

Programibilni logički kontroler

(eng. Programmable Logic Controller)

(PLC)

POVIJEST

Upravljačka tehnika se razvijala tijekom vremena. U prošlosti ljudi su bili glavni čimbenik u upravljanju sustavom. U novije vrijeme elektricitet se koristio za upravljanje i rano električko upravljanje je bilo temeljeno na relejima. Ti releji su omogućavali ukapčanje i iskapčanje bez uporabe mehaničke sklopke. Krajem 60-tih godina industrijski proizvodni pogoni su uglavnom bili upravljani sustavima zasnovanim na relejnim krugovima (relejna logika). Svaki put kada bi se promjenio proizvodni program morale su se napraviti prilagodbe upravljačkih sklopova što bi iziskivalo veliko vrijeme praznog hoda proizvodnje, a s time i velike troškove. Iz toga se vidi da su relejni upravljački sustavi bili vrlo nefleksibilni, te da bi se promjenila funkcija upravljanja jednog takvog relejnog sklopa nije svaki put bilo dovoljno promijeniti njegovo ožičenje, nego je ponekad trebalo krenuti sa sastavljanjem novog sklopa. Otprilike u isto vrijeme je i razvoj mikroprocesora došao do određenog nivoa te se pojavila ideja o izradi elektroničko-kompjuterskog upravljačkog sustava koji bi se jednostavno sa promjenom proizvodnog programa dao reprogramirati. Prve programibilne logičke kontrolere (PLC) razvili su inženjeri General Motors-a 1968. i vrlo brzo pokazali su izuzetne prednosti u odnosu na relejni upravljački sustav :

- pouzdaniji je od relejnog sustava jer nema mehaničkih pokretnih dijelova
- fleksibilniji jer ga pri promjeni proizvodnje treba samo reprogramirati, a ne mijenjati ožičenje
- smanjeni je opseg ožičenja i greške u ožičenju
- dimenzije su višestruko manje jer su vremenski releji, brojači i ostale relejne upravljačke komponente riješene softverski.

Osim toga PLC kao industrijsko računalo otporan je na razne nepovoljne utjecaje iz proizvodnje kao što su prašina, vlaga, visoka temperatura, vibracije, elektromagnetski utjecaji jer je samim svojim ustrojem napravljen tako da se postavi u neposrednoj blizini procesa kojim upravlja. Kao takvi sa visokim stupnjem fleksibilnosti PLC-ovi su vrlo brzo bili široko prihvaćeni.

Nekoliko definicija plc-a

Prema DIN EN61131-1 (1994.) programabilni logički upravljač (kontroler) jest digitalni elektronički sustav za uporabu u industrijskom okolišu s programabilnom memorijom za internu pohranu primjeni orijentiranih upravljačkih naredbi kod implementiranja specifičnih funkcija kao što su npr. logičko upravljanje, slijedno upravljanje, funkcije odbrojavanja, funkcije brojenja i aritmetičke funkcije, Osnovna namjena PLCa je upravljanje, putem digitalnih ili analognih ulaznih i izlaznih signala, različitim vrstama strojeva ili procesa.

Programabilni logički kontroler je industrijsko mikroračunalo koje na temelju stanja ulaznih signala i programom opisane zakonitosti djelovanja stvara izlazne signale.

