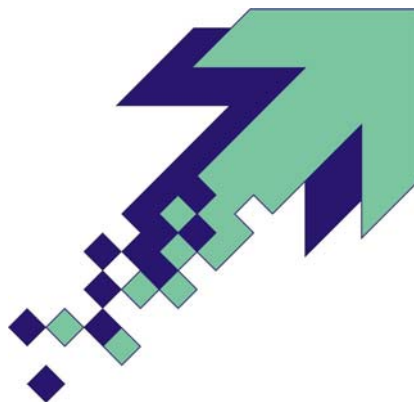


INTERNI IZVEŠTAJ

**SISTEM ZA PRAĆENJE
METEOROLOŠKIH I ELEKTRIČNIH
PARAMETARA U FOTONAPONSKIM
SISTEMIMA ZA NAPAЈANJE BEŽIČNIH
SENZORSKIH UREĐAJA**

**PROJEKAT TR32043
MINISTARSTVO PROSVETE, NAUKE I TEHNOLOŠKOG RAZVOJA**

LABORATORIJA ZA RAČUNARSKU TEHNIKU



**ČAČAK
2013.**

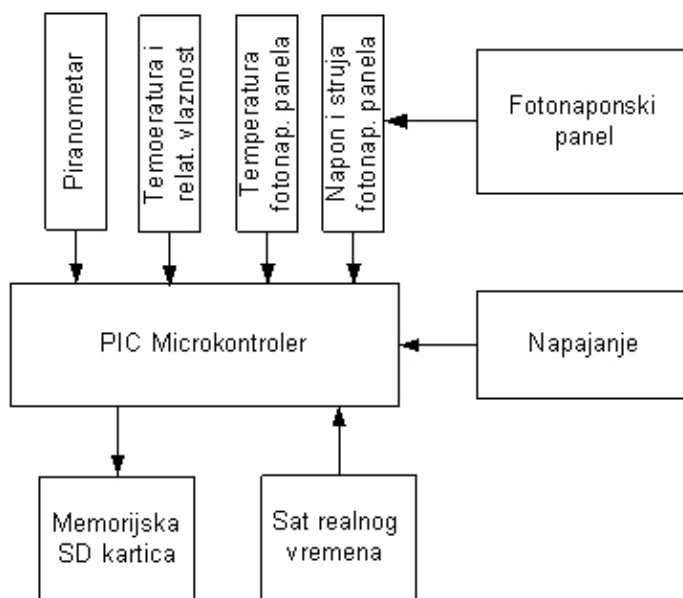


SISTEM ZA PRAĆENJE METEOROLOŠKIH I ELEKTRIČNIH PARAMETARA U FOTONAPONSKIM SISTEMIMA ZA NAPAЈANJE BEŽIČNIH SENZORSKIH UREĐAJA

Prilikom projektovanja bežičnih senzorskih uređaja primarni kriterijum je visoka energetska efikasnost kako bi se omogućila dugotrajna autonomnost u njihovom radu. Da bi se postigao ovaj cilj, senzorski uređaji mogu koristiti energiju iz svog okruženja, pre svega solarnu energiju koja predstavlja jedan od najpogodnijih izvora energije za napajanje senzorskih uređaja jer je sveprisutna i neiscrpna. Za projektovanje sistema pomenutih uređaja od ključne važnosti je poznavanje potencijala energije sunčevog zračenja za željenu lokaciju. Pored navedene upotrebe podataka o vrednosti solarnog zračenja u proceni fotonaponskog potencijala isti se mogu primeniti u oblasti meteoroloških i klimatskih promena, studijama o zagađenosti vazduha, poljoprivredi i sl.

