

**ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА У ЧАЧКУ**

**УНИВЕРЗИТЕТА У КРАГУЈЕВЦУ**

**Број 2 – 157/11**

**30. 01. 2013. год.**

**Ч А Ч А К**

На основу члана 84. Статута Факултета техничких наука, Наставно-научно веће, на седници одржаној 30. јануара 2012. год., донело је

**О Д Л У К У**

**I ПРИХВАТА СЕ** извештај рецензената за техничко решење под називом:  
**"Систем за праћење метеоролошких и електричних параметара foto – напонским системима за напајање бежичних сензорских уређаја"**, чији су аутори: др Синиша Ранђић, ред. проф., mr Урош Пешовић, асистент и Душан Марковић.

**II** Техничко решење је реализовано у оквиру Пројекта бр. ТР32043.

**III** Извештај рецензената из тачке I, саставни је део ове Одлуке.

Доставити:

- именованима,
- продекану за науку и међународну сарадњу,
- архиви ННВ.



Д Е К А Н

ФАКУЛТЕТА ТЕХНИЧКИХ НАУКА

Проф. др Јерослав М. Живанић, дипл. инж. ел.

## РЕЦЕНЗИЈА ТЕХНИЧКОГ РЕШЕЊА

### 1. Подаци о техничком решењу

Назив техничког решења:	<b>Систем за праћење метеоролошких и електричних параметара у foto – напонским системима за напајање бежичних сензорских мрежа</b>
Категорија техничког решења:	<b>M84</b>
Назив пројекта:	<b>Развој и моделовање енергетских ефикасних, адаптибилних, вишепроцесорских и вишесензорских система мале снаге</b>
Ознака пројекта:	<b>TP 32043</b>
Руководилац пројекта:	<b>Горан Димић</b>
Организација:	<b>Факултет техничких наука, Чачак, Агрономски факултет, Чачак</b>
Одговорно лице	<b>Урош Пешовић, email: pesovic@yahoo.com</b>
Реализатори:	<b>Урош Пешовић, Синиша Ранђић, Душан Марковић</b>

### 2. Евалуација техничког решења

- Сажетак описа техничког решења:* У разматраном техничком решењу приказана је реализација уређаја за праћење метеоролошких и електричних параметара у системима за напајање бежичних сензорских мрежа. Систем је реализован на бази нормалног сензорског чвора који нема могућност бежичне комуникације са окружењем, већ функционише као самосталан модул који у својој меморији бележи податке о интензитету соларног зрачења, као и вредностима напона и струје који се добијају на излазу соларног панела. Реализовани уређај се састоји из foto – напонског панела, пиранометра који служи за мерење интензитета соларног зрачења, сензора за мерење напона и струје на излазу соларног панела и микроконтролерског подсистема за обраду података и памћење прикупљених података на SD меморијском модулу.
- Релевантност техничког решења за примењену област:* При пројектовању бежичних сензорских мрежа један од најважнијих задатака је питање енергетске ефикасности у раду чворова у мрежи како би се омогућила што већа аутономност у њиховом раду. С друге стране потреба да сензорски чворови па и цела мрежа раде на удаљеним локацијама где не постоји напајање из дистрибутивне мреже овај задатак чини додатно тежим. Овај проблем се данас најчешће решава напајањем сензорских чворова помоћу уређаја који енергију узимају из окружења. Један од најпогоднијих извора овог типа базира се на коришћењу соларне енергије. Да би овакво напајање било што ефикасније неопходно је познавање foto – напонског потенцијала локације на којој се жели поставити сензорски чвор. У принципу ови подаци се могу добити од регионалних метеоролошких станица, али по правилу се ради о сумарним дневним подацима, а не подацима који представљају профил интензитета дневног зрачења. Систем који је представљен овим техничким решењем управо превазилази наведени недостатак, јер омогућава да се добију подаци о интензитету соларног зрачења нивоу интервала узорковања у жељеном временском периоду. С друге стране развијени уређај омогућава мерење и

напона и струје на foto – напонском панелу тако да постоји могућност утврђивања корелације између интензитета соларне енергије на датој локацији и одговарајуће електричне енергије коју тестирали foto – напонски панел у датим условима даје.

3. *Проблем који се решава:* Овим техничким решењем превазилази се проблем континуалног праћења интензитета соларног зрачења. У принципу овакви подаци се могу добити са регионалних метеоролошких станица међутим, ти подаци су по правилу дати у облику суме дневног глобалног зрачења, а не профила дневног зрачења. Такође, интензитет соланог зрачења на конкретној локацији може битно да одступа од интензитета измереног од стране регионалне метеоролошке станице због деловања низа просторних и микроклиматских параметара. Развијени уређај мери интензитет соларног зрачења непосредно на месту где се планира коришћење соларне енергије за напајање сензорског чвора. Уређај такође омогућава мерење и електричних параметара foto – напонских панела. Наведене карактеристике разматраног уређаја омогућавају да се истовремено прикупљају подаци о интензитету соларне енергије на одређеној локацији и напон и струја које тестирали foto – напонски панел при томе даје на свом излазу. На крају, уређај поседује SD меморијски модул за памћење прихваћених података ради њихове даље анализе и приказивања.
4. *Стање решености истог проблема у свету:* Енергетска криза у свету убрзала је процес истраживања и примене соларне енергије. Сходно томе истраживања на плану мерења соларне енергије у функцији локације и доба дана углавном су везана за потребе реализације великих енергетских комплекса. Уређаји који могу да се нађу данас на тржишту, а намењени су решавању овог проблема углавном су намењени мерењима која треба да дају информације о погодности одређених локација за изградњу соларних енергетских комплекса. С друге стране све шира примена бежичних сензора и одговарајућих мрежа отворила је нове могућности за примену соларне енергије у смислу напајања таквих система. Међутим, такви уређаји нису доступни на тржишту.
5. *Квалитет објашњења и описа решења:* Техничко решење је описано јасним стилом кроз добро структурирани текст. Разумљивости приказа доприноси већи број слика и табела које су коришћене у тексту.
6. *Применљивост резултата рада:* Ово техничко решење може наћи велику примену на плану развоја соларног напајања сензорских модула. Такође, уређај се може користити за налажење оптималне локације соларних панела који се желе користити за напајање бежичних сензора и одговарајућих сензорских мрежа. Уређај се може користити и за прикупљање информација на бази којих се може спровести истраживање у погледу оптимизације сензорског система са аспекта могућности коришћења соларне енергије за напајање на одређеној локацији и функционалности сензора у смислу интензитета његовог рада и нивоа обраде података.
7. *Научни допринос:* Научни допринос приказаног техничког решења огледа се у развоју система који омогућава истраживање на плану примене соларне енергије за напајање бежичних сензорских чворова. Такође, систем обезбеђује подршку за дефинисање приступа оптимизацији у погледу напајања бежичних сензора са аспекта локације на којој треба да раде, функционалности и врсте foto – напонског панела који треба да се користи.

**ОПШТА ОЦЕНА КВАЛИТЕТА РАДА:** Решење је комплетно и квалитетно урађено.

Да ли се техничко решење приhvата (Да или Не): Решење се приhvата.

### **3. Квалитети техничког решења**

Главни квалитет овог техничког решења представља развој система који омогућава непосредна истраживање у погледу утврђивања погодности просторних локација за коришћење фото – напонских панела за напајање бежичних сензорских чворова, али и других електронских уређаја који би радили на њима. При томе квалитет овог решења представља могућност да се на бази извршених мерења може добити профил нивоа соларне енергије која стиже улаз мерног система. Такође, систем омогућава истраживање у погледу захтева које треба да испуни foto – напонски панел у погледу типа и величине да би задовољио енергетске захтеве уређаја који треба да напаја.

