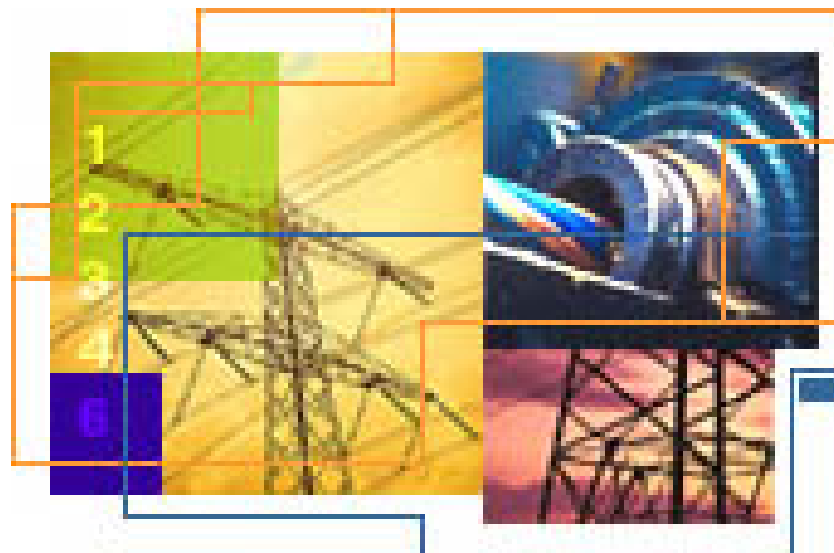




Faculty of Electrical Engineering
Department of Automatic Control
and Electronics, Sarajevo

Data Acquisition and Transmission Akvizicija i prijenos podataka



2. Distributed Systems Distribuirani sistemi

Doc.dr.sc. Jasmin Velagić, Ph.D.

2007/2008

Sadržaj poglavlja:

+ Distribuirani sistemi nadzora i upravljanja

- Računarski sistem upravljanja
- Distribuirani računarski sistem upravljanja
- Arhitekture sistema nadziranja i upravljanja
- Slojevita hijerarhijska arhitektura nadziranja i upravljanja
- Primjeri distribuiranih sistema

+ Sistemi daljinskog vođenja

DISTRIBUIRANI SISTEMI NADZORA I UPRAVLJANJA

Osnovne funkcije računarskog sistema upravljanja procesima:

- Izvođenje regulacijskih petlji.
- Izvođenje logičkih funkcija.
- Prihvat ulaza od operatora.
- Nadzor stanja procesa i alarmiranje stanja kvara.
- Prikupljanje i obrada podataka za izvještaje, histograme, i slično.

2.1 Računarski sistem upravljanja

Osnovni zahtjevi na računarski sistem upravljanja (RSU) procesima:

- Mora komunicirati s procesom u stvarnom (realnom) vremenu.
- Faktori koji određuju može li RSU raditi u stvarnom vremenu:
 - brzina mikroprocesorskih jedinica,
 - brzina operacijskog sistema,
 - izvedba aplikacijskog softvera,
 - brzina i efikasnost komunikacije,
 - broj I/O događaja.

Računarski sistem upravljanja

- **Višezadaćnost**, tj. sposobnost obavljanja više zadataka istovremeno bez međusobnog sukoba među njima.
- Zadaci su:
 - **Prekidi iz procesa.** RSU mora reagirati na dolazeći signal iz procesa.
 - **Vremenski inicirani zadaci.** RSU mora moći izvesti akciju u zadanom vremenskom trenutku.
 - **Upravljački signali procesu.** RSU mora moći izračunavati i slati upravljačke signale procesu.
 - **Sistemske i programski inicirane događaji.** Računar mora moći komunicirati s drugim računarima i perifernim uređajima.
 - **Operatorske inicirane događaji.** RSU mora moći prihvaćati i odgovarati na naredbe operatora.

Računarski sistem upravljanja

Sposobnosti RSU:

- **Polling**. Periodičko uzorkovanje podataka koji označavaju/mjere stanje procesa. Problemi koji se moraju razmatrati su:
 - Frekvencija uzorkovanja.
 - Redoslijed uzorkovanja.
 - Format uzorkovanih podataka.
- **Interlocks**. Sigurnosni mehanizmi za koordinaciju akcija dvaju ili više uređaja i spriječavanje interferencije/miješanja među njima. Interlock može proizvesti vanjski uređaj (ulaz) ili sam RSU (izlaz).
- **Prekidni režim** (interrupt mode). Sposobnost RSU-a da suspenzira izvođenje tekućeg programa i izvede neki drugi program kao odgovor na signal iz procesa koji označava događaj u procesu višeg prioriteta.

Računarski sistem upravljanja

Sposobnosti RSU:

- **Obrada iznimaka** (Exception Handling). Iznimka je događaj izvan normalnog ili željenog režima rada procesa ili RSU-a.
- Obrada iznimaka je glavna funkcija upravljačkog algoritma.
- Događaji koji mogu izazvati rutinu obrade iznimaka:
 - loša kvaliteta proizvoda;
 - vrijednosti procesne varijable izvan normalnog područja;
 - nedostatak sirovina ili energije neophodnih za odvijanje procesa;
 - opasni uvjeti, npr. požar;
 - neispravnost RSU-a.

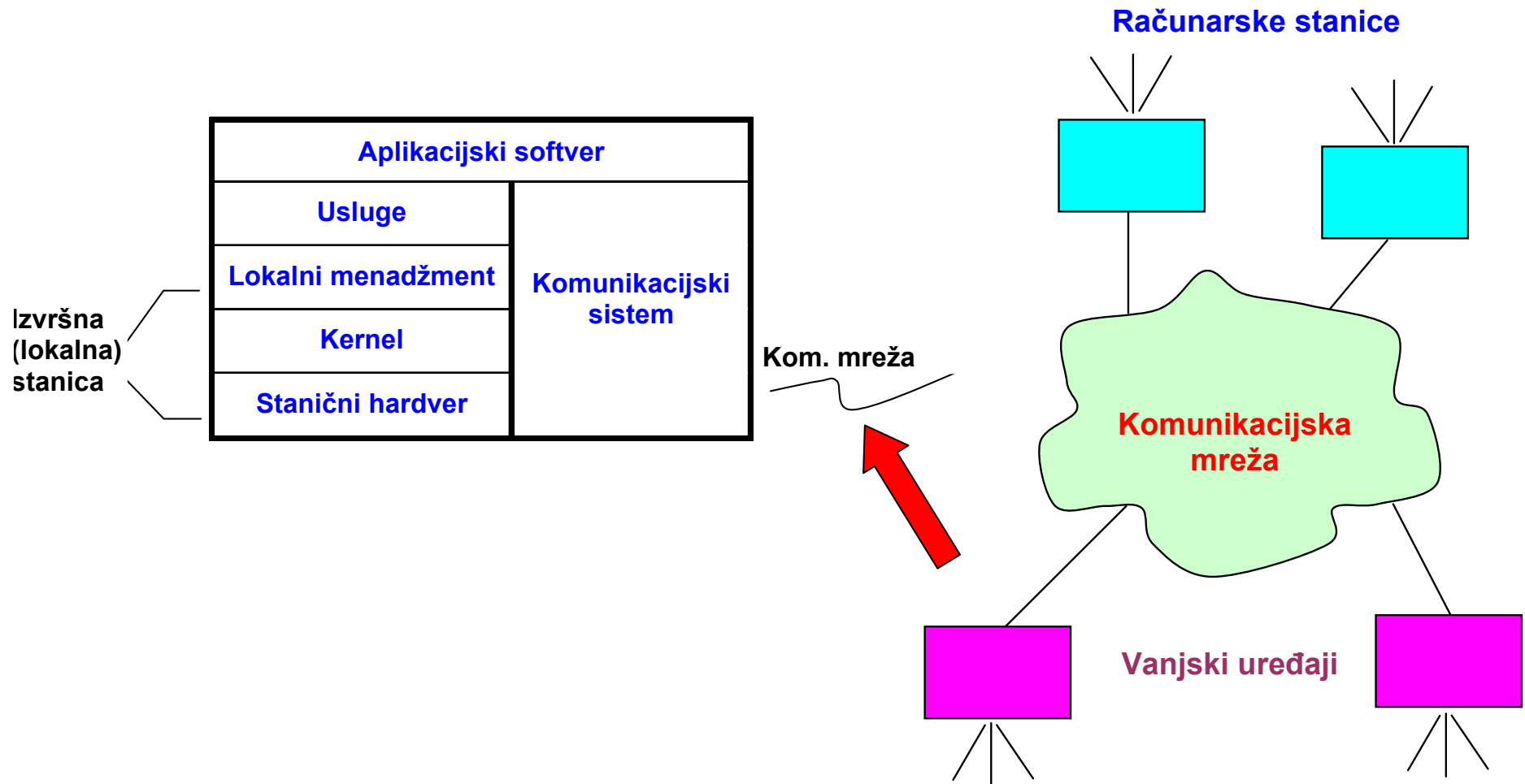
2.2 Distribuirani računarski sistemi

Distribuirani računarski sistemi (DRS).

- DRS su sistemi u kojima više neovisnih procesora i spremnika podataka podržavaju interakciju procesa i/ili baza podataka usmjerenu ka postizanju zajedničkog cilja. Interakcija se ostvaruje izmjenom informacija preko komunikacijske mreže.
- Prema ovoj definiciji u distribuirane sisteme ne spadaju sistemi kod kojih se komunikacija ostvaruje preko zajedničke memorije ili preko paralelne sabirnice koje zahtjevaju da komponente sistema moraju biti prostorno bliske.
- Isto tako i umreženi računari koji mogu razmjenjivati datoteke preko komunikacijske mreže, ali koji nemaju interakciju usmjerenu potizanju zajedničkog cilja ne smatraju se distribuiranim računarskim sistemima.

Arhitektura distribuiranog računarskog sistema

- Distribuirani operacijski sistem (DOS) objedinjuje i koordinira rad distribuiranih čvorova.
- DOS pravi razliku između DRS i mreže računara.



Distribuirani računarski sistemi

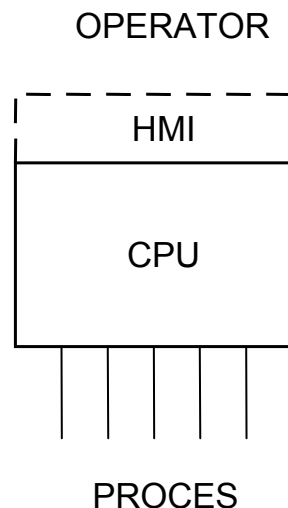
Zašto distribuirani računarski sistemi?

- Pad cijena računarskih komponenti uz istodoban pad cijena i tehnološki napredak u području komunikacija doveo je do ubrzanog razvoja i primjene računarskih mreža, tj. umreženih računarskih sistema.
- Korisnici su prepoznali prednosti rada računara koji omogućuje razmjenu podataka, resursa i komponenata.
- Prednosti koje distribuirani sistemi pružaju u odnosu na centralizirane sisteme (manji početni troškovi izvođenja, veća pouzdanost, proširljivost, brži odziv itd.) rezultirali su njihovom vrlo širokom primjenom.

2.3 Arhitekture sistema nadziranja i upravljanja

Centralizirana arhitektura

- Sadrži samo jednu procesorsku jedinicu, izravno povezanu s procesom za koji je zadužena i s operatorskim sučeljem.
- Njezine prednosti bile su niska cijena i jednostavnost.
- Zbog sve niže cijene i sve jednostavnije instalacije složenijih upravljačkih arhitektura centralizirana arhitektura je zastarjela.
- Njezina primjena je ostala ograničena na manje podsisteme sa strogo lokalnim nadzorom i upravljanjem.



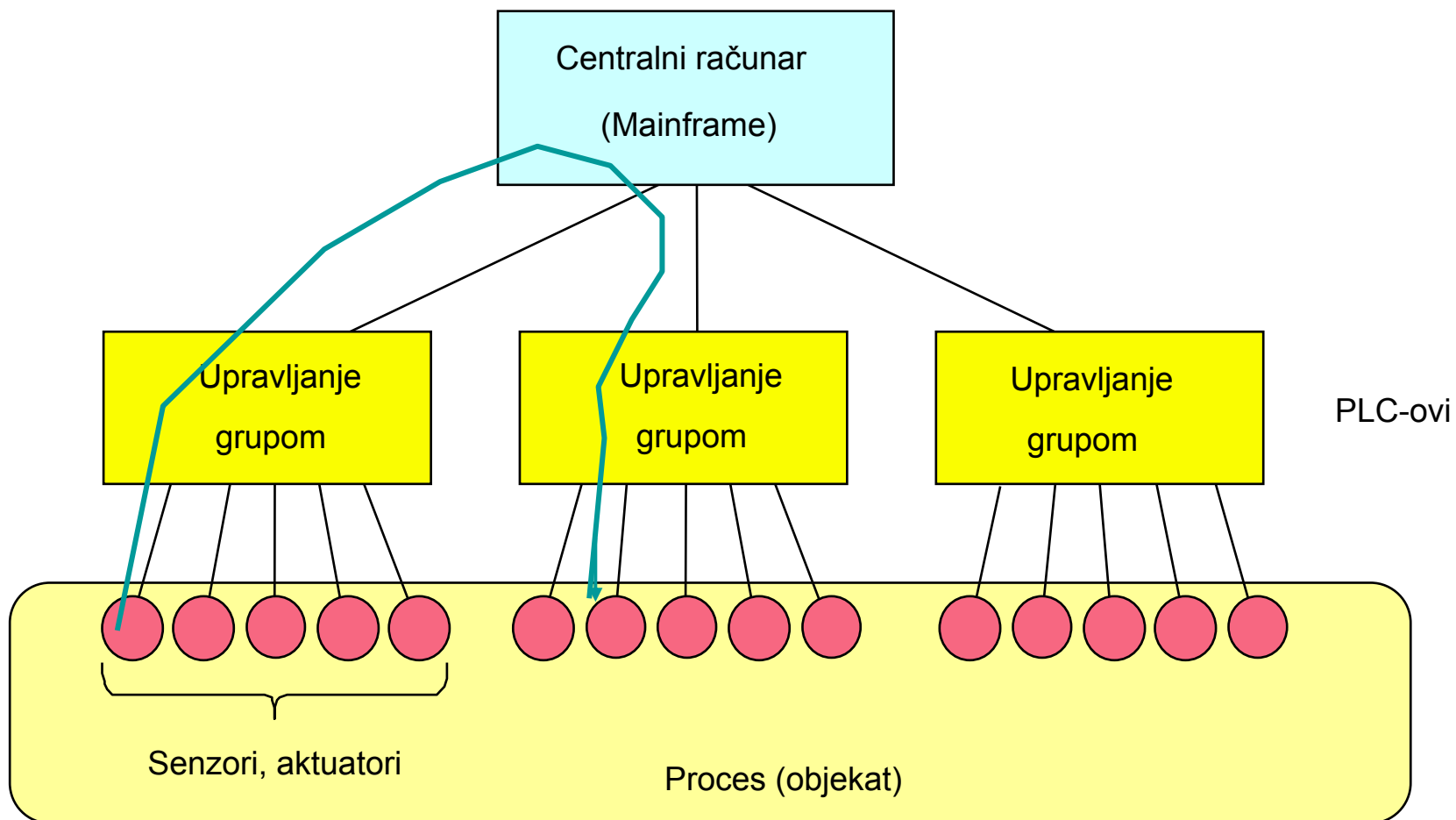
HMI (Human Machine Interface) – operatorsko sučelje.

CPU (Central Process Unit) – centralna procesorska jedinica.

Arhitekture sistema nadziranja i upravljanja

Centralizirana arhitektura

- Centralni računar samo nadzire i prosljeđuje komande PLC-ovima.



