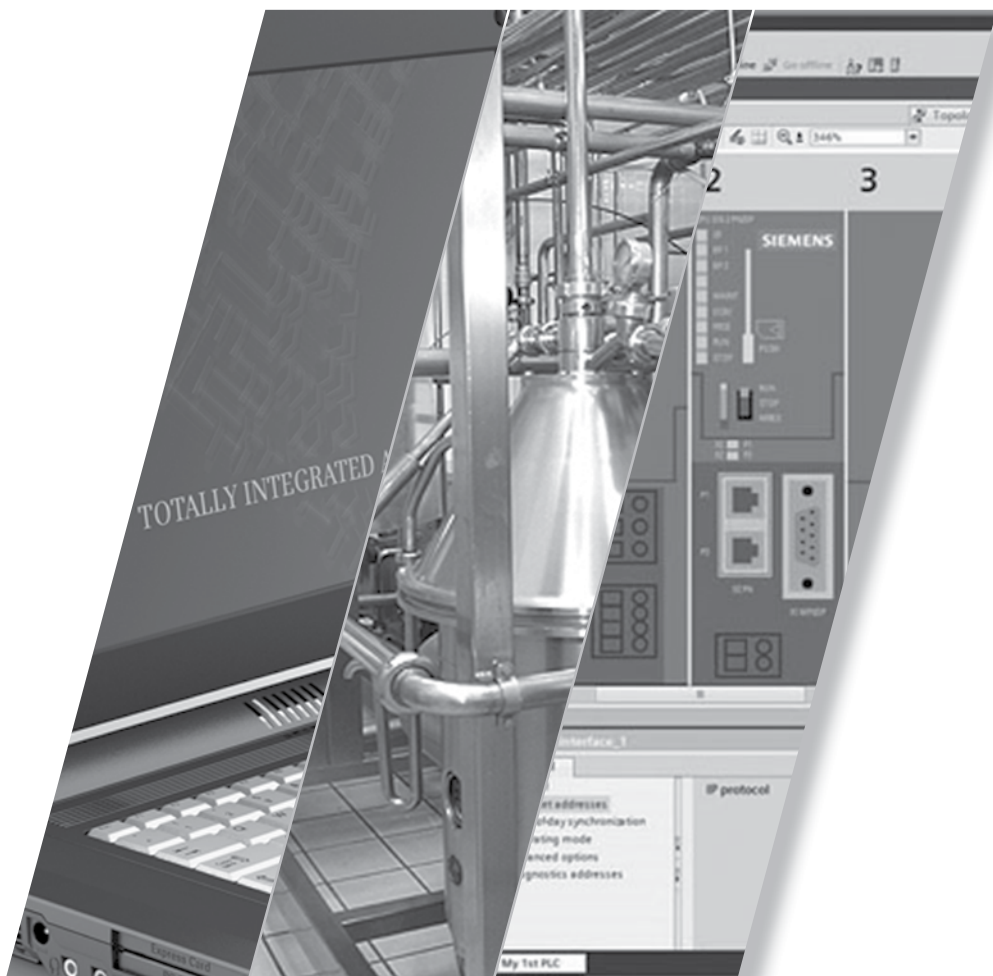


UVOD



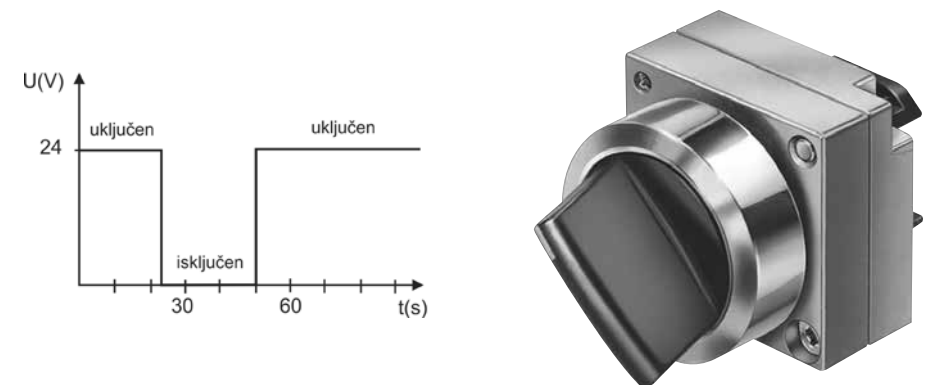
-
- 1.1. Svet digitalne elektronike
 - 1.2. Osnovni pojmovi procesnog upravljanja
 - 1.3. Softver. Osnovni pojmovi
 - 1.4. Šta je PLC?
 - 1.5. Način rada PLC-a – Sken ciklus
 - 1.6. Mesto i uloga PLC-a u savremenim upravljačkim sistemima
-

1.1. SVET DIGITALNE ELEKTRONIKE

Digitalni i analogni signali

Bez sumnje se može reći da je današnji svet u stvari svet digitalne elektronike. Konstrukcija personalnih računara je takva da CPU, memorija i sve druge komponente računara mogu da rade samo sa digitalnim signalima (signalima logičke nule i jedinice). Ali šta je sa automatikom i procesnim upravljanjem, da li su digitalni signali i u toj oblasti preuzeli primat nad analognim? Ukoliko se posmatra proces obrade ili smeštanja i arhiviranja podataka koji dolaze sa procesa i pritom se ima na umu činjenica da su PLC-ovi u mnogim segmentima hardvera slični personalnim računarima, dolazi se do zaključka da se i kod PLC-ova podaci mogu pamtit i obrađivati samo u digitalnoj (binarnoj) formi. Međutim, ukoliko se razmatra proces merenja ili praćenja nekih veličina na procesu koje se kontinualno menjaju, dolazi se do zaključka da se takve operacije ipak mogu obaviti samo uz pomoć analognih veličina i analognih senzora. Ali pre svega, neophodno je prvo razmotriti značenje pojmova digitalni i analogni signali, pa će onda biti lakše razumevanje i nekih drugih pojmova iz oblasti digitalne elektronike.

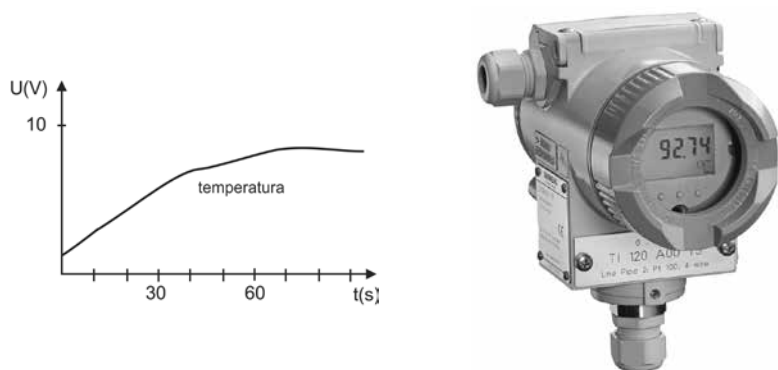
Digitalni signali u automatici služe da ukažu na jedno od dva moguća stanja nekog ulaznog uređaja. Prekidač može biti pritisnut ili nepritisnut, senzor aktiviran ili neaktiviran, odnosno i jedan i drugi se mogu naći u dva različita stanja. Ova dva stanja se opisuju binarnom informacijom, čija je vrednost logička nula ili logička jedinica (Sl. 1.1)



Sl.1.1 Digitalni signal opisuje stanje prekidača i digitalnih senzora

Digitalni signali, takođe služe i da se pomoću njih upravlja radom izlaznih uređaja. Upisivanje logičke jedinice u neku izlaznu adresu koristi se kao signal za uključivanje odgovarajućeg izlaznog uređaja, a upisivanje logičke nule kao signal za njeno isključivanje.