### **4. Примедбе на техничко решење**

#### **4.1 Суштинске примедбе**

Немам суштинских примедби на ово техничко решење.

#### **4.2 Ситније примедбе**

У Нишу, 25. јануар 2013. године

Рецензент  
*Миле Стојчев*  
проф. др Миле Стојчев

# РЕЦЕНЗИЈА ТЕХНИЧКОГ РЕШЕЊА

## 1. Подаци о техничком решењу

Назив техничког решења:	<b>Систем за праћење метеоролошких и електричних параметара у foto – напонским системима за напајање бежичних сензорских мрежа</b>
Категорија техничког решења:	<b>M84</b>
Назив пројекта:	<b>Развој и моделовање енергетских ефикасних, адаптибилних, вишепроцесорских и вишесензорских система мале снаге</b>
Ознака пројекта:	<b>TP 32043</b>
Руководилац пројекта:	<b>Горан Димић</b>
Организација:	<b>Факултет техничких наука, Чачак, Агрономски факултет, Чачак</b>
Одговорно лице	<b>Урош Пешовић, email: <a href="mailto:pesovic@yahoo.com">pesovic@yahoo.com</a></b>
Реализатори:	<b>Урош Пешовић, Синиша Ранђић, Душан Марковић</b>

## 2. Евалуација техничког решења

- Сажетак описа техничког решења:* У приказаном техничком решењу описана је реализација уређаја за праћење метеоролошких и електричних параметара у системима за напајање бежичних сензорских мрежа. Систем је реализован као обичан сензорски чврор, који нема могућност бежичне комуникације са окружењем. Уређај функционише као самосталан модул који на SD меморијском модулу бележи податке о интензитету соларног зрачења, као и нивоима напона и струје на излазу соларног панела. Уређај се састоји из foto – напонског панела на коме се врше мерења, пиранометра који служи за мерење интензитета соларног зрачења, сензора за мерење напона и струје на излазу соларног панела и микроконтролерског подсистема за обраду података и памћење прикупљених података на SD меморијском модулу.
- Релевантност техничког решења за примењену област:* Код пројектовања бежичних сензорских мрежа један од најважнијих проблема је како обезбедити енергетску ефикасност чвророва у мрежи како би се омогућила што већа аутономност у њиховом раду. Истовремено потреба да сензорски чвророви па и цела мрежа раде на удаљеним локацијама, где не постоји напајање из дистрибутивне мреже овај задатак чини додатно тежим. Проблем се најчешће решава напајањем сензорских чвророва помоћу уређаја који енергију узимају из окружења. Један од најпогоднијих извора овог типа базира се на коришћењу соларне енергије. Да би напајање било што ефикасније потребно је познавати foto – напонски потенцијал локације где се жели постављање сензорског чврора. Ови подаци се могу добити од регионалних метеоролошких станица, али и ти подаци најчешће представљају сумарни дневни интензитет примљене соларне

енергије, а не податке који одговарају профилу интензитета дневног зрачења. Систем који је представљен овим техничким решењем нуди решење овог проблема, јер омогућава да се добију подаци о интензитету соларног зрачења на основу који се може одредити профил зрачења у жељеном временском периоду. Такође, развијени уређај омогућава мерење и напона и струје на фото – напонском панелу чиме је омогућено утврђивање корелације између интензитета соларне енергије на датој локацији и одговарајуће електричне енергије коју даје тестирани фото – напонски панел.

3. *Проблем који се решава:* Овим техничким решењем решава се проблем континуалног праћења интензитета соларног зрачења на месту где ће се он непосредно користити за напајање неког електронског уређаја, првенствено бежичног сензорског чвора. Овакви подаци се могу добити и са регионалних метеоролошких станица, али су ти подаци по правилу дати у облику суме дневног зрачења, а не профила дневног зрачења. Такође, интензитет соларног зрачења на конкретној локацији може битно да одступа од интензитета измереног од стране регионалне метеоролошке станице због деловања низа просторних и микроклиматских параметара. Уређај такође омогућава мерење и електричних параметара фото – напонских панела, тј. струје и напона који они дају на свом излазу. Ове карактеристике разматраног уређаја омогућавају да се истовремено прикупљају подаци о интензитету соларне енергије на одређеној локацији и напону и струји које фото – напонски панел даје на свом излазу. Уређај поседује SD меморијски модул на коме се памте прихваћени подаци за потребе даље обраде.
4. *Стање решености истог проблема у свету:* Могућности примене соларне енергије и тражење оптималних решења у том погледу представљају један од најважнијих трендова у сектору енергетике. Због тога су истраживања везана за мерење интензитета соларне енергије у функцији локације и доба дана везана за потребе изградње великих соларних енергетских постројења. Уређаји који могу да се нађу данас на тржишту, а намењени су решавању овог проблема користе се за мерења која треба да дају податке о погодности одређених локација за изградњу соларних електрана. Истовремено свешира примена бежичних сензора и одговарајућих мрежа пружила је нове могућности за примену соларне енергије за напајање таквих система. За сада такви уређаји нису доступни на тржишту.
5. *Квалитет објашњења и описа решења:* Приказ техничког решења је дат јасним стилом у оквиру текста који има добру структуру. Разумљивости приказа доприноси већи број слика и табела које су коришћене у тексту.
6. *Применљивост резултата рада:* Представљено техничко решење налази велику примену на у погледу димензионисања соларног напајања за потребе сензорских модула. Уређај се може користити и за оптимизацију локације на којој треба поставити соларни панел када се жели његово коришћење за напајање бежичних сензора и/или одговарајућих сензорских мрежа. Уређај се може користити и за прикупљање информација које могу да омогуће спровођење истраживања на плану оптимизације сензорског система са аспекта оправданости коришћења соларне енергије за напајање електронских уређаја на одређеној локацији у корелацији са функционалношћу тих уређаја у погледу интензитета његовог рада и нивоа обраде података.

7. *Научни допринос:* Научни допринос приказаног техничког решења везан је за развој система који омогућава истраживање на пољу коришћења соларне енергије за напајање бежичних сензорских чвррова, али и других електронских уређаја, који раде на удаљеним локацијама и захтевају аутономност рада. Систем обезбеђује подршку за дефинисање приступа оптимизацији напајања бежичних сензора и других електронских уређаја са аспекта локације на којој треба да раде, функционалности и врсте фото – напонског панела који треба да се користи.

ОПШТА ОЦЕНА КВАЛИТЕТА РАДА: Решење је комплетно и квалитетно урађено.

Да ли се техничко решење приhvата (Да или Не): Решење се приhvата.

### 3. Квалитети техничког решења

Квалитет приказаног техничког решења огледа се у реализацији система који омогућава истраживање на пољу идентификације погодности просторних локација за примену foto – напонских панела за напајање бежичних сензорских чвррова и других електронских уређаја који би радили на тим местима. Такође, квалитет овог решења представља и могућност да се на бази извршених мерења добије профил нивоа соларне енергије која стиже улаз мерног система у одређеном временском интервалу. Систем омогућава и истраживање у погледу захтева које треба да обезбеди foto – напонски панел у погледу коришћеног типа и величине да би се задовољили енергетски захтеви уређаја који треба да се напаја на овај начин.

