

# Automatizacija kotlovnice na piljevinu

---

**Hrženjak, Stjepan**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2016**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Technical College in Bjelovar / Visoka tehnička škola u Bjelovaru**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:144:795972>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-05**



*Repository / Repozitorij:*

[Digital Repository of Bjelovar University of Applied Sciences](#)



**VISOKA TEHNIČKA ŠKOLA U BJELOVARU**

ZAVRŠNI RAD br: 10/MEH/2016

# **Automatizacija kotlovnice na piljevinu**

Stjepan Hrženjak

Bjelovar, rujan 2016.

**VISOKA TEHNIČKA ŠKOLA U BJELOVARU**

ZAVRŠNI RAD br: 10/MEH/2016

# **Automatizacija kotlovnice na piljevinu**

Stjepan Hrženjak

Bjelovar, rujan 2016.



**Visoka tehnička škola u Bjelovaru**

**Trg E. Kvaternika 4, Bjelovar**

## 1. DEFINIRANJE TEME ZAVRŠNOG RADA I POVJERENSTVA

Kandidat: **Hrženjak Stjepan**

Datum: 29.06.2016.

Matični broj: 000971

JMBAG: 0314009581

Kolegij: **AUTOMATIZACIJA STROJEVA I UREĐAJA II**

Naslov rada (tema): **Automatizacija kotlovnice na piljevinu**

Mentor: **dr.sc. Igor Petrović**

zvanje: **viši predavač**

Članovi Povjerenstva za završni rad:

1. mr.sc. Stjepan Golubić, predsjednik
2. dr.sc. Igor Petrović, mentor
3. Zoran Vrhovski, mag.ing.el.techn.inf, član

## 2. ZADATAK ZAVRŠNOG RADA BROJ: 10/MEH/2016

U radu je potrebno:

- opisati kotao za pripremu tople vode sa piljevinom kao gorivom sirovinom
- izraditi dokumentaciju za prijedlog rješenja kotlovnice na piljevinu
- opisati potrebe na automatizaciju stroja za kotlovnice na piljevinu
- izraditi prototip kotlovnice na piljevinu
- puštanje u rad kotlovnice na piljevinu
- prikazati i analizirati rezultate kotlovnice na piljevinu u radu

Zadatak uručen: 29.06.2016.

Mentor: **dr.sc. Igor Petrović**



Ovom prilikom htio bih se zahvaliti svim profesorima i asistentima VTŠBJ na prenesenom znanju, korisnim savjetima i praktičnim primjerima iz strojarstva, računalstva i elektrotehnike. Zahvaljujem se mentoru dr.sc. Igoru Petroviću na pomoći i korisnim savjetima prilikom izrade ovog završnog rada. Posebno hvala mojoj djevojci i mojoj obitelji na moralnoj i financijskoj potpori prilikom studijskog obrazovanja.

## Sadržaj

<b>Uvod</b> .....	<b>1</b>
<b>1. Opis rada</b> .....	<b>2</b>
1.1. <i>Kotao za pripremu tople vode sa piljevinom kao gorivom sirovinom</i> .....	2
1.2. <i>Korištenje upravljačkog sustava</i> .....	3
<b>2. Opis dijelova prototipa kotlovnice na piljevinu</b> .....	<b>4</b>
2.1. <i>Kotao</i> .....	4
2.2. <i>Dozator i miješalica</i> .....	5
2.3. <i>Ventilator mali i veliki</i> .....	6
2.4. <i>Pumpa vode</i> .....	7
2.5. <i>Hladnjak</i> .....	8
<b>3. Opis dijelova upravljačkog panela</b> .....	<b>9</b>
3.1. <i>FID sklopka</i> .....	9
3.2. <i>Osigurači</i> .....	9
3.3. <i>Napajanje PM1207</i> .....	10
3.4. <i>PLC Siemens S7-1200</i> .....	10
3.5. <i>Releji i podnožja</i> .....	11
3.6. <i>Napajanje 300 W</i> .....	12
3.7. <i>Pretvarač otpora i PT100 sonda</i> .....	12
<b>4. Upravljanje sustavom</b> .....	<b>15</b>
4.1. <i>Svojstva PLC-a</i> .....	16
4.2. <i>Arhitektura PLC-a</i> .....	16
4.3. <i>Princip rada PLC-a</i> .....	17
4.4. <i>PLC Siemens S7-1200</i> .....	18
<b>5.TIA Portal</b> .....	<b>20</b>

<b>6. Program za upravljanje kotlovnicom.....</b>	<b>22</b>
6.1. <i>Popis korištenih ulaza i izlaza PLC-a .....</i>	22
6.2. <i>Popis korištenih tag-ova.....</i>	22
6.3. <i>Opis programa.....</i>	23
<b>7. Vizualizacija sustava za upravljanje.....</b>	<b>33</b>
7.1. <i>Opis SCADA sustava za prototip kotlovnice sa piljevinom kao gorivom sirovinom</i>	34
<b>8. Prikaz i analiza rezultata .....</b>	<b>37</b>
<b>9. Zaključak.....</b>	<b>42</b>
<b>10. Literatura .....</b>	<b>43</b>
<b>11. Sažetak.....</b>	<b>44</b>
<b>12. Abstract .....</b>	<b>45</b>
<b>Privitak .....</b>	<b>48</b>

## Uvod

U današnje vrijeme sve je češći naglasak na obnovljive izvore energije, zaštitu okoliša i štedljivo trošenje prirodnih resursa. Razlog svemu tome je smanjenje onečišćenja Zemlje te njeno očuvanje. U obnovljive izvore energije spadaju vodne snage, (energija vodotokova, morskih struja i valova, plime i oseke), biomasa (i bioplin, uključujući i drvo i otpatke), energija Sunčeva zračenja, energija vjetra. Navedena podjela opisana je u literaturi [1]. U ovome radu govori se o automatiziranoj peći na piljevinu. Piljevina je nusprodukt obrade drva (brušenja, piljenja, bušenja...). Većinom se taj nusprodukt zanemario te nedovoljno iskorištavao. Kako se šumarstvo ekološki okrenulo planskoj sječi drveća, radi njegovog sačuvanja, njegova cijena je nešto porasla. Grijanje se pretežito temelji na sagorijevanju zemnog plina i drveća, njihova potražnja je sve veća, a ujedno i cijena. Tu dolazi do korištenja drugih načina i mogućnosti grijanja. Kao jedan od načina, u ovome radu ističe se automatizirana peć na piljevinu kao gorivom sirovinom. Njen se jednostavan princip odvija prema „vatrogasnom trokutu“. Vatrogasni trokut govori da za vatru je potrebna toplina, zrak i goriva tvar. U ostatku ovoga rada se detaljno objašnjava pojedini dio ove kotlovnice kao i njegova funkcija. Govori se o potrebnima električnim i elektroničkim uređajima za rad ovoga postrojenja. Ovaj sustav je poseban po tome što je automatiziran, odnosno čovjekova potreba za radom nad njime je veoma smanjena. Automatizacija je izvedena pomoću programabilnog logičkog kontrolera te sustava za prikupljanje, upravljanje i prikazivanje podataka u industrijskim pogonima.

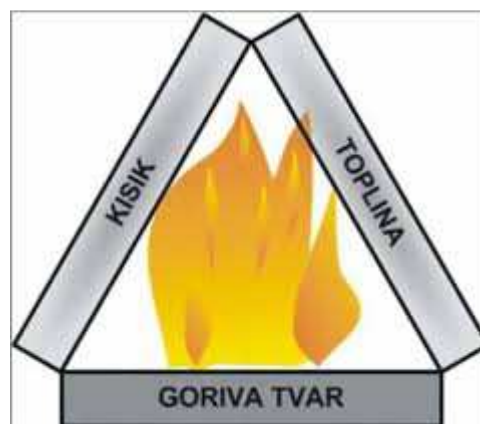


## 1. Opis rada

Kotlovnica na piljevinu kao gorivom sirovinom koristi se u sve većem broju. Razlog tome je iskorištavanje resursa koji su nekoć služili kao otpad. Pomoću nje moguće je grijati zrak, vodu ili neki drugi medij. Primjer potrebe zagrijanoga zraka možemo vidjeti kod sušara za žitarice čija je svrha smanjivanje vlage žitarica kako ne bi došlo do njihovoga propadanja. Zagrijavanje vode najčešće je potrebno kod centralnih grijanja. Zagrijana voda na taj način grije kuću ili neki drugi objekt.

### 1.1. Kotao za pripremu tople vode sa piljevinom kao gorivom sirovinom

Može se reći da je kotao centar ovoga sustava. U njemu se odvija sagorijevanje gorivog materijala te zagrijavanje vode. Potrebno je da je izrađen od materijala otpornog na visoke temperature, u protivnom dolazi do njegovoga pucanja i taljenja. Kako bi došlo do sagorijevanja potrebno je imati zrak, toplinu te gorivu tvar. U slučaju da nema jednoga od tih triju elementa vatre neće biti. Vatra je ta koja grije spremnik u kojem se nalazi voda. Piljevina je goriva tvar koja se koristi u ovom sustavu. Razlog zašto je odabrana je njezina relativno niska cijena, jednostavno rukovanje, jednostavan transport kao i skladištenje. Nema potrebe za dodatnim pretvorbama, odnosno odmah je pogodna za stavljanje u peć. Kotao je napravljen tako da sva toplina ne ide odmah direktno u dimnjak, nego se zadržava i vrtloži. Na taj način štedi se na gorivoj sirovini te se dobiva brže zagrijavanje vode.



Slika 1.1: Vatrogasni trokut [2]

## *1.2. Korištenje upravljačkog sustava*

Korisnik odabire na vizualizacijskom sustavu željenu temperaturu vode pritiskom na tipkalo. Moguće je birati između 30°C, 50°C i 70°C. Sustav se pokreće na način da se pale ventilatori od kojih jedan služi za upuhivanje zraka u kotao, odnosno za rasplamsivanje vatre, a drugi za usmjeravanje dima u dimnjak. Dozator i miješalica pale se zajedno po principu 5 sekundi radi, 10 sekundi ne radi. Takav proces odvija se sve dok ne postigne odabranu temperaturu vode. Tada se gasi ventilatori, dozator i miješalica te se pali pumpa koja služi za cirkulaciju vode od njenog spremnika gdje se grije, do hladnjaka koji ju hladi, a i ujedno zagrijava okolni zrak što mu je i svrha. Pumpa radi po principu 15 sekundi radi, 35 sekundi ne radi. Pumpa se gasi kada temperatura vode padne ispod odabrane temperature. Tom prilikom ponovo dolazi do zagrijavanja vode po već opisanom principu. Takav proces odvija se sve do trenutka kada korisnik odabere drugu temperaturu ili pritisne tipku „ZAUSTAVI“ u vizualizacijskom sustavu.

Važno je koristiti suhu piljevinu kako bi mogla lako i u potpunosti sagorijevati. Na ovom prototipu koristi se jako sitna piljevina zbog toga što je pužni transporter puno manji nego u stvarnosti.

Samo prilikom prvog paljenja potrebno je da korisnik potpali vatru.

## 2. Opis dijelova prototipa kotlovnice na piljevinu

### 2.1. Kotao

Kotao je dio kotlovnice koji se sastoji od prostora za odlaganje pepela, spremnika za vodu, prostora za sagorijevanje piljevine i dimnjaka. Izrađen je od starog vatrogasnog aparata koji je po sastavu željezo. Kako je materijal tanak većinom je bilo potrebno CO2 zavarivanje, osim njega korišteno je još elektro-lučno zavarivanje. Obojan je specijalnom crnom mat bojom predviđenom za visoke temperature. Kapacitet spremnika za vodu je dvije litre.



Slika 2.1: Kotao za grijanje vode

## 2.2. Dozator i miješalica

Dozator pokreće elektromotor koji je preuzet iz automobilske sklopa za brisanje stakala. Kako je u spremniku piljevine dolazilo do zatrpavanja potrebna je miješalica koja to sprječava. Miješalicu, koja se nalazi u spremniku piljevine, pokreće elektromotor koji je preuzet iz akumulatorske bušilice. Spremnik piljevine je dio iskorišten iz punionice mljevenog mesa, a izrađen je od rosfraja. Ostali dijelovi kao što su nosači elektromotora i pužni transporter izrađeni su od željeznog lima, cijevi te šipki. Kapacitet spremnika za piljevinu je 250 g suhe piljevine.



Slika 2.2: Spremnik piljevine i pužni transporter



Slika 2.3: Motor za pužni transporter



Slika 2.4: Miješalica piljevine

### 2.3. Ventilator mali i veliki

Mali ventilator iskorišten je iz napajanja za računalo. On je ugrađen na dimnjak koji je dio kotla i služi za usmjeravanje dima. Veliki ventilator pokreće elektromotor koji se nalazio na autosjedalu. Propeler koji se nalazi na tome motoru iskorišten je iz mikrovalne pećnice. Uloga velikog ventilatora je rasplamsivanje vatre u kotlu te njeno vrtloženje.



Slika 2.5: Mali ventilator



Slika 2.6: Veliki ventilator

#### 2.4. *Pumpa vode*

Vodena pumpa preuzeta je iz kamp prikolice, a tamo je služila za stvaranje pritiska vode u slavini. Njen kapacitet je 4 litre vode u 1 min. Maksimalna temperatura medija koji kroz nju prolazi je 80°C.



Slika 2.7: Pumpa vode

## 2.5. Hladnjak

Uljni hladnjak koji u ovom sustavu hladi vodu, a ujedno grije okolni zrak, preuzet je iz auta. Napravljen je od aluminija zbog otpornosti na koroziju te dobre toplinske vodljivosti.



Slika 2.8: Uljni hladnjak

Prilikom izrade prototipa kotlovnice usmjerena je pozornost na dimenzije i omjere svih dijelova kako bi sustav bio što funkcionalniji.

Tablica 2.1 prikazuje radni napon te struju trošila koja se nalaze na kotlovnici. Struja je mjerena kada dozator, miješalica i pumpa vode nisu bili pod opterećenjem. Tako da napajanje mora biti nešto jače od 6,43A.

Tablica 2.1: Radni napon te struja trošila

Naziv trošila	Radni napon	Radna struja
Mali ventilator	12 V DC	0,15 A
Veliki ventilator	12 V DC	1,54 A
Dozator	12 V DC	2,90 A
Miješalica	12 V DC	0,92 A
Pumpa vode	12 V DC	0,92 A
<b>Ukupna struja</b>		<b>6,43 A</b>

### 3. Opis dijelova upravljačkog panela

#### 3.1. FID sklopka

Osnovni princip rada FID sklopke je kontroliranje ravnoteže između struje koja teče kroz nju. Ako negdje dođe do gubitka struje (dodir na masu na potrošaču), dolazi do razlike u navedenim strujama, odnosno do neravnoteže i tada dolazi do isklopa energetskog strujnog kruga.



Slika 3.1: FID sklopka [3]

#### 3.2. Osigurači

Automatski osigurači su zaštitni uređaji koji osiguravaju strujni krug električne instalacije. Pomoću njih određujemo najveću električnu struju koja može teći u električnim krugovima. Osigurač je zamišljen kao najslabija karika strujnog kruga, što znači ukoliko dođe do bilo kakvog preopterećenja, zbog velike topline, osigurač će prekinuti strujni krug.



Slika 3.2: Automatski osigurač [4]



### 3.3. Napajanje PM1207

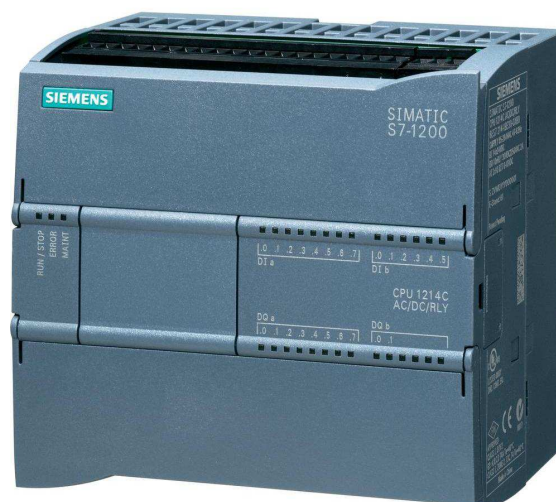
Glavna uloga je osigurati stabilan napon za rad PLC-a. Na ulazu može primiti 120V ili 230V izmjenične struje, a na izlazu daje 24V istosmjernje struje jakosti struje 2,5A. Ovaj uređaj je potreban kako bi PLC mogao raditi.



