

5. Nadzorni sistemi

- Nadzorni sistemi omogočajo številne dodatne funkcije vodenja
 - vodenje, ki presega preprosto krmiljenje in regulacijo
 - funkcije, ki jih zaradi omejenih zmogljivosti krmilnikov in regulatorjev težko izvedemo z opremo za osnovno vodenje
- Ključni element pri integraciji vodenja v celovit sistem
- Izkoriščajo zmožnosti sodobnih računalniških sistemov
- Nanje v veliki meri vpliva nagel razvoj računalniške tehnologije

Mesto nadzornih sistemov v večnivojskem vodenju

- Nadzorni sistemi so vezni člen
 - med procesom in operaterjem
 - med procesnim vodenjem in informacijskimi sistemi na višjih nivojih
- Vmesni nivo med avtomatskim vodenjem procesov in sistemom vodenja proizvodnje, ki je bolj poslovno naravnan
- Tehnologija vodenja procesov se prepleta z informacijsko tehnologijo

Vloga nadzornih sistemov

- V večini izvedb nadzorni sistem ni nujno potreben za delovanje sistema vodenja
 - nižjenivojske funkcije vodenja morajo biti realizirane tako, da lahko v primeru izpada nadzornega sistema delujejo tudi neodvisno
 - s tem dosežemo večjo zanesljivost -> premostimo problem nezanesljivosti računalnikov in pripadajoče programske opreme
 - čeprav ni nujno potreben, pa nadzorni sistem pripomore k lažjemu upravljanju procesa ter zagotavlja dodatne varnostne in zaščitne funkcije

Naloge nadzornega sistema

- Vodenje na nadzornem nivoju
 - nadzoruje in usklajuje delovanje lokalnih podsistemov vodenja v smeri optimalnega delovanja celote
- Zagotavljanje čim bolj nemotenega delovanja
 - delno avtomatsko, delno s posredovanjem človeka-operaterja
- Vmesnik med operaterjem in procesom
 - vpogled v dogajanje v procesu ter možnost intervencije na daljavo
- Zbiranje podatkov
 - osvežuje procesno podatkovno bazo, iz katere lahko zajemajo podatke višji nivoji vodenja

5.1 Funkcije nadzornih sistemov

- Funkcije nadzornih sistemov so zelo raznovrstne, lahko jih razdelimo v tri skupine
- Podporne in vmesniške funkcije
 - spremljanje in nadzor
 - sistem alarmiranja
- Diagnostične funkcije
 - zaznavanje in razpoznavanje napak
- Funkcije vodenja
 - razvrščanje, koordinacija in optimizacija
 - varnostne funkcije

5.1.1 Podporne in vmesniške funkcije

- Ne vplivajo neposredno na samo delovanje procesa
- Omogočajo povezavo z ostalimi nivoji vodenja
 - zajem podatkov (komunikacija s procesnim nivojem)
 - obdelava: filtriranje, povprečenje, izračuni statističnih parametrov ...
 - arhiviranje
 - priprava poročil
 - komunikacija z drugimi postajami in z višjimi nivoji

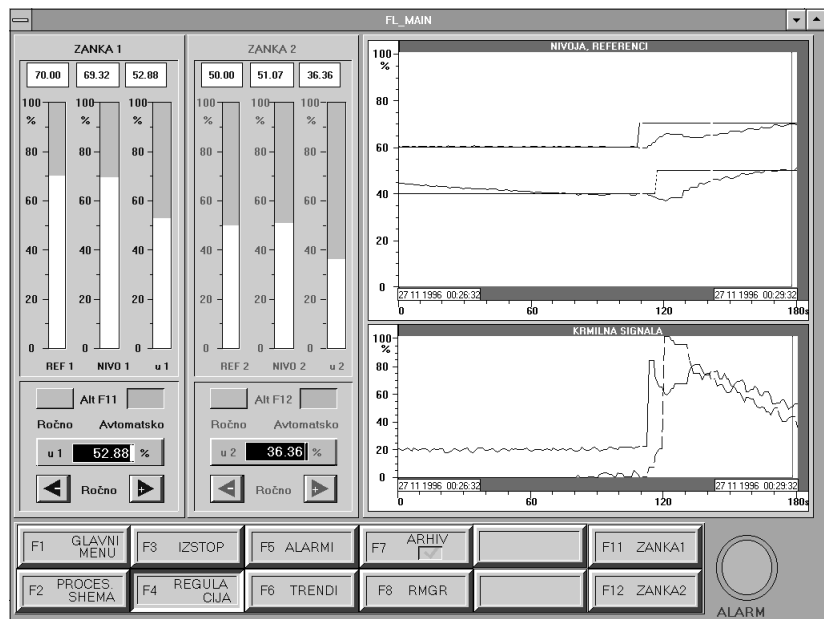
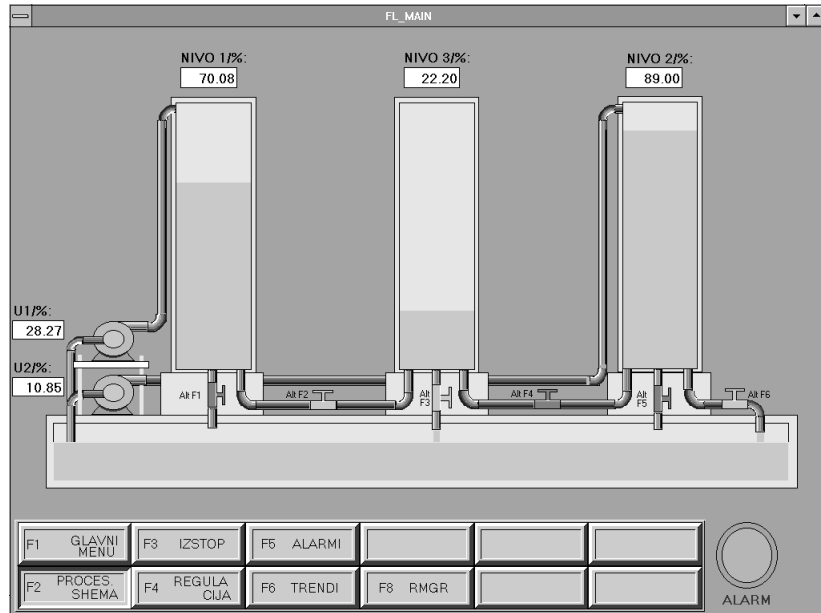
Podporne in vmesniške funkcije

