



Detaljno uputstvo za aplikaciju

## **MERENJE, PRIKAZIVANJE I LOGOVANJE NIVOVA TEČNOSTI U TANKU**

## Sadržaj:

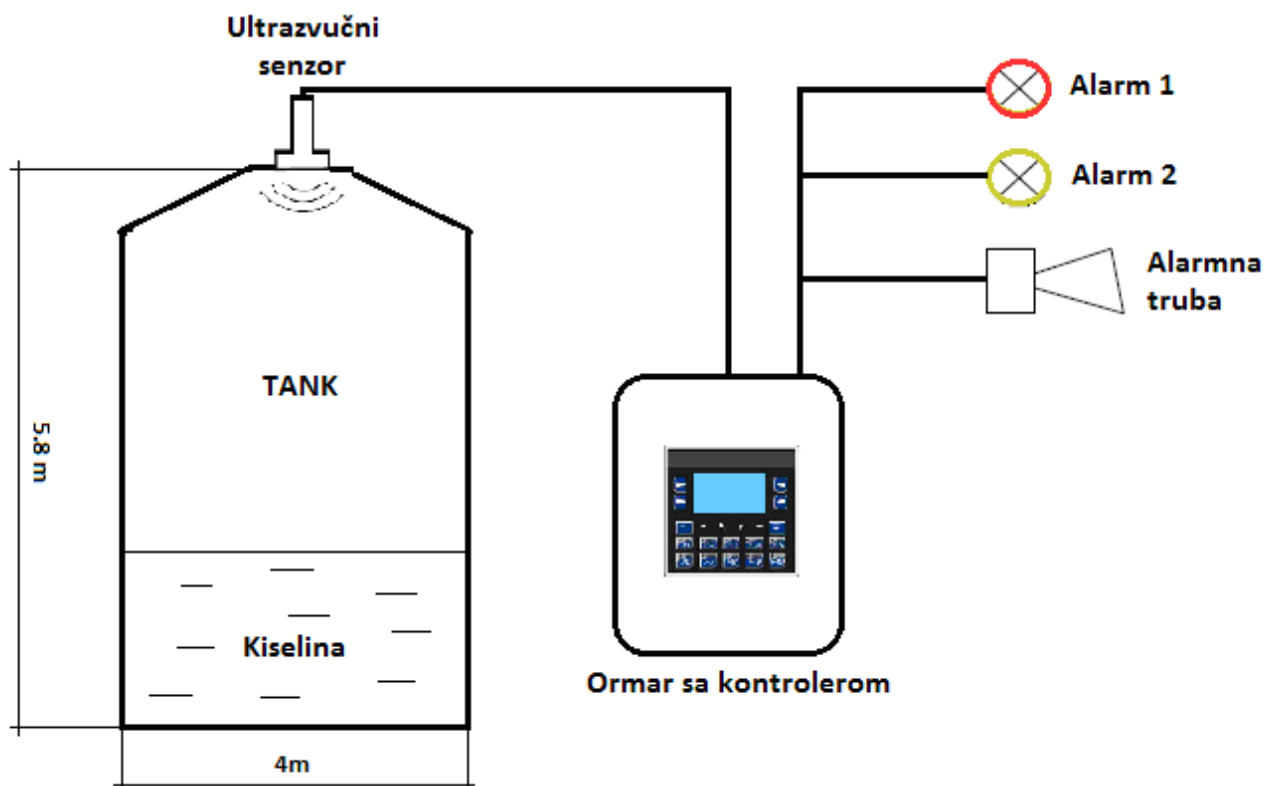
<u>1. Uvod.....</u>	<u>3</u>
<u>2. Konfiguracija sistema.....</u>	<u>4</u>
<u>2.1. Pepperl-Fuchs ultrazvučni senzor UB6000-F42-I-V15.....</u>	<u>4</u>
<u>2.2. Kontroler HORNER HEXE220C114LL-01.....</u>	<u>7</u>
<u>2.3. Šema povezivanja.....</u>	<u>9</u>
<u>3. Softver.....</u>	<u>10</u>
<u>4. LITERATURA.....</u>	<u>17</u>

# 1. Uvod

U aplikacionoj noti je prikazano rešenje merenja nivoa fosforne kiseline u tanku koje je primenjeno u postrojenju Victoria Zorka - Mineralna đubriva d.o.o.

Potrebno je meriti, kontrolisati i prikazivati na displeju nivo fosforne kiseline u tanku. Takođe, na MicroSD kartici se memorišu trenutne vrednosti nivoa kiseline na svakih 10 minuta (vremenski interval je moguće menjati). Na slici 1.1 je prikazan sistem za merenje nivoa i alarmiranje. Za merenje nivoa se koristi ultrazvučni senzor *Pepperl+Fuchs* UB6000-F42-I-V15 sa opsegom merenja daljine 0.4-6m. Senzor se povezuje trožično na kontroler (napajanje i senzorski signal 4-20 mA). Obradu signala sa senzora, prikazivanje trenutnog nivoa i kontrolu alarmiranja vrši kontroler HORNER HEXE220C114LL-01.

Kiselina se pumpom doprema u tank, a koriste je potrošači u procesu proizvodnje. Visina tanka je 5.8m. Ukoliko nivo kiseline u tanku pređe 4.9m aktivira se alarmna truba i pali se crvena alarmna lampa. Ukoliko se nivo kiseline u tanku spusti ispod 0.8m aktivira se alarmna truba i pali se zelena alarmna lampa.



Slika 1.1

## 2. Konfiguracija sistema

### 2.1. *Pepperl-Fuchs ultrazvučni senzor UB6000-F42-I-V15*

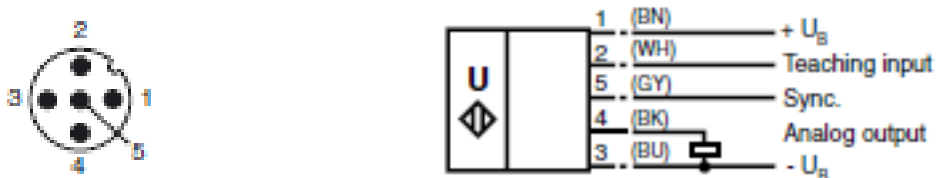
Ultrazvučni senzor koji se koristi za merenje nivoa kiseline u tanku je Pepperl-Fuchs UB6000-F42-I-V15. Uz senzor kao oprema dolazi i kabl za povezivanje. Senzor objedinjuje funkciju transmitera i prijemnika ultrazvučnog signala. Radi na principu merenja vremena koje je potrebno ultrazvučnom signalu reflektovanom od prepreke da se vrati do prijemnika. U ovom slučaju refleksiona površina je kiselina u tanku.