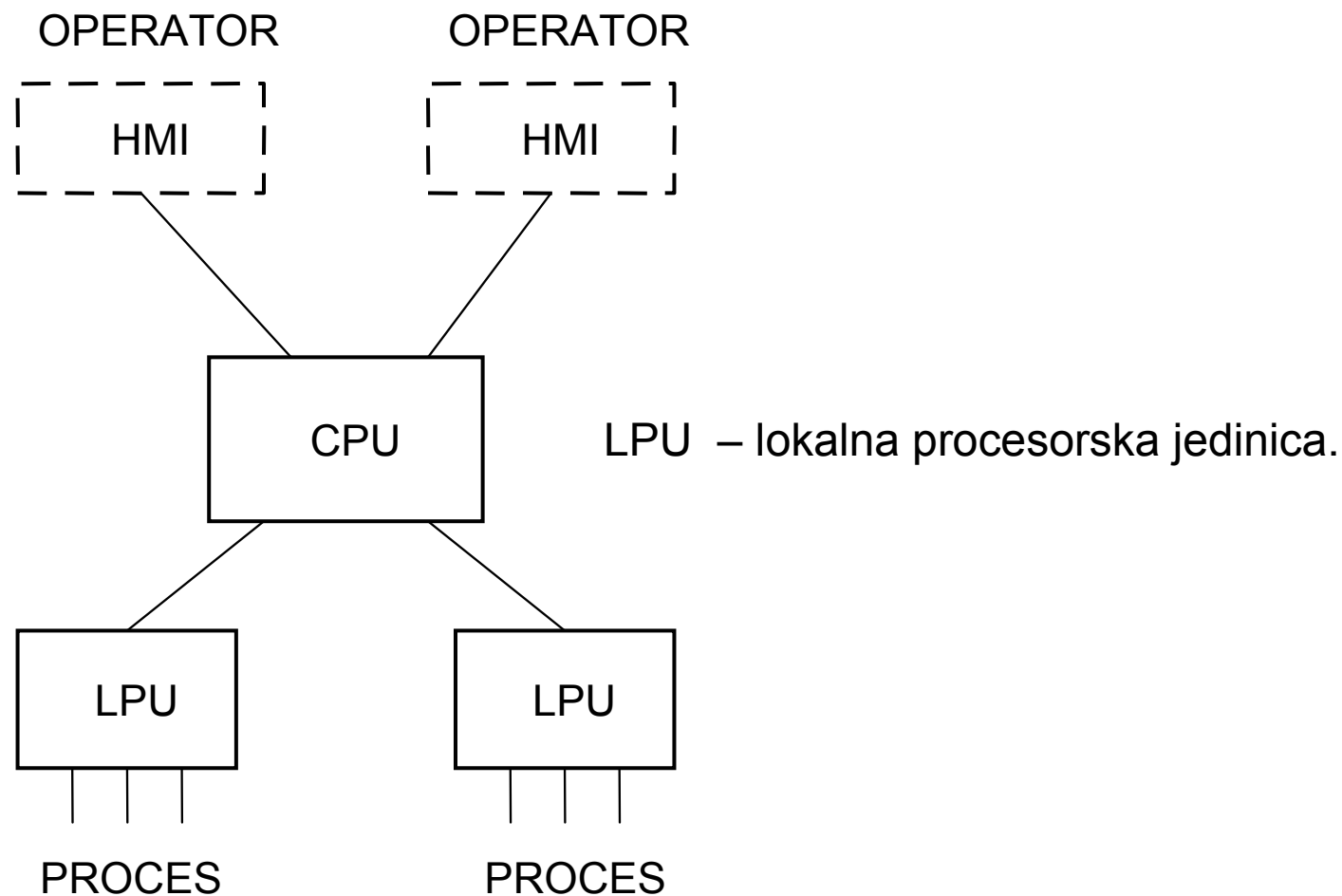
Arhitekture sistema nadziranja i upravljanja

Distribuirana arhitektura s pojedinačnim (point-to-point) vezama

- Sadrži više procesorskih jedinica fizički smještenih blizu nadziranih uređaja i operatorskih stanica.
- Procesorske jedinice između sebe komuniciraju putem hardverski i softverski međusobno neovisnih komunikacijskih kanala.
- Troškovi ožičenja i osjetljivost na elektromagnetske smetnje su bitno smanjeni, budući da su pojedinačni senzori i aktuatori spojeni s lokalnim procesorskim jedinicama putem relativno kratkih vodova.
- Pojednostavljeno je proširivanje i nadogradnja sistema.
- Budući da lokalne procesorske jedinice mogu raditi ako je njihov dio sistema nadzora i upravljanja ispravan, bez obzira na zbivanja u preostalom dijelu sistema (kvarovi, održavanje), bitno je povećana pouzdanost sistema.

Arhitekture sistema nadziranja i upravljanja

Distribuirana arhitektura s pojedinačnim (point-to-point) vezama



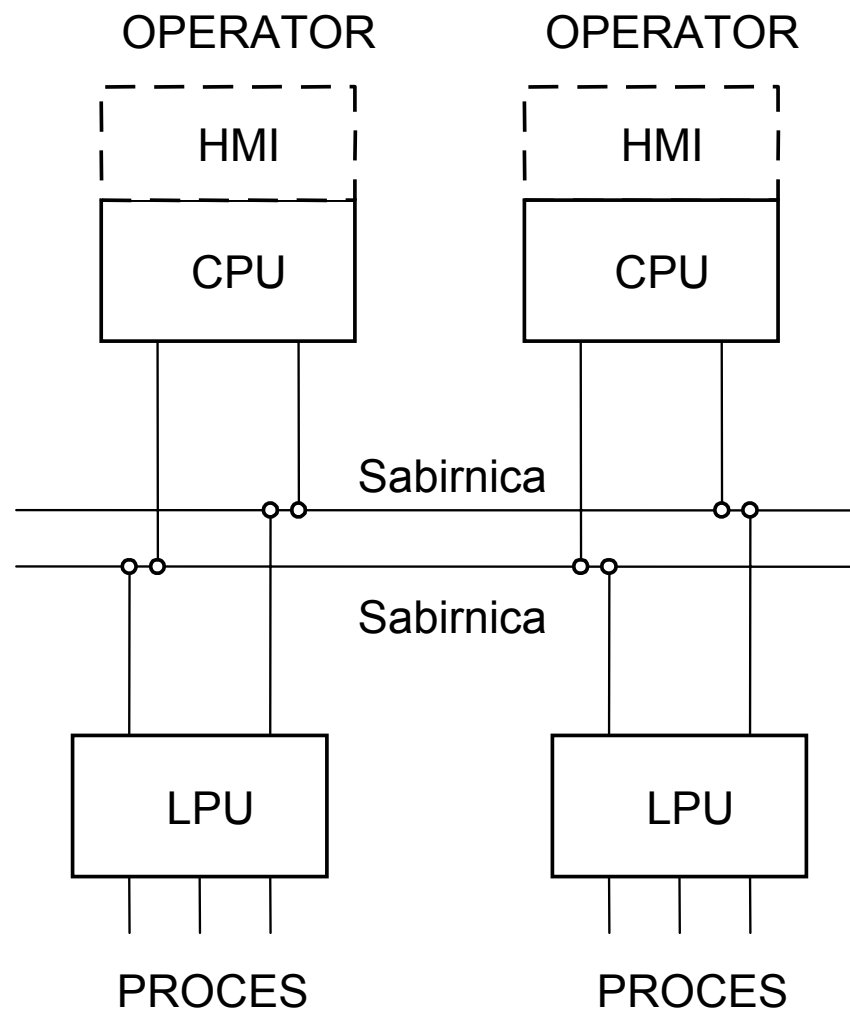
Arhitekture sistema nadziranja i upravljanja

Distribuirana mrežna arhitektura

- Procesorske jedinice nisu povezane pojedinačnim komunikacijskim vezama, već su spojene na zajedničku komunikacijsku mrežu.
- Na ovaj način se postižu daljnje uštede u ožičenju i bitno pojednostavljuje moguća nadogradnja sistema, dok se nedostatak zbog povećane složenosti komunikacije gotovo izgubio zahvaljujući dostupnosti već gotovih hardverskih i softverskih komunikacijskih modula.
- Pitanje pouzdanosti komunikacijske mreže može se riješiti redundancijom.
- Zbog svega toga, suvremeni sistemi nadzora i upravljanja koriste mrežnu distribuiranu arhitekturu, dok se point-to-point veza upotrebljava uglavnom za povezivanje specijalnih, nestandardnih uređaja.

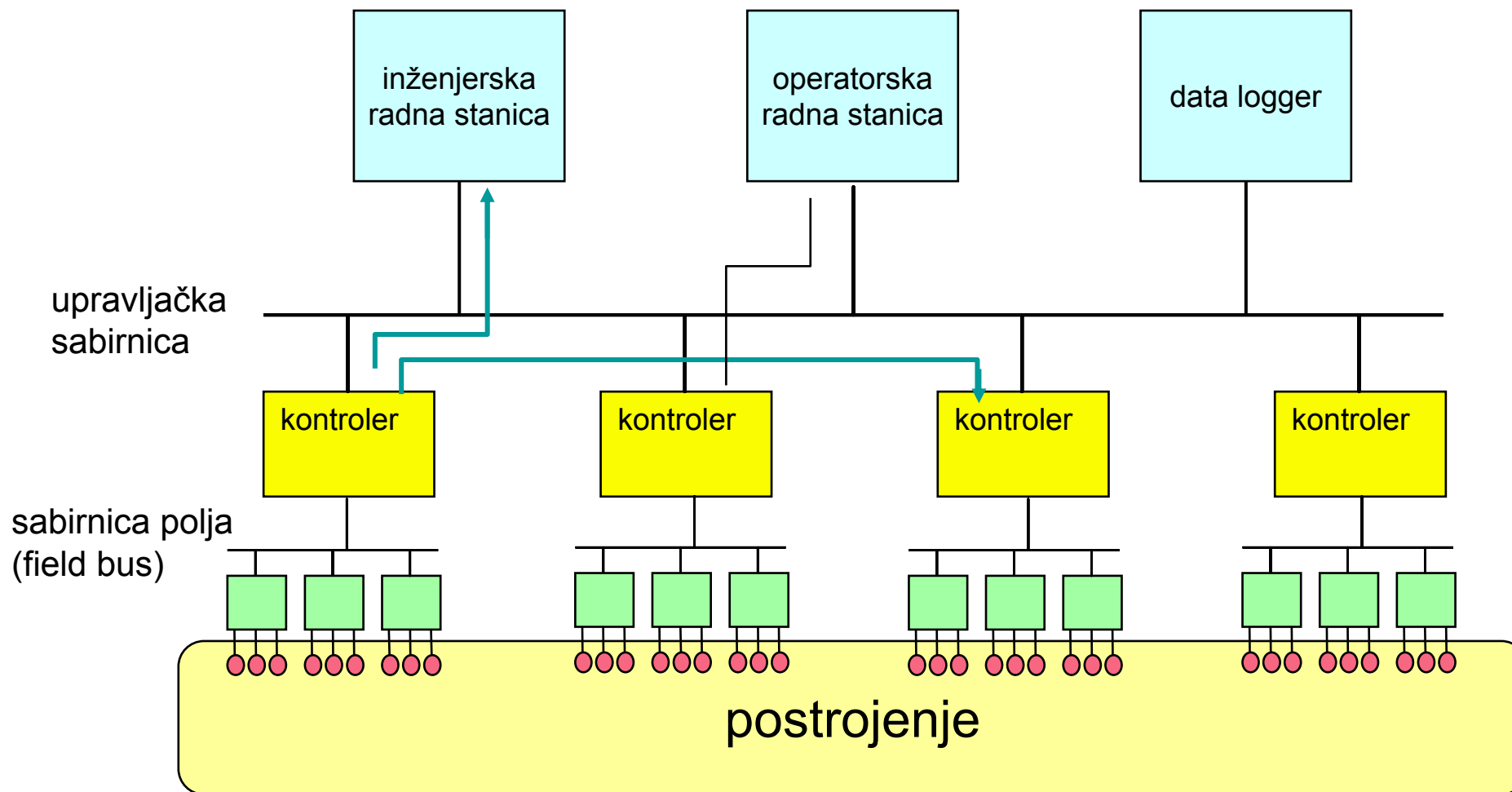
Arhitekture sistema nadziranja i upravljanja

Distribuirana mrežna arhitektura



Arhitekture sistema nadziranja i upravljanja

Primjer distribuirane arhitekture



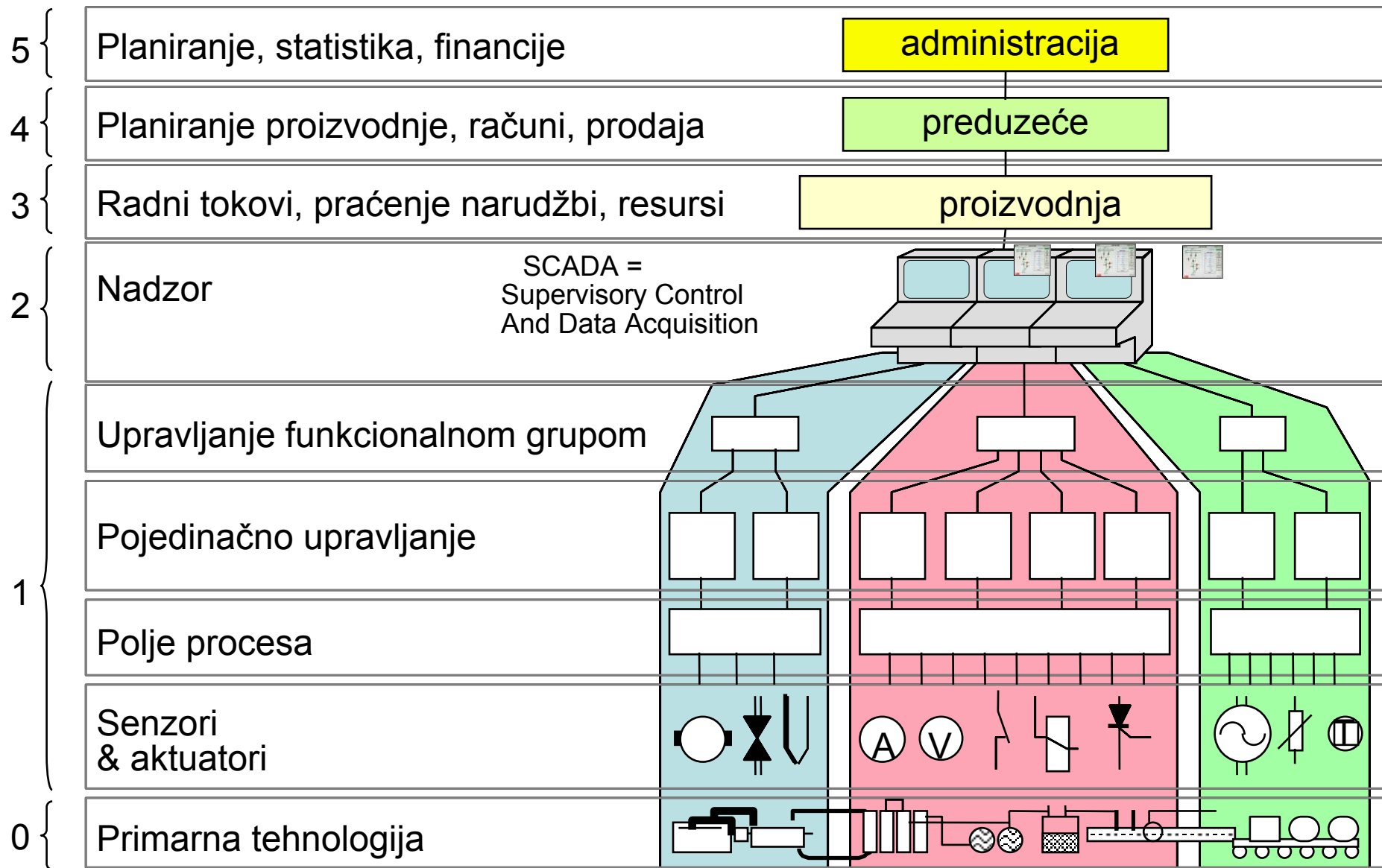
2.4 Slojevita hijerarhijska arhitektura nadziranja i upravljanja

- Složena, suvremena verzija mrežne distribuirane arhitekture koja sadrži nekoliko hijerarhijski raspoređenih komunikacijskih mreža, na koje se vezuju ne samo pojedine procesorske jedinice, već i elementi njihove distribuirane periferije, inteligentni senzori i aktuatori, lokalne operatorske jedinice, komunikacijski procesori i drugo.

Njezina svojstva su slijedeća:

- *distribuirana, decentralizirana* – sastoji se od velikog broja procesorskih, operatorskih i akvizicijskih jedinica razmještenih po čitavom objektu;
- *mrežna* – pojedine jedinice međusobno su povezane putem komunikacijskih mreža;
- *slojevita, hijerarhijska* – pojedine funkcije, komponente i komunikacijske mreže hijerarhijski su organizirane u više slojeva; svaki sloj ima vlastita pravila izvedbe i norme standardizacije;
- *otvorena* – sastoji se od komponenti i podсистema više različitih dobavljača i proizvođača, koji zadovoljavaju zadane standarde i norme povezivanja; ne postavlja se zahtjev za upotrebom samo jedne linije automatizacijske opreme.

