

ДОКУМЕНТАЦИЈА ТЕХНИЧКОГ РЕШЕЊА

„Интелигентни мерно-контролни модули за надзор и управљање потрошњом електричне енергије“

Аутори техничког решења

- Проф. др Зоран П. Стајић
- Александар Гошић, дипл. инж. ел.
- Предраг Пејић, дипл. инж. ел.
- Славиша Ивковић, дипл. инж. ел.

Наручилац техничког решења

- Истраживачко-развојни центар „Alfatec“ Ниш

Корисник техничког решења

- Пекара Бранковић Ниш
- Истраживачко-развојни центар „Alfatec“ Ниш

Година када је техничко решење урађено

- 2012.

Област технике на коју се односи техничко решење

- Мерење електричних величина и управљање потрошњом електричне енергије

ИСТРАЖИВАЧКО-РАЗВОЈНОМ ЦЕНТРУ "ALFATEC" НИШ
Стручном Већу

ОБРАЗАЦ ЗА ПРИЈАВУ ТЕХНИЧКОГ РЕШЕЊА

У складу са одредбама *Правилника о поступку и начину вредновања, и квантитавном исказивању научноистраживачких резултата истраживача*, који је донео Национални савет за научни и технолошки развој Републике Србије («Службени гласник РС», бр. 38/2008), достављам следеће податке.

Обавезни подаци:

Аутор/аутори решења: Зоран П. Стајић, Александар Гошић, Предраг Пејић, Славиша Ивковић

Назив техничког решења: Интелигентни мерно-контролни модули за надзор и управљање потрошњом електричне енергије

Категорија техничког решења: „Нов производ“ (M81)

За кога је решење рађено и у оквиру ког пројекта:

Решење је рађено за потребе Пекаре Бранковић као и Истраживачко-развојног центра „Alfatec“ у Нишу, у оквиру реализације Иновационог пројекта „Развој интелигентних контролних модула (SCM) за управљање потрошњом електричне енергије у домаћинствима и малим предузећима“, ев. бр. 451-03-00605/2012-16/207.

Ко решење користи тј. ко је прихватио – примењује решење:

Решење се примењује у централном производном погону Пекаре Бранковић у Нишу, код неколицине купаца електричне енергије на територији Петровца на Млави и Смедеревске Паланке, као и у лабораторијама ИРЦ „Alfatec“ Ниш.

Година када је решење урађено: 2012.

Како су резултати верификовани (од стране кога тела):

Верификација резултата је извршена од стране:

- *Предузећа Пекара Бранковић Ниш као директног корисника техничког решења*
- *ИРЦ "Alfatec" Ниш као произвођача и корисника техничког решења*
- *Стручног Већа Истраживачко-развојног центра „Alfatec“ Ниш*

На који начин се резултати користе:

У производном погону Пекаре Бранковић је инсталирано 6 модула типа SPM са струјним

мерним трансформаторима 250A/5A и 2 модула типа CM који управљају радом два потрошача електричне енергије. Подаци који се добијају од SPM модула дају комплетан увид у рад погона где је практично сваке секунде могуће пратити укључивање/искључивање већих потрошача електричне енергије. На основу измерених података могуће је добити дијаграме потрошње електричне енергије који су од велике помоћи стручним екипама које се баве одржавањем погона као и технолозима којима је побољшање процеса и производа примарни задатак. Такође, на основу електричних величина које мери SPM и алгоритма за управљање максималном ангажованом снагом преко CM модула се управља радом великих потрошача чиме је остварена контрола максималне ангажоване снаге, што доприноси уштедама у потрошњи електричне енергије у производном процесу пекаре.

Област на коју се техничко решење односи:

Мерење електричних величина у трофазним системима и управљање потрошњом електричне енергије.

Проблем који се техничким решењем решава:

Техничким решењем се решава проблем надзора и управљања потрошњом електричне енергије у индустријским постројењима. Обзиром да је централни производни процес пекаре Бранковић релативно сложен, није било могуће препустити надзор и контролу истог самим радницима запосленим у пекари већ је у ту сврху морао бити инсталиран одговарајући систем аутоматског управљања.

Дато решење је компактно и веома ефикасно а поред тога се одликује веома добрим односом цена/квалитет.

Стање решености тог проблема у свету:

У свету постоји велики број различитих мерних и контролних уређаја који пружају решавање појединих делова проблема надзора и управљања потрошњом електричне енергије. Обично се системи за овакву врсту праћења и управљања потрошњом електричне енергије састоје од већег броја модула са различитим функцијама. Најчешће су базирани на индустријским рачунарима са инсталираним специјализованим софтверима који прикупљају податке са мрежних анализатора и на основу њих преко контролних-извршних модула управљају потрошачима. Такав систем захтева велики број компоненти, што смањује његову поузданост, а са друге стране драстично повећава цену.

Решење које је развијено за потребе Пекаре Бранковић се састоји од само два модула од којих један обједињује функције мерења електричних величина, смештања података на меморијски медијум и преноса истих преко LAN мреже као и могућност имплементације и прилагођавања алгоритма за управљање потрошњом у једном уређају. Други уређај је извршни и погодан је за уградњу непосредно код потрошача.

На овај начин је добијен модуларан систем, лак за имплементацију и довољно приступачан у погледу цене.

Објашњење суштине техничког решења и детаљан опис са карактеристикама, укључујући и пратеће илустрације и техничке цртеже:

Комбинација SPM и CM модула представља мерно-контролни систем намењен за имплементацију у кућне и индустријске инсталације са циљем надзора и управљања потрошњом електричне енергије. Систем испуњава захтеве за одређеном тачношћу мерења, расположивим мерним опсезима, могућношћу самосталног рада као и повезивања на рачунар преко LAN мреже у сврху прикупљања података и конфигурацију параметара рада система. На слици 1. је представљен изглед SPM и CM модула.



Слика 1. Изглед SPM и CM модула

Детаљнији опис и техничке карактеристике модула дате су у прилозима који чине саставни део документације овог техничког решења.

Како је реализован и где се примењује, односно које су могућности примене:

Развој интелигентних мерно-контролних модула за надзор и управљање потрошњом електричне енергије је реализован пројектовањем подсклопова у EDA окружењу Altium Designer Summer 10 од стране аутора решења. Подсклопови сваког од модула су на одговарајући начин повезани и смештени у стандардна индустријска кућишта за DIN32 шину, која су прилагођена такође од стране аутора решења. Модули су осмишљени тако да се у приказаној форми могу користити као готови производ, али да се могу једноставно надограђивати, повезивати са другим интелигентним електронским уређајима и инкорпорирати у много сложеније мерне и мерно-управљачке системе.

