

SISTEM ZA MERENJE NIVOAA U ČETIRI REZERVOARA PITKE VODE

SADRŽAJ

1. Projektni zadatak
2. Specifikacija opreme
3. Tehnički opis
4. Uputstvo za povezivanje
 - 4.1. Povezivanje Upravne zgrade i Postrojenja za Preradu Vode
 - 4.2. Povezivanje sonde i razvodnog ormara
5. Uputstvo za korišćenje
6. Uputstvo za održavanje
 - 6.1. Kalibracija
 - 6.2. Postavljanje zvučnog alarma za nedostatak ili preliv vode
 - 6.3. Protokol komunikacije
7. Uputstvo za servisiranje
 - 7.1. Lista grešaka
 - 7.2. Zamena PLC2-CPU modula
 - 7.3. Zamena PLC2-ADC8 ili PLC2-I8O8T modula
 - 7.4. Zamena PLC2-PTT modema modula
 - 7.5. Zamena sonde za merenje nivoa

1. PROJEKTNI ZADATAK

Izvršiti projektovanje, izradu, montažu i puštanje u rad opreme za merenje nivoa u četiri rezervoara pitke vode u JKP Vodovod u Smed. Palanci. Dva rezervoara RN i RS se nalaze u postrojenju za preradu vode PPV, rezervoar R1 napaja prvu visinsku zonu, a rezervoar R3 drugu visinsku zonu.

U zoni rezervoara sme da se nalazi samo merna sonda, dok sva ostala oprema mora da bude izvan uticaja isparenja iz rezervoara i smeštena u kućišta sa mehaničkom zaštitom minimum IP55. Radi lakšeg održavanja oprema mora da bude modularnog tipa.

Na R3, treba da se očitava samo nivo vode tog rezervoara.

Na R1, nivo vode tog rezervoara i da prikazuje na displeju nivo vode u rezervoarima R1 i R3.

U postrojenju za preradu vode PPV u kontrolnoj sobi KS treba da se očitava nivo u rezervoarima RN i RS i da prikazuje na displeju nivo vode za sva četiri rezervoara RN, RS, R1, R3.

Za razmenu informacija koriste se modemi i postojeće telefonske linije. Nivo vode treba da se očitava u centimetrima u granicama od 0.00 do 5.00 metara i to na displeju sa tri cifre. Mora da postoji i automatska dijagnostika osnovnih kvarova: prekid ili kratak spoj kabla u sondi, prekid ili kratak spoj telefonske linije, kao i spoj A ili B žice telefonske parice prema zemlji.

Oprema mora da bude tako izrađena da omogućava razvoj i dogradnju sistema. Svi mikrokontroleri moraju da budu isprogramirani u C programskom jeziku ili u assembleru za MCS 51. Osim izvršnog mora da bude isporučen i izvorni kod za svaki mikrokontroler (pojedinačni programi za R3, R1 i KS), kao i razvojni sistem za MCS 51 na CD-u (Assembler, C, debager i simulator). Mora da bude isporučen i program za memorisanje podataka o nivou na hard disk (takode u C-u izvorni kod). JKP Vodovod ima obavezu da za ovu namenu obezbedi računar minimalne konfiguracije RS 486.

Potrebno je obezbediti rad i kod nestanka mrežnog napajanja. JKP Vodovod ima obavezu da za ovu namenu obezbedi Olovne akumulatore 12V, 55Ah, za svaku jedinicu rezervnog napajanja (UPS) .

2. SPECIFIKACIJA OPREME

1. Postrojenje za Preradu Vode PPV, (Kontrolna Soba PLC-KS)

<i>Modul</i>	<i>Količina</i>	<i>Proizvodjač</i>
1.1. RO-3 6U, IP 55	1	RITTAL
1.2. PLC2-CPU	1	INTEL
1.3. PLC2-ADC8	2	INTEL
1.4. PLC2-PTT Modem	1	INTEL
1.5. PLC2-I8O8T, RELE4	1	INTEL
1.6. PLC2-PWR	1	INTEL
1.7. PLC2-RCK19	1	RITTAL
1.8. LED displej 4 cifre	4	INTEL
1.9. UPS-200, 12Vdc/220Vac	2	INTEL
1.10. Olovni akumulator 12V, 55Aah	2	Black Horse
1.11. Sonda za merenje nivoa	2	R.D.A.
1.12. Piezo Sirena 12V, 80dB	1	
1.13. PC-486 računar, monitor, tastatura	1	