Slika 3.3: Napajanje PM1207 [5]

### 3.4. PLC Siemens S7-1200

PLC ili programabilni logički kontroler je „mozak“ cijelog sustava. U ovom projektu je korišten PLC S7-1200 CPU 1214C DC/DC/DC marke Siemens. Radni napon mu je 24V DC. Programira se u programskom jeziku Tia Portal. O njemu će se više govoriti u nastavku rada.



Slika 3.4: PLC Siemens S7-1200 [6]

### 3.5. Releji i podnožja

Svrha releja je uklop i isklop struje. U njemu se nalazi elektromagnet koji se sastoji od mnogobrojnih namotaja bakrene žice. Prilikom prolaska struje kroz žicu, stvara se magnetsko polje koje privlači kotvu. Kotva nosi na sebi električne kontakte, koji u tom procesu otvaraju ili zatvaraju strujni krug. Kada se prekine struja kroz elektromagnet on više ne privlači kotvu i ona se pomoću opruge vraća u početni položaj. Relej nudi mogućnost normalno otvorenog i normalno zatvorenog spoja. Normalno otvoren spoj drži relej uklopljenim kada mu je kotva aktivirana, a normalno zatvoren spoj drži relej uklopljenim kada mu kotva nije aktivirana. Podnožja su 11-pinska (kao i relej) i služe kao podloga releju. Oni se stavljaju na nosač te na njih spajaju žice. Releji podržavaju 10A el. struje.



Slika 3.5: Relej Elmark 10A [7]



Slika 3.6: Podnožje releja [8]

### 3.6. Napajanje 300 W

Ovo napajanje pretvara 230V AC u 12V DC, koje je ujedno i radni napon električnih uređaja prototipa kotlovnice. Kako je ukupna struja tih svih uređaja 6.43 A, potrebno je da napajanje bude jače od toga stoga je korišteno napajanje od 300 W i 15 A.



Slika 3.7: Napajanje 300W [9]

### 3.7. Pretvarač otpora i PT100 sonda

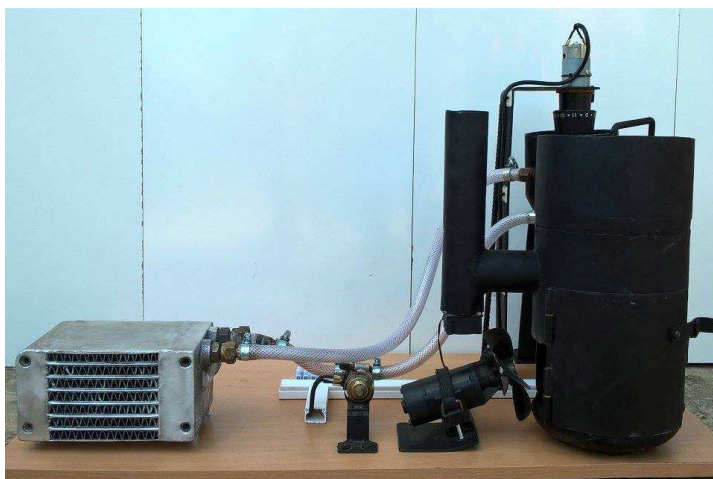
PT100 sonda ili temperaturna sonda potrebna je za očitavanje temperature. Prilikom povećanja temperature na sondi povećava se i njen otpor. Na 30° njen otpor iznosi 100 Ohma. Pretvarač otpora taj otpor pretvara u struju u rasponu od 4-20 mA. Ta struja se spaja na analogni ulaz PLC-a te se može koristiti u programu. U ovom projektu je korišten „FlexTemp“ tip 82 23-515 pretvarač otpora. Kako korišteni PLC na analogni ulaz prihvaća samo od 0-10V stavljen je otpornik od 500Ω paralelno analognom naponskom ulazu.



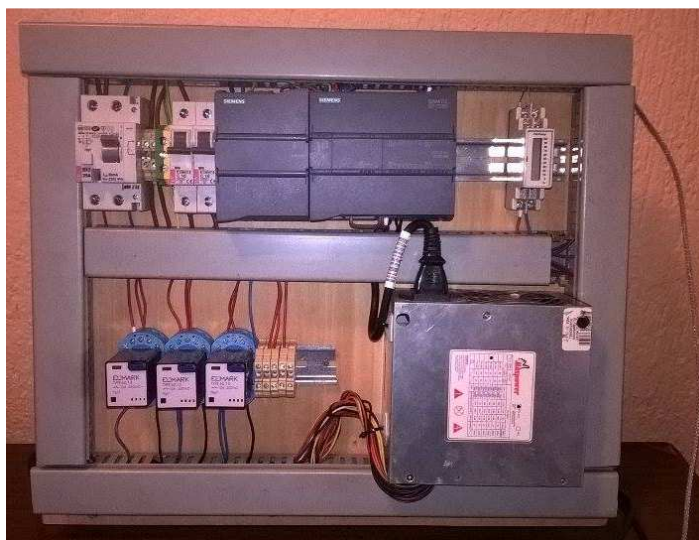
Slika 3.8: Pretvarač otpora i PT100 temperaturna sonda

Tablica 3.1: Cijene pojedinih elektrotehničkih uređaja

Naziv proizvoda	Količina	Jedinična cijena	Ukupna cijena
Sigurnosna sklopka	1 kom	250 kn	250 kn
Automatski osigurači	2 kom	25 kn	50 kn
Napajanje PM1207	1 kom	750 kn	750 kn
PLC Siemens S7-1200	1 kom	3000 kn	3000 kn
Relej + podnožje	3 kom	77 kn	231 kn
Napajnje 300W	1 kom	70 kn	70 kn
Conventor + PT100 sonda	1 kom	500 kn	500 kn
<b>Ukupna cijena el. uređaja</b>			<b>4851 kn</b>



Slika 3.9: Prototip kotlovnice na piljevinu



Slika 3.10: Upravljački dio kotlovnice na piljevinu

Na slici 3.9 može se vidjeti gotovi i sastavljeni prototip kotlovnice na piljevinu. Kako se radi o većim temperaturama nije poželjno da su upravljački dio i prototip na istoj podlozi. Upravljački dio nalazi se na slici 3.10 na posebnom panelu. Ta dva dijela povezuju se pomoću samo četiri žice.

## 4. Upravljanje sustavom

Za upravljanje ovoga sustava koristi se PLC odnosno programirajući logički kontroler. Najčešće ima primjenu u automatizaciji industrijskih postrojenja, ponajviše elektromehaničkih procesa. Poseban je zbog otpornosti na električne i elektromagnetske smetnje, vibracije i temperaturne promjene. Potrebni su minimalni uvjeti održavanja, stoga se i koristi u industrijskim sredinama gdje je učestala prisutnost prašine, vlage, te visoke ili niske temperature. Upravo zbog ovih karakteristika ima veliku prednost u odnosu na relejnu tehniku. Tako se ističe i u literaturi [10]. Prije PLC-a, za potrebe upravljanja i ostvarivanja logičkih funkcija koristio se velik broj releja, vremenskih brojača i sličnih uklopnih uređaja. Pojavom PLC-a pojednostavljeno je projektiranje upravljačkog algoritma koji je sada u obliku upravljačkog programa. Ukoliko dođe do kvarova na nekom sustavu, pronalaženje grešaka je ubrzano budući da se sada ne moraju ispitivati ogromna ožičenja. Kada se koristila relejna tehnika prilikom promjene proizvodnog programa bilo je potrebno raditi promjenu rasporeda releja te ponovo ožičenje, a kod PLC se to najčešće izvodi samo u programu. U literaturi [11] i [12] navode se neke prednosti koje su nad relejnom tehnikom brojne, a neke od njih su:

- povećana pouzdanost,
- velika fleksibilnost,
- smanjenje ožičenja,
- višestruko manje dimenzije,
- naprednija funkcionalnost,
- komunikacija,
- povećana otpornost na industrijsko okruženje,
- brzina,
- dijagnostika.

#### 4.1. Svojstva PLC-a

Prema literaturi [12] svojstva PLC-a su sljedeća:

- nema mehaničkih pokretnih dijelova (osim eventualno izlaznih releja kod digitalnih izlaza),
- kada nestane napajanja sustava PLC prelazi u stanje *restarta* te nakon ponovnog pokretanja program u PLC-u kreće (ispočetka, ispočetka sa spremljenim podacima, na mjestu gdje je stao sa spremljenim podacima),
- greške ožičenja svode se na minimum,
- ako dođe do kvara PLC uređaja u novi PLC “spusti” se program koji je bio u PLC koji je u kvaru,
- ako su procesi slični, potrebne su minimalne promjene u programu,
- bitno je čuvati projekt s programom i postavkama PLC –a (backup),
- ako su u procesu potrebni novi moduli (digitalni ili analogni ulazi/izlazi, ethernetmodul, ...) potrebno je samo priključiti modul na stražnju sabirnicu PLC –a, konfigurirati PLC za taj modul te isprogramirati funkcije koje će raditi novi modul,
- osim jednostavnih funkcija, suvremeni PLC posjeduje mnoštvo ugrađenih funkcija (PID regulator, PWM blok, RTC satovi, brzi brojači...).

PLC uređaje lako je povezati sa HMI panelima, sensorima i aktuatorima. Najčešći tip komunikacije je industrijski Ethernet. Postoje mnogi protokoli preko kojih PLC uređaji komuniciraju sa sensorima, aktuatorima, panelima i drugim PLC uređajima. Povezivanjem PLC uređaja sa SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*) sustavom može se prikupljati, prikazivati, pohranjivati i upravljati podacima u industrijskim postrojenjima kao što je opisano u literaturi [11].

#### 4.2. Arhitektura PLC-a

Prema literaturi [12] navodi se kako se PLC sastoji od centralne procesorske jedinice (CPU), memorijskog bloka za program i podatke, ulaznog i izlaznog dijela (digitalije i analogije), sabirnice, mrežnog dijela za napajanje i modula za proširivanje te komunikacijskog dijela. Centralna procesorska jedinica čita podatke sa svih ulaza, logički i aritmetički ih obrađuje te prosljeđuje na izlaz. Memorija se dijeli na dva

dijela: RAM i EEPROM memorija. RAM memoriju procesor koristi za trenutno spremanje podataka prilikom rada, te prilikom pisanja i debugiranja programa. Ukoliko dođe do nestanka napajanja nestaje sav sadržaj. Također postoji EEPROM memorija koja čuva podatke trajno bez obzira na nestanak napajanja (*backup* aplikacija). Na taj način se prilikom gubitka programa iz RAM memorije učita program iz EEPROM memorije u RAM memoriju svaki put prilikom uključanja PLC-a kako bi se moglo nastaviti dalje sa radom.

Na ulazni i izlazni dio spajaju se senzori i aktuatori preko ulazno-izlazne jedinice. Signali koje senzori mogu dati odnosno aktuatori primiti mogu biti digitalni i analogni. Digitalni signal koristi se kao uključen-isključen, dok se analogni signal koristi prilikom mjerenja različitih veličina (potenciometar, temperaturne sonde, mjerenje tlaka...).

Sabirnica je niz vodiča koji tvore vezu između različitih dijelova PLC-a (CPU-a, memorije, komunikacijskog sučelja, ulazno/izlaznih priključaka). Koriste se četiri vrste sabirnica:

- podatkovna sabirnica – za prijenos ulaznih i izlaznih signala,
- adresna sabirnica – za adresiranje ulaznih i izlaznih adresa,
- kontrolna sabirnica – za kontrolu i sinkronizaciju rada,
- sabirnica za napajanje – opskrba električnom energijom.

Komunikacijsko sučelje ima osnovnu namjenu komunikacije sa PC računalom pomoću kojeg se programira PLC. Osim ove namjene PLC komunicira preko komunikacijskog sučelja i s ostalim PLC uređajima kao i sa SCADA sustavom. Neke vrste komunikacijskih mreža su AS-I, PROFIBUS i PROFINET [13].

#### *4.3. Princip rada PLC-a*

Rad PLC-a odvija se u ciklusima koji mogu biti vremenski promjenjivi i nepromjenjivi (ovisno o konfiguraciji PLC-a). Ciklus se sastoji od četiri osnovna dijela:

1. čitanje ulaznih podataka i upisivanje u sliku ulaznih podataka,
2. izvršavanje programa,
3. osvježavanje izlaznih podataka iz slika izlaznih podataka,
4. procesorsko organizacijsko vrijeme i komunikacija.



Način na koji će ulazni signali biti obrađeni ovise o programu koji je zapisan u memoriji PLC-a. Izgled jednog ciklusa te beskonačne petlje prikazan je na slici 4.1.



Slika 4.1: Grafički prikaz jednog ciklusa PLC-a

Procesna jedinica čita fizičke ulaze neposredno prije izvršavanja programa i sprema njihove vrijednosti u procesnu memoriju. Takav način rada osigurava konstantne podatke za vrijeme jednog ciklusa kako ne bi došlo do različitih interpretacija nad istom varijablom. Za vrijeme izvršavanja programa CPU obnavlja izlaze u procesnoj memoriji, a fizičke izlaze mijenja tek nakon izvršenja cijelog programa.

Programabilni logički kontroler može raditi u dva načina a to su: RUN i STOP. Samo onda kada je u RUN načinu rada CPU izvodi program, a u STOP načinu rada obavljaju se isključivo naredbe operacijskog sustava. Ako se programski ciklus PLC-a ne izvrši u predviđenom vremenu, odnosno nadzornom vremenu ciklusa, operacijski sustav zaustavlja izvođenje korisničkog programa i vraća PLC u STOP način rada.

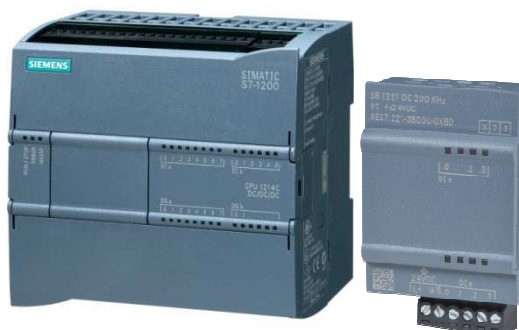
#### 4.4. PLC Siemens S7-1200

S7-1200 se proizvodi u tri verzije: 1211C, 1212C i 1214C. Razlikuju se po izvedbi centralne procesorske jedinice. Odnosno po broju ulaza/izlaza, naponu napajanja i vrsti upravljačkog napona digitalnih izlaza. U ovom projektu korišten je CPU 1214C DC/DC/DC.

Tablica 4.1: Karakteristike S7-1200

CPU značajke	CPU 1211C	CPU 1212C	CPU 1214C
3 CPUs	DC/DC/DC, AC,DC,RLY, DC,DC,RLY		
Integrirani digitalni I/O	6 DI/4 DO	8 DI/6 DO	14 DI/10 DO
Integrirani analogni I/O	2 ulaza		
Signal Board mogućnost	1 max.		
Najviše dodatnih modula	-	2 max.	8 max.
Najviše digitalnih I/O	14	82	284
Najviše analognih I/O	3	15	51
HSC brojači	3 ukupno	4 ukupno	6 ukupno
Pulsni izlazi	2 @ 100 kHz (DC Out) / 2 @ 1 Hz (RLY Out)		
Ulazi za prihvat pulseva	6	8	14
Vrijeme Bool operacije	0.1 $\mu$ s/operaciji		
Integrirana komunikacija	1 x RJ45 sučelje (10/100 Mb/s)		
Dodatni kom. moduli	3 max.		

Siemens S7-1200 model 1214C DC/DC/DC ima radni napon od 24V DC zbog toga što taj napon nije opasan po život. Na prednjoj strani ima LED diode koje signaliziraju stanje ulaza i izlaza te RUN i STOP način rada. Nalazi se još i utor u koji se može po potrebi staviti *signal board* u slučaju potrebe za manjim dodacima.