Analognim signalima se opisuju stanja određenih fizičkih veličina na procesu koje se menjaju kontinualno u vremenu. Pritisak, temperatura i protok su primeri takvih fizičkih veličina. Da bi se ovi analogni signali mogli koristiti od strane PLC-a, potrebno je pre njihovog upisivanja u memoriju PLC-a izvršiti A/D konverziju, kako bi oni bili predstavljeni u binarnoj formi (u vidu niza logičkih nula i jedinica). Analogni signali se takođe mogu i iskoristiti za upravljanje određenim izlaznim uređajima.

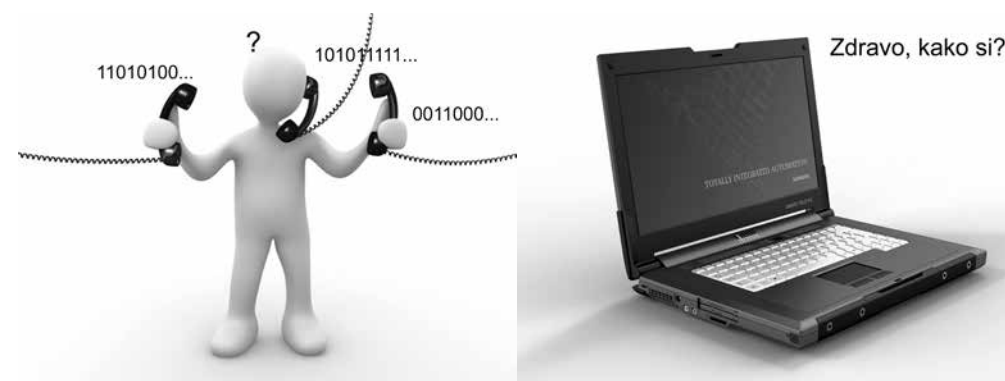


SI.1.2 Analogni signal prati stanje analognog temperaturnog senzora

Brojni sistemi i kodovi

Da bi se izrazile određene vrednosti koriste se brojni sistemi. U svakodnevnom životu koristimo decimalni brojni sistem da bismo predstavili ili razumeli određene vrednosti. Decimalni brojni sistem ima 10 cifara (0, 1, 2, ..., 9) i njegovu primenu uočavamo na svakom koraku. Cene proizvoda u radnjama i marketima, kursne liste, vreme i datum, sve su to primeri u kojima se upotrebljava ovaj brojni sistem. Međutim, decimalni brojni sistem nije jedini brojni sistem koji postoji. Iako je izuzetno pogodan za razumevanje i korišćenje kad je čovek u pitanju, decimalni brojni sistem je teško i maltene nemoguće implementirati za memorisanje podataka kod računarskih sistema. Sve memorije danas postojećih računarskih sistema rade na principu pamćenja podataka u binarnoj notaciji, odnosno u vidu memorisanja dva

stanja: stanja logičke nule i stanja logičke jedinice. Stanje logičke jedinice najčešće odgovara naponu od 5V DC, a stanje logičke nule naponu od 0V DC. Ukoliko bi se koristio decimalni brojni sistem to bi značilo da bi umesto ova dva stanja postojalo deset različitih stanja u rasponu od 0 do 5V DC. Tako konstruisan sistem naponskih nivoa bi izgledao ovako: 0.0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5 ... 5.0. Ukoliko uzmemo u obzir da je zbog eliminisanja uticaja mogućih odstupanja, šumova, greške i sličnih efekata kod binarnog sistema predviđeno da se logičkom nulom npr. smatra sve ono što pripada opsegu od 0 - 1,7 V DC, a logičkom jedinicom sve ono što pripada naponu od 3,2 - 5V DC lako ćemo doći do zaključka da je izuzetno teško realizovati računarski sistem za memorisanje podataka koji bi to isto radio u decimalnoj formi. Naponski nivoi koji predstavljaju cifre decimalnog sistema bi bili suviše blizu jedan drugog što bi dovelo do toga da bilo koje naponsko odstupanje ili šum od naprimer 0.5V, može da od broja 3 u decimalnom obliku (predstavljenog naponom 1.5V DC) napravi broj 4 (predstavljen naponom 2.0V DC). Kad uporedimo sve moguće nedostatke takvog sistema, dolazimo do zaključka da je za računarske sisteme



SI.1.3 Računari koriste binarni jezik za komunikaciju

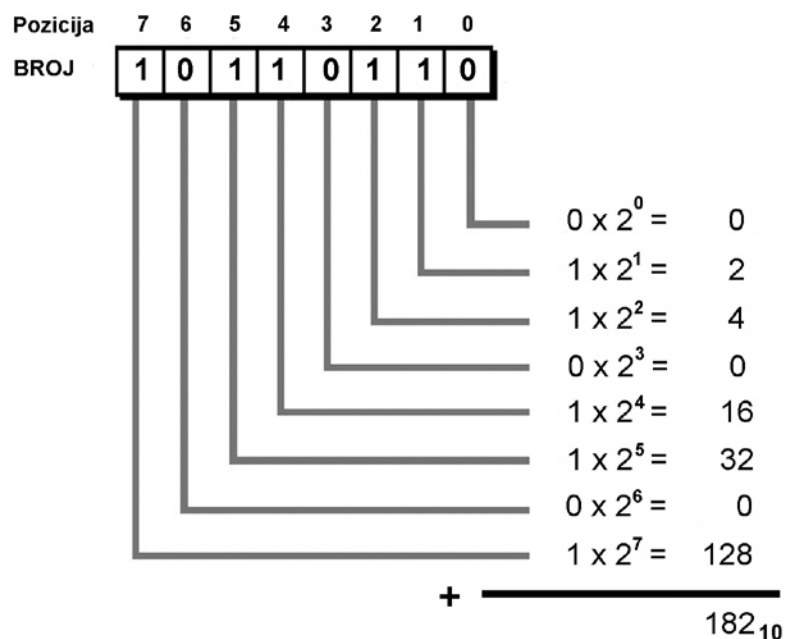
neuporedivo bolji i maltene jedino mogući rad sa podacima u binarnoj formi. Zbog toga do danas niko nije ni konstruisao računarski sistem koji bi imao memorije koje pamte podatke u nekoj drugoj formi, drugačijoj od binarne. Takav sistem ne bi funkcionisao ni brzo ni efikasno a ni pouzdano, i ne bi imalo nikakvog smisla naterati računare da komuniciraju drugim jezikom sem binarnog, kao što ne bi imalo smisla ni naterati ljude da se u svakodnevnoj komunikaciji koriste binarnim jezikom (SI.1.3).

Svako treba da koristi onaj jezik koji je njemu najefikasniji i najjednostavniji za predstavljanje, memorisanje i izražavanje informacija.