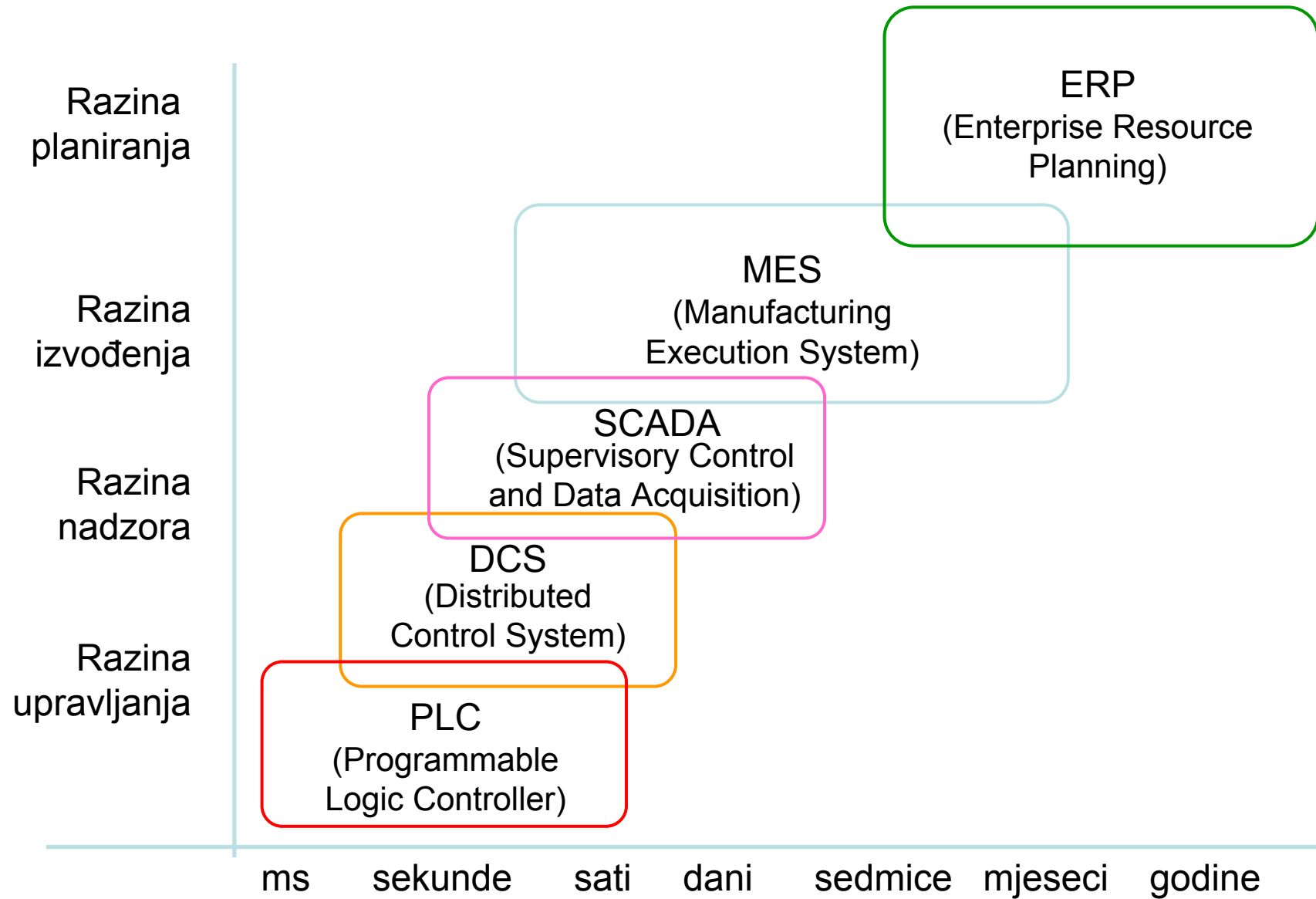
Hijerarhija velikih sistema upravljanja



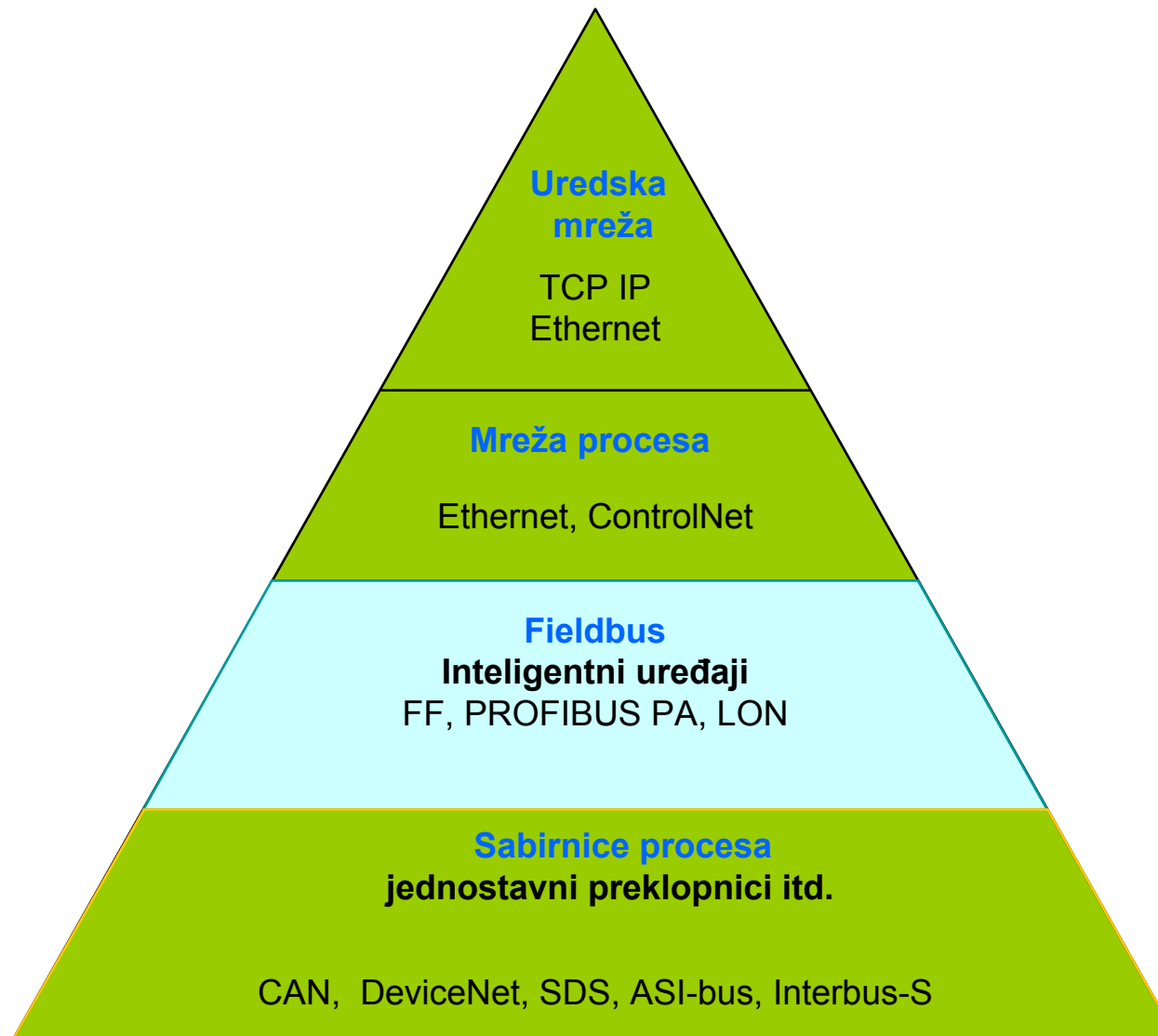
Hijerarhija velikih sistema upravljanja

Administracija	Financije, ljudski resursi, dokumentacija, dugoročno planiranje.
Preduzeće	Postavljanje proizvodnih ciljeva, planiranje pogona i resursa, koordiniranje različitih aktivnosti, rukovođenje računima.
Proizvodnja	Rukovođenje proizvodnjom, resursi, radni tok, nadzor kvaliteta, planiranje proizvodnje, održavanje.
Nadzor	Nadziranje proizvodnje i radnih mjesta, optimizacija, izvršavanja operacija, vizualizacija procesa, pohranjivanje procesnih podataka, log operacije, histogrami (otvorena petlja).
Grupa (Područje)	Upravlja dobro definiranim dijelom procesa (zatvoreni krug (petlja), izuzev za intervencije operatora) <ul style="list-style-type: none">• Koordiniranje pojedinačnih podgrupa.• Podešavanje zadanih vrijednosti i parametara.• Upravljanje nekoliko jedinica kao grupe.
Jedinica (Ćelija)	Upravljanje (regulacija, praćenje i zaštita) dijelovima grupe (zatvorena petlja izuzev za održavanje) <ul style="list-style-type: none">• Mjerenje: uzorkovanje, skaliranje, obrada, kalibracija.• Upravljanje: regulacija, zadane vrijednosti i parametri.• Izdavanje naredbi: sekvenciranje, zaštita i blokiranje.
Polje	Akvizicija podataka (senzori i aktuatori), prijenos podataka, neprocesiranje osim mjerenja, korekcije i ugrađene zaštite.

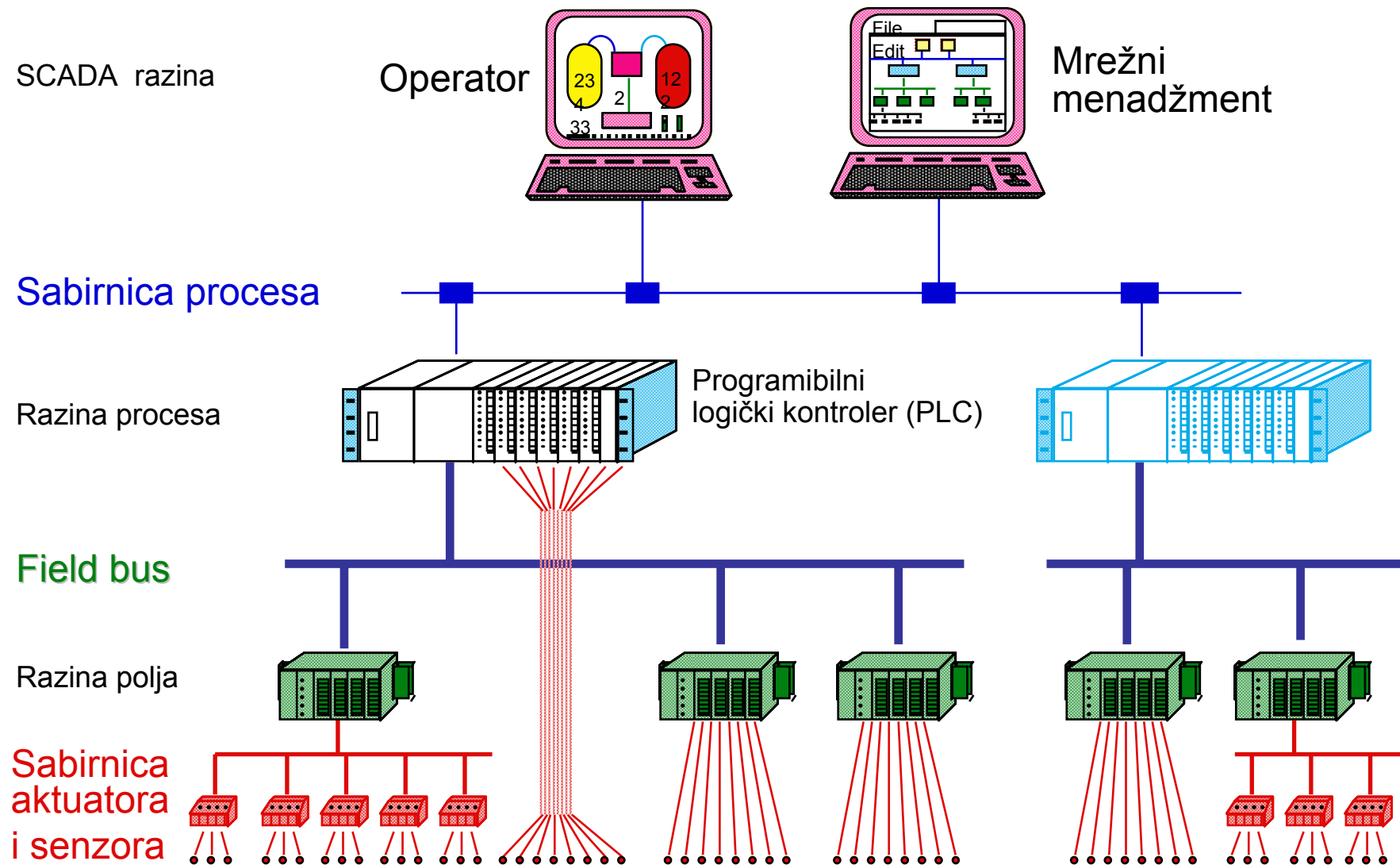
Hijerarhija i vremena odziva



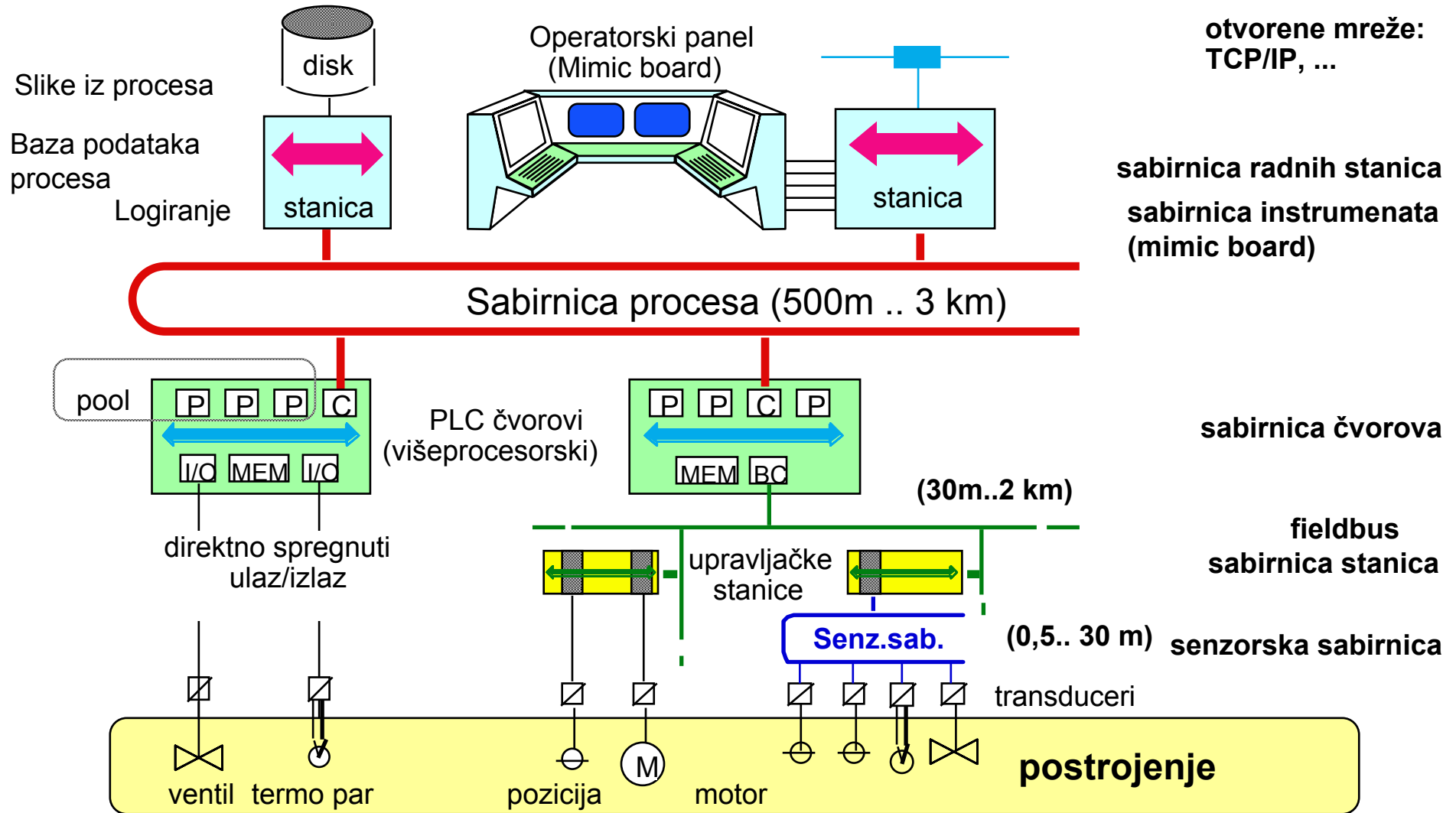
Vrste sabirnica u industrijskom postrojenju