Slika 4.2: S7-1200 1214C DC/DC/DC i *signal board* [14]

## 5.TIA Portal

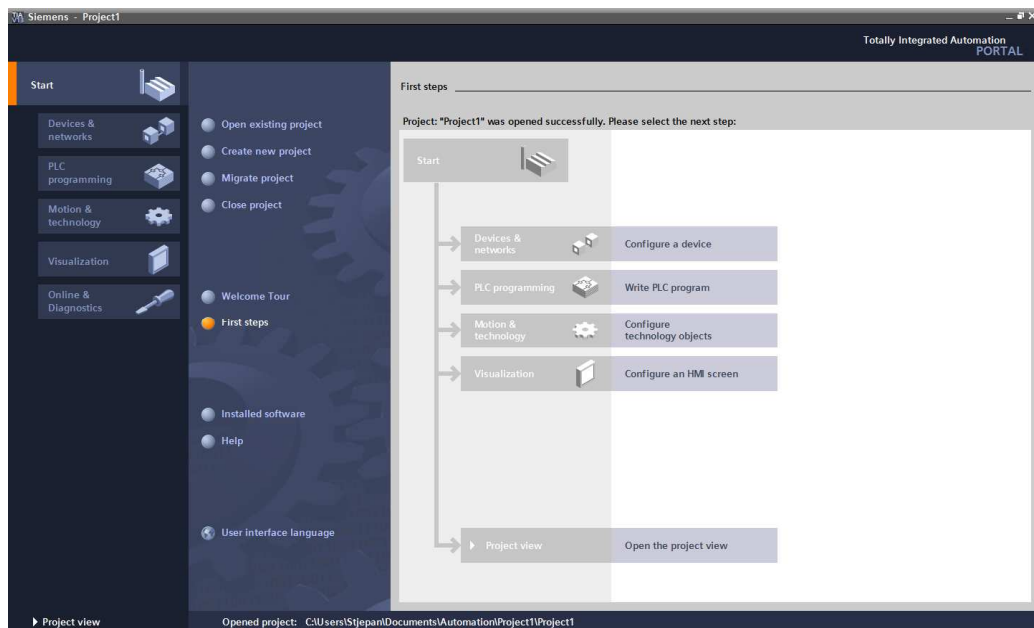
TIA (eng. *Totally Integrated Automation*) Portal je razvojni programski alat koji se sastoji od Simatic STEP 7 Basic programa koji omogućuje izradu upravljačkih aplikacija za Siemens Simatic S7 PLC uređaje i Simatic WinCC programa za izradu interaktivnih nadzorno-upravljačkih aplikacija za HMI uređaje. Kada se savlada, program je jednostavan za korištenje, te nudi mogućnost jednostavne izrade, upravljanja i izmjenjivanja programa. Pomoću programa TIA Portal može se upravljati svim uređajima uključenima u projekt, kao što su kontroleri i HMI uređaji. Program je namijenjen za korištenje u svim verzijama Windows operacijskog sustava. Kako bi se povećala produktivnost, program nudi dvije vrste pogleda, a to su portalni pogled i projektni pregled. Korisnik sam bira pogled koji mu bolje odgovara. Minimalna konfiguracija računala za pokretanje programa TIA Portal je: procesor Pentium M 1,6GHz, 1GB RAM memorije, 2GB slobodnog mjesta na tvrdom disku. Navedene tvrdnje spominju se u literaturi [15].

Programski jezici koje TIA-Portal podržava su:

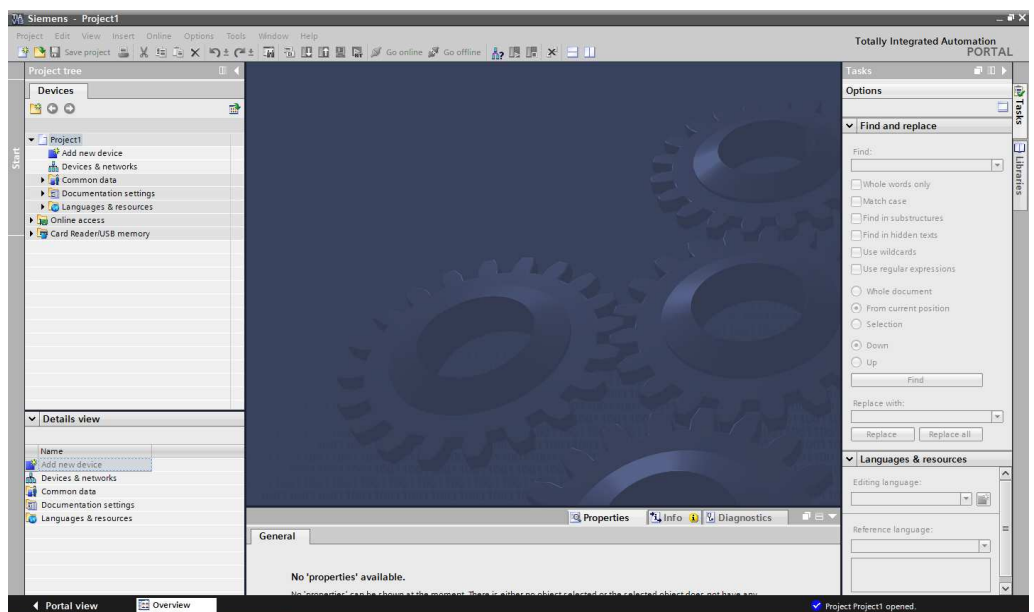
- LAD (eng. *Ladder Logic*) koji je grafički programski jezik baziran na kružnim dijagramima,
- FBD (eng. *Function Block Diagram*) koji je programski jezik baziran na grafičkim logičkim simbolima koji se koriste u Boolean algebri,
- SCL (eng. *Structred Control Language*) koji je tekstualno baziran, programski jezik na visokoj razini.

Izrada projekta u TIA Portalu sastoji se od nekoliko sljedećih glavnih koraka:

- kreiranje projekta,
- izrada sklopovske konfiguracije PLC uređaja,
- izrada i konfiguriranje mrežnih veza između uređaja,
- izrada upravljačkog programa za PLC uređaje,
- izrada vizualizacije za HMI uređaje,
- učitavanje izrađenih aplikacija na PLC i HMI uređaje,
- provjera rada i otklanjanje grešaka u aplikacijama.



Slika 5.1: Početni prozor prilikom otvaranja programa TIA Portal (portalni pogled)



Slika 5.2: Početni prozor prilikom otvaranja programa TIA Portal (projektni pogled)

## 6. Program za upravljanje kotlovnicom

### 6.1. Popis korištenih ulaza i izlaza PLC-a

Tablica 6.1: Korišteni ulazi i izlazi

Korišteni ulazi		
Naziv	Tip podatka	Adresa
Analogni ulaz 1	Word	%IW64
Korišteni izlazi		
Naziv	Tip podatka	Adresa
Ventilatori	Bool	%Q0.0
Utovar piljevine	Bool	%Q0.1
Pumpa	Bool	%Q0.2

### 6.2. Popis korištenih tag-ova

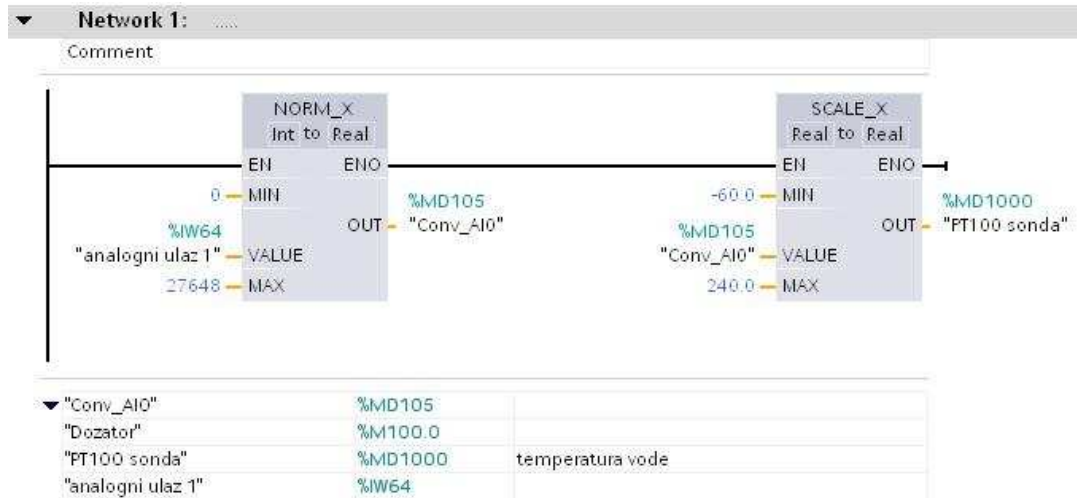
PLC tags								
	Name	Tag table	Data type	Address	Retain	Visibl...	Acces...	Comment
1	30 stupnjeva	Default tag table	Bool	%M30.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	grijanje vode na 30 stupnjeva
2	50 stupnjeva	Default tag table	Bool	%M50.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	grijanje vode na 50 stupnjeva
3	70 stupnjeva	Default tag table	Bool	%M70.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	grijanje vode na 70 stupnjeva
4	PT100 sonda	Default tag table	Real	%MD1000	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	temperatura vode
5	ventilator	Default tag table	Bool	%Q0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	ventilator pepelnjaka + ve
6	utovar piljevine	Default tag table	Bool	%Q0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	punjenje peći
7	pumpa	Default tag table	Bool	%Q0.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	pokretanje cirkulacije vode
8	Conv_A10	Default tag table	Real	%MD105	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
9	Dozator	Default tag table	Bool	%M100.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
10	Mem.bit-30	Default tag table	Bool	%M30.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
11	Mem.bit-50	Default tag table	Bool	%M50.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
12	Mem.bit-70	Default tag table	Bool	%M70.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
13	analogni ulaz 1	Default tag table	Word	%IW64	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
14	Tipkalo_1	Default tag table	Bool	%I0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
15	Tipkalo_2	Default tag table	Bool	%I0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
16	Tipkalo_3	Default tag table	Bool	%I0.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
17	Mem.bit_30	Default tag table	Bool	%M30.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
18	Mem.bit_50	Default tag table	Bool	%M50.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
19	Mem.bit_70	Default tag table	Bool	%M70.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
20	Zagrijavanje vode	Default tag table	Bool	%M150.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
21	Start_timer_2	Default tag table	Bool	%M200.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
22	Reset_timer_1	Default tag table	Bool	%M250.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
23	Cirkulacija vode	Default tag table	Bool	%M300.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Slika 6.1: Popis korištenih tag-ova prvi dio

24	Start_timer_4	Default tag table	Bool	%M350.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
25	Start pumpa	Default tag table	Bool	%M400.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
26	Reset_timer_3	Default tag table	Bool	%M450.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
27	Zaustavi	Default tag table	Bool	%M500.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
28	test	Default tag table	Word	%MW500	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
29	Tag_2	Default tag table	Bool	%M700.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
30	Tag_3	Default tag table	Bool	%M900.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
31	test1	Default tag table	Word	%MW600	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
32	test2	Default tag table	Word	%MW700	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
33	Tag_1	Default tag table	Bool	%M800.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
34	<-Add new>				<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Slika 6.2: Popis korištenih tag-ova drugi dio

### 6.3. Opis programa



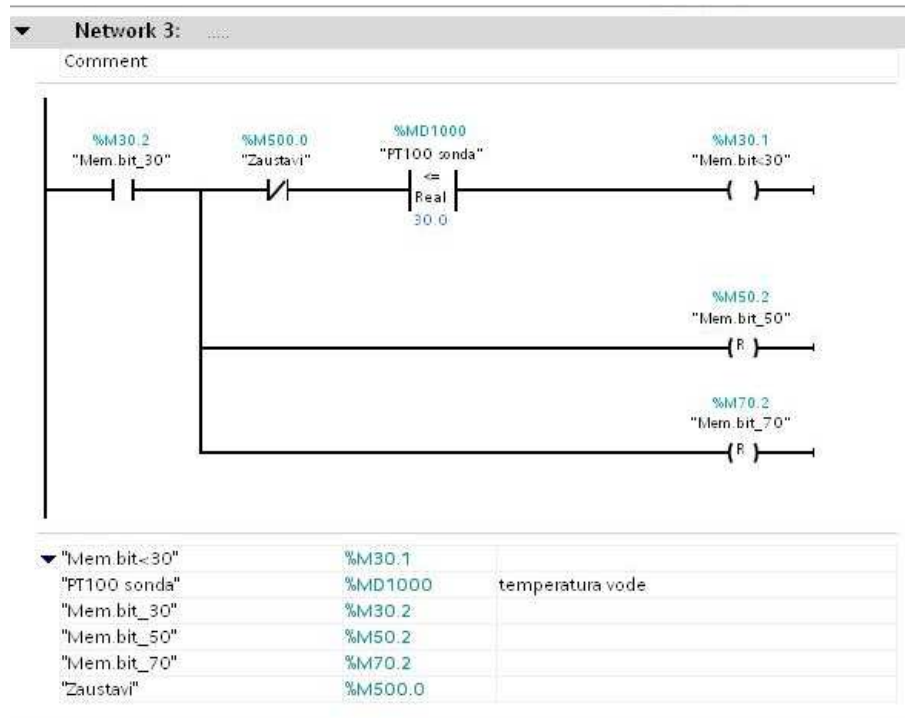
Slika 6.3: Pretvorba analognog signala sa ulaza u temperaturu

Network 1 sadrži dva programska bloka NORM\_x i SCALE\_x koja su potrebna za pretvaranje i skaliranje analognog ulaza u brojku koja predstavlja temperaturu. Analogni signal na ulazu se kreće od 0 do 10V. Promjenom temperature na sondi mijenja se njen otpor te napon i struja u „Flex Temp“ pretvaraču koji je spojen na analogni ulaz 0. Na taj način vrši se očitavanje željene temperature koja je bitna kasnije i u samom programu.



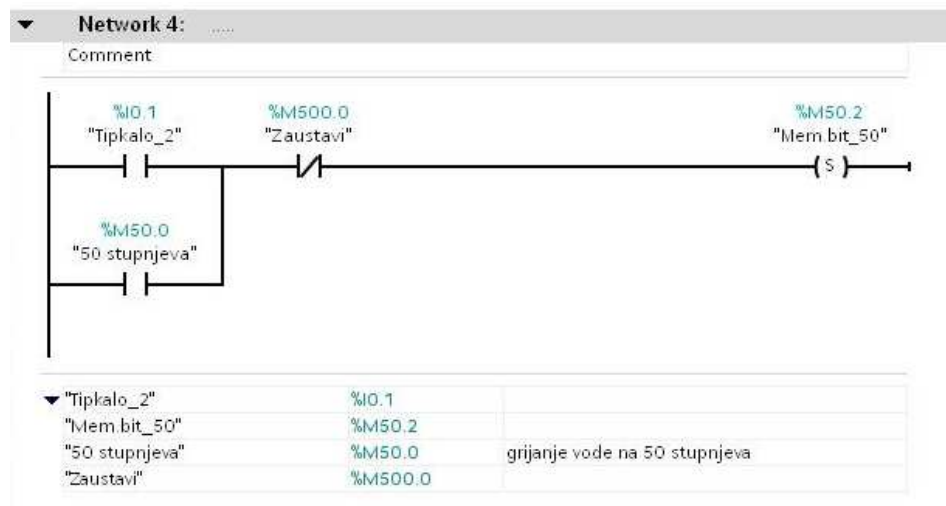
Slika 6.4: Detektiranje aktivacije tipkala 30 stupnjeva

Network 2 se koristi za pokretanje kotlovnice na zagrijavanje vode od 30 stupnjeva.