Ovakvi podaci se mogu dobiti sa regionalnih meteoroloških stanica međutim dati su u formi sume dnevnog globalnog zračenja, a ne profila dnevnog zračenja. Takođe, intenzitet sunčevog zračenja na testiranoj lokaciji, može značajno odstupati od intenziteta izmerenog na regionalnoj meteorološkoj stanici usled uticaja niza lokacijskih i mikroklimatskih parametara. Da bi se pratili podaci o intenzitetu solarnog zračenja na odgovarajućoj lokaciji potreban je uređaj koji može prikupiti adekvatne vrednosti i sačuvati ih za dalju analizu.

Sistem za praćenje meteoroloških i električnih parametara u fotonaponskim sistemima se koristi kao samostalna jedinica koja u svojoj memoriji beleži vrednosti intenziteta solarnog zračenja, kao i napona i struja u fotonaponskim sistemima. Sastoji se od piranometra koji na svom izlazu daje vrednosti intenziteta solarnog zračenja, senzora za merenje temperature fotonaponskog panela, senzora temperature i relativne vlažnosti vazduha i podsistema za praćenje električnih parametara u fotonaponskom sistemu (slika 1).



Slika 1. Blok šema uređaja

Uređaj za praćenje meteoroloških i električnih parametara u fotonaponskim sistemima realizovan je kao nezavisan uređaj koji je zasnovan na osmobitnom PIC 18F4520 mikrokontroleru. PIC 18F4520 je 40-pinski RISC mikrokontroler sadrži 32 KB Flash memorije, 1.5 KB RAM memorije i 256 B EEPROM memorije. On može raditi na taktu do 40 MHz na kojem postiže performanse od 10 MIPS-a. Mikrokontroler poseduje dva komparatora, 10-bitni A/D konvertor sa 13 analognih ulaza i niz digitalnih magistrala. Namenjen je za rad u naponskom opsegu od 4.2 do 5.5 V, dok potrošnja struje iznosi oko 25 mA. Uloga PIC mikrokontrolera je u prikupljanju parametara sa senzora, određivanju parametara skaliranja i prikazu izmerenih parametara na LCD displeju i smeštanju izmerenih vrednosti na memorijsku karticu.

Merenje energije sunčevog zračenja izvodi instrumentima koji se nazivaju *radiometrima* koji se mogu se podeliti na *pirheliometre*, *piranometre* i *solarimetre*. Pirheliometri se koriste za merenje snage direktne komponente sunčevog zračenja. Kod njih sunčevi zraci ulaze pod malim prostornim uglom čime se sprečava ulazak difuznog zračenja. Sunčevi zraci osvetljavaju crni apsorber na kojem se nalazi senzor pomoću koje se očitava temperatura koja je proporcionalna snazi sunčevog zračenja. Prilikom merenja, pirheliometar



je potrebno usmeravati direktno ka Suncu, bilo ručno ili automatski. Piranometri se koriste za merenje snage globalnog i difuznog sunčevog zračenja i oni su u stanju da registruju sunčevo zračenje iz bilo kog pravca. Sastoje se od staklene kugle koja sunčeve zrake usmerava na senzoru. Ukoliko su direktno izloženi sunčevom zračenju (postavljeni su horizontalno sa senzorom okrenutim ka nebu), tada mere snagu globalnog sunčevog zračenja koja predstavlja sumu snaga difuznog i direktnog sunčevog zračenja. Senzorski elementi koji se koriste u ovim instrumentima mogu biti termoparovi ili fotodiode. Termoparovi poseduju prenosnu karakteristiku koja je nezavisna od talasne dužine svetlosti i pogodni su za procenu intenziteta zračenja u termičkim solarnim sistemima (solarni kolektori, solarne termoelektre). Fotodiode poseduju karakteristiku koja je zavidna od talasne dužine svetlosti i njihova karakteristika je slična karakteristici fotonaponskih panela, pa se one uglavnom koriste kod merenja intenziteta sunčevog zračenja u fotonaponskim sistemima. Kao instrumenti za merenje sunčevog zračenja mogu se koristiti i solarimetri koji kao senzorski element koriste fotonaponski panel kod koga je struja kratkog spoja direktno proporcionalna intenzitetu sunčevog zračenja. Fotonaponski paneli se izrađuju sa relativno visokom tolerancijom izlaznih parametara koji se kreću u opsegu $\pm 10\%$ od nominalne vrednosti, tako da korišćenje ovih senzora može uvesti veliku grešku ili se ovi senzori moraju kalibrisati pre njihove upotrebe za merenje intenziteta zračenja. SPLITE 2 piranometar predstavlja piranometar zasnovan na fotiodiodi kao senzorskom elementu. Ovaj instrument namenjen je praćenju intenziteta zračenja kod fotonaponskih sistema. Uređaj je laboratorijski kalibrisan i generiše $71.3 \mu\text{V}/\text{W}/\text{m}^2$ pri standardnim testnim uslovima (Spektar AM1.5 intenziteta $1000 \text{ W}/\text{m}^2$, na temperaturi $25 \text{ }^\circ\text{C}$). Signal iz piranometra se pojačava instrumentacionim pojačivačem pre digitalizacije A/D konvertorom mikrokontrolera.