### 4. Примедбе на техничко решење

#### 4.1 Суштинске примедбе

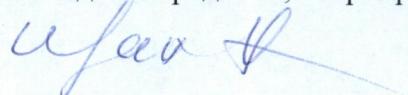
Немам суштинских примедби на ово техничко решење.

#### 4.2 Ситније примедбе

У Београду, 25. јануар 2013. године

Рецензент

др Слободан Обрадовић, ванр. проф.



Fakultet tehničkih nauka, Čačak  
Agronomski fakultet, Čačak

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

Projekat:	Razvoj i modelovanje energetsko efikasnih, adaptibilnih, višeprocesorskih i višesenzorskih elektronskih sistema male snage
Oznaka projekta:	<b>TR32043</b>
Rukovodilac projekta:	<b>Goran Dimić</b>
Vrsta dokumenta:	<b>Tehnička dokumentacija projekta</b>
Stepen poverljivosti:	<b>poverljivo - interno</b>

Odgovorno lice:

---

Uroš Pešović, e-mail: [pesovic@yahoo.com](mailto:pesovic@yahoo.com)

Realizatori:

---

Pešović Uroš, Marković Dušan, Randić Siniša

SADRŽAJ:

1. KRATAK OPIS TEHNIČKOG REŠENJA .....	3
2. STANJE U SVETU .....	5
3. DETALJAN OPIS TEHNIČKOG REŠENJA.....	5
3.1 Uvod .....	5
3.2 Specifikacija sistema .....	6
3.2.1 Funkcionalni zahtevi .....	6
3.2.2 Interfejsi.....	6
3.2.3 Napajanje .....	8
3.2.4 Uslovi rada i klimo – mehaničke karakteristike .....	8
3.2.5 Cena .....	8
3.3 Arhitektura sistema.....	8
3.3.1 Arhitektura hardvera.....	8
3.3.2 Arhitektura softvera i softversko rešenje.....	10
3.4 Opis rešenja prototipa.....	10
3.4.1 Štampana ploča.....	12
3.5 Verifikacija prototipa.....	13
3.5.1 Verifikacija hardvera .....	13
3.5.2 Verifikacija softvera .....	14
3.5.3 Verifikacija sistema .....	15

## 1. KRATAK OPIS TEHNIČKOG REŠENJA

Primena od (dd.mm.gggg): 01.11.2012. godine

Godina: 2012

Odgovorno lice: Siniša Randić

Opis:

Ovim tehničkim rešenjem predstavljen je uređaj za praćenje meteoroloških i električnih parametara u fotonaponskim sistemima namenjenim za napajanje bežičnih senzorskih uređaja. Realizovani sistem sastoji se od mikrokontrolera koji upravlja procesom merenja, piranometra za merenje intenziteta sunčevog zračenja, senzora za merenje temperature i vlažnosti vazduha i podsistema za merenje električnih parametara u fotonapskom sistemu. Pored pomenutih deo sistema čini sat realnog vremena i memorijska kartica za čuvanje podataka. Praćenjem rezultata merenja dobijaju se vrednosti potencijala sunčevog zračenja na odgovarajućim lokacijama koje mogu biti iskorišćene u projektovanju sistema koji se napajaju solarnom energijom. Takođe, praćenjem električnih parametara u fotonaponskom sistemu omogućava optimizaciju komponenti fotonaponskog sistema, kako bi se povećala efikasnost i autonomija sistema. Uređaj je realizovan tako da može samostalno vršiti proces merenja i rezultate čuvati u tekstualnim fajlovima na memorijskoj kartici. Proces merenja se periodično ponavlja u predefinisanim vremenskim intervalima i nizovi izmerenih vrednosti se dodaju kao novi redovi u tekst fajlove. Prikupljeni podaci se prenose jednostavno prebacivanjem memorijske kartice iz uređaja u čitač kartica personalnog računara. Formiranje podataka za dalju upotrebu i naprednu analizu ostvareno je preko korisničke aplikacije koja je data kao podrška uređaju, a namenjena je za korišćenje na računaru. Data aplikacija podrazumeva učitavanje tekstualnih fajlova u kojima se nalaze podaci, sortiranje podataka po datumu merenja i predstavljanje istih u tabelarnoj formi Excel dokumenta.

Tehničke karakteristike:

Ulagani napon: 9V ÷ 25V

Radna frekvencija 8 MHz

Mikrokontroler PIC 18F4520

Skladištenje podataka: Secure Digital Card

Tehničke mogućnosti:

Sistem za praćenje meteoroloških i električnih parametara u fotonaponskim sistemima namenjen je za merenje i pamćenje meteoroloških parametara bitnih za korišćenje solarne energije, kao i za merenje i pamćenje električnih veličina u fotonaponskim sistemima za napajanje senzorskih uređaja.

Realizatori:

Pešović Uroš, Marković Dušan, Randić Siniša

Korisnici: Sistem za praćenje meteoroloških i električnih parametara u fotonaponskim sistemima će se koristi u istraživačkom radu na Fakultetu tehničkih nauka u Čačku i Agronomskom fakultetu u Čačku sa ciljem potencijalne upotrebe u potencijala za korišćenje solarne energije za napajanje bežičnih senzorskih uređaja.

Podtip rešenja: Prototip (M85)

## 2. STANJE U SVETU

Sistemi za praćenje meteoroloških i električnih parametara u fotonaponskim sistemima, se najčešće razvijaju za potrebe praćenja proizvodnje električne energije u fotonaponskim elektranama. Oni komuniciraju sa mrežom invertora koji jednosmerni napon sa fotonaponskih panela pretvaraju u naizmenični koji je sinhronisan sa distributivnom mrežom. Oni najčešće prate izlazne parametre sistema (napone, struje, snage i energije) a ovakvi sistemi opremljeni su i senzorima za merenje meteoroloških parametara koji su značajni za korišćenje solarne energije (jačina sunčevog zračenja i temperatura fotonaponskih panela). Baterijski fotonaponski sistemi manje snage uglavnom ne poseduju ovakve sisteme, zbog visoke cene ovakvih uređaja. Prvenstveni cilj projektovanja baterijskih fotonaponskih sistema je postizanje što duže autonomija i raspoloživost proizvedene energije tokom cele godine. Optimalan odabir komponenti baterijskih fotonaponskih sistema izuzetno je kompleksan zbog velikog broja parametra koji na njega mogu uticati (lokacija, doba dana i godine, potrošnja, autonomija). Sistem za praćenje meteoroloških i električnih parametara u baterijskim fotonaponskim sistemima, u mnogome može pomoći u optimizaciji komponenti sistema. Na taj način se mogu odrediti kritični delovi fotonaponskog sistema koji utiču na smanjenje autonomije rada.

Sistem za praćenje meteoroloških i električnih parametara u fotonaponskim sistemima, predstavljen ovim tehničkim rešenjem, namenjen je za merenje i pamćenje meteoroloških i električnih veličina u fotonaponskim sistemima za napajanje senzorskih uređaja.