Decimalni	Binarni	Oktalni	Hexadecimalni	BCD
0	0000	0	0	0000 0000
1	0001	1	1	0000 0001
2	0010	2	2	0000 0010
3	0011	3	3	0000 0011
4	0100	4	4	0000 0100
5	0101	5	5	0000 0101
6	0110	6	6	0000 0110
7	0111	7	7	0000 0111
8	1000	10	8	0000 1000
9	1001	11	9	0000 1001
10	1010	12	A	0001 0000
11	1011	13	B	0001 0001
12	1100	14	C	0001 0010
13	1101	15	D	0001 0011
14	1110	16	E	0001 0100
15	1111	17	F	0001 0101
16	10000	20	10	0001 0110
17	10001	21	11	0001 0111

Sl.1.4 Brojni sistemi

Postoji više različitih vrsta brojnih sistema ali su najčešće u upotrebi: binarni, oktalni, heksadecimalni i decimalni (Sl.1.4).



Sl.1.5 Pretvaranje binarnog broja u decimalni

Da bi se opisalo stanje digitalnih senzora i prekidača koristi se binarni sistem. Binarni sistem je brojni sistem koji sadrži samo dve cifre: 0 i 1. Kad neki broj predstavljamo u binarnom sistemu, pozicija cifre u samom broju nam ukazuje i na njegov težinski koeficijent, odnosno njegov značaj u okviru samog broja.

Bit na krajnje desnoj strani binarnog broja se naziva LSB ili “bit najmanje težine” (least significant bit) a bit na krajnje levoj strani se naziva MSB ili “bit najveće težine” (most significant bit). Na primer, u broju 1010, LSB je bit koji se nalazi na krajnje desnoj strani broja (0), dok je MSB bit koji se nalazi na krajnje levoj strani broja

Na slici 1.5 vidimo da u zavisnosti od mesta u binarnom broju svaka cifra ima sopstvenu težinu. Te težine su, $2^0, 2^1, 2^2, 2^3, \dots, 2^n$. Ukoliko naprimer binarni broj 10110110 treba da se pretvori u njegov decimalni ekvivalent, onda bi svaka od binarnih cifara morala da se pomnoži sa njoj odgovarajućim težinskim koeficijentom i da se tako dobijeni proizvodi sabere.

Osim malopre prikazanog pretvaranja binarnog broja u decimalni, moguća je i obrnuta operacija, odnosno pretvaranje decimalnog broja u binarni. U suštini, bilo koja brojeva vrednost bilo kog brojnog sistema može se konvertovati u neki drugi brojni sistem.

Osim klasičnog pretvaranja decimalnih brojeva u binarne, vrlo često se primenjuje i kodiranje decimalnih brojeva. Kodiranje podrazumeva da se svaka cifra decimalnog broja predstavlja posebnim binarnim kodom. Najpoznatiji BCD (Bynari Coded Decimal) kod je 8-4-2-1 kod prikazan u tabeli na slici 1.4 i u njemu se pomoću samo 4 binarnih cifara može kodirati svih deset cifara decimalnog brojnog sistema.

Kodiranje alfanumeričkih karaktera (brojeva, slova, interpunkcijskih znakova, specijalnih karaktera itd...) vrši se nekim drugim vrstama kodova koji zahtevaju korišćenje većeg broja bitova. Neki od takvih kodova su ASCII i Unicode kodovi.

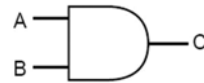
Logička kola i logičke operacije

Logička kola su elektronska kola koja imaju zadatak da realizuju logičke operacije. Logičkim operacijama su definisane funkcije nad jednom, dve ili više promenljivih. Promenljive su veličine jednog bita. Postoji samo jedna logička funkcija koja vrši logičku operaciju nad jednom promenljivom i to je logička operacija Negacije (NOT). Ostale logičke operacije (I, ILI, NI, NILI, Ekskluzivno ILI) se obavljaju nad dve ili više promenljivih.

I (AND)

Na osnovu tabele se zaključuje da će izlaz logičke funkcije (C) biti u stanju logičke jedinice samo ako su oba ulaza (A i B) u stanju logičke jedinice.

A	B	C
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1



Sl. 1.6 Tabela i simbol za I logičko kolo

ILI (OR)

Izlaz logičke funkcije (C) će biti jednak logičkoj jedinici kad je na bar jednom od ulaza (A ili B) logička jedinica.

A	B	C
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1



Sl. 1.7 Tabela i simbol za ILI logičko kolo

NI (NAND)

Izlaz NI logičkog kola će biti na logičkoj jedinici kada je bar jedan od ulaza (A ili B) na logičkoj nuli.

A	B	C
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

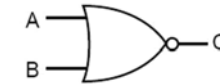


Sl. 1.8 Tabela i simbol za NI logičko kolo

NILI (NOR)

Izlaz logičke funkcije NILI (C) će biti jednak logičkoj jedinici kad je na oba ulaza (A i B) upisana logička nula.

A	B	C
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0



Sl.1.9 Tabela i simbol za NILI logičko kolo

Ekskluzivno ILI (XOR)

Izlaz logičke funkcije Ekskluzivno ILI (C) će biti jednak logičkoj jedinici samo kad se oba ulaza (A i B) nalaze na različitim stanjima, odnosno onda kad je na ulazu A logička nula, a na B logička jedinica i obrnuto.

A	B	C
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

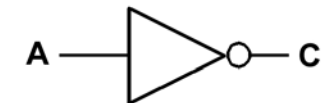


Sl.1.10 Tabela i simbol za Ekskluzivno ILI logičko kolo

Negacija (NOT)

Izlaz logičke funkcije Negacija je uvek suprotne vrednosti od ulaza.

A	C
0	1
1	0



Sl.1.11 Tabela i simbol za Negaciju

1.2. OSNOVNI POJMOVI PROCESNOG UPRAVLJANJA

Proces

Naziv *proces* nastao je od latinske reči *Processus* kojom su stari Latini označavali put i način kojim nešto postaje ili biva. Preneseno na oblast automatike reč *proces* bi označavala postupak u toku koga nastaje neki proizvod ili se dešava neka promena.

U industriji se pojam *proces* uglavnom i koristi da bi se njime označio proces proizvodnje i nastajanja nekog proizvoda. Farmaceutska, prehrambena, tekstilna ili automobilska industrija samo su primeri nekih industrijskih grana u kojima se kroz proizvodni proces dobija konačan proizvod. U skladu sa tim se i pojam upravljanje industrijskim procesima ili procesno upravljanje u industriji najčešće koristi da bi se ukazalo na način kojim se reguliše proizvodni proces. Međutim, upravljanje procesom je mnogo širi pojam od upravljanja proizvodnjom, jer postoje i procesi u kojima se ne vrši nikakva proizvodnja a kojima se upravlja od strane savremenih upravljačkih sistema.

Kontrola ulaza i izlaza u neke objekte, upravljanje radom parkinga, upravljanje semaforima na raskrsnicama, regulacija ventilacionih sistema i sistema osvetljenja u fabričkim halama, regulacija rada različitih kućnih uređaja i sistema u okviru „pametnih“ kompjuterizovanih kuća, samo su neki od primera u kojima se upravljački sistemi koriste da bi regulisali rad procesa koji po svojoj prirodi nisu ni proizvodni ni industrijski. Na osnovu ovog možemo da zaključimo da postoje i neke druge vrste procesa, koji nisu strogo vezani za proces industrijske proizvodnje, pa koje samim tim i možemo nazvati neindustrijski ili neproizvodni (Sl.12.).

