

Prenova sistema za signalizacijo alarmov v hidroelektrarni

Matjaž Zorn

Mentor: red.prof. dr. Gašper Mušič

**Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, Tržaška 25, 1000 Ljubljana
matzorn@gmail.com, gasper.music@fe.uni-lj.si**

Redesign of an alarm signaling system in a hydroelectric power plant

The article contains the design and the implementation of the new alarm signalization in the Solkan hydroelectric power plant. Herein are presented all the hardware, electric plans, controllers program, application on the operating panel and the software of the new alarm signalization that has been used in the project. The EPLAN software tool has been used for plans designing meanwhile the controller programming has been realized through the Siemens Step 7 software package. The

Kratek pregled prispevka

Članek obravnava načrtovanje in izvedbo prenove sistema za signalizacijo alarmov v hidroelektrarni Solkan. Predstavljeni so vsi deli projekta nove alarmne signalizacije: strojna oprema, električni načrti, program v krmilniku, aplikacija v operaterskem panelu in vsa programska oprema, uporabljena v projektu. Za projektiranje načrtov je bilo uporabljeno programsko orodje EPLAN. Programiranje krmilnika je potekalo preko Siemensovega programskega paketa Step 7. Aplikacija za operaterski panel je bila izdelana preko WebOP Designerja.

1 Uvod

Namen projekta je bil načrtovanje in izvedba prenove sistema za signalizacijo alarmov v hidroelektrarni Solkan (v nadaljevanju: HE Solkan). Delo na novi alarmni signalizaciji je obsegalo izdelavo načrtov, programiranje krmilnika in operatorskega panela ter izvedbo. Za izdelavo je bila uporabljena naslednja programska oprema: EPLAN za risanje elektro-načrtov, Simatic Step 7 za programiranje krmilnika in WebOP Designer za programiranje operatorskega panela.

2 Opis obstoječe alarmne signalizacije skupnih naprav

V elektrarni je vgrajena lokalna alarmna signalizacija skupnih naprav z namenom opozarjanja na morebitne napake in izredne dogodke pri delovanju elektrarne. Za alarmno signalizacijo skupnih naprav je bila uporabljena alarmna signalizacija JAL 800, ki signalizira alarme s hupo in 110 lučkami. Vsaka lučka signalizira svoj alarm, kot na primer: alarm za visoko temperaturo agregata, izpad napetosti, previsok nivo vode, okvara razsmernika, požar v elektrarni, nizek nivo olja v agregatu itd.. Zraven hupe in lučk ima še tri tipke: za kvitiranje hupe, potrditev alarma in testiranje alarmne signalizacije. Na napravi je še preklopnik, ki ročno izklopi hupo in samo signalizacijo. Zaradi starosti alarmne signalizacije njena oprema ni več dobavljiva in v primeru izpada je ni možno več usposobiti. Zato je bila potrebna njena prenova. Zunanji del stare signalizacije prikazuje slika 2.1. Slika 2.2 prikazuje notranjost stare alarmne signalizacije.

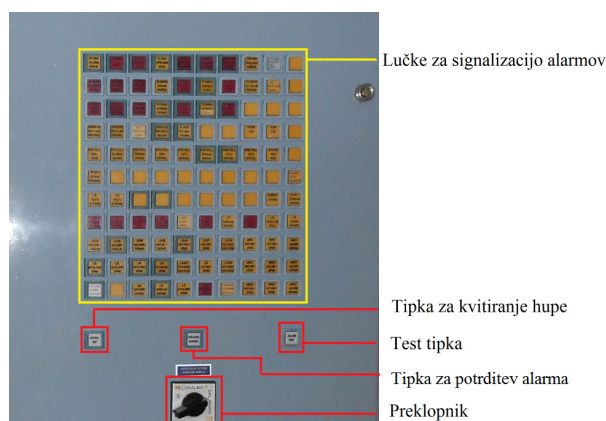
3 Strojna oprema nove alarmne signalizacije

Nova alarmna signalizacija uporablja za možgane krmilnik. Pri snovanju signalizacije se je odločalo med dvema možnostma:

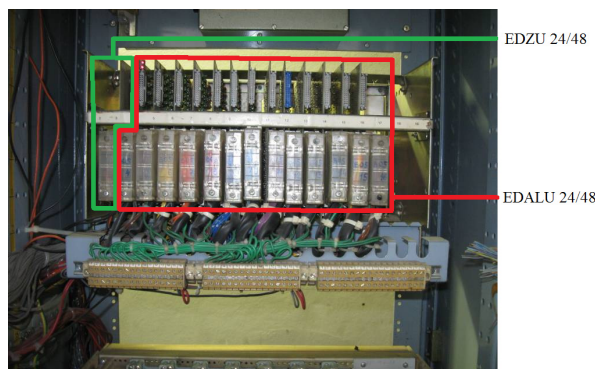
- uporaba obstoječih signalnih lučk ali
- uporaba operatorskega panela in ene signalne lučke.