Као што је већ поменуто модули су намењени за инсталацију у домаћинствима, стамбеним и пословним објектима као и у индустријским постројењима.

Напомена: Документација коју аутори подносе као прилог ове Пријаве може садржати 5 до 10 страница, укључујући илустрације и техничке цртеже.

Подносилац пријаве

Зоран Стамјич

У Нишу, 19.11.2012. године.

PRILOG 1:

SPM-V10

Osnovne tehničke karakteristike i faze izrade proizvoda

1. PREDNOSTI U ODNOSU NA POSTOJEĆA REŠENJA

Prednosti ovog proizvoda, u odnosu na tehnička rešenja koja se mogu naći na tržištu, ogledaju se u sledećem:

- Mogućnost povezivanja strujnih mernih transformatora proizvoljnog prenosnog odnosa, čime se povećava opseg merenja struje;
- Prilagođen za implementaciju u domaćinstvima i u industriji;
- Višestruki podržani komunikacioni kanali: Ethernet, RS-232, RS-485;
- Posедуje microSD karticu za smeštanje snimljenih parametara mreže;
- Autonoman rad;
- Integrisan RTC;
- Integrisan interni hardverski *Watchdog* čime se povećava pouzdanost u radu;
- Implementacija savremenih komunikacionih protokola kroz TCP/IP;
- Mogućnost povezivanja na eksterni GSM/GPRS modem;
- Mogućnost povezivanja sa CM-V10 modulom preko RS485 komunikacionog porta sa ciljem kontrole digitalnih ulaza i komandovanja digitalnim izlazima;
- Fleksibilna hardverska platforma, koja se lako može prilagoditi novim projektnim zahtevima;
- Redundantnost u napajanju (iz jednog, dva ili sva tri fazna napona);
- Širok opseg napajanja 80-280 Vac, ili 100-400 Vdc;

2. DIZAJN HARDVERA

„Smart Power Module (SPM-V10)“ predstavlja minijaturnu merno-informacionu jedinicu namenjenu za ugradnju u kućne i industrijske instalacije i praćenje karakteristika potrošnje električne energije.

Prvenstveno je namenjen domaćinstvima, stambenim i poslovnim objektima, manjim industrijskim pogonima i ostalim korisnicima kod kojih je potrošnja električne energije relativno mala i kod kojih ugradnja MIS ili IKM ne bi bila ekonomski opravdana.

Ovaj uređaj je razvijen kroz projekat ev. broj: 451-03-00605/2012-16/207 sa ciljem da objedini najznačajnije funkcije MIS-a, odnosno kombinacije IKM-panelni mrežni analizatori, i prilagodi ih novoj kategoriji korisnika, sa najpovoljnijim odnosom cena i performansi.

U tom smislu, cena ovog proizvoda je redukovana kroz integraciju mernog i informacionog dela u jednom mikrokontrolerskom rešenju koje je zasnovano na mikrokontroleru Microchip dsPIC33FJ256GP710.

Podaci koji se prikupljaju u mernom delu se memorišu na micro SD karticu, a njihovo preuzimanje se može vršiti zamenom kartice ili posredstvom implementiranih komunikacionih protokola.

SPM je opremljen i optoizolovanim RS-232 i RS-485 komunikacionim kanalima preko kojih se može povezivati sa drugim inteligentnim elektronskim uređajima. Primarni cilj je komunikacija sa CM-V10 modulom preko RS485 komunikacionog kanala korišćenjem MODBUS protokola radi prikupljanja informacija o stanju potrošača i komandovanjem potrošačima. Takođe je moguće ostvariti komunikaciju sa GSM/GPRS modemima u cilju povezivanja sa udaljenim centrima u situacijama kada to nije izvodljivo preko LAN/Ethernet porta, ili kada se želi rezervni komunikacioni kanal.

SPM-V10 karakteristike:

- 3 interna stujna merna transformatora;
- 3 naponska merna ulaza;
- Napajanje: 80-280 Vac ili 100-400 Vdc;
- Podržana microSD fleš memorijska kartica;
- Integrisan RTC (sat tačnog vremena);
- Ethernet 10Mbps port;
- RS232 port;
- RS485 port;
- Standardno industrijsko kućište predviđeno za DIN32 šinu;

2.1. Procesorski blok

Za procesorsku jedinicu logična solucija je korišćenje 16-bitnog MCU-a koji poseduje ALU prilagođenu DSP zahtevima kako bi mogao brzo izvršavati matematičku obradu podataka, uz istovremeno izvršavanje zadataka vezanih za komunikaciju i komunikacione protokole. Takođe, danas je cena 16-bitnih mikrokontrolera je slična ceni 8-bitnih, dok se procesorska moć ne može porediti.

U smislu postizanja što niže cene uređaja, bilo je potrebno objediniti što veći broj funkcija unutar mikrokontrolera, pa je uređaj baziran na 16-bitnom DSP mikrokontroleru dsPIC32FJ256GP710 firme MICROCHIP. Ovaj mikrokontroler poseduje dvokanalni automatizovani A/D konvertor, rezolucije 10/12-bit, i sve potrebne periferijske portove za komunikaciju i implementaciju komunikacije sa microSD fleš memorijom. Sve izmerene karakteristike mrežnog napajanja se beleže na microSD karticu istovremeno sa podatkom o trenutku merenja u realnom vremenu. Tačno vreme je obezbeđeno implementacijom integrisanog RTC kola, koga mikrokontroler isčitava I²C komunikacionim protokolom.

Mikrokontroler pored prethodno navedenih funkcija, izvršava Ethernet stack kao i protokole vezane za RS-232 i RS-485 komunikacione kanale.

2.2. Komunikacioni interfejs

Blok za komunikacione interfejse se sastoji od interfejsa za Ethernet, RS-485 i RS-232.

Ethernet interfejs je realizovan upotrebom 10Mbps IEEE 802.3 ethernet kontrolera ENC28J60. Ovaj kontroler poseduje integrisani MAC i 10Base-T PHY i potpuno je kompatibilan sa računarskim 10/100/1000Base-T mrežama. Povezan je sa mikrokontrolerom SPI komunikacionim interfejsom.

RS-232 i RS485 komunikacioni interfejsi su opto-galvanski razdvojeni od mikrokontrolera koji je povezan na potencijal gradske mreže.

2.3. Merni interfejs

Naponi koji se mere se povezuje na klemme koje istovremeno služe za napajanje uređaja, posle kojih se vodi na precizni, termičko-stabilni razdelnik napona i filter protiv smetnji, a zatim na ulaz A/D konvertora mikrokontrolera.