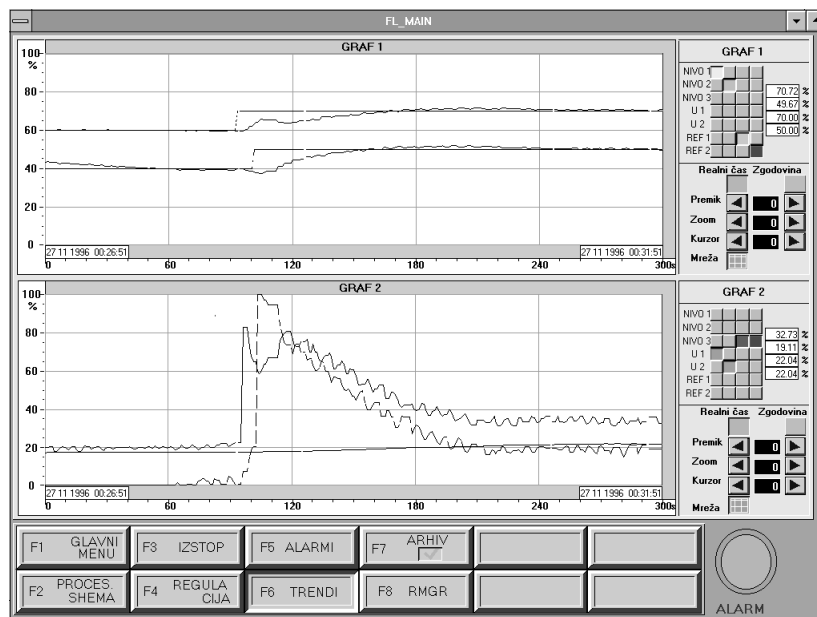
- Olajšujejo upravljanje s sistemom vodenja
 - vpogled v dogajanje preko številnih grafičnih prikazov
 - poseganje v delovanje sistema preko spreminjanja različnih parametrov
 - operater lahko spremlja proces in ugotavlja, ali ta deluje v skladu z zahtevami
 - nadzor izvajanja operacij vodenja
 - nadzor delovanja procesne opreme
 - informacije o delovanju morajo biti pravočasne in pregledne
 - v primeru napak: alarmi

Prikaz dogajanja v procesu

- Pregledne sheme
 - označena stanja podprocesov in komponent
- Podrobne sheme
 - animacija gibljivih delov
 - izpisi vrednosti signalov, stolpni grafični prikazi
- Prikaz regulacijskih zank
- Časovni poteki
 - sprotni izris trenutne in nekaj preteklih vrednosti
 - prikaz preteklega dogajanja (zgodovina)

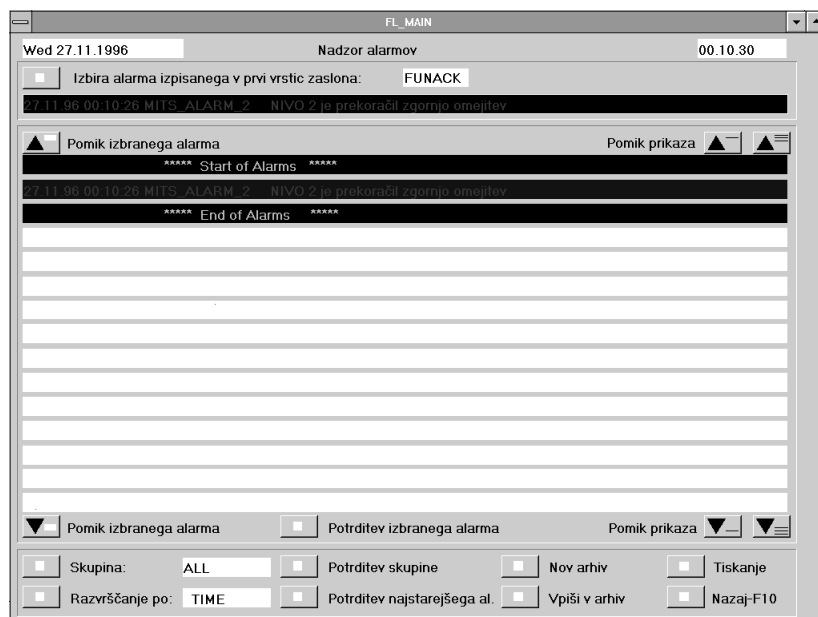
Primer: spremljanje in nadzor laboratorijske naprave





Alarmiranje

- Alarme generira podsistem za zaznavanje in razpoznavanje napak
- Alarmiranje vključuje
 - izpis sporočil na zaslon ali tiskalnik
 - opazne spremembe v grafični shemi na zaslonu (sprememba barve, utripanje)
 - zvočni signali
 - vklop ustreznih zaščitnih mehanizmov
- Potrjevanje alarmov s strani operaterja
- Arhiviranje nastanka, potrditve, prenehanja alarma



5.1.2 Diagnostične funkcije

- Skrbijo za generiranje alarmov v primeru nepravilnega delovanja procesa ali sistema vodenja
- Zaznavanje napak
 - spremlja razpoložljive izmerjene veličine v procesu in jih analizira
 - z analizo poskuša izluščiti dovolj informacij o tem, ali proces poteka pravilno ali ne
- Razpoznavanje napak
 - ko je zaznано napačno delovanje, poskuša ugotoviti, v katerem delu procesa je do napake prišlo

Zaznavanje napak

- Najenostavneje: ko merjeni signali prekoračijo mejne vrednosti
- Naprednejše: Potrebno je znanje o procesu, ki omogoča predvidevanje obnašanja procesa (MODEL)
 - model podan vnaprej - opazovalnik
 - model sproti ocenjujemo
- Alternativa
 - obdelava signalov
 - razpoznavanje vzorcev

Razpoznavanje napak

- Ko je napaka odkrita, je potrebno analizirati možne vzroke
 - odkrivanje mesta napake
 - ocena velikosti napake
- Potrebno znanje o procesu - model
- Tehnike razpoznavanja vzorcev
- Odločitvene strukture in pravila sklepanja
 - drevesa napak, ekspertni sistemi
- Tehnike strojnega učenja in druge metode umetne inteligence
- Filtriranje alarmov