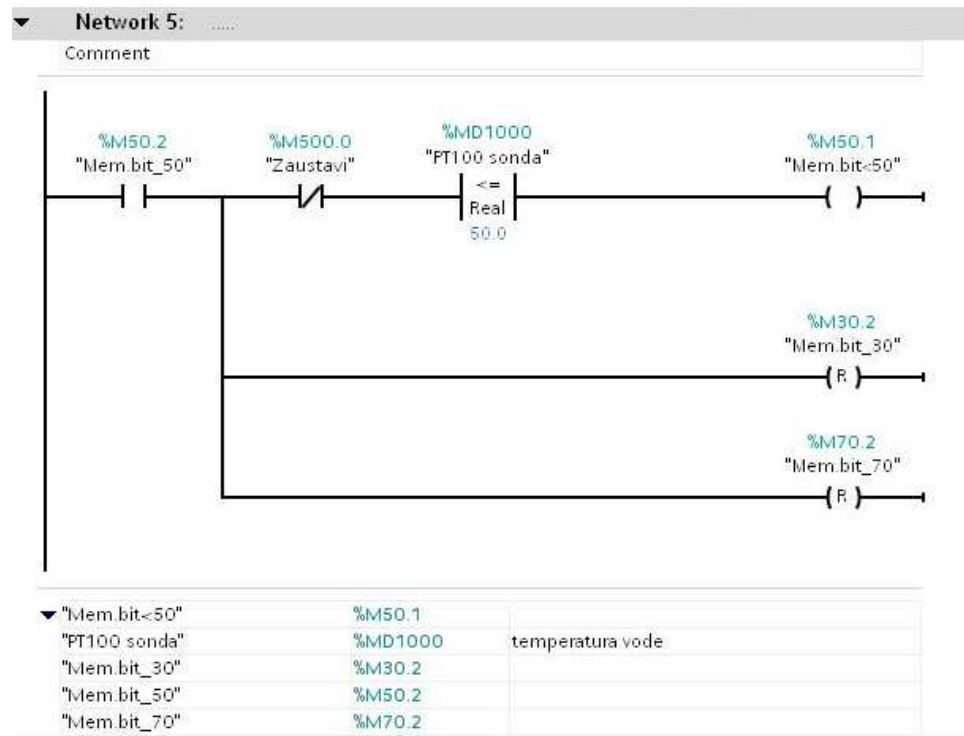
Slika 6.5: Pokretanje zagrijavanja vode do 30 stupnjeva

Network 3 resetira memorijske bitove koji služe za grijanje vode od 50 i 70 stupnjeva i pokreće kotlovnicu ukoliko je temperatura vode manja ili jednaka 30 stupnjeva.



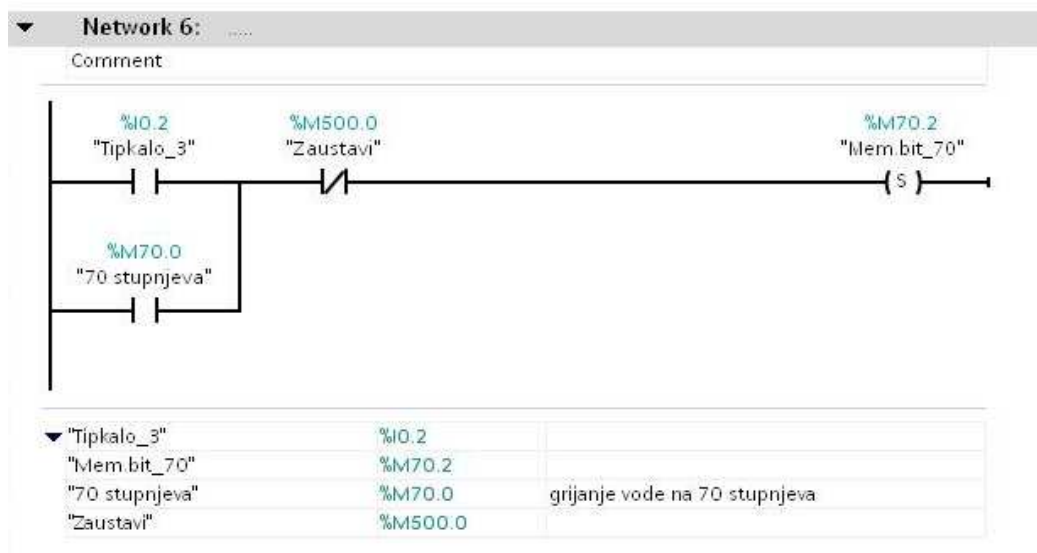
Slika 6.6: Detektiranje aktivacije tipkala 50 stupnjeva

Network 4 se koristi za pokretanje kotlovnice na zagrijavanje vode od 50 stupnjeva.



Slika 6.7: Pokretanje zagrijavanja vode do 50 stupnjeva

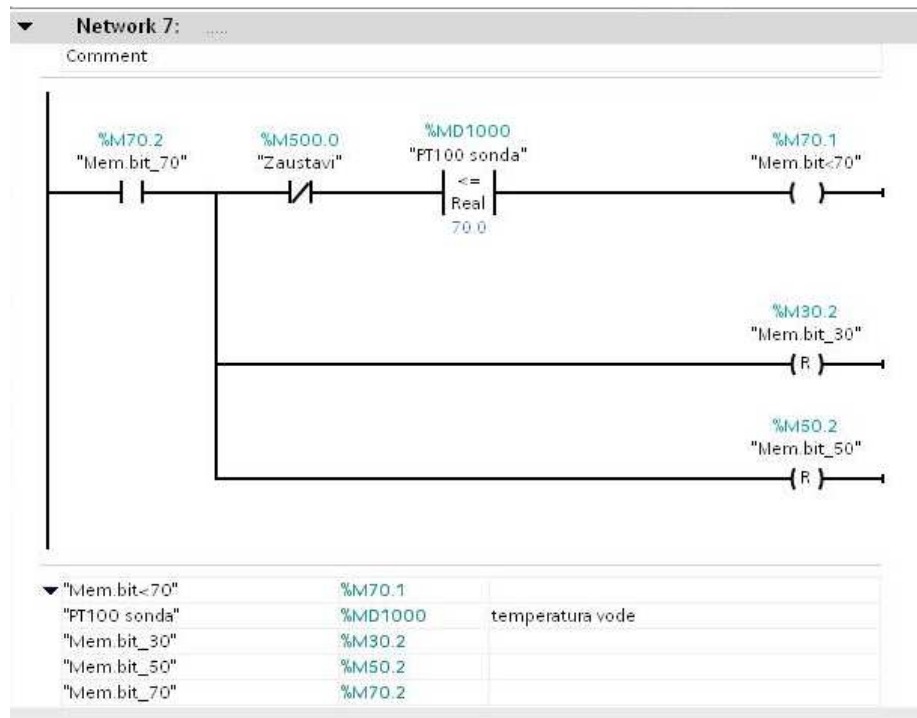
Network 5 resetira memorijske bitove koji služe za grijanje vode od 30 i 70 stupnjeva i pokreće kotlovnici ukoliko je temperatura vode manja ili jednaka 50 stupnjeva.



Slika 6.8: Detektiranje aktivacije tipkala 70 stupnjeva

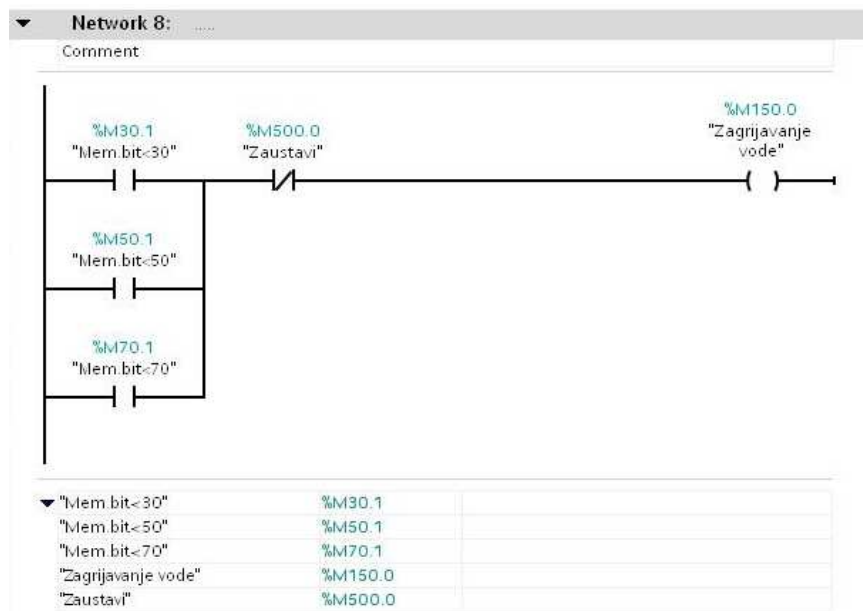
Network 6 se koristi za pokretanje kotlovnice na zagrijavanje vode od 70 stupnjeva.





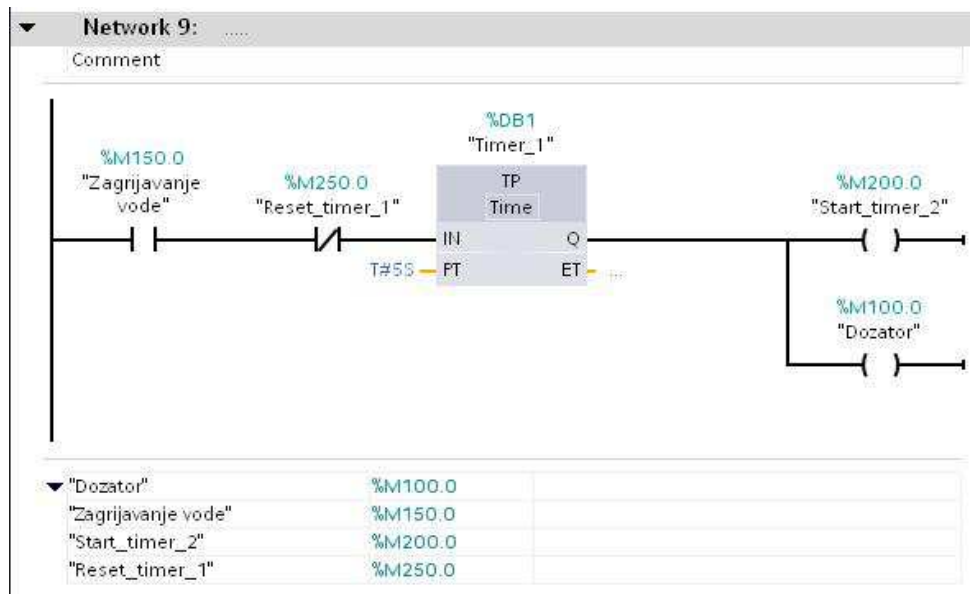
Slika 6.9: Pokretanje zagrijavanja vode do 70 stupnjeva

Network 7 resetira memorijske bitove koji služe za grijanje vode od 30 i 50 stupnjeva i pokreće kotlovnici ukoliko je temperatura vode manja ili jednaka 70 stupnjeva.



Slika 6.10: Aktivacija memorijskog bita za zagrijavanje vode

Network 8 sprema memorijske bitove od 30, 50 i 70 stupnjeva u jedan memorijski bit i pokreće zagrijavanje vode, pod uvjetom da nije aktiviran prekidač „zaustavi“.



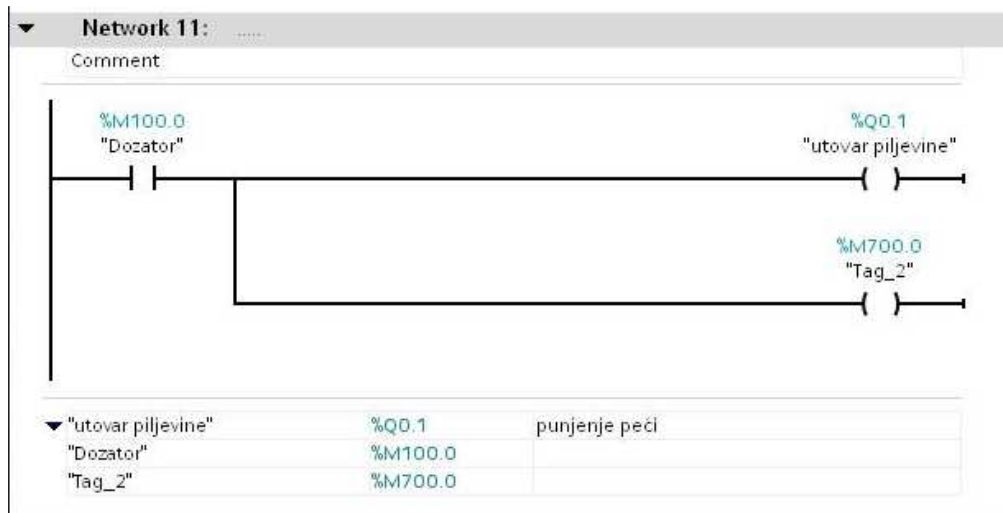
Slika 6.11: Pokretanje dozatora na namještenu vrijednost tajmera

Network 9 pokreće zagrijavanje vode pomoću timera. Timer\_1 5 sekundi dozira piljevinu u kotlovnici i pokreće Timer\_2.



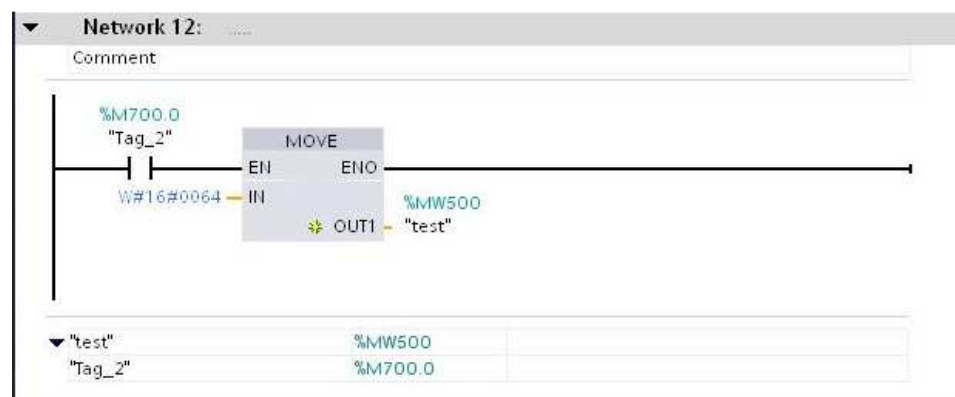
Slika 6.12: Zaustavljanje dozatora na namještenu vrijednost tajmera

Network 10 memorijski bit pokreće Timer\_2 koji broji 20 sekundi, te ponovo pokrene Timer\_1 koji dozira piljevinu.

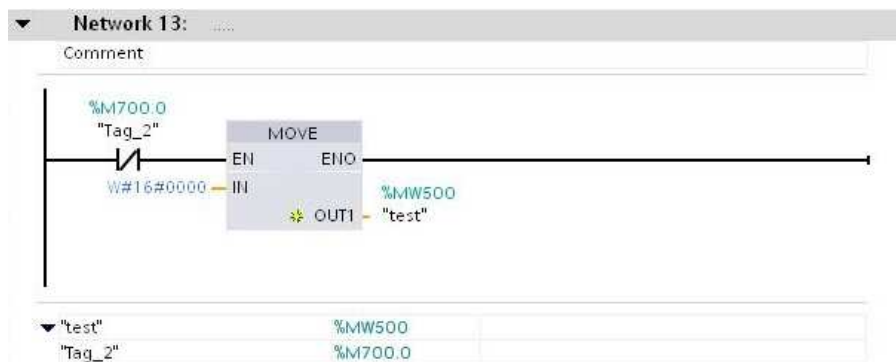


Slika 6.13: Aktivacija izlaza PLC-a „utovar piljevine“

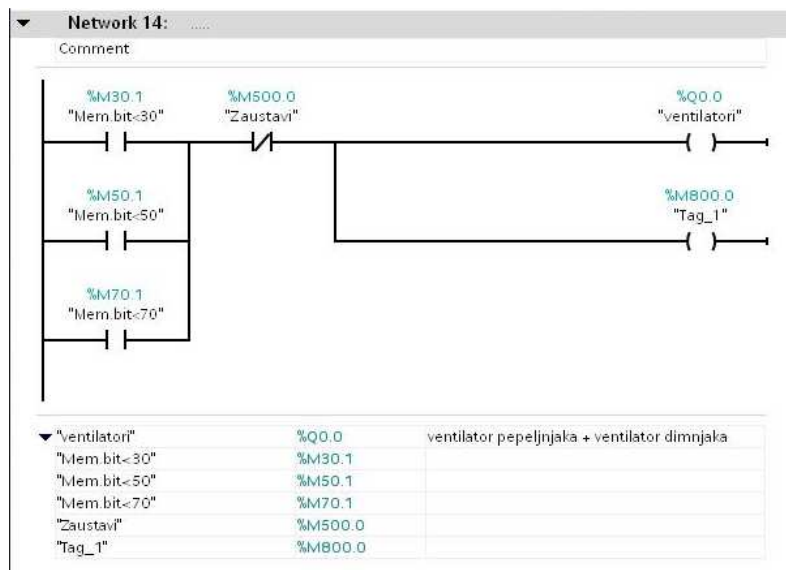
Network 11 služi za aktivaciju dozatora i miješalice.