Izdelan je bil stroškovnik ene in druge možnosti. Izbran je bil cenovno ugodnejši operatorski panel in ena signalna lučka. Njegova cena je glede na ceno izhodnih modulov, ki so potrebni za prižiganje lučk, nižja. Druga prednost je tudi krajši čas izvedbe montaže. V novi alarmni signalizaciji so ohranjene še nekatere komponente iz stare alarmne signalizacije (hupa, tipke).

Izgled nove alarmne signalizacije prikazujeta sliki 3.1 in 3.2.



Slika 3.1: Signalizacija JAL 800.



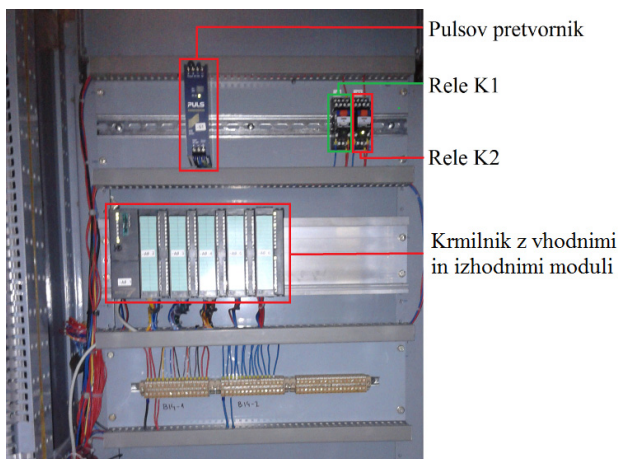
Slika 3.2: Notranjost alarmne signalizacije.

Za izdelavo alarmne signalizacije je uporabljena naslednja strojna oprema:

- Krmilnik 314-2BG03 znamke Vipa;
- Digitalni vhodni moduli 321-1BL00;
- Digitalni izhodni modul 322-1BH01;
- Operatorski panel WebOP 2070T;
- Pulsov pretvornik CD5.242.



Slika 3.3: Zunanji del nove alarmne signalizacije.



Slika 3.4: Notranji del nove alarmne signalizacije.

3.1 Krmilnik

Jedro celotnega sistema predstavlja centralna procesna enota (krmilnik), ki je podobna računalniku za splošno uporabo, vendar ima za razliko od njega večje število vhodov in izhodov, zdrži velike temperaturne razpone, vibracije in udarce ter ni občutljiva na električni hrup. Glede na zahtevnost naloge, ki jo krmilnik opravlja, je pri vsaki seriji krmilnikov na voljo več različnih procesorjev. V tem projektu je uporabljen krmilnik VIPA 314-2BG03 [3], ki skrbi za procesiranje, obdelovanje in dograjevanje podatkov. Krmilnik sodi med krmilnike serije 300S in predstavlja srednje cenovno zmogljivostno skupino izdelkov za avtomatizacijo krmilnih in regulacijskih strojev in procesorjev. Krmilnik je tudi združljiv s

Siemensovo strojno in programsko opremo. Uporabljen krmilnik je modularen. Njegova zgradba zelo fleksibilna saj omogoča, da lahko po potrebi dodajamo vhodne in izhodne module. Uporabljeni so štirje digitalni vhodni moduli 321-1BL00 in digitalni izhodni modul 322-1BH01. Moduli v novi alarmni signalizaciji imajo tudi vgrajene svetleče diode, ki omogočajo signaliziranje prisotnosti signalov.

3.2 Operaterski panel

Operaterski panel WebOP 2070T [5] je na dotik občutljiv zaslon, ki se uporablja direktno ob procesu. Primeren je za groba (onesnažena) industrijska okolja, kjer se ga vgrajuje v krmilne omare. Operaterski panel je lahko s krmilnikom povezan preko večtočkovnega vmesnika (MPI) ali preko vodila Ethernet. Programiranje panela z računalnikom lahko poteka preko prej naštetih povezav in z USB-povezavo. Njegovo projektiranje pa poteka na programirni napravi s programom WebOP Designer. Prednosti takšnih vrst panelov so: enostavno rokovanje, kratki uvajalni roki in velika varnost delovanja.