Opseg merenja daljine senzora je 0.4-6 m, sa rezolucijom od 0.7mm. Daljina od 0.4 m od senzora se ne može izmeriti, i ona predstavlja mrtvu zonu senzora. Kako je visina tanka 5.8 m, ona se uklapa u opseg merenja senzora. U aplikativnom programu je samo potrebno izmerenu daljinu između senzora i površine kiseline oduzeti od visine tanka kako bi se dobio nivo kiseline preostale u tanku.



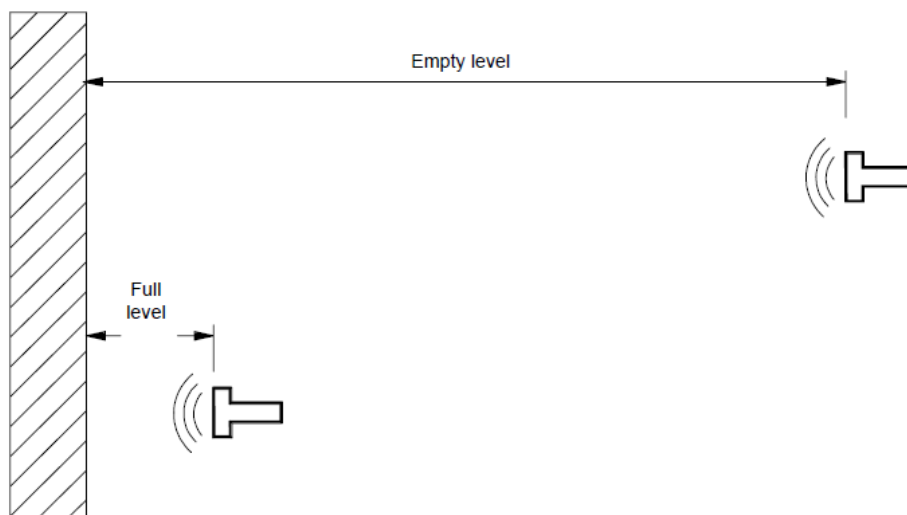
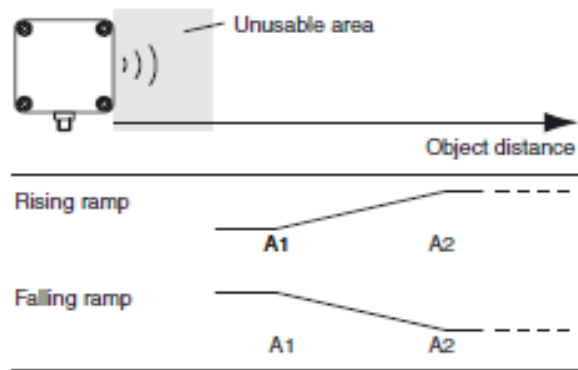
Slika 2.1

Na slici 2.2 je prikazan konektor senzora V15 tipa.  $-U_B$  i  $+U_B$  je napajanje senzora (10-30 VDC). *Analog output* je standardni strujni izlazni signal 4-20 mA koji se povezuje na strujni ulaz Xle kontrolera. *Teaching input* je ulaz koji služi za definisanje opsega merenja (kao alternativa podešavanju tasterima A1 i A2). *Sync* ulaz služi za eksternu sinhronizaciju ciklusa merenja. Spoljni impulsni signal na ovom ulazu inicira novo merenje. Frekvencija merenja mora biti  $\leq 7\text{Hz}$ . Ukoliko se ne koristi ova opcija, merenje se vrši kontinualno u ciklusima koje inicira senzor interno.



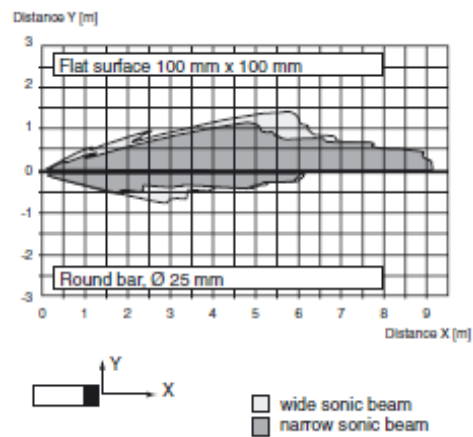
Slika 2.2

Kako u aplikaciji visina tanka odgovara punom opsegu merenja senzora, nije potrebno podešavati opseg merenja. Ukoliko je to potrebno, treba uraditi određene korake (slika 2.3). Na senzoru postoje tasteri A1 i A2, kao i LED diode koje omogućavaju podešavanje korišćenog opsega merenja kako bi se na strujnom izlazu dobio pun strujni signal 4..20 mA. Potrebno je senzor uperiti u površine koje simuliraju gornji i donji nivo i pratiti proceduru pritiskanja tastera koja je opisana u *Data Sheet* uputstvu senzora (2). A1 definiše najbliže mereno rastojanje od senzora (pun tank – *Full level*), a A2 definiše najdalje mereno rastojanje od senzora (prazan tank – *Empty Level*). Moguće je podesiti i rampu po kojoj se menja izlazni strujni signal u zavisnosti od merene daljine (*Rising ramp ili Falling ramp*). Za merenje nivoa bolje bi bilo podesiti silaznu rampu - izlaz bi trebao da se smanjuje sa smanjivanjem nivoa, a smanjivanje nivoa znači udaljavanje objekta merenja (*Object distance*), i obrnuto. U ovoj aplikaciji je ipak ostavljen senzor na *default* vrednostima (*Rising ramp*).



Slika 2.3

Pored ovih podešavanja moguće je u podesiti širinu ultrazvučnog zraka. Na slici 2.4 su prikazane dimenzije osnove zraka na ravnoj površini (Y osa) u zavisnosti od udaljenosti (X osa). Moguća su tri nivoa podešavanja širine zraka – *Small beam*, *Medium beam*, *Large beam*. U aplikacijama je potrebno proveriti da li je širina prostora u kome se nalazi senzor dovoljna za prostiranje ultrazvučnog signala.