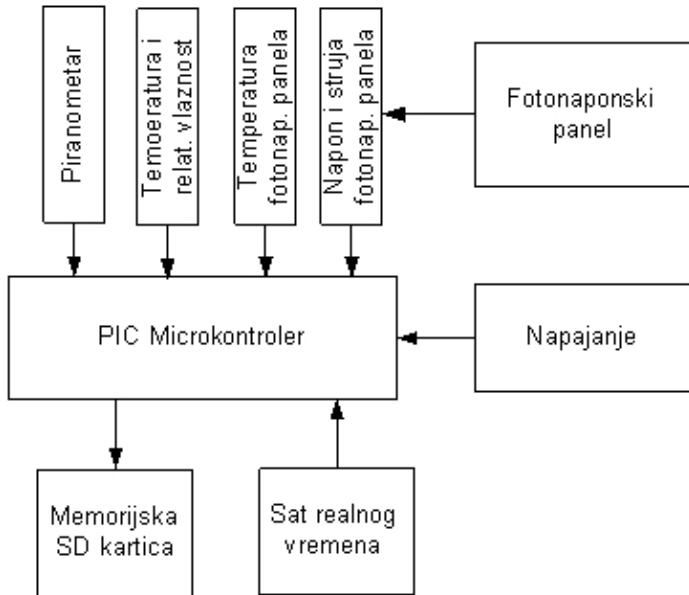
## 3. DETALJAN OPIS TEHNIČKOG REŠENJA

### 3.1 Uvod

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. Sastoje 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. Blok šema uređaja

### 3.2 Specifikacija sistema

#### 3.2.1 Funkcionalni zahtevi

Sistem za praćenje meteoroloških i električnih parametara u fotonaponskim sistemima treba da pruži sledeće funkcionalnosti:

- **Prikupljanje podataka sa senzora** – Sistem mora prikupljati podatke sa priključenih senzora:
  - piranometra za merenja intenziteta sunčevog zračenja
  - senzora za merenje temperature fotonaponskog panela
  - senzora temperature i relativne vlažnosti vazduha
  - podistema za praćenje električnih parametara u fotonaponskom sistemu
- **Procesiranje, prikaz i skladištenje izmerenih vrednosti** – Sistem mora periodično prikupljene podatke skalirati u odgovarajuće merne jedinice prikazati izmerene podatke na LCD displeju i uskladištiti izmerene podatke na memorijsku karticu.
- **Autonomija sistema** – Uredaj je opremljen bezbednosnim tajmerom, koji u slučaju blokiranja uređaja vrši njegovo restartovanje i ponovnu inicijalizaciju.

#### 3.2.2 Interfejsi

Uredaj poseduje interfejske ka senzorima, koji se nalaze van kutije uređaja kako bi bili izloženi ambijentalnim uslovima. Piranometar je povezan preko analognog ulaza preko interfejsa J2, SHT15 senzor temperature i relativne vlažnosti vazduha povezan je preko SMBus interfejsa J4, DS18B20 senzor temperature fotonaponskog panela je povezan preko OneWire interfejsa J5, dok je podistem za praćenje električnih parametara u fotonaponskom sistemu povezan preko interfejsa J3. Raspored kontakata na pomenutim interfejsima prikazan je tabelom 1.

Tabela 1. Raspored kontakata na interfejsima senzora

Oznaka konektora	Broj pina	Naziv pina
J2	1	Vin
	2	GND
	3	Shield
J3	1	Vpan
	2	Ipan
	3	Ireg
	4	Vbat
	5	Ipot
	6	GND
J4	1	Vcc
	2	SDA
	3	SCL
	4	GND
J5	1	Vcc
	2	DQ
	3	GND

Uredaj je opremljen i interfejsom za vizuelnu komunikaciju sa korisnikom preko alfanumeričkog LCD displeja sa kojim komunicira preko četvorobitnog interfejsa za podatke i upravljačkog interfejsa sa tri upravljačka signala. Raspored kontakata na J6, interfejsu LCD displeja, prikazan je tabelom 2.

Tabela 2. Raspored kontakata na interfejsu LCD displeja

Oznaka konektora	Broj kontakta	Naziv pina
J6	1	GND
	2	Vcc
	3	Vo
	4	RS
	5	R/W
	6	EN
	7	D0
	8	D1
	9	D2
	10	D3
	11	D4
	12	D5
	13	D6
	14	D7
	15	LED+
	16	LED-

Uredaj je opremljen interfejsom za memorijsku SD karticu sa kojim komunicira preko četvorobitnog SPI interfejsa. Raspored kontakata J7 interfejsa prikazan je tabelom 3.

Tabela 3. Raspored kontakata na interfejsu memorijске SD kartice

Oznaka konektora	Broj kontakta	Naziv pina
J7	1	CS
	2	Din
	3	GND
	4	3V3
	5	SCK
	6	GND
	7	Dout

### 3.2.3 Napajanje

Uredaj se napaja jednosmernim naponom preko prekidačkog izvora za napajanje zasnovanog na MC34063 kontroleru. Napajanje radi u „buck“ režimu i snižava ulazni napon koji može biti u granicama od 9V do 15V na napon napajanja uređaja od 5V. Prekidačko napajanje u stanju je da obezbedi 500mA struje i poseduje znatno veću energetsku efikasnost u odnosu na klasična linearna napajanja sa naponskim regulatorima, pa stoga i ne zahteva dodatni hladnjak.

### 3.2.4 Uslovi rada i klimo – mehaničke karakteristike

Uredaj može raditi u širem opsegu radnih temperatura od -30°C do +50°C.

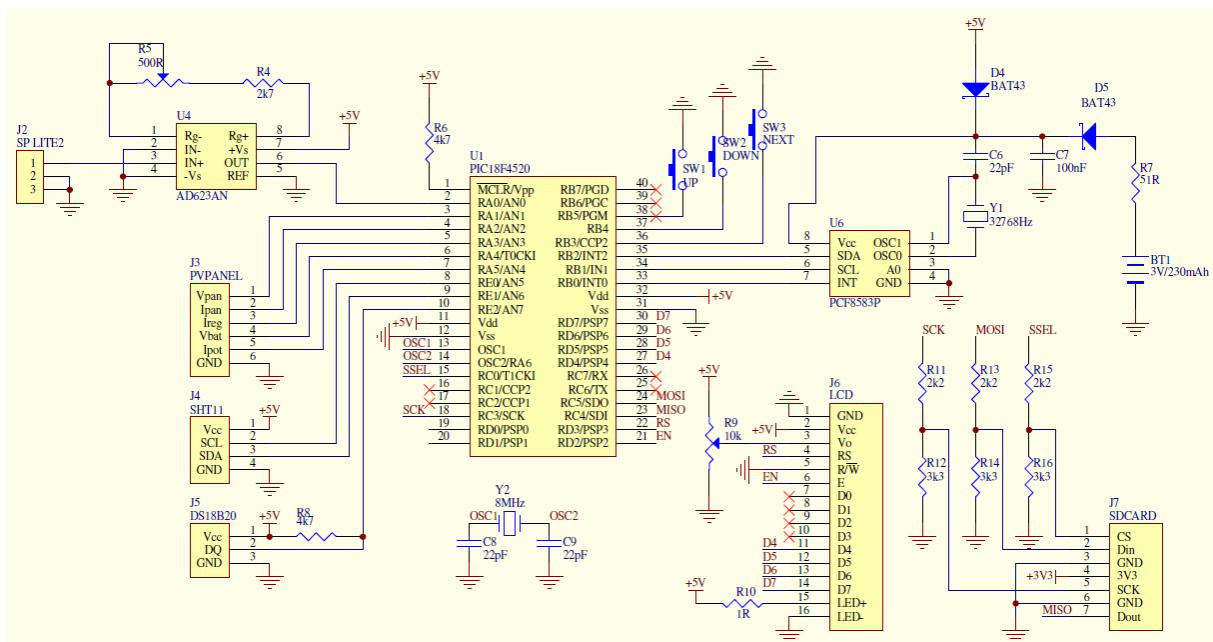
### 3.2.5 Cena

Cena uređaja sa piranometrom SPLITE2, senzorom temperature fotonaponskog panela DS18B20, temperature i relativne vlažnosti vazduha SHT11 i podsistemom za praćenje električnih parametara u fotonaponskom sistemu, iznosi oko 700 €.