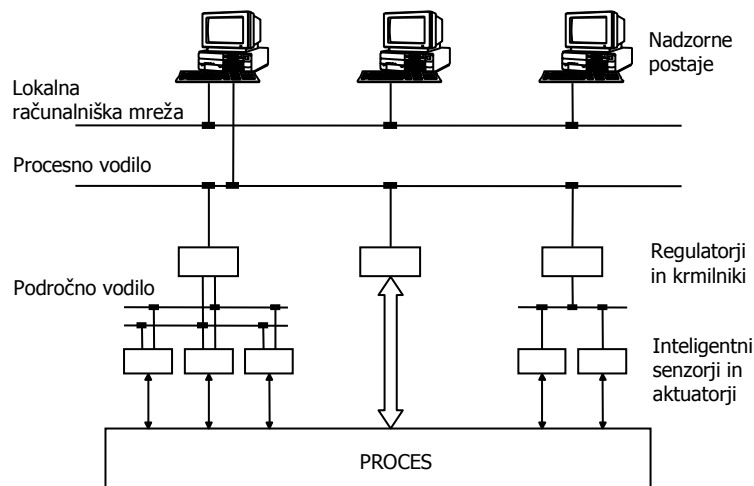
5.1.3 Funkcije vodenja

- Del nadzornega sistema, ki vpliva na delovanje podrejenih krmilnikov in regulatorjev in s tem na samo delovanje procesa
- Značilne funkcije
 - upravljanje z načini delovanja
 - zagon in zaustavitev procesov
 - optimizacija porabe surovin, energije
 - koordinacija
 - razvrščanje opravil
 - dodeljevanje sredstev
 - varnostne funkcije

5.2 Izvedba nadzornih sistemov

- Vpliv računalniške tehnologije
- Komunikacijske tehnologije
 - Komunikacijska omrežja
 - Internet/intranet
- Programske tehnologije
 - Zasnova odjemalec/strežnik
 - Večplastna arhitektura
 - Objektno usmerjeni pristopi
 - Upravljanje s podatkovnimi zbirkami

Izvedba nadzornih sistemov



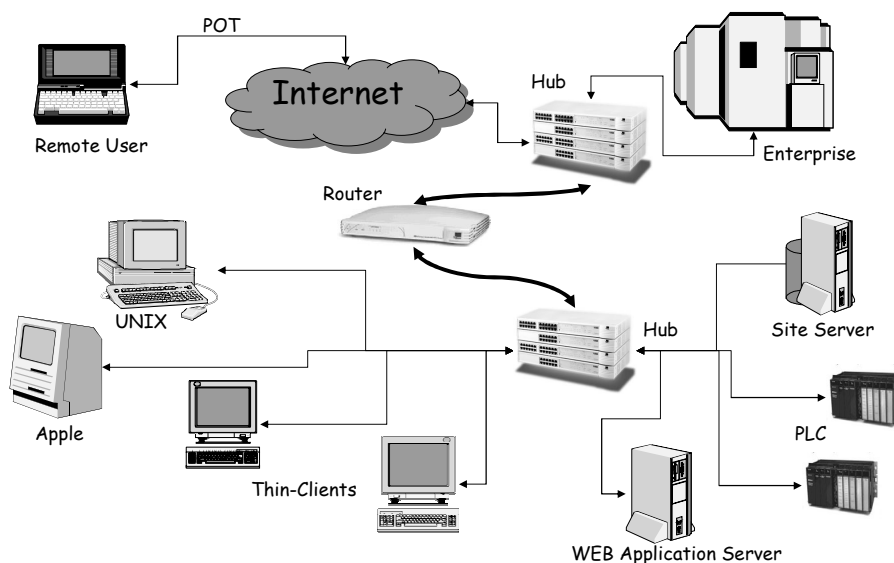
5.2.1 Komunikacijska omrežja

- Na procesnem nivoju: področna vodila (fieldbus)
 - IEC 61158: Foundation Fieldbus, Profibus, ControlNet, Interbus, P-Net, WorldFIP, SwiftNet, Fieldbus Foundation's high-speed Ethernet protocol
 - delovanje v realnem času
 - digitalen prenos podatkov, konfiguriranje, diagnostika
 - osnovno vodenje že na nivoju senzorjev/aktuatorjev
- Višji nivoji: lokalna omrežja tipa Ethernet
 - manj izrazite zahteve po delu v realnem času

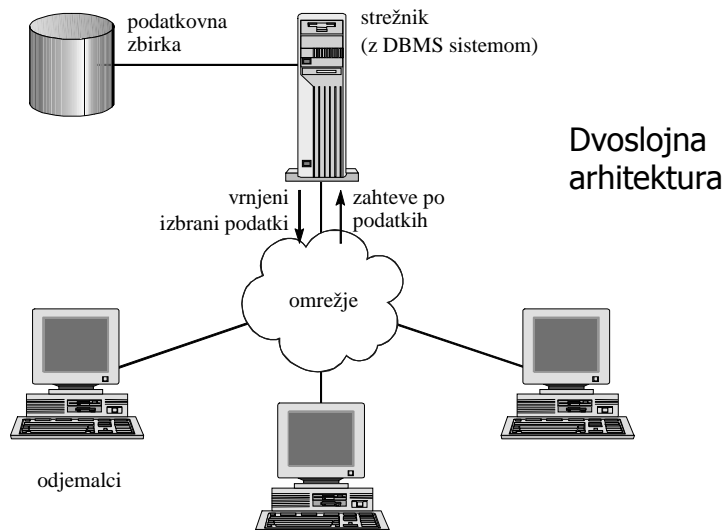
Internet/intranet

- Postopen prodor od višjih nivojev vodenja navzdol proti procesnemu vodenju
- Možnosti
 - spremljanje procesa na daljavo
 - zajem in analiza arhiviranih podatkov
 - daljinsko konfiguriranje naprav na procesnem nivoju
 - naprava se vede kot WWW-strežnik
 - vnos parametrov preko html-obrazcev