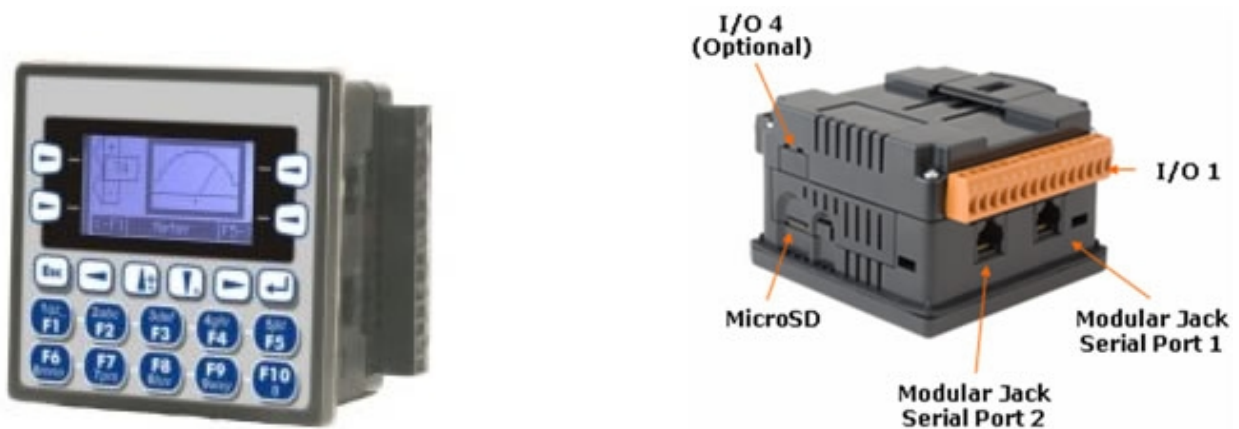


Slika 2.4

## 2.2. Kontroler HORNER HEXE220C114LL-01

Kontroler pripada grupi Horner Xle OCS kontrolera (Slika 2.5), sa osnovnim karakteristikama:

- Kompaktno *All-in-One* rešenje sa kontrolerom, grafikom, funkcijskim tasterima, ugrađenim ulazima/izlazima, raznim mogućnostima umrežavanja i skladištenjem podataka na eksterne medijume.
- Grafički displej za bolju vizuelizaciju procesa i mašina.
- Ugrađeni ulazi/izlazi sa uklonjivim terminalnim blokovima
- Logovanje podataka koristeći MicroSD™ memorijsku karticu.
- Dva serijska porta (port 1 služi za programiranje, povezuje se na PS preko USB – RS232 konektora) i mogućnost korišćenja protokola za povezivanje sa skoro bilo kojim PLC kontrolerima i Drive uređajima.
- Opcione kartice za Ethernet, bežičnu vezu i telefonski modem za povezivanje na polju ili daljinsko povezivanje.

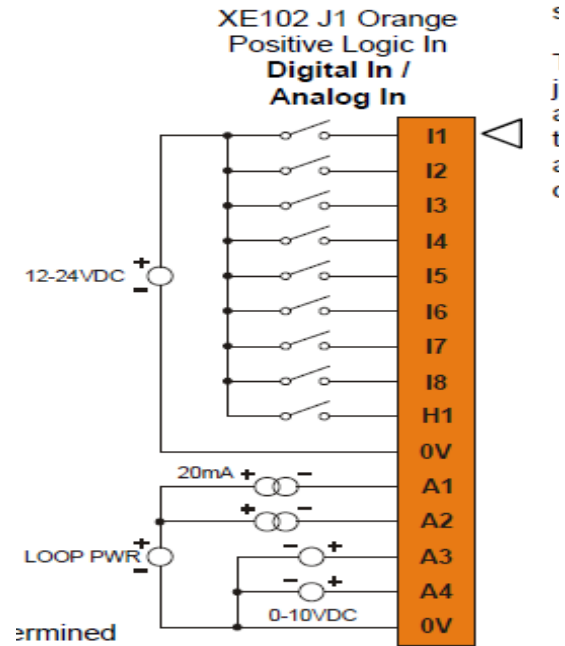


Slika 2.5

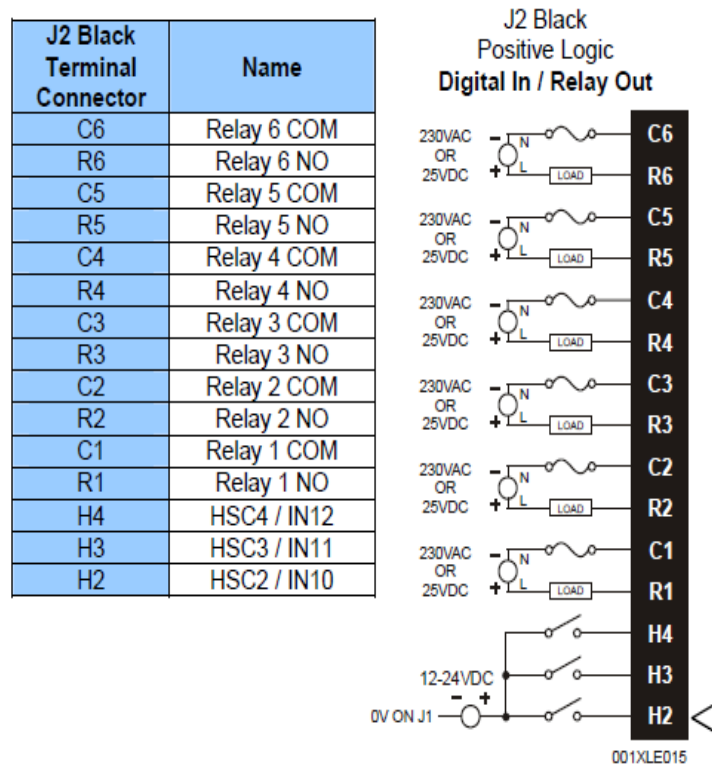
Kontroler poseduje LCD displej na kome se u realnom vremenu ispisuje trenutni nivo kiseline, grafički prikazuje tank i iscrtava trenutni nivo u zavisnosti od vremena. U microSD slot se stavlja kartica u kojoj se memorišu trenutne vrednosti nivoa na svakih 10 minuta (moguće je promeniti vremenski interval).

Na slici 2.6 je prikazan ulazni port sa digitalnim i analognim ulazima. A1 ulaz se koristi kao strujni ulaz za senzor 4..20 mA.

Na slici 2.7 je prikazan port sa brzim digitalnim ulazima (H2, H3, H4) i relejnim izlazima koji se koriste za povezivanje lampi upozorenja i alarmne trube.



