

Univerzitet u Nišu

Mašinski fakultet

Miljan Zlatković

DIPLOMSKI RAD

Niš, 2008.

Univerzitet u Nišu
Mašinski fakultet



**Primena PLC-a za nadzor i upravljanje
toplotnih objekata sa posebnim osvrtom na
NIŠKU TOPLANU**

- diplomski rad -

Kandidat

Miljan R. Zlatković 8898

Mentor

Prof. dr Vlastimir Nikolić

Niš, jun 2008.

Primena PLC – a za nadzor i upravljanje toplotnih objekata sa posebnim osvrtom na Nišku toplanu

Rezime

U ovom radu prikazan je koncept razvoja i rešenja sistema za nadzor i upravljanje toplifikacionog sistema grada Niša. Sistem je zasnovan na lokalnim PLC kontrolerima, na dislociranim toplotnim potstanicama. U prvom delu rada su detaljno izložene osnove PLC kontrolera, počev od sastavnih delova PLC-a, načina povezivanja, ulaznih i izlaznih signala do programiranja PLC-a. Dat je i uopšteni primer funkcionisanja PLC kontrolera za upravljanje termičkim sistemima. U daljem izlaganju je prikazana automatika toplotnih potstanica u kojima se vrši merenje i regulacija temperature vode u primarnom i sekundarnom krug. Način povezivanja PLC-a sa mernim i izvoršnim organima, kao i vrsta signala potrebnih za komunikaciju među njima. Prikupljanje podataka u lokalnim PLC kontrolerima i distribucija istih do centralnog sistema. Objašnjena je i komunikacija lokalnih PLC kontrolera sa centralnim dispečerskim SCADA sistemom, koji se ostvaruje bežičnim putem, korišćenjem GPRS protokola za prenos podataka. Na kraju rada je opisan program za nadgledanje i upravljanje, sa svim svojim mogućnostima kao i oprema u dispečerskom centru.

Ključne reči: PLC, SCADA, CPU, GPRS, automatika, upravljanje

SADRŽAJ

1. Uvod	1
2. Delovi PLC - a	3
3. Rad PLC - a	5
4. Povezivanje PLC - a	7
4.1. Električno napajanje	7
4.2. Povezivanje ulaza	9
4.3. Povezivanje izlaza	14
4.4. Relejni izlazi	14
4.5. Poluprovodnički izlazi	18
5. Analogni ulazi i izlazi	23
5.1. Analogni (A / D) ulaz	23
5.2. Analogni (D / A) izlaz	25
5.3. Obrada analognih podataka	26
5.4. Problemi pri radu sa analognim ulazima	26
6. Relejne mreže	28
6.1. Prekidači	28
6.2. Releji	29
6.3. Leder dijagram	31
7. Programiranje PLC-a	32
7.1. Logičke funkcije	33
7.2. Logička funkcija I	33
7.3. Logička funkcija ILI	37
7.4. Logičke funkcije I ILI, ILI I	39
7.5. Složene putanje	43
7.6. Flip flopovi	51
7.7. Brojači	60
7.8. Sekvenceri	62
7.9. Merači vremena	63
8. Primer upravljanja termičkim sistemima	73
9. Primena PLC – a za nadzor i upravljanje toplovodnim sistemom grada Niša	77
9.1. Analiza toplovodnog sistema	77
9.2. Rešenje centralnog sistema za nadzor i upravljanje toplovodnim sistemom	81
9.3. Automatika toplotne podstanice	83
9.3.1. Polazne osnove za izbor opreme	83

9.3.2. Mernje analognih veličina - senzori.....	87
9.3.3. Signali digitalnog tipa – on-off elementi	87
9.3.4. Izvršni organi upravljanja – digitani izlazi	88
9.3.5. Mikroprocesorski kontroler - funkcije.....	89
9.3.6. Veza sa računarskom jedinicom	91
9.3.7. Mikroprocesorski kontroler - softversko hardverska struktura	93
9.3.8. Rukovanje mikroprocesorskom jedinicom	99
9.4. Komunikacija u centralnom sistemu	103
9.4.1. Komunikaciona infrastruktura.....	103
9.4.2. Prenos podataka kablovskim putem	104
9.4.3. Prenos podataka bežičnim putem.....	106
9.4.3.1. Primena GPRS modema	106
9.4.3.2. Konfigurisanje centralnog sistema sa GPRS modemom	107
9.4.3.3. Ugradnja GPRS modema u toplotnoj podstanici	109
9.4.3.4. Povezivanje GPRS modema sa MR	110
9.4.3.5. Povezivanje GPRS modema sa PC računarom	111
9.4.3.6. Hardverska struktura GPRS modema	112
9.5. Dispečerski centar.....	116
9.5.1. Organizacija i tehnologija rada.....	116
9.5.2. Oprema u dispečerskom centru	116
9.6. Funkcije programa CENUS	119
10. Zključak	124
11. Literatura	125
12. Biografija	126

1. Uvod

Kako je ranijih godina upravljanje mašinama vršeno pomoću mehaničkih uređaja, one nisu mogle da obavljaju složenije operacije. Formiranjem naprednijih načina upravljanja taj problem se postepeno prevazilazio. Sam tok nekog industrijskog procesa može da se opiše logičkim funkcijama, što je dovelo do formiranja posebnih uređaja - *logičkih kontrolera*.

