

**UNIVERZITET U KRAGUJEVCU  
FAKULTET TEHNIČKIH NAUKA  
ČAČAK**

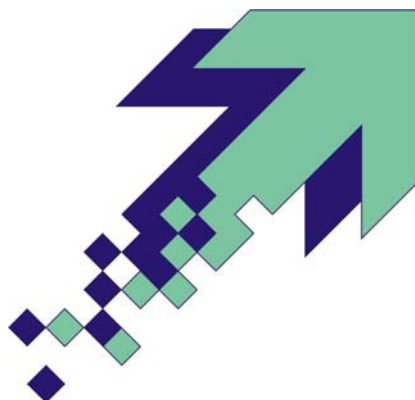


**INTERNI IZVEŠTAJ**

**MODULARNI IEEE 1451 PAMETNI  
PRETVARAČ/MREŽNI DISTRIBUTER**

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

**LABORATORIJA ZA RAČUNARSKU TEHNIKU**



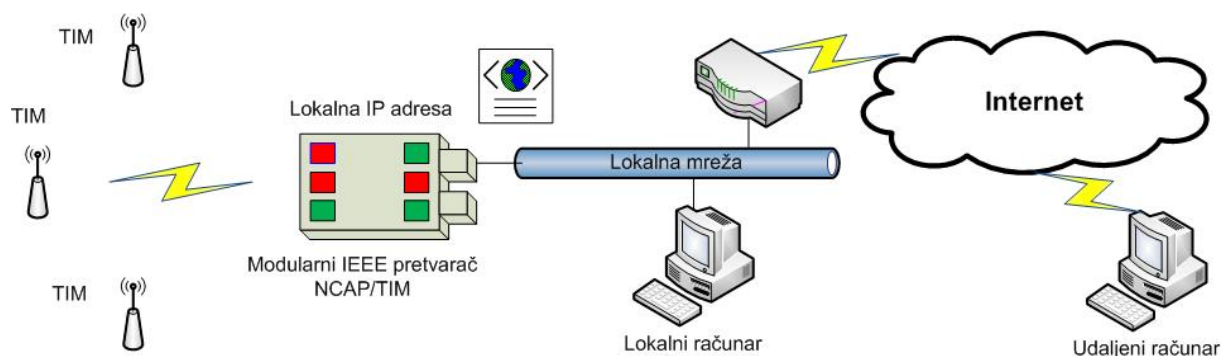
**ČAČAK  
2013.**



## MODULARNI IEEE 1451 PAMETNI PRETVARAČ/MREŽNI DISTRIBUTER

Na tržištu postoji niz uređaja koji izmerene vrednosti priključenih senzora distribuiraju preko HTTP protokola u vidu HTML stranica. Ovakvi uređaji su uglavnom projektovani sa tačno definisanim kombinacijama senzora bez mogućnosti zamene tipa senzora od strane korisnika. Kao takvi, ne mogu se prilagoditi različitim uslovima primene kao i zahtevima korisnika. Standard IEEE 1451 obezbeđuje prikupljanje vrednosti parametara sa velikog broja različitih senzora na identičan način, jer se njime definiše skup otvorenih i mrežno – nezavisnih komunikacionih interfejsa za povezivanje pretvarača (senzora ili aktuatora) sa procesorima, instrumentacionim sistemima i upravljačkim mrežama u okviru industrijskih kompleksa. Modularni IEEE 1451 pametni pretvarač/mrežni distributer predstavlja gradivni element mreža pametnih pretvarača koji na zahtev klijenta po IEEE 1451 standardu distribuira izmerene vrednosti sa priključenih senzora. Modularnost uređaja ogleda se u mogućnosti dodavanja različitih senzora na uređaj bez potrebe za hardversko – softverskim intervencijama od strane korisnika.

Modularni IEEE 1451 pametni pretvarač/mrežni distributer je zamišljen kao posrednik za prenos izmerenih vrednosti parametara sa priključenih senzora krajnjim korisnicima putem Interneta. Blok šema modularnog IEEE 1451 pretvarača prikazana je na slici 1.



Slika 1. Blok šema upotrebe modularnog IEEE pretvarača



Kao što je prikazano, uređaj je moguće implementirati u okviru lokalne mreže i pristupati mu sa nekog od računara u mreži ili ako server poseduje javna IP adresu tada mu je moguće pristupati sa bilo koje lokacije u svetu koja ima pristup Internetu. Crvena i zelena boja na blok šemi uređaja označavaju hardverske interfejsne za različite tipove senzora koji se priključuju direktno na uređaj. Pored ovih, postoji i mogućnost prikupljanja vrednosti sa udaljenih senzora bežičnim putem. Modularnost uređaja se ogleda u mogućnosti priključenja različitog broja i vrsta senzora. Svaki od priključenih senzora ima potpunu funkcionalnost neposredno pri priključivanju na uređaj i vrednosti koje se očitavaju sa njega su dostupne krajnjim korisnicima putem metoda propisanih IEEE 1451.0 standardom.