Interfejs za merenje struje se ostvaruje pomoću strujnih mernih transformatora integrisanih unutar SPM-a, koji mogu da mere efektivne vrednosti struja do 5A. Ulazi, na koje se dovode struje koje se mere, su takođe predviđeni da budu na klemama tako da se korišćenjem eksternih strujnih mernih transformatora mogu meriti struje u opsezima koji zavisi od samih transformatora.

2.4. Interfejs za microSD fleš memoriju

Sastoji se od standardnog konektora kojem je moguće pristupiti sa spoljne strane uređaja. SPM je projektovan tako da se kartica može vaditi i vraćati dok je uređaj u radu.

2.5. Blok napajanja

Uređaj se napaja iz tri faze mrežnog napona istovremeno. Ostvarena je redundantnost da uređaj može nesmetano raditi na bilo kojoj preostaloj aktivnoj fazi. Napajanje je projektovano na takav način da obezbeđuje stabilan i pouzdan rad uređaja čak i u uslovima napajanja koja su znatno izvan propisanih opsega napona gradske mreže.

3. FIRMVER ZA SPM-V10

Obzirom da je SPM baziran na DSP mikrokontroleru firme Microchip, logičan izbor alata za projektovanje firmvera se sveo na rešenja koja nudi ista firma a koja su pri tom besplatna. Na ovaj način je omogućeno postizanja što bolje kompatibilnosti u projektovanju hardverskog sa softverskim delom projekta. U konkretnom slučaju su korišćeni MPLAB IDE v8.6 integrisano razvojno okruženje u okviru koga je instaliran MPLAB C30 v3.24 kompajler u kome je moguće projektovanje firmvera na C programskom jeziku za PIC24F, PIC24H, dsPIC30F i dsPIC33F mikrokontrolere. MPLAB IDE integrisano razvojno okruženje je potpuno besplatno za komercijalnu upotrebu i nema nikakva ograničenja. Nasuprot tome, verzija MPLAB C30 kompajlera koja je korišćena pri projektovanju SPM-a je besplatna za razvoj sa određenim ograničenjima koja se tiču optimizacije veličine koda. Ovo ograničenje ne predstavlja problem jer odabrani mikrokontroler ima dovoljno interne Flash memorije za smeštanje firmvera koji može da obavlja sve predviđene funkcije uređaja. Osim pomenutih razvojnih alata, korišćene su gotove biblioteke kodova za TCP/IP stek i za podršku rada sa memorijskim karticama (MMC/SD), koje se kao i prethodno pomenuti alati mogu besplatno skinuti sa sajta firme Microchip (www.microchip.com). Korišćenje ovih biblioteka značajno ubrzava i olakšava projektovanje firmvera ali po ceni povećanja njegove veličine.

Primarni zadaci koje mikrokontroler, odnosno firmver implementiran u njemu, treba da izvršava su:

- Merenje trenutnih vrednosti odnosno računanje efektivnih vrednosti napona i struja mreže, aktivnih, reaktivnih i prividnih snaga kao i računanje frekvencije i faznih stavova na osnovu izmerenih trenutnih vrednosti;
- Smeštanje prethodno izmerenih i obrađenih vrednosti na microSD memorijsku karticu preko SPI magistrale u određenim vremenskim intervalima;
- Komunikacija sa RTC satom realnog vremena preko I²C magistrale iz koga se dobija podatak o realnom vremenu koji se takođe beleži na microSD kartici pripojen određenim prethodno izmerenim/obrađenim veličinama;
- Komunikacija sa inteligentnim uređajima iz okruženja preko RS232 i RS485 interfejsa što se ostvaruje putem 2 odvojena UART porta mikrokontrolera;
- Komunikacija sa ENC28J60 Stand Alone kontrolerom preko SPI magistrale čime je dobijena mogućnost komunikacija sa okruženjem putem LAN/Ethernet interfejsa;

4. KOMUNIKACIONI PROTOKOLI

Kao što je već pomenuto, od komunikacionih protokola je podržan RS232. Namena ove komunikacije je za prenos korisnih podataka. Osim toga, preko RS232 porta se vrši konfiguracija

uređaja. Takođe je moguće, nadogradnjom firmvera, ostvariti mogućnost komunikacije sa eksternim GSM/GPRS modemom preko koga bi se vršio prenos informacija.

RS485 komunikacioni interfejs prevashodno služi za komunikaciju sa CM-V10 uređajem u cilju očitavanja statusa potrošača i komandovanjem potrošačima na osnovu zadatih parametara. Razmena podataka između SPM-a i CM-a se odvija po industrijskom MODBUS protokolu. Osim komunikacije sa CM-V10 modulom, RS485 komunikacioni interfejs se može upotrebiti za komunikaciju sa drugim inteligentnim uređajima u cilju razmene korisnih informacija.

Na kraju, u SPM-u je implementiran TCP/IP stek uz čiju je podršku kreiran FTP server. Posredstvom FTP servera je moguće prenositi fajlove sa podacima koji se smeštaju na memorijsku karticu uređaja do bilo kog računara preko klasične LAN/Ethernet mreže. Za prenos podataka iz SPM-a preko FTP protokola moguće je koristiti FTP klijent softver kakav je recimo *FileZilla Client* ili *TotalCommander* što se pokazalo kao najbolja varijanta.

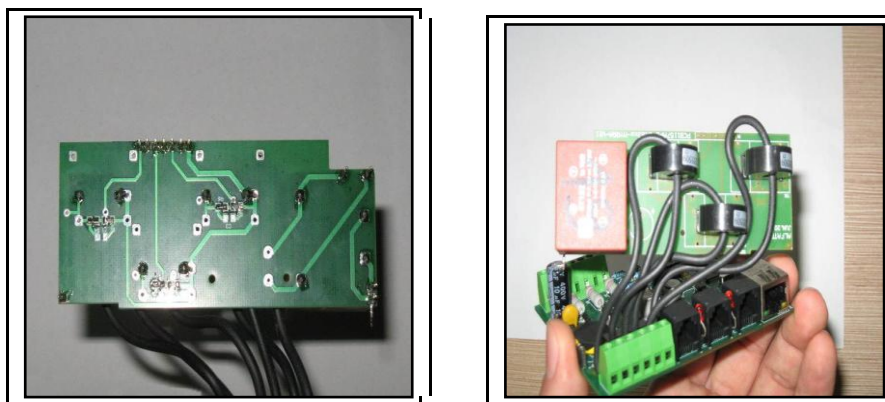
5. KONFIGURACIJA UREĐAJA I IZMENA FIRMVERA

Konfiguracija uređaja predstavlja podešavanje određenih parametara rada uređaja u koje spadaju interval merenja i memorisanja podataka na memorijsku karticu, realno vreme, adrese uređaja (IP adresa, Mask adresa...), portovi za FTP komunikaciju i parametri za RS485 komunikacioni interfejs. Konfiguraciju uređaja je moguće ostvariti primarno preko RS232 komunikacionog porta korišćenjem serijskog terminalskog programa kao što je recimo HyperTerminal u Windows XP-u. Osim toga, konfiguracija se može vršiti preko Ethernet interfejsa odnosno korišćenjem FTP protokola preko koga se na memorijsku karticu uređaja prenose i smeštaju konfiguracioni fajlovi. Na osnovu podataka i konfiguracionih fajlova uređaj podešava parametre neophodne za svoj rad.

