

PROGRAMABILNI LOGIČKI KONTROLERI I NJIHOVE MJERNE KARAKTERISTIKE**PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLERS AND THEIR MEASUREMENT CHARACTERISTICS**Mladen Terzić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U uvodu je prikazana istorija PLC-a (poglavlje 1). U glavnom dijelu rada su objašnjeni princip rada PLC-a (poglavlje 2), primjena PLC-a (poglavlje 3), mjerne karakteristike PLC-a kroz senzore, enkodere i raznu opremu koja se koristi za mjerenja kod sistema upravljanih PLC-om (poglavlje 4), programiranje PLC-a (poglavlje 5) i prednosti i ograničenja (poglavlje 6). Na kraju su dati zaključna razmatranja rada (poglavlje 7) i spisak korištene literature (poglavlje 8).

Ključne riječi: Programabilni logički kontroler, PLC, Program, Upravljanje u realnom vremenu, Mjerenja

Abstract - The introduction presents the history of the PLC (Chapter 1). The main part of the paper explains the principle of operation of the PLC (Chapter 2), the application of the PLC (Chapter 3), the measurement characteristics of the PLC (Chapter 4), programming of the PLC (Chapter 5), and the advantages and limitations (Chapter 6). Finally, concluding considerations of the paper and a list of used literature (Chapter 7 and 8) are given.

Keywords: Programmable Logic Controller, PLC, Program, Real-time control, Measurements

1. UVOD

Programabilni logički kontroler poznatiji kao PLC (eng. Programmable Logic Controller) je uređaj namijenjen upravljanju sistemima i procesima u industrijskom okruženju i to u realnom vremenu. PLC kontroler predviđen je da radi u industrijskom okruženju, samim tim u teškim uslovima rada, i mora da bude otporan na razne uticaje kao što su visoka temperatura, velika vlažnost vazduha, prašina, vibracije, udarci, razne smetnje...

Mjerne karakteristike PLC-a pružaju mnoštvo mogućnosti za razne vrste mjerenja i detekciju predmeta što je ključna stavka kod sistema upravljanih pomoću PLC kontrolera. PLC kontroleri se u nekim slučajevima mogu koristiti za upravljanje mjernim sistemima koji mogu biti namijenjeni različitim specifičnim aplikacijama.

PLC kontroler je dosta rasprostranjen u širokom spektru aplikacija zbog svoje fleksibilnosti, izdržljivosti i jednostavnog programiranja.

Sam uređaj kao osnovne kontakte posjeduje ulaze i izlaze, a sama implementacija se svodi na povezivanje ulaza PLC-a na prekidače, tastere, senzore i druge izvore

mjernih informacija na osnovu kojih želimo da upravljamo aktuatorima preko izlaza PLC-a. Dakle, PLC kontroler će upravljati aktuatorima i procesima na osnovu unaprijed zadanog programa i signala na njegovim ulazima.

2. PRINCIP RADA PLC-a

Prema standardima udruženja proizvođača električne opreme (The National Electrical Association – NEMA) programabilni logički kontroler (PLC) (Slika 2.1) definisan je kao: "Digitalni elektronski uređaj koji koristi programabilnu memoriju za pamćenje naredbi kojima se zahtjeva izvođenje specifičnih funkcija, kao što su logičke funkcije, sekvenciranje, prebrojavanje, mjerenje vremena, izračunavanje, u cilju upravljanja različitim mašinama i procesima".



Slika 2.1 PLC kontroler

3. PRIMJENA PLC-a

Programabilni logički kontroleri već odavno igraju veliku ulogu u industriji, kako u velikim, tako i u malim fabrikama i postrojenjima.

PLC-ovi u današnje vrijeme nude razne i savremene mogućnosti svim korisnicima. Mnogobrojni proizvođači nude mnoge varijante kontrolera, od mikro fiksnih za manje aplikacije amaterske i profesionalne namjene do modularnih platformi koje imaju prekično neograničene mogućnosti i mogu zadovoljiti potrebe ogromnih industrijskih postrojenja.

Razvodni orman jednog takvog postrojenja prikazan je na slici 3.1.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Platon Sovilj, red. prof.



Slika 3.1 PLC-Razvodni orman

Tokom razvoja i modernizacije tehnologije u svim granama industrije, razvijao se i PLC i sa razvojem donosio nove mogućnosti. Danas je nezamislivo postrojenje bez ovakvih kontrolera u bilo kojoj grani industrije, automatici, robotici, mašinstvu, autoindustriji, saobraćaju, brodogradnji, građevini... Jednostavno rečeno, PLC možemo sresti u skoro svakoj proizvodnji i to na skoro svakoj automatizovanoj mašini, CNC mašini ili proizvodnoj traci. U zavisnosti od vrste i zahtjeva postrojenja, PLC sistem možemo podijeliti na: nadgledani i nenadgledani.

