

Датум: 30.05.2010. год.

**Предмет:** Мишљење о испуњености критеријума за признање техничког решења

На основу достављеног материјала, 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) **рецензенти: Проф.др Зоран Радаковић, редовни професор и Доц. Др Томислав Шекара са Електротехничког факултета Универзитета у Београду** су оценили да су испуњени услови за признање својства техничког решења следећем резултату научноистраживачког рада:

**НАЗИВ:** Развој модификованог MODBUS софтверског комуникационог интерфејса за повезивње локалног управљачког уређаја електростатичких издвајача са надређеним SCADA управљачким системом

**Аутори:** Проф. др Слободан Вукосавић-Електротехнички факултет, Београд, Др Жељко Деспотовић, мр Милош Јовановић, Владимир Нешић-Институт "М.Пупин", Београд

**Категорија техничког решења:** М(85) – развој софтвера

## ОБРАЗЛОЖЕЊЕ

Рецензентска комисија је утврдила да је предложено решење урађено за П.Д. Термоелектране „Никола Тесла“ -Обреновац.

**Субјект који решење користи:** П.Д. Термоелектране „Никола Тесла“ -Обреновац.

**Предложено решење је урађено:** у периоду децембар 2006.

**Субјект који је решење прихватио и примењује:** П.Д. Термоелектране „Никола Тесла“ -Обреновац.

**Резултати су верификовани на следећи начин, тј. од стране следећих тела:**

П.Д. Термоелектране „Никола Тесла“ -Обреновац.

**Предложено решење се користи на следећи начин:** Интегрални је део електроуправљачког система локалног управљачког уређаја електростатичких издвајача на блоку А1-ТЕНТ Обреновац.

**Област на коју се техничко решење односи је:** Софтвер, управљачки рачунарски системи, енергетика

## **Проблем који се техничким решењем решава:**

Потребно је било реализовати софтверски модула који омогућава повезивање локалног управљачког уређаја електростатичког издвајачи са надређени систем АТЛАС управљачким системом. Локални управљаки систем је реализован на бази ТМС320 DSP процесорског модула који управља уређајем за електростатичко издвајање честица димног гаса на постројењу електростатичких издвајача ТЕНТ-Обреновац, блок А1. Хардверски део омогућава директно повезивање локалног управљачког модула и надређеног SCADA управљачког система, путем серијске везе RS-485 и одговарајућег протокола. Софтверски модул је требало реализовати тако да обезбеђује неопходне одзиве система који надређеном АТЛАС управљачком модулу доставља податке о стању система којим управља локални управљачки систем, активира и деактивира одговарајуће филтерске секције, шаље статусе филтерских секција и аналогне вредности измерених параметара путем МОДБУС протокола по РТИ стандарду.

## **Стање решености проблема у свету:**

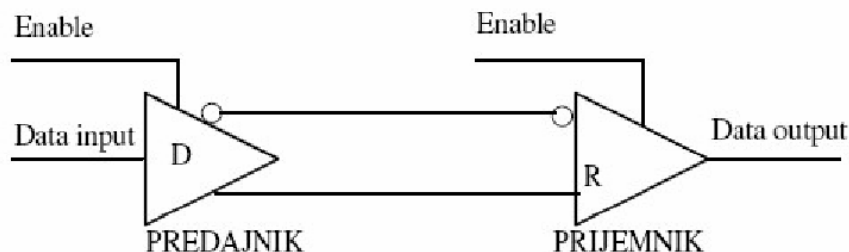
МОДБУС протокол је најраспрострањенији протокол за комуникацију између појединих модула у индустријским комуникацијама. Овим протоколом је прецизно дефинисан начин комуникације, брзина, пренос података, дужина података. Овако јасно дефинисан а ипак отворен протокол омогућава лаку имплементацију, повезивање и размену података. Пошто је сваки проблем специфичан и засебан по својој структури и техничким захтевима, то је потребно рализовати посебне софтверске модуле за свако специфично решење које ће одговарати техничким захтевима а уклопити се у технички специфицирани МОДБУС протокол.