Slika 6.14: Tag potreban za dijagram „utovar piljevine“

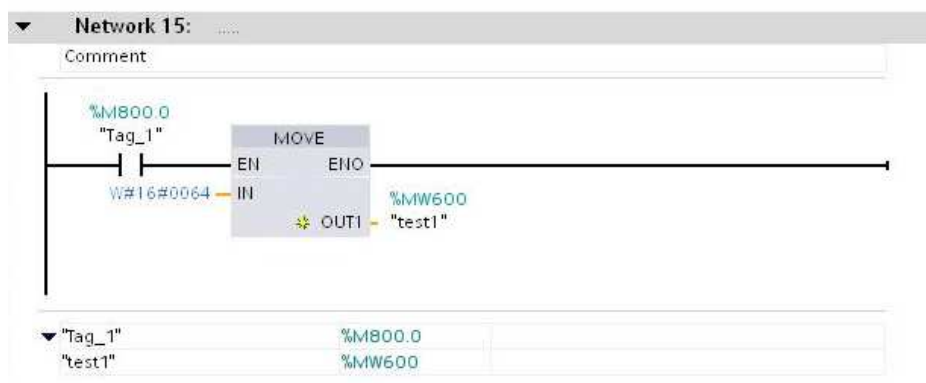


Slika 6.15: Tag potreban za dijagram „utovar piljevine“

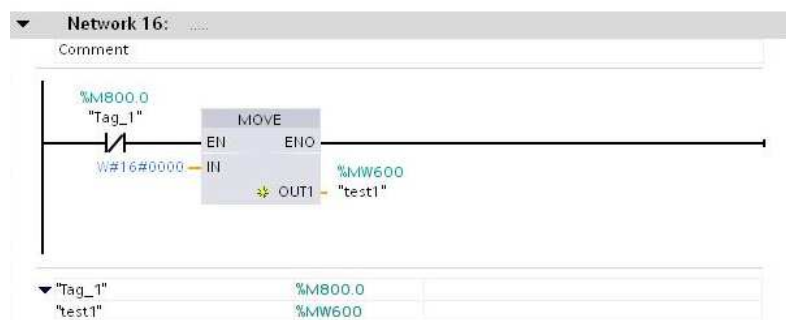


Slika 6.16: Aktivacija izlaza PLC-a „ventilatori“

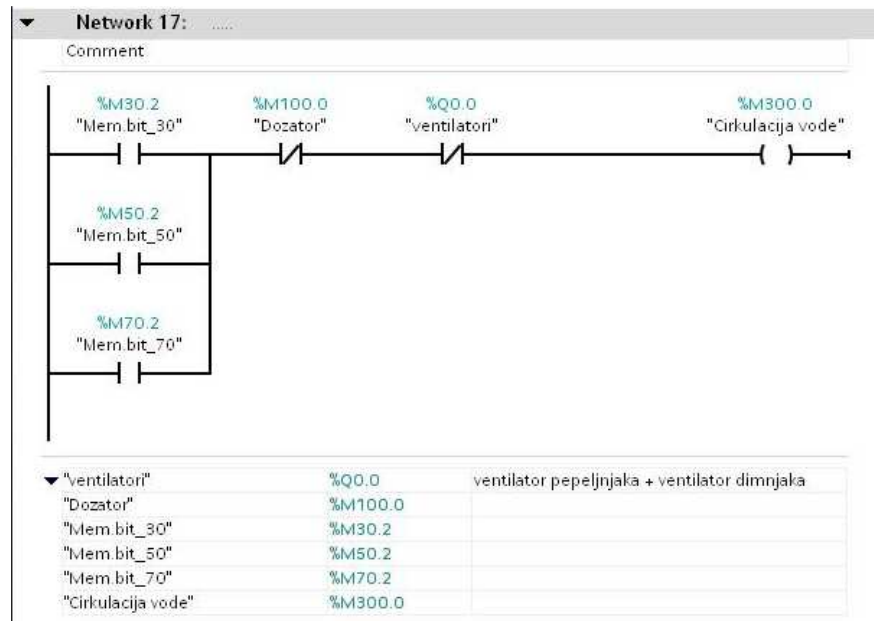
Network 14 pokreće ventilatore ukoliko je aktivan jedan od tri memorijska bita a prekidač „zaustavi“ nije aktivan.



Slika 6.17: Tag potreban za dijagram „ventilatori“

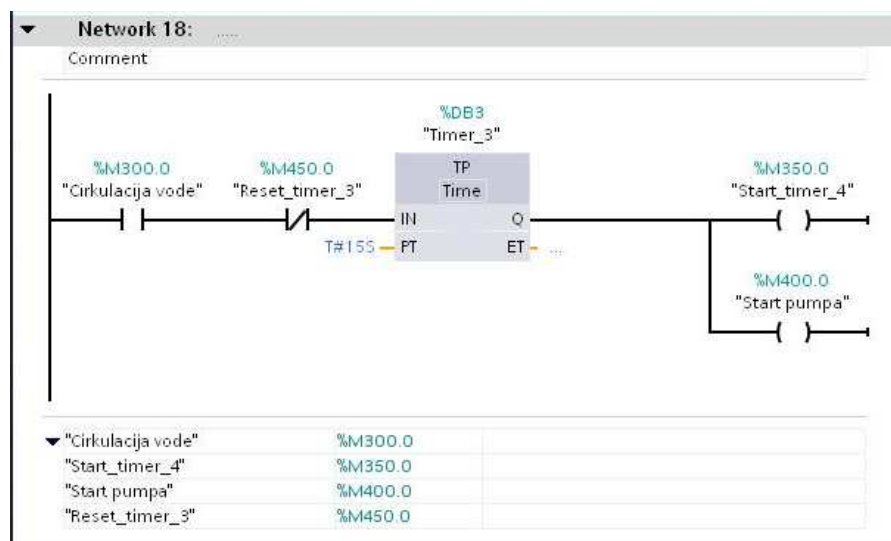


Slika 6.18: Tag potreban za dijagram „ventilatori“



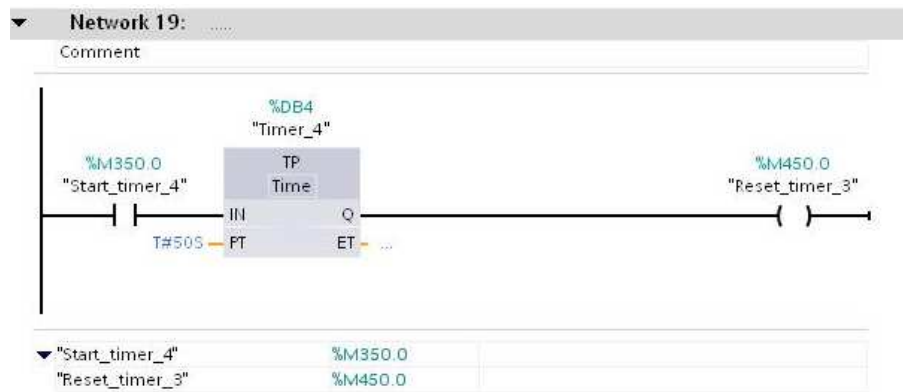
Slika 6.19: Aktivacija memorijskog bita za cirkulaciju vode

Network 17 pokreće cirkulaciju vode ukoliko je ona dostigla željenu temperaturu.



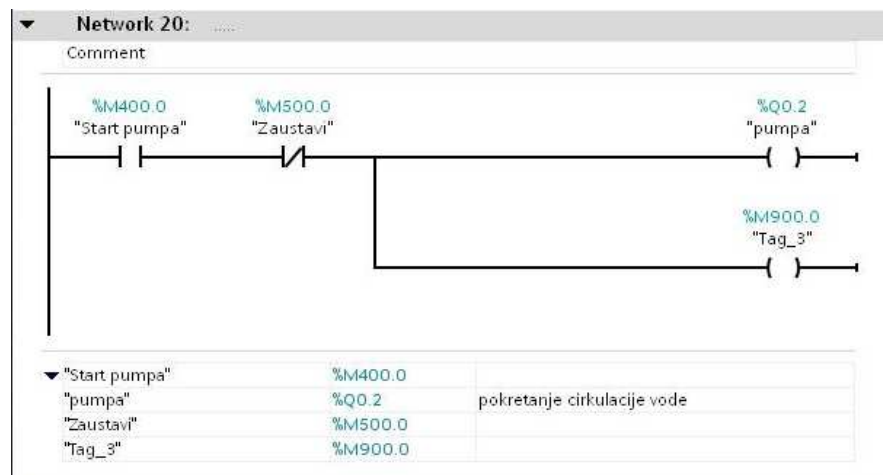
Slika 6.20: Pokretanje vodene pumpe na namještenu vrijednost tajmera

Network 18 sadrži Timer\_3 koji drži pumpu uključenom 15 sekundi te pokreće Timer\_4.



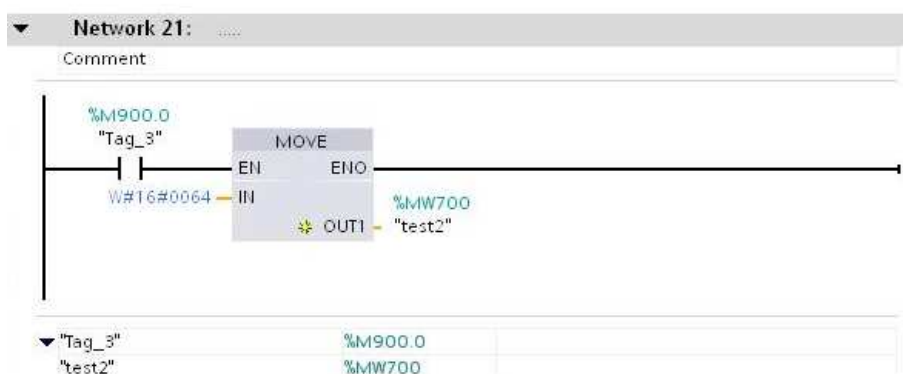
Slika 6.21: Zaustavljanje vodene pumpe na namješenu vrijednost tajmera

Network 19 sadrži Timer\_4 koji radi 50 sekundi i nakon toga ponovo pokreće Timer\_3.

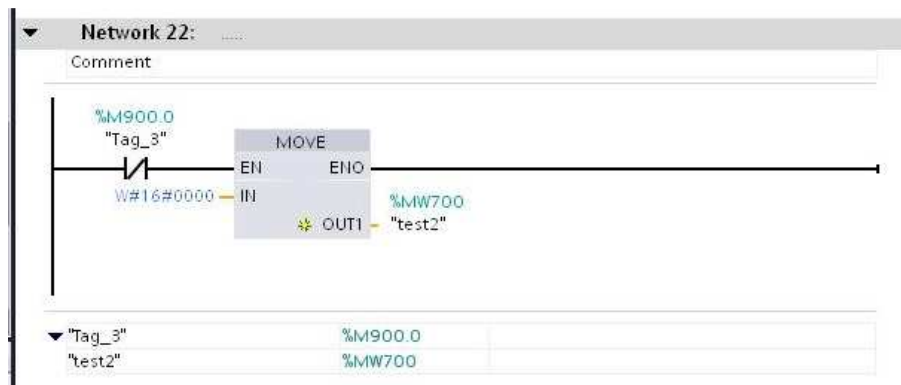


Slika 6.22: Aktivacija izlaza PLC-a „pumpa“

Network 20 uključuje pumpu ako je aktivan memorijski bit i ako nije aktiviran prekidač „zaustavi“.



Slika 6.23: Tag potreban za dijagram „pumpa“



Slika 6.24: Tag potreban za dijagram „pumpa“

## 7. Vizualizacija sustava za upravljanje

Kao vizualizacija ovoga projekta korišten je SCADA sustav programiran u programu TIA Portal. SCADA sustavi (eng. *Supervisory Control And Data Acquisition*) su sustavi koji prikupljaju, pohranjuju, prikazuju i upravljaju podacima u industrijskim sustavima. Sustav upravljanja za završni rad napravljen je u Simatic WinCC programu koji dolazi u sklopu programskog alata TIA Portal te se sastoji od jednog prozora. Kako bi u industriji ili nekom postrojenju bilo omogućeno lakše upravljanje složenim strojevima ili slično, koristi se SCADA sustav. Na njemu je moguće sa jednog mjesta u potpunosti kontrolirati sa svim na njega spojenim uređajima. Ovakvim načinom rada se u potpunosti olakšalo čovjeku, a i ubrzao cijeli sistem. Složeniji SCADA sustavi sastoje se od više međusobno povezanih zaslona, na kojima je lako prelaziti sa jednoga na drugi. Prema literaturi [16].

Tri komponente SCADA sustava prema literaturi [17] su:

- PLC uređaj,
- glavna stanica ili MTU (eng Master Terminal Unit),
- komunikacijska infrastruktura.

PLC uređaj fizički je povezan s opremom te očitava stanja, kao što su otvorenost/zatvorenost ventila, prekidač uključen/isključen, mjerenja poput struje, napona, tlaka ili protoka. Šaljući signale opremi, PLC računalo može kontrolirati i upravljati opremom, kao što je otvaranje/zatvaranje ventila ili namještanje brzine vrtnje pumpe.

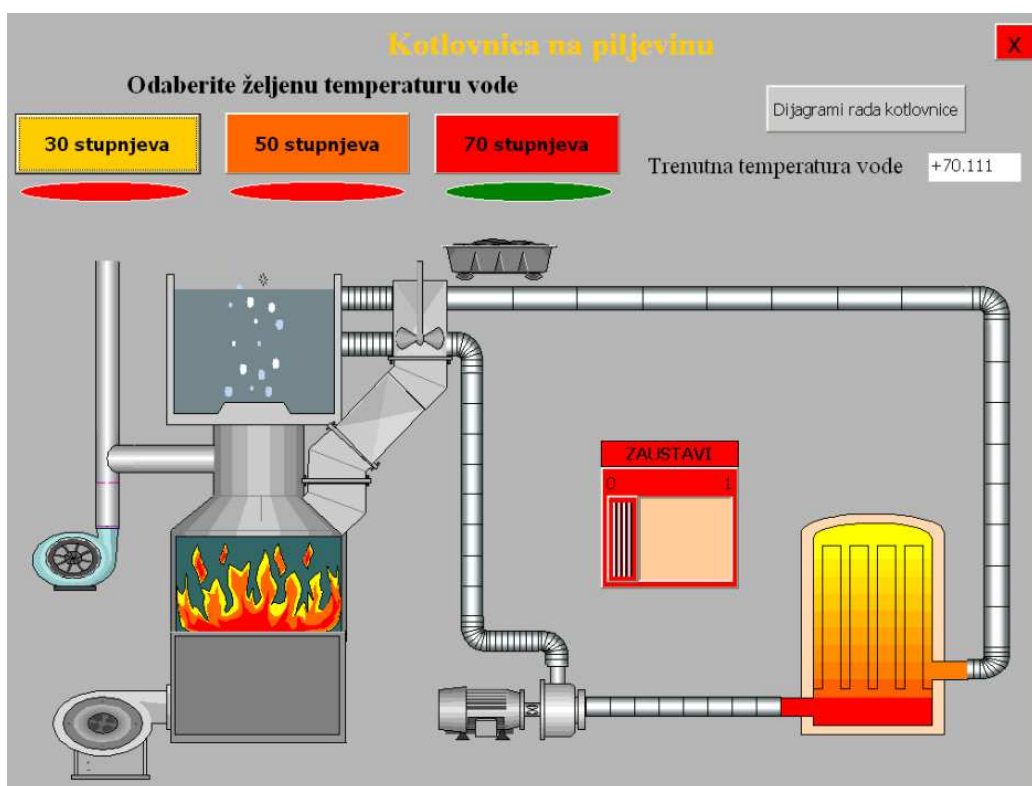
Glavna stanica obično se odnosi na server i programsku aplikaciju zaduženu za komunikaciju s opremom u procesu i HMI aplikacijom u kontrolnoj sobi ili drugdje. U manjim SCADA sustavima, glavna stanica može se sastojati od jednog PC računala, dok u većim sustavima može uključivati više servera (redundancija) te sustav za izradu sigurnosne kopije koji je tu za slučaj kvara (eng. Back-up).