3.3 Pretvornik

V omarah alarmne signalizacije je potreben DC-pretvornik, ker je v omaro dovedena napetost 48 V. Krmilnik, moduli in operaterski panel pa delujejo z napetostjo 24 V. V tem projektu je za napajanje uporabljen Pulsov pretvornik CD5.242.

4 Programa EPLAN

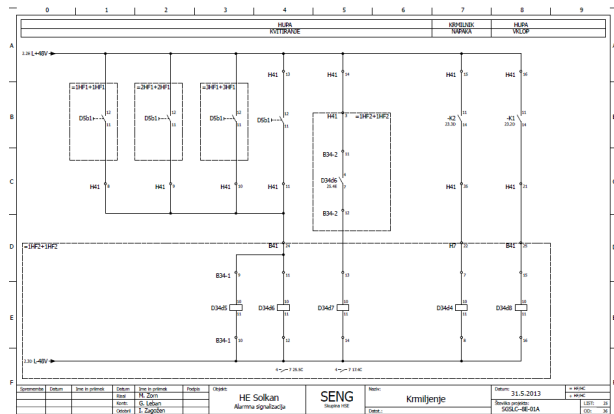
Program EPLAN [9] je profesionalno orodje za elektro projektiranje. Omogoča fleksibilno delovno okolje za vse faze planiranja projekta, inženiringa, razvoja, izdelave dokumentacije in vzdrževanja. Poleg skupne baze podatkov ponuja platforma tudi skupne osnovne funkcije, kot so: grafični editor (za izdelavo elektro shem, fluidnih in P&I diagramov, itd.), urejevanje uporabniških pravic, sprotno prevajanje tekstov v tuje jezike ter pregled dokumentov in upravljanje z revizijami. Platforma EPLAN omogoča na podlagi API vmesnika, integracijo inženirskih orodij, ki pripadajo različnim

področjem tehnike in tudi orodij drugih proizvajalcev.

Pri projektiranju načrtov za izdelavo nove alarmne signalizacije so bile najpogosteje uporabljene sledeče funkcije programa EPLAN:

- Kreiranje projekta: izdelava novega projekta.
- Uporaba mreže: uporablja se za lažje postavljanje in povezovanje elementov.
- Vstavljanje simbolov: izbira s seznama simbolov in vstavljanje simbola v načrt.
- Arhiviranje projekta: po dokončanju projekta, odpravi vseh napak in vnosu popravkov je projekt priporočljivo arhivirati

- Krmiljenje: je prikazana signalizacija napake krmilnika, vklop hupe in kvitiranje hupe (slika 4.1). Hupa se lahko vključi in kvitira tudi preko alarmnih signalizacij drugih omar. Zato je kvitiranje hupe signalizirano na krmilnik preko kontakta releja, ki kvitira hupo



Slika 4.1: Načrt krmiljenje.

4.1 Vežalne sheme alarmne signalizacije

Načrti projekta nove alarmne signalizacije so projektirani za omaro HF/HC. V njih so vključeni tudi deli elementov, ki so v drugih omarah. Načrti se delijo na:

- Razvod enosmerne napetosti: izdelan je v dveh načrtih. Prvi načrt prikazuje razvod napetosti 48 V v omaro HF/HC. Drugi načrt pa napajanje vhodne in izhodne module, krmilnik in operatorski panel preko Pretvornik 48 V/24 V.
- Napajanje krmilnika: prikazuje povezavi napajanja krmilnika in operatorskega panela ter povezavo Ethernet med njima.
- Digitalni izhodi: prikazujejo povezave lučke, releja za vklop hupe in releja za napako krmilnika z izhodnim modulom krmilnika.
- Digitalni vhodi: prikazujejo naslednje povezave z vhodnimi moduli: tipke za potrditev alarmov, tipke za testiranje alarmne signalizacije, kontakti relejev, ki signalizirajo alarme in kontakt releja, ki kvitira hupo.

5 Programska oprema SIMATIC Step 7

Step 7 [7] je programska in konfiguracijska oprema za krmilnike SIMATIC S7. Sestavlja jo več posameznih aplikacij, kjer vsaka od njih opravlja določeno funkcijo. Tako so na voljo funkcije, ki se uporabljajo od začetka ustvarjanja projekta do njegovega zaključka.