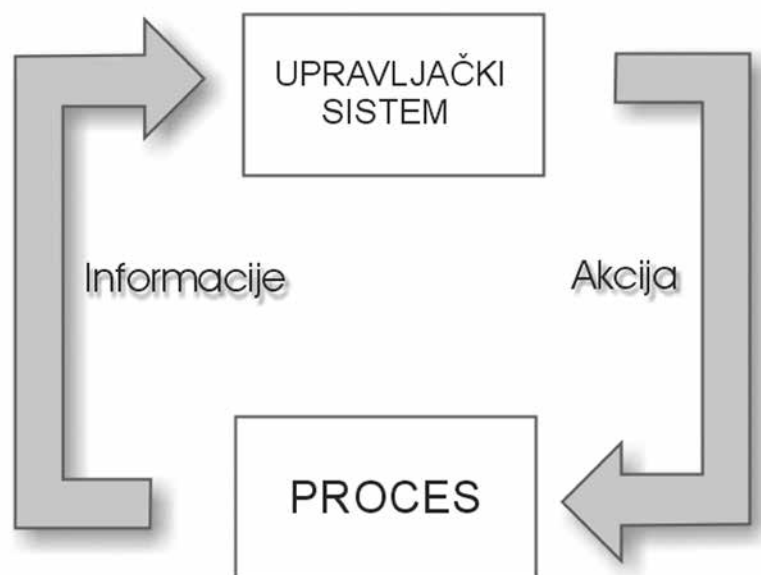


Sl.1.12 Industrijski (proizvodni) i neindustrijski procesi

Upravljački sistem

Na osnovu prethodno rečenog lako možemo da zaključimo da pojam *upravljanje procesima* ili *procesno upravljanje*, označava postupak kojim se neki proces reguliše, odnosno stavlja pod neku spoljašnju kontrolu, kako bi se odvijao po željama i zahtevima onog koji njime upravlja.

Da bi se upravljanje procesom odvijalo na željeni način, mora pre svega da postoji upravljački sistem koji će da upravlja procesom na adekvatan način. Upravljački sistem mora da bude u sprezi sa procesom tako što će biti povezan sa njim na odgovarajući način (Sl.1.13).



Sl. 1.13 Sprega upravljačkog sistema i procesa

Sa slike vidimo da upravljački sistem prima informacije sa procesa. Upravljački sistem obrađuje te informacije, analizira ih i na osnovu njihove programske obrade donosi odluku o svojim daljim akcijama na samom procesu. Upravljački sistem zatim šalje komande izvršnim uređajima na procesu, kojima se oni aktiviraju da bi obavili ili prekinuli obavljanje određenih radnih zadataka. Upravljački sistem se sastoji od jednog ili više kontrolera koji obavljaju sve neophodne upravljačke i komunikacione zadatke. Kao kontroleri u savremenim upravljačkim sistemima se najčešće koriste Programabilni Logički Kontroleri ili PLC-ovi.

Senzori

Da bi upravljački sistem znao šta se dešava na procesu, na njegove ulaze moramo da povežemo uređaje koji će biti u mogućnosti da prate stanje procesa i da o tom stanju izveštavaju upravljački sistem. Postoji mnogo različitih vrsta ovih uređaja, ali za sve njih vrlo često koristimo jedan zajednički naziv - senzori.

U zavisnosti od njihovih karakteristika većina senzora se može svrstati u jednu od sledeće dve grupe:

- digitalni (ili diskretni) senzori
- analogni senzori

Na samom procesu postoje uređaji koji ne vrše nikakva kontinualna merenja ali imaju zadatak da registruju određene događaje i da informacije o tome pošalju upravljačkom sistemu. U tu svrhu se najčešće koriste različite vrste jednostavnijih senzora (koji samo daju informaciju o tome da li su predmet detektovali ili ne), blizinskih, graničnih i drugih prekidača, tastera itd. Svi ovi senzori se mogu naći u samo dva moguća stanja koja se opisuju logičkom jedinicom ili logičkom nulom, pa ih zbog toga i nazivamo digitalnim.

U grupu senzora koji na svom izlazu daju digitalni signal ali u vidu povorke impulsa spadaju i pretvarači ugaonog pomeraja, poznatiji kao enkoderi. Njihova funkcionalnost se ipak dosta razlikuje od funkcionalnosti običnih digitalnih senzora koji samo registruju jedno od mogućih dva stanja.

Za razliku od njih enkoderi daju na svom izlazu broj impulsa koji je srazmeran ugaonom pomeraju motora, a takođe i frekvencija tih impulsa daje informaciju o brzini kojom je izvršen pomeraj.

Analogni senzori za razliku od jednostavnih digitalnih senzora mogu i da prate određene veličine na procesu (pritisak, temperatura, protok i slično) i da informacije o njihovim vrednostima proslede ka upravljačkom sistemu. Oni imaju zadatak da vrednost neke fizičke veličine pretvore u električni signal, jer samo takav signal upravljački sistem može da razume i obradi.



Sl. 1.14 Enkoderi

Najčešće ovi senzori daju kontinualne analogne signale koji pripadaju opsegu od 0 do 20 mA, 4 do 20 mA ili od 0 do 10 V.



Sl. 1.15 Analogni senzor za merenje nivoa

Aktuatori i izvršni uređaji

Na suprotnoj, izlaznoj strani upravljačkog sistema treba da postoje uređaji koji treba da omoguće izvršavanje određenih akcija na procesu u skladu sa odlukama upravljačkog sistema. Među ove izlazne uređaje spadaju razne vrste motora, frekventnih regulatora, solenoida, ventila, i drugih izlaznih uređaja.

Upravljački sistem koji je pravilno konfigurisan, i koji ima odgovarajuće ulazno/izlazne uređaje može na adekvatan način da obavlja upravljanje jednim procesom. Aktuatorima nazivamo uređaje koji su tako konstruisani da mogu da pokrenu na akciju neki izvršni uređaj. Primer aktuatora je starter motora ili motor koji omogućava odvrtnje ili zavrtnje regulacionog ventila.



Sl. 1.16 Motor

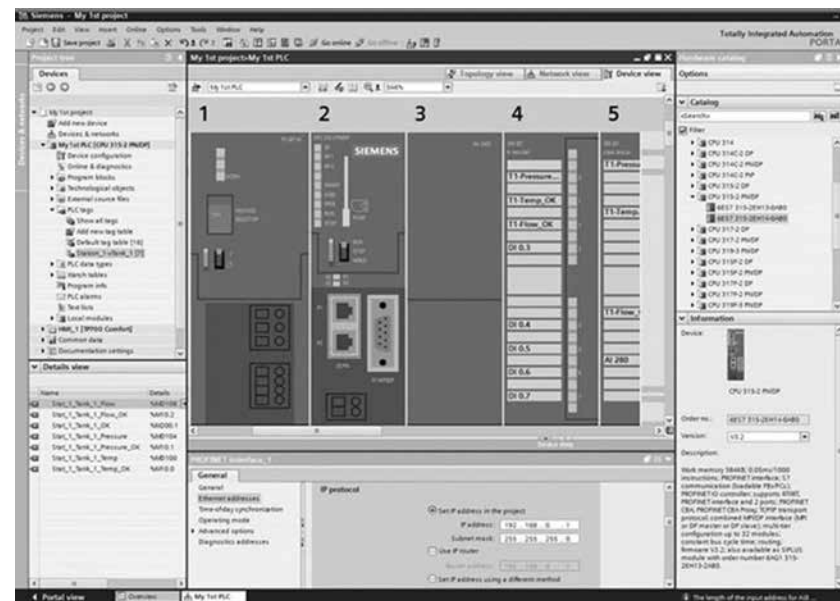
1.3. SOFTVER. OSNOVNI POJMOVI

Inženjerski i aplikativni softver

Pod pojmom inženjerski softver u industrijskoj automatici se podrazumeva softver pomoću koga se kreira odgovarajući aplikativni softver. Inženjerski softver je okruženje u kome programer kreira svoj rad. Da bi inženjerski softver mogao da se koristi, neophodno je da se prethodno izvrši njegova instalacija na računaru.