Uređaj je projektovan kao modularna platforma, kod koje se izborom senzora, tipa mikrokontrolera i izvora napajanja uređaj vrlo lako može prilagoditi željenoj aplikaciji, bez potrebe reprogramiranja uređaja od strane korisnika. Uređaj poseduje mogućnost komunikacije preko više digitalnih magistrala na koje se mogu priključiti različiti senzori i aktuatori. Takođe, na uređaj se mogu priključiti i analogni senzori i aktuatori preko odgovarajućih analognih ulaza/izlaza. Uređaj može imati dve uloge u mreži pametnih pretvarača, kao mrežni posrednik NCAP (Network Capable Application Processor) ili pametni pretvarač TIM (Tranducer Intelligent Module). Komunikacija između pametnih pretvarača i mrežnog posrednika odvija se preko radio primopredajnika kompatibilnog sa IEEE 802.15.4 standardom, koji se odlikuje malom potrošnjom energije i velikom otpornošću na interferencije od drugih bežičnih mreža. Mrežni posrednik je predviđen za povezivanje mreže pametnih pretvarača sa korisnikom putem Ethernet mreže. Uređaj se može napajati preko punjive baterije koja se puni preko fotonaponskog panela ili iz distributivne mreže preko odgovarajućeg adaptera ili preko USB konektora računara. Pravilnim dimenzionisanjem fotonaponskog panela prema lokaciji na kojoj će uređaj biti postavljen može se postići praktično neograničena autonomija rada. Uređaj poseduje i sigurnosni „watchdog tajmer“ koji omogućuje da uređaj u havarijskim uslovima sam povрати potpunu funkcionalnost. Softver uređaja je realizovan da podrži modularnost hardvera sa mogućnošću proširenja prihvatljivih senzora kroz dopunjene verzije softvera.

Razvojni sistem NXP LPC 1768 u sebi poseduje primopredajnik DP83848J za 10BaseT/100BaseTX Ethernet komunikaciju, koji zahteva odgovarajuću RJ-45 Ethernet





priključnicu sa izolacionim transformatorima. Signalizacija uspešno uspostavljene Ethernet veze, kao i aktivnosti na Ethernet mreži signaliziraju se preko dve LED diode.

Komunikacija u mreži pametnih pretvarača odvija se pomoću radio primopredajnika MRF24J40MA koji su kompatibilni sa IEEE 802.15.4 standardom. Ovi primopredajnici rade na frekvenciji od 2.4GHz, na jednom od šesnaest dostupnih kanala sa brzinom prenosa od 250 kbps. Primopredajnici koriste tehniku proširenog spektra koja im omogućava nesmetan rad u ovom frekventnom opsegu koji koriste i WiFi i Bluetooth uređaji. Nominalna predajna snaga predajnika je 0dBm (1mW), dok je osetljivost prijemnika -94dBm, što omogućava prenos na razdaljinama do 120m u otvorenom prostoru ili 30m u zatvorenom prostoru. Za komunikaciju na većim razdaljinama, moguće je korišćenje primopredajnika veće snage i osetljivosti, kao što su MRF24J40MB i MRF24J40MC, koji su kompatibilni sa primopredajnikom MRF24J40MA i omogućavaju komunikaciju na otvorenom na razdaljinama do 1200 m ili oko 100 m u zatvorenom prostoru. MRF24J40MA predstavlja četvoroslojnu štampanu pločicu sa MRF24J40 primopredajnikom, prilagodim kolom i PCB antenom, čijim se korišćenjem izbegava izrada tehnološki zahtevne pločice. PCB antena je izrađena u gornjem bakarnom sloju koja ima dijagram zračenja sličan dipolnoj anteni.