## **Суштина техничког решења:**

Овим техничким решењем је развијен поуздан и флексибилан софтверски модул који омогућава повезивање локалног управљачког уређаја електростатичког издвајачи са надређени систем АТЛАС управљачким системом. Локални управљаки систем је реализован на бази ТМС320 DSP процесорског модула који управља уређајем за електростатичко издвајање честица димног гаса на постројењу електростатичких издвајача ТЕНТ-Обреновац, блок А1. Хардверски део омогућава директно повезивање локалног управљачког модула и надређеног SCADA управљачког система, путем серијске везе RS-485 и одговарајућег протокола. Софтверски модул реализује неопходне одзиве система који надређеном АТЛАС управљачком модулу доставља податке о стању система којим управља локални управљачки систем, активира и деактивира одговарајуће филтерске секције, шаље статусе филтерских секција и аналогне вредности измерених параметара путем МОДБУС протокола по РТИ стандарду.

На слици 1. приказана је основна топологија изражена према стандарду RS-485. Пренос се врши преко упредене парице, која представља диференцијалну линију. То значи да је разлика сигнала у оба проводника прави ниво сигнала, наравно у односу на масу. У ствари, сигнали су померени за 180°. Идеја и оправдање за употребу упредене парице јесте та да при преносу сигнала кроз простор на проводнике утичу и сви остали електрични уређаји који су у близини. Својим радом генеришу електрично поље које у проводницима представља

адитивне сметње које изазивају промену нивоа сигнала који се шаље кроз проводник. С обзиром да су проводници упредени сметње ће бити исте у оба проводника. С том чињеницом на пријему се врши одузимање напона из оба проводника упредене парице. Пошто је деловала иста сметња на оба проводника, разлика напона на пријему ће бити иста као и разлика напона на месту предајника. Са оваквим поступком елиминисан је утицај сметњи и адитивног шума. Ефекти спољашњих електромагнетних извора који утичу на сигнал се скоро анулирају, тако да је деградација сигнала значајно редукована. Упредањем жица редукована је интерференца из спољашњих извора. На слици 1. са D је означен предајник у виду диференцијалног линијског драјвера, а са R је представљен пријемник диференцијалног сигнала.



Слика 1. Топоологија RS-485 модула

Спецификацијом IEC позива дефинисани су типови протокола. Имплементиран је MODBUS RTU протокол. За текући скуп информација за који постоји потреба за размену софтвера подржане су следеће команде:

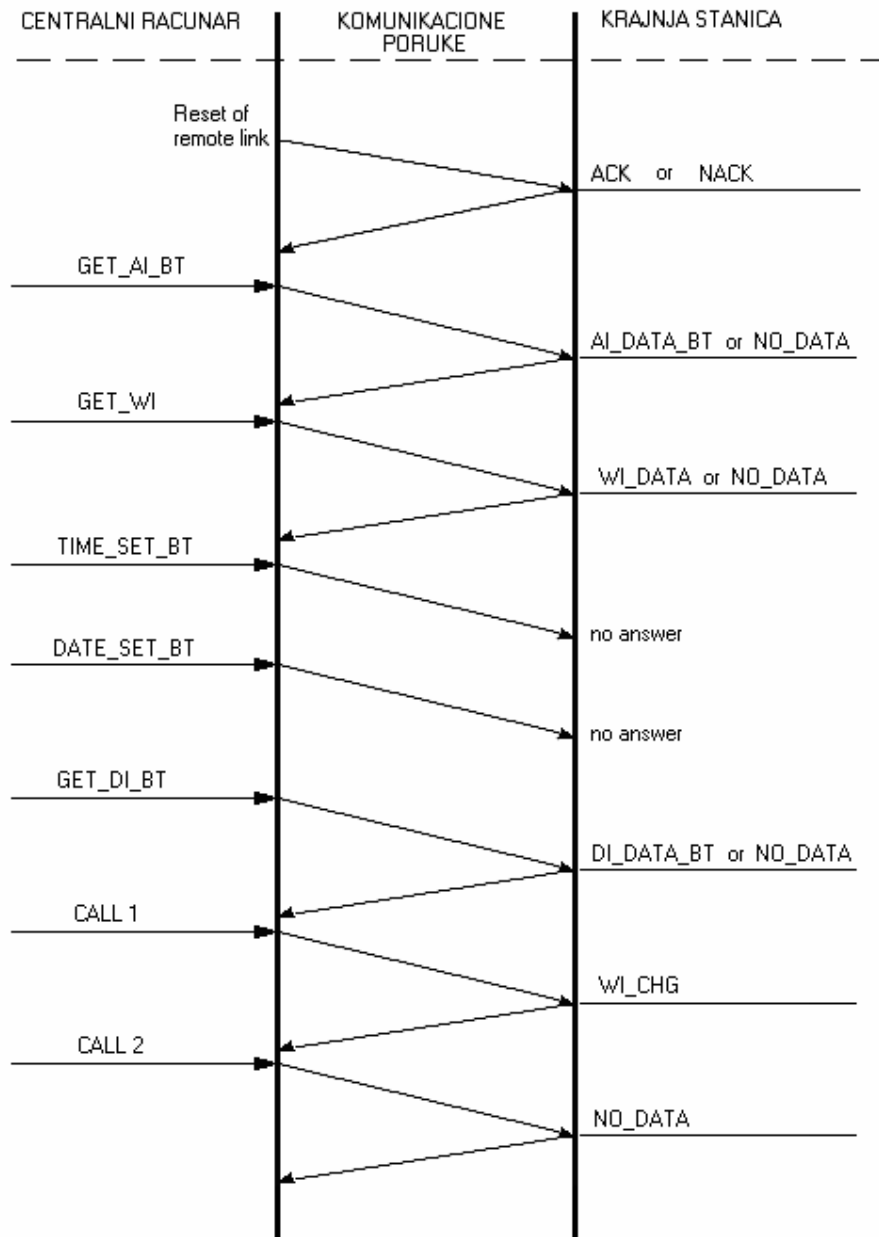
*Read COIL* (1 или више)  
*Read LATCH* (1 или више)  
*Write COIL* (1)  
*Write LATCH* (1)

Адресе додељене појединим позивима се крећу од 1 до 4. Baud rate је 9600 бауда. Код упита се starting address (код Read Coil Status и Read Holding Registers функција) и coil address (код Force Single Coil функције) у дата пољу поруке, у ствари, бити стартни индекс низа у првом, односно конкретан елемент низа у другом случају.

Сваки славе (тачније, процесор сваког славе-а понаособ) ће статусне речи паковати у низ Низ\_Статус [5], сто је укупно 6 16-битних речи. У статусним речима налазе се дигитални статуси/стања. Аналогни сигнали су спаковани у низ Низ\_Мерења[10], сто је укупно 11 16-битних речи. Команде са SCADE (две по регулатору) су спаковане у Низ\_Команде[1]. Низ\_Команде[0] је команда за укључење/искључење поможне опреме, а Низ\_Команде[1] је команда за укључење/искључење филтерске секције. За сваки регулатор прозивање је изведено тако да је укључење и искључење на нивоу једног бита.

У наставку текста ће бити детаљно дат протокол размене података који чини основу овог решења.

**ПРОТОКОЛ РАЗМЕНЕ ПОДАТАКА :**



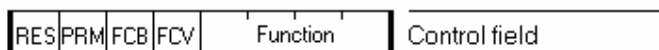
## ФОРМАТИ ПОРУКА :

### ПОРУКЕ ПРОМЕНЉИВЕ ДУЖИНЕ:

#### GET\_DI\_BT :

68 H	Start character
06 H	Length
06 H	Length
68 H	Start character
<b>CONTROL</b>	Control field
Link address	Address field
41 H	
2	
ADR	
N_DATA	
CS	Checksum
16 H	End character

Control field:



RES = 0

PRM = 1

FCB = 0/1 ,

FCV = 1

Function = 6

ADR – 8-bitna adresa početne reči digitalnih ulaza

N\_DATA – broj sukcesivnih reči digitalnih ulaza, počev od ADR, čije se stanje želi preneti

$N\_DATA \leq 125$

$ADR + N\_DATA \leq 144$

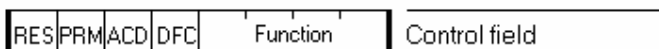
**Napomena:** Vrednosti polja ADR, obzirom da prozivamo samo interne bite, treba da je u opsegu 130..143.