Primer inženjerskog softvera je Simatic STEP7. Ovaj inženjerski softver je kreiran od strane kompanije SIEMENS i služi kao sredstvo pomoću koga inženjeri širom sveta kreiraju svoje programe za SIEMENS PLC-ove.

Aplikativni softver je kreacija PLC programera i namenjen je samo jednom procesu ili mašini. Aplikativni softver je prema tome, namenski urađen samo za datu upravljačku aplikaciju i u potpunosti je prilagođen njoj, pa se kao takav ne može se koristiti na nekim drugim procesima ili mašinama. Ukoliko je PLC programer na primer kreirao aplikativni softver za regulaciju nivoa vode u nekom rezervoaru, logično je da se isti takav softver ne može upotrebiti za regulaciju rada pokretne trake.



Sl. 1.17 STEP 7 inženjerski softver

Firmver

PLC je skup različitih elektronskih komponenti i hardverskih elemenata. Međutim, bez postojanja firmvera hardver PLC ne bi mogao da razume i izvršava aplikativni program sa kojim je isprogramiran. Firmver je dakle spona između aplikativnog softvera i hardvera. I firmver i aplikativni softver se nalaze sačuvani u memoriji PLC-a. Firmver takođe predstavlja skup naredbi, odnosno neku vrstu softvera, ali je njegova svrha potpuno drugačija od svrhe aplikativnog softvera kojim je PLC isprogramiran. Njegov je zadatak da razume komande koje su date aplikativnim softverom i da na osnovu njih aktivira i pokreće na odgovarajuću delatnost hardverske i elektronske elemente PLC-a.

Verzija softvera, Update, Upgrade, SP, HSP

Svaki inženjerski softver se od trenutka njegovog pojavljivanja na tržištu unapređuje i razvija tako da vremenom dobija sve bolje i bolje karakteristike. Da bi inženjeri i programeri mogli da znaju i prate razvoj inženjerskog softvera uvedene su posebne kategorije jednog istog softvera koje se nazivaju Verzije (Version), pri čemu veći broj u oznaci verzije označava napredniju i poboljšanu verziju. V12 je naprimer naprednija verzija od V11.

Ukoliko programer kupi odgovarajuću verziju softvera, na primer V11, njemu je omogućeno da isti poboljšava istog trenutka kad proizvođač softvera na tržište izbacuje odgovarajući dodatak u vidu fajla čijom se instalacijom dobija poboljšana verzija istog softvera. Instalacije, odnosno dodaci kojim je to poboljšanje omogućeno nazivaju se Update, Upgrade, Service Pack, HSP itd. Update označava poboljšanje odgovarajuće verzije softvera, ali ne i prelaz na višu verziju, pa se tako na primer instaliranjem odgovarajućeg Update od verzije V11 može dobiti V11 Update1 ili V11.1 ili V11.01 itd. Numeracija i način označavanja zavise samo od odluke proizvođača softvera, ali je veća cifra uvek znak naprednije verzije.

SP (Service Pack) je softverski dodatak koji predstavlja jedan paket Update-ova, poboljšanja i ispravki u softveru. Njegovom se instalacijom dobijaju značajnija poboljšanja nego putem Update-a, ali se takođe ne dobija prelaz na višu verziju.

HSP (Hardware Support Package) omogućava korišćenje u softveru i novih hardverskih modula i opreme koji su se u međuvremenu pojavili na tržištu.

Za razliku od svih prethodnih Upgrade takođe označava poboljšanje odovarajuće verzije softvera, ali istovremeno označava i prelaz na višu ili napredniju verziju, pa se instaliranjem Upgrade-a od verzije V11 može dobiti npr V12, ili se može nadograditi softver na neku značajno drugačiju, novu i napredniju verziju softvera.

Download & Upload

Kad se u svakodnevnom žargonu pomene termin Download, prva asocijacija je da je u pitanju prenos podataka sa interneta ili nekog lokalnog mrežnog servera ka personalnom računaru (SI.1.18). U tom svojstvu se i za termin Download podrazumeva prenos podataka ka računaru, dok se pod terminom Upload podrazumeva prenos podataka iz računara, odnosno od računara ka nekom spoljašnjem serveru.

Međutim, kad je u pitanju industrijska automatika, odnosno programiranje PLC-a, termini Download i Upload se koriste u nekom drugom značenju. Termin Download označava proces prebacivanja programa iz računara u PLC, dok termin Upload označava proces prebacivanja programa iz PLC-a u računar.



SI.1.18 Download i Upload sa računara



SI.1.19 Download i Upload PLC programa

1.4. ŠTA JE PLC?

Programabilni relej, industrijski računar ili nešto sasvim drugo?

Kada bismo na jednom mestu okupili stručnjake različitih profila koji nemaju iskustva sa automatizacijom procesa i predstavili im PLC, i pritom im postavili pitanje iz naslova ovog teksta, verovatno bismo dobili zanimljive i različite odgovore.

Oni kojima je elektrotehnika i elektromehanika glavna oblast interesovanja bi odmah zaključili da je PLC neka vrsta programabilnog relejnog uređaja koji otvaranjem i zatvaranjem svojih relejnih izlaznih kontakta može upravljati uključivanjem i isključivanjem više izlaznih uređaja istovremeno. Oni drugi, koji dobro poznaju informacione tehnologije i arhitekturu računara, primećuju najpre da je PLC neka specifična vrsta računarskog uređaja jer poseduje procesor i memoriju, koji su mu kao i kod klasičnih računarskih sistema, neophodni da bi zahtevani upravljački program mogao da se izvršava.



Sl. 1.20 Relej, PLC i računar

I jedni i drugi su u pravu. PLC ima mogućnost programabilnog upravljanja svojim relejnim (digitalnim) izlazima. U stvari, PLC je prvobitno i nastao kao uređaj koji je zamenio dotadasnje upravljačke relejne mreže. Međutim, PLC je danas mnogo više od programabilnog releja koji samo otvara i zatvara izlazne kontakte. Današnji PLC-ovi predstavljaju jedan efikasan i moćan sistem koji može da prati i upravlja radom i do nekoliko

hiljada ulaza i izlaza. PLC-ovi danas mogu da obavljaju ne samo klasično upravljanje po principu uključivanja i isključivanja uređaja već kompleksnu kontrolu rada najsloženijih i najraznovrsnijih aktuatora, pritom realizujući složene tehnološke funkcije kao što su PID regulacija, pozicioniranje i kontrola osa itd. Jedna od značajnih funkcionalnosti današnjih PLC-ova predstavljaju i njihove komunikacione mogućnosti, odnosno mogućnosti umrežavanja i realizovanja različitih komunikacionih zadataka. PLC se takođe može smatrati i jednom specijalnom vrstom računara čija je namena upravljanje različitim vrstama industrijskih procesa. Njegova arhitektura je u mnogome slična arhitekturi standardnih personalnih računara, ali je takođe i specifična jer je prilagođena njegovoj nameni. PLC ima procesor i memoriju, po kojima je sličan standardnim računarima, ali ima i specifičan ulazno-izlazni interfejs po kome se od njih razlikuje. PLC nema spoljnu memoriju, već koristi samo memoriju koja je ugrađena u procesorski modul, što ga takođe čini specifičnim računarskim uređajem.