2. Rezervoar R1 – PLC-R1

<i>Modul</i>	<i>Količina</i>	<i>Proizvodjač</i>
2.1. RO-3 6U, IP 55	1	RITTAL
2.2. PLC2-CPU	1	INTEL
2.3. PLC2-ADC8	1	INTEL
2.4. PLC2-PTT Modem	2	INTEL
2.5. PLC2-8O8T, RELE4	1	INTEL
2.6. PLC2-PWR	1	INTEL
2.7. PLC2-RCK19	1	RITTAL
2.8. LED displej 4 cifre	2	INTEL
2.9. UPS-200, 12Vdc/220Vac	1	INTEL
2.10. Olovni akumulator 12V, 55Aah	1	Black Horse
2.11. Sonda za merenje nivoa	1	MERA
2.12. PIR senzor	2	
2.13. Magnetni prekidač	4	

3. Rezervoar R3 – PLC-R3

<i>Modul</i>	<i>Količina</i>	<i>Proizvodjač</i>
3.1. RO-3 6U, IP 55	1	RITTAL
3.2. PLC2-CPU	1	INTEL
3.3. PLC2-ADC8	1	INTEL
3.4. PLC2-PTT Modem	1	INTEL
3.5. PLC2-I8O8T, RELE4	1	INTEL
3.6. PLC2-PWR	1	INTEL
3.7. PLC2-RCK19	1	RITTAL
3.8. LED displej 4 cifre	1	INTEL
3.9. UPS-200, 12Vdc/220Vac	1	INTEL
3.10. Olovni akumulator 12V, 55Aah	1	Black Horse
3.11. Sonda za merenje nivoa	1	MERA
3.12. PIR senzor	1	
3.13. Magnetni prekidač	2	

3. TEHNIČKI OPIS

1. RO-3 6U, IP55

Razvodni Ormar, za smeštaj sabreka visine 6U ili dva sabreka visine 3U, trodelni zidni, prednja vrata su prozirna (sa staklenim prozorom), mehanički stepen zaštite IP 55, dimenzija 600x345x415mm (BxHxG) proizvođač RITTAL.

2. PLC2-CPU

Centralna procesorska jedinica sa mikrokontrolerom ATMEL AT89S8252. Programiranje PLC-a se obavlja priključenjem CPU na PC-računar preko serijskog porta za programiranje (RS-232C), bez gašenja PLC-a. Program je smešten u FLASH ROM od 8KB, opcija: 64KB (Memorija u kojoj program i podaci ostaju sačuvani bez baterije kod prekida napona napajanja). Podaci su smešteni u EEPROM 2KB, opcija: Baterijski RAM 32KB. Na njoj se nalazi i serijski portovi za komunikaciju (RS-232C i RS-485). Preko ovog porta PLC može da komunicira sa drugim PLC ili sa PC-računalom.

3. PLC2-ADC8

Analogno digitalni konvertor, vrši pretvaranje analogne veličine (strujni signal 4-20mA = nivo vode) u digitalnu veličinu (cifre). Rezolucija je 12 bita ($< 1\text{cm}$). Ima 8 analogna ulaza sa zajedničkim krajem. Merni opseg je 0-2.5V, ili preko šanta od 100R od 4-20mA.

Komunikacija sa CPU je preko SPI serijskog porta. Galvanski je odvojen od CPU i ima ugrađen dodatni stabilisani ispravljač 24Vdc, za napajanje sonde.

4. PLC2-PTT Modem

Modem za žičnu vezu preko iznajmljene telefonske parice, impedanse 600R. U modemu je integrisano napajanje linije -48V, 30mA i senzori za ispitivanje telefonske parice (detekcija kvara: spoj a i b žice, spoj a ili b žice i zemlje, prekid a ili b žice). Protokol komunikacije V.23, brzina prenosa podataka 1200 bit/s.

5. PLC2-I8O8T + RELE4

Digitani Ulazno/Izlazni modul, 8 ulaza galvanski izolovana optokaplerima, 12Vdc/ac (24Vdc/ac), 5mA, 8 tranzistorska izlaza, galvanski izolovana optokaplerima, 24Vdc, 0.2Amax, LED indikator stanja svih ulaza i izlaza.