Funkcije so razdeljene v naslednje skupine:

- funkcije za konfiguracijo strojne opreme,
- funkcije za konfiguracijo omrežij,
- funkcije za programiranje,
- funkcije za testiranje in servisiranje,
- funkcije za dokumentiranje in arhiviranje.

Glavni grafični vmesnik pri programski opremi Step 7 je SIMATIC Manager [7]. Ta zbere iz različnih aplikacij vse potrebne podatke za oblikovanje projekta kot celote. Znotraj samega projekta so podatki razdeljeni glede na funkcijo in so predstavljeni kot objekti. Kadar se želi delati s posameznim projektom, se aktivira tudi ustrezno orodje za delo z objektom.

Za programiranje krmilnika sta na razpolago dva načina:

- direktni vnos programa v centralno enoto (on-line programiranje) in
- programiranje pomnilnega modula v programirni napravi brez povezave z avtomatizirano napravo.

Programski jezik Step 7 dovoljuje programiranje s tremi programskimi jeziki, ki so značilni za pomnilniško programirljiva krmilja. Ti jeziki so:

- funkcijski blokovni diagram – FBD (*Function Block Diagram*),
- lestvični diagram – LAD (*Ladder Logic*),
- ukazna lista – STL (*Statement List*).

Processor izvaja program linearno po stavkih, kot so vpisani. Celoten uporabniški program je razdeljen na bloke. Blok je del programa, ki se razlikuje od preostalih po svoji funkciji, nalogi in prioriteti. Loči se sedem tipov različnih blokov:

- sistemski bloki (SFB, SFC, SDB),
- podatkovni bloki (DB),
- funkcije (FC),
- funkcijski bloki (FB),
- organizacijski bloki (OB).

5.1 Konfiguracija krmilnika

Pred začetkom pisanja programa v programu Step 7 je potrebno konfigurirati celotni sistem. Najlažje se sestavi projekt z uporabo čarovnika (Wizard). Tu se določi krmilnik, katerega se bo uporabljalo, katere organizacijske bloke se vključi v projekt in jezik, ki se bo uporabljal za programiranje. Po uspešnem kreiranju novega projekta se odpre glavno okno SIMATIC Manager. Tu lahko dostopamo do orodij za konfiguriranje strojne opreme in podprogramov za nastavitve, odpiranje oken za pisanje programa, urejanje simbolne tabele in ustvarjanje VAT-tabele.

5.2 Program na krmilniku

Program na krmilniku izvaja v treh funkcijah:

- preslikava vhodov in izhodov,
- signalizacija alarmov z lučjo in hupo,
- signalizacija alarmov na HMI.

5.2.1 Preslikava vhodov in izhodov

Funkcija »Preslikava vhodov in izhodov« enostavno preslika vse digitalne vhode in izhode krmilnika v podatkovni blok z imenom »DB_IO_PRESLIKAVE«. Preslikava ni nujno potrebna, omogoča pa hitrejšo prilagajanje programa v primeru, da se krmilniku doda nove vhodne ali izhodne signale. Spremenljivke v podatkovnem bloku so uporabljene tudi na HMI panelu kot indikatorji stanja alarma.

5.2.2 Signalizacija alarmov z lučjo in hupo

Funkcija »Signalizacija alarmov z lučjo in hupo« aktivira hupo in lučko glede na prisotnost alarmov. Ko kateri od alarmov prispe funkcija hupo aktivira in postavi lučko v utripajoče stanje. Kadar alarme potrdimo ter so alarmi še vedno prisotni bo funkcija hupo ugasnila in lučko pustila vključeno, če alarmov ni več ugasne hupo in lučko. V primeru da alarmi izginejo pred potrditvijo bo funkcija še vedno pustila hupo vključeno in lučko v utripajočem stanju.

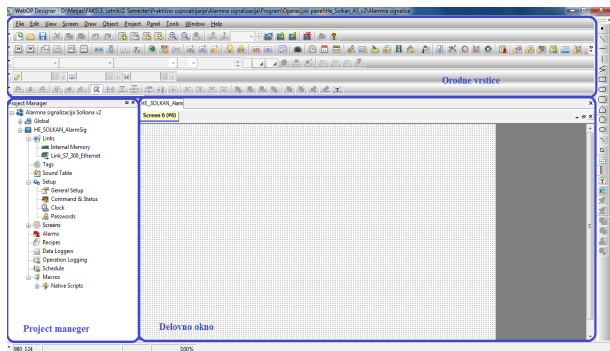
5.2.3 Signalizacija alarmov na HMI

Funkcija »Signalizacija alarmov na HMI« spreminja stanja spremenljivk v podatkovnih blokih »DB_ALARMI_PRESLIK_HMI« in »DB_STRANI_HMI«. V prvem podatkovni blok označujejo prisotnost posameznega alarma, drugi pa označuje prisotnost alarma v kateri od straneh alarmov na HMI panelu. Tako bomo stanja spremenljivk v podatkovnih blokih in preko njih obarvamo imena posameznih alarmov in tipke posameznih strani alarmov. Ob prihodu katerega od alarmov se nam obarva njegovo ime in tipka strani na kateri je prisoten

na HMI panelu. Obarvano ostane dokler se alarm ne izginge in ga nato potrdimo.