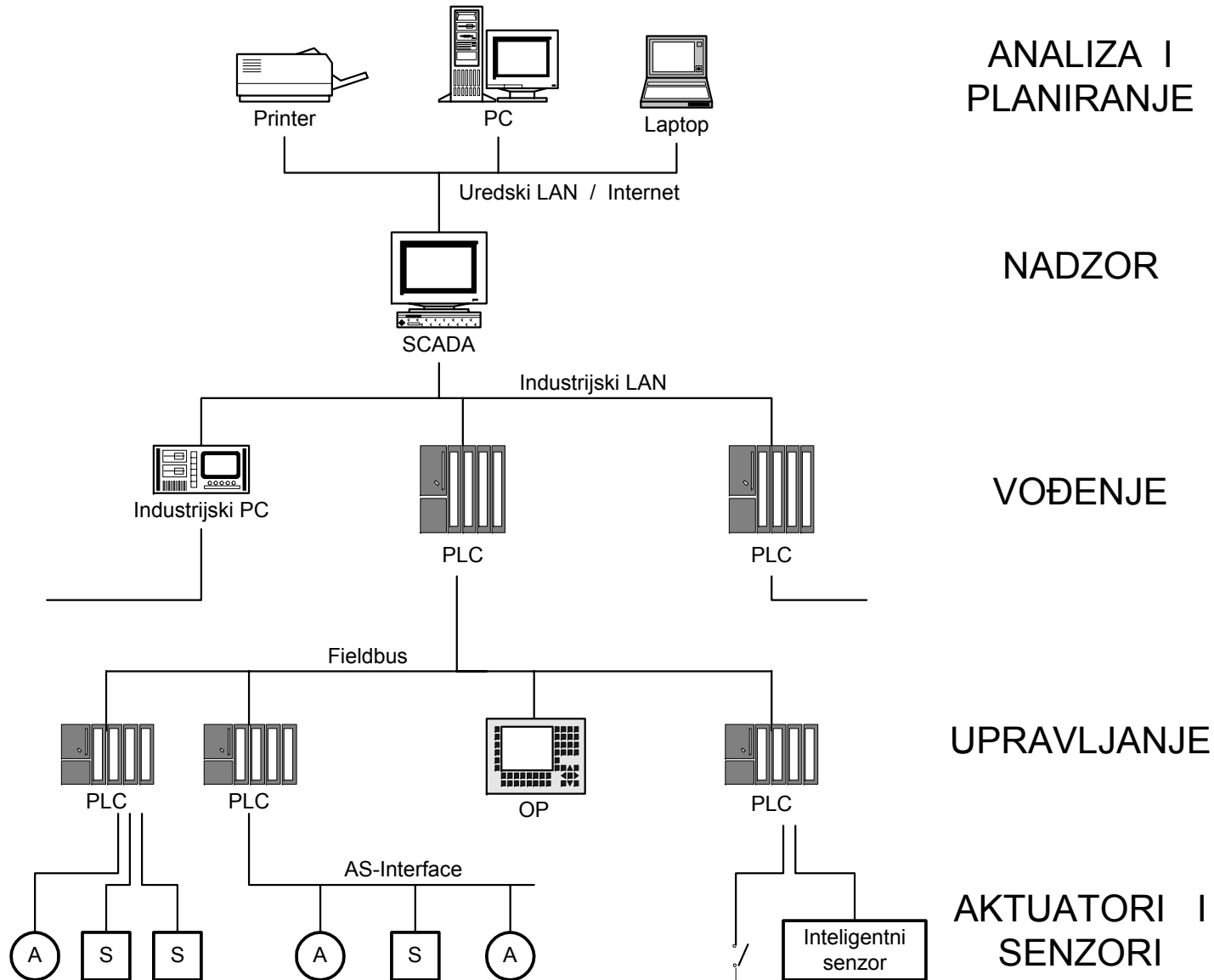
Lokacija sabirnica u hijerarhiji postrojenja



Procesi i sabirnice u industrijskom postrojenju



Primjer slojevite hijerarhijske arhitekture nadziranja i upravljanja



Primjer slojevite hijerarhijske arhitekture nadziranja i upravljanja

Pet razina sistema nadziranja i upravljanja.

1. Razina upravljanog uređaja.

Obuhvaća senzore i aktuatore vezane za upravljački uređaj.

2. Razina upravljanja pojedinačnim funkcijama, uređajima i petljama regulacije.

- Izvodi se pomoću PLC-ova, mikrokontrolera, industrijskih PC-ova.
- Komunikacijske veze izvedene putem fieldbus-a, ili industrijske terenske komunikacijske mreže (npr. Profibus).

3. Razina vođenja procesa.

Uključuje upravljanje čitavim podsistemom ili funkcionalnom grupom.

Izvodi se pomoću moćnijih PLC-ova ili industrijskih računara.

Komunikacija obično ide putem fieldbus - mreže većeg propusnog opsega ili industrijske LAN mreže.

4. Razina nadzora procesa.

Posrijedi je integrirani sistem nadzora koji pokriva sve važnije sisteme objekta, tzv. SCADA.

Primjer slojevite hijerarhijske arhitekture nadziranja i upravljanja

Izvodi se na moćnijem računalu (radnoj stanici).

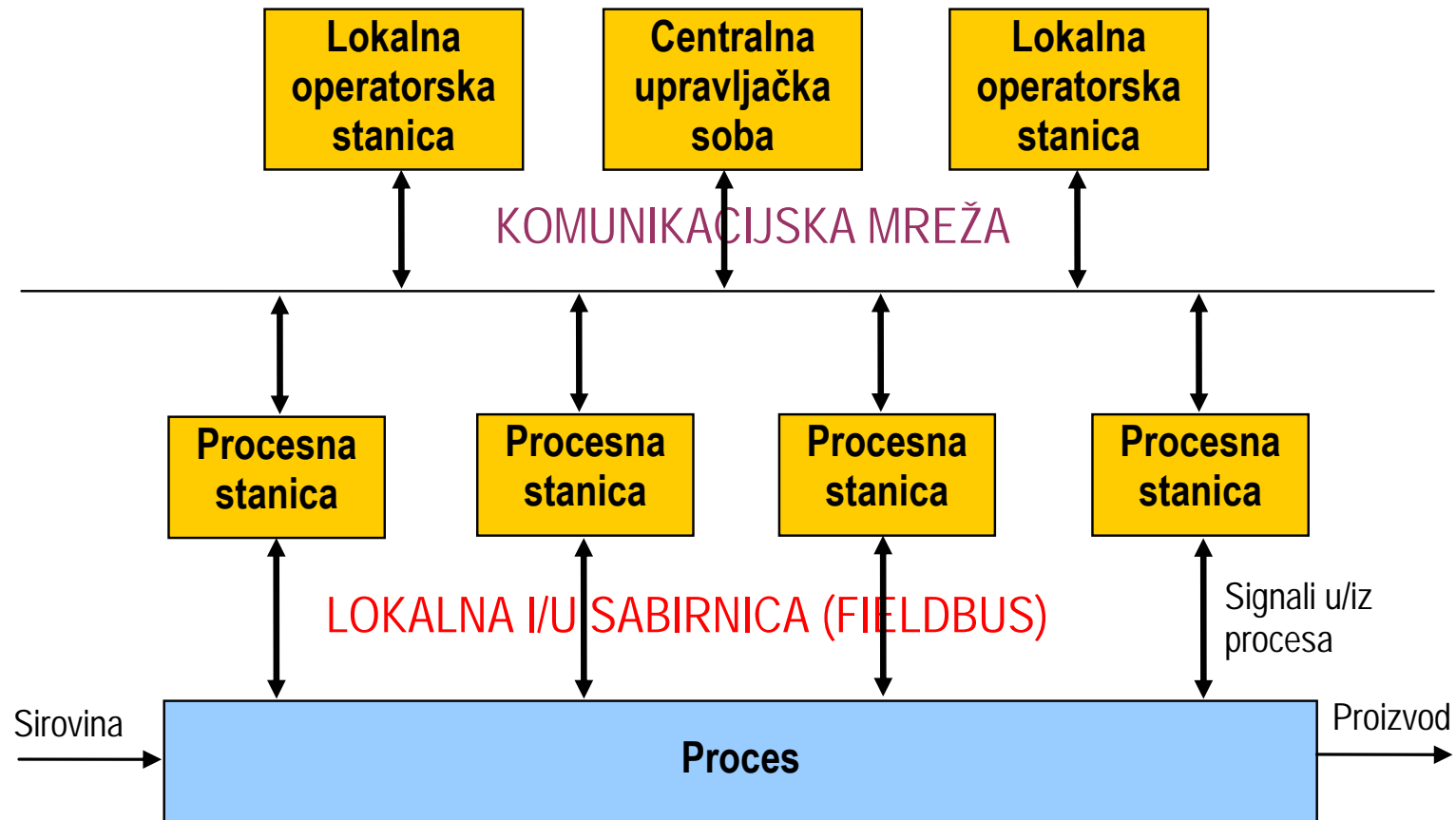
Za vezu s uređajima nižih razina koristi industrijsku LAN (Ethernet) mrežu.

5. Razina planiranja i analize.

- Informacijski sistemi ove razine koriste klasičnu uredsku računarsku opremu, uz međusobno povezivanje putem uredske LAN mreže.
- Za vezu prema ostatku svijeta koriste se bežični komunikacijski kanali.
- Moguća je komunikacija putem Interneta.

2.5 Primjeri distribuiranih sistema

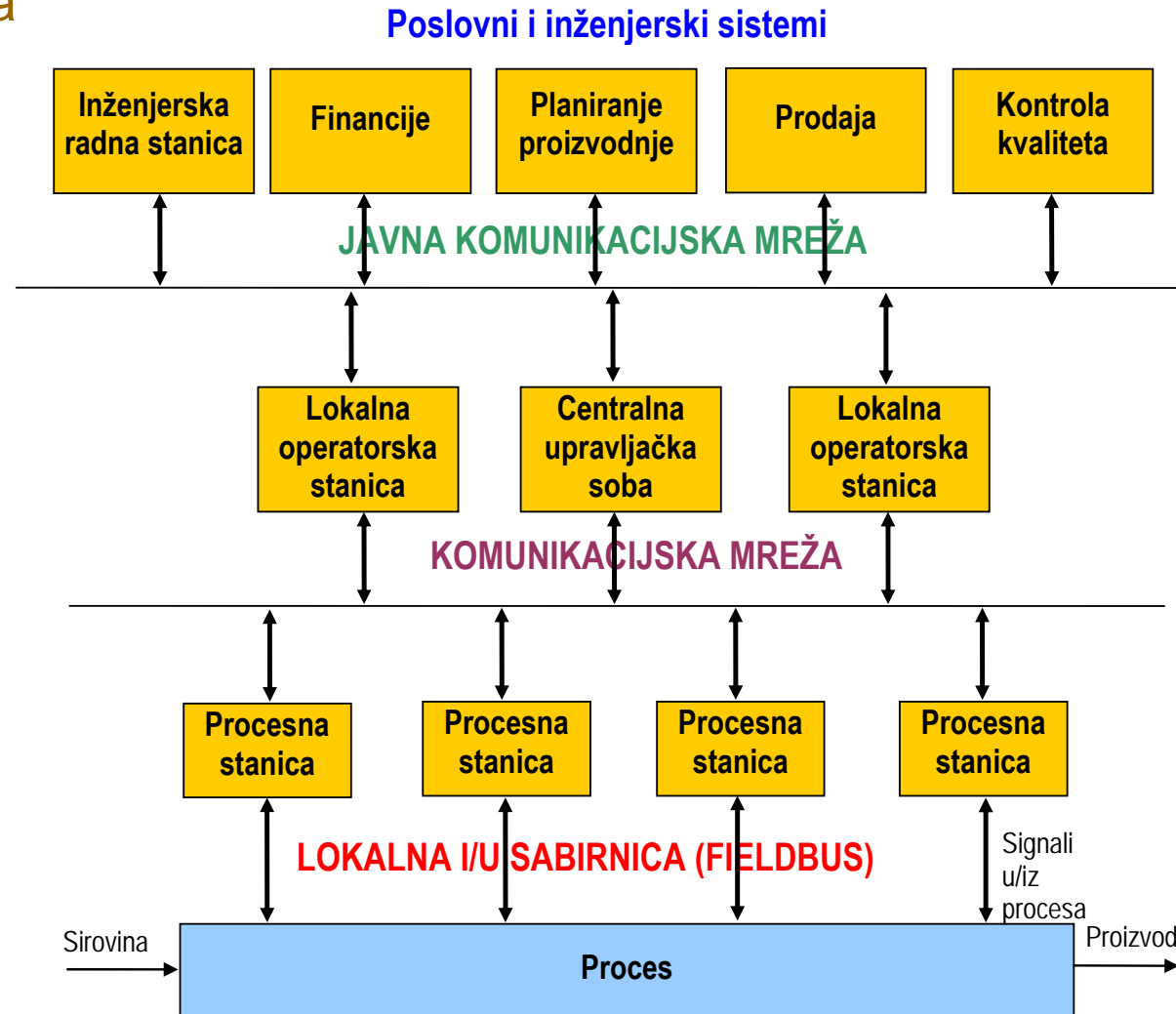
1. Distribuirani sistemi upravljanja u industrijskoj automatizaciji - postrojenje procesne industrije



Primjeri distribuiranih sistema

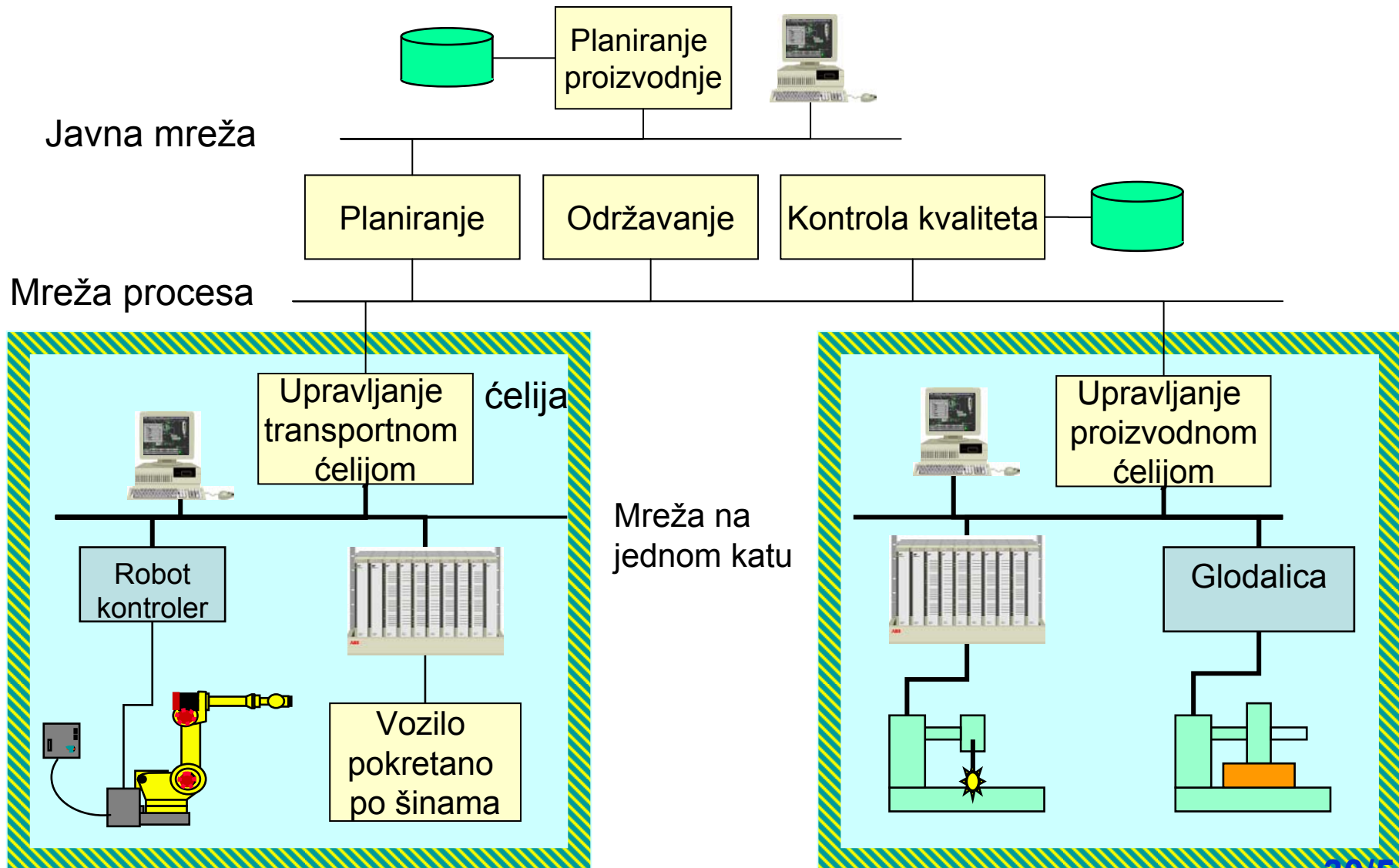
2. Distribuirani sistemi upravljanja u industrijskoj automatizaciji