RELE4 je dodatni izlazni modul sa 4 relea čiji su preklopni kontakti: 10A@250Vac. Modul se montira na zadnju ploču ormara.

6. PLC2-PWR

Ispravljačka jedinica, RSO filter i varistori, mrežni torusni transformator sa više sekundarnih izvoda.

7. PLC2-RCK19

Standardno industrijsko kućište širine 19 inča (= 482.6mm). Visina kućišta je 3U (=128.5mm). U kućište mogu da stanu do 16 modula. Moduli su štampane pločice, dimenzije 160x100mm i širine 20mm ili 40mm. Svaki modul je priključen na zadnju ploču pomoću standardnog industrijskog konektora DIN41612, a sa prednje strane nalaze se standardni konektori SUB-D čime se omogućava kod servisiranja veoma jednostavna zamena modula.

8. LED displej 4 cifre

LED displej za prikaz numeričkih podataka na 7-segmentnom displeju, 4 cifre, visine 13.5mm crvene boje.

9. UPS-200 12Vdc/220Vac

Pretvarač / Punjač snage 200VA, spoljnja baterija olovni akumulator 12V, min. 55Ah. Obezbeđuje napajanje uređaja pri nestanku mrežnog napona.

10. Olovni Akumulator 12V, 55Ah

Zajedno sa UPS-200 čini jedinicu za rezervno napajanje max snage 200VA.

11. Sonda za merenje nivoa

Na domaćem tržištu postoje dva proizvođača merne opreme (sonde za merenje nivoa vode na hidrostatičkom principu):

"R.D.A." - Beograd

Merni pretvarač nivoa vode za piće RDA-201, napajanje: 18...30Vdc, veza: trožična
opseg: 0...5 m, merni signal: 4...20 mA, dužina kabla: 10 m

"MERA" - Beograd

Potopni nivometar MAT-100N, napajanje 12...36Vdc, veza: dvožična
opseg: 0...5 m, merni signal: 4...20 mA, dužina kabla: 10 m

12. PIR senzor

Pasivni Infra Crveni senzor, za elektronsko obezbeđenje, prostora objekta. Detektuje povredu prostora štićenog objekta.

13. Magnetni prekidač

Rid-rele sa magnetom, za elektronsko obezbeđenje, vrata objekta. Detektuje otvorena vrata na štićenom objektu.

14. Piezo Sirena 12V, 80dB

Kada se na LED displeju prikaže neka greška u sistemu, sirena se oglasi isprekidanim zvučnim signalom.

15. PC-486, računar, monitor, tastatura

Procesor : i486 (Pentium) min. 100MHz
Hard disk : min. 500 MB, 3.5"
Flopi disk : 1.44 MB, 3.5"
RAM : min. 4MB
Portovi : Paralelni CENTRONICS, 2 x Seriski RS-232C
Grafička kartica : VGA
Monitor : VGA color ili crno-beli
Tastatura, miš
Operativni sistem : DOS

4. UPUSTVO ZA POVEZIVANJE

4.1. POVEZIVANJE UPRAVNE ZGRADE I POSTROJENJA ZA PRERADU VODE

Radi sigurnog prenosa podataka, potrebno je zameniti postojeći nadzemni kabl, koji je na više mesta nastavljen.

Pored prenosa podataka od R1 do KS, isti kabl može se koristiti i za lokalne telefonske brojeve priključene na kućnu telefonsku centralu "PANASONIC 1232", čime će se napraviti ušteda prilikom razmene govornih informacija između upravne zgrade i postrojenja za preradu vode.

Takođe, potrebne su dve parice (RS-422) za računarsku mrežu, tako da se digitalni podaci o nivoima vode, protoku, stanju postrojenja, stanju bunara itd... mogu videti i na bilo kom računaru u upravnoj zgradi.

Dužina nadzemnog telefonskog kabla TK33 5x4x0,8 je 550m.

4.2. POVEZIVANJE SONDE I RAZVODNOG ORMARA

Povezivanje sonde za merenje nivoa vode od rezervoara do razvodnih ormara izvršiti pomoću podzemnog telefonskog kabla: TK39P 1x4x0,8

Rastojanje između ormara KS i rezervoara RS je 50m.