4. MJERNE KARAKTERISTIKE PLC-a

Upravljanje većinom procesa zahtijeva mjerenje raznih veličina u zavisnosti o kom procesu se radi. Mjerenje temperature, nivoa tečnosti, detekcija prisustva predmeta su dosta zastupljeni kada je riječ o bilo kom procesu proizvodnje, kako bi se neke aktivnosti otpočele ili zaustavile, ili jednostavno prikazale operateru koji nadgleda proces proizvodnje. Sva ova mjerenja ili detekcije se vrše pomoću raznih vrsta senzora ili dodatnih modula od kojih će najzastupljeniji biti prikazani u nastavku rada. Najzastupljeniji koncept mjerenja je digitalno mjerenje zasnovano na mjerenju svakog pojedinačnog uzorka, a u posebnim slučajevima se primjenjuje koncept stohastičkog digitalnog mjerenja zasnovanog na mjerenju na intervalu [1-5]. Povezivanje senzora sa PLC-om je jednostavno jer su senzori od strane proizvođača adaptirani po pitanju izlaznih signala da budu kompatibilni sa ulazima PLC-a.

4.1 Podjela i vrste senzora

Senzori se sa energetske tačke gledišta mogu podijeliti na aktivne i pasivne. Aktivni senzori su sami od sebe izvor energije (fotodioda, termopar) dok pasivni senzori zahtijevaju dodatni izvor energije koju će da modulišu u skladu sa mjerenom veličinom (fotootpornik, termistor). Po pitanju vrste, mjerenja se dijele na apsolutne i relativne. Prema izlaznom signalu dijele se na analogne i digitalne, dok se prema izlaznoj veličini mogu podijeliti na naponske, strujne, kapacitivne i otporne.

4.2 Granični prekidači

Granični prekidači (Slika 4.1) su u stvari mehanički prekidači koji su prilagođeni za korištenje u industriji i robotici. Koriste se za detekciju pozicije, prisustva i u

bezbjednosne svrhe kod zaustavljanja pokretnih dijelova u početnim i krajnjim položajima. Postoje različite vrste za razne aplikacije.



Slika 4.1 – Granični prekidači

4.3 Kapacitivni senzori

Kapacitivni senzori su nanomjerni sistem izbora za što preciznije određivanje blizine (pozicije). Kapacitivni senzor (Slika 4.2) je, grubo rečeno, otvoreni kondenzator (pločasti). Formula za izračunavanje kapacitivnosti kondenzatora (1) glasi [6]:

$$C = \epsilon_0 \epsilon_r \left(\frac{S}{d} \right) \quad (1)$$

ϵ_0 -Dielektrična konstanta vakuma

ϵ_r -Relativna dielektrična permitivnost

S-Površina ploča kondenzatora

d-Rastojanje između ploča



Slika 4.2 – Kapacitivni senzor

4.4 Induktivni senzori

Induktivni senzori (Slika 4.3) spadaju u kategoriju pasivnih senzora. Nastali su kao zamjena za Reed senzore koji imaju relativno kratak vijek trajanja. Rad induktivnih senzora se zasniva na zavisnosti induktivnog kalema od promjene otpora elektromagnetnog kola ili na elektromagnetnoj indukciji.

Induktivni senzori reaguju uglavnom na metale, a moguće je i na neke druge materijale kao što je grafit [7].



Slika 4.3 – Induktivni senzor

4.5 Temperaturni senzor Pt 100

Otporni senzor ima električnu otpornost od 100Ω na 0°C . Opšte je poznat kao Pt 100 senzor u skladu sa standardom IEC 60751. Ova vrijednost otpora povećava se sa porastom temperature što je u vezi sa karakteristikama materijala otpornika (platine). Ove vrste senzora se nazivaju elementi pozitivnog temperaturnog koeficijenta (PTC). Koeficijent je fiksiran na $\alpha = 0,00385^\circ \text{C}^{-1}$, izračunat između 0 i 100°C , prema ITS90 (Međunarodna temperaturna skala 1990) [8].

4.6 Ultrazvučni senzori

Ultrazvučni senzori predstavljaju idealno rješenje za beskontaktno mjerenje rastojanja u svim oblastima industrije gdje sredina kao što je prašina, dim ili para, mogu da utiču na mjerenje. Pri tome objekti od različitih materijala se mogu detektovati sa velikom preciznošću u mjerenju. Opsezi mjerenja variraju od nekoliko milimetara do desetak metar bez izmjena na mjernom uređaju.

Tipičan ultrazvučni sistem za mjerenje rastojanja radi na principu slanja zvučnog signala i očekivanju da dobije eho. Zvučni talas se prenosi od predajnika i posle odbijanja od objekta vraća eho do prijemnika. Ako je poznata brzina zvuka, rastojanje objekta može da se izračuna na bazi vremena koje protekne od trenutka emitovanja do prijema reflektovanog zvuka.