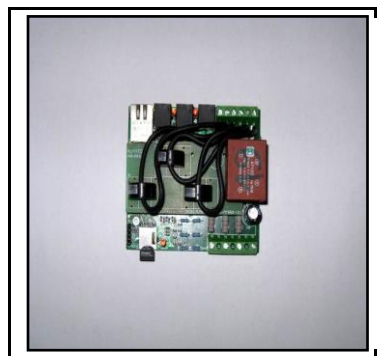
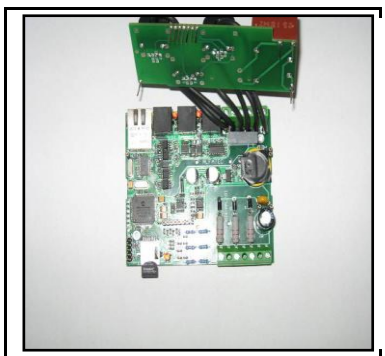
Izmenu firmvera je moguće izvršiti preko posebne magistrale za programiranje PIC mikrokontrolera korišćenjem Microship ICD programatora. Obzirom da su za takvu izmenu firmvera neophodni laboratorijski uslovi, to nije pogodno za izmenu firmvera na već instaliranom uređaju pa je u tu svrhu implementiran Bootloader-a preko koga je moguće promeniti firmver mikrokontrolera, a samim tim i funkcionalnost celog uređaja, preko RS232 komunikacionog interfejsa.

6. PROCES SKLAPANJA SPM-A

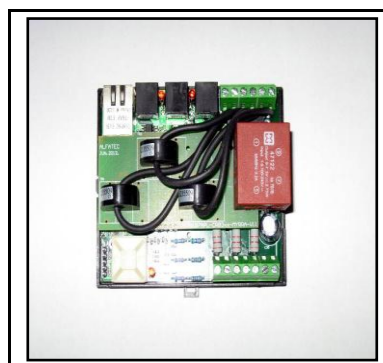
Proces sastavljanja SPM prikazan je na sledećim slikama. Slike su poredane po hronološkom redosledu.



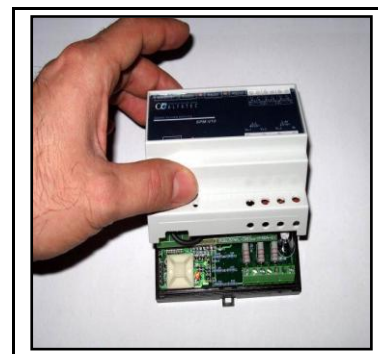
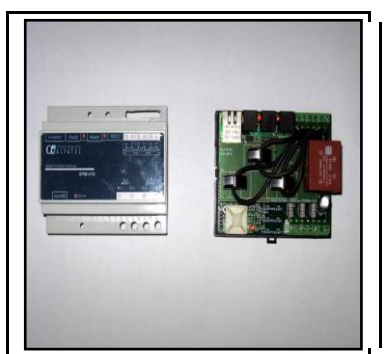
Slika 1.



Slika 2.



Slika 3.



Slika 4.



Slika 5. Gornji prikaz sklopljenog SPM-a

Slika 6. Gornji konektori na SPM-u



Slika 7. Donji konektori na SPM-u



Slika 8. Smart Power Module

PRILOG 2:

CM-V10

**Osnovne tehničke karakteristike i faze izrade
proizvoda**

1. PREDNOST U ODNOSU NA POSTOJEĆA REŠENJA

- Prilagođen za implementaciju u domaćinstvima i u industriji;
- Optoizolovani ulazi za detekciju naizmeničnog napona do 280Vac;
- Digitalni izlazi relejnog tipa 250Vac/8A za naizmenični napon i 30Vdc/8A za jednosmerni napon;
- Podržani USB i RS-485 komunikacioni kanali;
- Mogućnost povezivanja sa SPM-V10 modulom preko RS485 komunikacionog porta sa ciljem kontrole digitalnih ulaza i komandovanja digitalnim izlazima;
- Fleksibilna hardverska platforma koja se lako može prilagoditi novim projektnim zahtevima;
- Širok opseg napajanja 80-280 Vac, ili 100-400 Vdc;

2. DIZAJN HARDVERA

„Control Module (CM-V10)“ predstavlja kontrolnu jedinicu za ugradnju u kućne i industrijske instalacije za potrebe praćenja stanja potrošača (uključen ili isključen) i kontrolu potrošača (uključivanje/isključivanje).

Ovaj uređaj je razvijen kroz projekat ev. broj: 451-03-00605/2012-16/207 sa ciljem da proširi funkcionalnost SPM-V10 uređaja sa minimalnim redukovanjem cene celog sistema.

Uređaj je baziran na mikrokontroleru PIC18F2550 firme MICROCHIP sa ugrađenom hardverskom podrškom za USB komunikaciju.

Primarna namena CM-V10 uređaja je da se preko RS485 komunikacionog interfejsa razmenjuju informacije sa SPM-V10 modulom sa ciljem nadgledanja stanja i kontrole potrošača. Obzirom da CM-V10 ima implementiran industrijski MODBUS protokol to je moguće koristiti ga i u kombinaciji sa drugim inteligentnim uređajima koji podržavaju MODBUS protokol.

Pored RS485 komunikacionog interfejsa, CM-V10 ima USB komunikacioni port koji pre svega služi za podešavanje konfiguracionih parametara uređaja ali i za izmenu firmvera.