6 Programska oprema WebOP Designer

Operaterski panel je programiran s programom WebOP Designer [10], ki se ga uporablja za vizualizacijo operaterskih panelov ADVANTECH. Je enostaven za uporabo, saj omogoča izdelavo strani z vnaprej pripravljenimi elementi, teksti in okenci za vnašanje parametrov. Omogoča tudi risanje in vnos drugih elementov, kateri niso uporabljeni v knjižnicah. Pri vsakem projektu je potrebno izbrati tip operaterskega panela, za katerega se ustvari aplikacijo. Omogoča tudi zaščito posameznih delov programa z geslom, kar onemogoča nepooblaščenim uporabnikom dostop do funkcij, ki so namenjene administratorjem. Osnoven prikaz uporabniškega okna je prikazan na sliki 6.1.



Slika 6.1: Osnovno uporabniško okno v WebOP Designerju.

6.1 Izdelava aplikacije za operaterski panel

Na začetku izdelave aplikacije se najprej izbere tip operaterskega panela, katerega se bo uporabljalo. Nato dobimo prazno stran aplikacije v delovnem oknu, v katero preko orodne vrstice vnašamo elemente, ki se bodo prikazovali na zaslonu.

6.1.1 Spremenljivke

WebOP Designer za komunikacijo med operaterskim panelom in krmilnikom uporablja spremenljivke. Ločimo dve vrsti spremenljivk: Spremenljivke, ki so shranjene na pomnilniških lokacijah v krmilniku in so v bistvu preslikava s

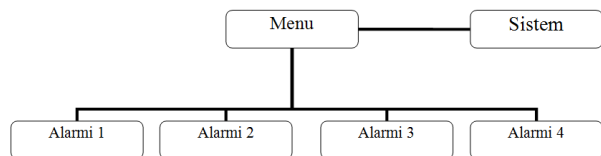
krmilnika na panel. Na tak način so signalizirni alarmi na panelu. Spremenljivke, ki so shranjene na operaterskem panelu in so uporabljene za razne izračune.

6.1.2 Povezava s krmilnikom

Z vzpostavitvijo povezave med operaterskim panelom in krmilnikom je omogočeno komuniciranje med njima. Operaterski panel WebOP 2070T lahko komunicira preko povezave MPI ali pa povezave Ethernet. V našem primeru je bila vzpostavljena Ethernet povezava. V programu Simatic Step 7 se pri konfiguraciji strojne opreme dodeli IP-naslov krmilnika. IP-naslov operaterskega panela se lahko nastavi ročno na panelu. V WebOP Designerju se nastavi še povezavo, s katero bo operaterski panel zaznal krmilnik. V našem primeru smo vpisali IP-naslov krmilnika.

6.2 Aplikacija na operaterskem panelu

Namen aplikacije na operaterskem panelu je signalizacija vseh alarmov skupnih naprav. Organizacija zaslonov aplikacije je prikazana na sliki 6.2. Aplikacija se začne z zaslonskim prikazom »Menu«, preko katerega se lahko vstopi v vse ostale zaslonske prikaze.



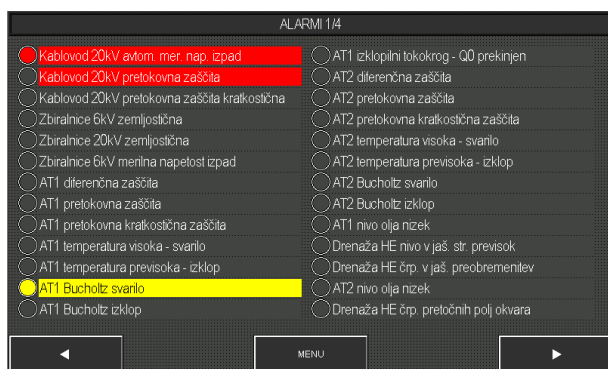
Slika 6.2: Organizacija zaslonskih prikazov.

