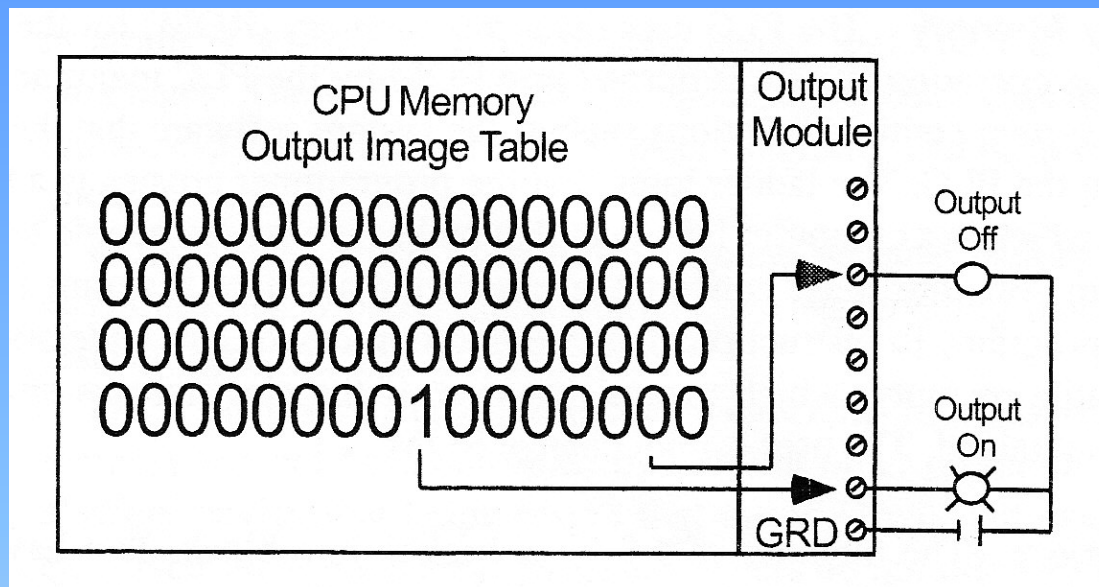


Izlazni modul

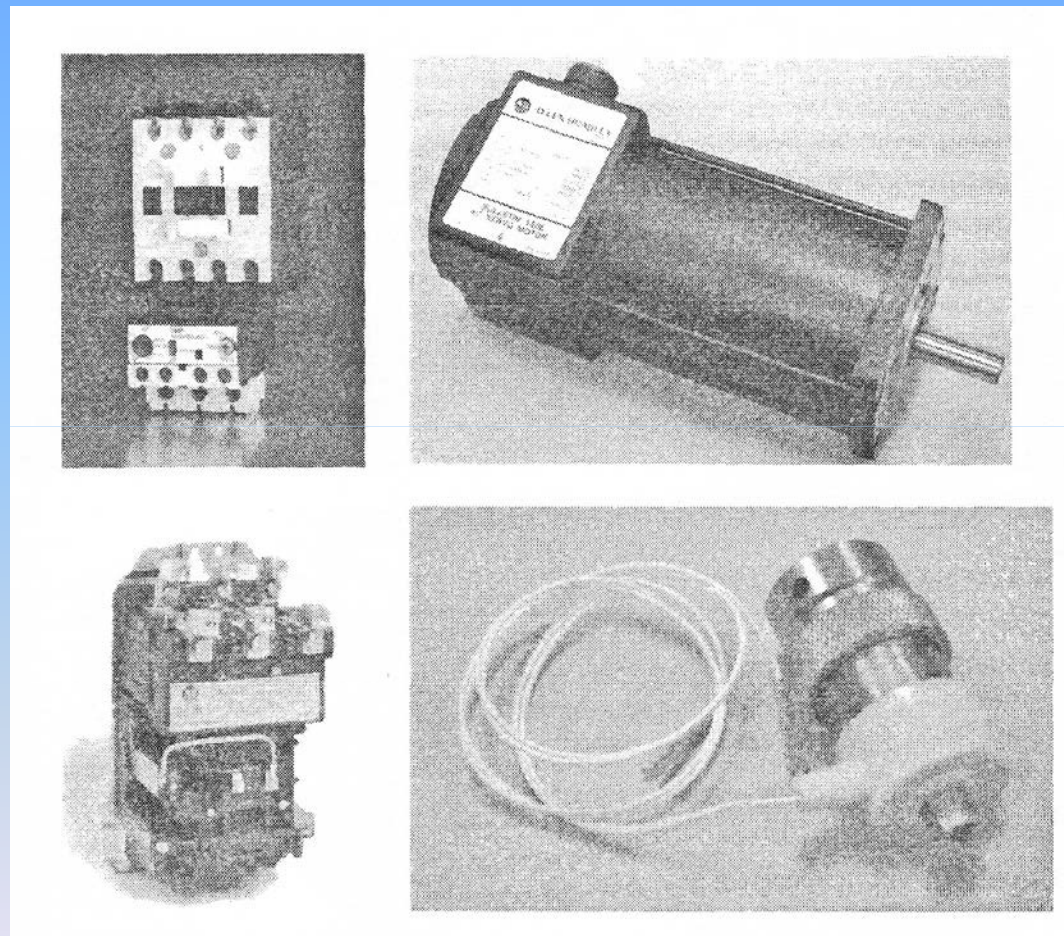
- Izlazni modul osigurava vezu između CPU jedinice PLC uređaja i izvršnih elemenata
- U izvršne elemente spadaju starteri motora, zavojnice, ventili itd.
- Izlazni moduli mogu raditi s istosmjernim ili izmjeničnim naponima a izlazni signali mogu biti u digitalnom ili analognom obliku
- Ako izlazni modul daje digitalni izlazni signal, tada izlazni modul djeluje kao prekidač čiji izlazni signal ima status ON ili OFF
- Izlazni modul može davati i analogni izlazni signal kao npr. u slučaju kada se izlazni analogni signal u obliku električnog napona koristi za regulaciju brzine elektromotora
- Izlazni moduli mogu dolaziti u različitim konfiguracijama od po 8, 16 i 32 izlaza
- Izlazni moduli s više od 8 izlaza još se nazivaju i izlazni moduli visoke gustoće i često su istog oblika kao i 8-izlazni moduli ali imaju više komponenta u samom modulu