Mogući **odgovori** na ovaj poziv su DI\_DATA ili NO\_DATA.

#### DI\_DATA\_BT:

68 H	Start character
duzina osencenog dela poruke	Length
duzina osencenog dela poruke	Length
68 H	Start character
<b>CONTROL</b>	Control field
Link address	Address field
51 H	0
2n+1	1
ADR	2
Korism. pod.br. 1	3
⋮	
⋮	
Korism. pod.br. n	2n+2
CS	Checksum
16 H	End character

Control field:



PRM = 0

Function = 6

**Napomena:** “Korism.pod. br. k” je 16-bitna reč vrednosti digitalnih ulaza. Dakle, ovaj tip protokola prenosi digitalne reči, a ne pojedinačne binarne promenljive

## GET\_WI:

Izgled cele poruke je sledeći:

68 H	Start character
07 H	Length
07 H	Length
68 H	Start character
<b>CONTROL</b>	Control field
Link address	Address field
43 H	
3	
ADR	
N_DATA	
CS	Checksum
16 H	End character

Control field:

RES	PRM	FCB	FCV	Function	Control field
-----	-----	-----	-----	----------	---------------

RES = 0

PRM = 1

FCB = 0/1 , kao što je opisano u dokumentaciji

FCV = 1

Function = 6

ADR – 9-bitna adresa početne interne reči (veličina ADR polja je 2 bajta). Opseg adresa je 0..511

N\_DATA – broj sukcesivnih internih reči, počev od ADR, čije se stanje želi preneti

$N\_DATA \leq 124$

$ADR + N\_DATA \leq 512$

**Napomena:** Adresni opsezi za interne bite i interne reči se preklapaju za prvih 16 reči, tj. radi se o istim informacijama, tako da je svejedno da li prozivamo interne bite ili interne reči.

Mogući **odgovori** na ovaj poziv su WI\_DATA ili NO\_DATA.

## WI\_DATA:

68 H	Start character
duzina osencenog dela poruke	Length
duzina osencenog dela poruke	Length
68 H	Start character
<b>CONTROL</b>	Control field
Link address	Address field
53 H	0
2n+2	1
	2
ADR	3
Korisl. pod.br. 1	
⋮	
⋮	
Korisl. pod.br. n	2n+3
CS	Checksum
16 H	End character

Control field:

RES	PRM	ACD	DFC	Function	Control field
-----	-----	-----	-----	----------	---------------

PRM = 0

Function = 6

**Napomena:** “Korisl.pod. br. k” je 16-bitna interna reč.

## SET\_IW:

68 H	Start character
08 H	Length
08 H	Length
68 H	Start character
<b>CONTROL</b>	Control field
Link address	Address field
6B H	
4	
ADR	
value	
CS	Checksum
16 H	End character

Control field:

RES	PRM	FCB	FCV	Function	Control field
-----	-----	-----	-----	----------	---------------

RES = 0

PRM = 1

FCB = 0/1 , kao što je opisano u dokumentaciji

FCV = 1

Function = 6

ADR – 9-bitna adresa početne interne reči (veličina ADR polja je 2 bajta). Opseg adresa je 0..511

value – vrednost na koju se želi postaviti interna reč

Mogući **odgovori** na ovaj poziv su NO\_DATA ili WI\_ACK\_BT.

## WI\_ACK\_BT:

68 H	Start character
06 H	Length
06 H	Length
68 H	Start character
<b>CONTROL</b>	Control field
Link address	Address field
7B H	
2	
ADR	
CS	Checksum
16 H	End character

Control field:

RES	PRM	ACD	DFC	Function	Control field
-----	-----	-----	-----	----------	---------------

PRM = 0

Function = 7

## GET\_AI\_BT:

68 H	Start character
07 H	Length
07 H	Length
68 H	Start character
<b>CONTROL</b>	Control field
Link address	Address field
48 H	
3	
ADR	
N_DATA	
CS	Checksum
16 H	End character

Control field:

RES	PRM	FCB	FCV	Function	Control field
-----	-----	-----	-----	----------	---------------

RES = 0

PRM = 1

FCB = 0/1 , kao što je opisano u dokumentaciji

FCV = 1

Function = 6

ADR – adresa prvog analognog ulaza za prenos (veličina ADR polja je 2 bajta).