6.2.1 Menu

Menu je zaslonski prikaz, ki se prikaže ob vključitvi sistema. Prikazuje naslovno vrstico z napisom »Menu« in tipke za izbiro zaslonskih prikazov. Tipke Alarmi 1, 2, 3 in 4 signalizirajo alarme, te tipke se obarvajo v rdeče, če zaznajo, da je na njihovi strani prisoten alarm. Tipka »Setup« odpre zaslonski prikaz za spreminjanje nastavitvev panela, to je edina tipka, katera zahteva geslo pred vstopom. Tipka »Vizitka« odpre okno z vizitko.

6.2.2 Alarmi

Zaslonski prikazi Alarmi 1, Alarmi 2, Alarmi 3 in Alarmi 4 se uporabljajo za signalizacijo alarmov in vsi štirje prikazi delujejo na isti način. Na njih so prikazane: tipke za navigacijo med stranmi alarmov, tipka za vstop v glavni meni, naslovna vrstica in seznam alarmov, ki so signalizirani z indikatorjem in napisom. Indikator je sive barve, ko alarm ni aktiven. Kadar je alarm aktiven, se obarva v rdečo ali v rumeno barvo, odvisno od alarma. Ozadje napisa alarma se obarva rdeče ali rumeno, ko je alarm aktiven, kadar alarm ni aktiven in je bila pritisnjena tipka za potrditev alarma, se njegovo ozadje spremeni nazaj v sivo barvo. Slika 6.3 prikazuje zaslonski prikaz Alarmi 1.



Slika 6.3: Zaslonski prikaz alarmov.

1.1.1 Sistem

Zaslonski prikaz Sistem je namenjen administratorjem, zato se pred vstopom v zaslonski prikaz Sistem prikaže tipkovnica za vnos gesla. Po pravilnem vnosu gesla se odpre zaslonski prikaz Sistem. Tu je prikazana naslovna vrstica, tipka za vrnitev v glavni meni, tipka za vklop in izklop zvoka panela, tipki za potemnitev in osvetlitev zaslona, tipka za shranjevanje kontrasta in tipka za vstop v način *panel setup*.

7 Zaključek

Namen projekta je bil načrtovanje in izvedba prenove sistema za signalizacijo alarmov v

hidroelektrarni. Nova alarmna signalizacija zajame alarme v krmilnik, ki jih nato signalizira z eno lučko, hupo in operatorskim panelom. Tipke stare signalizacije imajo na novi še zmeraj isto funkcijo. Vgraditev DC-pretvornika 48 V/24 V je bila potrebna, ker novo vgrajena oprema deluje na napajalni napetosti 24 V, dovodna napetost pa je 48 V. Projekt je bil dokaj obsežen in je zahteval nekaj časa za realizacijo. Precej časa je vzelo risanje načrtov, programiranje krmilnika in operatorskega panela. Alarmna signalizacija je vgrajena v HE Solkan in še vedno obratuje.

8 Literatura in viri

- [1] G. Mušič, Računalniško vodenje procesov, Praktikum, Založba FE in FRI, Ljubljana, 2009.
- [2] Fakulteta za elektrotehniko, Študijsko gradivo pri predmetu Računalniško vodenje procesov, <http://msc.control.fe.uni-lj.si/StraniPredmetov.asp?predmet=19/> (31. Maj 2013).
- [3] Vipa (31. Maj 2013), <http://www.vipastore.com/>
Vipa krmilnik CPU 314-2BG03 manual, http://www.sds-automatyka.pl/pliki/vipa_300s/HB140E_cpu_314-2BG03_12-51.pdf/ (31. Maj 2013).
- [4] Advantech, <http://www.advantech.com/> (31. Maj 2013).
- [5] Spletna stran Wikipedia, Programmable logic controller, https://en.wikipedia.org/wiki/Programmable_logic_controller/ (31. Maj 2013).
- [6] Programiranje v avtomatiki – Glamnik, http://visjasolaravne.si/starastran/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=266&Itemid=39 (31. Maj 2013).
- [7] Eplan navodila za uporabnike, <http://eplanforum.exor-eti.si/pictures/NavodilaZaUporabnike.pdf/> (28. jul. 2013).
- [8] Eplan, <http://www.exor-eti.si/si/eplan-products/> (28. jul. 2013).
- [9] Software User Manual for WebOP Designer, <http://www.advantech.com/webop/downloads.aspx/> (28. jul. 2013).