- postrojenje procesne industrije sa integracijom informacijskog sistema preduzeća



Primjeri distribuiranih sistema

3. Upravljanje proizvodnim procesom – industrijska automatizacija



Primjeri distribuiranih sistema

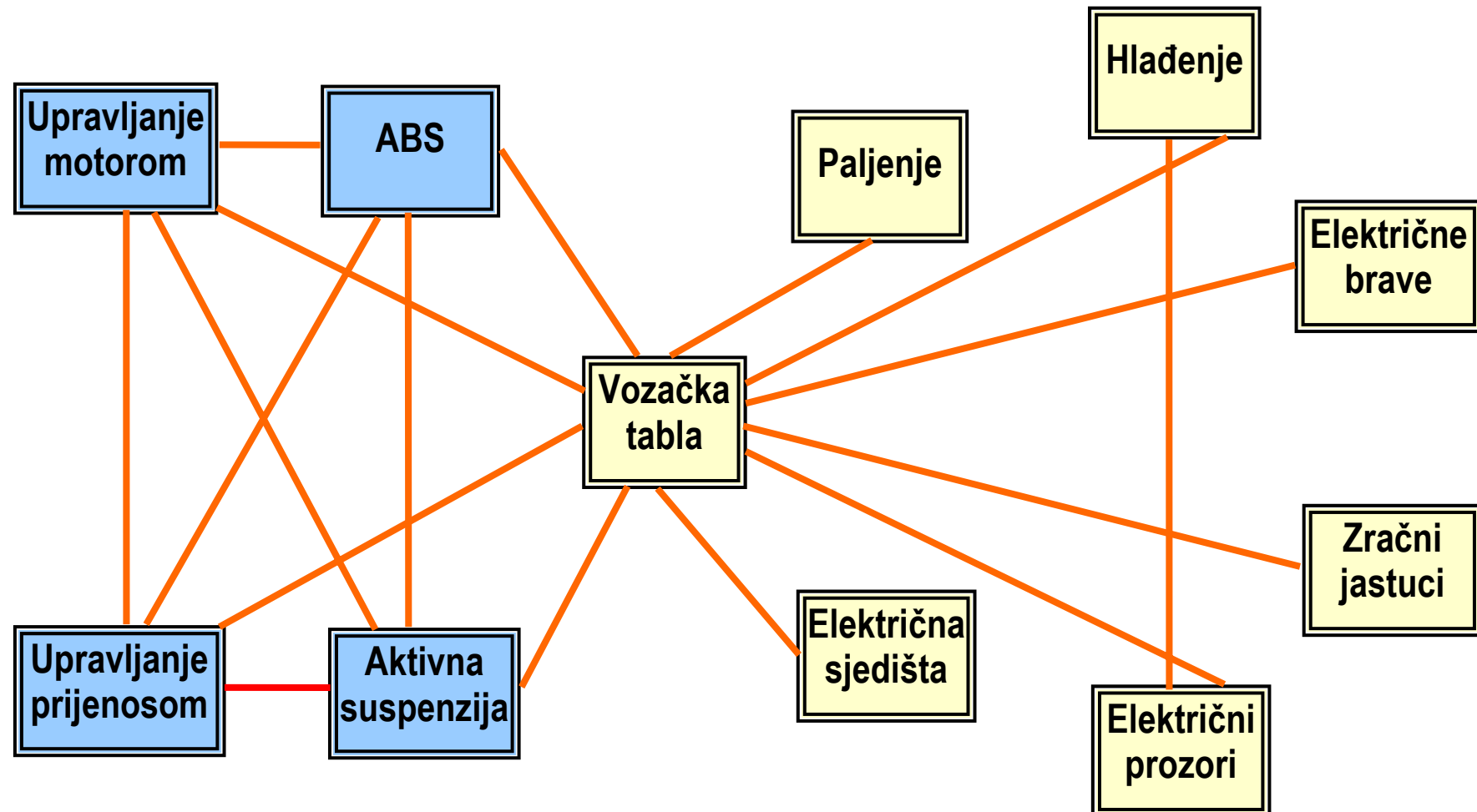
4. Automobil

- Tradicionalno: upravljanje uređajima (prozori, sjedala, radio).
- Upravljanje motorom (regulacija ispusta).
- Kritične nove primjene: ABS i EPS, brake-by-wire, steer-by-wire (“X-by-wire”), povećanje sigurnosti.
- Ekstremne cijene minijaturizacije.
- 2001 US model: 19% od cijene je elektronika sa tendencijom +10% po godini.



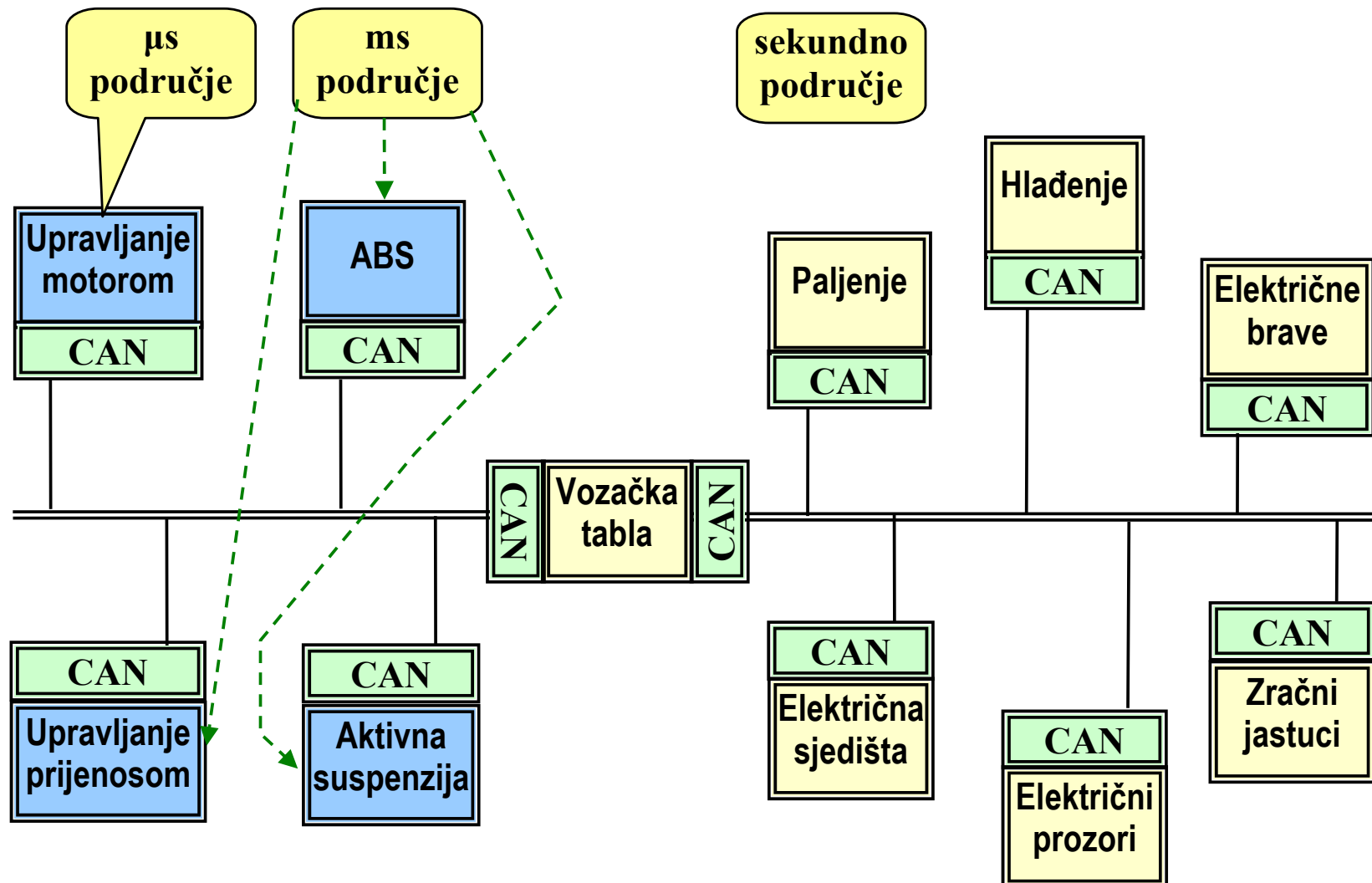
Primjeri distribuiranih sistema

Upravljanje u automobilu i njegove interakcije
- proces s brzom dinamikom



Primjeri distribuiranih sistema

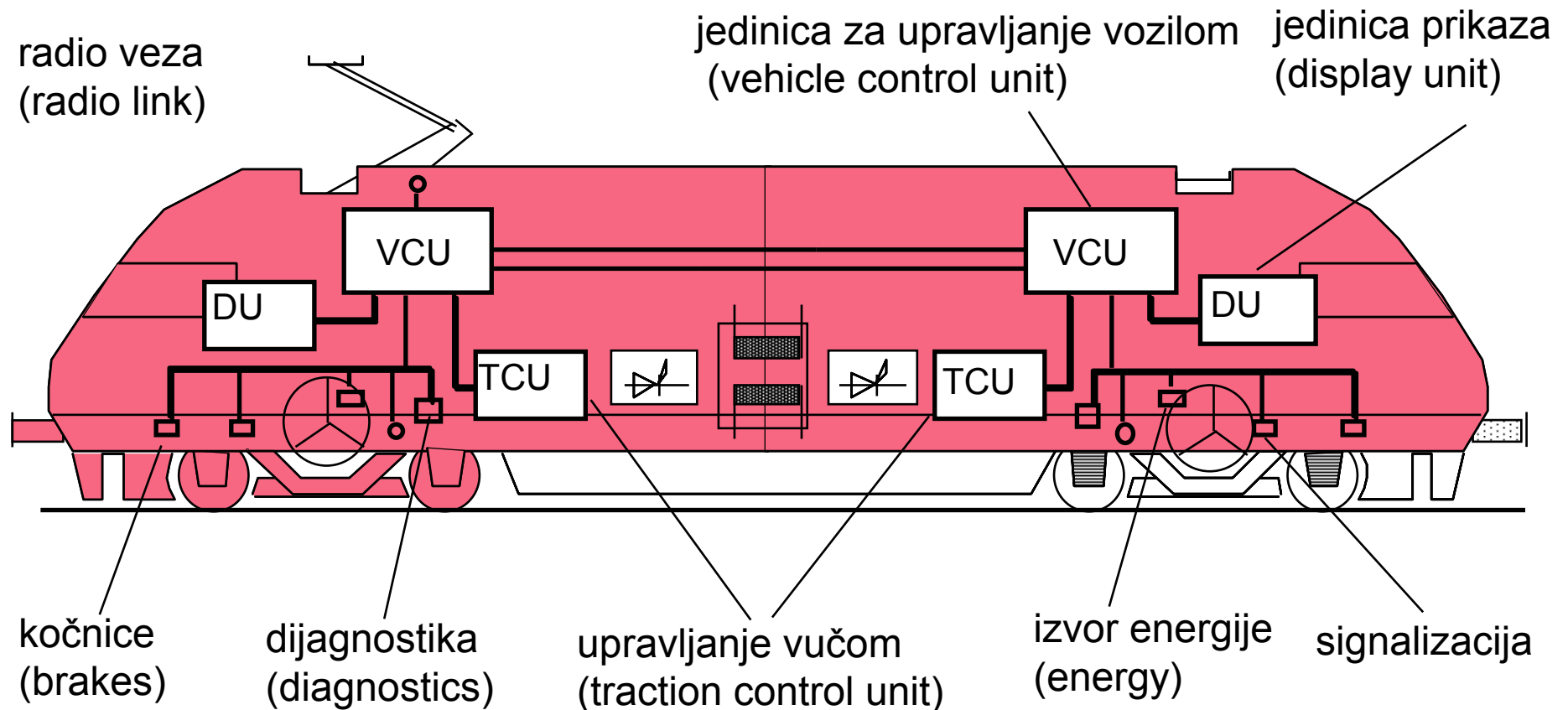
Upravljanje u automobilu i njegove interakcije – proces s brзом dinamikom



Primjeri distribuiranih sistema

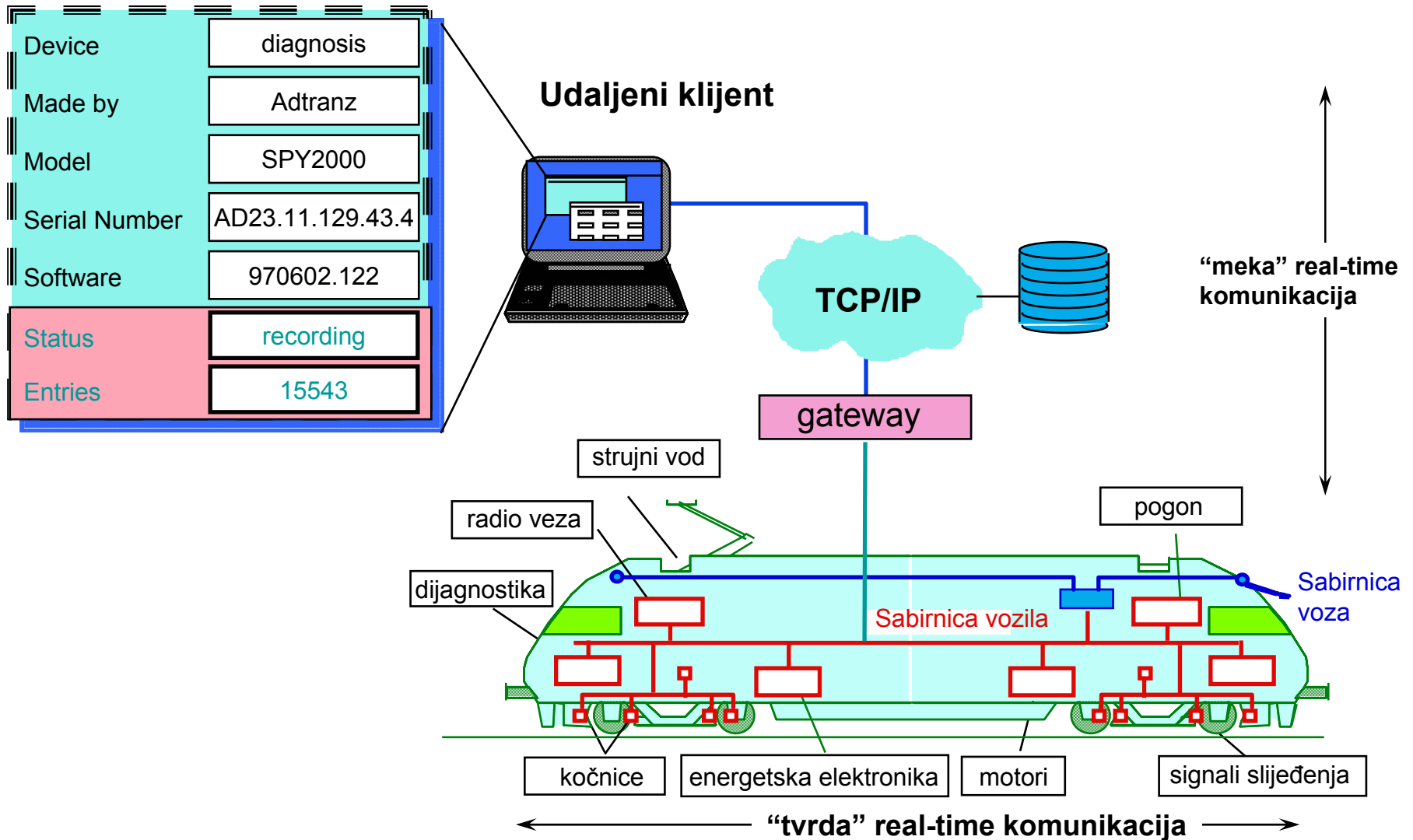
5. Lokomotiva

- Prednosti: smanjeni operacijski troškovi, brža dijagnostika, bolje rukovanje i raspolaganje energijom, automatsko upravljanje vozom.