4.7 Magnetni senzori položaja

Magnetni senzor položaja se najčešće koristi u pneumatici, postavlja se na pneumatske cilindre kako bi PLC imao informaciju u kom položaju se nalazi klip. Na klip unutar cilindra je postavljen magnet koji se kreće zajedno sa klipom, i kada dođe u položaj ispod senzora, on aktivira kontakte senzora.

4.8 Optički senzori

Optički senzori (optoelektronski senzori) sačinjeni su od optičkog para (engl. optocoupler) – predajnika i prijemnika. Kao predajnici služe LED diode i laserske diode (LD), a kao prijemnici upotrebljavaju se fototranzistori, fotodiode i fotootpornici. Najčešće se koristi kombinacija LED diode i fototranzistora, pri čemu se predmeti detektuju prekidanjem ili refleksijom optičkog signala.

4.9 Enkoderi

Enkoderi su mjerni pretvarači ugaonog ili linearnog pomjeranja. Dijele se na inkrementalne i apsolutne enkodere. Inkrementalni enkodere daju na izlazu impulse čiji broj zavisi od veličine pomjeranja. Mjerenje pozicije pomoću inkrementalnih enkodera se izvodi brojanjem impulsa sa enkodera. Apsolutni enkoderi na izlazu daju binarni kod trenutne pozicije, npr 1010 [9].

5. PREDNOSTI I OGRANIČENJA PLC-a

5.1 Prednosti

PLC kontroleri imaju širok spektar mogućnosti i prednosti, pogotovo u poređenju sa relejnim sistemima. Gomile žica koje su nekad povezivale releje korištenjem PLC-a su svedene na minimum a same releje mijenja upravljački program. Po pitanju izdržljivosti PLC-ovi su namjenski projektovani da budu otporni na razne uticaje u industriji pa su samim tim pouzdani kako hardverski tako i softverski. Što se tiče softverske fleksibilnosti, same izmjene i dopune programa su jednostavne i mogu se izvršiti na licu mjesta, uz mogućnost ugrađene dijagnostike grešaka koja pomaže u otklanjanju softverskih i hardverskih grešaka. Relejni sistemi su imali problem habanja mehaničkih i pokretnih dijelova koji su čak stvarali i buku prilikom rada, što se primjenom PLC-a prevazilazi. Savremeni PLC kontroleri donose savremene mogućnosti i savremena rješenja kao što su kamere za nadzor, bar kod čitači, PID regulacija i razna druga savremena oprema kojom industriju podižu na najviši nivo. Nabavka, ugradnja i zamjena ovakvih dijelova je veoma jednostavna.

5.2 Ograničenja

PLC-ovi starije generacije su bili ograničeni samo na ON/OFF upravljanje tako da su tadašnje mogućnosti bile sužene uz potrebu korištenja dodatnih tajmera, releja i brojača. O ograničenjima savremenih PLC-kontrolera je suvišno govoriti jer se njihove mogućnosti iz dana u dan šire i prilagođavaju sistemima na svim poljima primjene a ograničenja se lako prevazilaze.

6. PROGRAMIRANJE PLC-a

Pod pojmom programiranje PLC-a podrazumijevaju se svi postupci koji se obavljaju pri izradi softvera za PLC. Oni se mogu svrstati u dvije faze:

- Izrada programa – pomoću posebnog inženjerskog softvera (alata) instaliranog na personalnom (ili industrijskom) računaru pravi se namjenski aplikativni program koji PLC treba da izvršava.
- Prebacivanje programa u PLC (preuzimanje programa; engl. download) – program se iz računara prebacuje u PLC direktno preko kabla ili memorijske kartice.

Kako bi se pristupilo izradi programa prvo treba detaljno proučiti proces kojim PLC treba da upravlja, tj. tehnologiju samog procesa. Bez obzira na svoje znanje i vještine, programer je nemoćan bez poznavanja tehnologije proizvodnje ili pomoći tehnologa jer ne zna šta treba da uradi. Neki programeri su zahvaljujući

dugogodišnjem iskustvu na istim ili sličnim programskim zadacima ovladali tehnologijom procesa koji automatizuju pa mogu izvesti programske zadatke i bez tehnologa.

Oni su u izvjesnom smislu i programeri i tehnolozi jer su se kroz višegodišnje iskustvo specijalizovali za određenu oblast. U suštini, sve se svodi na to da treba sagledati i izdvojiti glavni programski zadatak ili više njih, i – ukoliko je to moguće – u okviru glavnog programskog zadatka izdvojiti i manje programske zadatke koji se mogu posmatrati kao posebne programske cjeline.