Karakteristike CM-V10 su:

- 5 ulaza za naizmenični napon čija efektivna vrednost ne prelazi 280Vac pri čemu se na samom ulazu disipira struja manja od 6mA;
- 5 digitalnih izlaza relejnog tipa koji su predviđeni za 250Vac/8A što se tiče naizmeničnog napona odnosno 30Vdc/8A kada je u pitanju jednosmerni napon;
- Napajanje uređaja: 80-280 Vac ili 100-400 Vdc;
- RS485 port;
- USB port;
- Standardno industrijsko kućište predviđeno za DIN32 šinu;

Hardver CM-V10 modula se sastoji od dve PCB ploče, donje – glavne/matične ploče i gornje ploče sa LED diodama za indikaciju. Na matičnoj ploči se prepoznaju sledeći blokovi;

- Procesorski blok;
- Komunikacioni blok;
- Ulazno/izlazni blok;
- Blok napajanja;

2.1. Procesorski blok

Kao što je već pomenuto, CM-V10 je baziran na mikrokontroleru PIC18F2550. Pošto je predviđeno da CM-V10 ima USB port za konfiguraciju i izmenu firmvera, zatim RS485 port za razmenu korisnih informacija kao i 5 ulaza i 5 izlaza najoptimalniji izbor mikrokontrolera se sveo na prethodno pomenuti koji ima sve neophodne periferije i najbolji odnos cena kvalitet svojoj klasi. Zadataci mikrokontrolera su:

- Izvršavanje USB steka;
- Izvršavanje komunikacije preko integrisanog UART porta na kome je implementiran RS485 komunikacioni interfejs;
- Obrada primljenih MODBUS poruka i kreiranje odgovora na njih;
- Skeniranje ulaza;
- Podešavanje izlaza;

2.2. Komunikacioni interfejs

Komunikacioni blok se sastoji od USB i RS485 porta. USB interfejs je realizovan klasičnim USB konektorom tipa B. Na mikrokontroleru je implementiran USB CDC Serial Emulator tako da je moguće, uz instalaciju propratnog drajvera na računaru, ostvariti serijsku komunikaciju sa računarom.

RS485 komunikacioni interfejs, preko koga se obavlja MODBUS komunikacija, je opto-galvanski razdvojen od mrešnog napajanja.

2.3. Ulazno/izlazni interfejs

Ulazi i izlazi su izvedeni preko klema tipa TS 502-2P. Ulazi služe za detektovanje prisustva naizmeničnog napona koji ne sme biti veći od 280Vac. Izlazi su relejnog tipa i preko njih se mogu kontrolisati potrošači naizmenične struje sa ne većim vrednostima efektivnih napona i struja od 250Vac i 8A respektivno ili potrošači jednosmerne struje sa ne većim vrednostima napona i struje od 30Vdc i 8A respektivno.

2.4. Blok napajanja

Uređaj se napaja iz jedne faze mrešnog napona. Napajanje je projektovano na takav način da obezbeđuje stabilan i pouzdan rad uređaja čak i u uslovima napajanja koja su znatno izvan propisanih opsega napona gradske mreže.

3. FIRMVER ZA CM-V10

Za razvoj firmvera CM-V10 uređaja su korišćeni besplatni alati firme MICROCHIP. U razvojnom okruženju MPLAB IDE instaliran je kompajler MPLAB C18 koji omogućava projektovanje firmvera za PIC18 familiju mikrokontrolera na ANSI C jeziku. Osim pomenutih alata korišćena je gotova biblioteka za USB stek odnosno jedan njen deo koji omogućava serijsku komunikaciju sa računarom.

Zadaci koje firmver implementiran u mikrokontroleru izvršava su sledeći:

- Na osnovu USB stek-a odnosno CDC (Communication Device Class) biblioteke omogućeno je da uređaj obavlja serijsku komunikaciju sa računarom. Da bi računar mogao da prepozna uređaj odnosno kako bi sa njim ostvario komunikaciju neophodno je instalirati drajver koji dolazi uz USB CDC biblioteku. Ova vrsta komunikacije se koristi za konfiguraciju parametara uređaja korišćenjem serijskog terminalskog programa kao i za izmenu firmvera;

- Na osnovu UART porta, integrisanog u mikrokontroleru, je isprojektovan RS485 komunikacioni interfejs preko koga se odvija razmena informacija po MODBUS protokolu;
- Na kraju, zadatak firmvera je da očitava stanja ulaza i određuje stanja digitalnih izlaza na osnovu poruka koje dobija preko MODBUS protokola.

4. KOMUNIKACIONI PROTOKOLI

Kao što je već pomenuto, CM-V10 poseduje USB i RS485 komunikacioni interfejs.

USB protokol koji je implementiran u firmveru je tipa CDC Serial Emulator i predstavlja najlakši način ostvarivanja komunikacije preko USB-a jer emulira klasični serijski komunikacioni port. Ono što je neophodno na strani računara je instalacija drajvera koji se dobija uz USB biblioteku. USB komunikacioni interfejs je prevashodno namenjen za podešavanje konfiguracioni parametara neophodnih za ispravan rad uređaja. Parametri koji su od značaja za rad uređaja:

- MODBUS adresa uređaja;
- Parametri RS485 porta: Baud rate, Parity, Stop bits.

Za podešavanje datih parametara preko USB komunikacije je na strani računara moguće koristiti klasičan serijski terminalski program kakav je Hyper Terminal u Windows XP-u.

Osim za podešavanje parametara rada uređaja USB komunikacioni interfejs se koristi za promenu radnog firmvera u mikrokontroleru preko aplikativnog programa koji se takođe dobija uz USB biblioteku.

Na ovaj način je omogućeno da se izvrši konfiguracija radnih parametara ili zameni firmver uređaja sa bilo kog računara koji poseduje USB port što uređaj čini veoma fleksibilnim i prilagodljivim različitim zahtevima korisnika.

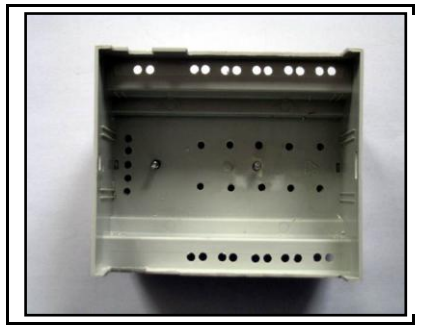
RS485 komunikacioni interfejs služi za prenos podataka po standardnom industrijskom MODBUS protokolu. Na taj način se drugim inteligentnim uređajima iz okoline stavljaju na raspolaganje informacije o stanju ulaza i izlaza ali se i omogućava podešavanje stanje izlaza. Odabran je RTU MODBUS protokol jer je dovoljno pouzdan, lak za implementaciju i široko prihvaćen u industriji čime uređaj dobija na kvalitetu i opšoj upotrebljivosti.

5. PROCES SKLAPANJA CM-A

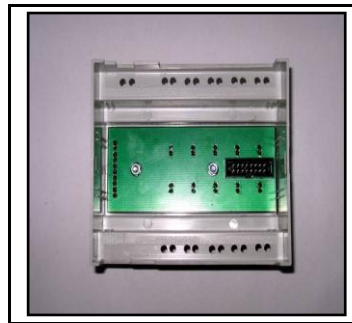
Proces sastavljanja CM prikazan je na sledećim slikama. Slike su poredane po hronološkom redosledu.



