

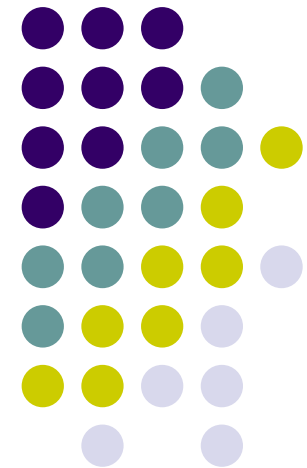
Lekcija 5:

Implementacija upravljačkih algoritama

Prof.dr.sc. Jasmin Velagić
Elektrotehnički fakultet Sarajevo

Kolegij: Mehatronika

2012/2013



5. Implementacija upravljačkih algoritama

- Kandidati za implementaciju upravljačkih algoritama moraju zadovoljavati sljedeće uvjete:
 - konkurentni dizajn (Top-down pristup?),
 - mehanička kompatibilnost,
 - rješavanje stvarnih, aktualnih, zadataka,
 - odvajanje dizajna sistema upravljanja od mehaničkog “targeta” je rizičan posao.



Implementacija upravljačkih algoritama



- **Analiza upravljačkog zadatka**
- **Složenost zadatka**
 - razumijevanje problema,
 - gdje je moguće instalirati dijelove upravljačkog sistema,
 - centralizirano/distribuirano upravljanje.
- **Zahtjevi na brzinu**
 - senzor/aktuator vrijeme odziva,
 - zahtjevi na računarsku moć.
- Uzajamno razumijevanje mehaničkog/električkog dizajna često daje mogućnost rješavanja teškog problema sa neznatnim redizajnom “sa druge strane”.

Implementacija upravljačkih algoritama



- **Moguća rješenja upravljačkog zadatka**
- Diskretni analogni krugovi.
- Diskretni digitalni krugovi.
- ASIC (Application Specific IC).
- Programirjive logičke jedinice (PLD, PLC ili FPGA).
- Računarske jedinice ili procesorski podržane jedinice (mikrokontroleri, DSP, dSPACE, ...).

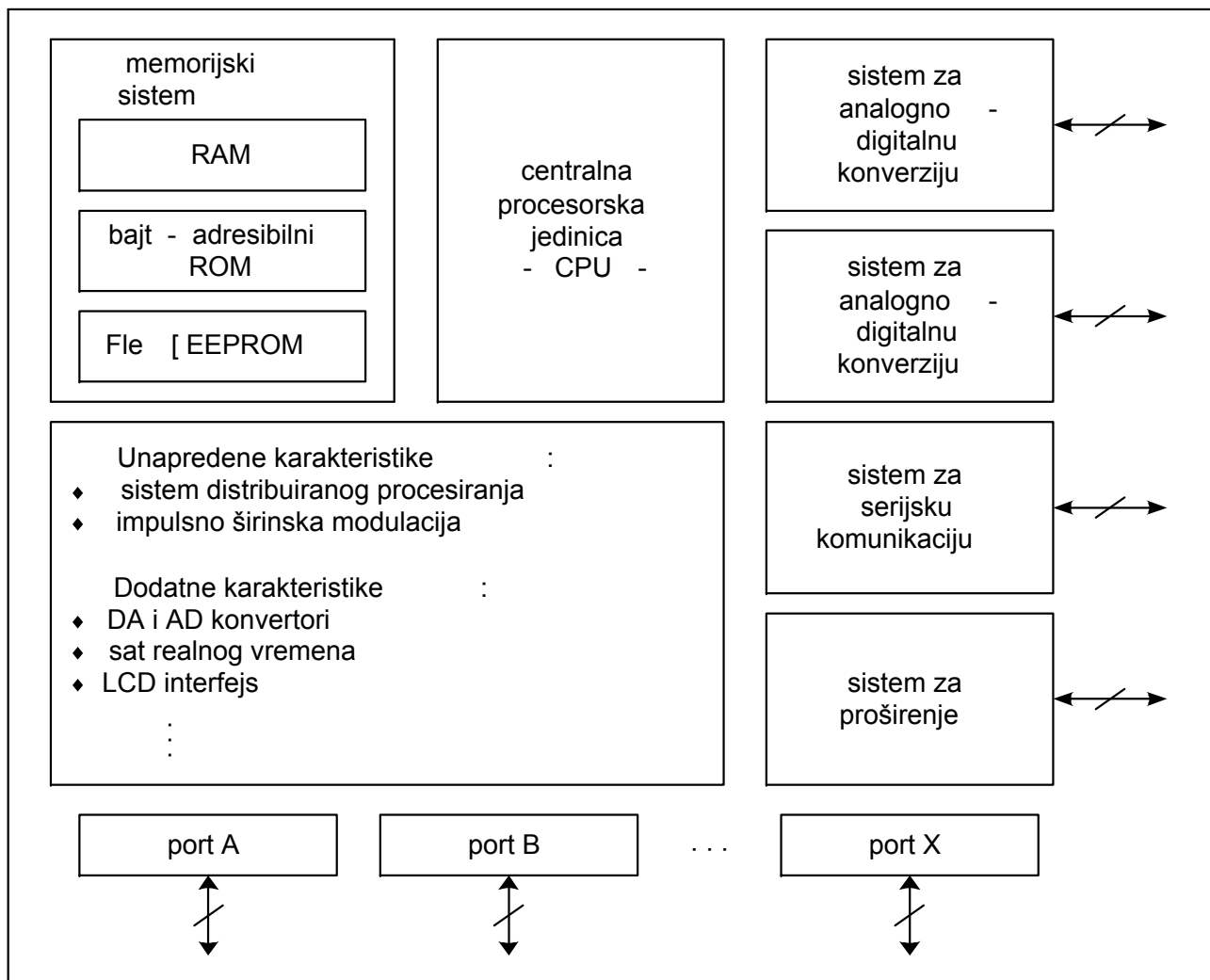
5.1. Mikrokontroleri

- Pojedinačni računar na čipu.
- Predstavlja kompletan sistem:
 - CPU (centralna procesorska jedinica).
 - Memorija.
 - I/O uređaji, uključujući i analogne.
 - Serijsko komunikacijsko sučelje (UART).
 - Paralelne sučeljske portove (PIA).
 - Timer.
- Zahtijeva nekoliko vanjskih komponenti.
- Jeftini i kompaktni.
- Nalaze primjenu u ugradivim sistemima za upravljanje raznim funkcijama, kao i kod sistema za rad u realnom vremenu.



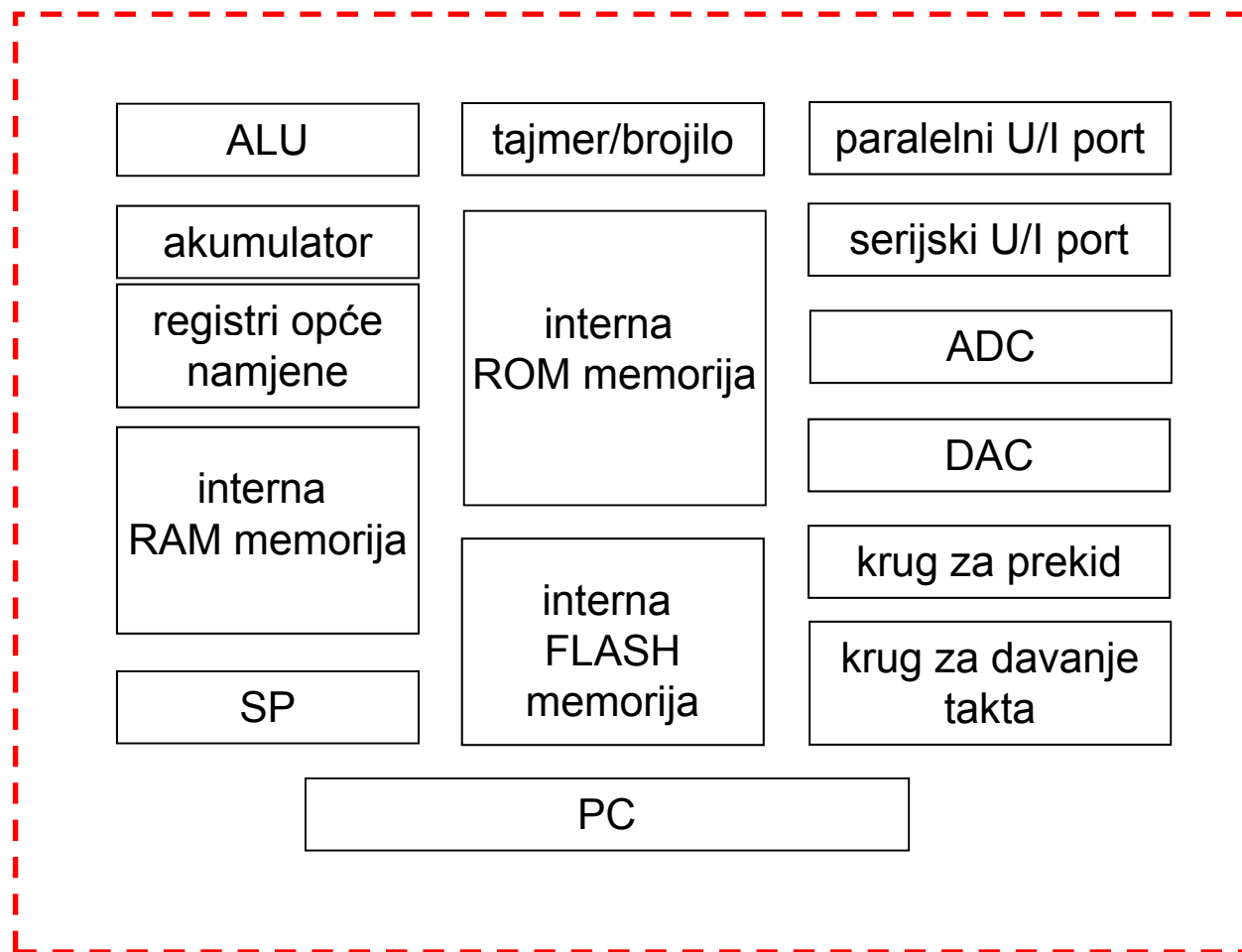
Mikrokontroleri

Opća blokovska shema mikrokontrolera



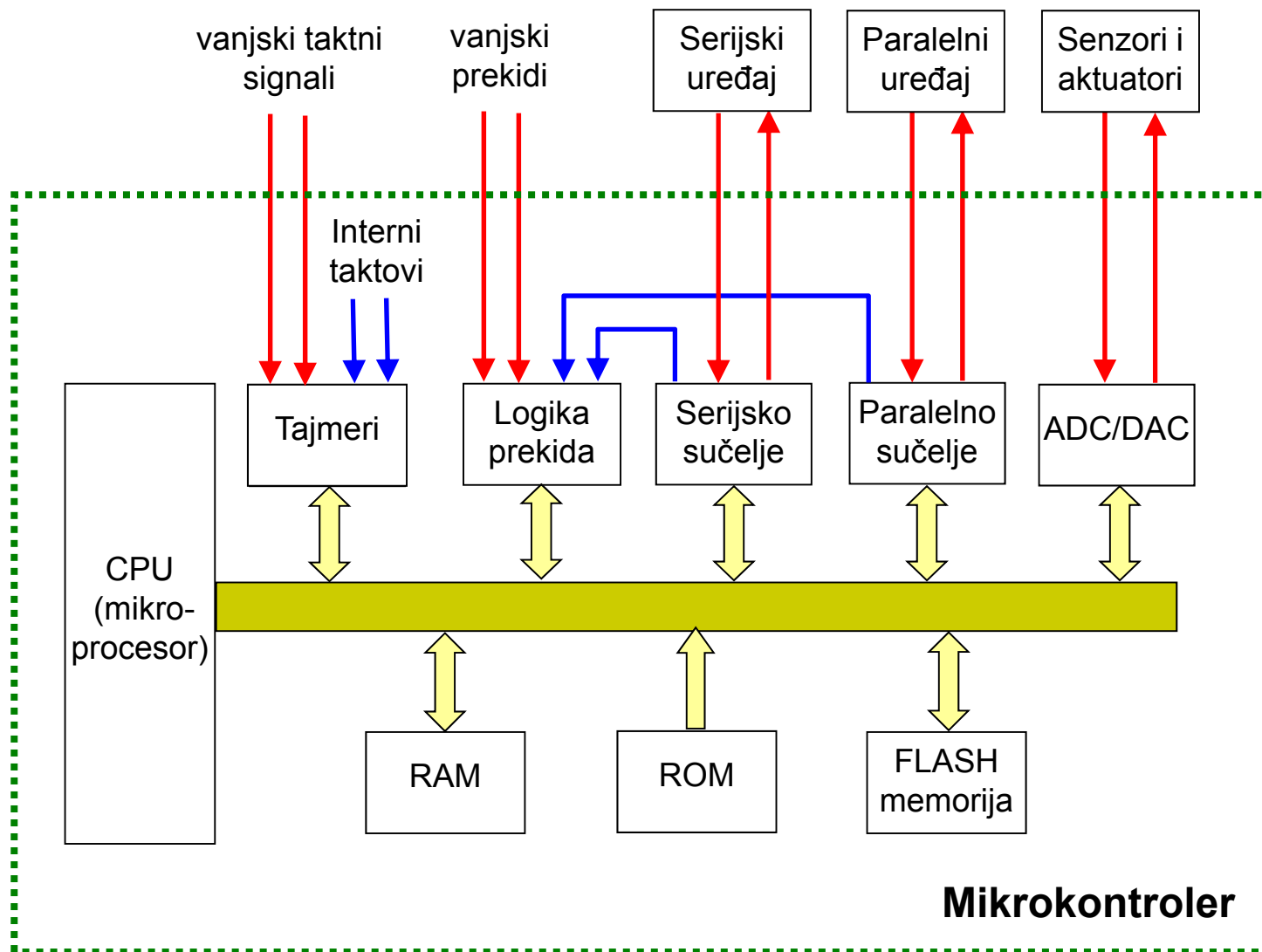
Mikrokontroleri

Blokovski dijagram mikrokontrolera



Mikrokontroleri

Blokovski dijagram mikrokontrolera



Mikrokontroleri

Svojstva mikrokontrolera

- Relativno mali radni takt reda 10MHz.
- Mali broj jednostavnih instrukcija, red veličine oko 100.
- Radna memorija (RAM) reda KB.
- Stalna memorija s programskim kodom u PROM ili EPROM izvedbi.
- Brojači različitih namjena kao sat, brojač impulsa, BCD brojač i drugi.
- Brojač za nadzor ispravnog rada - WDT (Watch Dog Timer).
- Ulazno/Izlazni kanali (port-ovi) za prihvatanje i slanje podataka.
- A/D i D/A pretvornici razlučivosti prema namjeni, uobičajeno 8 bitni.
- Širok raspon napona napajanja.