Primer: uporaba internetnih tehnologij za spremljanje proizvodnje



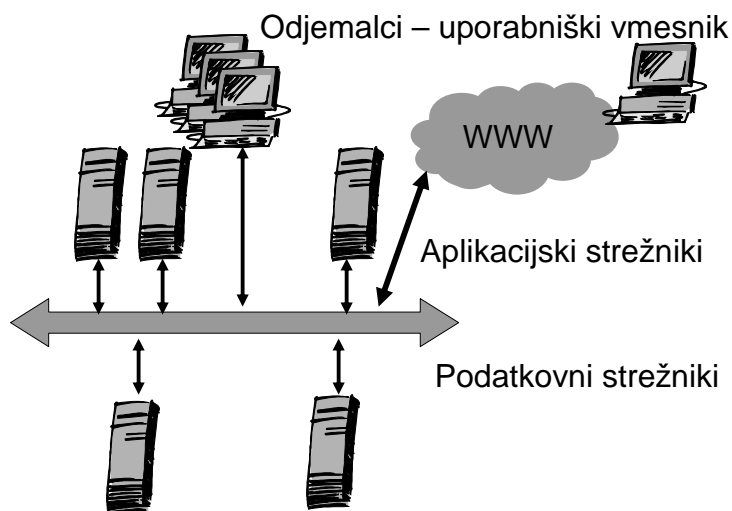
5.2.2 Zasnova odjemalec/strežnik



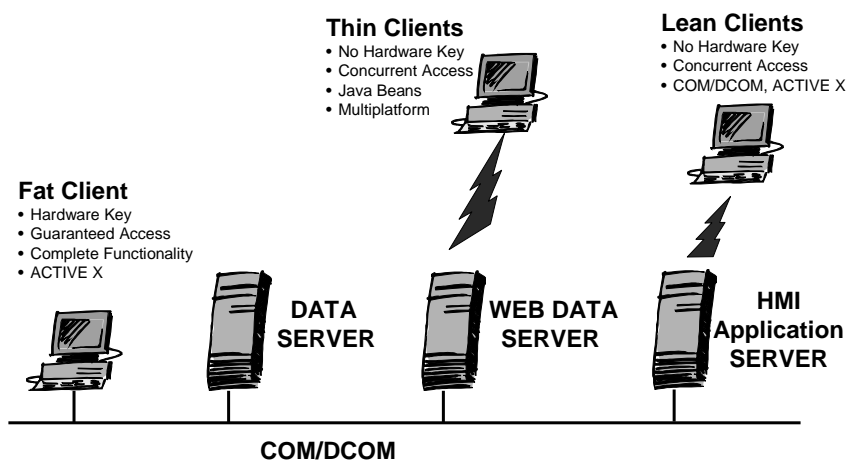
5.2.3 Troslojna arhitektura

- Three-tier architecture
- Programska oprema je glede na funkcijo razslojena in teče na več računalnikih
 - uporabniški vmesnik
 - obdelava podatkov
 - shranjevanje podatkov
- Prednosti
 - odjemalec je lahko manj zmogljiv računalnik
 - centralizacija obdelave podatkov olajša vzdrževanje
 - uporabnost interneta

Troslojna arhitektura



Vrste odjemalcev



FAT Client: Visoko-prireditni dostop do lokalnih podatkovnih strežnikov oz. aplikativnih modulov za direktno vodenje

LEAN Client: Dostop do oddaljenih podatkovnih strežnikov v sistemu vodenja

THIN Client: Dostop (dvosmerni) do podatkov v v sistemu vodenja in izven (stranke, dobavitelji) v varovanem omrežnem okolju

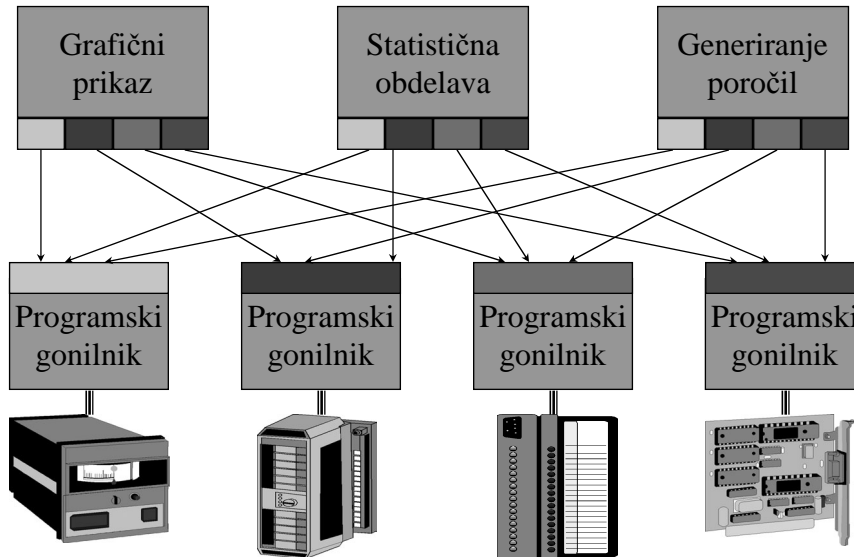
Vrste odjemalcev

- Fat Client – polni odjemalec
 - omogoča celovit dostop do strežniških aplikacij in zbirk; komunikacija poteka preko LAN (intranet),
- Lean HMI Client – lahki odjemalec
 - omogoča dostop do klasičnih aplikacij HMI (alarmi, grafični prikazi in časovni diagrami), komunikacija poteka z uporabo LAN, telefonske linije ali globalnega internet omrežja,
- Thin Client – tanki odjemalec
 - omogoča dostop preko komercialnih internetnih brkljalnikov.

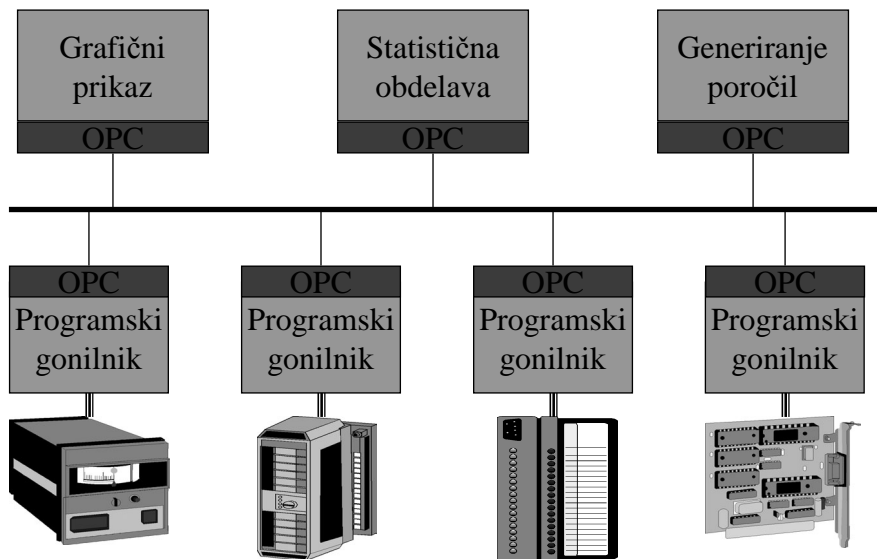
5.3.4 Objektno usmerjeni pristopi

- Objekti
 - osnovni gradniki, razpoznavni in definirani z množico atributov in množico operacij nad objektnimi atributi
 - objekti s podobnimi lastnostmi se združujejo v razrede
- Možnost povezovanja gradnikov različnega izvora
 - npr. programski moduli napisani v različnih programskih jezikih
- Standardiziran vmesnik
 - COM/DCOM - Component Object Model
 - OLE - Object Linking and Embedding
 - OPC - OLE for Process Control