Slika 192. Izlazni modul PLC uređaja

- Na slici 192. prikazano je kako binarna oznaka u memoriji kreira vrijednost stvarnog izlaznog signala
- CPU jedinica sadrži dio koji se zove output image table i koji sadrži vrijednosti stanja svih izlaznih signala
- Ako je vrijednost stanja (binarna oznaka) izlaznog signala 1, izlazni signal biti će postavlje u stanje ON

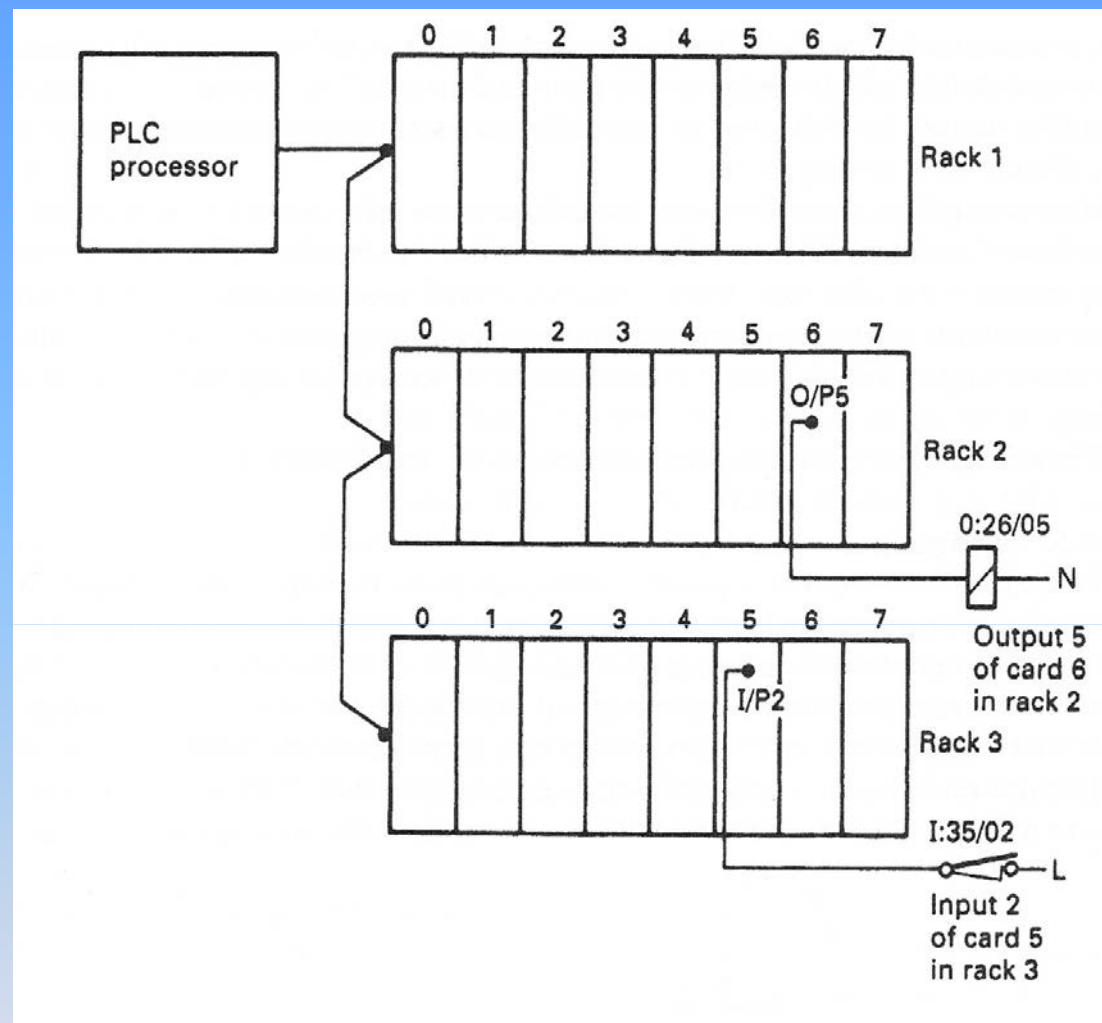
- Ako je vrijednost stanja 0 tada je i izlazni signal u stanju OFF
- Neke od mogućih vrsta izvršnih elemenata PLC uređaja prikazani su na slici 193.