## 3.3 Arhitektura sistema

### 3.3.1 Arhitektura hardvera

Uredaj za praćenje meteoroloških i električnih parametara u fotonaponskim sistemima realizovan je kao nezavisan uređaj koji je zasnovan na osmobiltnom 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 MIPSa. Mikrokontroler poseduje dva komparatora, 10bitni A/D konvertor sa 13 analognih ulaza i niz digitalnih magistrala. Namjenjen je za rad u naponskom opsegu od 4.2 do 5.5V, dok potrošnja struje iznosi oko 25mA. 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. Električna šema uređaja prikazana je na slici 2.



Slika 2. Električna šema uređaja za praćenje meteoroloških i električnih parametara

Merenje energije sunčevog zračenja izvodi instrumentima koji se nazivaju *radiometrima* koji se mogu se podeliti na *pirheliometre*, *piranometre* i *solarimetre*.

Pirhelometri se koriste za merenje snage direktnе 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, pirhelometar 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 termoelektrane). 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 kalibrirati pre njihove upotrebe za merenje intenziteta zračenja. SPLITE 2 piranometar predstavlja piranometar zasnovan na fotodiodi kao senzorskem elementu. Ovaj instrument namenjen je praćenju intenziteta zračenja kod fotonaponskih sistema. Uredaj je laboratorijski kalibriran i generiše  $71.3 \mu\text{V/W/m}^2$  pri standardnim testnim uslovima. 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  $-55^\circ\text{C}$  do  $+125^\circ\text{C}$ , dok u opsegu od  $-10^\circ\text{C}$  do  $+85^\circ\text{C}$  postiže tačnost od poseduje  $\pm 0.5^\circ\text{C}$ . Senzor poseduje 12-bitni A/D konvertor koji mu obezbeđuje rezoluciju merenja temperature sa korakom od  $0.0625^\circ\text{C}$ . Sa mikrokontrolerom se povezuje preko OneWire digitalnog interfejsa, koji zahteva samo jednu komunikacionu liniju. Senzor DS18B20 se odlikuje niskom potrošnjom električne energije od  $5\text{mW}$  u radnom i  $5\mu\text{W}$  u neaktivnom režimu, uz napon napajanja senzora u granicama od 3 do  $5.5\text{ V}$ .

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 kalibriran u komori sa precizno regulisanom vlažnošću vazduha pri čemu su kalibracioni koeficijenti smešteni u internoj memoriji senzora. SHT 15 senzor odlikuje niskom potrošnjom električne energije od  $3\text{mW}$  u radnom i  $5\mu\text{W}$  u neaktivnom režimu, dok se napon napajanja senzora može kretati u granicama od 2.4 do  $5.5\text{V}$ .

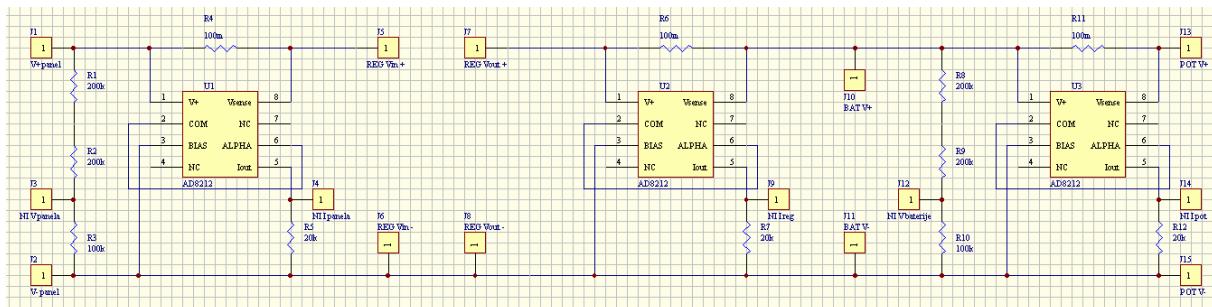
Tabela 4. Karakteristike SHT15 senzora

Karakteristika	Temperatura	Relativna vlažnost
Radni opseg	$-40 \div 124^\circ\text{C}$	$0 \div 100\ %$
Rezolucija	$\pm 0.01^\circ\text{C}$	$\pm 0.05\ %$
Rezolucija A/D	14 bit	12 bit
Tačnost	$\pm 0.3^\circ\text{C}$	$\pm 2\ %$
Ponovljivost	$\pm 0.1^\circ\text{C}$	$\pm 0.1\ %$
Vreme odziva	5 s	8 s

Podsistemom za praćenje električnih parametara u fotonaponskom sistemu sastoji se od analognih sklopova koji prave sledeće električne parametre u fotonaponskom sistemu:

- Napon fotonaponsog panela  $V_{pan}$
  - Struja fotonaponskog panela  $I_{pan}$
  - Struja iz fotonaponsog regulatora  $I_{reg}$
  - Napon baterije  $V_{bat}$
  - Struja u potrošač  $I_{pot}$

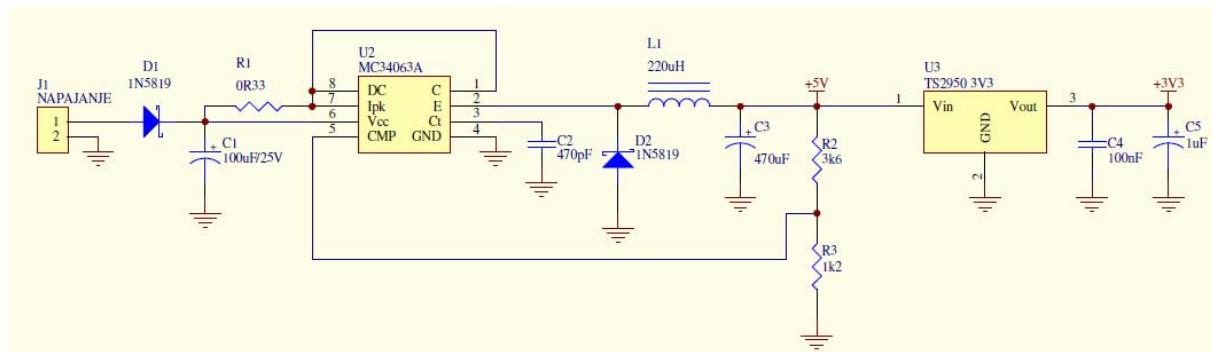
Naponi u podsistemu mere se preko naponskih razdelnika u odnosi 5:1, što dozvoljava postojanje napona u sistemu do 25V. Struje u sistemu mere se na napojnim vodovima korišćenjem specijalizovanog strujnog pojačivača AD8212, koji pad napona na reostatu od  $0.1\Omega$ , pojačava u odnosu na masu, odnosom 2V/1A. Električna šema podsistema za merenje električnih parametara prikazana je na slici 3.



Slika 3. Električna šema podsistema za merenje električnih parametara

Sat realnog vremena PCF8583 omogućava mikrokontroleru uvid u vreme i datum uzrokovavanja podataka. Sat koristi 32.768 kHz oscilator koji mu omogućava preciznu referencu za merenje vremena. Rad sata podržan je Litijumskom baterijom iz koje crpi svega 50  $\mu$ A. Komunikacija sa satom odvija se preko I<sup>2</sup>C magistrale dok se preko INT izlaza izazivaju prekidi na mikrokontrolerom sa učestalošću od 1Hz. Uredaj je opremljen tasterima kojima je moguće podešiti vreme i datum na satu realnog vremena.