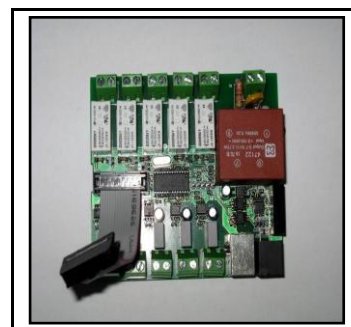
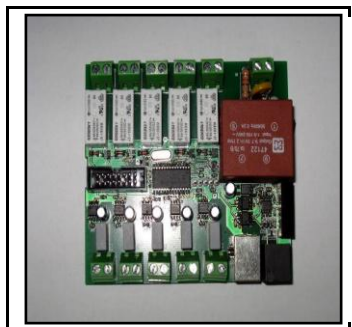
Slika 1.



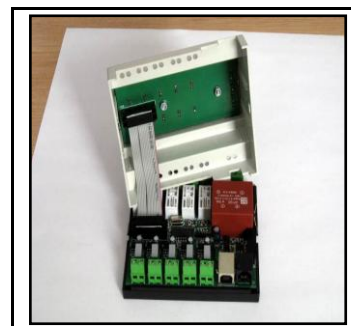
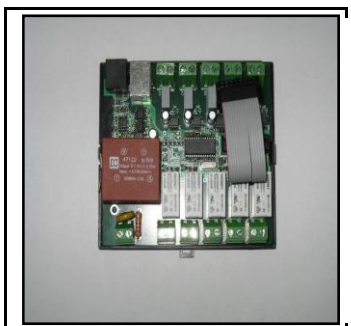
Slika 2.



Slika 3.



Slika 4.



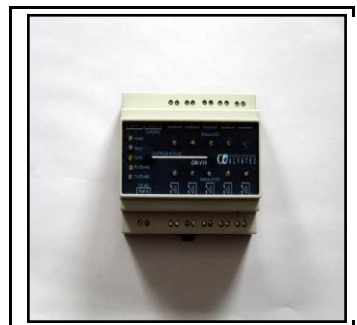
Slika 5.



Slika 6.



Slika 7. Gornji konektori na CM-u



Slika 8. Gornji prikaz sklopljenog CM-a



Slika 9. Donji konektori na CM-u



Slika 10. Control Module



Slika 11. Realizovan uređaj



Slika 12. Realizovan uređaj

STRUČNOM VEĆU IRC "ALFATEC" D.O.O. NIŠ
Predsedniku**MIŠLJENJE KORISNIKA****Inteligentni merno-kontrolni moduli za nadzor i upravljanje potrošnjom električne energije**

IRC „Alfatec“ d.o.o. Niš je razvojem inteligentnih merno-kontrolnih modula kroz inovacioni projekat “Razvoj inteligentnih kontrolnih modula (SCM) za upravljanje potrošnjom električne energije u domaćinstvima i malim preduzećima” (evidencioni broj projekta 451-03-00605/2012-16/207) čija je realizacija još uvek u toku.

Prvobitna ideja prilikom prijavljivanja projekta bila je da se projektuje jedinstven modul koji bi imao i merni i upravljački deo, ali i u koji bi mogla da se implementira odgovarajuća logika upravljanja, pa mu je i u naslovu projekta osmišljen naziv SCM (Smart Controlling module). Međutim, prve analize su pokazale da je daleko svrsishodnije ove funkcije realizovati kroz nezavisne module.

Iz tih razloga, u prvih šest meseci istraživanja na projektu realizovana su dva modula, prvi pod nazivom SPM (Smart Power Module) i drugi pod nazivom CM (Controlling Module).

U prvom je smešten merni deo i odgovarajuća logika upravljanja, dok drugi predstavlja samo upravljački modul koji isključivo izvršava komande nadređenog SPM-a.

Detaljna tehnička dokumentacija o projektovanju i praktičnoj realizaciji ovih modula predata je Ministarstvu prosvete, nauke i tehnološkog razvoja kroz redovni šestomesečni izveštaj (Prilog 1 i Prilog 2).

Takođe, u prvih šest meseci istraživanja, u proizvodnim pogonima preduzeća Pekara Branković Niš instalirano je šest modula tipa SPM, dva modula tipa CM i testiran je njihov rad u industrijskim uslovima.

Postignuti rezultati u smanjenju troškova poslovanja (smanjenje računa za utrošenu električnu energiju i troškova održavanja) i zadovoljstvo korisnika govore u prilog tome da se može realno očekivati da ovaj novi proizvod nađe primenu u velikom broju pogona u svim granama industrije.

Pored plasmana ovog proizvoda na tržištu Srbije, IRC “Alfatec” Niš će u narednom periodu raditi i na dobijanju CE znaka kako bi ovaj proizvod mogao da se plasira i van granica Srbije, jer smatra da će biti izuzetno konkurentan sa odnosom cena, performanse u odnosu na bilo koje rešenje koje postoji na tržištu u oblasti energetskog menadžmenta.

Osnov za ovakvo razmišljanje pruža sve veće interesovanje domaćih korisnika (uprkos tome što još uvek nije rađeno na reklamiranju ovih proizvoda) i dugogodišnje iskustvo IRC “Alfatec” Niš u ovoj oblasti i familijarnosti sa savremenom opremom vodećih svetskih proizvoda.

Za IRC „Alfatec“ d.o.o. Niš
Direktor,

Prof. dr Zoran P. Stajić, dipl. inž. el.

U Nišu, 19.12.2012. godine.



ПЕКАРА БРАНКОВИЋ

Оснoвaнa 1885 гoд.

Pekara Branković D.O.O. Niš

Bulevar 12. februar 33/1, 18000 Niš, Srbija

Tel: 018.526-188, 526-189, Fax: 018.4244-429

PIB: 100339193, Matični broj: 17430874

www.pekara-brankovic.com

e-mail: office@pekara-brankovic.com

IRC „ALFATEC“ D.O.O. NIŠ
Direktoru,

Predmet: Dostavljanje mišljenja korisnika o tehničkom rešenju

Poštovani,

Povodom zahteva autora tehničkog rešenja **"Inteligentni merno-kontrolni moduli za nadzor i upravljanje potrošnjom električne energije"**, dostavljam sledeće

MIŠLJENJE KORISNIKA

Kroz realizaciju projekta "Implementacija distribuiranog sistema za akviziciju i analizu električnih parametara u proizvodnom pogonu Pekare Branković, Niš" (projekat odobren za sufinansiranje maja 2012. godine, od strane Ministarstva ekonomije i regionalnog razvoja RS po programu Mere i podrške malim i srednjim preduzećima, preduzetnicima i zadrugama za jačanje inovativnosti, ev. broj projekta 401-00-00529-45/2012-14), u kojem je korisnik rezultata bilo preduzeće Pekara Branković Niš, 10 Naprednih **Power Logger-a ("Advanced Power Logger" - APL)** instalirano je u maloprodajnim objektima Pekara Branković Niš, u cilju praćenja parametara proizvodnih procesa. Ovi novi proizvodi su veoma brzo pokazali očekivane rezultate i zahvaljujući njihovoj primeni, između ostalog, ostvarene su značajne uštede u potrošnji električne energije.