Mikrokontroleri

Komunikacija

- **Serijska (Industrijski standard RS485)** - sučelje koje nije sadržano u opremi današnjih PC računara, ali je veoma korišten u sistemima za prikupljanje podataka u industriji. Podržava do 32 uređaja na mreži sa maksimalnom dužinom mreže do 1500 m.
- RS485 podržava dvosmjernu (full duplex) i obosmjernu komunikaciju (half duplex) (najčešće obosmjernu).
- Dvosmjerna – postoje dva para žica, jedan par služi za prijenos podataka od mastera prema slave-u, a drugi od slave-a prema masteru.
- Kod obosmjernog prijenosa postoji jedan par žica kroz koji se komunikacija obavlja u oba smjera.



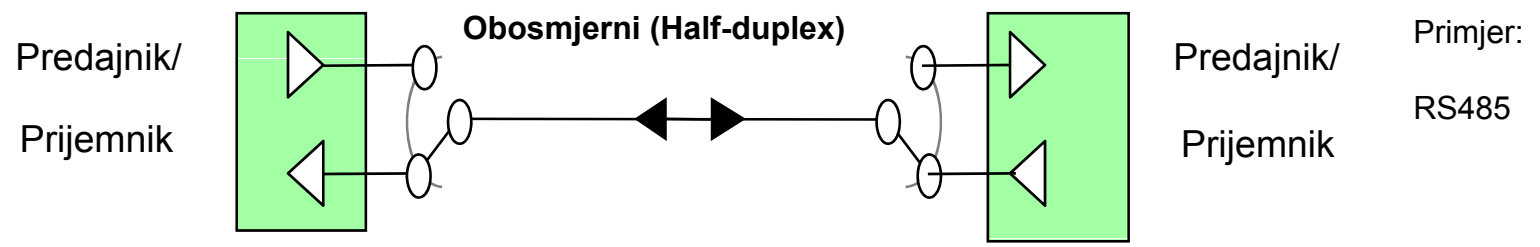
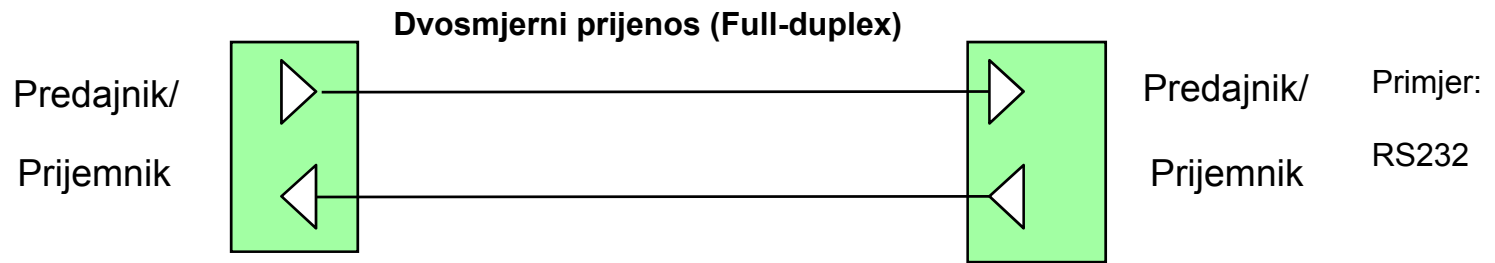
10/64

Mikrokontroleri

Komunikacija



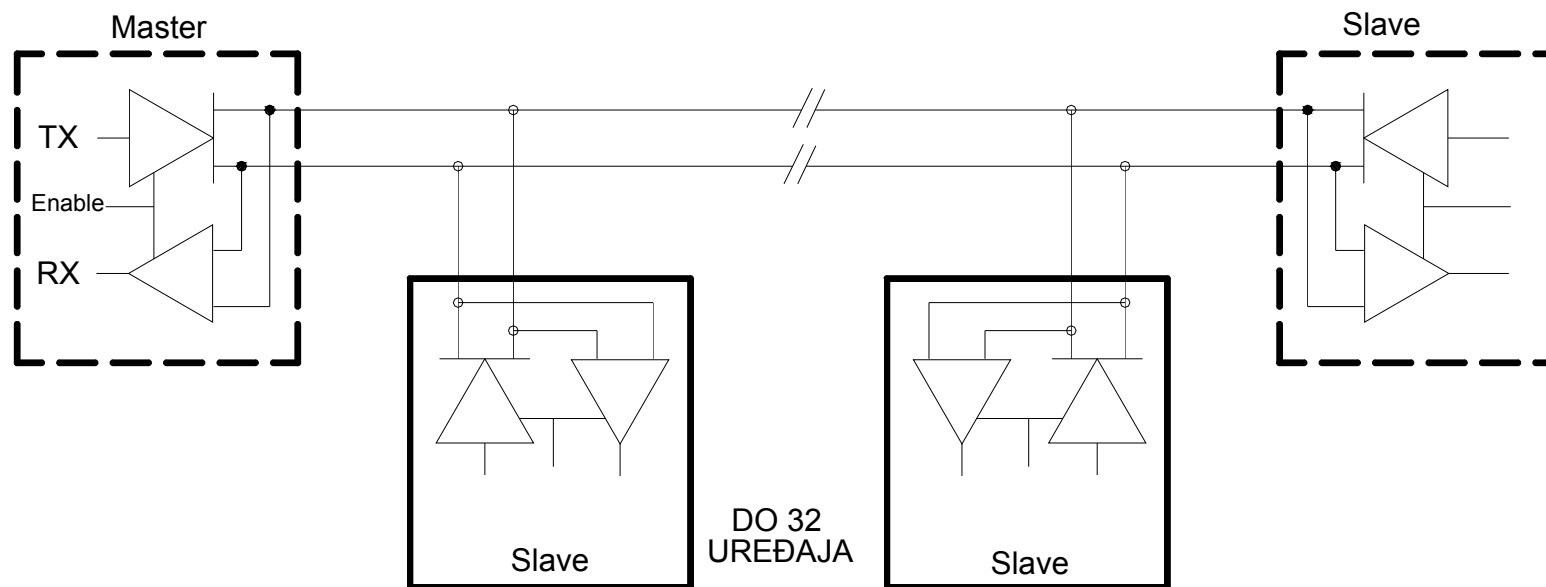
- **Dvosmjerna i obosmjerna komunikacija**



Mikrokontroleri

Komunikacija

- Mikrokontroleri PIC 16F877A mogu se povezivati u obosmjernu RS 485 mrežu u master/slave konfiguraciji.



- Mreža RS485 interfejsa -

Mikrokontroleri

Komunikacija

- **Serijska (CAN sučelje** - predstavlja mrežu kontrolera koja prvenstveno služi za razmenu podataka).
- CAN mreža predstavlja serijsku sabirnicu za efikasnu podršku distribuiranim računarskim sistemima u stvarnom vremenu.
- CAN mreža je difuzijskog tipa tj. u toku prenosa podataka svim čvorovima je omogućen uvid u sadržaj svake poruke (poruka ima identifikator umjesto adrese).
- Kod ovakvog vida komunikacije ne može se poslati poruka samo jednom čvoru, što znači da će svim čvorovima biti ponuđena svaka poruka koja se šalje, a na njima je da li će je prihvatiti.
- Da li će određeni čvor prihvatiti ili odbiti neku poruku zavisi od toga da li mu je potrebna što se definira protokolom prijema poruke, tj. podešavanjem filtera u CAN hardveru.



Mikrokontroleri

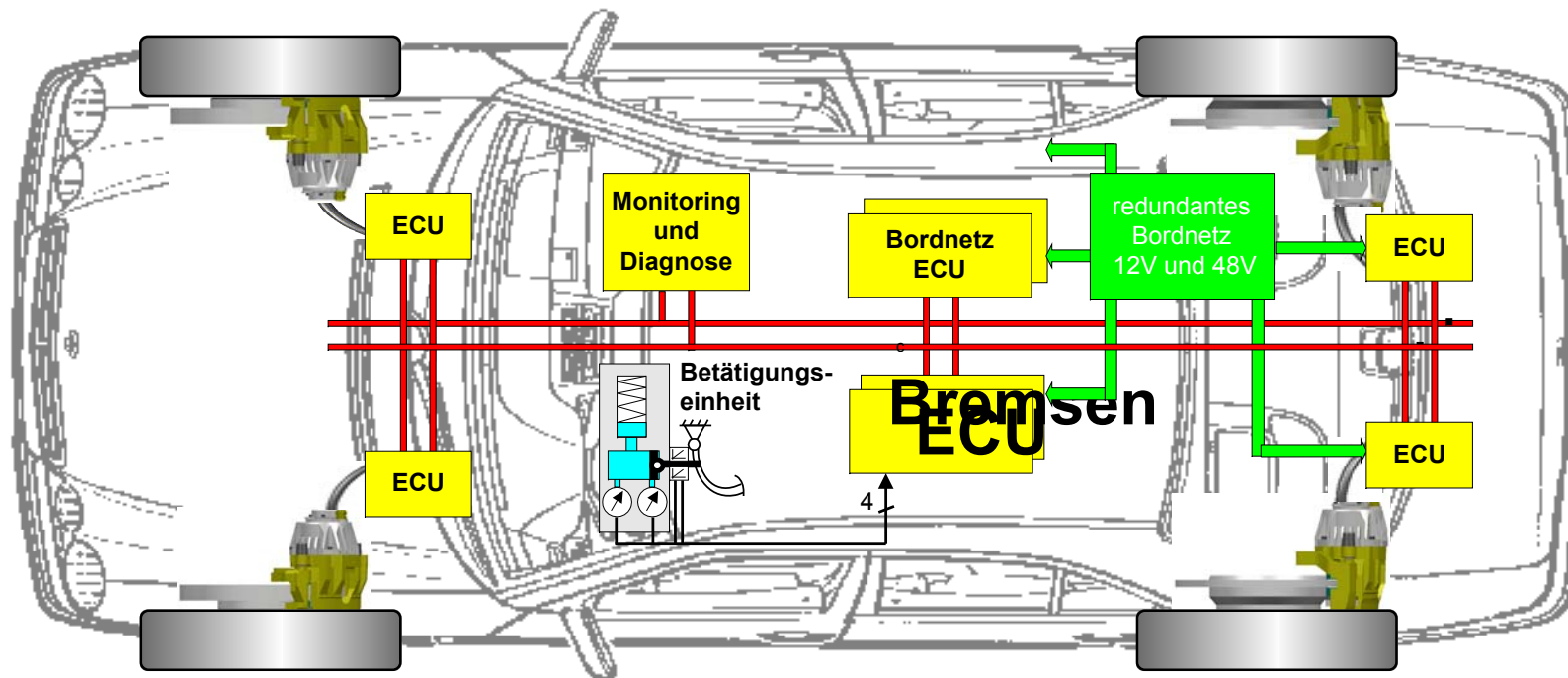
Primjena CAN-a

- **Automobilska industrija**
 - Umrežavanje kontrolera za transmisiju, šasiju i kočenje.
 - Umrežavanje komponenti elektronike šasije i elektronike koja vozilo čini podesnijim.
 - Mobilna komunikacija koja povezuje komponente poput automobilskih radija, automobilske telefonije, navigacijske pomoći itd., na centralnu, korisniku podesivu upravljačku ploču.
- **Industrijska automatizacija.**
- **Ugradbeni računarski sistemi.**
- **CAN je prihvaćen od strane proizvođača medicinske aparature, tekstilnih mašina i upravljanja liftovima.**



Mikrokontroleri

Primjena CAN-a



- 8 čvorova
- 4 elektromehaničke kočnice
- 2 redundantne upravljačke jedinice vozila
- pedal simulator
- na kvarove tolerantna 2-naponska izvora na ploči
- dijagnostički sistem

5.2. Kartica za digitalnu obradu signala

- Izuzetno prilagođene arhitekture za digitalnu obradu signala (npr. filtriranje, brza Fourier-ova transformacija (FFT), ...).
- Svaka instrukcija sadrži po nekoliko unutarnjih operacija što daje veliku brzinu obavljanja operacija.
- Unutarnja staza podataka može podržati paralelnu obradu na svakoj razini.
- Omogućuje obradu signala u realnom vremenu.

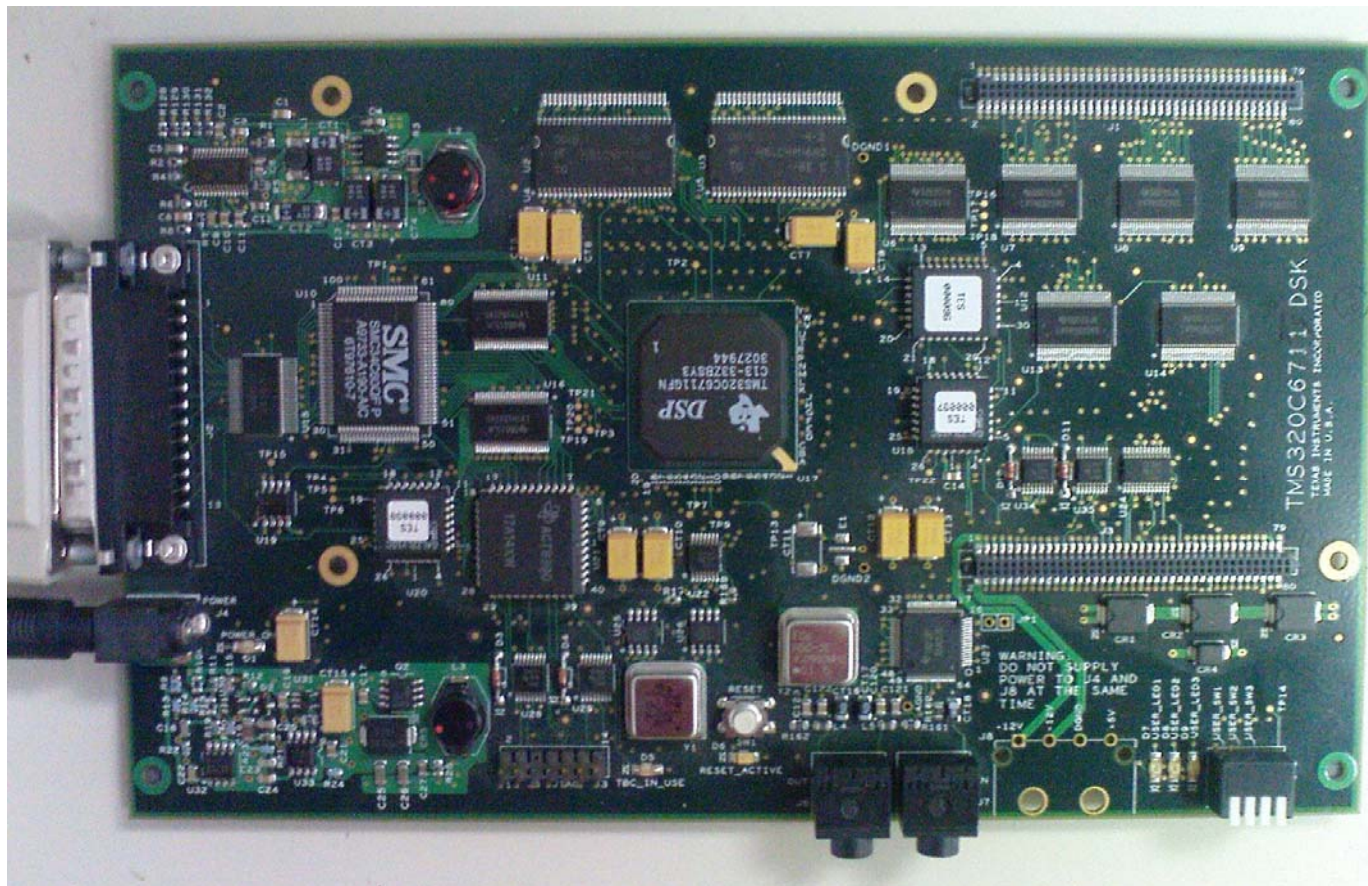


Kartica za digitalnu obradu signala (DSP)

- Texas Instruments DSP C6711



17/64



Kartica za digitalnu obradu signala (DSP)

- **Texas Instruments DSP C6711**
- Karakteristike:
 - radi na 150 MHz-a,
 - obavlja 1200 MIPS-a (Mega Instructions Per Second),
 - 600 MFLOPSa,
 - dvorazinska brza (cash) memorija,
 - koristi paralelni port,
 - posjeduje 16 MB SDRAM-a,
 - 128 MB brze memorije – omogućuje sortiranje programa i rad bez računara,
 - univerzalni izvor napajanja.