Memorijska kartica koristi SPI komunicira sa mikrokontrolerom preko četvorožičnim SPI interfejsom. Kartica koristi napajanje od 3.3 V koje je kreirano pomoću dodatnog naponskog regulatora. Takođe, interfejs između dva nivoa naponskih signala ostvaren je preko naponskih razdelnika.



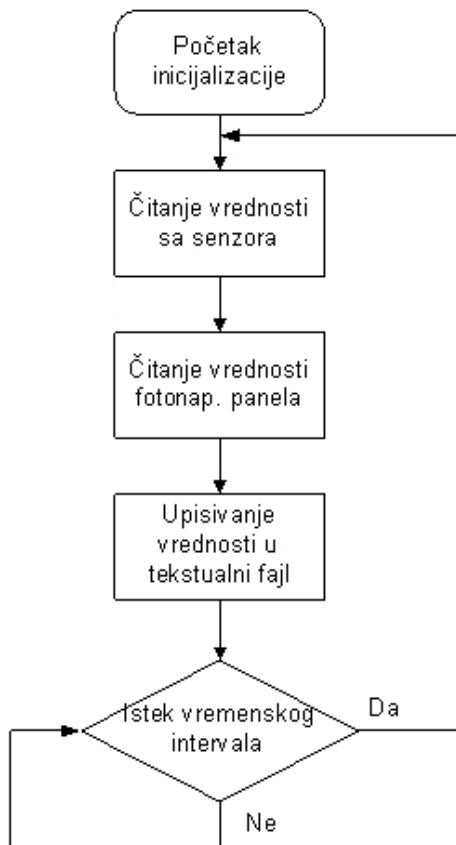
*Slika 3. Električna šema napajanja uređaja*

### **3.3.2 Arhitektura softvera i softversko rešenje**

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 definisanim 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. Uprošćeni algoritam softverske podrške na uređaju prikazan je na slici 4.



Slika 4. Algoritamski prikaz softverskog rešenja na uređaju

Pri pokretanju uređaja prvo se uređaj inicijalizuje i prikupi se predefinisani parametri iz EEPROM memorije. Nakon toga uređaj započinje periodično čitanje podataka sa senzora, vođen satom realnog vremena i intervalom očitavanja. Na PIC mikrokontroleru definisane su funkcije za čitanje vrednosti sa ulaza na koji su priključeni senzori. Kao senzor u prvi plan je postavljen piranometar tako da se nakon njegove funkcije pozivaju funkcije koja čitaju vrednosti sa drugih senzora, kao i funkcije koje preuzimaju vrednosti o jačini struje i napona sa fotonaponskog panela. Nakon toga koristeći odgovarajuće biblioteke pristupa se memorijskoj SD kartici i otvara se tekstualni fajl ili kreira novi ukoliko odgovarajući ne postoji za taj dan. Podaci se upisuju u odgovarajućoj formi tako što se dodaju na kraju već postojećih odnosno upisanih vrednosti. Nakon završenog procesa merenja i snimanja rezultata iščekuje se isticanje odgovarajućeg vremenskog intervala. Nakon dostizanja kraja vremenskog intervala isti proces merenja se ponavlja tako da se dobijaju merni podaci u pravilnim vremenskim intervalima.

Otvareno softversko rešenje na uređaju kontroliše proces merenja i čuva izmerene vrednosti kao niz podataka u tekstualnim datotekama. Nakon odgovarajućeg perioda u kojem se sprovodi merenje, SD kartica može jednostavno biti zamjenjena odnosno prebačena iz uređaja u personalni računar gde se podaci mogu presnimiti za dalju upotrebu. Preuzeti podaci sa uređaja nalaze se u više datoteka pri čemu svaka obuhvata vrednosti merenja u određenom vremenskom periodu, a konkretno je zadato da podaci budu grupisani na nivou jednog dana. Vrednosti su zapisane u formi kontinualnog tekstualnog niza, ali kao takve nisu pogodne za dalje direktno korišćenje i analizu. Da bi se upotpunila celokupna slika o korisnosti datog

uređaja potrebno je bilo pripremiti podataka u odgovarajućoj formi koja bi ih činila pogodnim za dalju obradu. Za prenos dobijenih podataka sa uređaja u format koji će biti adekvatan za njihovo nesmetano dalje korišćenje realizovan je softver za konverziju podataka u tabelarnu formu. Softver za konverziju predstavlja aplikacionu podršku uređaju, ali koji je namenjen upotrebi na personalnim računarima gde bi se prenosili podaci sa SD memorijske kartice. Pošto je zahtev u osnovi da se aplikacija koristi od strane običnih korisnika prilikom preuzimanje podataka, korisnički interfejs je trebalo ostvariti tako da bude najviše intuitivan korisniku. U tu svrhu uzete su u obzir tehnologije koje odgovaraju zahtevima ubrzanog razvoja korisničkih aplikacija za računar pri čemu je odabran Visual C#.

Programska logika aplikacione podrške na računaru korisnika omogućava učitavanje više tekstualnih datoteka sa podacima koji su predstavljeni kao niz redova teksta. Nakon toga preuzete vrednosti sortiraju se po vremenu izvršenog merenja i prikazuju se na formi korisniku. Istovremeno, da bi se lakše sagledali trendovi u promenama vrednosti podaci sa forme su prikazani i na grafikonima. Nelogične vrednosti koje možda predstavljaju smetnje pri merenju mogu biti uočene na grafikonu i eliminisane iz serije prikazanih vrednosti sa forme tako da bi rezultati merenja u celokupnom opsegu bili validni. Nakon toga učitane podatke je moguće preneti u Excel dokument odnosno u tabelarnu formu. Podaci tako spremljeni u čelijsku strukturu Excel dokumenta gde svaki podatak ima svoje polje pogodni su za dalje proračune i analizu. Uprošćeni algoritam aplikacione podrške uređaju namenjen za prenos podataka preuzetih sa SD memorijskih kartica na računaru prikazan je na slici 5.