Slika 2.6

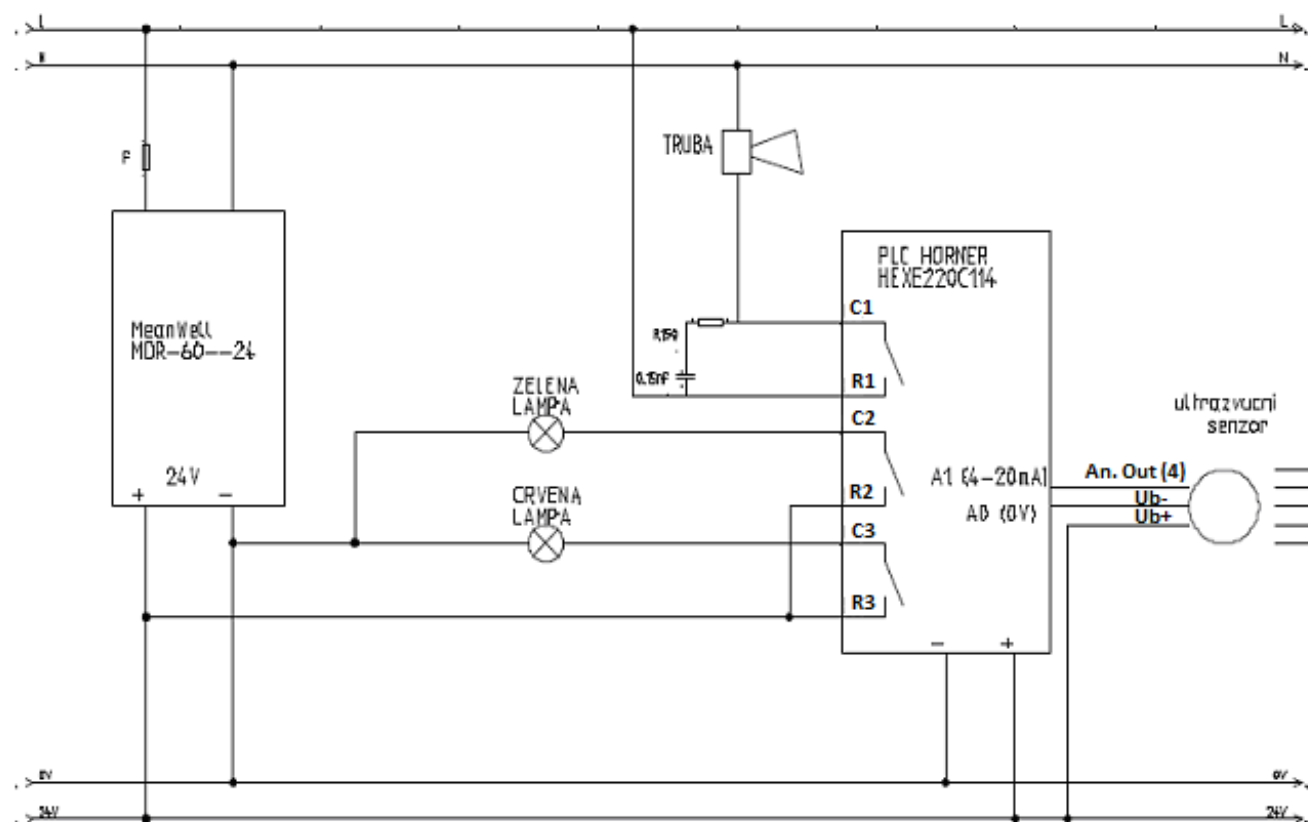


Slika 2.7

## 2.3. Šema povezivanja

Na slici 2.8 je prikazana šema povezivanja sistema. *MeanWell* konverter 220VAC u 24VDC napaja kontroler. Alarmne lampe se takođe napajaju sa 24VDC, a pale ih i gase relejni izlazi R2C2 i C3R3. Alarmna truba se napaja sa 220VAC, a pali je relejni izlaz R1C1. Prilikom paljenja/gašenja sirene u retkim slučajevima je dolazilo do nestanka prikazivanja na displeju kontrolera. Problem je predstavljala sirena sa svojim induktivnim opterećenjem koje je unosilo šum u mrežu koji se prenosio na napajanje kontrolera. Problem je rešen postavljanjem snaber RC kola direktno na relejni izlaz kontrolera na kojem se nalazi sirena.

Izlazni strujni signal ultrazvučnog senzora (*Analog Out*) je povezan na strujni ulaz kontrolera A1.



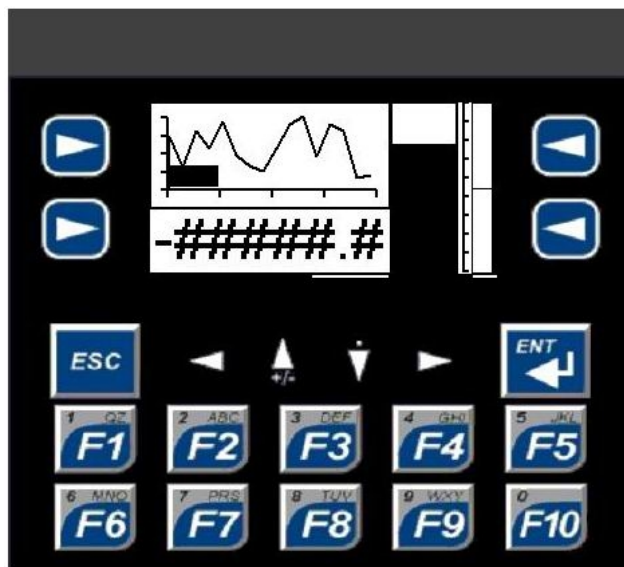
Slika 2.8

### 3. Softver

Softver PLC kontrolera obavlja nekoliko funkcija:

- Akviziciju signala sa senzora
- Konvertovanje primljenog podatka u realni trenutni nivo u tanku
- Prikazivanje trenutnog nivoa u tri oblika: numerički podatak nivoa u metrima sa dve decimale, grafički bar prikaz tanka i iscrtavanje nivoa u obliku grafikona u realnom vremenu.
- Paljenje alarmnih lampi: crvene ukoliko je dostignut gornji kritični nivo (podešeno na 4.9m) ; zelene ukoliko je dostignut donji kritični nivo (podešeno na 0.8m). Paljenje trube u oba slučaja. Pritiskom na funkcionalni taster kontrolera F1 omogućeno je gašenje/paljenje trube kada je nivo kiseline u zabranjenoj zoni (<0.8m ili >4.9m), kako sirena ne bi stalno radila ukoliko nije potrebno. Ukoliko nivo kiseline izađe iz zabranjene zone i ponovo uđe u nju, sirena se pali bez obzira na prethodno stanje tastera F1. Alarmne lampe su upaljene dok god je nivo kiseline u zabranjenoj zoni.
- Logovanje trenutnog nivoa u microSD memorijsku karticu

Na slici 3.1 je prikazan izgled kontrolera sa grafičkim prikazom.