Kartica za digitalnu obradu signala (DSP)

- **Texas Instruments DSP C6711**
- Primjene:
 - upravljanje sistemima,
 - bežični LAN,
 - prepoznavanje govora,
 - profesionalna obrada zvuka,
 - umrežene kamere,
 - CAT skener,
 - sigurnosna identifikacija,
 - industrijski skeneri,
 - napredna enkripcija.



Kartica za digitalnu obradu signala (DSP)

Softverska podrška za TI DSP C6711

- **Code Composer Studio**
- Originalno okruženje za razvoj aplikacija za TI DSP C6000 seriju.
- Proširenje za Code Composer Integrated Development Environment.
- Brži i efikasniji razvoj aplikacija za obradu signala
- Povezivanje sa karticom u realnom vremenu.
- Sadrži visokoeffikasni C6000 kompajler i asemblerski optimizator, kao i Code Composer debager.



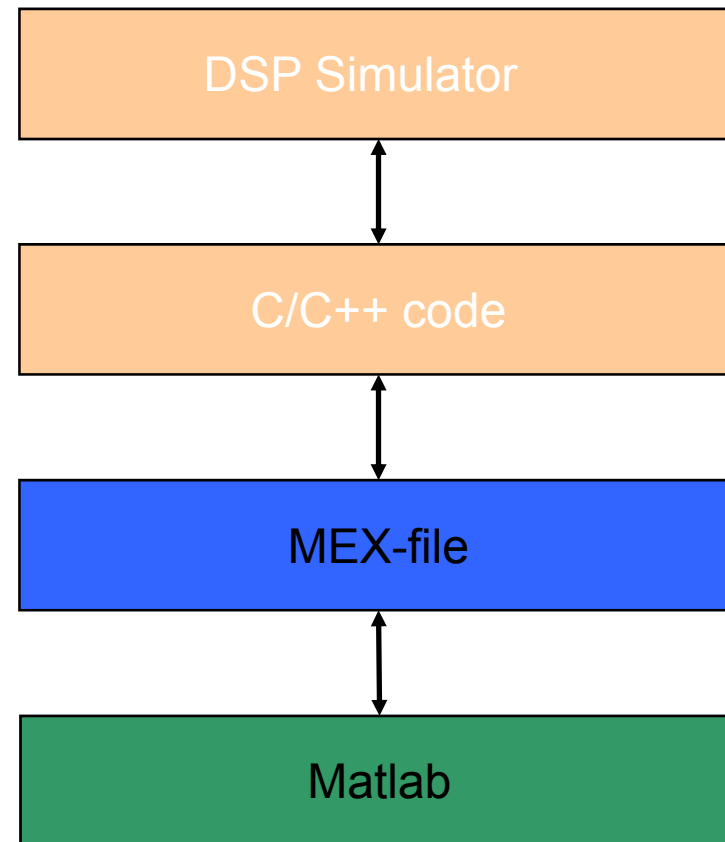
Kartica za digitalnu obradu signala (DSP)



Razvoj i debugiranje C/C++ koda u Matlab program (fiksni korak)

Koristi:

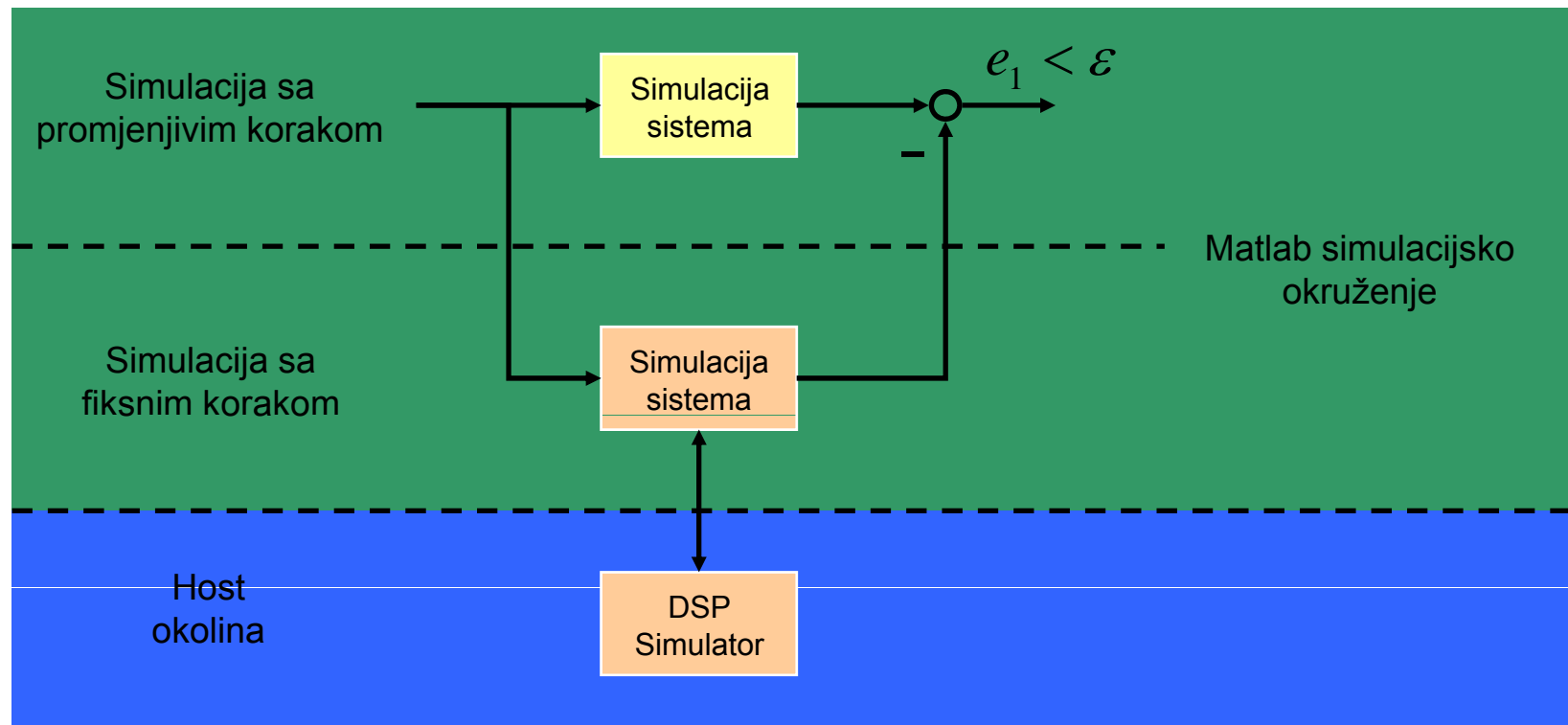
- Ubrzanje razvoja i analize DSP koda.
- Mehanizam za implementaciju vaših IP blokova u efikasan DSP kod.
- Obrada velikog broja podataka.
- Usporedba implementacija algoritama realiziranih sa fiksnim i promjenjivim korakom.
- Omogućuje simulacijsko okruženje za kombiniranje implementacija algoritama sa fiksnim i promjenjivim korakom.
- Napredne grafičke sposobnosti.



Kartica za digitalnu obradu signala (DSP)

DSP simulator + Matlab

- Razvoj simulacija sa fiksnim i promjenjivim korakom u pojedinačnom razvojnom okruženju – Matlab.
- Razvoj i testiranje test C/C++ koda za simulacije sa fiksnim korakom u suradnji sa DSP simulatorom.
- Migracija C/C++ koda direktno u ciljni (target) DSP.

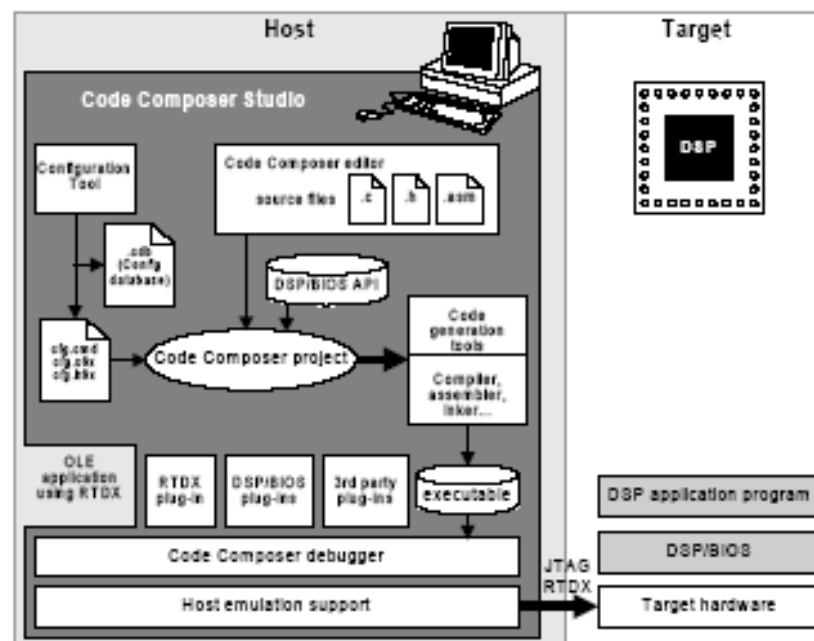


Kartica za digitalnu obradu signala (DSP)



Code Composer Studio

- Komponente
 - TMS320C6000 alat za generiranje koda,
 - Code Composer Integrated Development Environment,
 - DSP/BIOS plug-ins i API,
 - RTDX plug-ins host sučelje i API.



Kartica za digitalnu obradu signala (DSP)

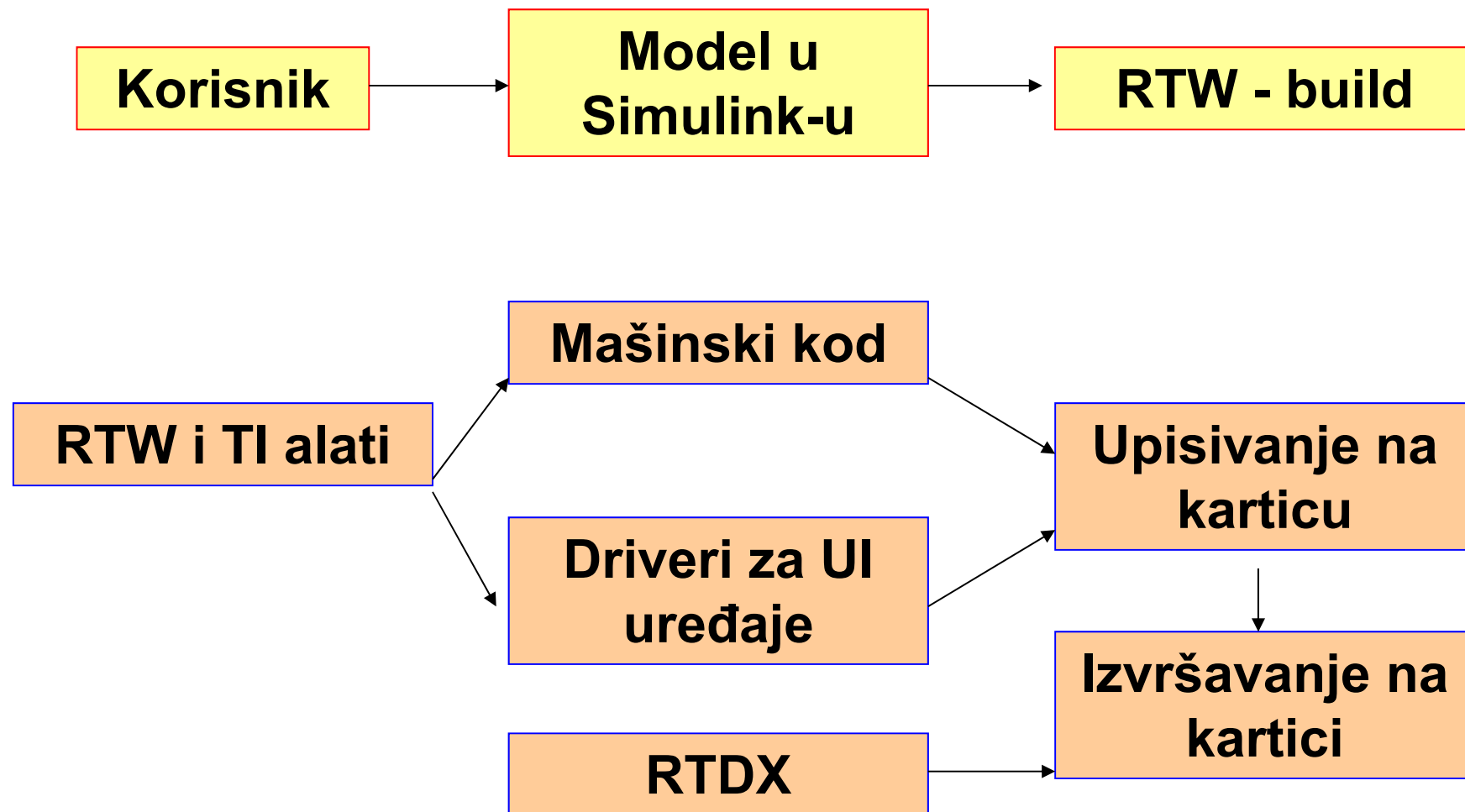
Code Composer Studio

- Osobine
 - korištenje koda napisanog u C programskom jeziku,
 - vidljivost CPU registara i mogućnost njihove modifikacije,
 - real-time debugiranje sa mogućnošću kontrole i kontinuiranog osvježavanja,
 - mogućnost prikazivanja podataka u grafičkom formatu,
 - General Extension Language (GEL) mogućnosti koje omogućavaju korisniku da kreira funkcije koje proširuju korištenje CCS.