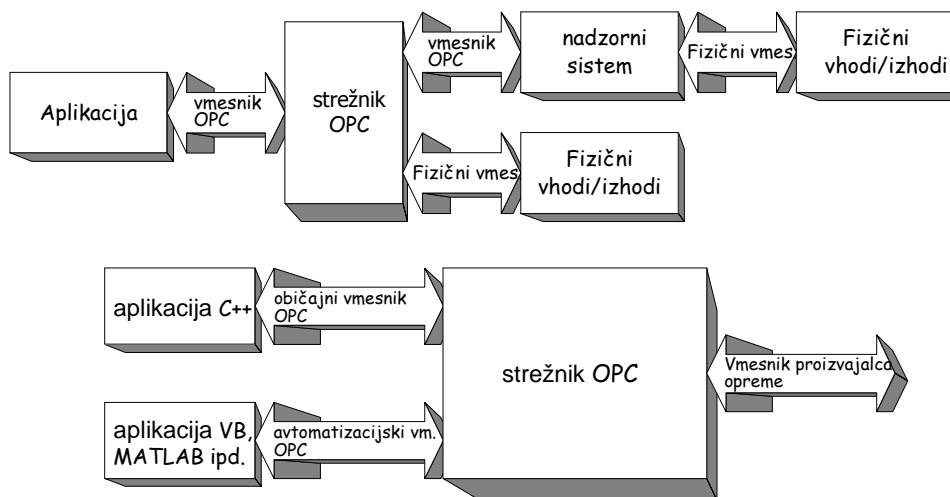
Primer: Klasične povezave v procesnem vodenju



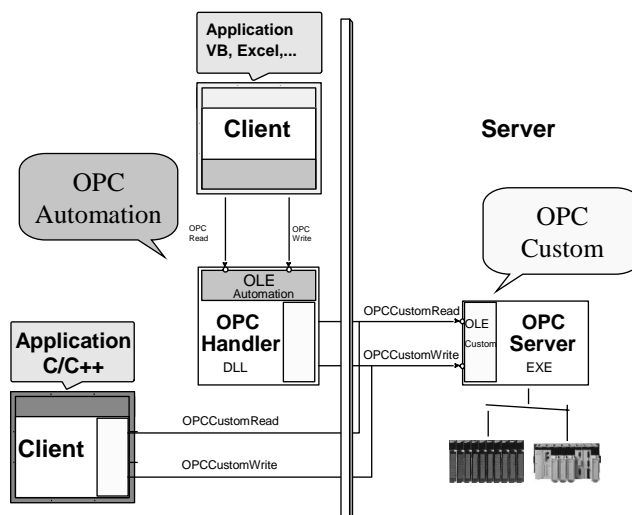
Primer: Objektne povezave v procesnem vodenju - OPC



Strežnik OPC

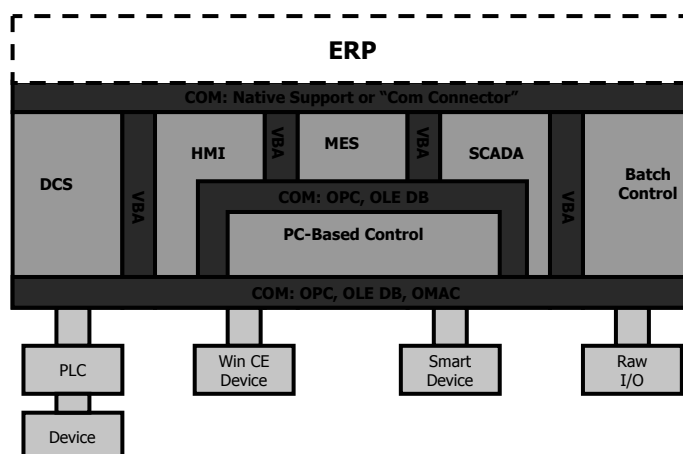


Programski vmesniki OPC



Predlagana programska arhitektura

Microsoft DNA For Manufacturing



5.3 Programska orodja za izvedbo nadzornih sistemov

- Programska oprema za izvedbo nadzornega sistema na splošnonamenskem računalniku (PC, delovna postaja)
- Programska oprema za spremljanje in nadzor
 - SCADA - Supervisory Control and Data Acquisition
 - HMI (MMI) - Human-machine interface
- Sprva v velikih sistemih
 - npr. elektroenergetski sistemi, plinovodi, vodovodna omrežja, železnica ipd.

Osnovne funkcije

- Zbiranje procesnih podatkov
 - izvajanje v realnem času
 - široka podpora različnim vmesnikom
- Prikazi in ročno vodenje
 - številčni, tekstovni, predvsem pa grafični prikaz dogajanj v procesu v realnem času
- Arhiviranje/shranjevanje procesnih podatkov
 - shranjevanje v obliki podatkovne zbirke
- Alarmiranje
- Generiranje poročil

Osnovni elementi

- Procesne spremenljivke (Tags)
 - osnovni element procesne podatkovne zbirke
- Procesna podatkovna zbirka
 - vsebuje informacijo o trenutnem stanju procesa
 - običajno v celoti naložena v pomnilnik
- Arhivska podatkovna zbirka
- Opravila ali programski moduli
 - izvajajo različne funkcije
 - med seboj komunicirajo preko procesne podatkovne zbirke
 - nekateri komunicirajo tudi s periferijo ali drugimi programi

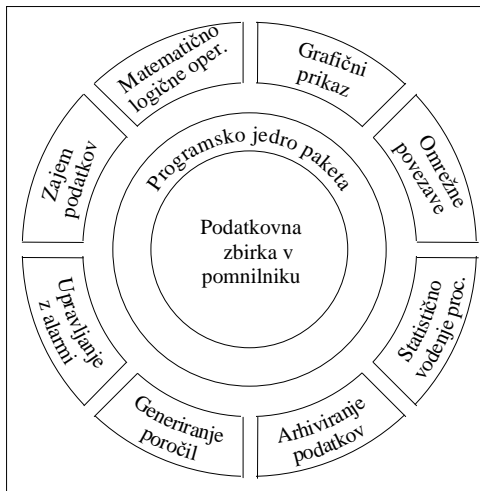
Ponudba

- Proizvajalci procesne opreme
 - Siemens - Coros, WinCC
 - Rockwell (Allen Bradley) - RSVIEW
 - National Instruments – LabView, Lookout
 - drugi
- Neodvisni
 - USData - FactoryLink
 - Intellution - FIX
 - Wonderware - InTouch
 - Iconics – Genesis
 - Axeda – Wizcon (Axeda Supervisor)
 - Orsi - Cube
 - drugi