Merenje temperature fotonaponskog panela se obavlja preko DS18B20 digitalnog senzora koji meri temperaturu na površi fotonaponskog panela. Ovaj poluprovodnički senzor namenjen je za merenje temperature u opsegu $-55 \text{ }^\circ\text{C}$ do $+125 \text{ }^\circ\text{C}$, dok u opsegu od $-10 \text{ }^\circ\text{C}$ do $+85 \text{ }^\circ\text{C}$ postiže tačnost od poseduje $\pm 0.5 \text{ }^\circ\text{C}$. Senzor poseduje 12-bitni A/D konvertor koji mu obezbeđuje rezoluciju merenja temperature sa korakom od $0.0625 \text{ }^\circ\text{C}$. Sa mikrokontrolerom se povezuje preko OneWire digitalnog interfejsa, koji zahteva samo jednu komunikacionu liniju.



Senzor DS18B20 se odlikuje potrošnja električne energije od 5 mW u radnom i 5 μ W u neaktivnom režimu, uz napon napajanja senzora u granicama od 3 do 5.5 V.

Za merenje temperature i relativne vlažnosti vazduha koristi se SHT15 digitalni senzor. Ovaj senzor se sastoji iz kapacitivnog senzorskog elementa za merenje relativne vlažnosti, silicijumskog senzora za merenje temperature i komunikacionog interfejsa za SMBus magistralu. Svaki SHT15 senzor je individualno kalibrisan u komori sa precizno regulisanom vlažnošću vazduha pri čemu su kalibracioni koeficijenti smešteni u internoj memoriji senzora. SHT 15 senzor odlikuje jako niska potrošnja električne energije od 3 mW u radnom i 5 μ W u neaktivnom režimu, dok se napon napajanja senzora može kretati u granicama od 2.4 do 5.5 V.

Softversko rešenje za uređaj realizovano je u programskom jeziku C pri čemu je kao razvojno okruženje korišćen MikroC PRO za PIC mikrokontrolere. MikroC PRO je razvojni alat koji daje podršku za jednostavan razvoj i analizu softvera PIC mikrokontrolera, kao i za njihovo direktno programiranje. Osnovne funkcije softverskog rešenja se odnose na prikupljanje vrednosti sa priključenih senzora i vrednosti napona i struja fotonaponskog sistema. Dati proces prikupljanja podataka se ponavlja periodično prema definisanom vremenskom intervalu i podaci se upisuju u tekstualne fajlove na SD kartici.

PIC mikrokontroler koristi svoje postojeće biblioteke koje omogućavaju rad sa memorijskom SD karticom. Pri tome je direktno data mogućnost inicijalizacije SD kartice, zatim čitanje i upis fajlova kao i druge operacije nad istim. Na ovaj način softver na uređaju može autonomno da ponavlja svoje operacije ciklično, a rezultati merenja ažurno će biti skladišteni na SD kartici.