Rastojanje između ormara KS i rezervoara RN je 50m.

Rastojanje između ormara R1 i rezervoara R1 je 40m.

Rastojanje između ormara R3 i rezervoara R3 je 10m.

Ukupna dužina podzemnog telefonskog kabla TK39P 1x4x0,8 je 150m.

Nastavljanje telefonskog kabla i kabla sonde treba ostvariti u vodootpornoj kutiji, na sledeći način:

tel. kabl	kutija	kabl sonde "R.D.A." - Beograd
--- crvena -----*	braon	--- (+24V)
--- crna -----*	zelena	-- (Iout 4...20mA)
--- plava -----*	žuta	---- (-24V)
--- narandž.-----		

tel. kabl	kutija	kabl sonde "MERA" - Beograd
--- crvena -----*	crvena	--- (+24V)
--- crna -----*	crna	----- (Iout 4...20mA, -24V)
--- plava -----		
--- narandž.-----		

5. UPUSTVO ZA KORIŠĆENJE

Podaci o nivou vode u četiri rezervoara pitke vode : R3, R1, RN, RS, prikazani su na LED displeju na PLC-KS u kontrolnoj sobi kod dežurnog tehničara.

Ovi podaci se takođe prenose preko serijskog porta na PC računar koji se nalazi u prostoriji sa računarima. PC Računar koji prima podatke radi pod DOS operativnim sistemom.

Na Hard Disk računara memorišu se podaci o nivou vode u sva četiri rezervoara u zadatim vremenskim razmacima (primer : 10 minuta).

Svaki dan ima svoj tekstualni fajl sa podacima (primer : FILE=20020401.TXT).

Prva kolona je realno vreme sati:minuti (od 00:00 do 23:50, ukupno 144 redova).

Druga, treća, četvrta i peta kolona su nivoi vode u rezervoarima R3, R1, RN i RS.

Program i podaci nalaze se u direktorijumu **C : \VODOVOD**

VODOVOD.EXE	- izvršni program
VODOVOD.CPP	- izvorni kod u C++ programskom jeziku
20020401.TXT	- podaci za dan 01.04.2002.
20020402.TXT	- podaci za dan 02.04.2002.
20020403.TXT	- podaci za dan 03.04.2002.

Ime fajla za podatke se sastoji od godine: prve četiri cifre, mesec: srednje dve cifre i dan: zadnje dve cifre. Ovim se omogućuje, da se fajlovi na ekranu prikazuju u rastućem nizu, odnosno redom: dan za danom.

Preporučuje se, da se podaci za svaki mesec dana arhiviraju u posebne direktorijume na hard disku (ime direktorijuma po izboru).

Prebacivanjem podataka na drugi računar koji radi pod **WINDOWS** ili **LINUX** operativnim sistemom, na kome je instaliran program **Microsoft Excel** (ili sličan) može se nacrtati grafik za predhodni dan.

Startuje se program **Microsoft Excel**. Otvori se fajl sa podacima, program predlaže pretvaranje u tabelarni format. U meniju izbere se crtanje grafikona (vrsta grafikona po želji). Na kraju tabela i grafikom se sačuvaju u **Excel** formatu (primer : FILE=20020401.XLS).

U narednim etapama dogradnje sistema, predviđeno je povezivanje u mrežu svih PC Računara u JPK Vodovod, Smed. Palanka.

Pomoću dve parice između upravne zgrade I postrojenja za preradu vode (serijska veza RS-422), omogućiće se prikaz podataka o nivoima vode, protoku, stanju postrojenja, stanju bunara itd... na bilo kom računaru u upravnoj zgradi.

6. UPUSTVO ZA ODRŽAVANJE

6.1. KALIBRACIJA

Moguće je uz pomoć Software-a izvršiti kalibraciju sonde na sledeći način.