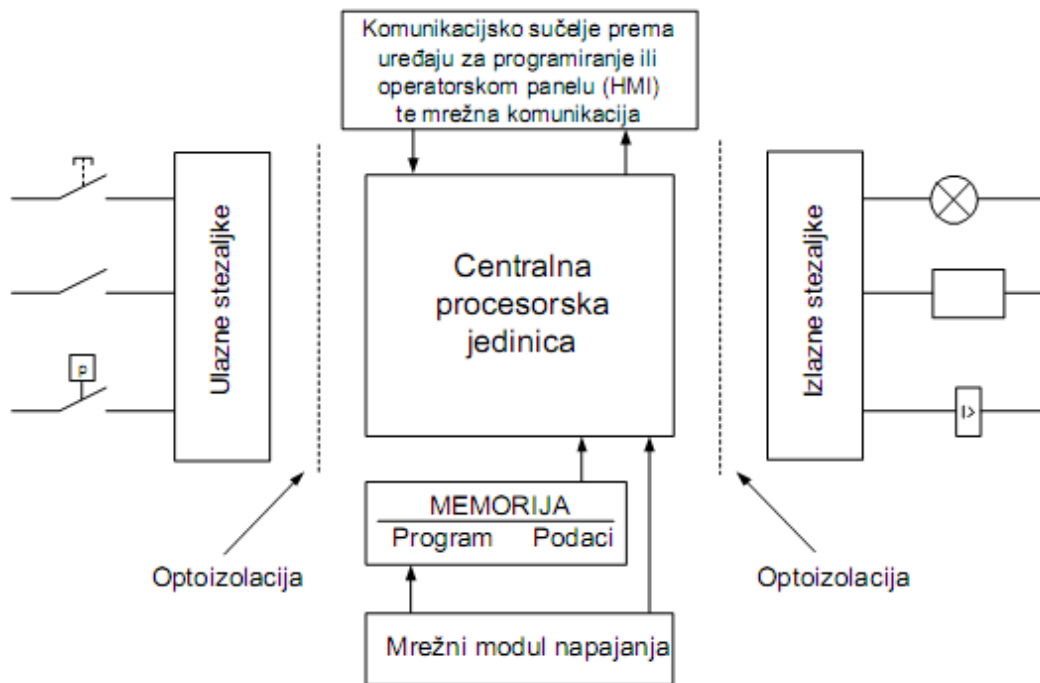
PLC-ovi su modularni sklopovi koji se koriste za automatizaciju postrojenja i procesa

Prema standardizaciji Udruženja proizvođača električne opreme (The National Electrical Manufacturers Association -NEMA) programabilni logički kontroler je definiran kao: " Digitalni elektronički uređaj koji koristi programabilnu memoriju za pamćenje naredbi kojima se zahtjeva izvođenje specifičnih funkcija, kao što su logičke funkcije, sekvenciranje, prebrojavanje, mjerenje vremena, izračunavanje, s ciljem upravljanja različitim tipovima uređaja i procesa preko digitalnih i analognih ulazno-izlaznih modula."

Princip rada PLC-a

Svi PLC uređaji od mikro PLC-a do najvećih PLC sustava od preko 1000 U/I signala imaju, u principu, istu hardversku strukturu, odnosno iste osnovne cjeline:

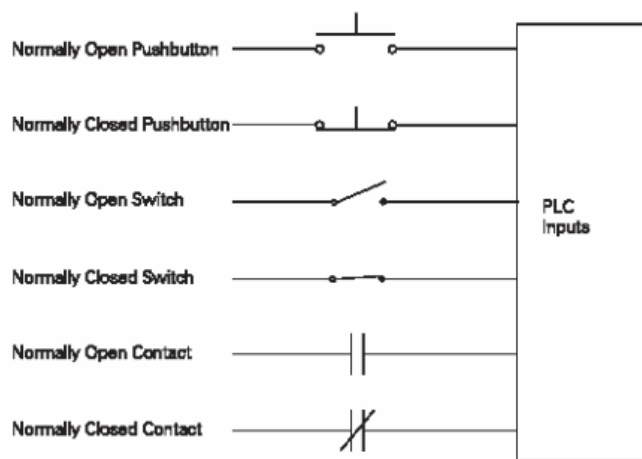
- ulazni dio (digitalni, analogni ulazi)
- izlazni dio (digitalni, analogni izlazi)đž
- CPU, tj. Centralnu procesorsku jedinicu
- memorijski blok za program i podatke
- mrežni dio za napajanje te komunikacijsko sučelje
- moduli za proširenje