Na taj način program će imati znatno jasniju strukturu. Da bi se napravio odgovarajući program, takođe je neophodno da programer tačno zna hardversku konfiguraciju PLC-a u smislu toga koliko je digitalnih i analognih ulaza i izlaza korišteno, kao i to koji je senzor, prekidač, aktuator ili neki drugi uređaj priključen na koji ulaz ili izlaz PLC-a [10].

7. ZAKLJUČAK

Na početku rada dat je uvod i istorija PLC-a od stvaranja potrebe za idejnim rješenjima koja će zamijeniti relejne sisteme u industriji pa do prvog komercijalnog PLC-a. U radu je detaljno opisan princip rada PLC kontrolera sa njegovim mjernim karakteristikama koje se ogledaju kroz senzore, enkodere i ostalu opremu koja vrši prikupljanje mjernih informacija na osnovu kojih će PLC da upravlja sistemom.

Opisana je primjena PLC kontrolera. U nastavku je opisano programiranje PLC-a, gdje su navedeni programski jezici koji se koriste za programiranje, od kojih je detaljno prikazan STL programski jezik sa primjerom rješenja zadatka koji se odnosi na programiranje jednostavne automatizovane mašine za obradu kako bi lakše objasnili STL programiranje i primjenu brojača i tajmera kod PLC-a. Kroz rad je prikazan i razvoj PLC kontrolera od starijih koji su bili ograničeni samo na ON/OFF upravljanje pa do savremenih sistema kojima se upravlja pomoću ekrana na dodir, što nas dovodi do zaključka da savremeni PLC sistemi ispunjavaju mnoge kriterijume koje donosi savremena industrija i nagli razvoj tehnologije.

Vremenom se razvijao i način programiranja pa je programerima maksimalno olakšano programiranje i implementacija čitavog sistema uz veliki izbor načina programiranja u zavisnosti od mogućnosti i potreba sistema i ličnih afiniteta programera.

8. LITERATURA

[1] Sovilj P. M., Milovančev S. S., Vujičić V.: Digital Stochastic Measurement of a Nonstationary Signal With an Example of EEG Signal Measurement, Instrumentation and Measurement IEEE Transactions on, 2011, Vol. 60 - issue 9, pp. 3230-3232, ISSN 0018-9456, DOI: 10.1109/TIM.2011.2128670

- [2] Radonjic, A. ; Sovilj, P. ; Vujicic, V.: Stochastic Measurement of Power Grid Frequency Using a Two-Bit A/D Converter , Instrumentation and Measurement IEEE Transactions on, 2014, Vol. 63 - issue 1, pp. 56-62, DOI: 10.1109/TIM.2013.2277515, ISSN 0018-9456
- [3] P. Sovilj, M. Milovanović, D. Pejić, M. Urekar, Z. Mitrović, Influence of Wilbraham-Gibbs Phenomenon on Digital Stochastic Measurement of EEG Signal over an Interval, pp. 270-278, Measurement Science Review, Vol. 14, No. 5, 2014, ISSN 1335 – 8871
- [4] P. Sovilj, B. Vujičić, M. Sokola, D. Pejić, Ž. Beljić, Z. Mitrović, „Stochastic Measurement of Noise True RMS using 2-bit Flash A/D converters“, Technical Gazette, Vol.24 No.5 October 2017, pp. 1315-1322, ISSN 1330-3651 (Print), ISSN 1848-6339 (Online), DOI 10.17559/TV-20151124100705
- [5] Ž. Beljić, V. Vujičić, D. Pejić, M. Sokola, Z. Mitrović, P. Sovilj, „Grid Fundamental Harmonic Measurement in Presence of Gaussian Frequency Deviation Using 2-bit Flash A/D Converter“, Technical Gazette, Vol.24 No.2 April 2017, pp. 481-488, ISSN 1330-3651 (Print), ISSN 1848-6339 (Online), DOI 10.17559/TV-20151109231714
- [6] <https://www.automatika.rs/baza-znanja/senzori/kapacitivnisenzor.html> (pristupljeno u januaru 2020.)
- [7] <https://www.automatika.rs/baza-znanja/senzori/induktivni-senzor.html> (pristupljeno u januaru 2020.)
- [8] <http://www.termotehna.rs/pdf/T91-Otporni%20termometri%20sa%20kablom.pdf> (pristupljeno u januaru 2020.)
- [9] <https://www.plc-bh.com/> (pristupljeno u januaru 2020.)
- [10] “Programabilni logički kontroleri, Programiranje PLC-a“, Skripta

Kratka biografija:



Mladen Terzić rođen je u Vogošći 1994. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Programabilni logički kontroleri i njihove mjerne karakteristike odbranio je 2020.god.

kontakt: mladen_94rs@live.com