Logički kontroleri primaju signale sa senzora, obrađuju ih preko tzv. relejnih mreža koje opisuju zadanu logičku funkciju i generišu signale koji uključuju ili isključuju izvršne organe. Zahvaljujući razvoju specifičnih relejnih komponenti, ovi sistemi su omogućili da se realizuju veoma komplikovane upravljačke funkcije.

Osnovni nedostaci su bili:

- velika potrošnja energije i
- glomazni sistemi koji su imali veliki broj komponenti.

Sami releji kao mehanički elementi nisu dugog veka. U slučaju njihovog otkazivanja teško je da se pronađe koji od releja u relejnoj mreži ne radi, takođe promena proizvodnog procesa zahtevala je promene u upravljačkom sistemu što je za posledicu podrazumevalo formiranje novih relejnih mreža koje bi obavljale nove logičke funkcije.

Razvoj poluprovodničke elektronike omogućio je da se logički kontroleri prave pomoću tranzistora i integrisanih kola. Na taj način smanjena je potrošnja energije kao i gabariti kontrolera. Međutim, i dalje je bio prisutan problem formiranja složenih sistema i mogućnosti njihove promene.

Auto industrija beleži najučestalije promene proizvodnog procesa, gde se proces menja sa svakim novim modelom. "General Motors" je među prvim video potrebu da se zamene „ožičene“ kontrolne table sistema. Kompanija je htela da se za logiku sistema iskoristi mikroračunar umesto ožičenih releja. Računar je trebao da zauzme mesto glomaznih, skupih, nefleksibilnih ožičenih kontrolnih tabli. Na putu realizacije dobre ideje isprečio se praktični problem koji se ogledao u tome da je trebalo da se nateraju električari da prihvate i koriste novi uređaj. Bilo je gotovo nemoguće da se traži od električara iz fabrike da nauče i koriste kompjuterski jezik pored njihovih svakodnevnih poslova. U skladu sa situacijom, "General Motors" je napravio specifikaciju i napisao kriterijume projekta za prvi programibilni logički kontroler. Specifikacije su zahtevale da se novi uređaj bazira na elektronskim umesto na mehaničkim delovima, da ima fleksibilnost kompjutera, da radi u industrijskom okruženju i da može da se reprogramira i koristi za druge zadatke.

Kompanija "Gould Modicon" je razvila prvi uređaj koji je odgovarao specifikacijama. Ključ uspeha kod ovog uređaja je bio u tome da se za njegovo programiranje nije morao da uči novi programski jezik. Programirao se tako što je korišćen isti jezik koji su električari već znali – *lestvičasti dijagram (ladder diagram)*.

Krajem šezdesetih i početkom sedamdesetih formirani su prvi programabilni logički kontroleri. (*Programmable Logic Controller - PLC*) kod kojih se za realizaciju logičkih funkcija koristi mikroračunar. Korišćenje mikroračunara omogućilo je da se pored logičkih funkcija vrše i različite matematičke operacije.

Kao jednostavni uređaji, prvi PLC-i nisu bili sasvim pogodni za složene kontrole kao što su temperature, pozicije i pritisci. Danas je teško da se zamisli zadatak u industriji koji savremeni PLC ne može da uradi.

Razvijeni su i moduli posebnih namena kao što su komunikacioni moduli za povezivanje više PLC – a u mrežu. Postepeno se PLC razvio u specijalizovani industrijski mikroračunar.

Osnovne odlike savremenih PLC-a su :

- 1) *prilagođenost za rad u industrijskom okruženju*, što podrazumeva njihovu postojanost u različitim temperaturnim režimima, otpornost na prljavštinu, prašinu, vlagu, vibracije, udare,
- 2) *mogućnost instaliranja na samoj mašini*, ili u njoj,
- 3) *programiranje pomoću posebnih programskih jezika*, prilagođenih korisnicima koji su navikli na rad sa relejnim ili poluprovodničkim logičkim kontrolerima, zadržan je kontinuitet, mada se u novije vreme ova karakteristika smatra nedostatkom PLC-a,
- 4) *rade velikom brzinom*,
- 5) *mogu da se povežu u računarsku mrežu* i postanu sastavni deo sistema višeg nivoa upravljanja,

Prvi PLC je imao oznaku 084, jer je to bio 84. projekat firme "Bedford Associates", koja pokreće novu firmu usmerenu da razvija, proizvodi, prodaje i servisira novi proizvod, PLC. To je bila firma "Modicon", **MOD**ular **DIG**ital **CON**troller.