Kartica za digitalnu obradu signala (DSP)

Povezivanje Matlaba sa TI DSP C6711



Kartica za digitalnu obradu signala (DSP)

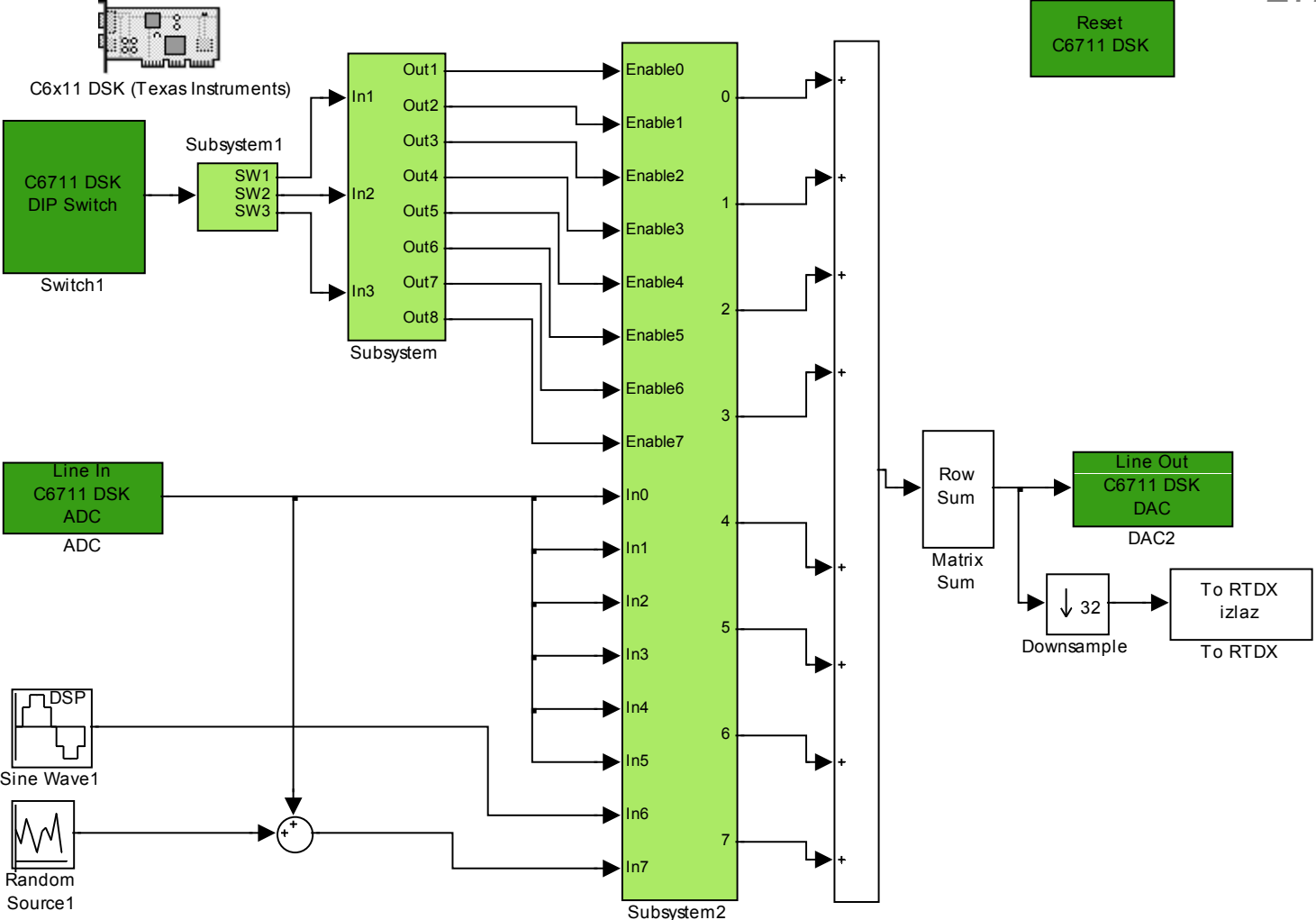
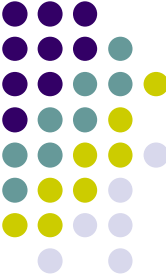
Povezivanje Matlaba sa TI DSP C6711

- Embedded Target za TI C6000 DSP.
- Real-Time Workshop (RTW) u kombinaciji sa TI alatima
 - C kod za kartice
- RTW prevodi Matlab/Simulink model (kod) u C kod.
- RTW Target prilagođava dobiveni C kod u C kod kojeg podržava kartica, uz podršku Code Composer Studija.
- RTDX (real time data exchange) blokovi - specijalni blokovi za podršku specifičnim karticama.



Kartica za digitalnu obradu signala (DSP)

Primjer aplikacije: NP, VP i PP filtri

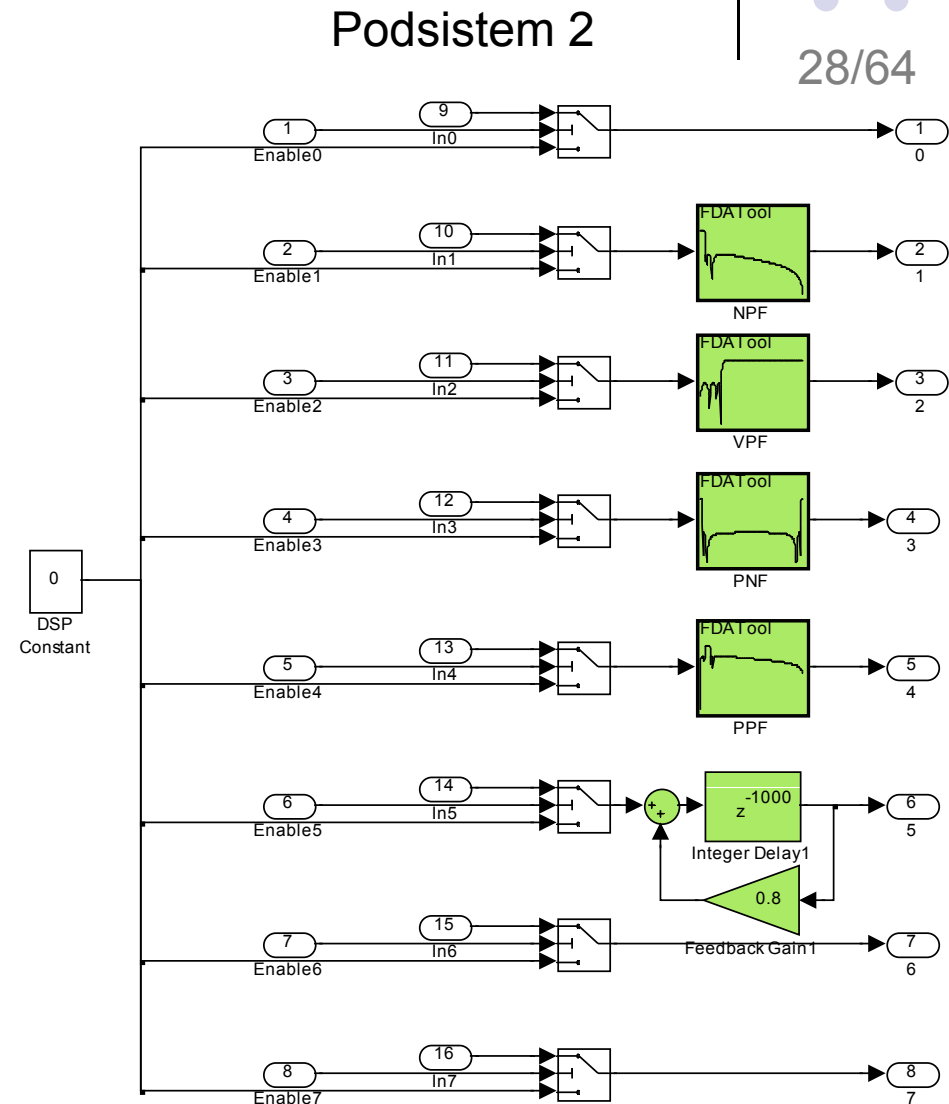
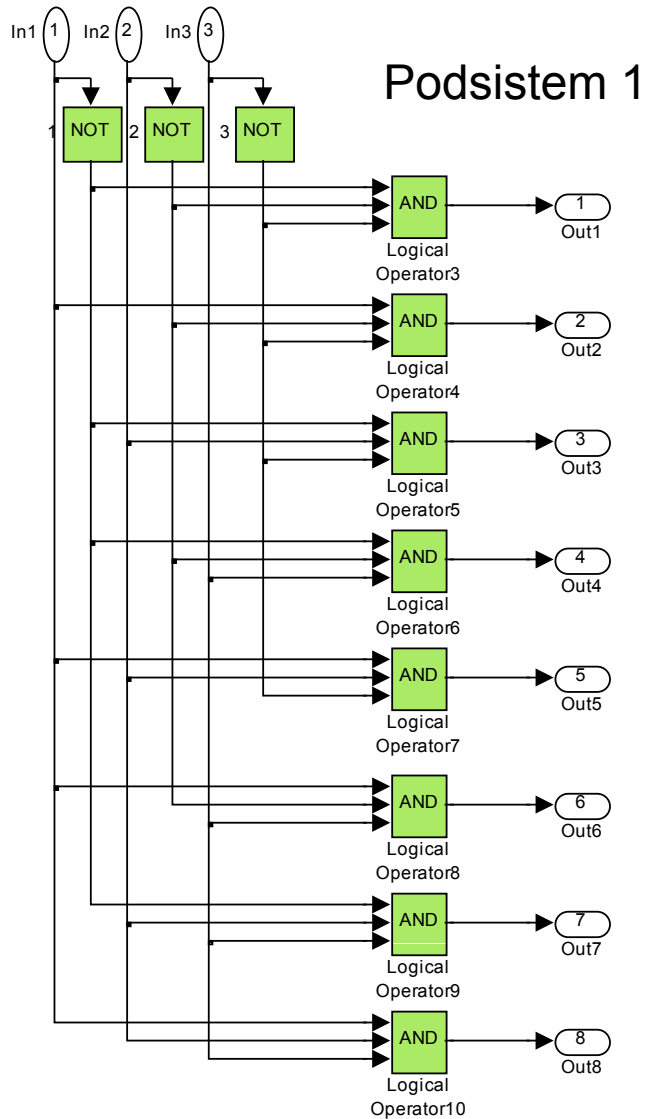


Kartica za digitalnu obradu signala (DSP)