Slika 193. Izvršni elementi PLC uređaja: hidraulički klizač, elektromotor, starter i ventil

Input/output (Ulazno/izlazna) identifikacija

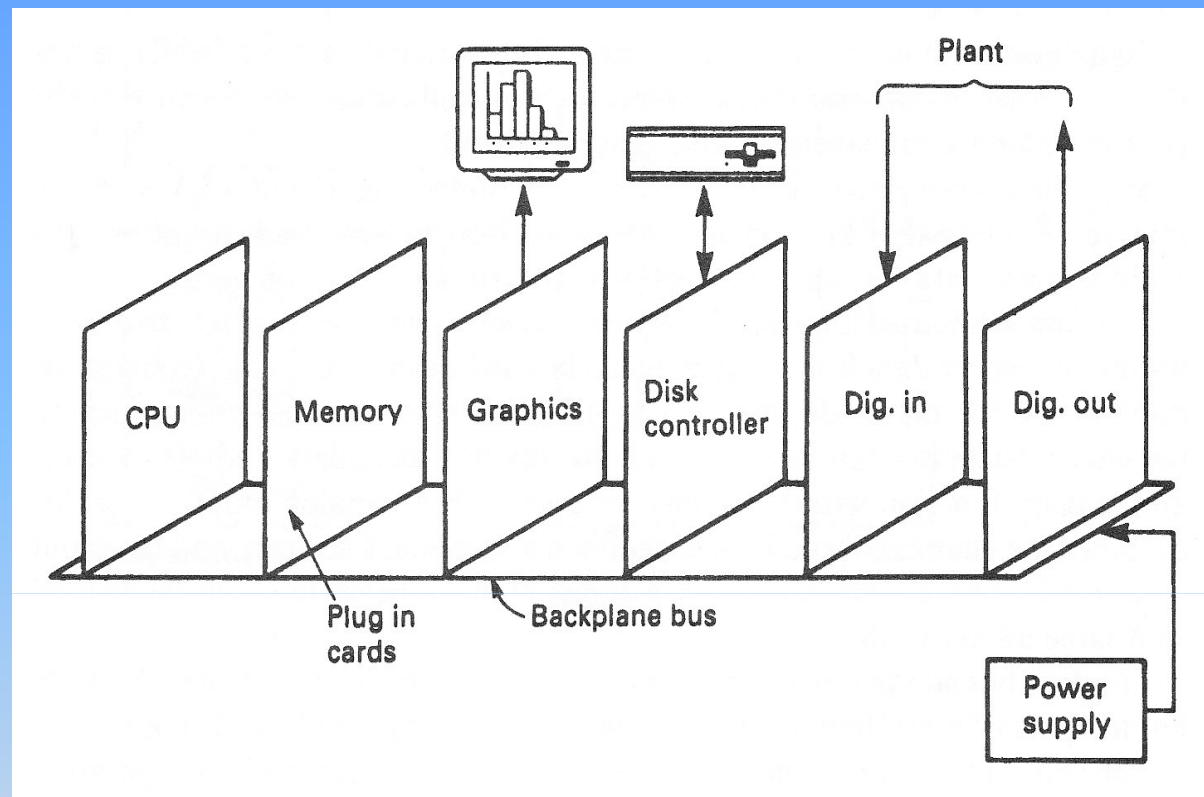
- Program PLC uređaja mora imati mogućnost identifikacije ulaznih i izlaznih signala
- Općenito signal se identificira prema fizičkoj lokaciji ulaznih ili izlaznih modula na policama PLC-a, identifikaciji položaja same police u kojoj je smješten modul, te brojem ulaza ili izlaza na ulaznom ili izlaznom modulu u koji je spojen ulazni signal s senzora odnosno izlazni signal prema izvršnom elementu
- Na slici 194. prikazana je identifikacija signala na jednom PLC uređaju
- Kao što se vidi na slici 194. izvršni element (relej) je spojen u izlazu br. 5 izlaznog modula br. 6 police br. 2
- Prema standardnoj shemi oznaka PLC proizvođača spoj izvršnog elementa može se sažetije napisati: **O: 26/05**
- Također iz slike 194. granični prekidač (kao generator ulaznog signala) spojen je na ulaz br. 2, ulaznog modula br. 5 police br. 3 PLC uređaja
- To se sažetije piše: **I: 35/02**