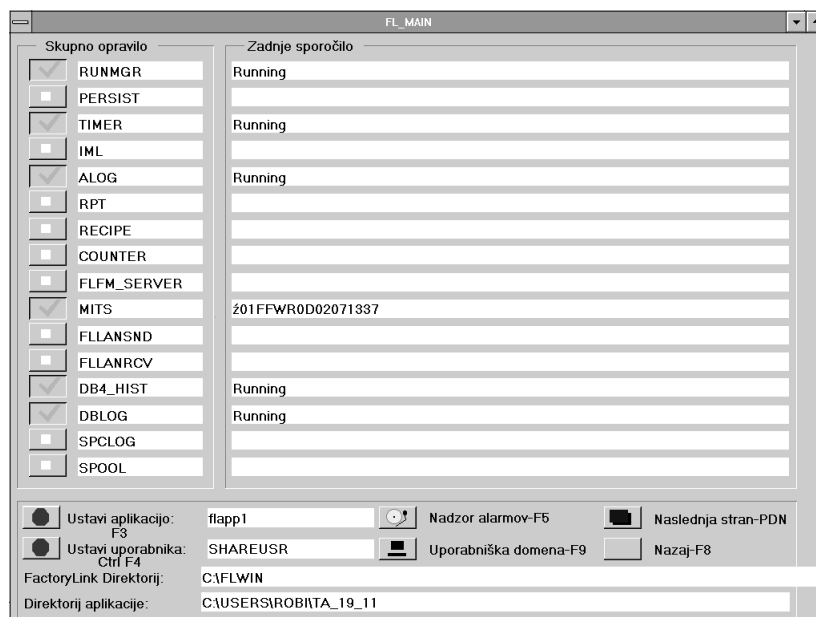
Skupne značilnosti

- Modularna zgradba
 - osnova
 - dodatni programski moduli
- Enaki programski paketi tečejo pod različnimi operacijskimi sistemi
 - vse bolj prevladuje Windows, tudi še Linux
 - številne firme opuščajo druge platforme
- Dogodkovno proženje opravil
- Vsi programski paketi podpirajo vse najbolj razširjene tipe procesne periferije
 - dodatno so na voljo tudi razvojna okolja
- Odprtost (DDE, OLE, OPC, ODBC, ActiveX)

Primer modularne zgradbe: FactoryLink

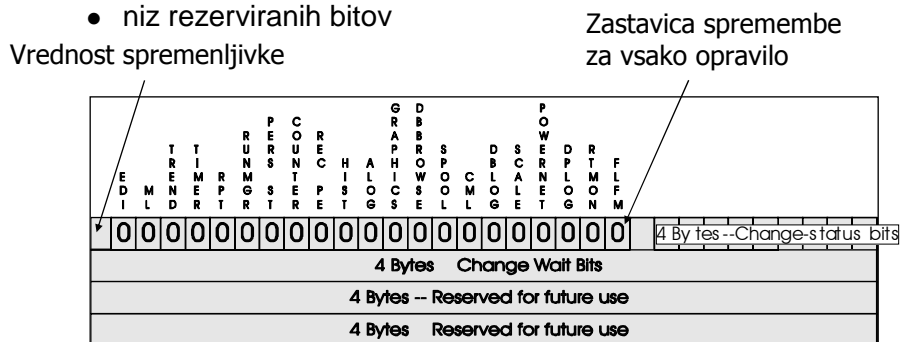


- odprto programsko vodilo (Open Software Bus)
- procesna podatkovna zbirka
 - del pomnilnika pod nadzorom programskega jedra
 - več tipov podatkov: binarni, celoštevilski, realni, tekstovni, sporočilni
 - shranjevanje trenutnih vrednosti gradnikov nadzorne aplikacije
 - komunikacija med opravili
- programsko jedro
 - dostop do podatkov je možen le preko jedra



Dogodkovno proženje: zapis podatkov v zbirki (FactoryLink)

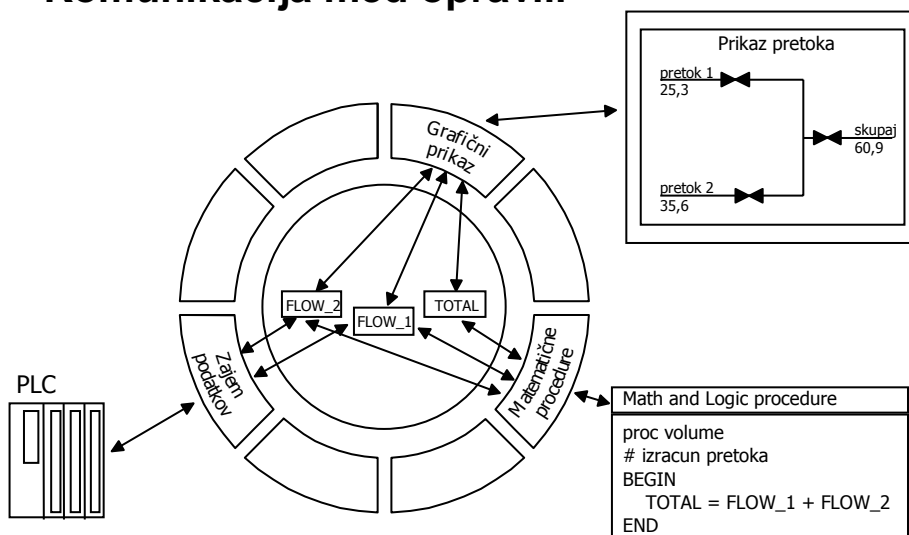
- Vsak element sestavlja
 - eden ali več bitov, ki predstavljajo vrednost el.
 - niz bitov - zastavic spremembe
 - niz bitov - čakalnih zastavic
 - niz rezerviranih bitov



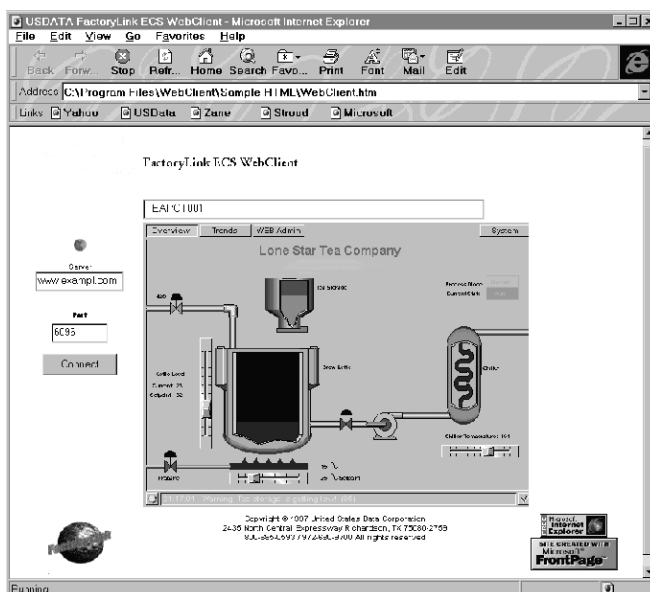
Dogodkovno proženje: dostop do podatkov (FactoryLink)