Primjer aplikacije: NP, VP i PP filtri

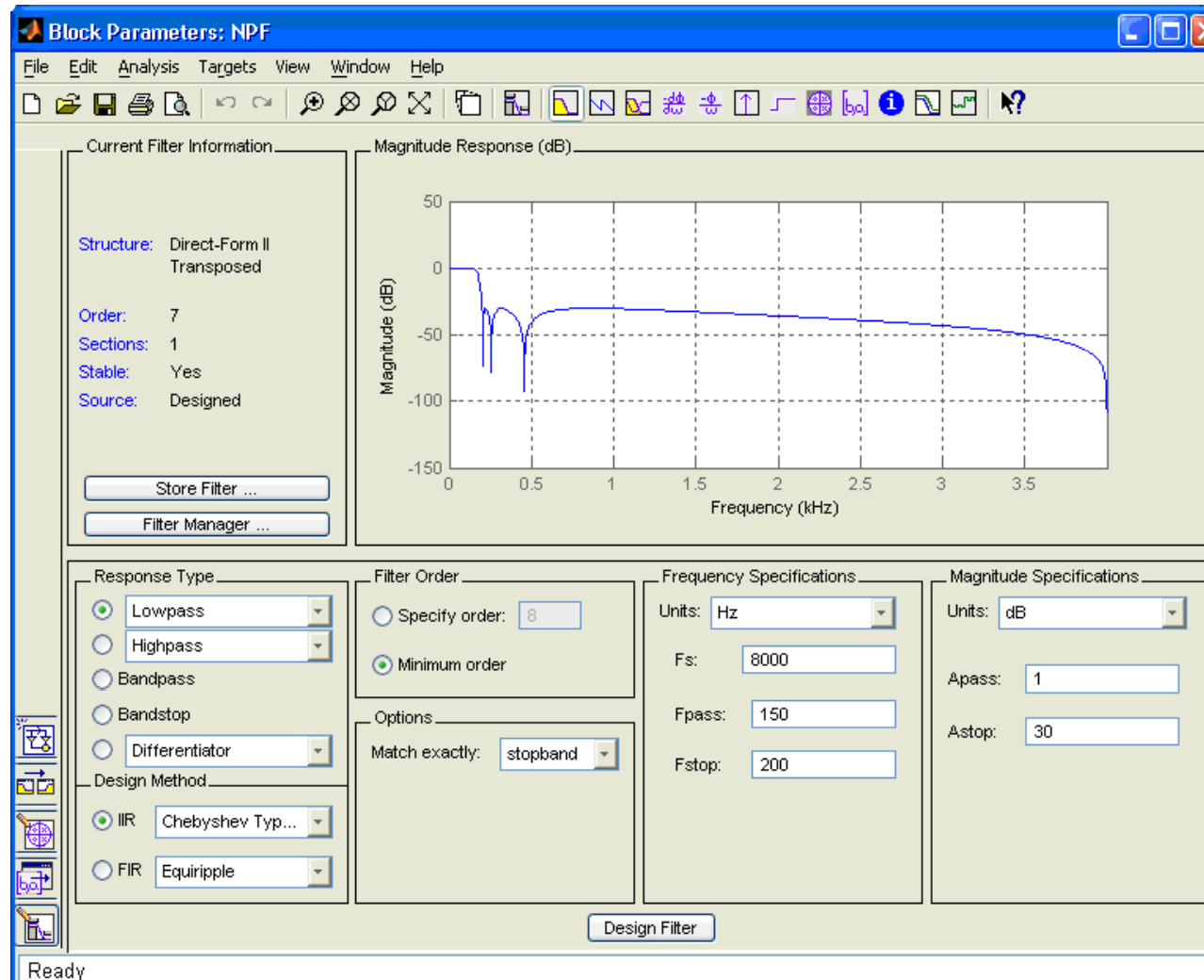


28/64



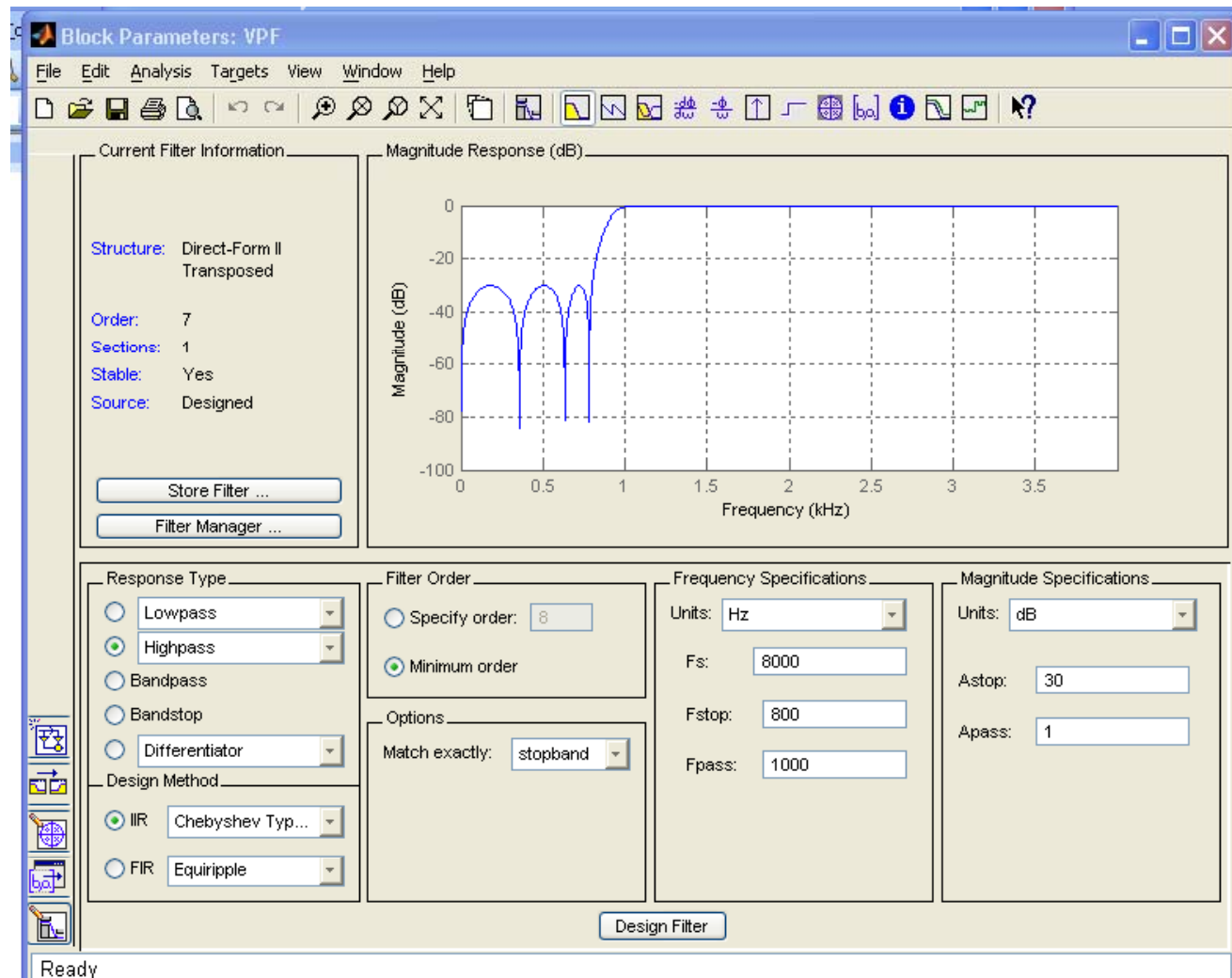
Kartica za digitalnu obradu signala (DSP)

Izlaz niskopropusnog filtra (NPF)



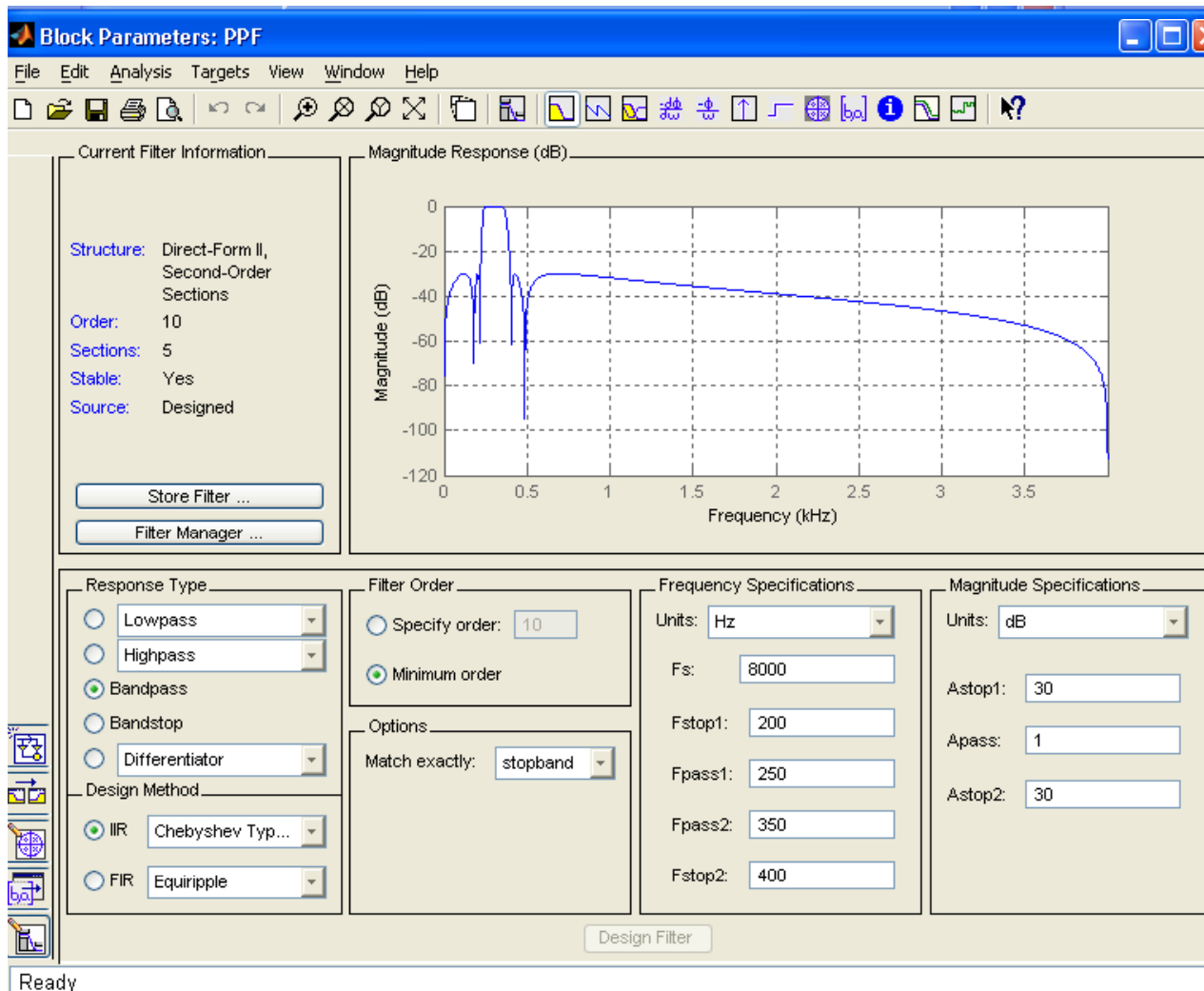
Kartica za digitalnu obradu signala (DSP)

Izlaz visokopropusnog filtra (VPF)



Kartica za digitalnu obradu signala (DSP)

Izlaz pojasnopropusnog filtra (PPF)



Kartica za digitalnu obradu signala (DSP)

Izlaz pojasne baze (PNF)



32/64

Block Parameters: PNF

File Edit Analysis Targets View Window Help

Current Filter Information

Structure: Direct-Form II Transposed

Order: 8

Sections: 1

Stable: Yes

Source: Designed

Store Filter ...

Filter Manager ...

Magnitude Response (dB)

Magnitude (dB)

Frequency (kHz)

Response Type

Lowpass

Highpass

Bandpass

Bandstop

Differentiator

Design Method

IIR Chebyshev Typ...

FIR Equiripple

Filter Order

Specify order: 8

Minimum order

Options

Match exactly: stopband

Frequency Specifications

Units: Hz

Fs: 8000

Fpass1: 50

Fstop1: 100

Fstop2: 3900

Fpass2: 3950

Magnitude Specifications

Units: dB

Apass1: 1

Astop: 30

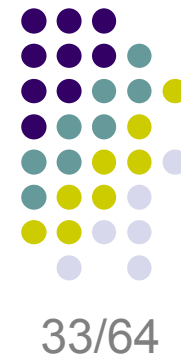
Apass2: 1

Design Filter

Ready

5.3. Programirajući logički kontroleri (PLC)

- Prve programirajive logičke kontrolere (PLC) razvili su inženjeri General Motors-a 1968. godine, kada su pokušali pronaći alternativnu zamjenu za složene relejne kontrolne sisteme.
- Novi kontrolni sistem morao je zadovoljiti sljedeće zahtjeve:
 - **Jednostavno programiranje.**
 - **Programske izmjene bez sistemskih intervencija (bez mijenjanja ožičenja).**
 - **Manje, jeftinije i pouzdanije komponente od relejnih kontrolnih sistema.**
 - **Jednostavno i jeftino održavanje.**
- Postupnim razvojem došlo se do sistema koji je omogućio jednostavnije povezivanje binarnih signala upotrebom kontrolnog programa.
- S novim sistemima bilo je po prvi put moguće iscrtati signale na ekranu, te ih pohraniti u vidu datoteke u elektronsku memoriju.



Programirajući logički kontroleri (PLC)

Definicija PLC-a

Prema DIN EN61131-1 (1994.) programirajući logički kontroler je digitalni elektronički sistem, koji se koristi u industrijskoj sredini s programirljivom memorijom za internu pohranu s ciljem primjene orijentiranih upravljačkih naredbi kod implementiranja specifičnih funkcija kao što su npr. logičko upravljanje, slijedno upravljanje, funkcije odbrojanja, funkcije brojanja i aritmetičke funkcije. Osnovna namjena PLC-a je upravljanje, putem digitalnih ili analognih ulaznih i izlaznih signala, različitim vrstama strojeva ili procesa.



34/64



Programirljivi logički kontroleri (PLC)

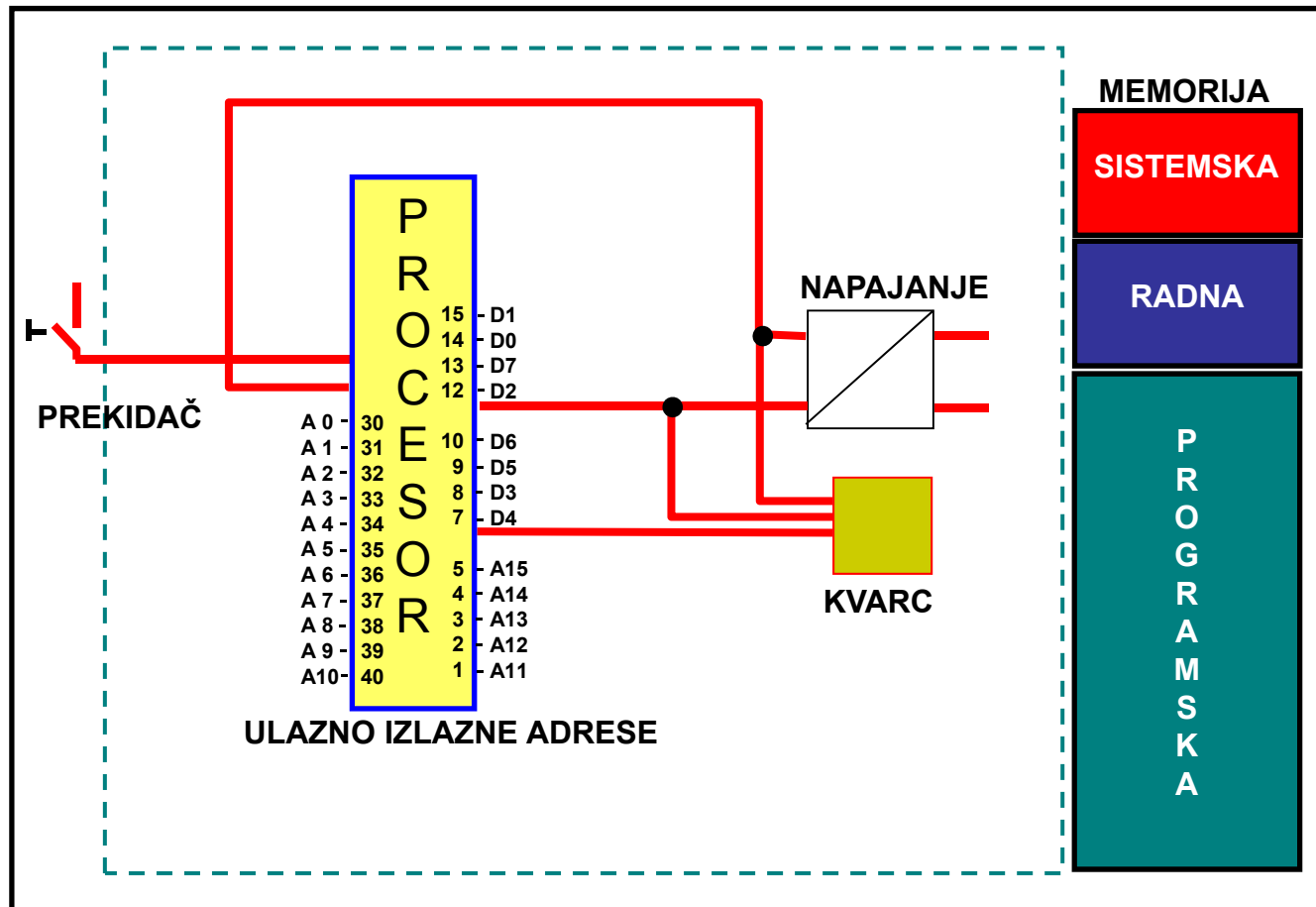
Arhitektura PLC-a

- **Mikroprocesor** s dodatnim električkim sklopovima.
- **Sklop za opskrbu električnom energijom procesora (napajanje)** koji pretvara upravljački istosmjerni napon od 24V u takozvani logički napon (5V).
- **Kvarcni oscilator** za davanje takta procesoru.
- **Prekidač** za uključivanje i isključivanje rada procesora.
- **Memorija** (sistemska, radna, programska).
- Preko sabirničkog priključka spaja se centralna jedinica (mikroprocesor) s ulazno - izlaznim elementima (modulima - karticama).