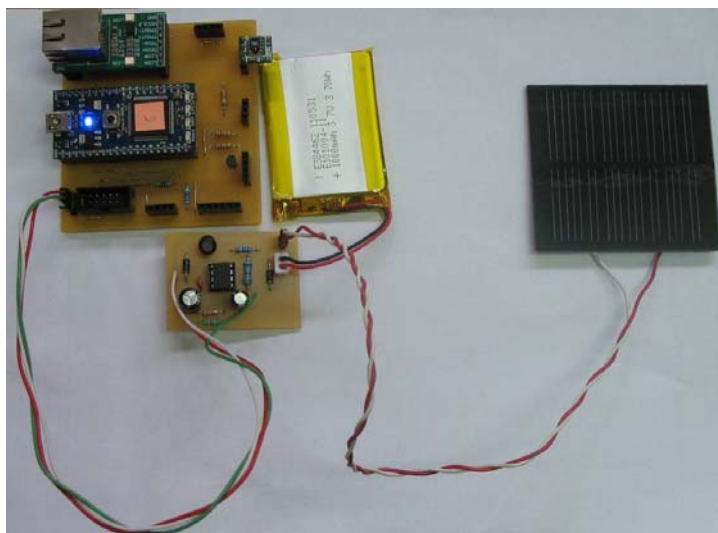
Zračenje antene je najslabije duž centralne ose antene (X-ose), dok je duž ostale dve ose dijagram zračenja uniforman. Kako bi se obezbedila pouzdana komunikacija sa mrežom pametnih pretvarača, centralna X-osa antene, duž koje je zračenje antene najslabije, trebala bi biti usmerena vertikalno. Na taj način antena će imati uniformno zračenje u horizontalnoj ravni, na kojoj će se nalaziti pametni pretvarači u mreži. Zahtevana orijentacija antene bi zahtevala povezivanje primopredajnika upravno na horizontalnu glavnu PCB ploču.

Uređaj se napaja pomoću jednosmernog napona u opsegu od 4.5V do 5.5V. Ovaj napon se može dovesti preko konektora za napajanje ili putem USB konektora na samom razvojnom sistemu. Izvor jednosmernog napajanja može biti mrežni ispravljač ili fotonaponski panel sa Litijum-polimer baterijom i odgovarajućim naponskim konvertorom. Senzori i periferne kartice napajani su putem internog regulatora u mBed razvojnom sistemu od 3.3V koji dozvoljava izlaznu struju do 800 mA. Baterijsko napajanje uređaja sastoji se od Litijum-polimer baterije napona 3.7V, kapaciteta 1000mAh. Baterija je prizmatičnog oblika malih dimenzija i u sebi poseduje zaštitu elektroniku koja je štiti od prepunjavanja (baterija se



isključuje kada napon na njoj pređe 4.2V), predubokog pražnjenja (baterija se isključuje kada napon na njoj padne ispod 2.4V), prekostrujnu zaštitu (baterija se isključuje kada izlazna struja pređe 2A).

Na slici 2 je data fotografija realizovanog uređaja zajedno sa baterijskim napajanjem (Lithium – Polymer) i fotonaponskim panelom za dopunjavanje baterije.



*Slika 2. Realizovani uređaj*

Tokom sprovedenog istraživanja došlo se do određenih rezultata koji su prikazani u sledećim publikacijama:

- [1] Dušan Marković, Željko Jovanović, Uroš Pešović, Siniša Randić, “*Primena Test-Driven Development (TDD) tehnike u razvoju aplikacija i servisa pametnog pretvarača*”, 19. Telekomunikacioni forum (TELFOR 2011), Novembar 22-24, 2011 Beograd, Srbija, Str. 1316-1319.
- [2] Dušan Marković, Uroš Pešović, Željko Jovanović, Siniša Randić, “*Test – Driven Development of IEEE 1451 Transducer Services and Application*”, Telfor Journal Vol.4 No.1 (2012), Str. 60-65.
- [3] Dušan Marković, Uroš Pešović, Siniša Randić, “*Sistem za monitoring toplotne komforčnosti u radnom i životnom prostoru*”, YU INFO 2012, Kopaonik, Srbija.



---

**Projekat:****Verzija: 1.01**

---

**“Razvoj i modelovanje energetsko efikasnih,  
adaptibilnih, višeprosesorskih i višesenzorskih  
elektronskih sistema male snage”****TR32043**

---

**Laboratorija za računarsku tehniku****Datum: 7. februar 2013**

---

- [4] Uroš Pešović, Dušan Marković, Željko Jovanović, Siniša Randić, “*System for thermal comfort monitoring in working and living environment*“, ICEST 2012, June 28-30 2012, Veliko Trnovo, Bugarska.
- [5] Dušan Marković, Uroš Pešović, Siniša Randić, “*Specifikacija TEDS-a kod IEEE 1451.0 pametnih pretvarača*“, Rad prijavljen za publikovanje na 20. Telekomunikacionom forumu (TELFOR 2012).