Jedan od ljudi iz tima sa prvog projekta PLC-a bio je Dick Morley, koji se smatra ocem PLC-a. On je osnivač "Modicon"-a (sada „Shneider Automation, Inc“) i pronalazač PLC-a. Danas, on nastavlja svoj rad kao nacionalno priznati ekspert na poljima kompjuterskog dizajna, veštačke inteligencije, automatizacije, i autor je i rukovodilac projekta fabrike budućnosti. Morley je inženjer, konsultant i pronalazač, koji ima više od 20 patenata u US i širom sveta.

Poznati proizvođači PLC-a su: ABB Ltd, Koyo, Honeywell, Siemens, Modicon, Omron, Allen-Bradley, General Electric, Tesco Controls, Panasonic (Matsushita), i Mitsubishi.

10. Zaključak

Da bi se poboljšao proces upravljanja u industriji, osmišljeni su i realizovani programibilni logički kontroleri – PLC. PLC kontroleri su najpre zamenili komplikovane relejne mreže, da bi kasnije prerasli u specijalizovane računare. Zahvaljujući njima moguće je ostvariti i daljinsko upravljanje industrijskim procesom kao i praćenje procesa upravljanja pomoću odgovarajuće računarske mreže.

Ovaj rad je primer kako tehnička dostignuća mogu da unaprede i poboljšaju kvalitet rada toplifikacionih sistema.

Uvođenjem regulacije u toplifikacioni sistem stvaraju se mogućnosti za postizanje svih željenih tehnoeekonomskih efekata. Daljinskim nadzorom se pre svega kontroliše rad svih toplopredajnih stanica u sistemu daljinskog grejanja. Sve anomalije u radu i poremećaji funkcije se uočavaju i otklanjaju blagovremeno. Sve merene veličine stanja sistema se skladište u baze po željenim periodama i mogu se kasnije koristiti za analizu, što je veoma bitna kvalitativna karakteristika centralnog praćenja rada sistema.

Od velike koristi je analiza grafikona dobijenih od prikupljenih podataka gde se mogu uočiti dinamička ponašanja pojedinih toplopredajnih stanica kao i celog sistema daljinskog grejanja u kraćem ili dužem vremenskom periodu. Mogu se analizirati odzivi i prilagoditi parametri regulacije (pojačanje i vreme čekanja) regulatora u smislu poboljšanja dinamičkog ponašanja sa smanjenjem preskoka i vremena smirenja željene izlazne veličine. Na osnovu ovih grafikona je moguće izvršiti prilagođenje vremenskih dijagrama (za redukovano grejanje u noćnim časovima): ranije uključanje punog grejanja kao i raniji prestanak, a sve na osnovu konkretno opservirane inercije sistema.

Daljinskim upravljanjem je moguće prilagoditi rad toplopredajnih stanica u skladu sa nizom faktora koji mogu uticati na njihov nekvalitetan rad ili nezadovoljavajuće ponašanje celog sistema.

Daljinski nadzor i upravljanje predstavlja značajnu kvalitativnu nadgradnju sistema daljinskog grejanja, ne samo po pitanju komfora već analize rada celog sistema i donošenja pravovremenih odluka i njihovu primenu, a sve sa jednog mesta u kratkom vremenskom periodu i uz smanjene troškove.

Najviši nivo daljinskog upravljanja podrazumeva adaptabilni sistem automatskog upravljanja, koji se prilagođava svim promenama uzimanjem u obzir prethodnih iskustava. Sa izgrađenom i pouzdanom infrastrukturom centralnog sistema moguće je u kasnijim fazama vršiti dogradnje sistema koje ne bi zahtevale skoro nikakve "hardverske" intervencije, a pružale bi veliki kvalitativni skok u radu.

Dovoljna izmena bi bila promena (ili nadgradnja) softverskog paketa koji se izvršava na računaru u dispečerskom centru. Na taj način biće ostvariva i ideja uvođenja ekspertskih sistema "veštačke inteligencije" čija bi se struktura većim delom odredila iskustvima i potrebama u toku eksploatacije.

11. Literatura

- [1] *Projekat upravljanja toplotnim sistemom grejanja grada Niša*
- [2] *Studija razvoja sistema daljinskog nadzora i upravljanja vodosnabdevanja Paraćin*
- [3] *Studija razvoja sistema za daljinski nadzor i upravljanje toplifikacionog sistema grada Niša*
- [4] *Newnes.Programmable.Logic.Controllers.4th.Edition-0750681128* eBook - W. Bolton
- [5] *Attech.House. GPRS.For.Mobile.Internet.eBook-LiB* GPRS for Mobile Internet – Emmanuel Seurre, Patrick Savelli, Jean-Pierre Pietri
- [6] *Sybex.TCP.IP.Foundations.Aug.2004.eBook-DDU.pdf* TCP/IP Foundations - Andrew G. Blank
- [7] <http://www.nitoplana.co.yu>
- [8] <http://www.telit.it>
- [9] http://www.en.wikipedia.org/wiki/GPRS_Core_Network