*Slika 5. Algoritamski prikaz aplikacije za izvoz podataka u tabelarnu formu*

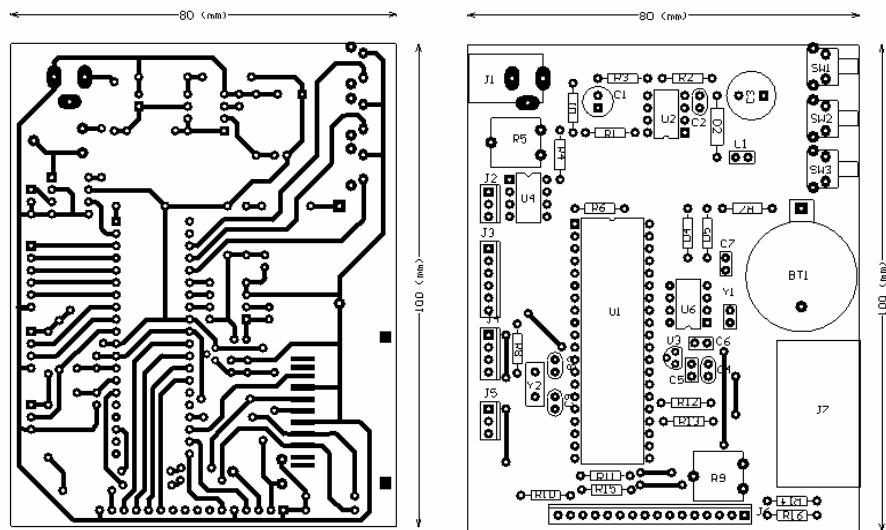
### 3.4 Opis rešenja prototipa

#### 3.4.1 Štampana ploča

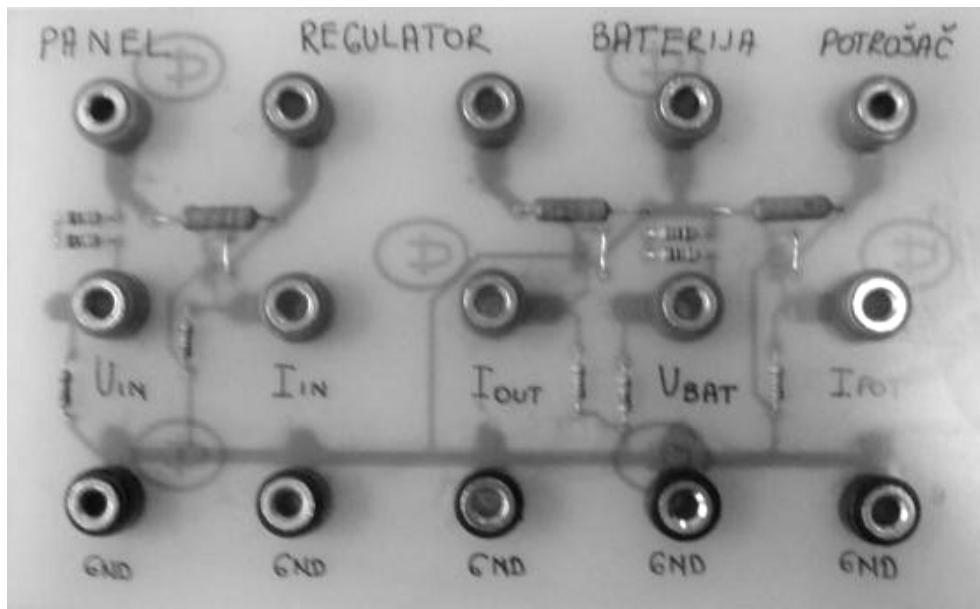
Na osnovu električne šeme uređaja izrađena je jednostrana štampana ploča na pertinaku. Štampana ploča, dimenzija 100x80 mm, prikazana je na slici 6 kao i raspored Projekat TR 32043

elemenata na njoj. Štampana ploča podsistema za praćenje električnih parametara u fotonaponskom sistemu izrađena je kao zasebna štampana ploča koja je spojena sa pločom uređaja preko odgovarajućeg konektora i prikazana je na slici 7.

Uredaj može biti smešten u standardno kućište izrađeno od plastike sa uvodnicima za priključenje senzora spoljašnjih dimenzija 138x120x55 mm.



Slika 6. Štampana ploča uređaja i raspored elemenata na štampanoj ploči



Slika 7. Štampana ploča podsistema za merenje električnih parametara

### 3.5 Verifikacija prototipa

#### 3.5.1 Verifikacija hardvera

Verifikacija hardvera je vršena prema definisanim procedurama, a merenja su vršena na mernim mestima na realizovanom uređaju:

- Prva procedura se odnosi na vizuelni pregled štampane ploče i obuhvata proveru kvaliteta štampanih veza i lemova kao i prisutnost i pravilnost orientacije komponenti. Utvrđeno je da su kvalitet štampanih veza i lemova na zadovoljavajućem nivou kao i da su sve prisutne komponente pravilno orijentisane.

- Druga procedura se odnosi na proveru kvaliteta napajanja u sistemu. Prva faza ove procedure je omska provera napajanja kojom je potvrđeno da nema kratkih spojeva u projektu. Sledeća faza je provera pojedinačnih napajanja pre povezivanja sa ostatkom ploče, koja je pokazala da napajanje generiše napon u specificiranim granicama. Merenje napona napajanja nakon povezivanja sa ostatkom ploče se vršilo pri aktivnom reset signalu i utvrđeno je da je napon u specificiranim granicama.
- Treća procedura predstavlja proveru funkcionalnosti kola za resetovanje. Utvrđeno je da ovo kolo drži aktivnim signal za resetovanje dok je pritisnut odgovarajući taster.
- Četvrta procedura je provera tačnosti signala takta. Tačnost takta mikrokontrolera proverena je osciloskopom, gde je uočen signal kristalnog oscilatora frekvencije 8MHz, izmerena je osciloskopom.
- Peta procedura je verifikacija interfejsa senzora i LCD displeja. U mikrokontroler je učitan kod koji je čitao vrednosti veličina senzora, skalirao ih i prikazivao na LCD displeju.
- Šesta procedura je verifikacija sata realnog vremena i memorijске kartice. U mikrokontroler je učitan kod koji periodično čitao vreme i datum sa sata realnog vremena i upisivao ga u fajl na memorijskoj kartici.
- Poslednja, sedma procedura je bila provera potrošnje uređaja. U mikrokontroler je učitana ciljana aplikacija, pri čemu je izmerena prosečna potrošnja energije koja iznosi 98mA.

### 3.5.2 Verifikacija softvera

Verifikacija softvera vršena je u skladu sa navedenim procedurama uz pomoć deguggera programskog paketa MikroC PRO, dok je aplikacija namenjena za prenos podataka testirana na računaru koristeći probne tekstualne fajlove.

- Prva procedura za testiranje odnosi se na proveru funkcija za čitanje vrednosti sa senzora tako što se vrednosti pripremljene za skladištenje u memoriji porede sa unapred postavljenim stanjima na ulazu PIC mikrokontrolera.
- Druga test procedura predstavlja proveru zapisanih vrednosti u tekstualni fajl na SD kartici tako što vrši njihovo poređenje sa predefinisanim vrednostima u programu uređaja.
- Treća test procedura predstavlja proveru cikličnosti procesa merenja na taj način da nakon određenog perioda proverava kontinuitet zapisa podataka u fajl prema unapred definisan vremenskom intervalu.

Za verifikaciju aplikacione podrške za uređaj koja se koristi na računaru vršene su sledeće test procedure:

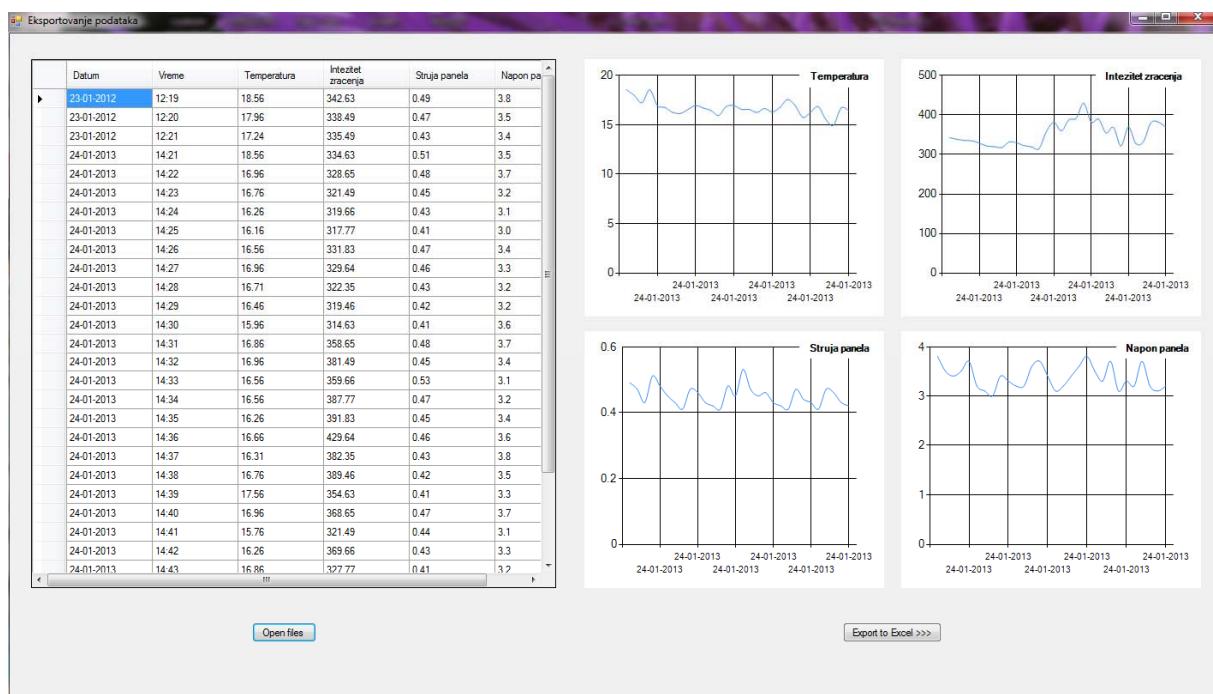
- Četvrta test procedura odnosi se na učitavanje više tekstualnih fajlova poznatog sadržaja gde bi se izvršilo njihov sortiranje po vremenu merenja i prikaz takvih vrednosti na korisničkoj formi bi se poredio sa sadržajem pojedinačnih fajlova.
- Peta test procedura odnosi se na proveru da li vrednosti predstavljene na grafikonima korisničke forme odgovaraju opsezima u čijim granicama treba da se kreću zapisane vrednosti.
- Šesta test procedura poredi vrednosti eksportovanih podataka sa forme u tabelarnu strukturu Excel dokumenta sa sadržajem učitanih tekstualnih dokumenata i proverava se poklapanje formata zapisa u oba dokumenta.

### 3.5.3 Verifikacija sistema

Verifikacija sistema podrazumeva proveru funkcionalnosti prototipa u celini. Testiranje uređaja je izvršeno tako što su vrednosti snimljene na SD kartici uređaja verifikovane u odnosu na vrednosti parametara u senzorskom okruženju, dok je celokupni sistem koji još sačinjava i aplikacija za računar testiran tako što je tačnost sadržaja konačnog Excel dokumenta verifikovan prema uslovima u kojima se nalaze senzori.

Prva test procedura odnosi se na priključenje piranometra i ostalih senzora na uređaj. Piranometar se prepusta sunčevom zračenju u određenom testnom periodu pri čemu se podaci o sunčevom zračenju za taj isti period i lokalitet mogu preuzete sa Automatske meteorološke stanice (AMS Meteos) Čačak. Takođe vrednosti struje i napona mere se direktno sa fotonaponskog panela nezavisno od uređaja tako da je i njihova vrednost poznata. Uređaj meri i upisuje podatke na SD karticu i navedeni postupak se ponavlja za sve vreme trajanja testnog perioda. Nakon relevantnog trajanja testnog merenja i vodenja nezavisne evidencije o vrednostima koje su pdate uređaju, čitaju se vrednosti iz tekstualnog fajla i porede sa nizom zabeleženih vrednosti u trenucima kada je uređaj izvršio merenje.

Druga test procedura je sveobuhvatna tako što poredi zabeležene vrednosti parametara okoline u kojoj uređaj vrši merenje sa podacima pripremljenim u tabelarnoj formi na računaru korisnika. Nakon prebacivanja tekstualnih fajlova sa SD kartice na računar oni se učitavaju u softver eksterne podrške uređaju gde se vrednosti sortiraju po datumu i vremenu izvršenog merenja i prikazuju korisniku (Slika 8.).



Slika 8. Prikaz podataka na korisničkoj formi

Nakon pregleda podataka, moguće je iste podatke predstaviti u tabelarnoj formi Excel dokumenta, čiji je sadržaj prikazan na slici 9.

	A	B	C	D	E	F
1	Datum	Vreme	Temperatura	Intezitet zracenja	Struja panela	Napon panela
2	23-01-2012	12:19	18.56	342.63	0.49	3.8
3	23-01-2012	12:20	17.96	338.49	0.47	3.5
4	23-01-2012	12:21	17.24	335.49	0.43	3.4
5	24-01-2013	14:21	18.56	334.63	0.51	3.5
6	24-01-2013	14:22	16.96	328.65	0.48	3.7
7	24-01-2013	14:23	16.76	321.49	0.45	3.2
8	24-01-2013	14:24	16.26	319.66	0.43	3.1
9	24-01-2013	14:25	16.16	317.77	0.41	3.0
10	24-01-2013	14:26	16.56	331.83	0.47	3.4
11	24-01-2013	14:27	16.96	329.64	0.46	3.3
12	24-01-2013	14:28	16.71	322.35	0.43	3.2
13	24-01-2013	14:29	16.46	319.46	0.42	3.2
14	24-01-2013	14:30	15.96	314.63	0.41	3.6
15	24-01-2013	14:31	16.86	358.65	0.48	3.7
16	24-01-2013	14:32	16.96	381.49	0.45	3.4
17	24-01-2013	14:33	16.56	359.66	0.53	3.1
18	24-01-2013	14:34	16.56	387.77	0.47	3.2
19	24-01-2013	14:35	16.26	391.83	0.45	3.4

Slika 9. Prikaz podataka u Excel dokumentu

Vrednosti merenja sada su date u formi koja je prilagođena zahtevima pripreme podataka za dalju upotrebu i predstavljaju konačni izlaz iz uređaja. Kao takvi, vrednosti iz prikazanog tabelarnog niza porede se sa sukcesivno zabeleženim vrednostima parametara okoline koje odgovaraju trenucima kada je uređaj vršio merenja.

Navedene test procedure su uspešno izvršene i pokazalo se da uređaj u potpunosti ispunjava funkcionalne zahteve.



Универзитет у Крагујевцу  
ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА  
Чачак

У Чачку, 29. јануара 2013. године

У име Факултета техничких наука у Чачку, Универзитета у Крагујевцу потврђује  
се да је:

**Систем за праћење метеоролошких и електричних параметара у foto – напонским  
системима за напајање бежичних сензорских уређаја**

техничко решење у категорији М85 (прототип), реализован од стране Уроша Пешовића,  
Синише Ранђића (Факултет техничких наука у Чачку) и Душана Марковића  
(Агрономски факултет у Чачку) коришћен за потребе истраживања на пројекту  
**TP32043 – Развој и моделовање енергетских ефикасних, адаптибилних,  
вишепроцесорских и вишесензорских система мале снаге**, који је финансиран од  
стране Министарства просвете, науке и технолошког развоја. Резултати примене  
реализованог система представљени су домаћој и иностраној научној и стручној  
јавности. Одговарајуће референце су саставни део Извештаја о резултатима Пројекта у  
току друге године реализације.

Лабораторија за рачунарску технику

проф. др Синиша Ранђић

Jer Декан Факултета техничких наука

проф. др Јерослав Живанић