SCADA sustav obično predstavlja informacije operativnom osoblju grafički. Operater tada može vidjeti shematski prikaz dijelova postrojenja kojima upravlja. Na primjer, na prikazu pumpe u HMI aplikaciji priključene na cijev operater može vidjeti radi li pumpa i kolikim protokom te može li se uključiti i isključiti navodi literatura [17].



### 7.1. Opis SCADA sustava za prototip kotlovnice sa piljevinom kao gorivom sirovinom

Otvaranjem SCADA sustava otvara se ekran na kojemu se upravlja kotlovnicom. Na njemu nema mnogo funkcija, ali ipak je potreban kako bi se moglo kontrolirati i upravljati kotlovnicom. Prvo se mora odabrati željena radna temperatura vode od ponuđene tri opcije, a to su 30, 50 i 70 stupnjeva. Odabirom jedne od triju ponuđenih temperatura elipsa ispod tipkala mijenja boju u zelenu. Ako je primjerice odabrana temperatura od 30 stupnjeva a korisnik odabere 50 stupnjeva, memorijski bit od 30 stupnjeva se deaktivira i aktivira se memorijski bit od 50 stupnjeva. Kada je to odabrano, sustav se pokreće po već prije opisanom principu. Na ekranu se može pratiti odabrana i trenutna temperatura. Isto tako vidljivo je titranje pojedinih simbola koji simboliziraju aktivnost pojedinog elementa prototipa kotlovnice. Primjerice ako je trenutno upaljen dozator i miješalica simboli koji ih prikazuju na SCADA sustavu titraju. Ako je nešto upaljeno predstavlja zelena boja, a ako je ugašeno crvena. Kao najvažniji element na ekranu može se reći da je to prekidač „ZAUSTAVI“. Kao što samo ime govori prilikom pritiska na tu tipku cijeli sustav staje i čeka se daljnja naredba.



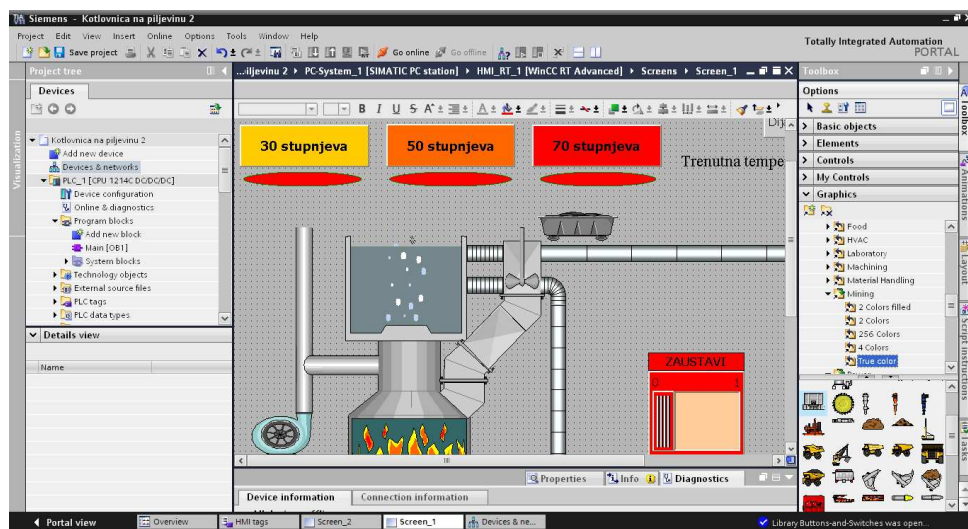
Slika 7.1: SCADA sustav za upravljanje prototipom kotlovnice

U SCADA sustavima tipično je implementirana baza podataka, često definirana kao baza podataka procesa (eng. *Tag Database*), koja sadrži podatkovne elemente zvane „tagovi“. Tag predstavlja jednu ulaznu ili izlaznu varijablu kojom sustav upravlja ili ju nadzire. Tagovi mogu biti „tvrdi“ i „meki“. Tvrđi tag predstavlja stvarni ulaz ili izlaz sustava, dok je meki tag rezultat nekih logičkih ili matematičkih operacija (predstavlja memorijske lokacije u PLC računalu) koje se referiraju na ulazno-izlazne jedinice. Tagovi se obično spremaju kao vrijednosno-vremenske oznake; vrijednost i vremenska oznaka koja se sprema ili proračunava. Operater u svakom trenutku može pristupiti tim podacima kako bi vidio povijest procesnih veličina navodi literatura [17].

HMI tags					
Name	Tag table	Data type	Connection	PLC name	
30 stupnjeva	Default tag table	Bool	HMI_connection	PLC_1	
50 stupnjeva	Default tag table	Bool	HMI_connection	PLC_1	
70 stupnjeva	Default tag table	Bool	HMI_connection	PLC_1	
Cirkulacija vode	Default tag table	Bool	HMI_connection	PLC_1	
Conv_A10	Default tag table	Real	HMI_connection	PLC_1	
FT100 sonda	Default tag table	Real	HMI_connection	PLC_1	
pumpa	Default tag table	Bool	HMI_connection	PLC_1	
test	Default tag table	Word	HMI_connection	PLC_1	
test1	Default tag table	Word	HMI_connection	PLC_1	
test2	Default tag table	Word	HMI_connection	PLC_1	
utovar piljevine	Default tag table	Bool	HMI_connection	PLC_1	
ventilatori	Default tag table	Bool	HMI_connection	PLC_1	
<Add new>					

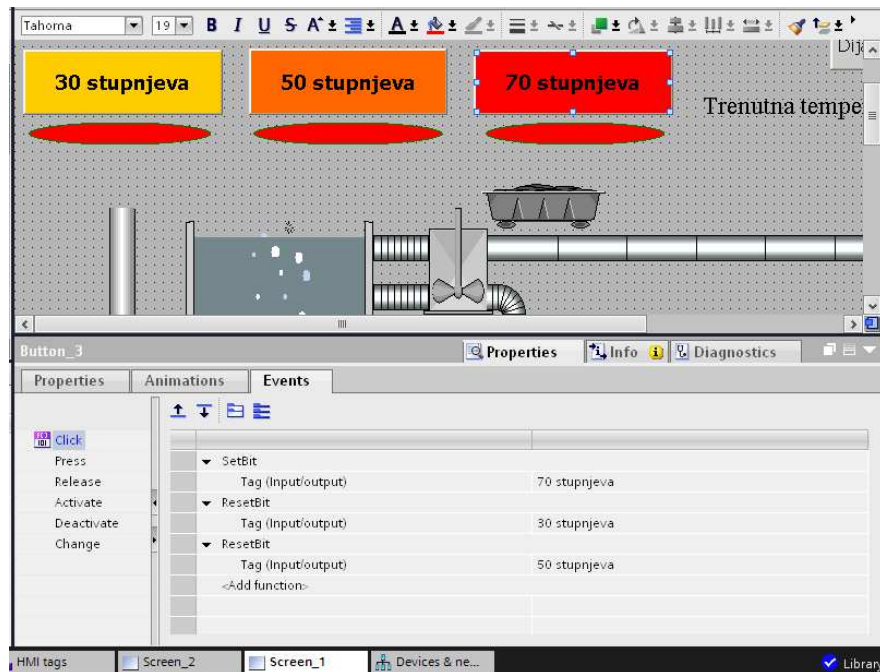
Slika 7.2: Popis HMI tagova korištenih u SCADA sustavu

Na slici 7.3 može se vidjeti način kreiranja i „crtanja“ vizualizacijskog zaslona. Princip je veoma jednostavan. U ponuđenoj datoteci nalazi se mnoštvo željenih elemenata koji se klikom miša povuku na željeno mjesto. Može im se i promijeniti dimenzija ukoliko je potrebno. Te elemente potrebno je spojiti s određenim tagom kako bi oni imali svrhu.



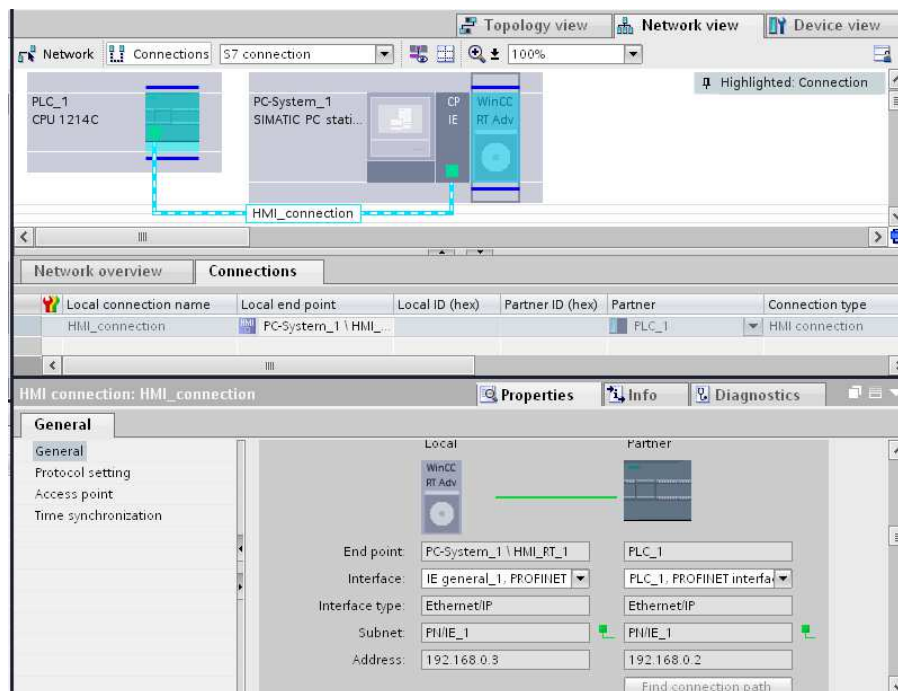
Slika 7.3: Odabir elemenata za SCADA zaslon

Iz slike 7.4 može se vidjeti način definiranja tipkala. Na njoj se vidi da pritiskom na tipkalo tag „70 stupnjeva“ se postavlja u visoku razinu, a tagovi „30 stupnjeva“ i „50 stupnjeva“ se postavje u nisku razinu.



Slika 7.4: Definiranje tipkala 70 stupnjeva

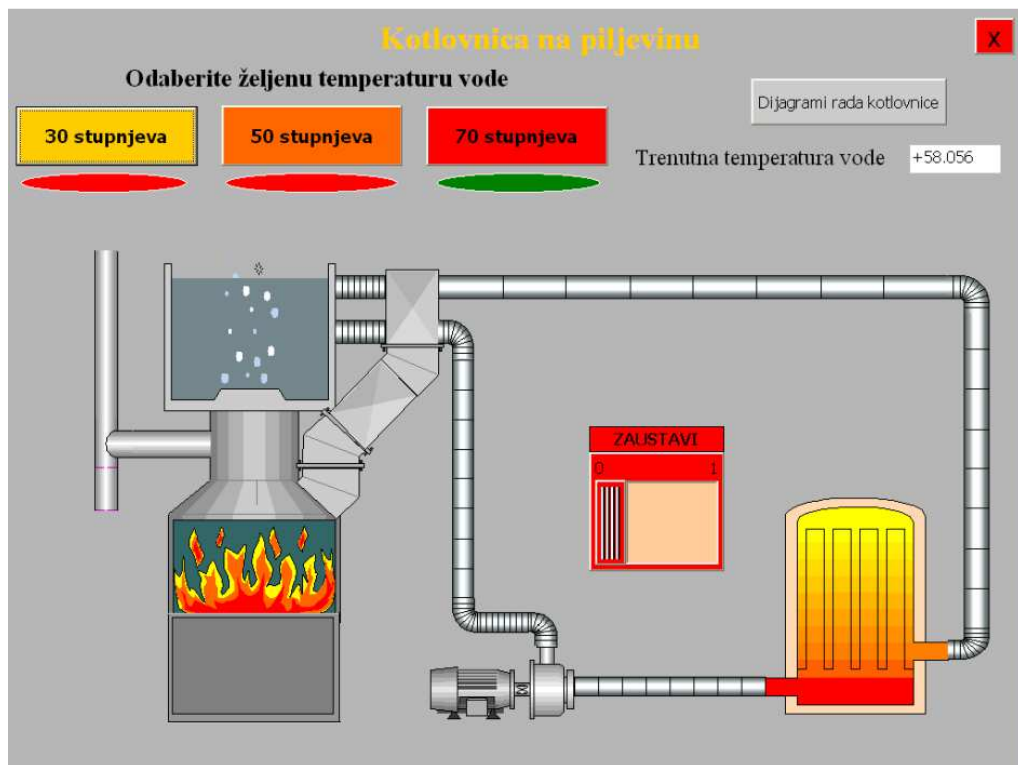
U ovom projektu se koristi WinCC RT Advanced modul koji predstavlja SCADA sustav. PLC i WinCC RT Advanced su povezani pomoću profinet mreže. Kako bi ta veza funkcionirala potrebno je složiti različite IP adrese kao što se vidi na slici 7.5. SCADA sustav moguće je složiti i na HMI uređaje.



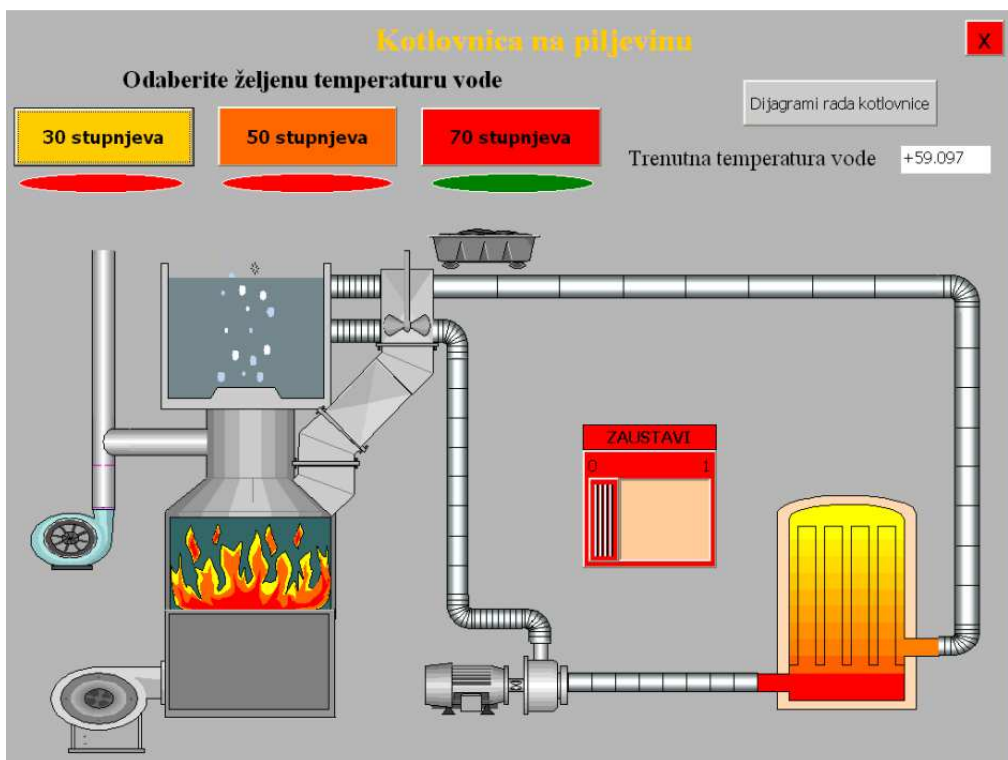
Slika 7.5: Komunikacijska mreža PLC-a i WinCC RT Advanced

## 8. Prikaz i analiza rezultata

Na slici 8.1 može se vidjeti kako je odabrana temperatura od 70 stupnjeva po tome što je ispod nje zelena elipsa. Isto tako na slici nisu vidljivi simboli za ventilatore i utovar piljevine kao na slici 8.2, što se može zaključiti da ti simboli trepte odnosno trenutno su aktivni.