Primjeri distribuiranih sistema

5. Lokomotiva



Primjeri distribuiranih sistema

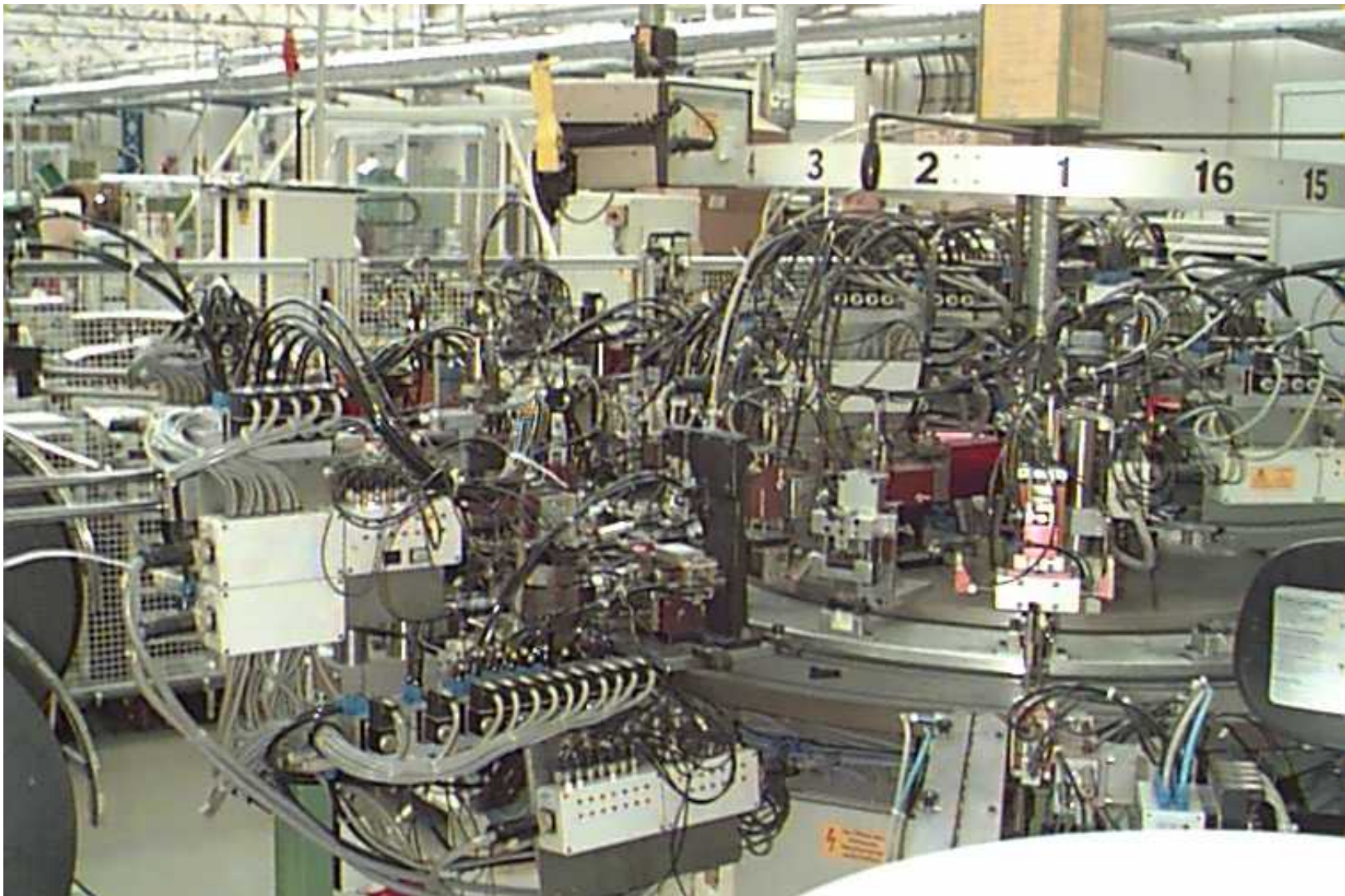
6. Fleksibilna automatizacija

- Sistemi sadrže brojne proizvodne trake, robote, CNC strojeve, itd.



Primjeri distribuiranih sistema

7. Proizvodnja



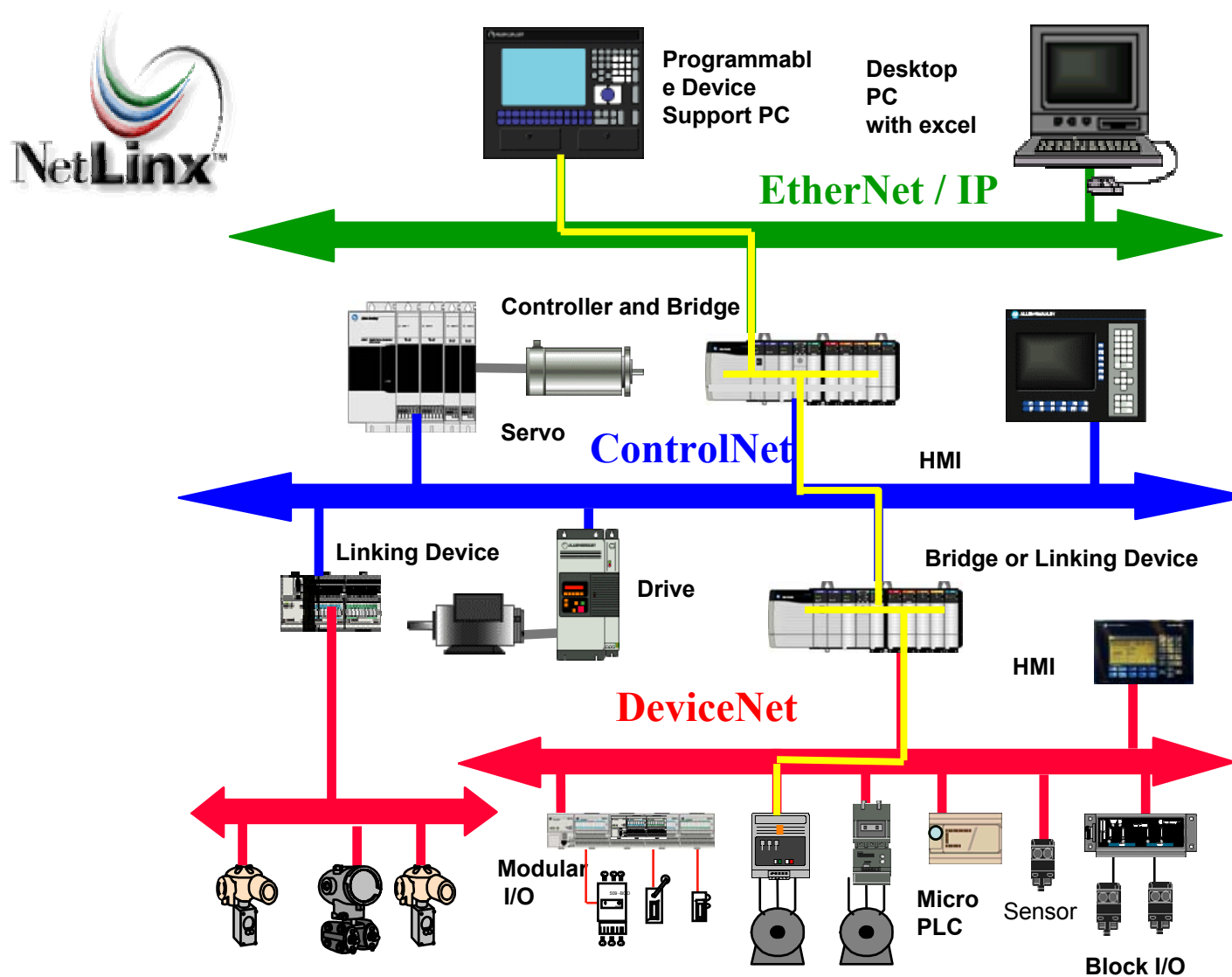
Primjeri distribuiranih sistema

8. Regulacija prometa vozila pomoću semafora



Primjeri izvedbi distribuiranih sistema

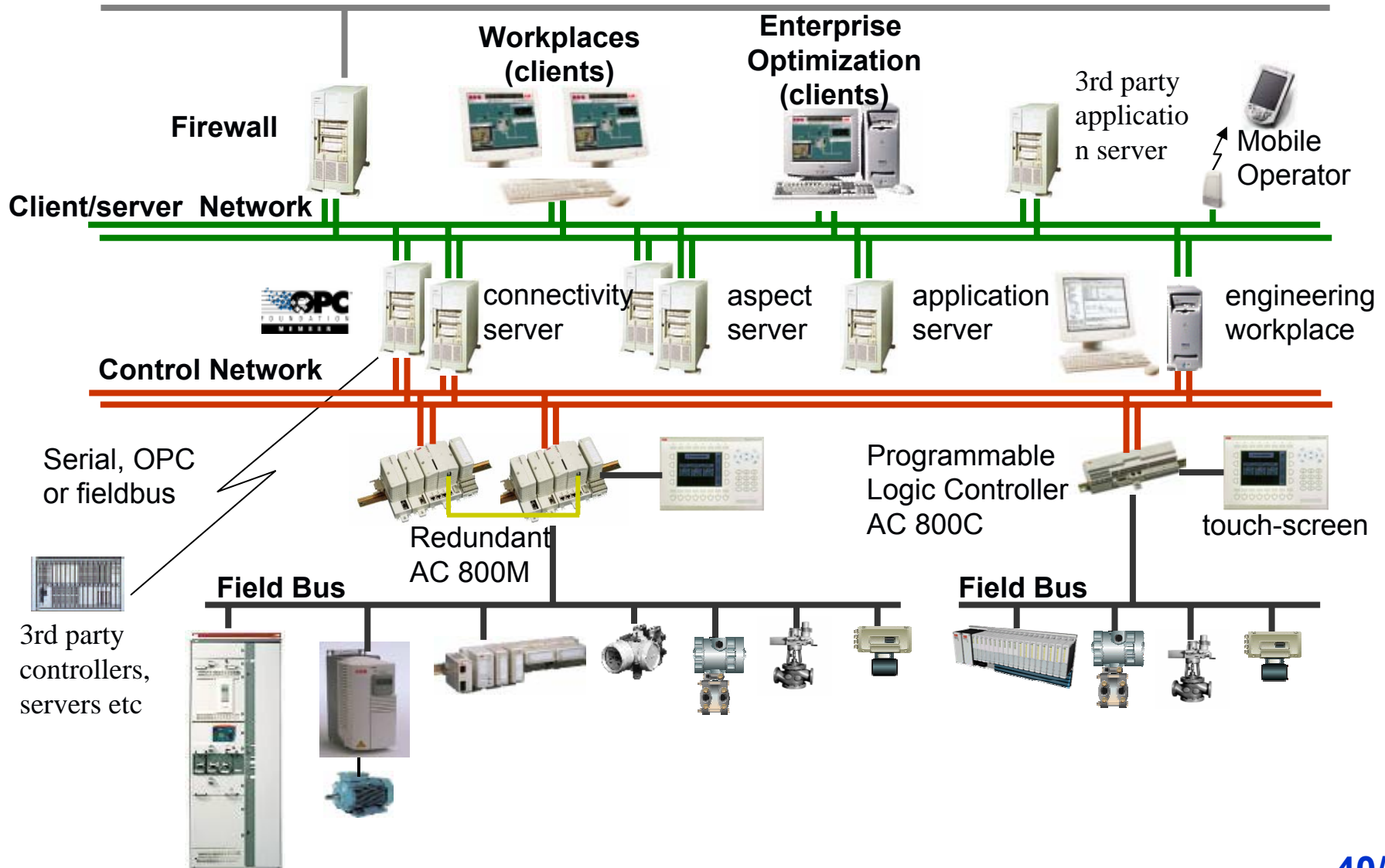
9. Rockwell (Allen-Bradley) NetLinx



Primjeri izvedbi distribuiranih sistema

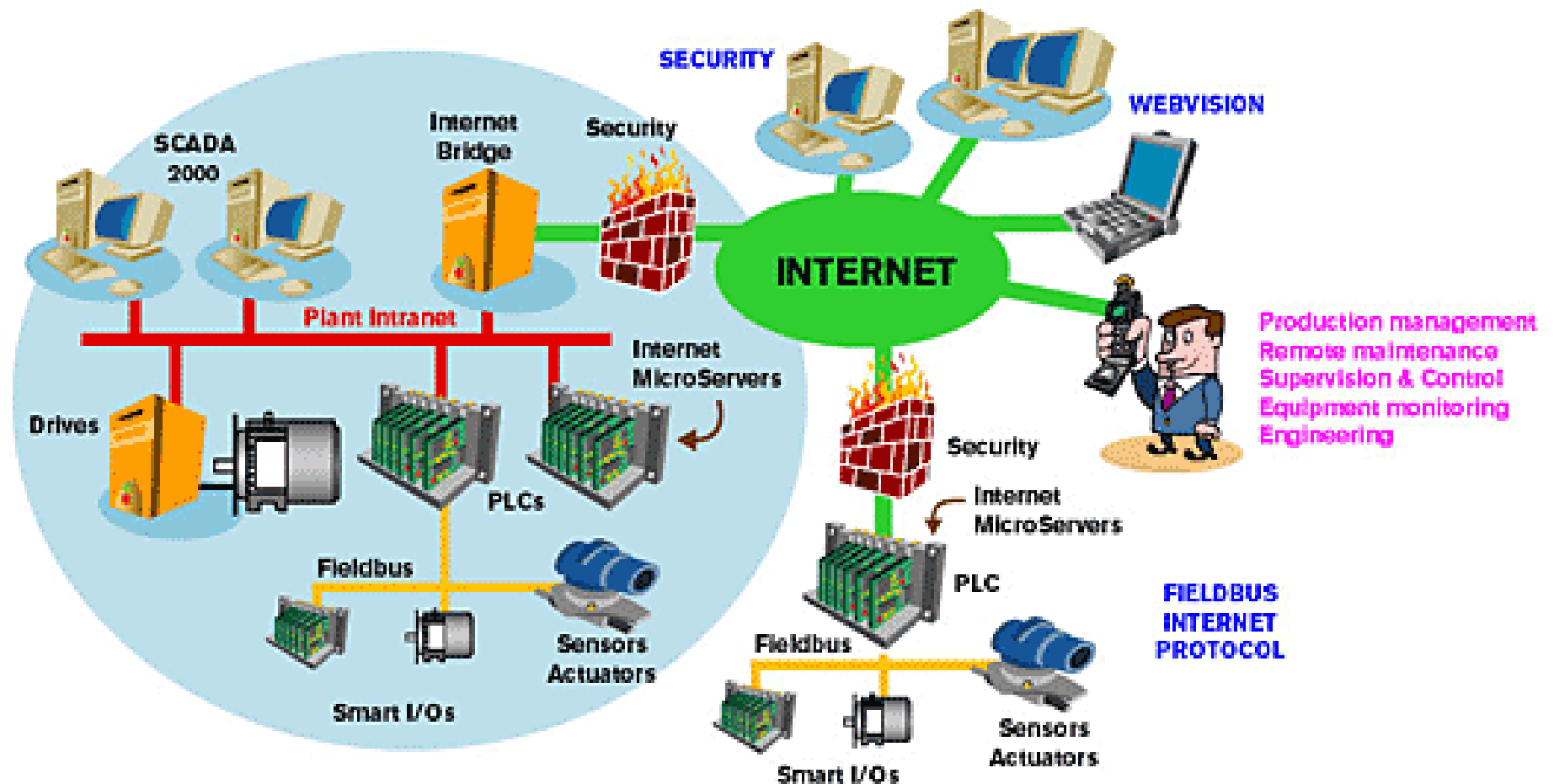
10. ABB Industrial IT (redundant system)