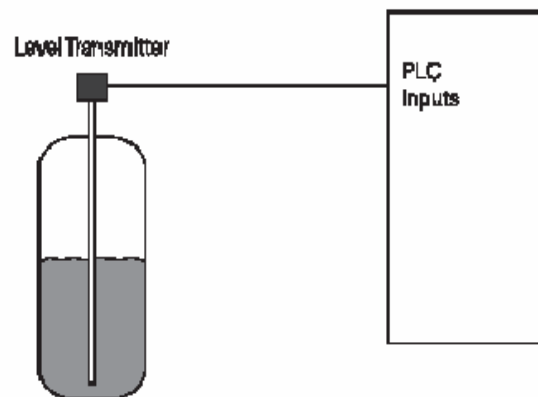
Osnovne cjeline PLC uređaja

Ulazni dio

Ulazni dio PLC-a su priključne vijčane stezaljke na koje se spajaju dojavni signali iz procesa čijim se radom upravlja, te su mjesto od kojeg počinje prilagodba vanjskog signala iz radne okoline, signalu kojeg razumije procesorska jedinica PLC-a. Informacije koje PLC prima na svojim ulaznim stezaljkama mogu biti digitalne (diskretne) i analogne. Digitalna ulazna informacija može biti npr. signal s krajnje sklopke, senzora, tipkala i sl. dok analogna ulazna informacija može biti npr. naponski signal 0-10 VDC s mjernog pretvornika tlaka, temperature i sl. Za digitalnu informaciju visoko stanje iznosi 14-30 VDC, a nisko stanje 0-5 VDC. Analogna informacija može biti u raznim oblicima – strujni 0-20 mA, strujni 4-20 mA, naponski 0-10 VDC, naponski -10 - +10 VDC uz određenu rezoluciju (8 ili 16 bitni A/D pretvornik). Prilagodba signala s uobičajenog ulaznog napona od 120-230 VAC ili 24 VDC na 5 VDC, tj. naponski nivo logike procesorske jedinice, uključuje optoizolaciju signala, što je vrlo važno kako bi se galvanski odvojili strujni krugovi, čime se sprječava protok struje uslijed potencijalnih razlika strujnih krugova interne logike PLC-a i ulaznog kruga, te filtriranje signala kako bi se smanjile visokofrekventne smetnje, odnosno smetnje uslijed statičkih pražnjenja.



Digitalni ulazi

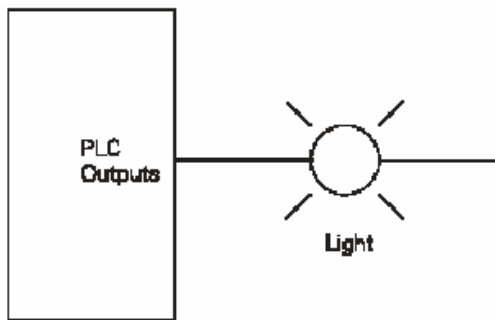


Analogni ulaz

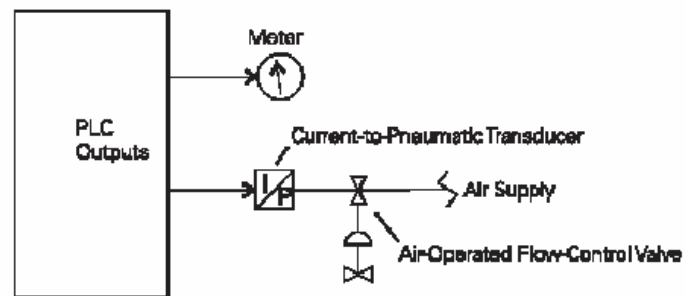
Izlazni dio

Izlazni dio PLC-a su priključne vijčane stezaljke na koje se spajaju izvršni uređaji iz procesa kojima PLC šalje digitalne i analogne signale te na taj način upravlja procesom. Na digitalne izlaze iz PLC-a su najčešće spojeni magnetni svici, releji, sklopnici, motorske sklopke, signalne lampe, pneumatski razvodnici i sl., dok na analogne izlaze mogu biti spojeni npr. strujni signal za prikaz neke veličine na pokaznom instrumentu, referenca brzine za frekvencijski pretvarač, PID regulirana veličina itd. Izlazne stezaljke također su optoizolirane od procesorske jedinice radi galvanske izolacije električnih krugova. Digitalni izlazi najčešće su izvedeni kao relejni, tranzistorski ili pomoću trijaka, a svaki od njih ima svoje prednosti i mane:

- relejni izlazi mogu se koristiti za sklopanje istosmjernih i izmjeničnih tereta, za struje do nekoliko ampera. Releji dobro podnose naponske udare i obzirom na zračni razmak između njihovih kontakata ne postoji mogućnost pojave pulzirajućih struja. Releji su međutim relativno spori prilikom sklopanja te imaju vijek trajanja (mjereno maksimalnim brojem sklopanja) manji od trijaka i tranzistora.
- tranzistorski izlazi služe za sklopanje istosmjernih tereta, nemaju pokretnih dijelova koji se troše i bešumni su. Vrijeme reakcije im je brzo, ali mogu sklapati uglavnom struje do 0.5 A.
- izlazi sa trijacima služe za sklopanje izmjeničnih tereta, a karakteristike su im slične kao tranzistorima.