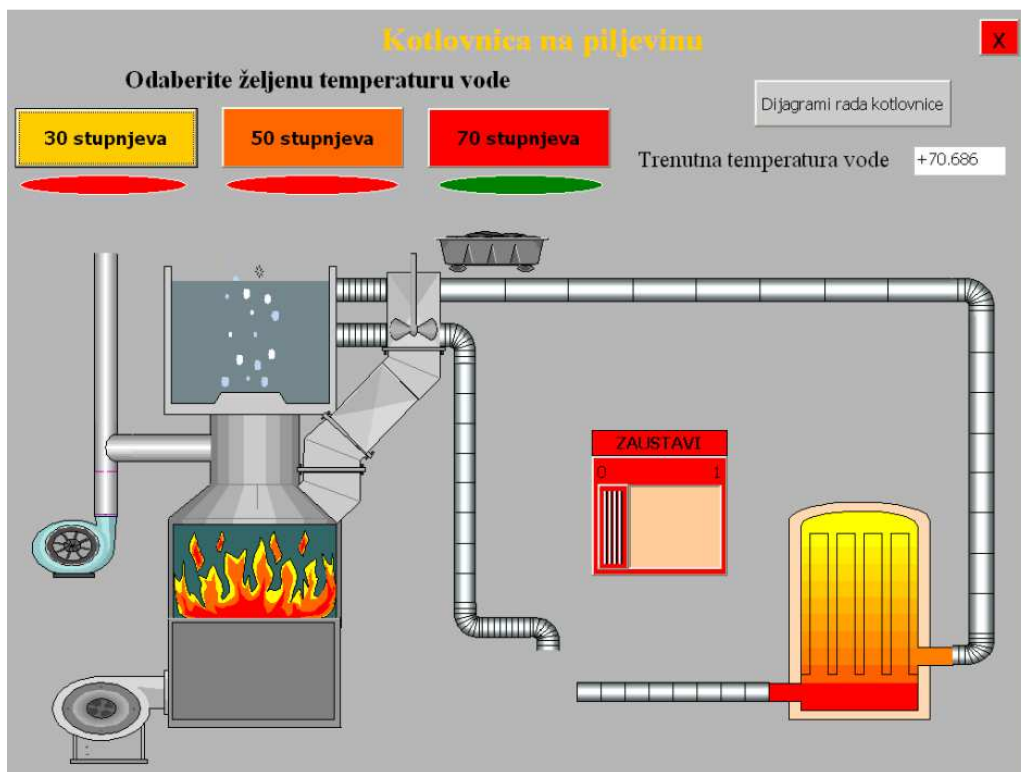


Slika 8.1: SCADA sustav kotlovnice na piljevinu



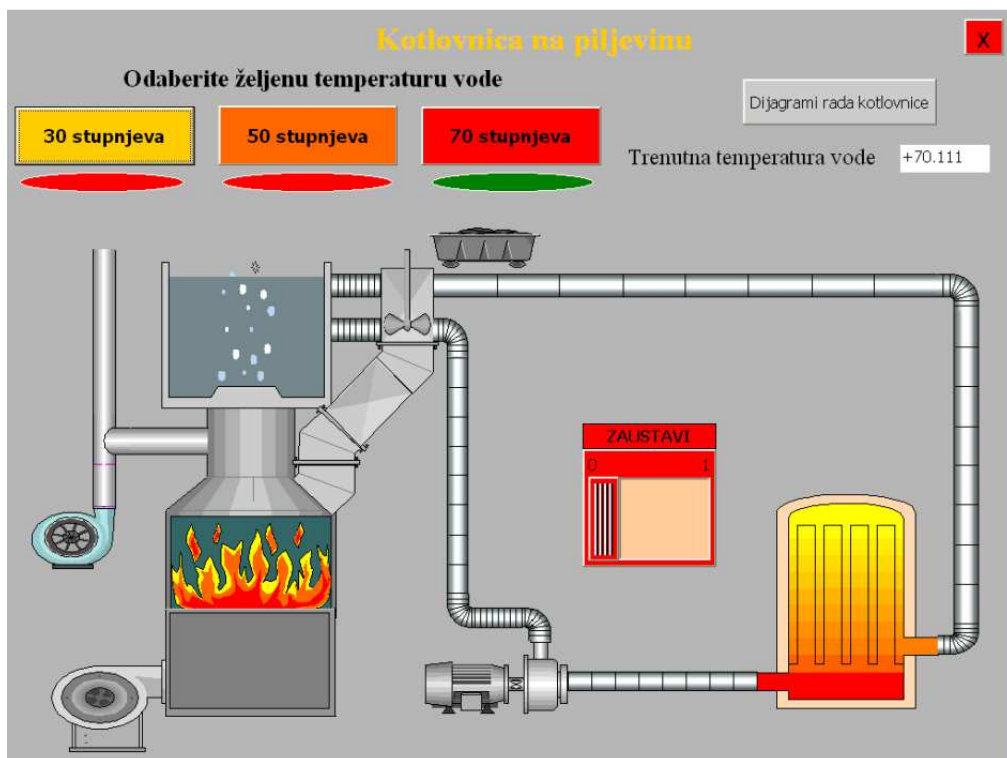
Slika 8.2 : SCADA sustav na kojoj se nalaze svi elementi prototipa kotlovnice

Na slici 8.3 može se vidjeti kako je kotlovnica dostigla željenu temperaturu od 70 stupnjeva. Simbola od pumpe trenutno nema u odnosu na sliku 8.4 što znači da simbol pumpe trepti odnosno ona je aktivna.



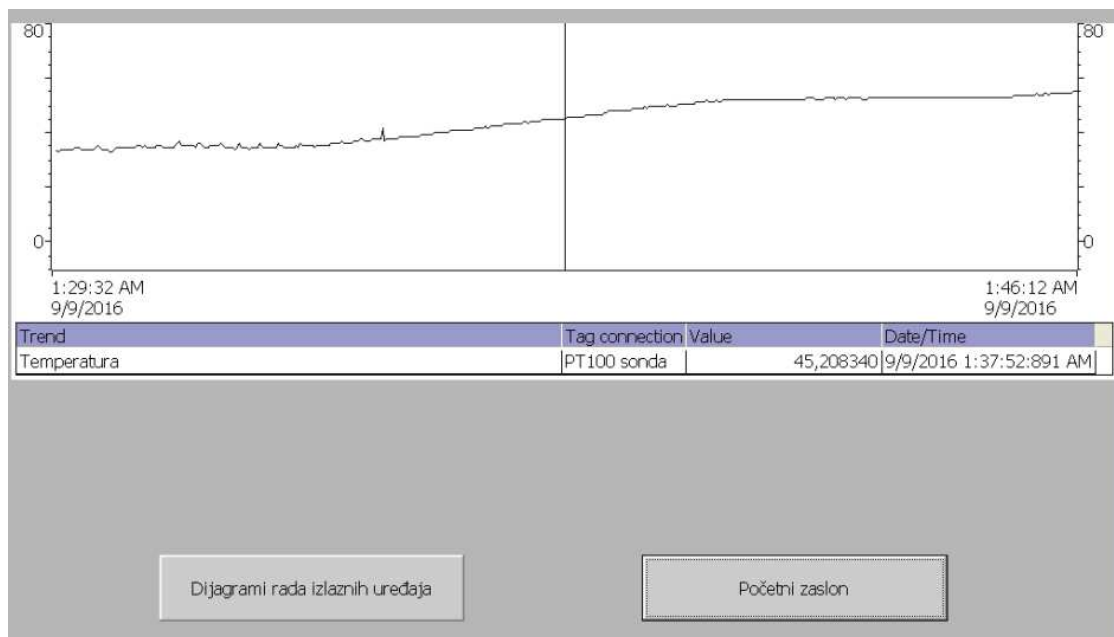
Slika 8.3: Kotlovnica je dostigla željenu temperaturu od 70 stupnjeva



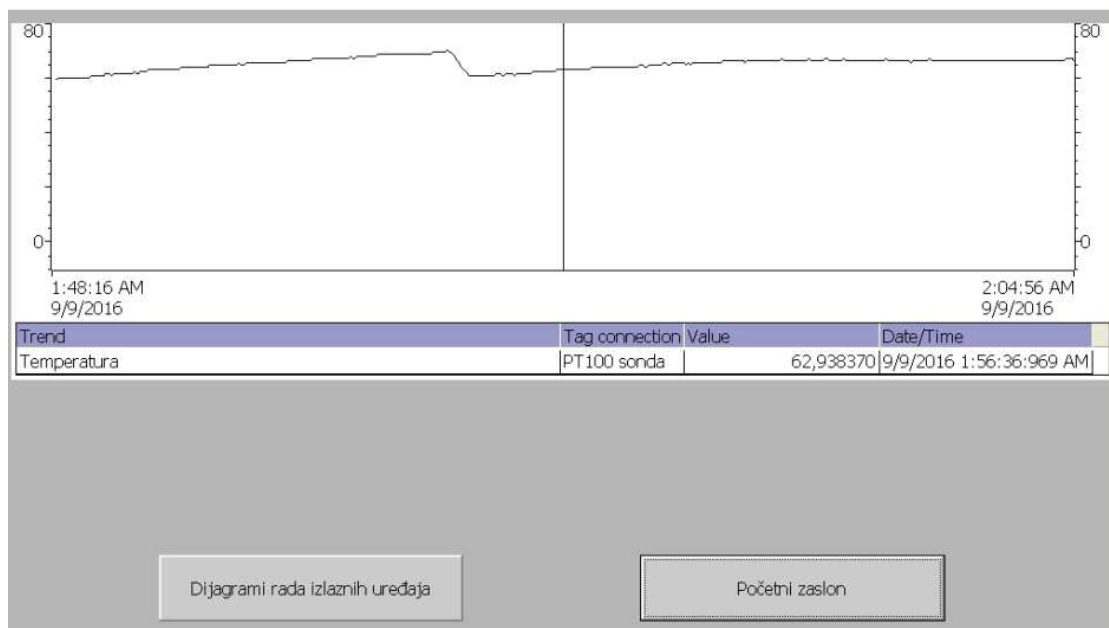


Slika 8.4: Trenutno svi elementi prototipa kotlovnice miruju

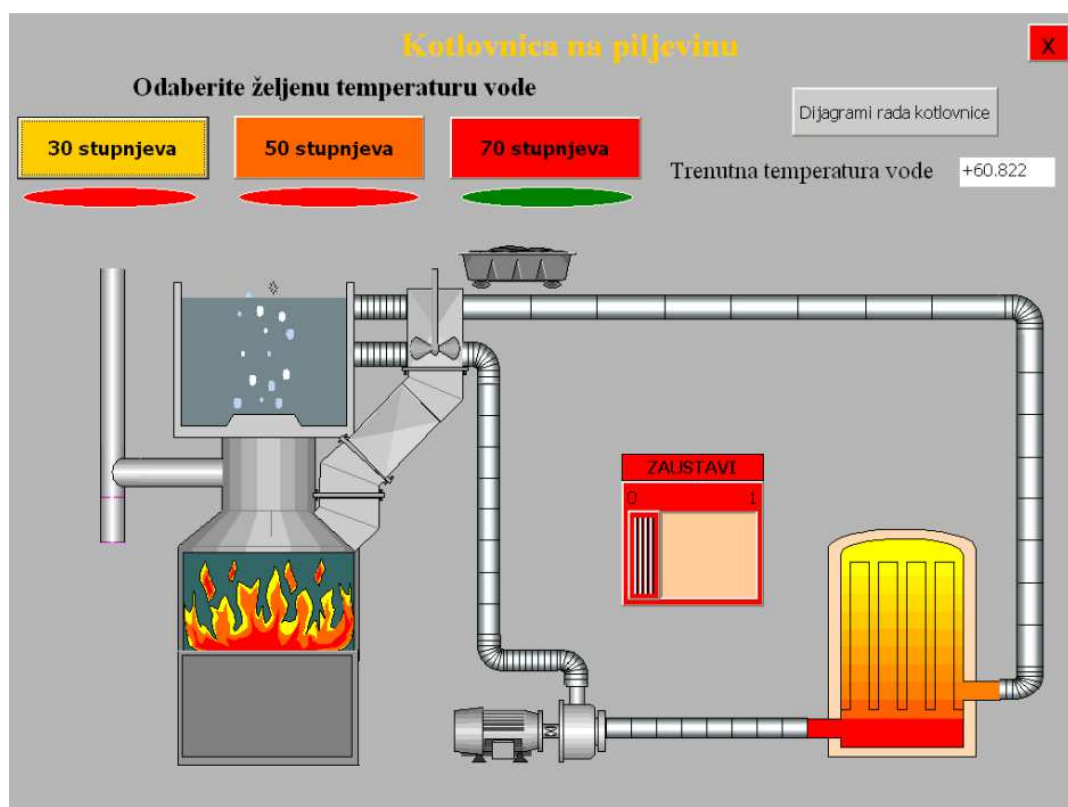
Na slici 8.5 vidljivo je postepeno zagrijavanje vode. Početna temperatura vode iznosila je 35 stupnjeva, a krajnja temperatura 45 stupnjeva. Kada je kotlovnica postigla željenu temperaturu od 70 stupnjeva upalila se pumpa te prilikom cirkulacije vode kroz hladnjak, temperatura je pala. Taj slučaj vidljiv je na slici 8.6.



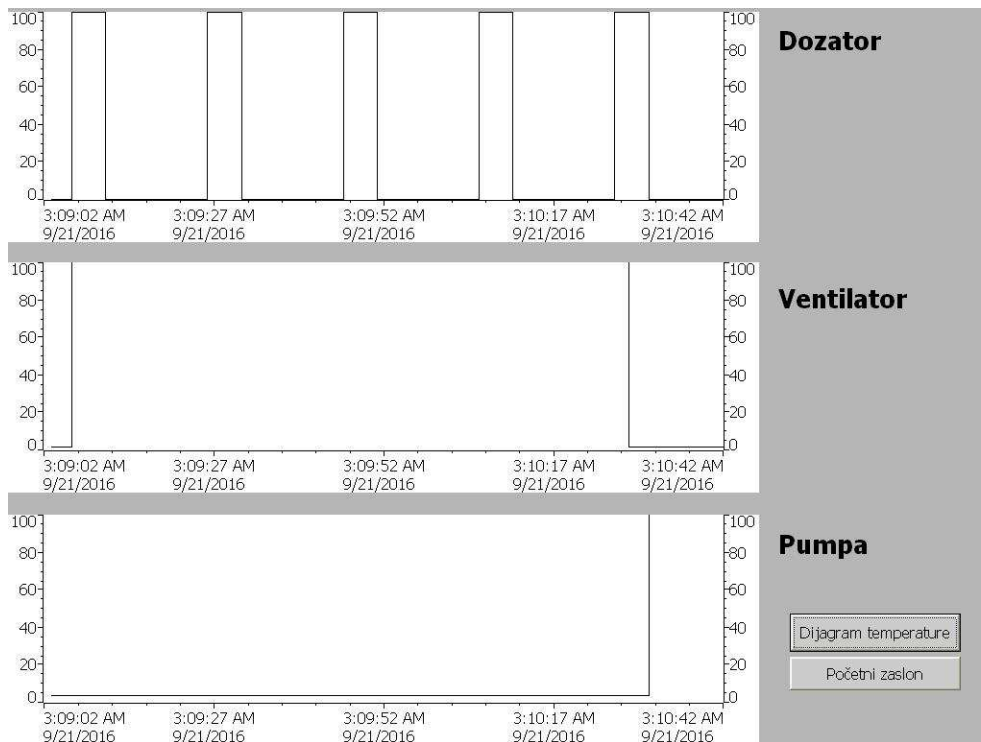
Slika 8.5: Dijagram postepenog zagrijavanja vode