Iz tih razloga, logičan nastavak ovih aktivnosti bio je i zahtev da se instaliraju ovi uređaji u centralnom proizvodnom pogonu Pekara Branković Niš, koji se nalazi u ulici 12. februar u Nišu.

No, pokazalo se da način na koji su bili konstruktivno rešeni APL-ovi, ne omogućava njihovo instaliranje na mernim mestima kod kojih su struje opterećenja veće od 75 A.

Pored toga, prethodnim analizama naših zahteva od strane IRC "Alfatec" d.o.o. Niš kao konsultanta, ustanovljeno je da je APL kao proizvod bio namenjen jednostavnijim pogonima, sa relativno malim brojem potrošača električne energije, u kojima su učesnici tehnoloških procesa, nakon edukacije, svojim ponašanjem mogli da utiču na smanjenje troškova proizvodnje, odnosno na povećanje kvaliteta proizvoda. Međutim, u složenim proizvodnim procesima, kakvi se npr. odvijaju u našim centralnim proizvodnim pogonima, optimizaciju proizvodnih procesa i smanjenje troškova ne mogu vršiti zaposleni, već se takve odluke moraju prepustiti odgovarajućim sistemima automatskog upravljanja.

Iz ovih razloga, u okviru Inovacionog projekta **"Razvoj inteligentnih kontrolnih modula (SCM) za upravljanje potrošnjom električne energije u domaćinstvima i malim preduzećima"**,

evb. 451-03-00605/2012-16/207, IRC "Alfatec" je krenuo u projektovanje i proizvodnju novih proizvoda, sa značajno izmenjenim karakteristikama. Ovi proizvodi nazvani su **Inteligentni merno-kontrolni moduli za nadzor i upravljanje potrošnjom električne energije**.

Do današnjeg dana u našim proizvodnim pogonima instalirano je 6 modula tipa SPM, sa strujnim mernim transformatorima 250/5 A i dva modula tipa CM koji upravljaju radom dva potrošača električne energije.

Glavni zadatak ovih sistema je bio da demonstriraju mogućnosti upravljanja maksimalnom angažovanom snagom i da dovedu do smanjenja računa za utrošenu električnu energiju.

Praćenjem finansijskih efekata koji su do sada ostvareni u nekoliko meseci korišćenja ovih uređaja konstatovano je da su, po osnovu maksimalne angažovane snage, računi za utrošenu električnu energiju umanjeni za prosečno 4.76% u odnosu na ukupne iznose (prosečna mesečna vrednost ušteda od 18.500,00 dinara). Uvođenjem dodatnih kontrolnih modula koji će kontrolisati rad dodatnih potrošača električne energije čije isključivanje/uključivanje dozvoljavaju tehnološki procesi i definisanjem različitih algoritama upravljanja maksimalnom angažovanom snagom, očekuje se da se u narednom periodu iznos ovih ušteda udvostruči.

Značajno je naglasiti da je jedna od velikih prednost ovog sistema njegova modularnost, tj. mogućnost da se upravljački (CM) moduli instaliraju na proizvoljnim mestima u pogonima, nezavisno od mernih modula (SPM) koji mere parametre potrošnje električne energije i na osnovu njih generišu komande za uključivanje/isključivanje potrošača električne energije, koje šalju na izvršavanje CM modulima. Povezivanje modula se praktično jednostavno izvodi, a njihovi gabariti su takvi da se najčešće mogu postaviti u postojeće razvodne ormane.

S obzirom da smo preduzeće koje se bavi proizvodnjom i koje je relativno veliki potrošač električne energije, imali smo veliki broj ponuda različitih firmi koje su nudile ostvarivanje ušteda po različitim osnovama, sa nekima od njih smo ostvarivali i saradnju u prethodnom periodu, ali nijedna od njih nije nudila ništa nalik ovim sistemima, čije je jedna od glavnih prednosti to što, preko dijagrama promene parametara potrošnje električne energije, daju kompletan uvid u rad pogona (praktično se svake sekunde zna koji se od većih potrošača električne energije uključuje, odnosno isključuje). Ovakvi dijagrami su od velike pomoći i stručnim ekipama koje se bave održavanjem pogona i tehnolozima, kojima je poboljšanje kvaliteta procesa i proizvoda permanentni zadatak po našem sistemu kvaliteta.

Po tehničkim karakteristikama proizvoda i rezultatima njihove primene u našim pogonima se vidi da **Inteligentni merno-kontrolni moduli za nadzor i upravljanje potrošnjom električne energije** predstavljaju proizvod koji može naći primenu praktično u svim elektromotornim pogonima i svim granama industrije.



S poštovanjem,
Pekara Branković d.o.o.

Direktor
Branković Branko

U Nišu, 27.11.2012. godine.

Одлуком Стручног Већа Истраживачко-развојног центра „Alfatec” д.о.о. Ниш (Одлука бр. 3011/2012-1 од 30.11.2012. године именовани смо за рецензенте предлога техничког решења под називом „**Интелигентни мерно-контролни модули за надзор и управљање потрошњом електричне енергије**“, аутора Зорана Стајића, Александра Гошића, Предрага Пејића и Славише Ивковића.

На основу Пријаве техничког решења коју су поднели аутори и Мишљења корисника подносимо следећи

ИЗВЕШТАЈ

Техничко решење "Интелигентни мерно-контролни модули за надзор и управљање потрошњом електричне енергије" развијено је у циљу решавања проблем надзора и управљања потрошњом електричне енергије у индустријским постројењима која имају комплексан и у технолошком смислу захтеван производни процес. Надзор и контролу у оваквим постројењима није пожељно препустити запосленима, већ је много погодније да се, у циљу избегавања грешака узрокованих људским фактором, реализује одговарајући систем аутоматског управљања.

Решење је реализовано на захтев Пекаре „Бранковић” из Ниша, у чијем се производном погону и примењује, али је након тога инсталирано и код неколико купаца електричне енергије на територији Петровца на Млави и Смедеревске Паланке. Аутори наводе да се техничко решење користи и у лабораторијама ИРЦ "Alfatec" Ниш.

Пријављено решење се односи на област мерења електричних величина и управљања потрошњом електричне енергије.