N\_DATA – broj sukcesivnih analognih ulaza, počev od ADR, čije se stanje želi preneti

$N\_DATA \leq 124$

Mogući **odgovori** na ovaj poziv su AI\_DATA\_BT ili NO\_DATA.

## AI\_DATA\_BT:

68 H	Start character
duzina osencenog dela poruke	Length
duzina osencenog dela poruke	Length
68 H	Start character
<b>CONTROL</b>	Control field
Link address	Address field
58 H	0
2n+2	1
<b>ADR</b>	2
	3
Korism. pod.br. 1	
⋮	
⋮	
Korism. pod.br. n	2n+3
CS	Checksum
16 H	End character

Control field:

RES	PRM	ACD	DFC	Function	Control field
-----	-----	-----	-----	----------	---------------

PRM = 0

Function = 6

**Napomena:** “Korism.pod. br. k” je 12-bitna vrednot analognog ulaza (veličina polja je 2 bajta).



## WI\_CHG:

68 H	Start character
duzina osencenog dela poruke	Length
duzina osencenog dela poruke	Length
68 H	Start character
<b>CONTROL</b>	Control field
Link address	Address field
33 H	0
4n	1
ADR	2
	3
intern word value	4 } 1
	5
:	
ADR	
intern word value	} n
CS	Checksum
16 H	End character

Control field:

RES	PRM	ACD	DFC	Function	Control field
-----	-----	-----	-----	----------	---------------

PRM = 0

Function = 6

U okviru ove poruke šalju se interne reči čije vrednosti su promenjene. Šalje se adresa promenjene reči (2 bajta) a zatim vrednost reči (2 bajta).

### Карактеристике предложеног техничког решења:

У потпуности је подржан МОДБУС протокол по РТИ формату

Брзина преноса : 9.6Kbaud-19200кbaud

Дистанца : до 1000m

### Могућности примене предложеног техничког решења:

Развијени комуникациони систем би се могао применити у свим предвиђеним областима као комуникациони модул за пренос података, активирање одговарајућих команди на свим механичким и електромеханичким склоповима и мониторинг стања система.

### LITERATURA:

[1]- [www.modbus.com](http://www.modbus.com)

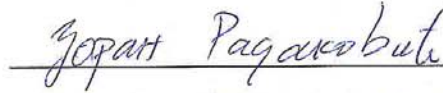
[2]- [www.imp.bg.ac.rs/automatika/modul\\_atlas.htm](http://www.imp.bg.ac.rs/automatika/modul_atlas.htm)

[3]- Prospektni material za RS485/RS422 transmitere firme MAXIM

## МИШЉЕЊЕ РЕЦЕНЗЕНАТА

Аутори техничког решења Слободан Вукосавић, Жељко Деспотовић, Милош Јовановић, Владимир Нешић су јасно приказали и обрадили комплетну структуру техничког решења. На основу свега наведеног рецензенти су оценили да техничко решење под називом: „Развој модификованог МОДБУС софтверског комуникационог интерфејса за повезивње локалног управљачког уређаја електростатичких издвајача са надређеним SCADA управљачким системом„ представља резултат који поред стручне компоненте пружа оригинални научноистраживачки допринос. Са задовољством предлагемо да се описано техничко решење прихвати као техничко решење у категорији M85-развој софтвера.

Рецензенти:



Проф. др Зоран Радаковић, редовни професор  
Електротехнички факултет-Београд



Доц. др Томислав Шекара  
Електротехнички факултет-Београд



**Мишљење партиципанта о реализацији и примењеним резултатима пројекта**

У оквиру програма истраживања у области технолошког развоја Министарства за науку и заштиту животне средине Републике Србије, за период 01.04.2005 - 31.03.2008. године успешно су примењени резултати пројекта

**“Развој технологије и уређаја за ефикасну електрофилтрацију дима у термоелектранама и топланама”** - ев.бр.ТР 6610;  
Руководилац: Проф. др Слободан Вукосавић, ЕТФ-Београд  
Реализатори: Електротехнички факултет - Београд, Институт "Н. Тесла" - Београд, Институт "М. Пупин" - Београд, Машински факултет - Крагујевац,

кроз конкретну и практичну реализацију два електрофилтарска постројења на Блоку А1 и Блоку А4 Термоелектране “Никола Тесла” - Обреновац.