Slika 194. Identifikacija ulaznih i izlaznih signala na PLC uređaju tvrtke Allen Bradley

Sustav povezivanja pomoću električnih ravnih ploča (backplane bus system)

- Sustav električnih ravnih ploča nalazi se na stražnjem dijelu polica PLC uređaja i grafički je prikazan na slici 195.
- Električne ravne ploče osiguravaju električnu poveznicu između različitih modula koji se uključuju u pojedinu policu PLC uređaja
- Prednosti električnih ravnih ploča su mnogostruke jer omogućavaju standardizaciju, korištenje istih modula za različite police i za različite PLC uređaje istog proizvođača
- Nažalost nedostatak je da svaki proizvođač izrađuje module svojih specifikacija pa moduli različitih proizvođača najčešće se nemogu spojiti u istu policu
- Razlog nemogućnosti spajanja modula različitih proizvođača je da svaki proizvođač koristi podatke prikazane u obliku 8 ili 16 ili 32 bita (različiti proizvođači koriste prikaz podataka u različitoj kombinaciji bitova)



Slika 195. Povezivanje modula u polici pomoću električnih ravnih ploča

- Korišćenje kombinacije različitih bitova za prikaz podataka uzrokuje različite izvedbe konekcijskih kontakata i konektora za spajanje modula i električnih ravnih ploča u PLC polici

Prednosti upotrebe PLC uređaja

- Prednost upotrebe PLC-a može se uočiti već kod planiranja sustava automatizacije nekog procesa
- Upotrebom PLC uređaja potreban nam je PLC uređaj određene performansi i poznavanje koliko I/O modula je potrebno tj. koliko će biti ulaznih signala i izlaznih signala na izvršne elemente
- Konstrukcija samog regulatora temeljenog na PLC-u je također vrlo jednostavno
- Uvijek se uzimaju police s dodatnim mjestom za nadogradnju modula u budućnosti, jer treba pretpostaviti da će se potrebe procesa širiti, a sam PLC se izrađuje spajanjem standardnih dijelova tj. standardnih modula određenog proizvođača
- Ulazni i izlazni moduli su dosta jeftini pa je vrlo lagano povećavati broj ulaznih signala iz procesa ili broj izlaznih signala na izvršne elemente
- Modifikacija PLC uređaja je dosta jednostavnija jer je lakša izmjena PLC programa pomoću ručnog programera ili mikroračunala

- Održavanje je također olakšano uporebom mikroračunala ili ručnih prenosnih programera, pomoću kojih se lako ulazi u izvršni program PLC-a i nadziru se postavljeni parametri rada procesa

Upotreba PLC uređaja

- Kao što je već naglašeno PLC uređaji se danas koriste u automatizaciji većine industrijskih procesa kao zamjena za relejnu logiku ili za zamjenu još starijih izvedbi hidrauličkih i pneumatskih sustava automatske regulacije
- Bitno je napomenuti da upotreba PLC uređaja na takvim starijim izvedbama industrijskih uređaja može povećati brzinu rada takvih uređaja te se performanse takvih uređaja povećavaju na razinu novih izvedbi
- Vrlo široka upotreba PLC uređaja je kod regulacije brzine vrtnje (npr. brodski dizelski motori), te su ovakve izvedbe znatno preciznije i brže nego mehaničke ili hidrauličke izvedbe sustava regulacije