Сагледавајући тренутно стање решености проблема надзора и управљања потрошњом електричне енергије на глобалном нивоу, може се рећи да на тржишту постоји велики број различитих мерних и контролних уређаја који омогућавају парцијално решавање појединих сегмената проблема надзора и управљања потрошњом електричне енергије у комплексним системима. Обично се системи за овакву врсту праћења и управљања састоје од већег броја модула са различитим функцијама. Најчешће су базирани на индустријским рачунарима са инсталираним специјализованим софтверима, који прикупљају податке са мрежних анализатора, и на основу њих, преко контролних и извршних модула управљају потрошачима. Такав системи генерално садрже велики број компоненти, што као резултат има јако високу цену и умањену поузданост.

Насупрот томе, пријављено техничко решење садржи само два модула, чиме је добијен систем који је једноставан за практичну имплементацију и веома приступачан заинтересованим корисницима, захваљујући ниској цени. Први модул носи ознаку SPM-V10 и у себи обједињује функције мерења електричних величина, смештања података на меморијски медијум и њиховог преноса путем LAN мреже. Осим тога, поседује и могућност имплементације и прилагођавања алгоритма за управљање потрошњом електричне енергије. Други модул, означен као CM-V10, је извршног карактера и предвиђен је за уградњу непосредно код потрошача.

Комуникација између SPM-V10 и CM-V10 модула обавља се путем оптоизоливаног RS485 канала, коришћењем MODBUS протокола и има сврху прикупљања информација о тренутном укупном стању потрошача (укључен/искључен) и командовања променом укупног стања. У том смислу, комбинација SPM-V10 и CM-V10 модула представља функционалан мерно-контролни систем намењен за имплементацију у индустријске инсталације, са циљем надзора и управљања потрошњом електричне енергије. Поред тога,

могућа је и примена на инсталације у објектима другачијег карактера (стамбени објекти, пословне зграде...).

Подаци који се добијају од SPM-V10 модула дају комплетан увид у рад погона, при чему је могуће пратити укључивање или искључивање већих потрошача електричне енергије. На основу измерених и архивираних података, могуће је добити дијаграме потрошње електричне енергије, који су од великог значаја стручним екипама задуженим за одржавање погона као и технолозима који планирају процес производње. На основу електричних величина које мери SPM-V10 и алгоритма за управљање максималном ангажованом снагом, преко CM-V10 модула се управља радом великих потрошача, чиме је остварена контрола максималне ангажоване снаге.

Модули су развијени пројектовањем функционалних подсклопова у EDA окружењу Altium Designer Summer 10. Подсклопови сваког од модула су на одговарајући начин повезани и смештени у стандардна индустријска кућишта за DIN32 шину, која су на адекватан начин прилагођена тако да одговарају намени решења. У презентованој форми модули SPM-V10 и CM-V10 се могу користити као готови производи, али се такође могу једноставно надограђивати, повезивати са другим интелигентним електронским уређајима и инкорпорирати у много сложеније мерне и мерно-управљачке системе.

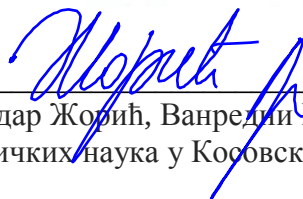
Верификација функционалности реализованог техничког решења изведена је пре свега кроз практичну примену у производном погону корисника који је и био наручилац развоја решења, што је докуменовано позитивним мишљењем достављеним од стране Пекаре Бранковић из Ниша.

Рецензенти смарају да предложено техничко решење не само да има висок потенцијал за то да буде основа супституције увозних уређаја и система који остварују идентичне функције, већ у перспективи може представљати и веома конкурентан производ на иностраном тржишту.

Имајући у виду опис карактеристика и практично спроведену верификацију предложеног техничког решења, а с обзиром на оригиналност, иновативни допринос и позитивне резултате у верификацији, са задовољством предлажемо да се **„Интелигентни мерно-контролни модули за надзор и управљање потрошњом електричне енергије“** прихвати као техничко решење категорије **M81 (нови производ)**, према класификацији из Правилника о поступку и начину вредновања, и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача („Сл. гласник РС“, бр. 32/2008).



Др Владимир Вукић, Научни сарадник
Електротехничког института „Никола Тесла“



Др Александар Жорић, Ванредни Професор
Факултета техничких наука у Косовској Митровици

У Београду, 10.12.2012. године.

Стручно веће

Број: 2112/12-1

Дана: 21.12.2012. год.

На основу члана 35. Статута Истраживачко-развојног центра «Alfatec» д.о.о. Ниш, у складу са одредбама Правилника о поступку и начину вредновања, и квантитавном исказивању научноистраживачких резултата истраживача («Службени гласник РС» бр. 38/2008), Стручно веће Истраживачко-развојног центра «Alfatec» д.о.о. Ниш донело је на седници одржаној 21.12.2012. године следећу

ОДЛУКУ

1. Прихвата се техничко решење под називом «Интелигентни мерно-контролни модули за надзор и управљање потрошњом електричне енергије», чији су аутори проф. др Зоран Стајић, Александар Гошић, дипл. инж. ел, Предраг Пејић, дипл. инж. ел, Славиша Ивковић, дипл. инж. ел.

2. Признато техничко решење спада у категорију: М81 – Нов производ

3. Одлуку доставити ауторима техничког решења и архиви.

Образложење

Комисија рецензената доставила је Стручном већу Мишљења о испуњености услова за признање својства техничког решења под називом «Интелигентни мерно-контролни модули за надзор и управљање потрошњом електричне енергије», чији су аутори проф. др Зоран Стајић, Александар Гошић, дипл. инж. ел, Предраг Пејић, дипл. инж. ел, Славиша Ивковић, дипл. инж. ел.

Техничко решење је резултат научноистраживачког рада у оквиру пројекта «Развој интелигентних контролних модула (СЦМ) за управљање потрошњом електричне енергије у домаћинствима и малим предузећима» (пројекат одобрен за суфинансирање јуна 2012. године, од стране Министарства просвете и науке РС, ев. број пројекта 451-03-00605/2012-16/207, руководилац пројекта: Александар Гошић, дипл. инж. ел.).

Рецензенти др Владимир Вукић – Електротехнички институт Никола Тесла ад, Београд и проф. др Александар Зорић – Факултет техничких наука, Косовска Митровица, оценили су да предложено техничко решење представља научни резултат који поред стручне компоненте пружа оригинални теоријски и научноистраживачки допринос. У том смислу рецензенти су предложили Стручном већу Истраживачко-развојног центра «Alfatec» д.о.о. Ниш да прихвати наведени резултат научноистраживачког рада као техничко решење.

На основу позитивног мишљења два рецензента-експерта из области техничког решења Стручно веће је донело одлуку као у диспозитиву.



Председник Стручног већа,

Проф. др Миомир Станковић