Plant Network / Intranet



Primjeri izvedbi distribuiranih sistema

11. Dimenzija Interneta - ALSTOM e-Control Architecture



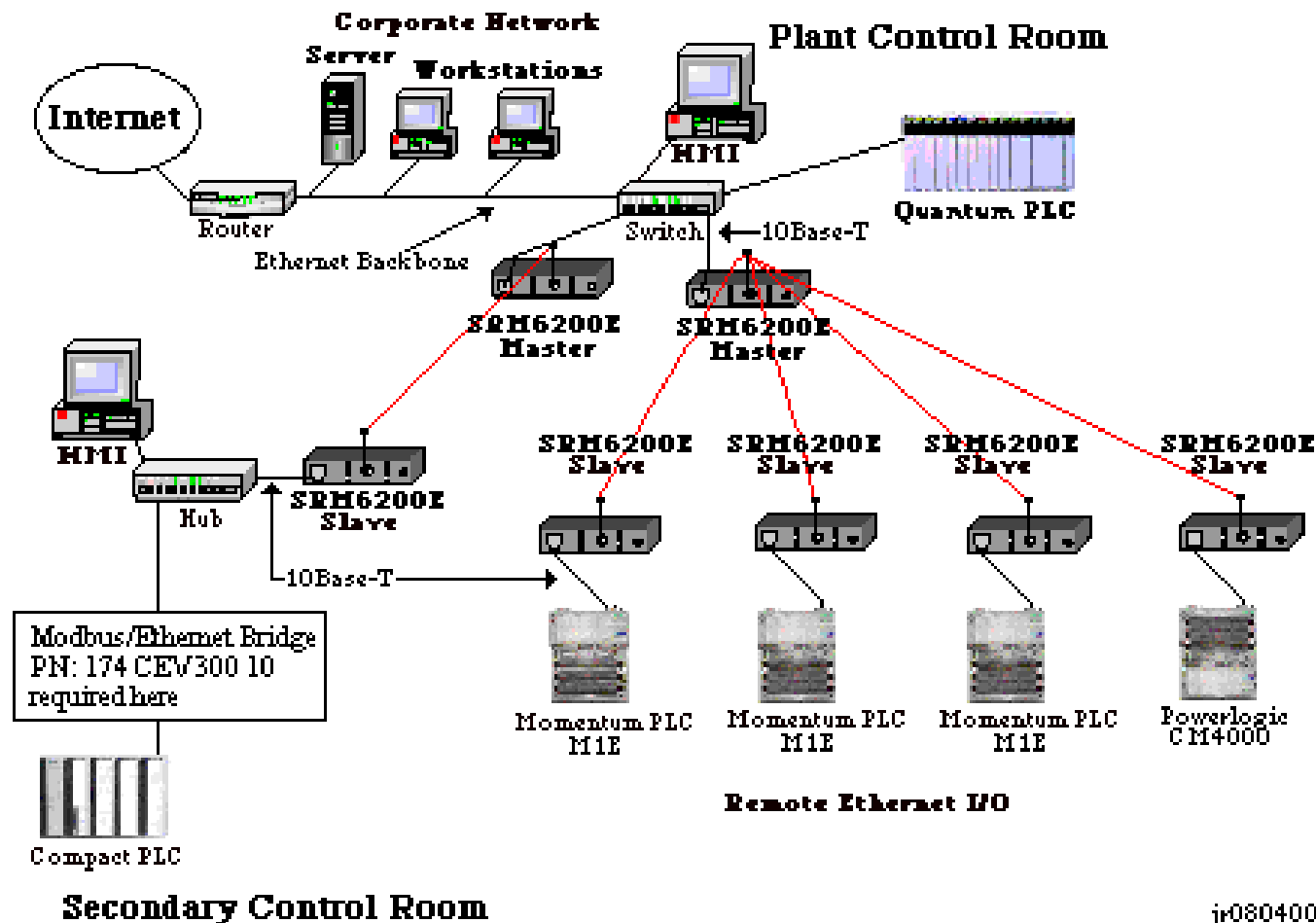
The ALSTOM e-Control Architecture

Primjeri izvedbi distribuiranih sistema

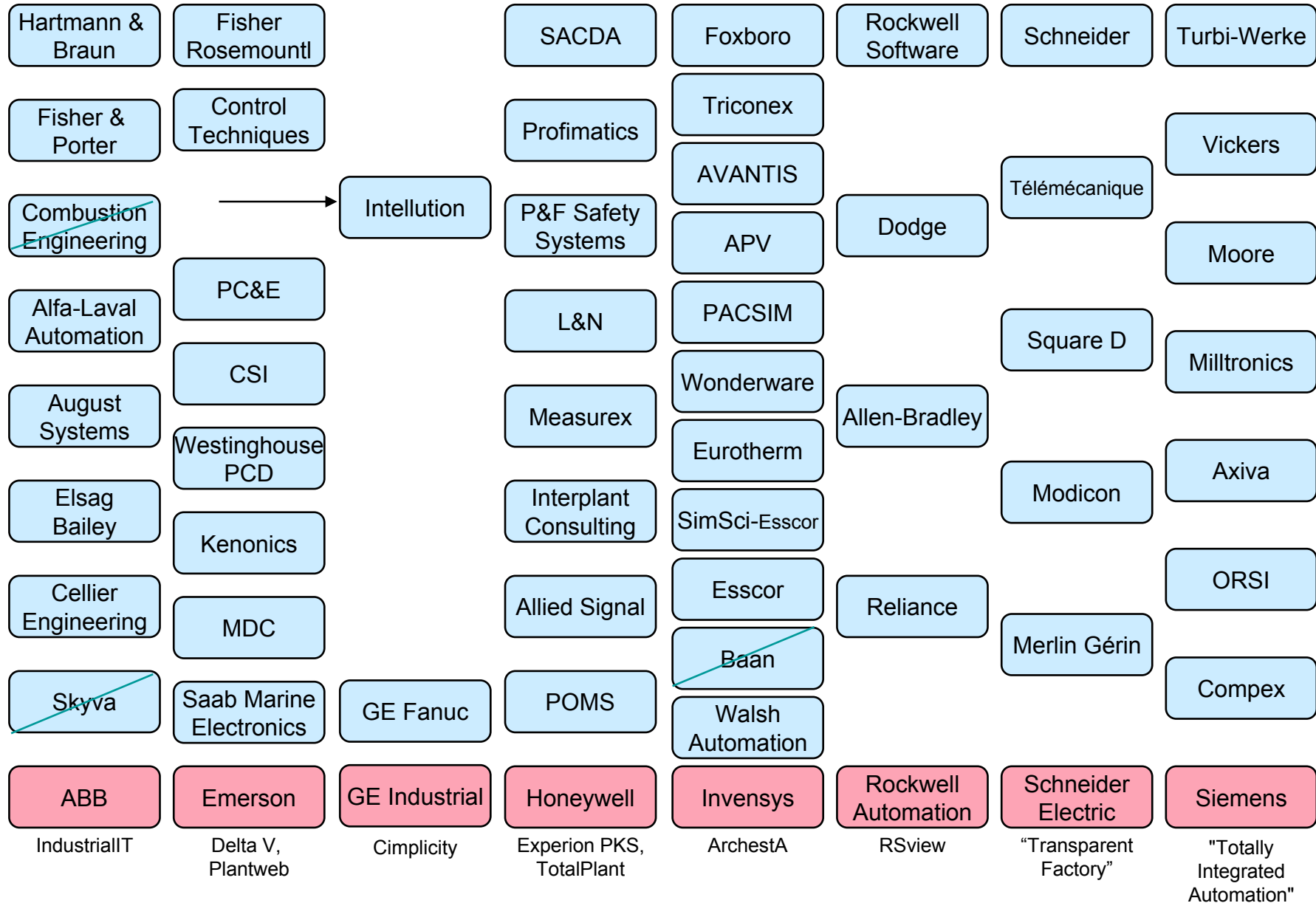
12. Dimenzija Wirelessa – primjer Schneider

Schneider Automation's *Transparent Factory*

Wireless Ethernet application example using Data-Linc Group's SRM6200E Ethernet Radio Modems



Najveći svjetski proizvođači distribuiranih sistema



2.6 Sistemi daljinskog vođenja

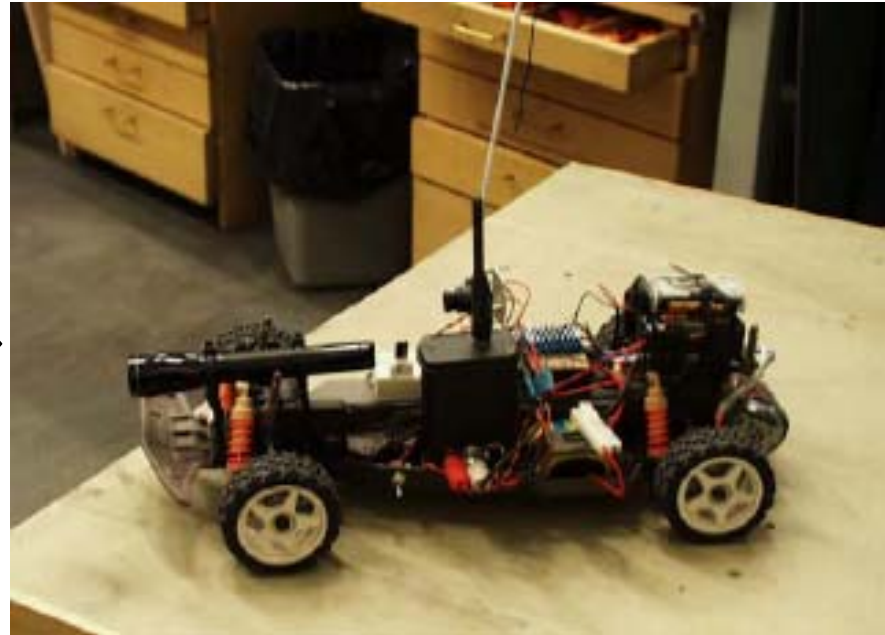
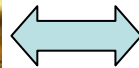
Daljinsko vođenje je tehnika vođenja sistema na daljinu u kojima neposredno (blisko) upravljanje nije ostvarivo, jer je opasno i/ili nedostupno.

Osnovni pojmovi

- ❑ **Teleoperacija:** tehnika vođenja sistema sa udaljenog mjesta.
- ❑ **Operator:** čovjek koji nadzire vođeni stroj i poduzima neophodne upravljačke akcije.
- ❑ **Teleoperator:** daljinski vođeni sistem. U slučaju robota zove se telerobot.
- ❑ **Mehanička manipulacija:** mehanički (ili hidraulički) prijenos upravljačkih naredbi od operatora do teleoperatora.
- ❑ **Telemanipulacija:** prijenos upravljačkih naredbi električnim putem.
- ❑ **Daljinsko upravljanje:** upravljanje na daljinu u kome se upravljani sistem nalazi u vidnom polju operatora.
- ❑ **Teleoperacija:** poopćenje telemanipulacije na mobilne sisteme (robote) i sisteme upravljane preko komunikacijskih medija.
- ❑ **Nadzirano upravljanje:** velika autonomnost udaljenog sistema, a operator samo nadzire njegov rad i djeluje samo povremeno.

Sistemi daljinskog vođenja

- Danas je zastupljena tzv. standardna manipulacija, tj. bežično upravljanje i vizuelna povratna veza preko sistema kamera i monitora.



Sistemi daljinskog vođenja

Tipovi teleoperacija:

- **Upravljanje u zatvorenoj petlji (direktna teleoperacija).**

Operator direktno upravlja aktuatorima teleoperatora i dobiva povratne signale u stvarnom vremenu. Ovo je moguće samo kada su kašnjenja u krugu mala i dinamika teleoperatora dovoljno spora.

- **Koordinirana teleoperacija.**

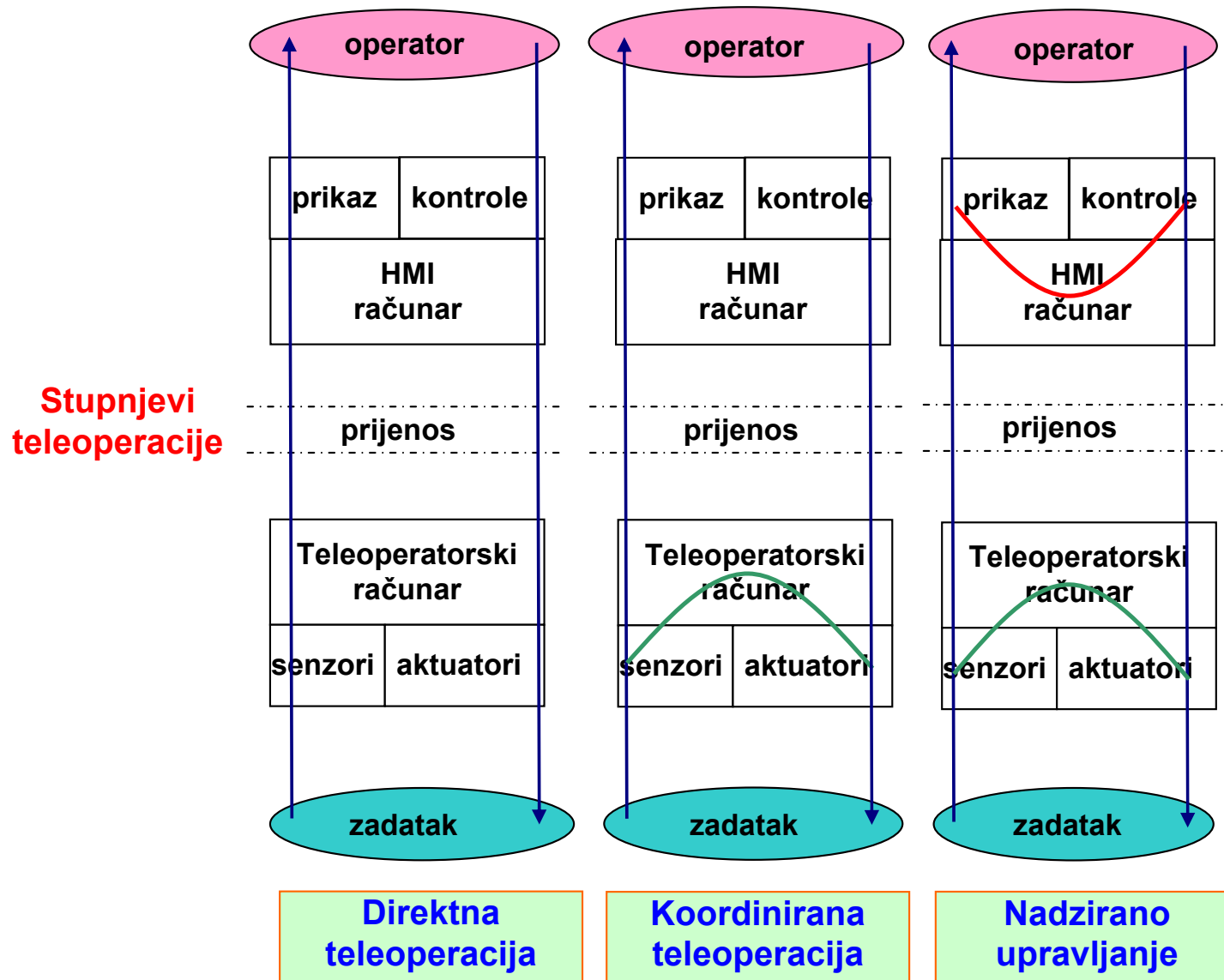
Operator upravlja aktuatorima teleoperatora, ali postoje i neke regulacijske petlje na samom teleoperatoru. Teleoperator nema autonomiju i na njemu se zatvaraju one regulacijske petlje kojima operator ne može upravljati zbog kašnjenja i dinamike.

- **Nadzirano upravljanje.**

Veliki dio upravljanja obavlja se autonomno na teleoperatoru. Operator uglavnom nadzire njegov rad i daje naredbe više razine. Ponekad se koristi i termin “teleoperacija temeljena na zadatku”.