- Pisanje
 - Write - izvede se le, če je nova vrednost drugačna od stare, takrat postavi zastavice sprem.
 - Forced-write - izvede se vedno in postavi zastavice spremembe
- Branje
 - Read - vselej vrne vrednost elementa
 - Change-read - bere le spremenjene vrednosti
 - Change-wait - opravilo se pritaji, dokler se vrednost elementa ne spremeni
- Exception processing
 - podatki se obdelujejo le ob spremembah vrednosti

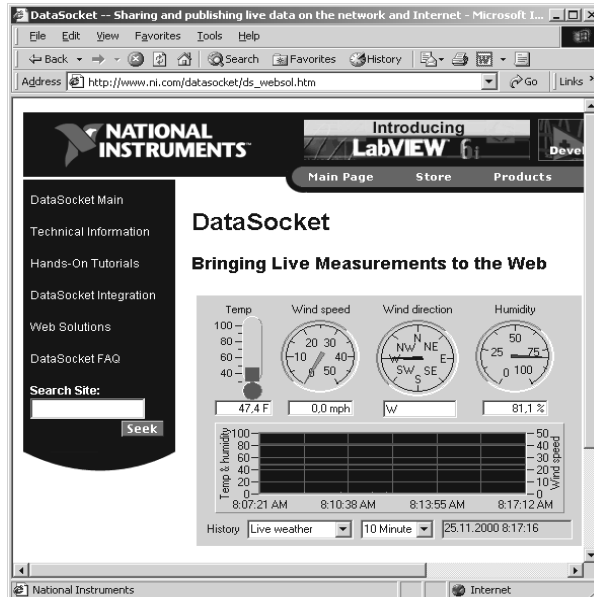
Primer: Komunikacija med opravili



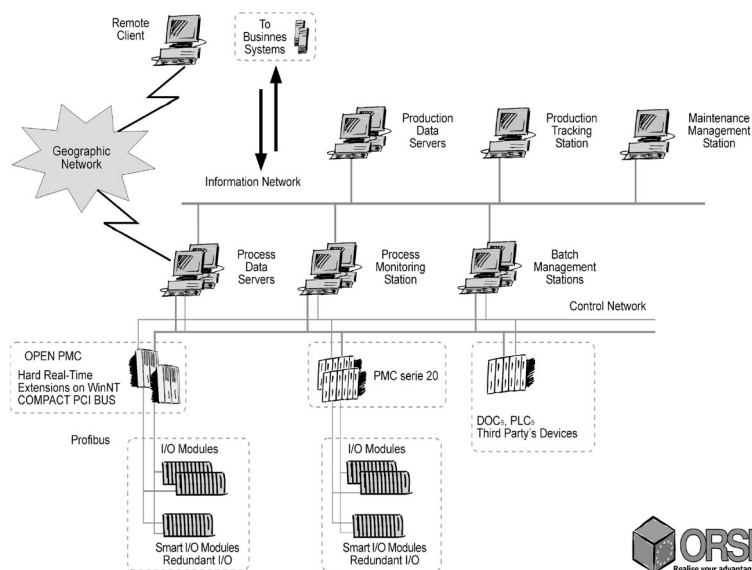
Spremljanje na daljavo preko interneta



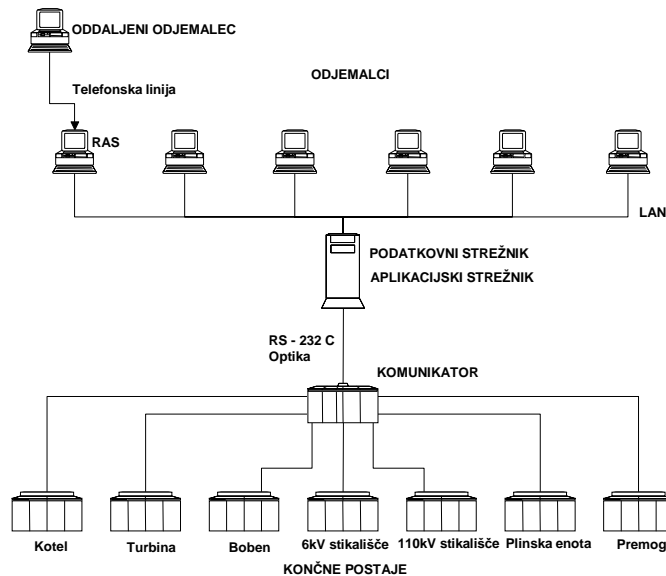
Spremljanje na daljavo preko interneta



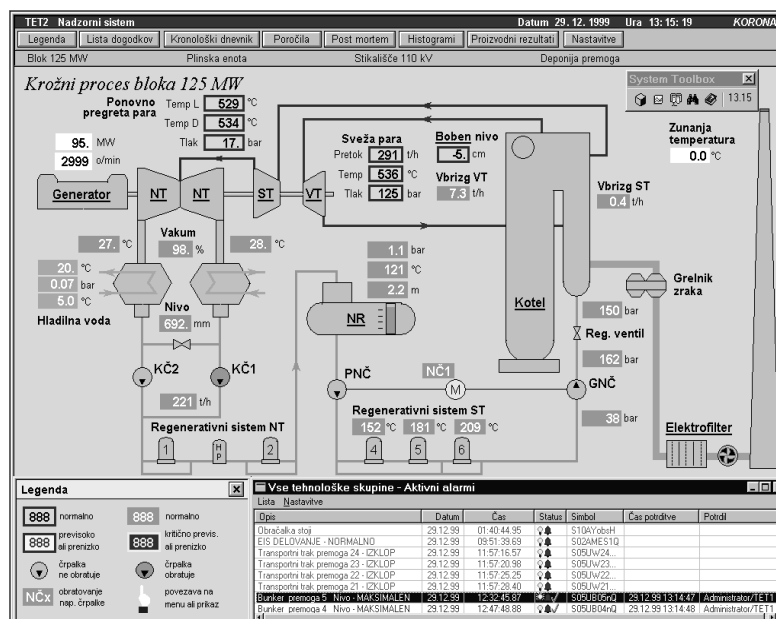
Sistem Cube



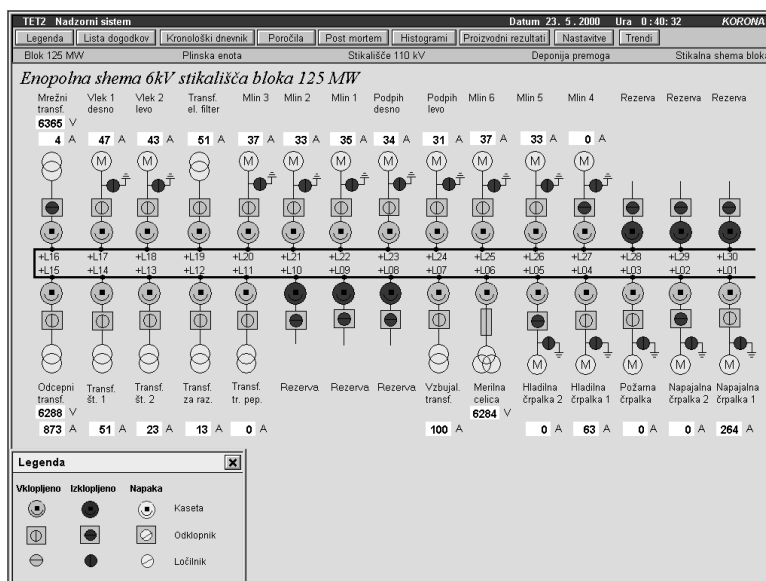
Primer vodenja s sistemom Cube: nadzorni sistem elektrarne



Nadzorni sistem elektrarne



Nadzorni sistem elektrarne



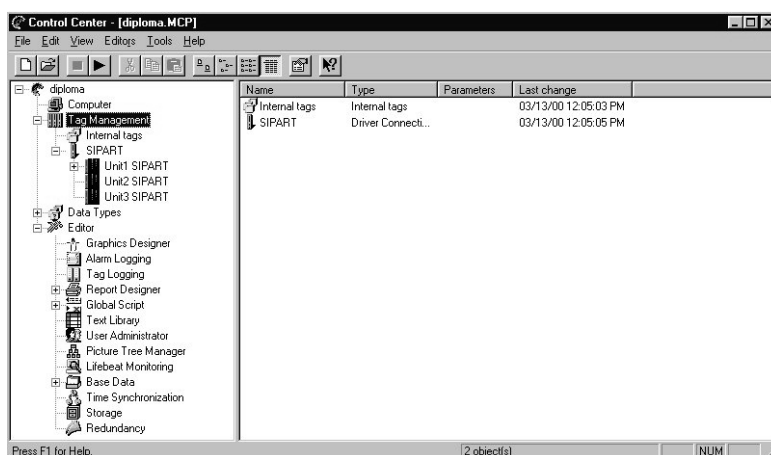
Simatic WinCC

- Programsko orodje namenjeno izvedbi nadzora in vodenja v okoljih WinNT/2000, Win9x
 - večopravnost
 - v Windows NT možen strežniški način dela in podpora večuporabniškim aplikacijam
- Objektno orientirano orodje
- Podpora standardom za izmenjavo podatkov in vključevanje delov drugih aplikacij
 - COM, DCOM
 - OLE, objekti ActiveX
- Podatkovni upravnik
 - skrbi za pretok in celovitost podatkov

Simatic WinCC /2

- Shranjevanje podatkov
 - podatkovna zbirka Sybase SQL Anywhere
 - vsebuje: podatke o konfiguraciji sistema, parametre, iz procesa zajete vrednosti...
 - podatkovna zbirka se vede kot strežnik, podatki so na voljo vsem aplikacijam, tudi tistim izven WinCC
- Sistemski moduli
 - grafični prikaz
 - spremljanje alarmov, poročanje
 - spremljanje in arhiviranje procesnih podatkov