- Danas je npr. u upotrebi elektronički sustav nadzora ubrizganja goriva u cilindar tzv. common rail sustav čijom se upotrebom smanjiva potrošak goriva, omogućuje bolje izgaranje te čišći ispuh plinova iz cilindra
- Sustavi elektroničke regulacije imaju prednost što se njihovi dijelovi ne troše mehanički kao npr, brijegovi brijegaste osovine ili zupčanici te se vremenom ne gube na točnosti i brzini rada
- Današnjom savršenijom izradom elektroničkih dijelova eliminiraju se nedostaci elektroničkih dijelova kao što su bili česti kvarovi i neotpornost na okolišne uvjete
- Česta je upotreba PLC uređaja u regulaciji rada alatnih strojeva kao što su tokarski strojevi, glodalice, bušilice, prese i sl.
- Primjer industrijske prese upravljane PLC uređajem dat je na slici 196.



Slika 196. PLC upravljana industrijska preša

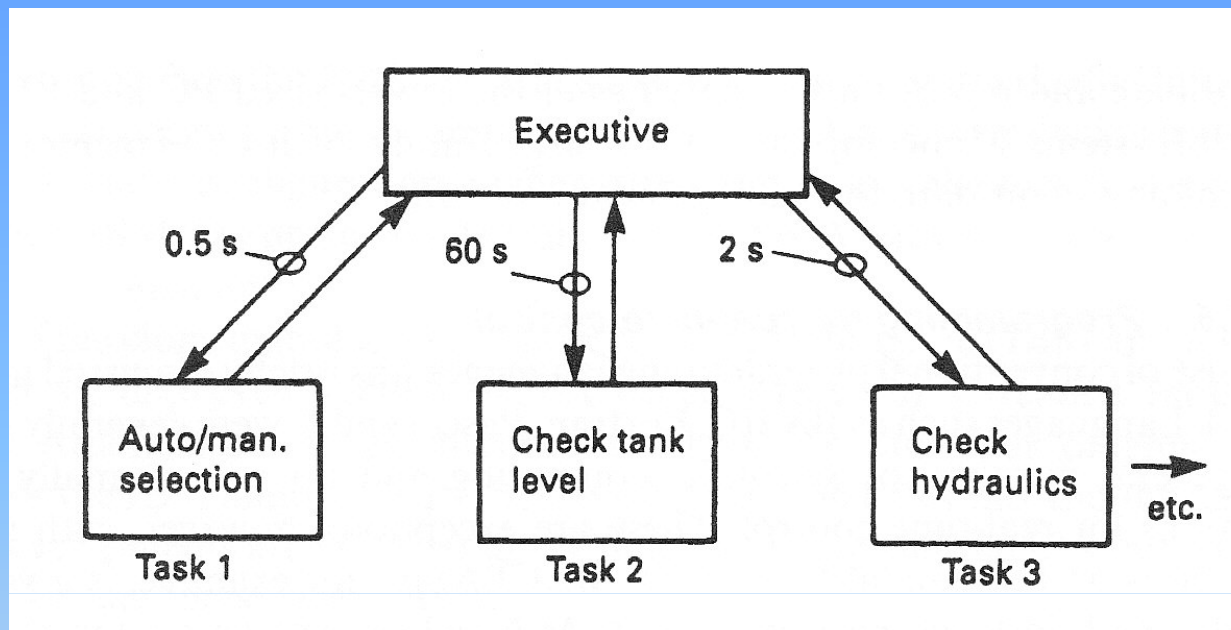
Osnove programiranja kod regulacije u stvarnom vremenu (real time control)

- Programski jezici kao što su Basic, Fortran, Pascal, C, C+, C++ su projektirani za općenitu upotrebu ili za korištenja u znanstvenim istraživanjima
- Navedni programski jezici ne osiguravaju funkcije regulacije u stvarnom vremenu
- Računalni program za regulaciju mora osiguravati odgovore (izlazne signale) na parametre iz reguliranog procesa i na operatorove ulazne instrukcije (ulazne signale) u razumnom vremenu
- Jedan od načina postizanja takvih performansi PLC računalnog programa je da se napiše krajnje jednostavna verzija PLC računalnog programa:

```
Begin
    Repeat
        Read Plant Inputs
        Work out Required Actions
        Write Plant Outputs
    Until Hellfreezesover
End. {of program}
```