Digitalni izlazi



Analogni izlazi

Centralna procesorska jedinica

Centralna procesorska jedinica s memorijom glavna je jedinica PLC uređaja. Procesorska jedinica čita stanja svih ulaza PLC uređaja (analognih i digitalnih), logički ih obrađuje u skladu s programom izrađenim od strane korisnika, te upravlja izlazima prema rezultatima dobivenim nakon logičke obrade. Unutar CPU-a se obavljaju funkcije kao što su brojanje, usporedba podataka, matematičke operacije, sekvencijalne operacije itd. Jedan mali dio skupa naredbi su naredbe za izvođenje logičkih operacija.

Memorijski blok za program i podatke

PLC korisnik prilikom programiranja koristi dva segmenta memorije procesorske jedinice – programske datoteke i datoteke podataka. Programske datoteke koriste korisnički definirane programe, potprograme i datoteku za dojavu i obradu grešaka. Datoteke podataka služe za memoriranje programski ovisnih podataka kao što su U/I status, postavne i trenutne vrijednosti brojača i vremenskih članova te ostale memorijske konstante i varijable. Podaci programske datoteke i datoteke podataka pohranjuju se u dvije vrste memorije; RAM (eng. random access memory – memorija s izravnim pristupom) i EEPROM (eng. electrically erasable programable read only memory – električki obrisiva programabilna memorija namjenjena isključivo za čitanje). RAM memorija u PLC uređajima obično je podržana baterijom kako se po nestanku napona napajanja ne bi izgubili podaci (koji se ipak mogu izgubiti ako se istroši baterija), dok EEPROM memorija trajno sprema podatke bez obzira na napon napajanja. Korisnički programi izvode se iz RAM memorije, a dobra je preksa da se pohrane i u EEPROM memoriji te da se učitavaju u RAM svaki put kada se uključuje PLC, ili u slučaju gubitka podataka iz RAM memorije (iz bilo kojeg razloga). Sistemski program i memorija za upravljanje radom PLC uređaja nisu vidljivi i dostupni korisniku, ali su od ključne važnosti za njegov učinkovit rad.

Modul napajanja

Kao i na svakom računalu modul napajanja je najrobustniji i najteži njegov dio. Neosjetljiv je na smetnje koje dolaze iz električne mreže kao i na kraće ispade mrežnog napona (trajanja 10-15 ms). Standardni ulazi napajanja PLC uređaja su: 120/230 VAC i 24 VDC.

Komunikacijsko sučelje

Komunikacijsko sučelje ima višestruku namjenu. Prva i osnovna je komunikacija sa nadređenim PC računalom na kojem se piše upravljački program, šalje u PLC te dijagnosticira stanje rada. Ostale mogućnosti su komunikacija sa ostalim PLC uređajima i raznim senzorima preko njihove interne mreže (npr DeviceNet), komunikacija sa raznim vrstama operatorskih panela te komunikacija modemomskom vezom. Gotovo svi PLC uređaji imaju ugrađen serijski port za komunikaciju (RS-232 – električki standardi), a komunikacija se vrši preko protokola koji ovisi o proizvođaču uređaja (najčešće full duplex serijska veza).

Moduli za proširenje

U osnovi PLC uređaj je od jednog dijela te na sebi ima ograničeni broj ulaznih i izlaznih stezaljki. Kada je za proces potrebno više ulaza ili izlaza nego ih na sebi ima osnovni uređaj koriste se moduli za proširenje (slot). Modul za proširenje je poseban uređaj koji se spaja na PLC i koji na sebi ima dodatne ulazne i/ili izlazne stezaljke. Na taj način se PLC uređaj uvijek može proširiti bez da se nabavlja novi. Najčešće se moduli za proširenje prodaju kao moduli za digitalne ulaze i/ili izlaze te moduli za analogne ulaze i/ili izlaze. Moduli se napajaju el.energijom iz osnovnog uređaja, ali mogu koristiti i posebna napajanja (slika). Preporuča se da osnovni uređaj i moduli za proširenje koriste isti izvor napajanja. U pogonu moduli mogu biti udaljeni od osnovnog uređaja te se veza ostvaruje komunikacijskim kabelom. Broj modula koji se mogu spojiti osnovni uređaj ovisi o proizvođaču.