Kalibracija se računa uz pomoć **offset** i **gain**, čije se vrednosti unapred izračuna pomoću sledeće metode:

ADC 12 bit => 0...4095

Rš=100R, Uref=2.5V, Iin=4...20mA, Hvode=0...5m, Hmax=500cm

<i>Iin (mA)</i>	<i>Uin (V)</i>	<i>ADC</i>	<i>Hvode (cm)</i>
	2.5	4096	K.S. u kablu sonde
20	2.0	3277	500
4	0.4	655	0
0	0.0	0	Prekid u kablu sonde

offset = (Imin * Rs / Uref) * ADCmax

offset = (0.004 * 100 / 2.5) * 4096 = 655

gain = Nmax / (ADC_{20mA} - ADC_{4mA}) * 65536

gain = 500 / (3277 - 655) * 65535 = 12498

Vrednosti **offset** i **gain** postavljaju se u tablicu na kraju programa:

```
Kalibracija_data:      ; offset0  gain0  Nmax0
                        DW          655, 12498, 500
                        ; offset1  gain1  Nmax1
                        DW          655, 12498, 500
```

Algoritam u Software-u koji se koriste za kalibraciju:

(OP_1 OP_0) = (R6 R7) - **offset**

(OP_1 OP_0) = (OP_1 OP_0) * **gain**

Vrednost izmerene analogne veličine nalazi se u registrima R6 R7.

Vrednost Software kalibrisane veličine nalazi se u registrima OP_1 OP_0.

6.2. POSTAVLJANJE ZVUČNOG ALARMA ZA NEDOSTATAK ILI PRELIV VODE

Moguće je uz pomoć Software-a postaviti uključanje zvučnog alarma. Ispod **min** i iznad **max** vrednosti nivoa vode uključice se zvučni alarm. Ispod **min** vrednosti nivoa na LED displeju ispred prve cifre upaljena je donja crta. Iznad **max** vrednosti nivoa na LED displeju ispred prve cifre upaljena je gornja crta.

Vrednosti **min** i **max** postavljaju se u tablicu na kraju programa:

```
Alarm_data:           ; min0 max0 min1 max1
                        DW          100, 450, 100, 450
```

6.3. PROTOKOL KOMUNIKACIJE

1. Paket R1 ==> R3, Modem V.23 1200bit/s

01 01 16

2. Paket R3 ==> R1, Modem V.23 1200bit/s

	ADC4		IN	
	R3		R3	CRC

01 1A 2x 3x 3x 3x 5x 4x Bx Ax 0D

3. Paket KS ==> R1, Modem V.23 1200bit/s

01 01 7x 6x Bx Ax 16

4. Paket R1 ==> KS, Modem V.23 1200bit/s

	ADC3		ADC4		IN		IN		M
	R1		R3		R3		R1		R1 CRC

01 1A 2x 3x 3x 3x 2x 3x 3x 3x 5x 4x 5x 4x 4x Bx Ax 0D

5. Paket KS ==> PC, RS-232C, 9600bit/s

ADC1		ADC2		ADC3		ADC4		IN		IN		M		IN		M
RS		RN		R1		R3		R3		R1		R1	KS		KS	CRC

2x 3x 3x 3x 2x 3x 3x 3x 2x 3x 3x 3x 2x 3x 3x 3x 20 5x 4x 5x 4x 4x 5x 4x 4x 3x 3x

00 - NULL - Nema više podataka
 01 - SOH - Start of Header
 0D - CR - End of Text
 1A - STX - Start of Text
 16 - SYN - Synhronizate, End of Data

2x - Error x: 0= , 1=_, 2= , 3=E, 4=r
 3x - Cifra x: 0...F

4x - L nibl - Read IN
 5x - H nibl - Read IN
 6x - L nibl - Write OUT
 7x - H nibl - Write OUT

Ax - L nibl - CRC
 Bx - H nibl - CRC

7. UPUSTVO ZA SERVISIRANJE

Svaki PLC2 modul je priključen na zadnju ploču pomoću standardnog industrijskog konektora DIN41612, a sa prednje strane nalaze se standardni konektori SUB-D čime se omogućava veoma jednostavna zamena modula. Dijagnoza kvara ili grešaka u sistemu može se videti na LED displeju.

7.1. LISTA GREŠAKA

Lista grešaka na LED displeju:

Err0 = Prekid u kablju sonde !

Err1 = K.S. u kablju sonde !

Err2 = Nedostaje ADC kartica !

Err3 = Kvar u PTT liniji !

Err4 = Modem nema komunikaciju !

Err5 = CRC greška >20 / 1min !