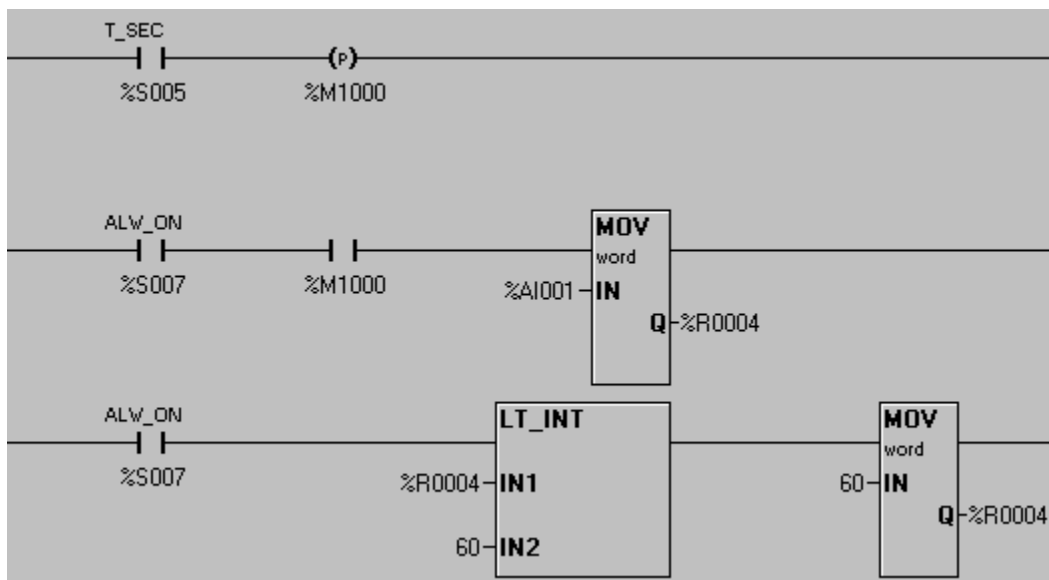
Slika 3.1

Grafički objekti se dodaju i edituju klikom na ikonicu *View/edit Graphic Pages* u paleti sa alatima. Objekat za iscrtavanje grafika je *Trend*. Objekat za prikazivanje nivoa koji predstavlja prikaz cisterne je *Bar/Meter*. Numeric Data objekat prikazuje numeričku vrednost nivoa u metrima, sa dve decimale.

## Akvizicija strujnog signala sa senzora i konverzija u vrednost trenutnog nivoa

Kontroler poseduje registarsku oblast %AI, koja predstavlja registre analognih ulaza. To su 16-bitni registri koji vrednosti sa analognih ulaza kontrolera (strujnih ili naponskih) konvertuju u digitalne vrednosti (AD konverzija). Registar %AI001 je direktno povezan sa strujnim ulazom A1, registar %AI002 strujnim ulazom A2, registar %AI003 sa naponskim ulazom A3, Registar %AI004 sa naponskim ulazom A4.

Strujnom ulazu A1 4-20 mA odgovaraju celobrojne vrednosti registra %AI001 u opsegu 0-32000, čemu opet odgovara daljina merenja u opsegu 0.4-6 m. Na slici 3.2 je prikazan deo *ladder* programa gde se vrši upis registra strujnog ulaza %AI001 u registar %R0004 u intervalu od 1 sekunde. Za generisanje perioda od 1s se koristi predefinisani bit %S005, koji aktivira %M1000 (*Positive transition* bit koji je setovan samo tokom jednog *Scan* ciklusa). Zadnja linija koda ograničava vrednost registra %R4 na 60, jer je primećeno da se prilikom merenja daljine koja je jako blizu ili unutar mrtve zone senzora (0.4 m) nekada mogu pročitati velike negativne celobrojne vrednosti koje nemaju smisla. Funkcijski blok LT\_INT je prolazan ukoliko je celobrojna vrednost  $IN1 < IN2$ .



Slika 3.2

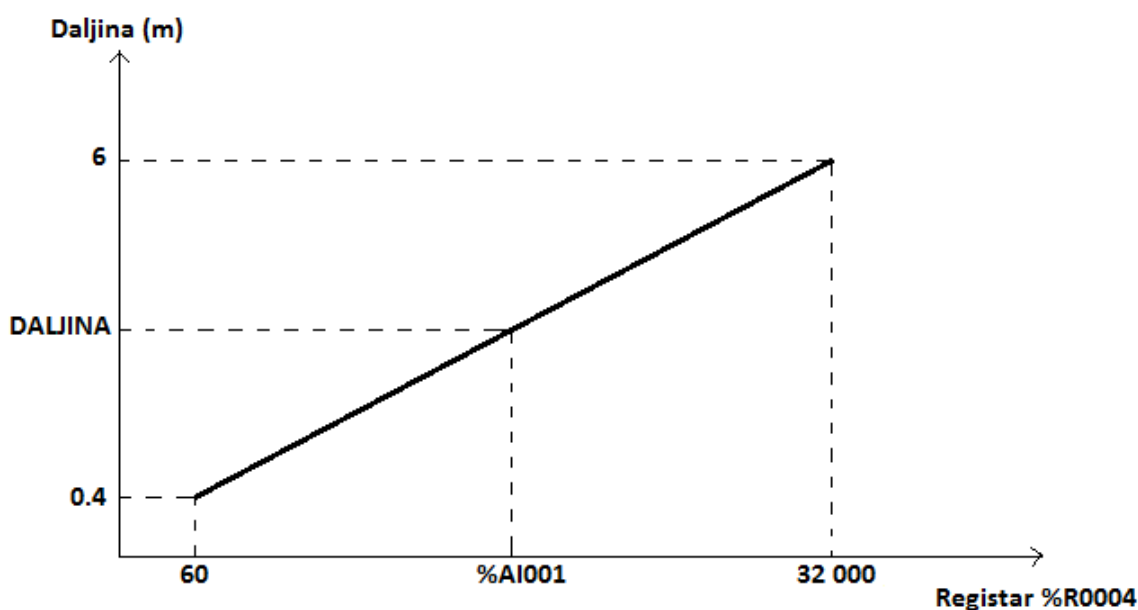
Na slici 3.3 je prikazana zavisnost daljine koju meri senzor od vrednosti u registru %R0004. Funkcija koja povezuje daljinu koju meri senzor i pročitane konvertovane vrednosti strujnog ulaza u registru %R0004 je:

$$Daljina = 0.4 + k * (\%R0004 - 60) \quad (3.1)$$

Kako je visina tanka 5.8m, mereni nivo ima vrednost:

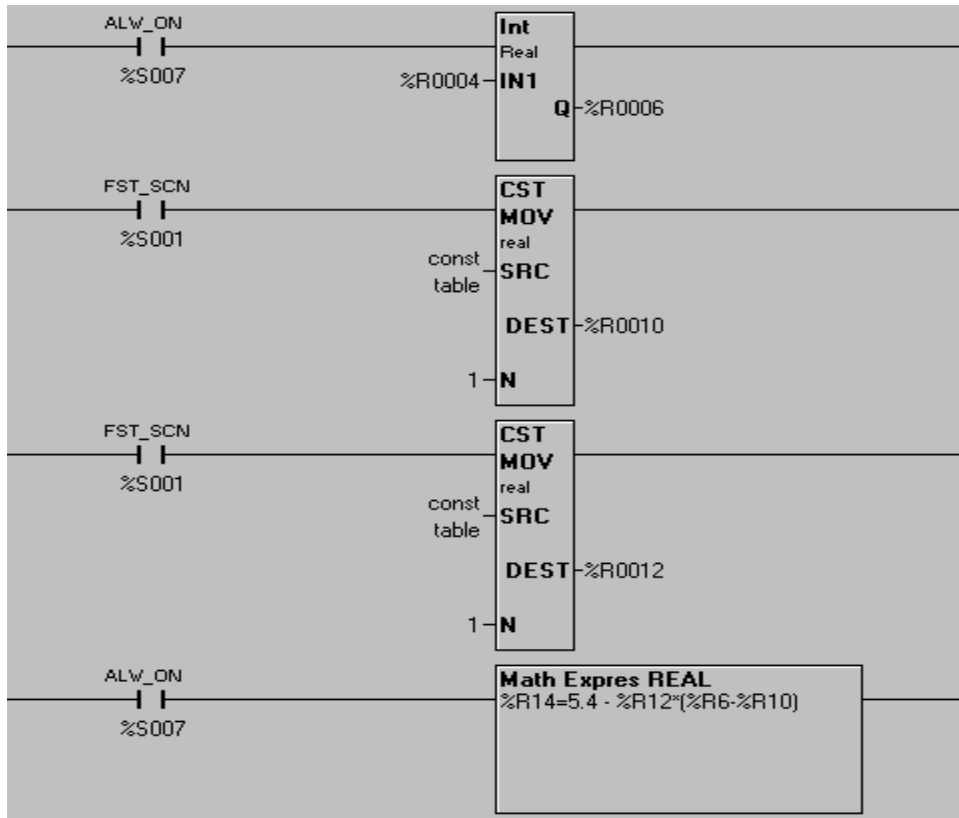
$$Nivo = 5.8 - Daljina = 5.4 - k * (\%R0004 - 60) \quad (3.2)$$

Koeficijent nagiba K je  $K=0.000175329$ .

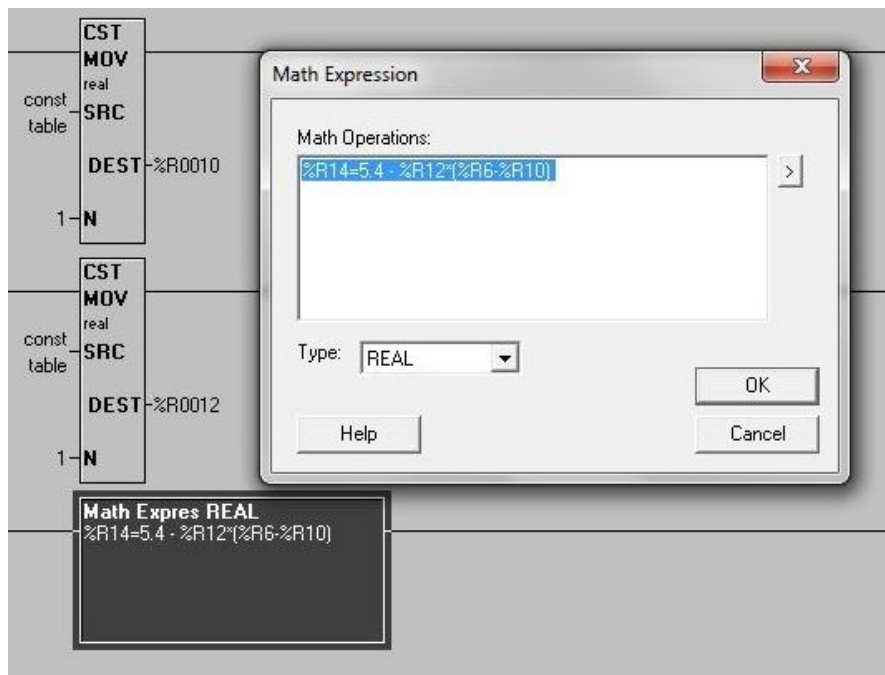


Slika 3.3

Na slici 3.4 je prikazan deo koda koji vrši ovo izračunavanje i trenutni nivo u tanku smešta kao realnu vrednost u metrima u registar %R0014 (ustvari dva sukcesivna registra %R14 i %R15). U %R12 se funkcijskim blokom CST MOV smešta vrednost konstante K, a u %R10 vrednost 60 iz gornje formule (ovo se radi u prvom prolazu skeniranja). Funkcijski blok **IntReal** vrši konverziju celobrojnog podatka iz %R0004 u realni podatak u %R0006 (%R6 i R7) koji se koristi za matematiku sa realnim brojevima. Funkcijski blok *Math Expres* (nalazi se u grupi *View/Toolbars/Math Operations*) omogućava kreiranje formule za izračunavanje 3.2 (slika 3.5). Izračunavanja se vrše sa realnim podacima – *Type* polje je REAL.