RAD UREĐAJA

PLC se od svih drugih računalskih uređaja slične namjene razlikuje po svom operativnom sustavu, koji je načinjen točno za određenu namjenu. Naime, pretpostavlja se da će u svojoj osnovnoj formi, PLC biti korišten za realizaciju nekih logičkih funkcija koje preslikavaju signale sa senzora u signale koji se prenose na aktuator. Stoga se od PLC-a očekuje da periodički očitava (unos) signale sa senzora, obavlja određen broj aritmetičko-logičkih operacija (u skladu sa zadanom funkcijom) čiji rezultati se prenose na izvršne organe ili neke druge indikatorske uređaje. Osim toga, s istom ili nekom drugom frekvencijom, PLC treba održavati komunikaciju (razmjenu podatke) s nekim drugim računalskim sustavima u mreži. Polazeći od tog zahtjeva, operativni sustav PLC-a projektiran je tako da, tijekom rada sustava, automatski osigura cikličko ponavljanje navedenih aktivnosti (Sken ciklus).



Sken ciklus PLC-a

Sken ciklus započinje sa ulaznim skenom u okviru koga PLC očitava sadržaj ulaznih linija (registrarastanje ulaznih modula). Očitani podaci se prenose u određeno područje memorije – slika ulaza.

Zatim se aktivira programski sken u okviru koga procesor izvršava programske naredbe kojima su definirane odgovarajuće aritmetičko-logičke funkcije. Podaci (operandi) koji se koriste u programskim naredbama uzimaju se iz memorije i to iz područja označenog kao slika ulaza (ako su operandi ulazni podaci) ili iz područja gdje se smještaju interne varijable.

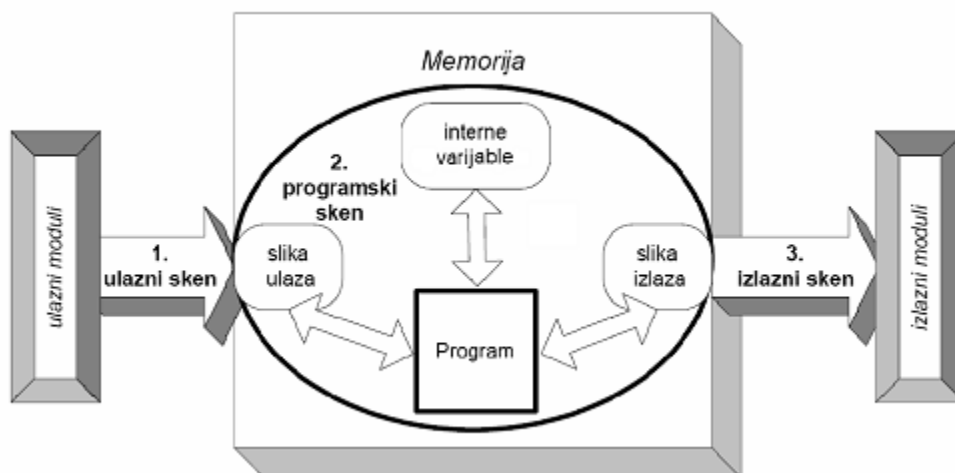
Rezultati obrade se smještaju u posebno područje memorije – slika izlaza. Ovdje je važno istaknuti da se pri izvršavanju programskih naredbi ne uzimaju podaci direktno sa ulaznih modula, niti se rezultati direktno iznose na izlazne module, već program razmenjuje podatke isključivo s memorijom (slika-*Razmjena podataka za vrijeme sken ciklusa*).

Po završetku programskog skena, operativni sustav PLC-a aktivira izlazni sken u okviru koga se podaci iz slike izlaza prenose na izlazne linije (registre izlaznih modula).

Četvrti dio sken ciklusa – komunikacija - namijenjen je realizaciji razmjene podataka s uređajima koji su povezani s PLC-om.

Nakon toga, operativni sustav dovodi PLC u fazu održavanja u okviru koje se ažuriraju interni tajmeri i registri, obavlja upravljanje memorijom kao i niz drugih poslova vezanih za održavanje sustava, o kojima korisnik i ne mora biti informiran.

U ovisnosti o tipu procesora ulazni i izlazni sken ciklus izvršavaju se u vremenu reda milisekundi (od 0,25 ms do 2,56 ms). Trajanje programskog skena, svakako ovisi o veličini programa. Osnovni sken ciklus može biti modificiran pomoću zahtjeva za prekid ili nekih drugih specijalnih programskih naredbi. Gledano općenito, od korisnika PLC-a se očekuje da, u ovisnosti o aplikaciji koju namjerava razviti, obavi izbor ulaznih, izlaznih, komunikacijskih i specijalnih modula, dakle odabere strukturu PLC-a i formira program obrade podataka. Sve ostale aktivnosti obavlja i nadzire operativni sustav PLC-a.