Po definiciji koju je objavila NEMA (američka asocijacija proizvođača električnih uređaja), programabilni logički kontroler je „*digitalni elektronski uređaj koji koristi programabilnu memoriju za smeštanje instrukcija koje izvršavaju specifične funkcije kao što su sekvencijalno izvršavanje logičkih operacija, merenje vremena, brojanje i aritmetičke operacije, pomoću kojih preko digitalnih ili analognih ulaznih modula kontroliše različite tipove mašina ili procesa.*“

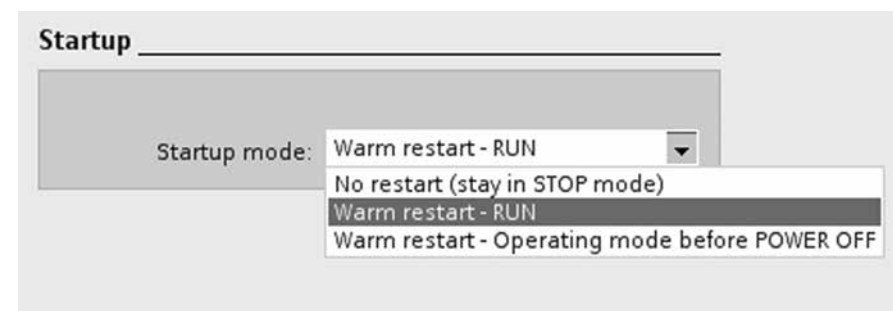
Jednostavnije bi PLC mogli da definišemo kao specijalni industrijski računarski uređaj koji prima signale sa procesa i na osnovu njih vrši upravljanje određenim izlaznim uređajima na procesu, i koji takođe ima i mogućnost razmene podataka sa drugim PLC-ovima, računarima i trećim uređajima.

1.5. NAČIN RADA PLC-A - SKEN CIKLUS

Procesori personalnih računara i procesori PLC-ova

Procesor (CPU) PLC-a ima neke sličnosti sa procesorima personalnih računara ali za razliku od njih ima i vrlo specifičan način rada. Slično kao kod personalnih računara koji prilikom uključivanja kreću prvo u podizanje svog operativnog sistema i sam procesor PLC-a u trenutku dovodenja napajanja počinje da podiže svoj firmware. Međutim, za razliku od personalnih računara kod kojih nakon podizanja operativnog sistema procesor pokreće neke aplikativne programe samo ukoliko korisnik to zahteva, procesor PLC-a automatski kreće sa neprekidnim cikličnim izvršavanjem svog programa. Prilikom uključivanja napajanja (STARTUP mod) PLC će dakle automatski ući u radni režim (RUN mod) i krenuti sa izvršavanjem programa a samim tim i izvođenjem nekih akcija na procesu.

Da bi ovakvo funkcionisanje bilo moguće kod nekih PLC-ova se moraju izvršiti i odgovarajuća podešavanja, što se zavisno od PLC-a može postići na različite načine (konfigurisanjem u softveru, postavljanjem odgovarajućeg prekidača na PLC-u u RUN položaj itd).



SI.1.21 Podešavanja STARTUP moda

Sken ciklus

Suština razlike je dakle u tome da procesor (CPU) personalnog računara čeka odgovarajuću komandu ili događaj (npr. dvostruki klik na ikonicu nekog programa) kako bi započeo izvršavanje odgovarajućeg programa, dok procesor PLC-a neprestano izvršava svoj program. Tačnije rečeno, PLC nakon uključivanja

počinje odmah sa neprekidnim cikličnim izvršenjem određene sekvence radnji u okviru koje se nalazi i izvršenje programa. Sve te radnje koje PLC ciklično izvršava zajedno nazivamo sken ciklus.

U okviru sken ciklusa procesor prolazi kroz sledeće faze rada :

1.) *očitavanje ulaza* – U toku ove faze procesor očitava stanje ulaznih linija i upisuje ga u područje memorije koje je predviđeno za smeštaj ulaznih podataka. Ovo područje memorije se često naziva i *slika ulaza*. Na ulazne linije PLC-a se vezuju senzori, prekidači i drugi ulazni uređaji koji daju informacije o procesu. Ako je na ulaznu liniju vezan digitalni ulazni uređaj, onda se odgovarajućem bitu u memoriji, smeštenom u području slike ulaza, dodeljuje logička nula ili jedinica zavisno od toga šta se dešava na procesu, odnosno zavisno od stanja tog uređaja. Ukoliko je naprimer neki taster pritisnut on će sprovesti napon do odgovarajućeg ulaza PLC-a, čime se automatski upisuje logička jedinica u odgovarajući bit u memoriji. Međutim, ako na ulaznu liniju nije povezan nijedan ulazni uređaj onda se odgovarajućem bitu u memoriji dodeljuje logička nula. Ova faza se često naziva i *skeniranje ulaza*.



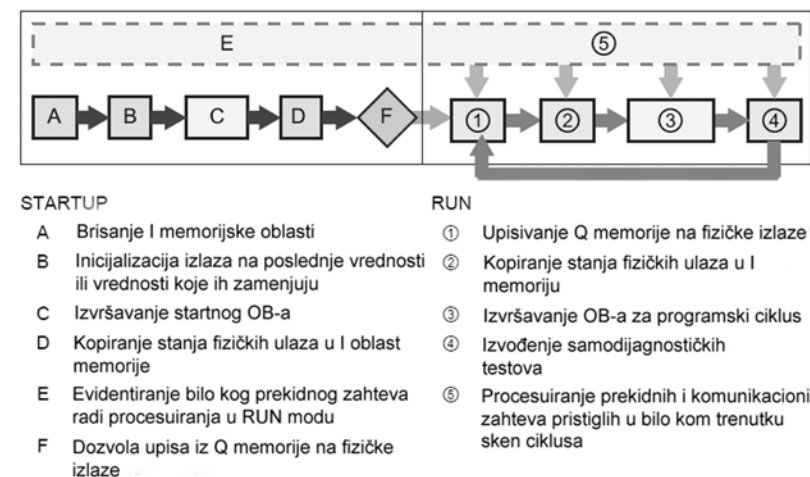
Sl. 1.22 Sken ciklus

2.) *izvršavanje programa* – Procesor izvršava program, koristeći podatke koji su smešteni u području slike ulaza. Rezultati dobijeni izvršavanjem programa upisuju se u područje memorije predviđeno za izlazne podatke, koje se naziva *slika izlaza*. Procesor izvršava program tako što izvršava naredbu po naredbu. Prilikom izvršenja programske naredbe potrebni podaci se ne uzimaju direktno sa ulaznih modula, niti se direktno upisuju na izlazne module, već program razmenjuje podatke isključivo sa memorijom u kojoj su smeštena stanja svih ulaza i izlaza.

3.) *komunikacija* – U ovoj fazi obavlja se razmena podataka između procesora i njegovih komunikacionih portova, odnosno ostalih uređaja povezanih sa PLC-om. Procesor PLC-a utvrđuje da li postoje neki komunikacioni zahtevi i određuje kako će se, na koji način i kojom brzinom oni realizovati.