 - uporabniške procedure v jeziku C
 - dodatni moduli

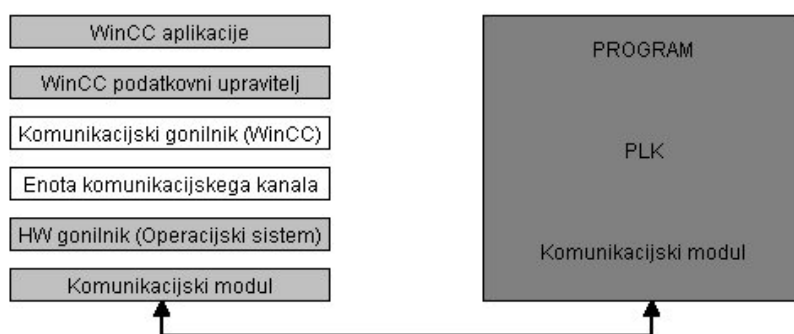
Nadzorni center WinCC



Upravljanje spremenljivk

- Nastavitev komunikacije
 - med komponentami nadzornega sistema
 - med nadzornim sistemom in zunanji napravami
- Notranje, zunanje spremenljivke
- Komunikacijski gonilniki
 - v sistemu je lahko aktivno poljubno število gonilnikov
 - hierarhična struktura
 - komunikacijski gonilnik
 - enota komunikacijskega kanala
 - logična povezava
 - spremenljivke in skupine spremenljivk

Komunikacijska arhitektura



Prebrani podatki se shranijo v delovni pomnilnik (RAM) kot »slika procesa« (process image)

Zmanjševanje obremenitve procesorja - osveževalni cikli

Tip osveževalnih ciklov	Pomen
Privzeti cikel	Časovni cikel
Časovni cikel	Lastnost ali učinek določenega objekta se spremeni oziroma sproži po pretečenem času. To pomeni, da podatkovni upravitelj posamezno zahteva vrednost vsake spremenljivke.
Prožilni cikel spremenljivk (Tag trigger)	V skladu z določenim časovnim ciklom in po njegovem preteku, sistem določi spremenljivke in preveri njihove vrednosti. Če se vrednost samo ene izbrane spremenljivke spremeni, potem to deluje kot prožilnik za spremembo lastnosti ali učinkov. Podatkovni upravitelj zahteva vrednosti vseh spremenljivk naenkrat.
Slikovni cikel (Picture cycle)	Osveževanje lastnosti trenutnega slikovnega objekta, ter vseh objektov, ki so proženi s tem ciklom.
Oksenski cikel (Window cycle)	Osveževanje lastnosti okenskega objekta, ter vseh objektov, ki so proženi s tem ciklom.
Uporabniško definiran cikel	Časovna enota, ki jo lahko poljubno definiramo za določen projekt.
C-učinek za direktno branje iz PLK-ja	Vrednosti spremenljivk lahko beremo direktno iz PLK-ja s pomočjo notranjih C-funkcij.