Kada se na LED displeju pojavi Err3, pomocu LED dioda na prednjoj ploči PTT Modema može se utvrditi vsta kvara u PTT liniji.

<i>LED</i>	<i>Vrsta kvara PTT linije</i>	<i>Kod</i>
- * * -	a žica na zemlju.	9
- * - *	Prekid PTT linije.	A
- * - -	b žica na zemlju.	B
		C
- - * -	K.S. u PTT liniji.	D
		E
- - - -	OK PTT Linija.	F
* - - -	Neispravna linija kod Rx	

7.2. ZAMENA PLC2-PCU MODULA

Prilikom zamene PLC2-CPU modula, prvo treba isključiti kabl prema LED displejima, pa tek onda izvaditi modul. Prilikom postavljanja novog modula, prvo priključiti kabl prema LED displejima. Izvesti programiranje CPU-a, priključenjem CPU na PC-računar preko serijskog porta za programiranje (RS-232C, gornji 9-pinski SUB-D konektor). PLC ostaje uključen u napajanje.

Startovanjem **b.bat** procedure na PC-računaru prenosi se odgovarajući program u CPU. Dok je programiranje u toku, svetli gornja leva LED dioda.

7.3. ZAMENA PLC2-ADC8 ili PLC2-I8O8T MODULA

Jedan CPU može teorijski da opslužuje 16 modula iz iste vrste (16 x ADC8, 16 x I8O8T itd). Na ovim modulima nalaze se 4 DIP prekidača, pomoću kojih se određuje adresa modula. DIP prekidači obeleženi su brojevima 1 2 3 4. Prekidači imaju sledeće vrednosti: P1=**1**, P2=**2**, P3=**4**, P4=**8**. Kombinacijom ovih prekidača dobijamo adrese od 0 do 15.

7.4. ZAMENA PLC2-PTT Modema MODULA

Jedan CPU može da teorijski da opslužuje 16 modula koji koriste serijski interfejs RS-232. Na ovom modulu nalaze se 4 DIP prekidača, pomoću kojih se određuje adresa modula. DIP prekidači obeleženi su brojevima 1 2 3 4. Prekidači imaju sledeće vrednosti: P1=**1**, P2=**2**, P3=**4**, P4=**8**. Kombinacijom ovih prekidača dobijamo adrese od 0 do 15.

Kod PLC2-PTT Modema, pomoću tri džampera podešava se da li modem radi kao aktivan **Tx** (napaja telefonsku paricu sa -48Vdc) ili kao pasivan **Rx**.

7.5. ZAMENA SONDE ZA MERENJE NIVOVA

Prilikom zamene sonde za merenje nivoa vode mora se paziti na sledeće:

"R.D.A." - Beograd

Merni pretvarač nivoa vode za piće RDA-201, napajanje: 18...30Vdc, veza: trožična

opseg: 0...5 m, merni signal: 4...20 mA, dužina kabla: 10 m

Kabl je provučen kroz plastično crevo, koje služi za izjednačavanje spoljnog vazdušnog pritiska.

Crevo mora ostati slobodno otvoreno.

Žice za povezivanje na ADC i ispravljač:

- Braon = + 24V

- Žuta = - 24V

- Zelena = Iout 4...20mA

Između Zelene i Žute postavlja se $R_s = 100\Omega$

(R_s nalazi se na štampanoj ploči PLC2-ADC8)

$I_p = 32.5\text{mA}$ (Potrošnja)

"MERA" - Beograd

Potopni nivometar MAT-100N, napajanje 12...36Vdc, veza: dvožična

opseg: 0...5 m, merni signal: 4...20 mA, dužina kabla: 10 m

Kroz kabl je provučena plastična cevčica, koja služi za izjednačavanje spoljnog vazdušnog pritiska.

Cevčica mora ostati slobodno otvorena.

Žice za povezivanje na ADC i ispravljač:

- Crvena = + 24V

- Crna = Iout 4...20mA i - 24V

Između Crne i mase (- 24V) postavlja se $R_s = 100\Omega$

(R_s nalazi se na štampanoj ploči PLC2-ADC8)

$I_p < 4\text{mA}$ (Potrošnja)

Sonde za merenje nivoa od ova dva proizvođača su kompatibilne, te je moguća međusobna zamena.