4.) *provera i održavanje* – Vršiti se proveravanje operativnog sistema PLC-a (firmware), memorije i statusa ulazno-izlaznih modula. Takođe vrši se i ažuriranje tajmera i brojača, kao i niz drugih operacija koje imaju za cilj održavanje sistema a o kojima operater ne mora da bude obavešten.

5.) *upisivanje podataka na izlaz* – Ovo je poslednja faza sken ciklusa u kojoj se rezultati iz slike izlaza upisuju na izlazne module. Upisivanjem podataka na izlazne module pokreće se određena akcija na procesu. Ova faza se često naziva i *skeniranje izlaza*.



Sl.1.23 STARTUP i RUN mode PLC-a Simatic S7-1200

Operacije koje vrše opsluživanje prekida nisu sastavni deo sken ciklusa, ali se izvršavaju uvek kad postoji zahtev za prekidom, a to se može desiti u svakom trenutku sken ciklusa. Operacije prihvatanja analognih signala takođe nisu sastavni deo sken ciklusa, već se odvijaju u drugačijim, vremenskim ciklusima. Memorisanje analognog signala se naravno ne može vršiti u memorijskom prostoru veličine jednog bita, kao što je to slučaj kod digitalnih ulaza, već je za svaki analogni ulaz unapred određena posebna memorijska lokacija u memoriji PLC-a.

Na slici 1.23 prikazan je STARTUP (Početak rada) i RUN (Radni) mode PLC-a Simatic S7-1200. Kao što se vidi sa slike u okviru RUN moda se odigrava sken ciklus ovog PLC-a.

Vreme trajanja sken ciklusa

Dužina trajanja sken ciklusa se obično kreće od 0,1ms do nekoliko desetina ms (milisekundi). Ovo vreme pre svega zavisi od brzine procesora i dužine korisničkog programa. Ukoliko je procesor brži sken ciklus će biti kraći. Sa druge strane ukoliko je program koji PLC izvršava duži i sken ciklus će biti dužeg trajanja. Na veću dužinu trajanja sken ciklusa utiče i korišćenje daljinskog prenosa odnosno daljinske komunikacije između procesora i ulazno/izlaznih jedinica, jer je potrebno izvesno vreme da se taj prenos izvrši. Takođe ukoliko PLC radi u monitoring režimu, u kome se zahteva stalno praćenje stanja ulaznih i izlaznih komponenti preko kontrolnog računara, vreme trajanja sken ciklusa će biti duže jer procesor PLC-a mora stalno da šalje stanja ulaznih i izlaznih komponenti kontrolnom računaru ili nekom drugom uređaju koji obavlja monitoring.

Ekonomičnija organizacija sken ciklusa



Sl. 1.24. Ekonomičnija organizacija sken ciklusa

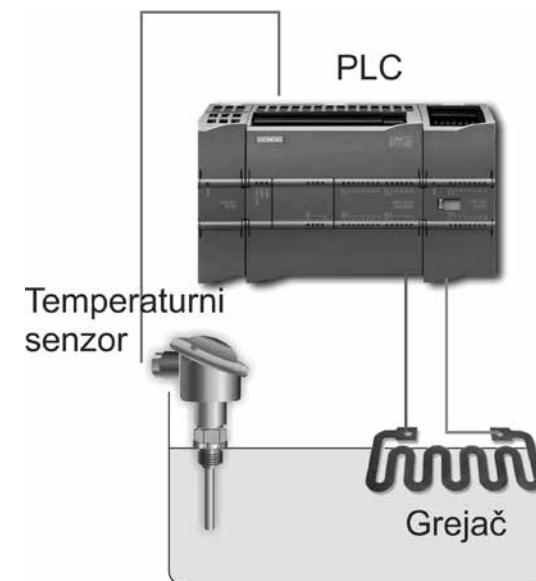
Ukoliko se malo bolje razmotri organizacija sken ciklusa sa slike 1.22 zaključuje se da se sa ovakvom organizacijom uvodi maksimalno vremensko kašnjenje od trenutka očitavanja ulaznih podataka do trenutka kad se izvrši neka akcija na procesu. Drugačijom organizacijom sken ciklusa ovo vreme kašnjenja se može smanjiti. Naime, ukoliko bi se faza upisivanja podataka na izlaz izvršavala neposredno nakon faze izvršenja programa, smanjilo bi se vreme koje je potrebno da PLC odreaguje na novonastale događaje. Upravo se ovakva organizacija sken ciklusa primenjuje kod mnogih PLC-ova, čime se postiže brža reakcija na urgentne događaje na samom procesu.

1.6. MESTO I ULOGA PLC-A U SAVREMENIM UPRAVLJAČKIM SISTEMIMA

Upravljanje na lokalnom nivou

Kao što je već pomenuto ranije, upravljački sistem prima informacije sa procesa, obrađuje ih i na osnovu njihove programske obrade donosi odluku o svojim daljim akcijama na samom procesu. Upravljački sistem se može sastojati od samo jednog PLC-a ali može predstavljati i ogroman i složen sistem sa stotinama PLC-ova i drugih procesnih uređaja.

Kod jednostavnih i manje obimnih upravljačkih zadataka samo jedan PLC može obavljati sve neophodne upravljačke zadatke na jednom procesu ili mašini. U tom slučaju, kažemo da PLC radi u lokalnu, što znači da su mu povereni samo upravljački zadaci, odnosno da ne postoje komunikacioni zadaci koji bi ga povezali sa nekim hijerarhijski višim sistemom ili uređajem koji bi vršio monitoring njegovog rada, upravljao njime ili arhivirao podatke koji dolaze sa njega.



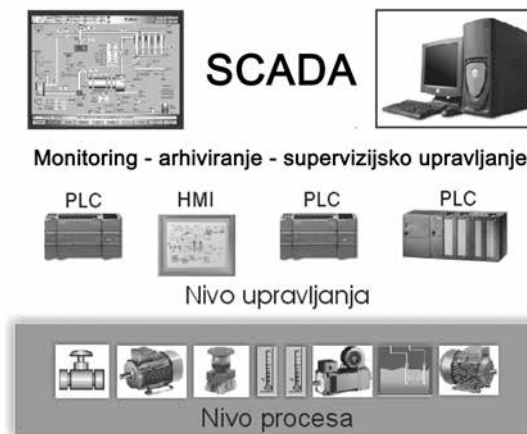
Sl. 1.25 PLC koji samostalno obavlja upravljačke zadatke

Međutim, vrlo često se u praktičnim aplikacijama javlja i potreba za složenim upravljačkim sistemima sa mnogo PLC-ova. Takav složen upravljački sistem najčešće mora da omogućiti nadzor i upravljanje svim komponentama sistema, prikupljanje podataka sa procesa, njihovo arhiviranje, analiziranje i predstavljanje. Ovo je naročito neophodno u velikim sistemima koji imaju na desetine i stotine PLC-ova, kod kojih se ukoliko nema dobro organizovanog i osmišljenog koncepta upravljanja i nadzora, pojavljuju mnogi problemi koji kao krajnji rezultat imaju nepregledan i neefikasan upravljački sistem.

SCADA sistemi

Da bi sva oprema koja se koristi u upravljačkim sistemima (PLC, HMI, senzori, aktuatori itd) mogla na najbolji način da se upotrebi, neophodno je da se formira jedan celovit sistem koji će omogućiti nadzor i upravljanje svim komponentama sistema, prikupljanje podataka sa procesa, njihovo arhiviranje, analiziranje i predstavljanje. Dobro organizovan nadzorno-upravljački sistem sinhronizovao bi rad svih komponenti upravljačkog sistema i obezbedio da lica zadužena za kontrolu i upravljanje radom celog sistema dobijaju adekvatne i blagovremene informacije o radu celog nadzorno-upravljačkog sistema, kao i stanju procesa, što im omogućava da proces učine pouzdanim i efikasnim, odnosno da adekvatno reaguju na sve promene koje se u njemu dešavaju.