Slika 3.4



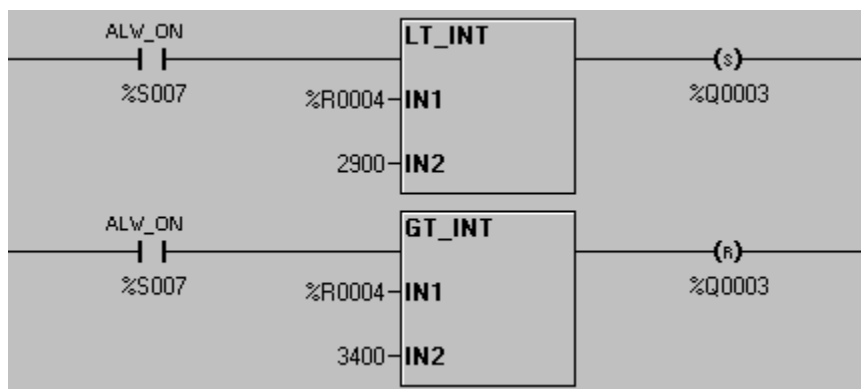
Slika 3.5

## Paljenje/gašenje alarmnih lampi i trube

Kontrola releja za paljenje/gašenje crvene i zelene alarmne lampe i trube je veoma jednostavna. Izlazi kontrolera su direktno povezani sa registrima iz %Q memorijske oblasti. Relejni izlaz R1C1 sa bit-adresibilnim registrom %Q1, relejni izlaz R2C2 sa bit-adresibilnim registrom %Q2, relejni izlaz R3C3 sa bit-adresibilnim registrom %Q3, itd.

Na slici 3.6 je prikazan slučaj za paljenje gašenje crvene alarmne lampe – nivo kiseline dostigao gornju kritičnu vrednost od 4.9m. Proverava se da li je vrednost registra %R0004 manja od 2900, što prema formuli 3.2 odgovara nivou većem od 4.9 m. Za gašenje lampe postoji histerezis od 10cm (vrednosti 4.8m odgovara vrednost %R0004 od oko 3400).

Isti princip važi i za paljenje/gašenje zelene lampe za nizak nivo. U logiku paljenja/gašenja trube je još uključen i taster F1, kako je već opisano.



Slika 3.6

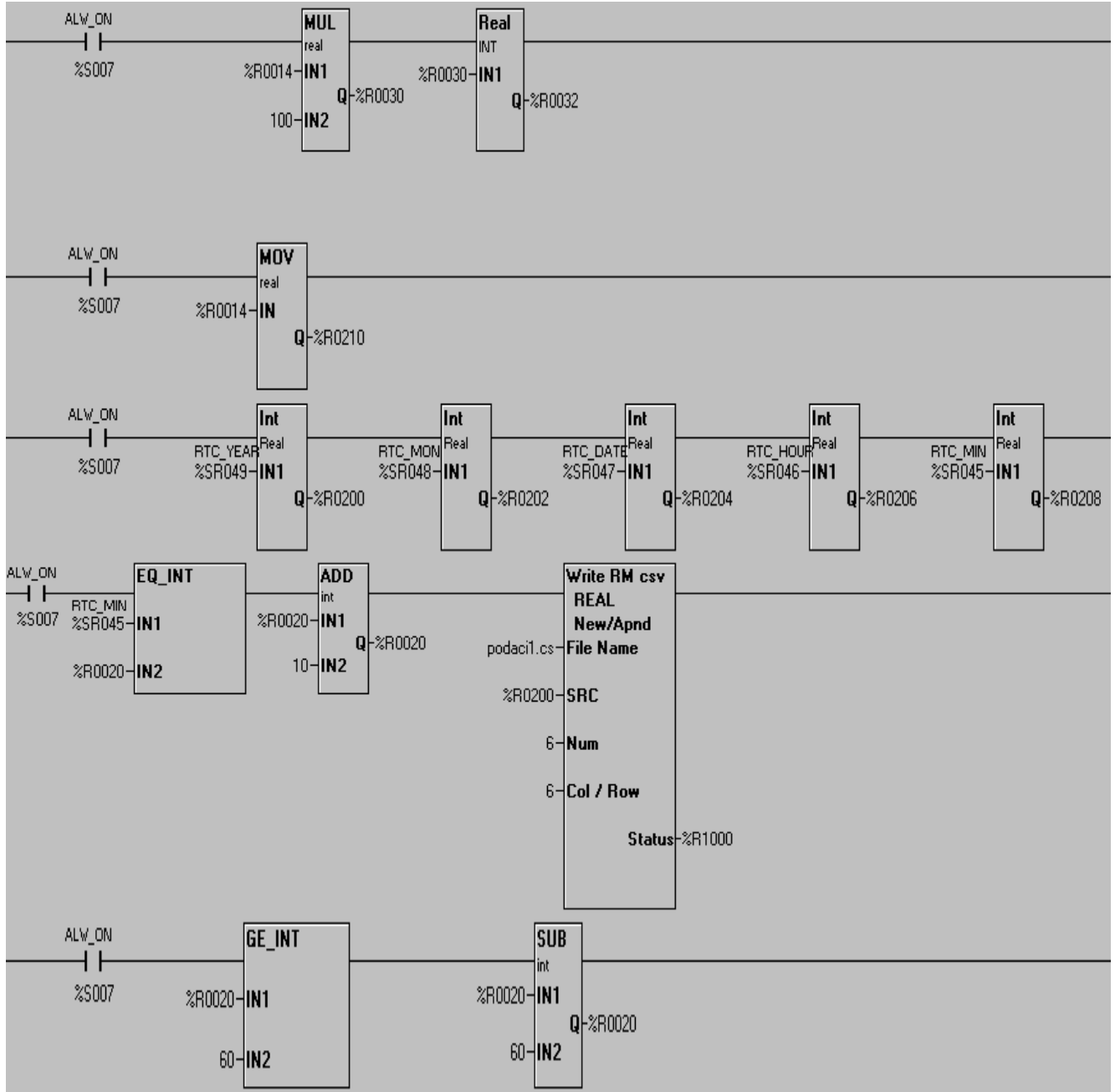
## Upis vrednosti nivoa u microSD memorijsku karticu

Na slici 3.7 je prikazan deo *ladder* koda za upis u memorijsku karticu trenutnog nivoa u tanku zajedno sa vremenom upisa. Format jednog reda upisa je:

*Godina:Mesec:Dan:Čas:Minut:Nivo u metrima*

Podaci se u karticu upisuju u fajl formata *.scv (comma separated values)*. Fajlove u ovom formatu podržava Excel ili bilo koji drugi program za rad sa tabelama (*spreadsheets*). Na kartici je potrebno napraviti prazan Excel fajl i sačuvati ga kao *.scv* format.