Programirajući logički kontroleri (PLC)

Arhitektura PLC-a



Programirajući logički kontroleri (PLC)

Funkcije PLC-a

- Glavni cilj PLC-a je povezivanje ulaznih signala prema zadanom programu. Ukoliko je rezultat "true" (istina), preklapa ga na odgovarajući izlaz.
- Boole-ova algebra predočuje matematičku osnovu ovih operacija, a prepoznaje samo dva određena stanja jedne varijable: "0" i "1". Prema tome, izlaz može poprimiti samo ova dva stanja. Naprimjer, povezani motor može biti upravlján putem stanja "on" ili "off" (uključeno/isključeno).
- Funkcija **ulaznog modula** je pretvaranje ulaznih signala u signale koji se mogu obraditi PLC-om i njihovo daljnje prosljeđivanje do centralne upravljačke jedinice. Povrat se obavlja **izlaznim modulom**. On pretvara PLC signal u signale koji su podesni za aktuatore.
- Aktualna obrada signala obavlja se u centralnoj upravljačkoj jedinici u skladu s programom koji je pohranjen u memoriji.



Programirljivi logički kontroleri (PLC)



- **Ulazni modul** treba osigurati:
 - priključke na koje se priključuju senzori,
 - prilagodbu napona,
 - zaštitu centralne jedinice od napona,
 - zaštitu centralne jedinice od smetnji,
 - sigurno razlikovanje signala 1/0.
- **Izlazni modul** također posreduje između centralne jedinice i automata. Njegove zadaće su :
 - povezivanje s izvršnim elementima,
 - prilagodba napona,
 - zaštita centralne jedinice,
 - pojačanje snage,
 - zaštita od kratkog spoja.

Programirajući logički kontroleri (PLC)

Karakteristike PLC-a

- Omogućuje direktan priključak binarnih senzora i aktuatora.
- Odgovara zahtjevima industrijskog okruženja u odnosu na otpornost na povišenu temperaturu, vibracije i elektromagnetska zračenja.
- Operacijski sistem je razvijen za optimalnu obradu Booleove logike.
- Operacijski sistem potpomognut programskim i dijagnostičkim alatima dopušta direktan pristup na binarne ulaze i izlaze kao i na interne binarne i digitalne memorije (flag, registre, brojače, tajmere)
- Operacijski sistem omogućuje komunikaciju sa uređajem za programiranje-računarom.



Programirajući logički kontroleri (PLC)

PLC standard: IEC 61131 standard



- Glavni dijelovi ovog standarda su:
- IEC 61131-1 Pregled,
- IEC 61131-2 Zahtjevi i testne procedure,
- IEC 61131-3 Tipovi podataka i programiranje,
- IEC 61131-4 Korisničke upute i direktive,
- IEC 61131-5 Komunikacije,
- IEC 61131-7 Neizrazito (fuzzy) upravljanje.

Programirajući logički kontroleri (PLC)

Programiranje PLC-a

- Programski jezici za programiranje PLC-ova (IEC 61131-3 standard):
 - **Ljestvičasti dijagram** (Ladder Diagram, LD), najviše se koriste u Americi.
 - **Funkcionalni blok dijagram** (FBD).
 - **Instrukcijska lista** (IL).
 - **Strukturirani tekst** (ST).
 - **Sekvencijalni funkcijski grafikon** (SFC).

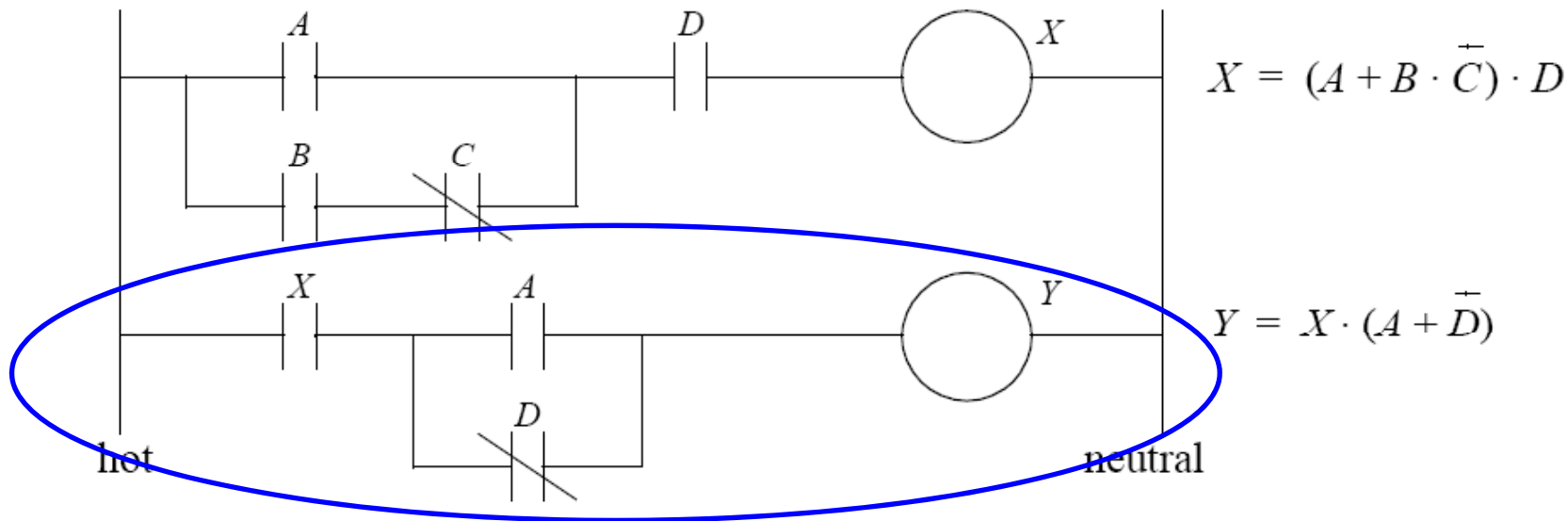


Programirajući logički kontroleri (PLC)

Ljestvičasti (ladder) dijagram



42/64



Osnovni entitet programa je mreža.

Mreža se sastoji od simbola koji predstavljaju instrukcije i upravljačke komande.

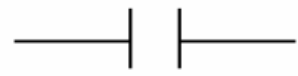
Program se izvodi na sljedeći način:

1. Odozgo prema dole, mreža po mreža.
2. Odozgo prema dolje u mreži.
3. Slijeva na desno u mreži.

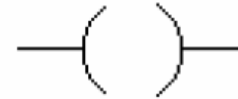
Programirajući logički kontroleri (PLC)

Ljestvičasti (ladder) dijagram

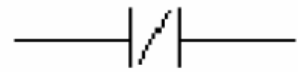
Osnovni simboli i operacije u ljestvičastom dijagramu



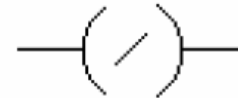
radni kontakt



izlazni "svitak"



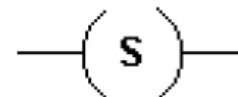
mirni kontakt



invertirani izlazni "svitak"



uzlazni brid



SET



silazni brid



RESET

Programirajući logički kontroleri (PLC)

Ljestvičasti (ladder) dijagram

Ostale operacije u ljestvičastom dijagramu

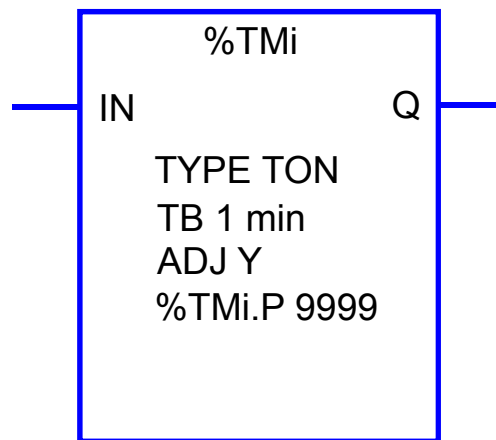
- aritmetičke operacije – zbrajanje, oduzimanje, množenje, ...
- operacije pridjeljivanja i konverzije – byte u word, word u double, ...
- operacije usporedbe – >, <, =, ...
- operacije pomaka – u lijevo, u desno,
- operacije tijeka programa – subrutine, skokovi, prekidi, ...
- operacije i funkcije definirane od strane korisnika



Programirajući logički kontroleri (PLC)

Ljestvičasti (ladder) dijagram

Timer (TwidoSoft)



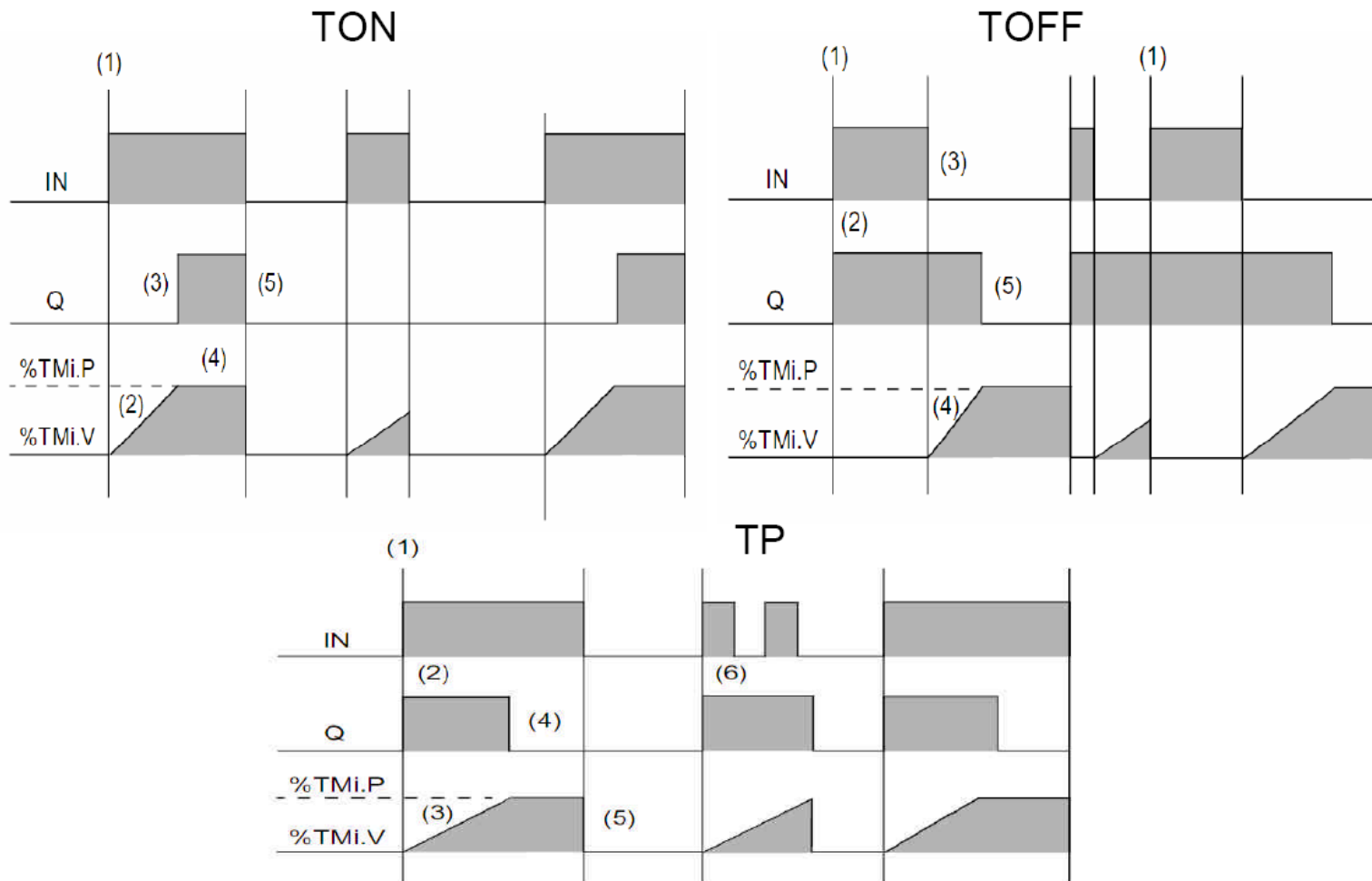
- Vremenski releji.
- Načini rada:
 - TON – zakašnjeli uklop,
 - TOF – zakašnjeli isklop,
 - TP (treptajući).
- Vremenske baze 1 ms, 10 ms, 100 ms i 1 min.
- **%TM** – oznaka vremenskog bloka.
- **n** – broj vremenskog bloka
64 (n=0 do 63) za 10 i 16 I/O Twido,
128 (n=0 do 127) za ostale.
- %TMn.P prepodešena vrijednost,
- %TMn.V trenutna vrijednost,
- %TMn.Q stanje izlaznog kontakta.



Programirajući logički kontroleri (PLC)

Ljestvičasti (ladder) dijagram

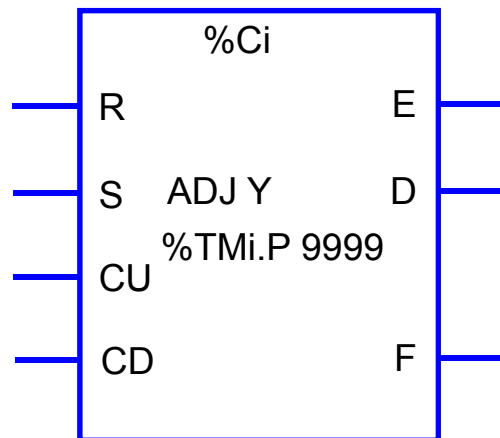
Timer – načini rada



Programirajući logički kontroleri (PLC)

Ljestvičasti (ladder) dijagram

Counter (brojač) (TwidoSoft)



- 16 brojača,
- funkcije brojanja gore i dolje,
- %C – oznaka brojača,
- n – broj brojača.

▪ Ulazi:

- %Cn.R poništavanje brojača,
- %Cn.S podešavanje na predpodešenu vrijednost,
- %Cn.CU brojanje gore (UP),
- %Cn.CD brojanje dole (DOWN).