SCADA je sistem koji ispunjava sve ove zahteve koji se tiču mogućnosti upravljačko-nadzornog sistema. SCADA je akronim od engleskog izraza Supervisory Control And Data Acquisition, koji se na našem jeziku može prevesti kao supervizorsko upravljanje i akvizicija podataka. Ovim terminom je obuhvaćena široka skala upravljačkih i mernih sistema koje srećemo u najrazličitijim granama industrijskih i drugih procesa. Između ostalog SCADA sistemi se koriste za nadzor i upravljanje hemijskim i transportnim procesima, za upravljanje proizvodnjom i distribucijom električne energije, za upravljanje vodovodima, gasovodima, naftnim platformama, u automobilskoj industriji i raznim drugim industrijskim procesima, jednom rečju svim procesima koji su kontrolisani od strane distribuiranih upravljačkih sistema. Različita industrijska postrojenja zahtevaju implementaciju različitih funkcija od strane SCADA sistema, ali u suštini svi savremeni SCADA sistemi ostvaruju sledeće funkcije:



1.26 PLC u okviru SCADA sistema

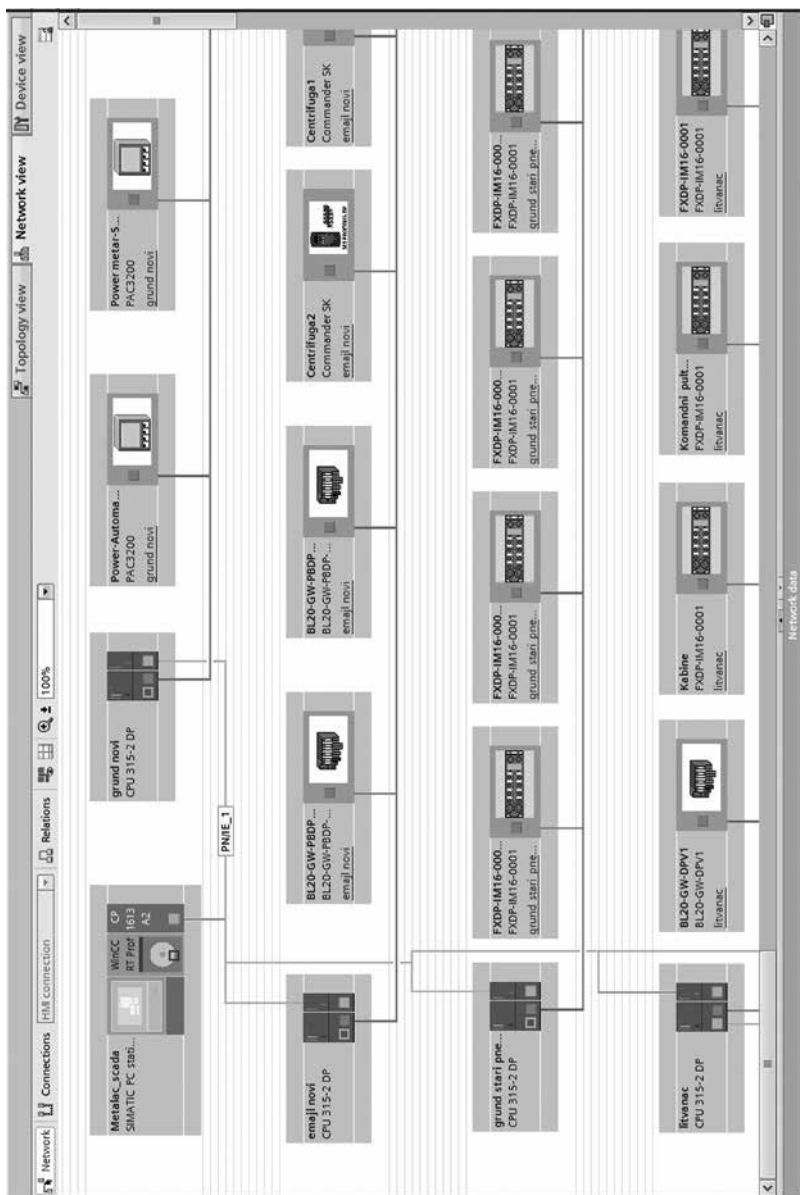
- supervizorsko upravljanje (upravljanje na najvišem nivou),
- monitoring svih značajnih parametara procesa i monitoring rada uređaja koji učestvuju u upravljanju,
- prikupljanje i skladištenje podataka prikupljenih sa procesa,
- analiziranje podataka,
- dugoročno arhiviranje podataka sa efikasnom funkcijom kompresije koja omogućava smeštanje na manjem memorijskom prostoru,
- fleksibilnost sistema koja se ogleda u mogućnosti naknadne izmene arhitekture sistema,
- grafički korisnički interfejs koji operaterima daje podatke o procesu u lako razumljivoj formi,
- mogućnost pravljenja izveštaja o istoriji procesa ili o trenutnim dešavanjima na njemu,
- alarmiranje u slučaju pojavljivanja nedozvoljenih vrednosti nekih veličina na procesu

Kad se pomene SCADA, obično je prva asocijacija koju ljudi imaju vezana za SCADA softver i za grafički operaterski interfejs koji se formira na monitorima personalnih ili industrijskih računara. U najvećem broju slučajeva ljudi upravo i poistovećuju ovaj grafički interfejs i SCADA softver sa samim terminom SCADA. Međutim SCADA nije samo softver, SCADA je mnogo više od toga. Uzimajući u obzir da SCADA predstavlja jedan celovit upravljački sistem koji omogućava nadzor i upravljanje svim komponentama sistema, prikupljanje podataka sa procesa, njihovo arhiviranje, analiziranje i predstavljanje, neophodno se nameće zaključak da SCADA ima i posebne elemente koji to treba da omoguće. Elementi koji su neophodni jednom savremenom SCADA sistemu su:

- hardver za ulazno-izlazne signale,
- kontroleri,
- SCADA softver,
- HMI interfejs,
- baza podataka i
- industrijske mreže i komunikaciona oprema.

Kao što vidimo iz prethodnog kontroleri su bitna stavka u jednom SCADA sistemu. A kao kontroleri se najčešće koriste PLC-ovi. Hardver za ulazno-izlazne signale čine senzori i aktuatori koji imaju zadatak da budu spona između procesa i kontrolera (PLC-ova). Oni treba da obezbede prihvatanje ulaznih podataka koji dolaze sa mernih uređaja i da ih proslede PLC-u, ali i da prenesu izlazne podatke od PLC-a ka izvršnim organima na procesu.

PLC koji pripada nekom SCADA sistemu, osim upravljačkih obavlja i značajne komunikacione zadatke. Pod komunikacionim zadacima se najčešće u tom slučaju podrazumevaju sve one operacije koje obezbeđuju da se podaci iz memorije PLC-a mogu čitati, arhivirati, a neki od njih i menjati od strane SCADA softvera.



1.27 Prikaz mreže jednog SCADA sistema u TIA portalu
Projekat realizovao „Metalac“ – G.Milanovac