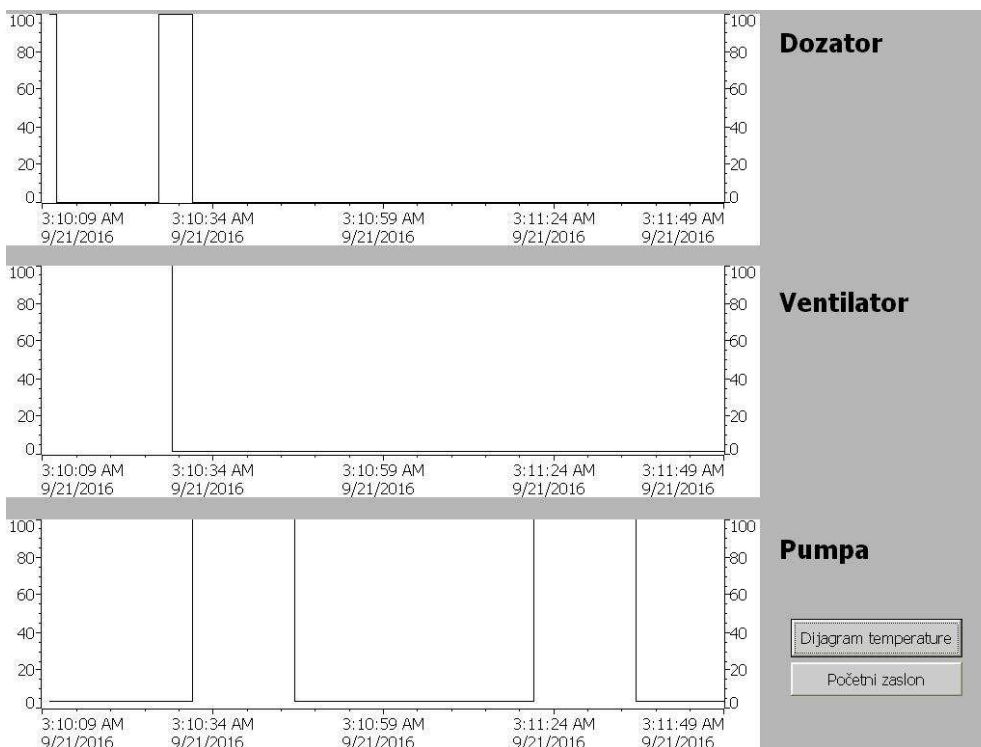
Slika 8.6: Na slici je vidljiv pad temperature vode prilikom cirkulacije vode



Slika 8.7: Nakon pada temperature vode zbog cirkulacije peć ponovo pokreće grijanje



Slika 8.8: Dijagram aktivnosti izlaznih uređaja



Slika 8.9: Dijagram aktivnosti izlaznih uređaja



## **9. Zaključak**

Ovim primjerom automatizacije kotlovnice na piljevinu kao gorivom sirovinom mogu se vidjeti mogućnosti programabilnih logičkih kontrolera. Njihova primjena je raznovrsna ukoliko je sve dobro isplanirao i kompaktno. TIA Portal, kao softver pomoću kojega programiramo PLC S7-1200, sam po sebi je jednostavan, nudi brojne mogućnosti te uz malo volje i truda brzo je savladljiv. Potreba za velikim znanjem u programiranju PLC uređaja problem je na koji se nailazi. Program korišten u ovom projektu najviše se temelji na logičkim funkcijama i tajmerima. Savladavanjem toga softvera te razumijevanjem načinom rada PLC uređaja moguće je svaku ideju realizirati i automatizirati. Prilikom zastoja sustava, kojim upravljanju PLC uređaji, u vrlo rijetkim slučajevima je greška na njima odnosno najčešći uzrok kvarova su uređaji spojeni na ulaz i izlaz PLC-a. Kako su početni troškovi automatizacije nešto veći, potrebno je neko vrijeme da se oni isplate. Automatizacijom kotlovnice na piljevinu moguće je smanjiti troškove grijanja koji su u današnje vrijeme veoma visoki. Kotlovnica na piljevinu je jedan od načina grijanja gdje će se barem malo sačuvati šume te zemni plin koji se koristi u velikim količinama.

## 10. Literatura

- [1] Šljivac, D; Šimić, Z: *Obnovljivi izvori energije: vrste, potencijal, tehnologije*, Aweres, Europska unija, 2009.
- [2] <http://goo.gl/5kHYdH> 8 (dostupno 30.08.2016)
- [3] <http://goo.gl/DDGgNe> (dostupno 30.08.2016)
- [4] <http://goo.gl/vAEHHj> (dostupno 30.08.2016)
- [5] <http://goo.gl/9Vg1cr> (dostupno 30.08.2016)
- [6] <http://goo.gl/jzq5ka> (dostupno 30.08.2016)
- [7] <http://goo.gl/VtzQ7c> (dostupno 30.08.2016)
- [8] <http://goo.gl/02oRme> (dostupno 30.08.2016)
- [9] <http://goo.gl/U7pcsq> (dostupno 30.08.2016)
- [10] Berger, H: *SIMATIC automatizacijski sustavi*, 5.obnovljeno i prošireno njemačko izdanje, 2012 ; 1.hrvatsko izdanje, 2013.
- [11] Vrhovski, Z: skripta iz predavanja *Računalno vođenje i upravljanje procesima, Arhitektura i princip rada PLC-a*, Visoka tehnička škola u Bjelovaru, Bjelovar 2016.
- [12] Vrhovski, Z: skripta iz predavanja *Računalno vođenje i upravljanje procesima, Uvodno o PLC-u*, Visoka tehnička škola u Bjelovaru, Bjelovar 2016.
- [13] Petrović, I: skripta iz predavanja *Automatizacija strojeva i uređaja 2, Komunikacijski protokoli u automatizaciji*, Visoka tehnička škola u Bjelovaru, Bjelovar 2016.
- [14] <http://goo.gl/bVO13k> (dostupno 30.08.2016)
- [15] Petrović, I: skripta iz predavanja *Automatizacija strojeva i uređaja 2, S7-1200 & TIA Portal*, Visoka tehnička škola u Bjelovaru, Bjelovar 2016.
- [16] Vrhovski, Z: skripta iz predavanja *Računalno vođenje i upravljanje procesima, SCADA sustavi*, Visoka tehnička škola u Bjelovaru, Bjelovar 2016.
- [17] Malčić, G: *Sustavi nadzora i upravljanja industrijskih postrojenja - Program stručnog usavršavanja ovlaštenih inženjera elektrotehnike u graditeljstvu*, Tehničko veleučilište u Zagrebu, Zagreb, 2012.

## **11. Sažetak**

Kotlovnica na piljevinu kao gorivom sirovinom je zanimljiva iz razloga što je jednostavna i efikasna. Njezina glavna svrha u ovom slučaju je zagrijavanje vode. Proces je potpuno automatiziran tako da je potrebno samo nadgledati na SCADA sustavu ukoliko dođe do zastoja. Zahvaljujući PLC-u te modernoj tehnologiji moguće je gotovo svaki sustav pojednostaviti i čovjeku na taj način olakšati posao. Na ovom sistemu je zatvoreni krug upravljanja gdje imamo kao krajnji rezultat zagrijavanje vode koja se prosljeđuje do hladnjaka koji zagrijava okolni zrak.

Ključne riječi: kotlovnica, piljevina, SCADA sustav, voda, hladnjak, zrak.

## **12. Abstract**

Sawdust boilers as burning feedstock is interesting because it is simple yet effective. In this case, its main goal is heating water. The process is fully automatic so all you need is to monitor the SCADA system in case of malfunction. Thanks to PLC, as well as modern technology, it is possible to simplify almost every system and thereby facilitate the job for people. This syistem is a closed circuit management where the end result is heating water that is forwarded through the radiator which heats the surrounding air.

Keywords: boilers, sawdust, SCADA system, water, radiator, air.

Završni rad izrađen je u Bjelovaru, 8.8.2016.

---

(Potpis studenta)

Prema Odluci Visoke tehničke škole u Bjelovaru, a u skladu sa Zakonom o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju, elektroničke inačice završnih radova studenata Visoke tehničke škole u Bjelovaru bit će pohranjene i javno dostupne u internetskoj bazi Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu. Ukoliko ste suglasni da tekst Vašeg završnog rada u cijelosti bude javno objavljen, molimo Vas da to potvrdite potpisom.

Suglasnost za objavljivanje elektroničke inačice završnog rada u javno dostupnom nacionalnom repozitoriju

Stjepan Hrženjak

---

(Ime i prezime)

Dajem suglasnost da se radi promicanja otvorenog i slobodnog pristupa znanju i informacijama cjeloviti tekst mojeg završnog rada pohrani u repozitorij Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu i time učini javno dostupnim.

Svojim potpisom potvrđujem istovjetnost tiskane i elektroničke inačice završnog rada.

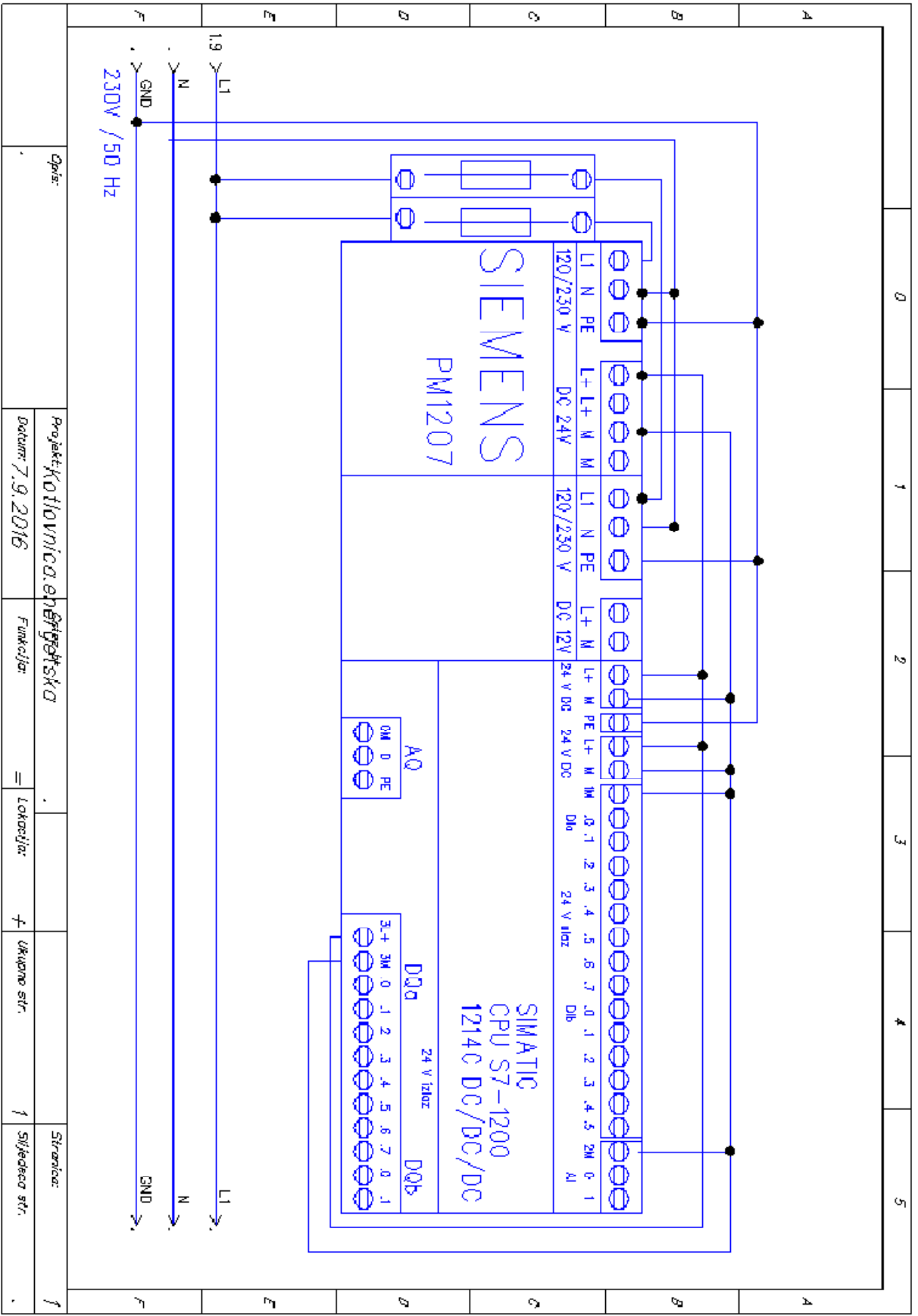
U Bjelovaru, 29.9.2016.

Stjepan Hrženjak

(potpis studenta/ice)

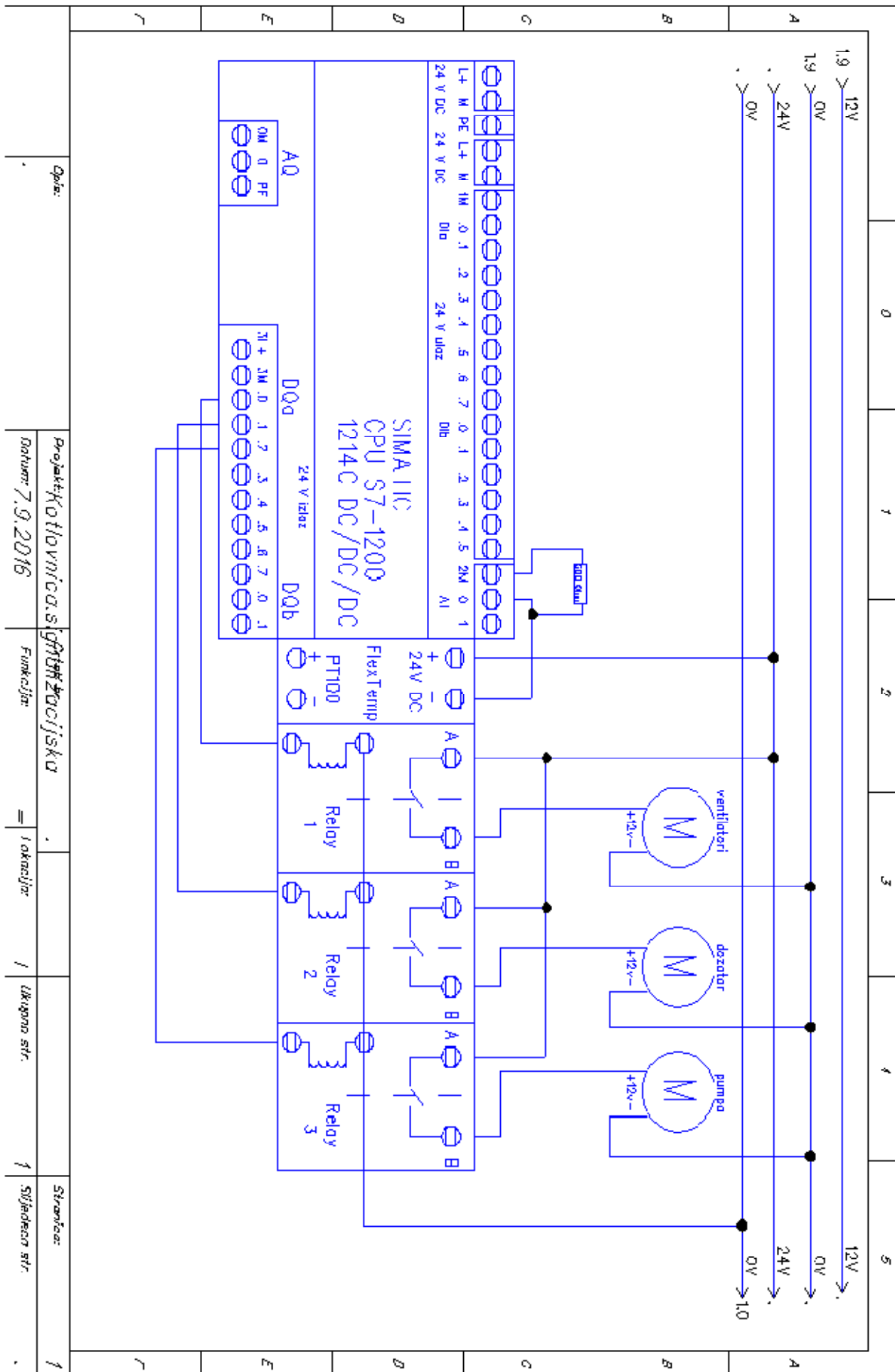
## **Privitak**

- Tehnička dokumentacija prototipa kotlovnice izrađena u programskom alatu Solid Works
- Energetska i automatizacijska shema sustava



Opis:	Projekt: <i>Kotlovnica energetska</i>		Lokacija: =	Ukupno str: +	Stranica: 1
	Datum: <i>7.9.2016</i>				





Opis:

Projekat: Kothlovnica sa gfitom zracijsku

Datum: 7.9.2016

Funkcija:

1. Lokacija:

1. Ukljuceno str.

1. Stranica: Sviđena str.