Slika 197. Jednostavni PLC računalni program

- Ovako napisan PLC program može biti zadovoljavajući za jako male sheme regulacijskih sustava ali kod velikih i složenih shema regulacije je dosta neupotrebljiv
- Npr. neke programske instrukcije se moraju obavljati pri različitim vremenskim intervalima pa se tako provjera razine vode u tanku vode obavlja u intervalima od 60 sekundi, provjera razine ulja, tlaka ulja i stanja filtera u intervalima od 2 sekunde itd.
- Mogućnost pojednostavljenja velikih i složenih shema regulacije ostvaruje se dijeljenjem na više manjih i jednostavnijih shema
- Sve te manje sheme nastale podjelom iz jedne veće i složenije upravljaju se zajedničkim programskim instrukcijama kojima PLC uređaj upravlja cijelom složenom shemom regulacije
- Na isti način mogu se PLC računalni programi za regulaciju podijeliti u niz manjih i jednostavnijih podprograma (svaki podprogram obavlja funkcije jedne pojednostavljene sheme regulacije) koji su upravljani zajedničkim programskim instrukcijama
- Primjer takvog niza podprograma prikazan je na slici 198.



Slika 198. PLC računalni program podijeljen u posebne podprograme

- Ovakva podjela glavnog PLC računalnog programa na niz manjih i jednostavnijih podprograma (od kojih svaki obavlja određenu regulacijsku funkciju) je vrlo praktična te omogućuje da regulacijski proces ne gubi vrijeme zbog potreba različitih vremenskih intervala
- Također podprogrami obavljaju svoje zadaće koje su odvojene od drugih podprograma

- Svaki od ovih podprograma se može napisati ili korigirati neovisno od ostalih podprograma što olakšava proces održavanja i ispravljanja eventualnih pogrešaka

Računalna grafika i grafički displej uređaji

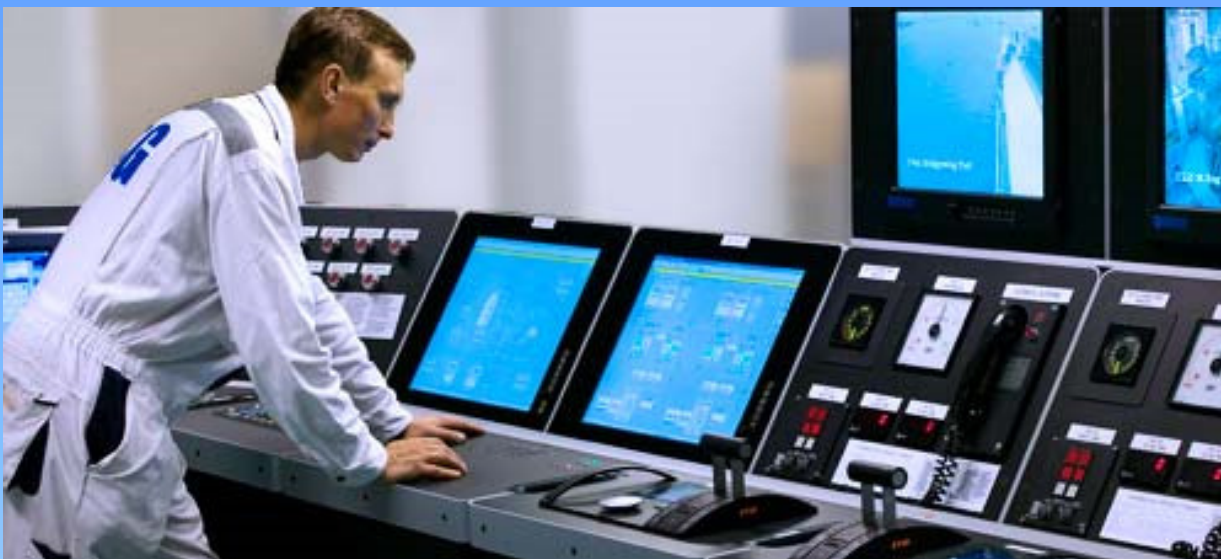
- Displej uređaji mogu biti posebno dizajnirani za prikaz podataka operatoru s PLC uređaja
- Takvi uređaji su računalni displej uređaji koji imaju prednosti i nedostatke
- Prednosti takvih uređaja je što daju grafički prikaz cijelog procesa koji se regulira što daje bolju preglednost i lakše razumjevanje izloženih parametara procesa
- Daljna prednost je što računalni displej uređaji modu zamjeniti cijeli panel pun prekidača i indikatora jer se sve to može prikazati na ekranu
- Računalni displej uređaje karakterizira i jednostavnost instalacije i fleksibilnost
- Nedostaci su u tome da je limitiran broj informacija koji se može prikazati na jednom računalnom ekranu