▪ Izlazi:

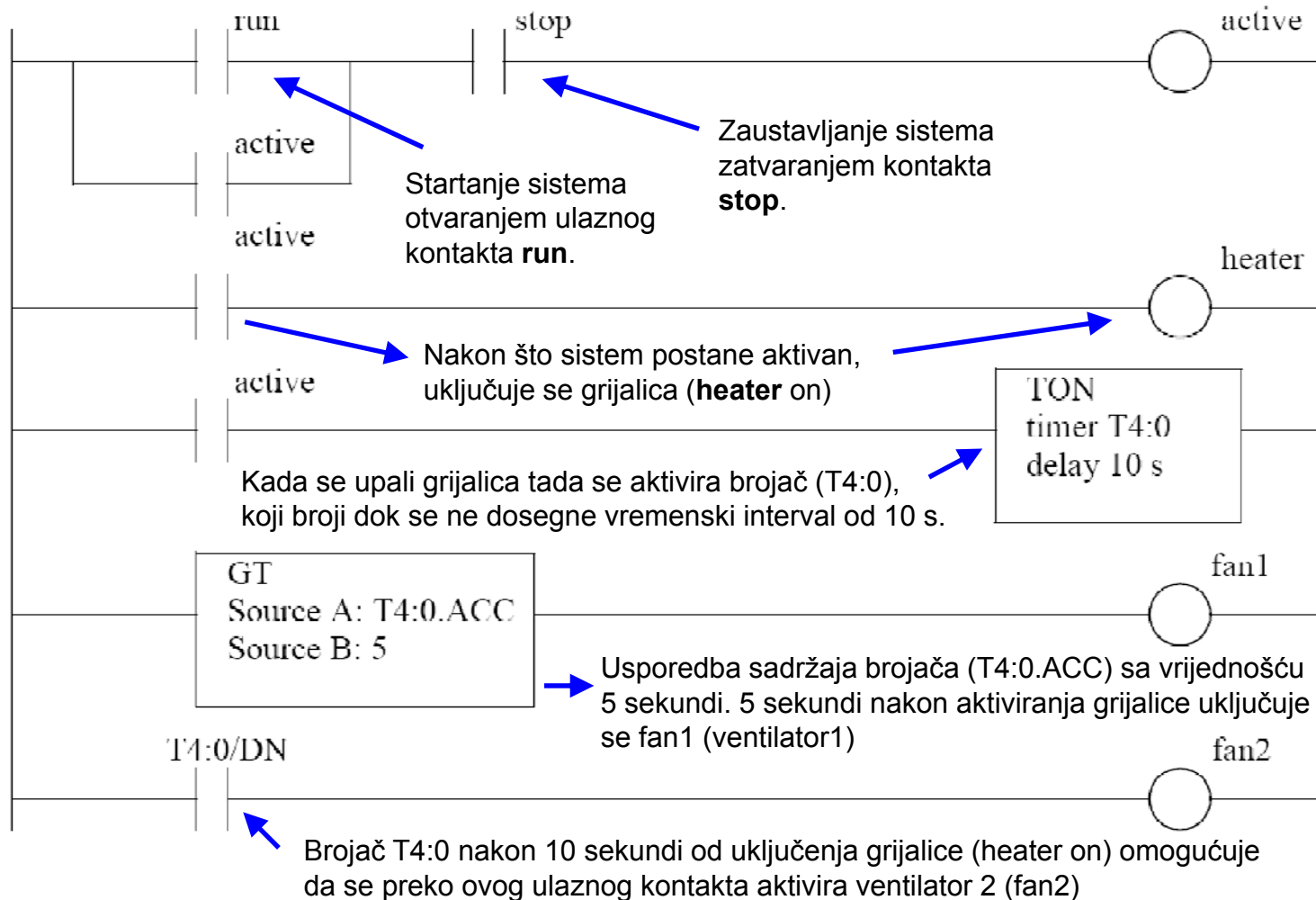
- %Cn.E underflow (promjena %Cn.V iz 0 u 9999),
- %Cn.D dosegnuta predpodešena vrijednost, %Cn.V=%Cn.P,
- %Cn.F overflow (promjena %Cn.V iz 9999 u 0).
- %Cn.P predpodešena vrijednost
- %Cn.V trenutna vrijednost brojača.



Programirajući logički kontroleri (PLC)

Ljestvičasti (ladder) dijagram

Složeniji sistem koji uključuje memorijski element i vremenski brojač.



Programirljivi logički kontroleri (PLC)

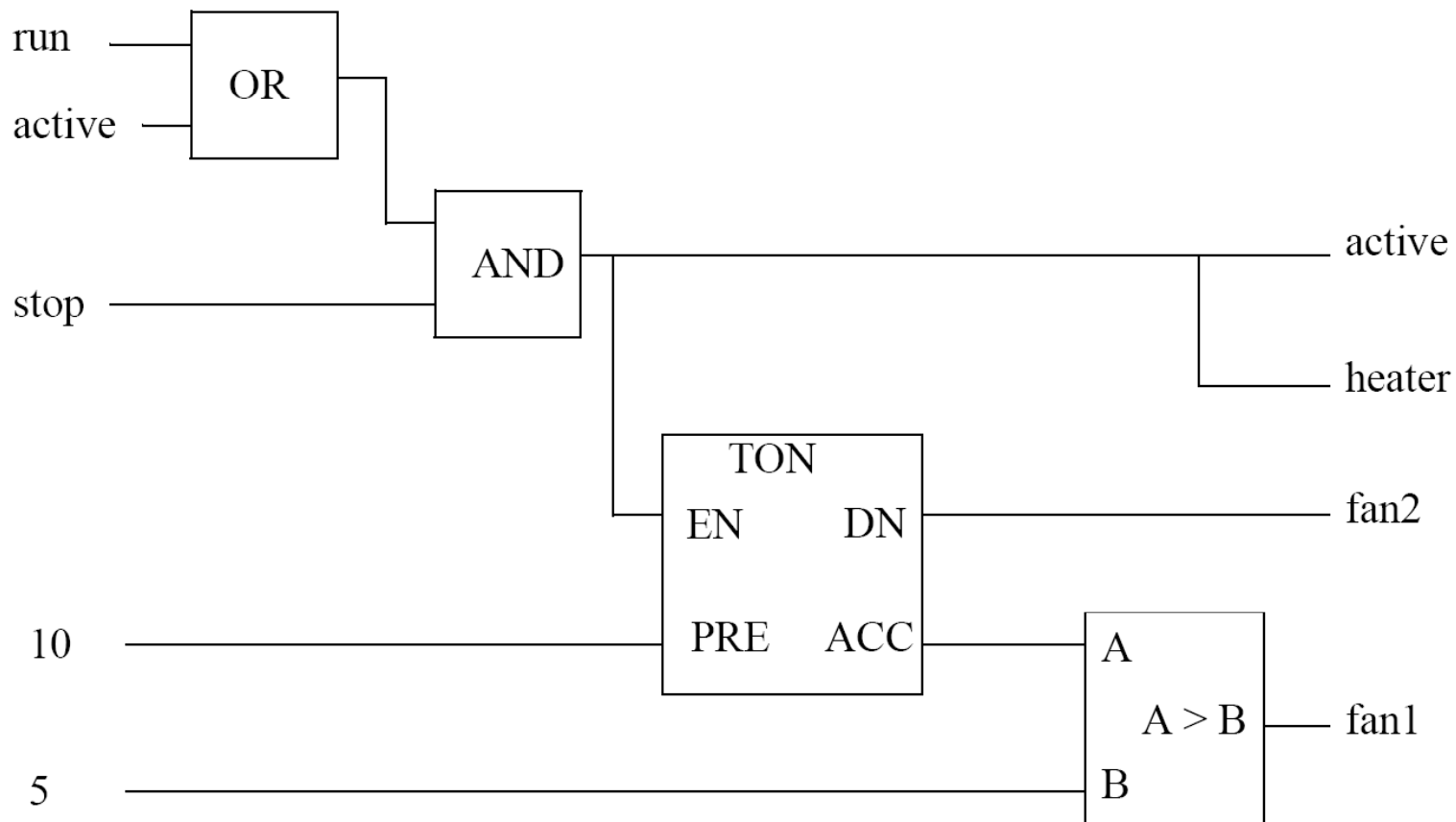
Strukturirani tekst

```
PROGRAM example
VAR_INPUT
    run : BOOL ;
    stop : BOOL ;
END_VAR
VAR_OUTPUT
    heater : BOOL ;
    fan1 : BOOL ;
    fan2 : BOOL ;
END_VAR
VAR
    active : BOOL ;
    delay : TON ;
END_VAR
    active := (run OR active) & stop ;
    heater := active ;
    delay(EN := active, PRE := 10) ;
    IF ( delay.ACC > 5 ) THEN
        fan1 := 1 ;
    ELSE
        fan1 := 0 ;
    END_IF ;
    fan2 := delay.DN ;
END_PROGRAM
```



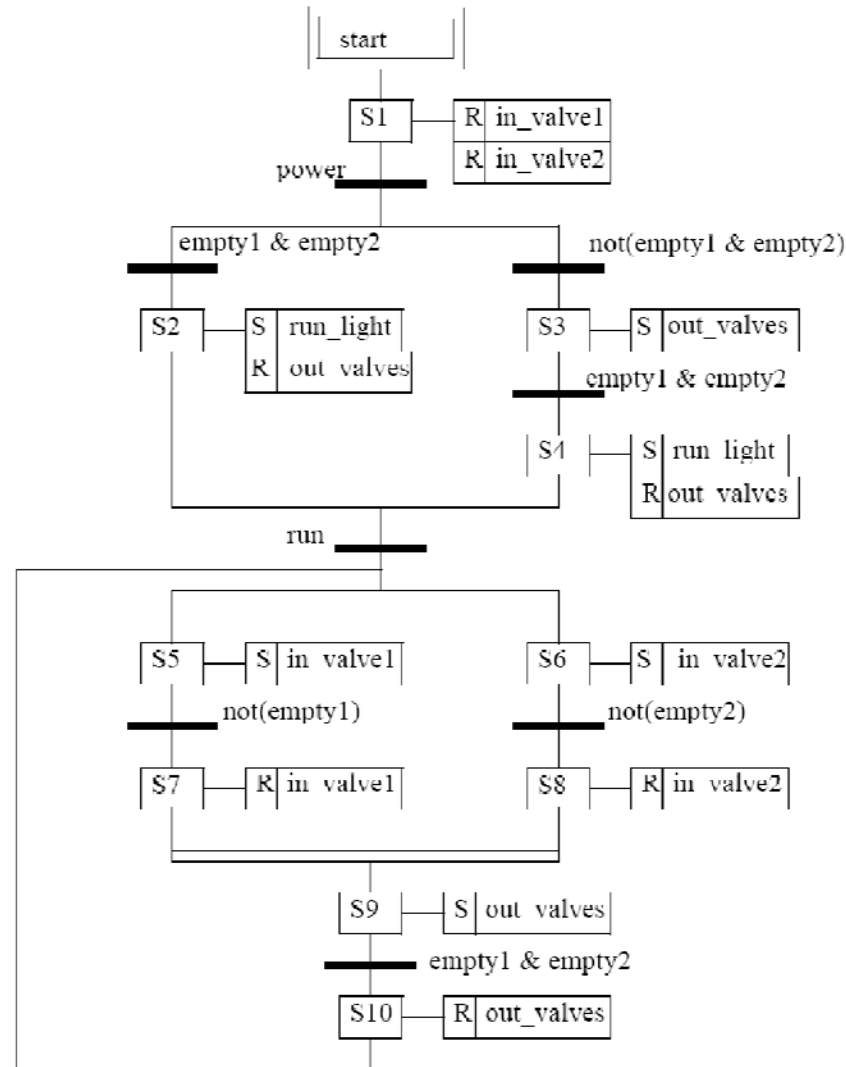
Programirjivi logički kontroleri (PLC)

Funkcionalni blok dijagram



Programirjivi logički kontroleri (PLC)

Sekvencijalni funkcijski grafikoni



Programirljivi logički kontroleri (PLC)

Zahtjevi na PLC-ove

- Zahtjevi koji se postavljaju na PLC-ove sve više rastu, uz njihovu sve rašireniju upotrebu koja je praćena razvojem automatizacije.
- Npr. vizualizacija, predstavljanje statusa stroja, na način izvršavanja upravljačkog programa putem displeja ili monitora.
- Također kontroliranje, sposobnost intervencije u upravljačkim procesima ili alternativno, nemogućnost (sprječavanje) provedbe takvih intervencija od strane neautoriziranih osoba.
- Postalo je neophodno međupovezivanje i harmoniziranje zasebnih sistema upravljanih pomoću PLC-a.



Programirajući logički kontroleri (PLC)

Zahtjevi na PLC-ove

- Mreža nekoliko PLC-a kao i veza PLC-a i glavnog računara odvija se putem komunikacijskih sučelja. Da bi se ovo sprovelo u djelo, mnogi od najnovijih PLC-a su kompatibilni sa otvorenim, standardiziranim sabirničkim sistemom, (Profibus) DIN 19245.
- PLC-ovi koji se trenutno nude na tržištu su podešeni prema zahtjevima kupaca te je moguće naručiti odgovarajući PLC za bilo koju zamislivu primjenu. Tako, naprimjer, na raspolaganju su sada minijaturni PLC-ovi s minimalnim brojem ulaza/izlaza s početnom cijenom od nekoliko stotina eura. Na raspolaganju su također veći PLC-ovi sa 28 ili 256 ulaza/izlaza.
- Mnogi PLC-ovi se mogu proširiti u smislu dodatnih ulazno /izlaznih, analognih, pozicioniranih i komunikacijskih modula. Nadalje, PLC-ovi su u mogućnosti da obrađuju nekoliko programa istodobno (simultano). Konačno, PLC-ovi se spajaju s drugim automacijskim komponentama, pa se kreiraju šira područja primjene.