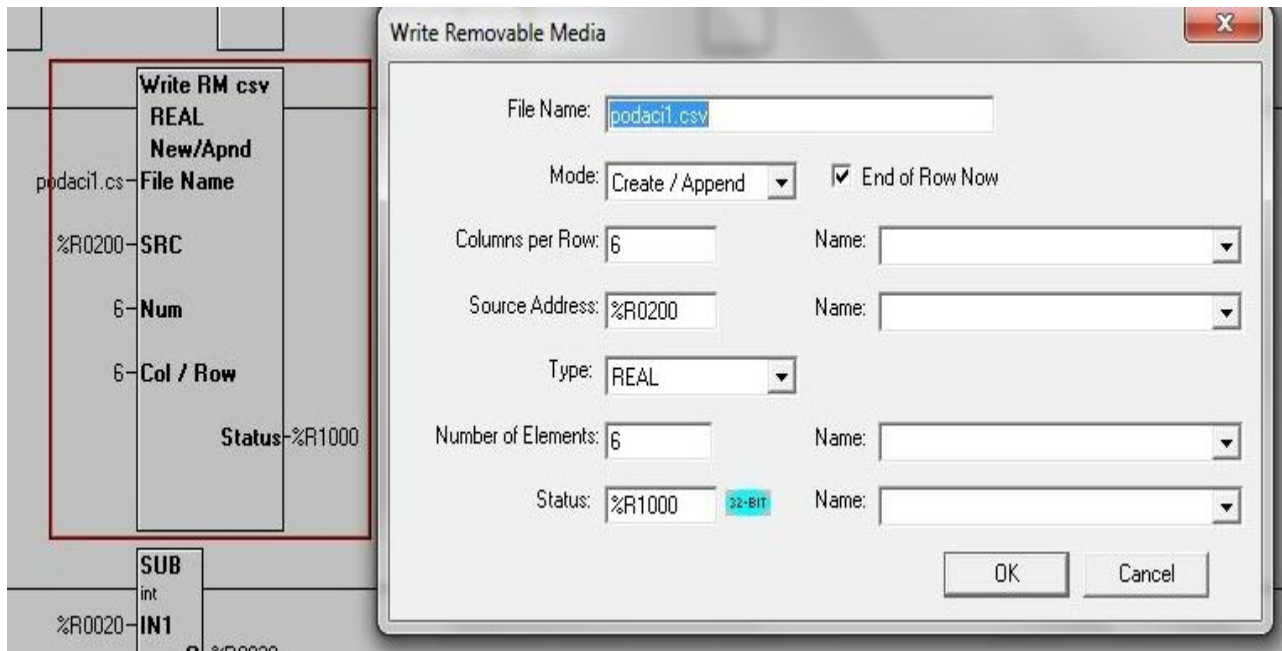
Svaki zapis u ovom fajlu predstavlja jednu liniju teksta. Polja unutar zapisa se razdvajaju znakom zareza (*,*). U našem slučaju jedan zapis je linija *Godina,Mesec,Dan,Čas,Minut,Nivo u metrima*, i sastoji se iz 6 polja. U Excel-u je svako polje jedna ćelija. Fajl se može otvoriti iz Excel-a, i u njemu će biti podaci u redovima, gde je svaki red u formatu gore.



Slika 3.7

Za upis u .scv fajl postoji funkcionalni blok *Write Removable Media*, koji je prikazan na slici 3.8. U dijalogu ovog bloka se prvo upiše ime fajla na SD kartici u koji se upisuje (podaci1.scv). Mod rada je *Create/Append*, što znači da će se fajl prvo kreirati ukoliko ne postoji, ili će se vršiti upis na kraj fajla ukoliko fajl postoji. Sledeće polje *Columns per Row* definiše koliko će se elemenata upisati u jedan red u Excel fajlu pre započinjanja

novog reda. U našem slučaju u jedan red u Excel scv fajl će se upisati svih 6 podataka. *Source Adress* definiše početni registar kontrolera koji se upisuje (%R0200, gde se nalazi prvo polje *Godina*), a *Number of Elements* polje ima vrednost 6. Tip podataka koji se upisuju je REAL, zbog podatka nivoa. Opcija *End of Row Now* je čekirana, što znači da se po upisu prelazi u novi red u tabeli, i tu će početi novi upis.



Slika 3.8

Podaci se na fajl u kartici upisuju na svakih 10 minuta. Sistemski registri kontrolera %SR čuvaju trenutne podatke o vremenu. Ovi registri tipa celobrojnih podataka se prvu konvertuju u realne podatke zbog formata upisa (linija 3 na slici 3.7).

U registru %R0020 se čuva vrednost minute kada je potrebno izvršiti upis. Kada trenutni minut (registar %SR045) dostigne ovu vrednost što se proverava funkcijskim blokom za ispitivanje jednakosti EQ\_INT, aktivira se trigger za upis na *Write RM* bloku, i istovremeno se povećava %R0020 za vrednost 10 za sledeći upis. Zadnja linija koda vraća registar minuta upisa %R0020 u dozvoljeni opseg ukoliko je po dodavanju 10 (min) prešao vrednost 60.

## 4. LITERATURA

- 1) MAN0878-03 *User Manual for XLt/Xle*, dostupan na <http://www.hornerapg.com/en/products>
- 2) Dokument 134009\_eng, Datasheet Ultrasonic Sensor Pepperl-Fuchs UB6000-F42-I-V15, dostupan na <http://www.pepperl-fuchs.com> u delu *Factory Automation*
- 3) *Help* dokument u *Cscape* programskom paketu
- 4) *Training manuals for Cscape and OCSs*, dostupno na <http://www.hornerapg.com/distributorcentre/training.aspx>

Kontakt:

Borislav Dugošija

- > Momentum d.o.o.
- > Kralja Petra I 48
- > 22000 Sremska Mitrovica
- > Serbia
- > Tel/Fax: +381 22 625 010
- > [momentum@eunet.rs](mailto:momentum@eunet.rs)
- > [bdugosija@momentum-automation.com](mailto:bdugosija@momentum-automation.com)