- Također vrlo je lako prekrcati računalni displej ekran s podacima te na taj način otežati operatoru detekciju informacija o kritičnim vrijednostima procesa
- Pravilo je da se ne ispunjava podacima više od 25-30 % displej ekrana
- Kada je prisutno više podataka nego što se može prikazati na jednom ekranu koristi se tzv. hijerarhija ekrana
- Hijerarhija ekrana podrazumjeva da se mogu mjenjati nizovi ekrana s različitim podacima na računalnom displeju
- Najčešće glavni ekran (top screen) prikazuje sadržaj ostalih ekrana koji se mogu prikazati, dok ekrani na kraju niza prikazuju sve detaljnije i detaljnije podatke procesa (lower screen)
- Određeni problem predstavlja potrebno vrijeme za mjenjanje niza ekrana s podacima na računalnom displeju uređaju
- Prebacivanje prikaza različitih ekrana može se obavljati pozivanjem na brojeve kojima su označeni pojedini ekrani (zahtjeva ovakav pristup dobru memoriju operatora)

- Jednostavniji način biranja ekrana je putem biranja s glavnog ekrana koji prikazuje sadržaj svih ekrana u računalnom displej uređaju
- Na slikama 199. , 200. i 201. prikazani su računalni displej uređaji u brodskim strojarnicama (*engine control room*)



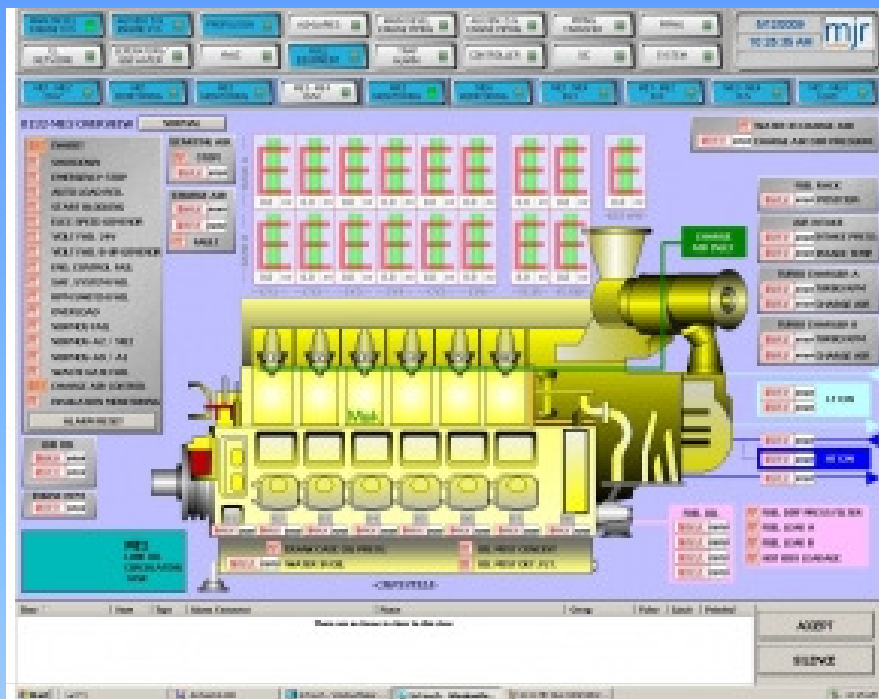
Slika 199. Računalni displej uređaji na upravljačkom pultu u kontrolnoj sobi



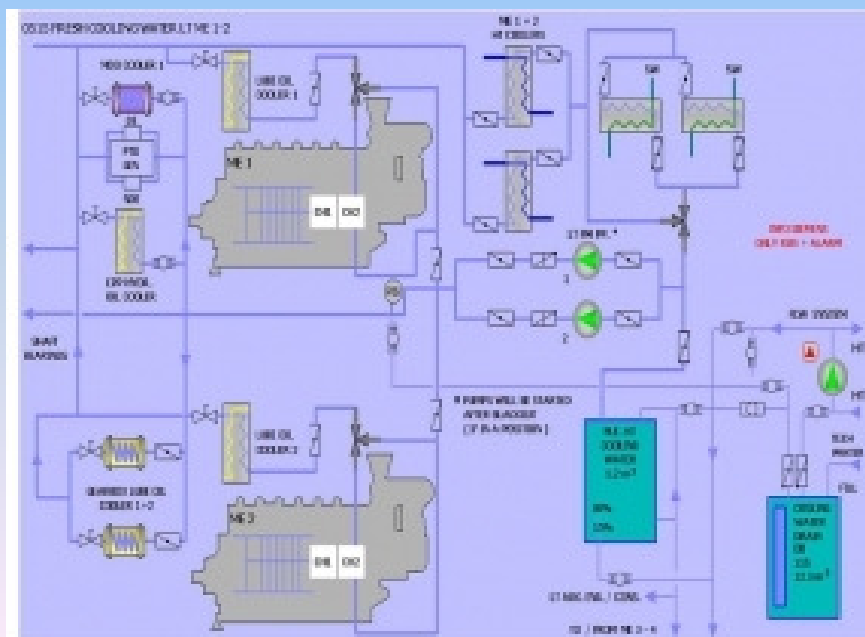
Slika 200. Displej uređaji na upravljačkom pultu