Razmjena podataka za vrijeme sken ciklusa

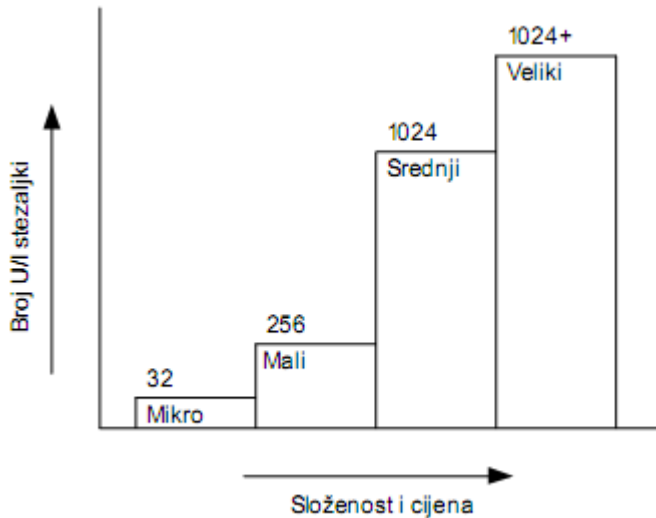
Automatizacija s programibilnim logičkim kontrolerima

Automatizacija s programibilnim logičkim kontrolerima (PLC) je otvorila privlačan, sasvim nov i virtualno neograničen svijet upravljanja. Zato je, proučavanje i programiranje PLC softvera za upravljanje od najviše važnosti za primjenu kod automatiziranih i PLC-kontroliranih uređaja. Upravljački problem identificiramo kao skup rješenja koja se sastoje od brojnih osnovnih logičkih funkcija. Takve funkcije su temelj svih binarnih digitalnih kontrola i obuhvaćaju načela: "ILI", "I", "DA" i "NE" funkcionalne logike. Dodatkom malo složenijih impulsnih sklopova, kao na primjer multivibratora, tajmera, brojila,

posmačnih registara, ograničivača, aritmetičkih funkcija i ugrađenih izlaznih releja, može se riješiti bilo koji upravljački sustav bio on s jednostavnim ili jako složenim upravljačkim funkcijama.

PODJELA

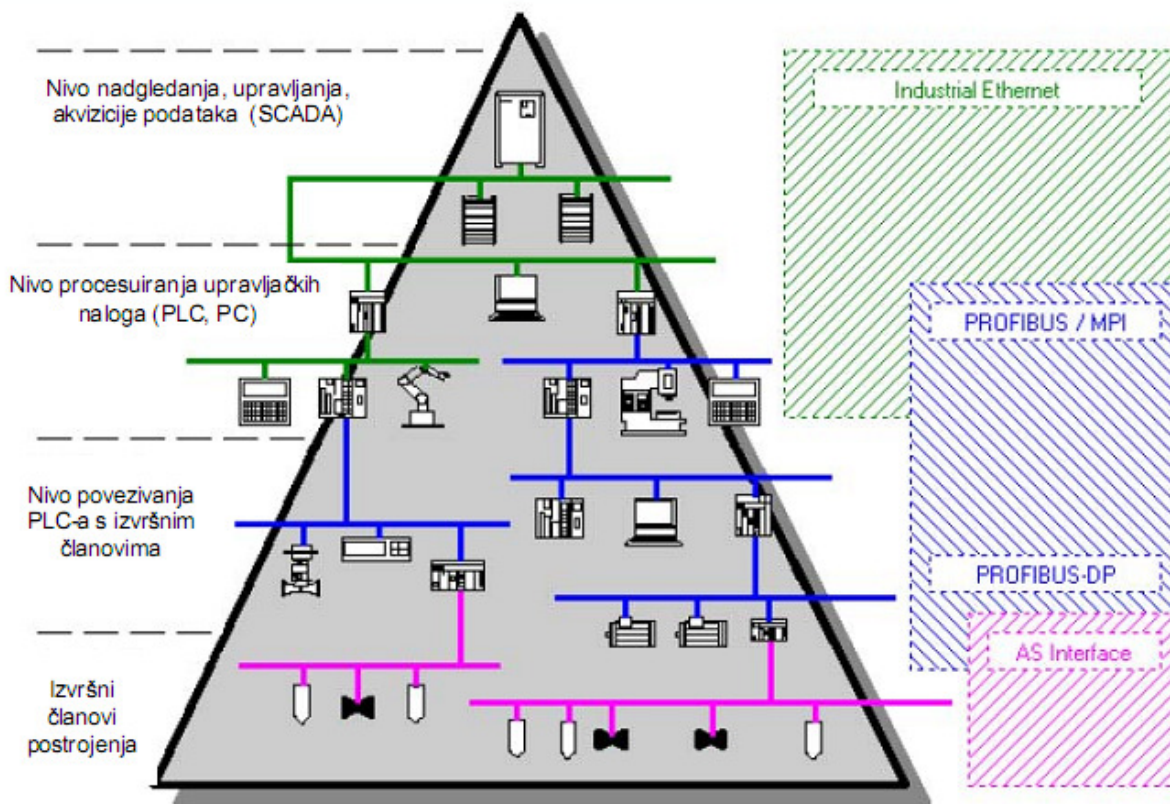
PLC uređaje grubo možemo podijeliti prema broju ulazno/izlaznih stezaljki tako da dobijemo četiri kategorije.