Programirljivi logički kontroleri (PLC)

Izvedbe PLC-ova

- Ovisno o tome kako je centralna upravljačka jedinica povezana na ulazne i izlazne module, mogu se razlikovati:
 - **Kompaktni PLC-ovi** (ulazni modul, centralna upravljačka jedinica i izlazni modul u jednom kućištu)
 - **Modularni (proširivi) PLC-ovi.**



Kompaktni



Modularni



Programirajući logički kontroleri (PLC)

Izvedbe PLC-ova

- Modularni PLC-ovi se mogu zasebno konfigurirati. Moduli koji se traže za praktičnu primjenu neovisno od digitalnih ulazno/izlaznih modula koji mogu npr. uključiti analogne, pozicionirane i komunikacijske module - se ulažu u stalke kućišta, gdje se individualni moduli povezuju putem sabirničkog sistema. Ovaj način oblikovanja je poznat kao serijska tehnologija.
- Postoji širok spektar varijanti, posebno u slučaju posljednjih PLC-ova. Oni uključuju i modularne i kompakt osobine i značajna svojstva poput štednje prostora, fleksibilnosti i mogućnosti proširenja.
- Kartični format PLC-a je posebna vrsta modularnog PLC-a, razvijenog tokom posljednjih nekoliko godina. Ova vrsta, bilo pojedinačni ili u vidu tiskanih pločica modulskog sklopa, nalazi se u standardiziranim kućištima



Programirajući logički kontroleri (PLC)

Izvedbe PLC-ova

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

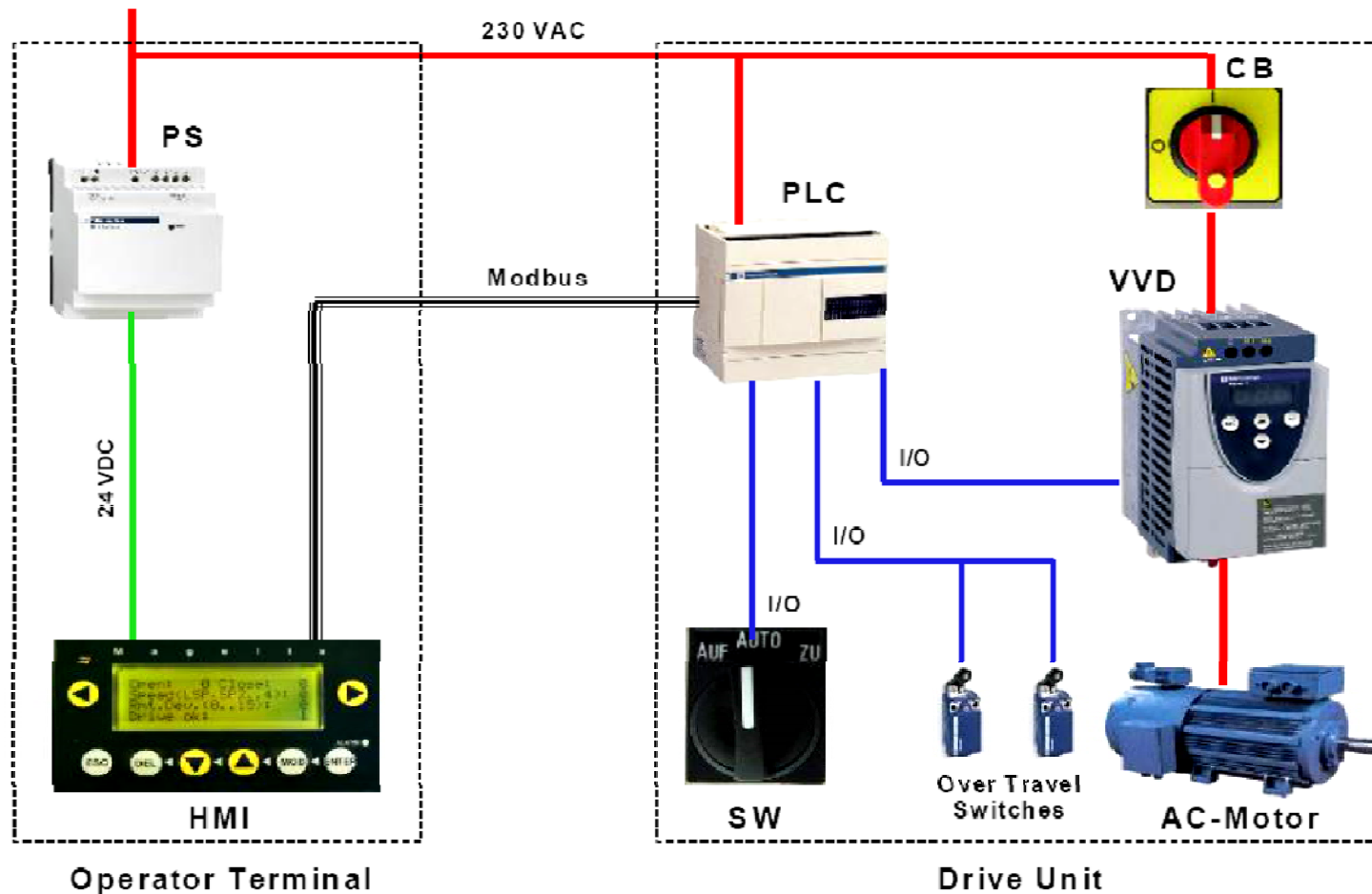


Programirajući logički kontroleri (PLC)

Primjeri aplikacija – upravljanje asinhronim motorom



57/64

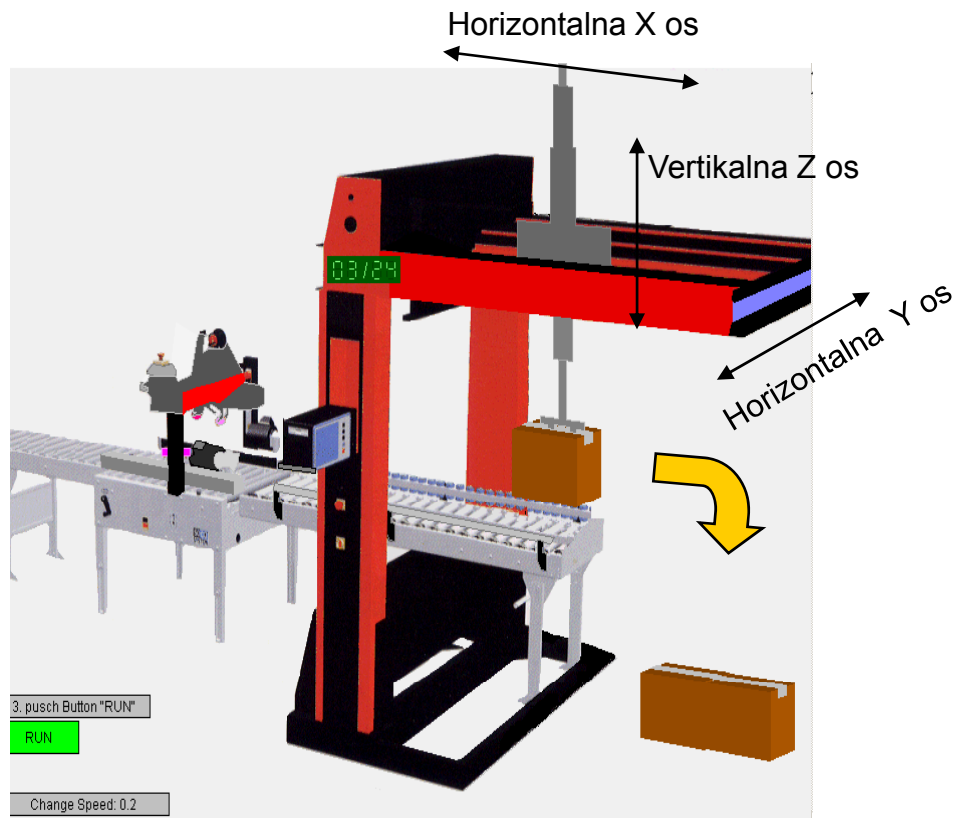


Programirjivi logički kontroleri (PLC)

Primjeri aplikacija – rukovanje materijalima



58/64

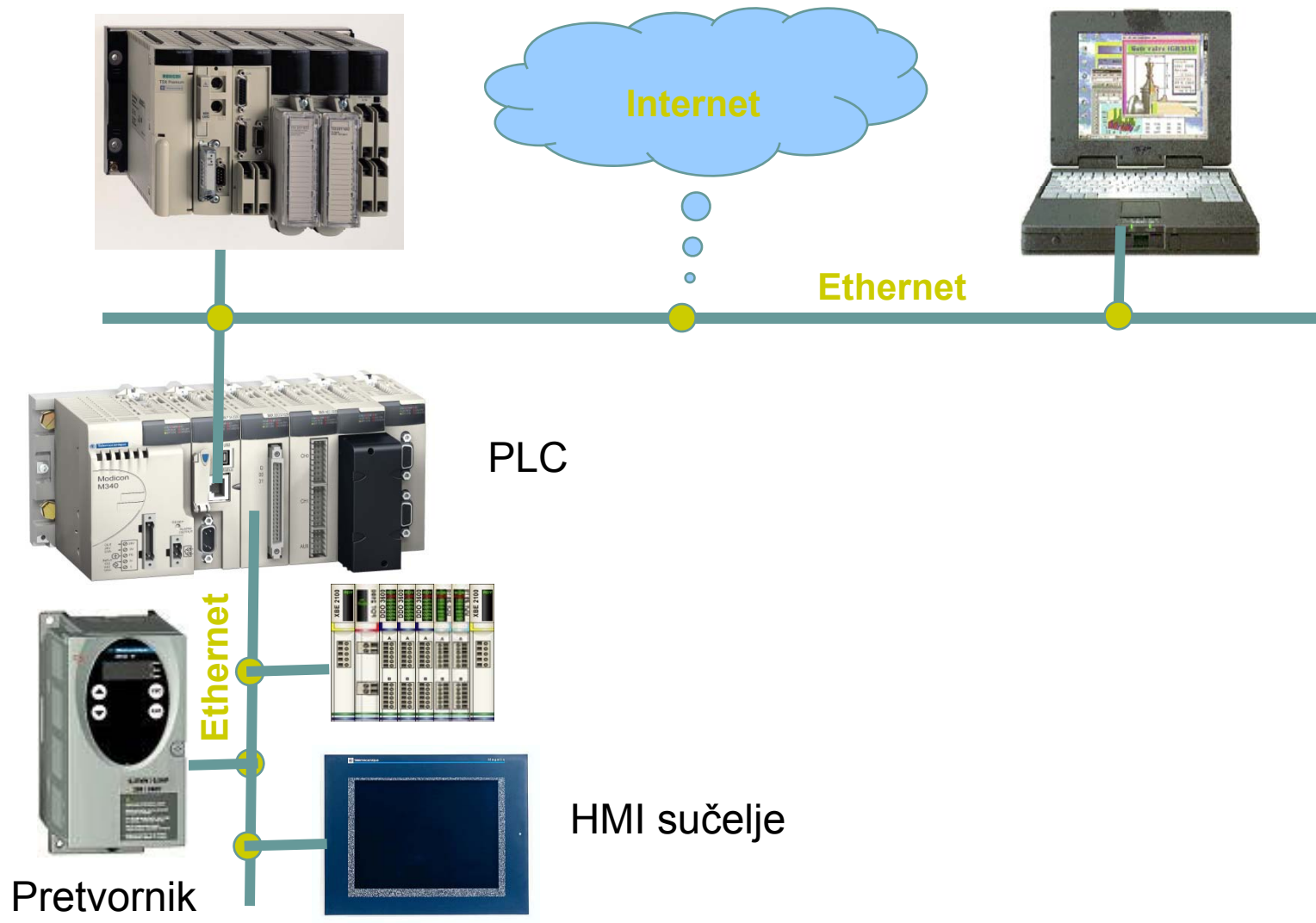


Slaganje cigli u palete:

- Korištenje gantry robota za uzimanje, prenošenje i slaganje cigli na paletu.
- Robot ima tri neovisne linearne osi za pozicioniranje cigli na paletu.
- Za translacijska kretanja duž X i Y osi i spuštanje i podizanje segmenta robota duž Z osi koristi se LEXIUM 05 pojačalo snage za pozicioniranje servo motora.
- Za upravljanje se koristi Modicon M340 PLC.
- Zahtjevi za paletiranjem u realnom vremenu.

Programirljivi logički kontroleri (PLC)

Primjeri aplikacija – Ethernet komunikacija



5.4. Ugradivi (Embedded) računar

PC/104 standard

- Predstavlja ugradivi računarski standard koji definira način komunikacije preko računarske sabirnice.
- Osim matične ploče, A/D konvertera, digitalnih I/O modula, PC 104 ugradivi računar sadrži i GPS prijemnik, IEEE 802.11 kontroler i USB kontroler.
- Ovaj standard je razvila kompanija Ampro Computers 1987 godine, a 1992 godine je standardiziran od strane PC/104 konzorcija.
- IEEE standard P996.1, ali nikad nije ratificiran.
- Za razliku od ATX form faktora, koji je tipičan kod standardnih računara, ugradivi računari koriste PC/104 form faktor.
- Nema paralelnih slotova (ISA ili PCI) za umetanje kartica, kao kod ATX standarda.



Ugradivi (Embedded) računar

PC/104 standard

- Standardne dimenzije matične ploče su 91.7 x 95.86 mm.
- Visina ovisi o izvedbi i namjeni ploče (konektori)
- PC/104 računarska sabirnica koristi 104 pina.
- Ovi pinovi uključuju sve normalne linije koje se koriste kod ISA sabirnice, kao i dodatne pinove koji osiguravaju integritet sabirnice.
- Dvoslojna štampa: na gornjem sloju ploče su smješteni procesor, interna memorija, konektori, a na donjem grafička kartica, konverteri, itd.
- Široko rasprostranjeni u industriji.
- Široko korišteni na platformama autonomnih mobilnih robota.



Ugradivi (Embedded) računar

PC/104 standard



62/64

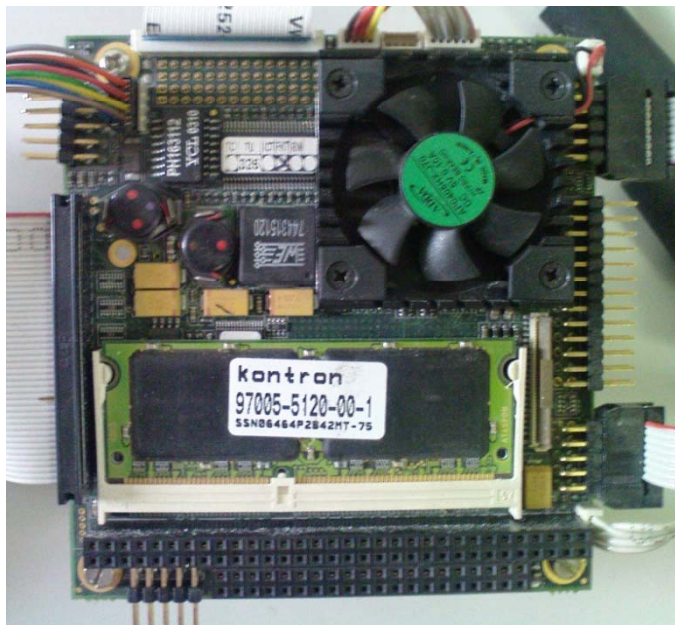


Ugradivi (Embedded) računar

PC/104 standard



63/64



Gornja (prednja) strana ugradivog računara



Donja (zadnja) strana ugradivog računara

Ugradivi (Embedded) računar

Primjer upotrebe na mobilnim platformama

- Omogućuje da mobilni robot postane autonoman.
- Opravdano instaliranje na mobilnim robotima za složene aplikacije, npr. vizualni sistem (digitalna obrada slike) – ugradbeni PC ima veliku brzinu rada (trenutno preko 2 GHz), veliku memoriju (reda nekoliko GB), grafičku karticu (preko 64 MB), ...