Поменута постројења су у експлоатацији, а резултате и техничка решења пројекта користи партиципант  
ПД "ТЕ Никола Тесла" - Обреновац.

Одговорно лице  
Директор ПД ТЕНТ

Драган Поповић

**ПРИВРЕДНО ДРУШТВО  
“ТЕРМОЕЛЕКТРАНЕ НИКОЛА ТЕСЛА” д.о.о.**

11500 ОБРЕНОВАЦ  
Богољуба Урошевића  
Црног 44, П. фах 25:  
<http://www.jptent.co.yu>  
e-mail: tent@jptent.com

Централа: 011/8755-011  
Директор: 011/8755-012  
ТЕ "Никола Тесла А"  
Директор : 011/8755-003  
Факс: 011/3971-469

ТЕ "Колубара"  
11563 ВЕЛИКИ ЦРЉЕНИ  
Централа: 011/8162-153  
Директор: 011/8123-320  
Факс: 011/8121-115  
e-mail: dirtek@yubc.net

ТЕ "Морава"  
35210 СВИЛАЈНАЦ  
Директор: 035/321-152  
Факс: 035/312-304  
e-mail: temorava@pft.yu  
komtem@eunet.yu

ТЕ-ТО "Колубара Б"  
14210 КАЛЕНИЋ - УБ  
Централа: 011/8162-111  
Директор: 011/8122-384  
Факс: 011/8162-145  
e-mail: te-kalb@yubc.net

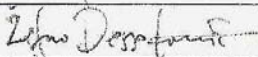

ТЕ "Никола Тесла Б"  
11500 ОБРЕНОВАЦ  
Централа: 011/8722-011  
Директор: 011/8724-227  
Факс: 011/8720-193  
e-mail: tentb@tentb.eps.co.yu

Up. 446640 Izobica

 <b>institut "MIHAJLO PUPIN"</b> ISO 9001 sertifikovan	<b>INSTITUT "MIHAJLO PUPIN"</b> 11060 Beograd, Volgina 15 Administracija: Pisarnica 102, Institut 183, 194
---	--

**Otvaranje radnog zadatka  
zahtev br. 0356**

Datum: 2005-04-21  
 Osnov:  Ugovor/Porudžbenica  
 Interni zadatak

<b>ZAHTEV ZA OTVARANJE RADNOG ZADATKA</b>	<b>PREDMET</b>	<b>Tehnološki razvoj projekat:</b> -Razvoj tehnologije i uređaja za efikasnu elektrofiltraciju dima u termoelektranama i toplanama, TR-6610			
	<b>PODACI O KUPCU</b>	Naziv i adresa kupca <b>Ministarstvo nauke i zaštite životne sredine</b> Beograd, Nemanjina 24			
		Matični broj		Šifra delatnosti	
	<b>PRILOG</b>	Broj ugovora/porudžbenice (IMP)	Datum	Broj ugovora/porudžb. (kupca):	Datum
					20.03.2005.
	Ugovor/porudžbenica priložen uz zahtev ? (DA/NE) .Napomena: radni zadatak se otvara na osnovu Rešenja Ministarstva br.:401-00-1/2005-01/85 od 17.06.2005.godine				
<b>VREDNOST</b>	U vezi navedenog zahteva, otvoriti radni zadatak za koji se utvrđuje vrednost od <b>746.409,00 dinara</b>  a na osnovu ostalih uslova koji su predviđeni Ugovorom/porudžbenicom.				
<b>ROK</b>	Rok za izvršenje:	01.I 2005.-01.I 2006.			
<b>REŠENJE</b>	<b>ŠIFRA RADNOG ZADATKA</b>	<b>700-06-10-0356-13 S.J.</b>			
	<b>OVERA</b>	Nosilac zadatka <b>Mr Željko Despotović</b>		Direktor <b>Dr Vladan Batanović, dipl.inž</b>	
					

Obrazac Q4.00.721.07 Izdanje 2