Današnji PLC-i izvode se u:

- kompaktnoj izvedbi (svi su elementi u jednom kućištu),
- modularnoj izvedbi odnosno sustav se oblikuje iz modula,
- kartičnoj izvedbi u 19 inčnom kućištu,
- podržavaju modularni upravljački sustav,
- različiti modeli imaju različite mogućnosti proširenja modulima,
- sabirnički sustav koji podržava module (ugrađen u module),
- mogućnost povezivanja u mrežu pomoću:
 - RS komunikacijskog sučelja
 - PROFIBUS
 - INDUSTRIAL ETHERNET
 - MULTIPOINT INTERFACE (MPI)
- centralna veza programiralicom s mogućnošću pristupa svim modulima.

PLC-ovi u hijerarhijskoj strukturi industrijskih automatiziranih sustava



Prednosti PLC-a pred relejnim upravljanjem:

Pouzdanost – nema mehaničkih pokretnih dijelova, izuzetno otporan na razne mehaničke, elektromagnetske utjecaje, te općenito otporan na pogonske uvjete rada, ako nestane napajanje ništa se ne mijenja i kada se napajanje vrati PLC nastavlja sa radom. Greške u ožičenju svode se na minimum s obzirom da se ožičenje PLC-a svodi na ožičenje njegovih ulaza i izlaza;

- Adaptivnost - kad se napiše i testira, PLC program za upravljanje nekog uređaja može se bezproblema prenjeti na drugi PLC u drugom uređaju. U slučaju identičnih uređaja ili uređaja gdje se zahtijevaju manje izmjene programa to dovodi do smanjenja vremena programiranja i vremena za otklanjanje grešaka.
- Fleksibilnost – za izmjenu programa potrebno je vrlo malo vremena. Izvođači upravljačkog sustava mogu bez problema poslati korisniku izmjenu programa na bilo kojem mediju (disketa npr.) ili putem modema direktno u PLC bez da šalju tehničara za

održavanje na lokaciju korisnika. Korisnik može jednostavno prenjeti program u PLC i izvršiti eventualno manje promjene

- Naprednija funkcionalnost – PLC programske aplikacije mogu se sastojati od jednostavnih akcija ponavljanja neke automatske radnje do kompleksne obrade podataka i složenih upravljačkih sustava. Upotreba PLC-a u upravljačkim sustavima nudi projektantima takvih sustava i osoblju u održavanju brojne mogućnosti neizvedive pomoću standardnog relejnog upravljanja
- Komunikacija – sa operatorskim panelima, drugim PLC uređajima i nadzornim upravljačkim računalima olakšava prikupljanje podataka s uređaja i obradu prikupljenih informacija;
- Brzina – brojne aplikacije na automatiziranim strojevima zahtjevaju vrlo brzu reakciju na pojavu nekog signala. Takve aplikacije jednostavno su izvedive uz pomoć PLC-a, a vrlo teško i složeno putem relejnog upravljanja
- Dijagnostika – pomoću funkcija za otklanjanje pogrešaka i dijagnostiku, PLC-i nude brzo i jednostavno otklanjanje softverskih i hardverskih (sklopovskih) grešaka upravljačkog sustava;