Sistemi daljinskog vođenja

Stupnjevi teleoperacije

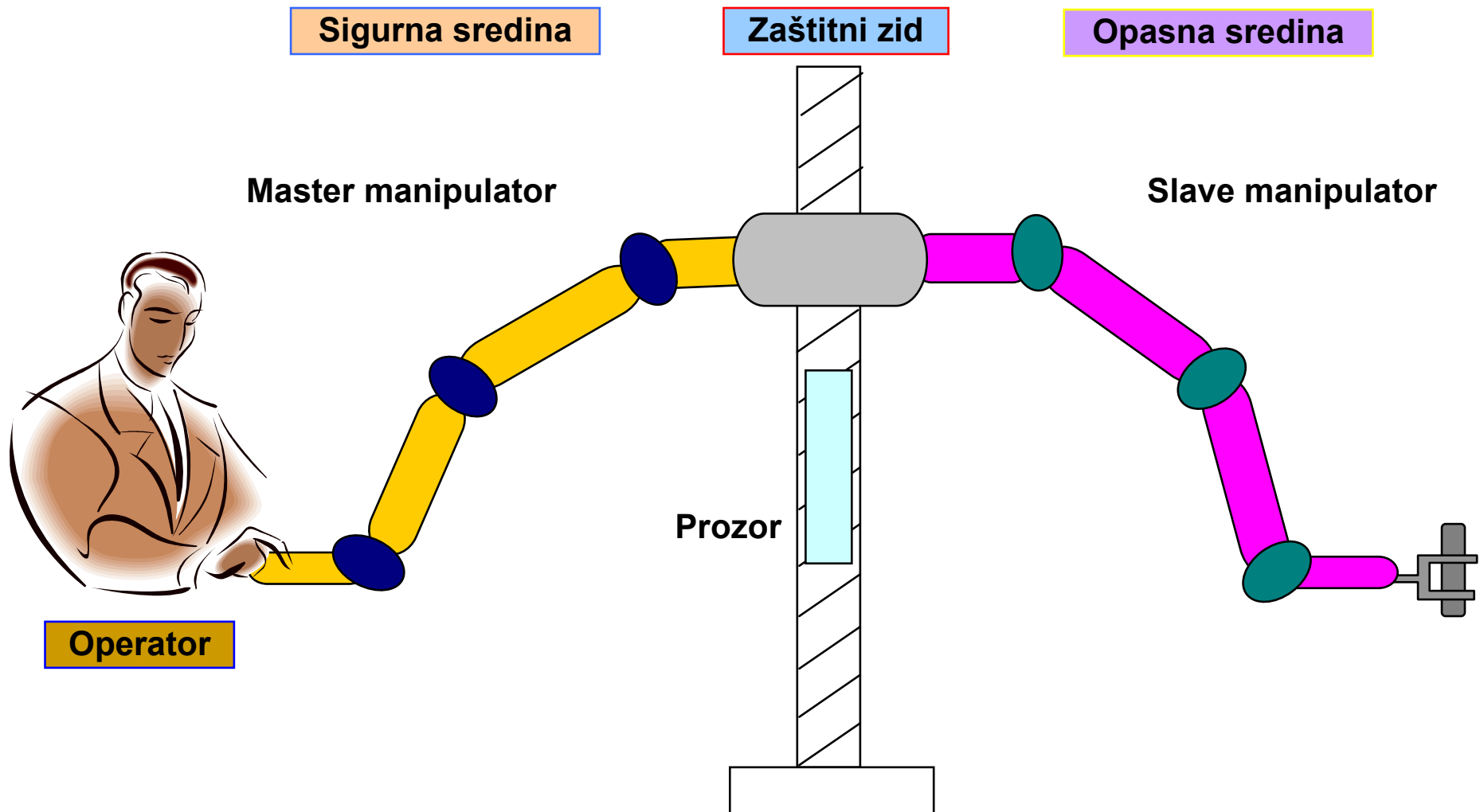


Sistemi daljinskog vođenja

- Primjena novih računarskih tehnologija u teleoperaciji omogućuje operatoru dobivanje osjećaja prisutnosti u udaljenom prostoru.
- 1. **Daljinska prisutnost (Telepresence).** Teleoperater se nalazi izvan vidnog polja operatora, a senzorske informacije (vida, slike, zvuka, sile,...) daju operatoru osjećaj prisutnosti u udaljenom prostoru.
- 2. **Virtualna prisutnost (virtualna stvarnost, Virtual Reality).** Slična pojmu daljinske prisutnosti, s tim da su udaljeni prostor, teleoperator i senzorske informacije generirani virtualno u računar.
- 3. **Proširena stvarnost (Augmented Reality).** Predstavlja kombinaciju virtualne stvarnosti i informacija iz stvarnog udaljenog prostora.

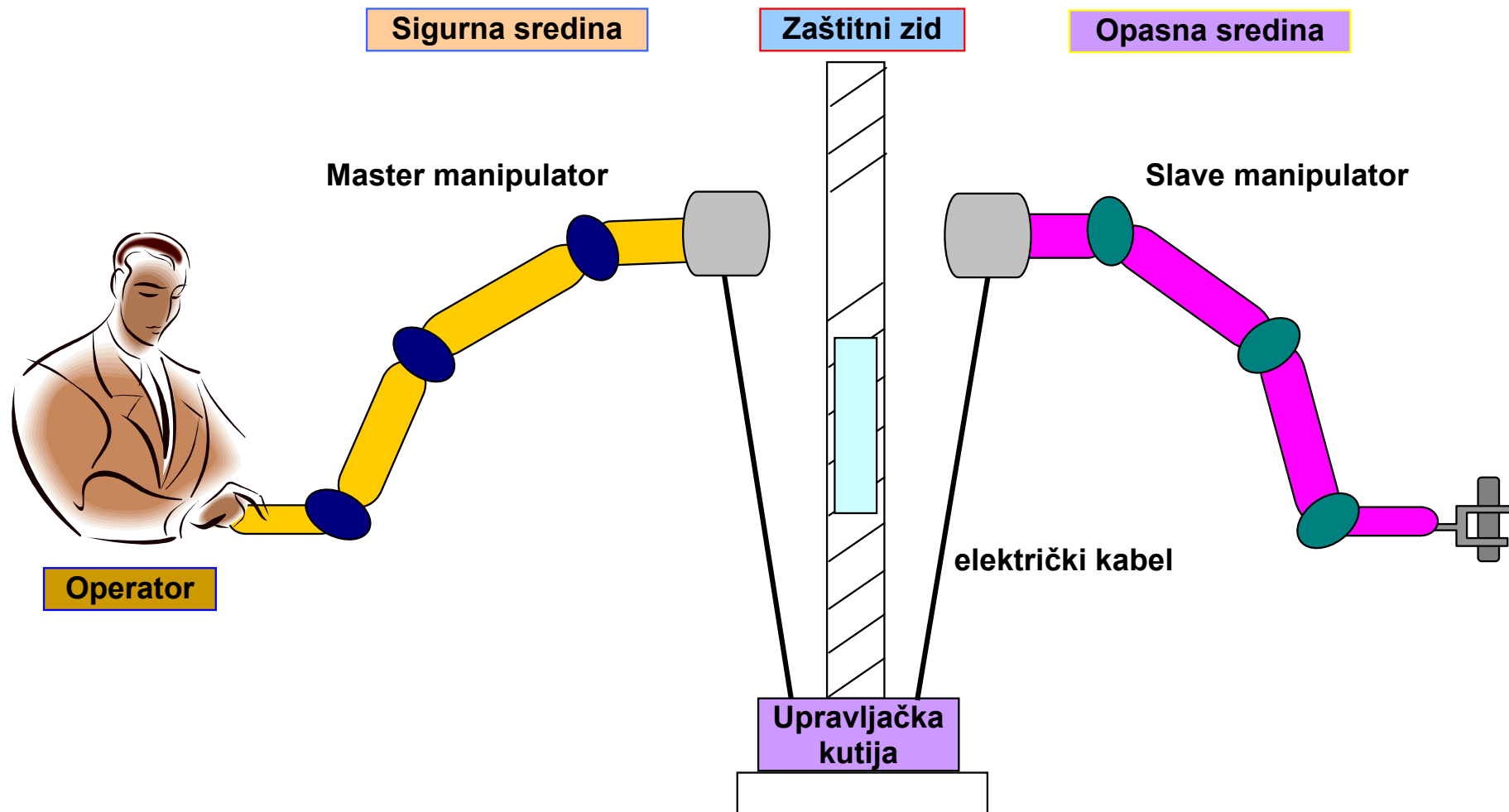
Sistemi daljinskog vođenja

- Mehanička manipulacija (do 1954)



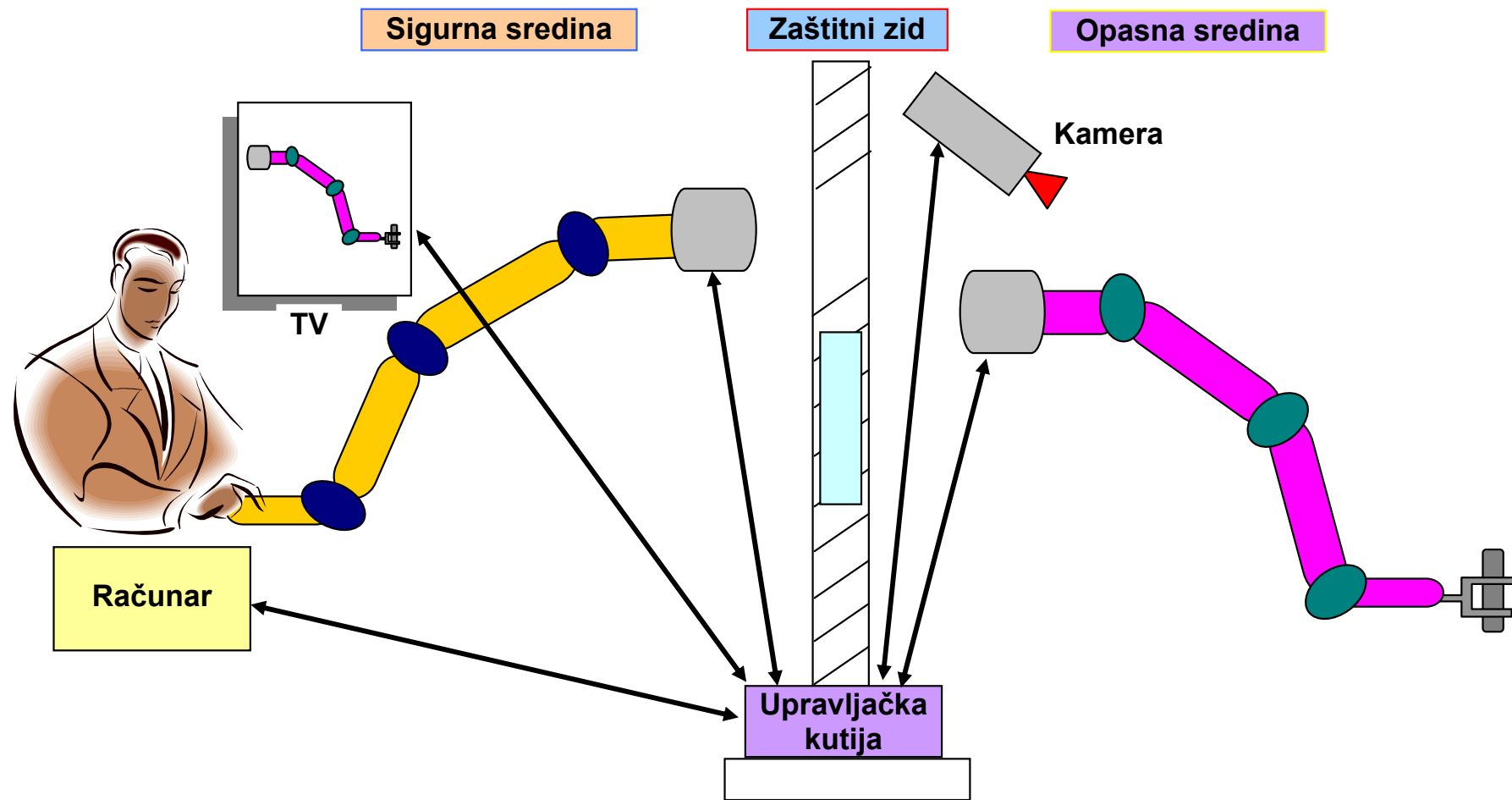
Sistemi daljinskog vođenja

- Telemanipulacija uz električni prijenos signala (od 1954).



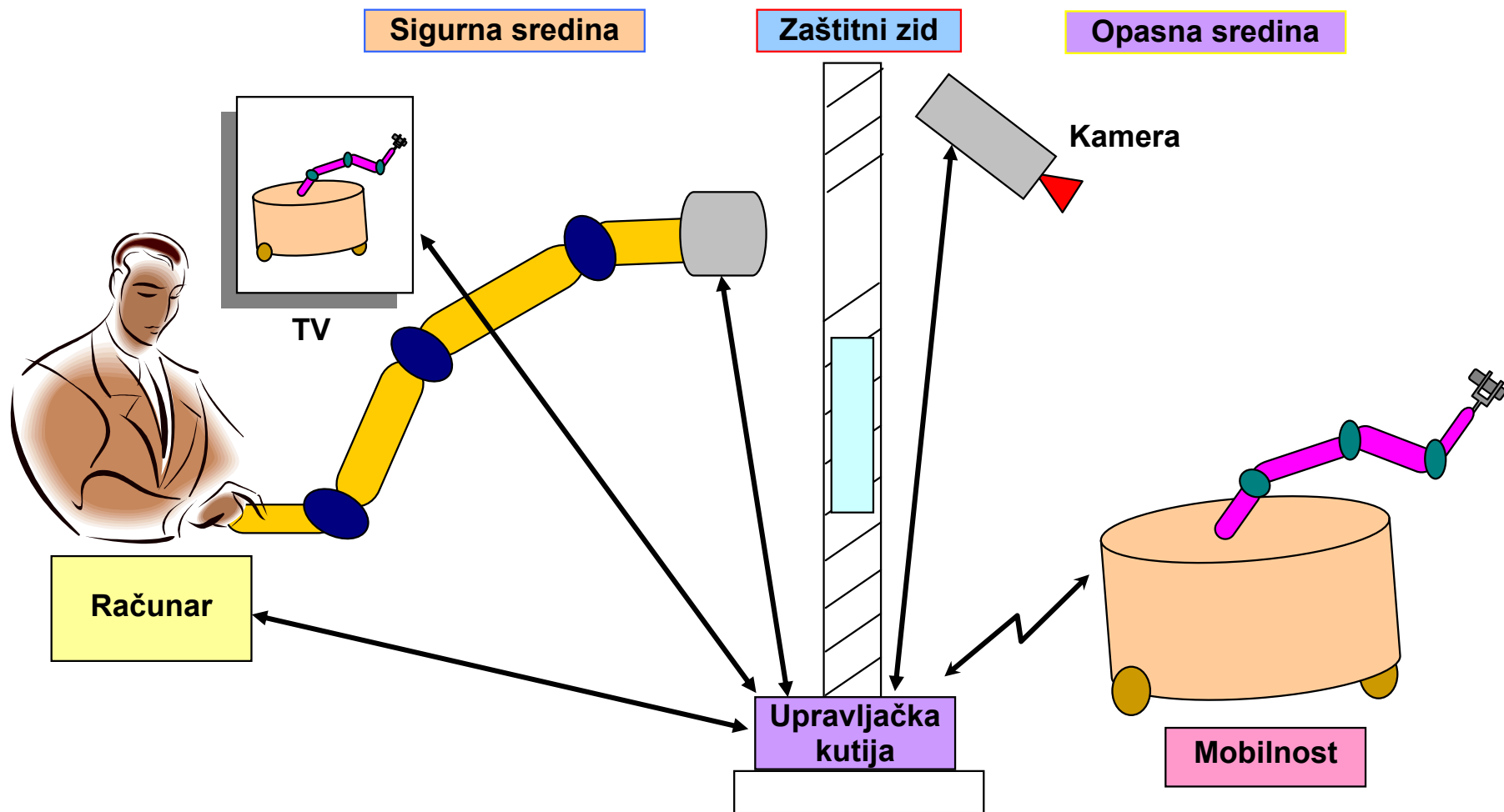
Sistemi daljinskog vođenja

- Telemanipulacija uz električni prijenos signala i vizuelnu povratnu vezu sistema kamera i monitora (od 1975).



Sistemi daljinskog vođenja

- Napredna teleoperacija (od 1985).



Sistemi daljinskog vođenja

Primjene:

- Podvodna istraživanja.
- Svemirska istraživanja.
- Vojne primjene (podmornice, kopno, zrak, poluautonomna vozila, antiterorističke letjelice, itd.).
- Medicina (endoskopska hirurgija, telehirurgija – operiranje s udaljenih mjesta, itd.).
- Industrija (rudarstvo, radni strojevi, itd.)

Sistemi daljinskog vođenja

Problem kašnjenja:

- Kašnjenje u teleoperacijskoj petlji uvijek postoji.
- Svaki dio sistema ima neko kašnjenje.
- Digitalni sistemi povećavaju kašnjenje.
- Smanjenje utjecaja kašnjenja:
 - Primjena tehnika virtualne i proširene stvarnosti.
 - Povratna veza po sili sa algoritmima predikcije i kompenzacije kašnjenja.