Slika 201. Operator displej uređaja



Slika 202. Prikaz podataka na displej uređaja



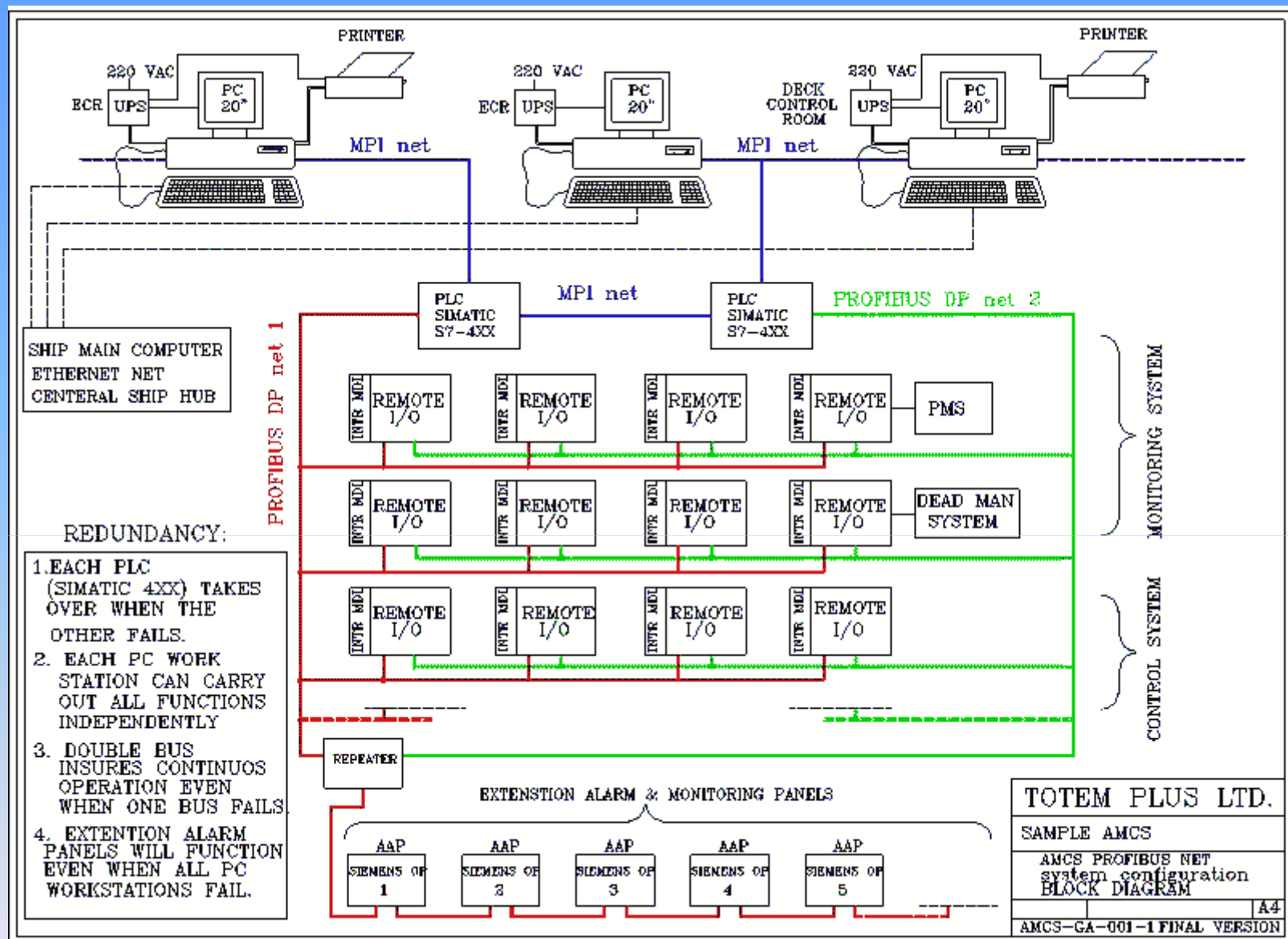


Slika 203. Alarmni paneli na zapovjedničkom mostu



Slika 204. Alarmni paneli u kabinama časnika stroja





Slika 205. Blok dijagram sustava sutomatske regulacije na brodu



Slika 206. PLC moduli u kontrolnoj sobi strojarnice