

# OPASKA!

- Ovi materijali namijenjeni su isključivo studenticama/studentima koji su upisali predmet “Računala i procesi” na FER-u u šk. g. 2002/2003.
- Za svako drugo korištenje potrebna je pismena suglasnost autora!
- Materijali služe kao pomoć u praćenju predavanja, a ne kao njihova zamjena te se ne mogu tumačiti izvan konteksta predavanja!

M. Žagar, 2002-10-01



ጠቅናዎ ማሳካት



የወጪዎች ማሳካት ወይንም የጠቅናዎ  
ቀረጽ ማሳካት ወይንም የጠቅናዎ  
ጠቅናዎ ማሳካት  
(ቀን)

ጠቅናዎ ማሳካት  
ወይንም  
ጠቅናዎ ማሳካት

Mario Žagar



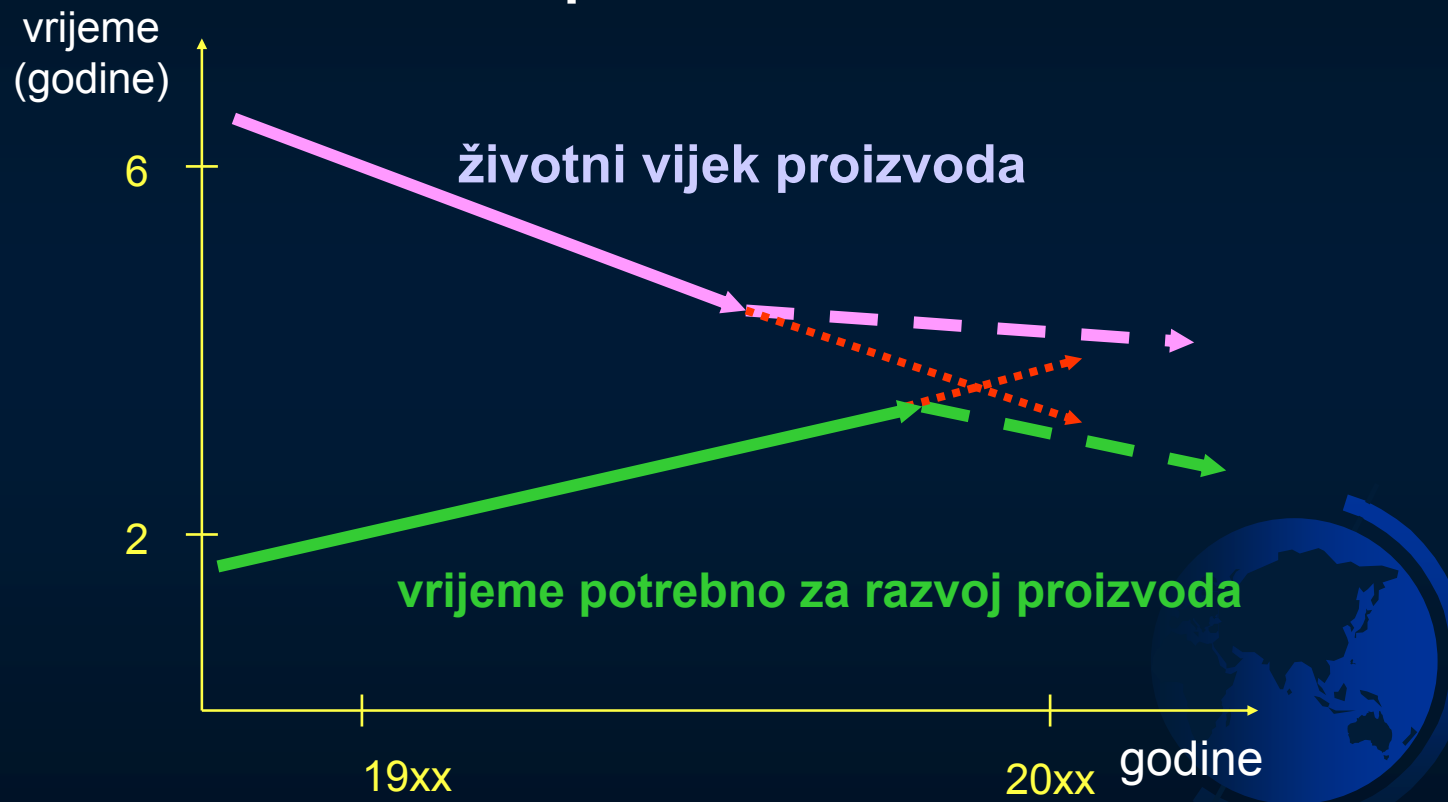
Sveučilište u Zagrebu

**Fakultet elektrotehnike i računarstva  
(FER)**

## **14. RIP - Programabilni Logički Kontroleri (PLC)**



# Još jednom - životni vijek proizvoda



# Pristup rješavanju

- klasično
- “LabWindows”
  - ideja udaljenog instrumenta
  - “potrošen instrument i PC”
- “LabView”
  - jezik G, GPIB-ENET, modularno prog.
  - zahtjevno okruženje (10K\$)



# PLC

- šuma - drvo
- brzina rješavanja problema
- uređaj i funkcionalnost ne ovise o konkretnom mikroprocesoru - sakriven
- vrijeme razvoja uređaja u pravilu što kraće
- pouzdanost
- industrijski uvjeti



# PROGRAMIRANJE

- netko tko poznaje proces, ne mora biti računarac
- skup naredaba za logičko programiranje
- sve na razini logičkih simbola
- ljestvičasti (ladder) dijagrami
- $I3 = U1U2 + U3$



# OMRON CPM1-10CDR-AC

## Osnovne karakteristike

- Napajanje: **100-240[V], 50-60 [Hz]**
- Izolacijski otpor: **minimalno 20 [MΩ]**
- Otpornost na smetnje:
  - **amplituda smetnji 1.5 [Vpp];**
  - **uz širinu pulsa smetnje od 0.1 do 1 [μs];**
- Otpornost na ubrzanja: **do 15G;**
- Visoka otpornost na razne vrste vibracija;
- Težina uređaja **do 0.6 [kg]** + modul za proširenje ulazno-izlaznih mogućnosti **0.6 [kg];**





# OMRON CPM1-10CDR-AC

## Osnovne karakteristike (2)

- ☞ **Pohrana programa: u internoj memoriji**
- ☞ **Način programiranja: Ladder dijagrami**
- ☞ **Dužina instrukcija:**
  - **1 korak po instrukciji;**
  - **1 do 5 riječi po instrukciji.**
- ☞ **Vrste instrukcija:**
  - **14 osnovnih instrukcija (osnovne logičke instrukcije i sl.);**
  - **134 posebne instrukcije (kontrola brojača, prekidi, vremenski skl.);**
- ☞ **Vrijeme izvršavanja instrukcija:**
  - **0.72 us do 16.2 us za osnovne instrukcije;**



# OMRON CPM1-10CDR-AC

## Osnovne karakteristike (3)

- ☞ **veličina memorije: 2048 riječi**
- ☞ **radna memorija:**
  - **veličina 1024 riječi**
  - **podijeljena u nekoliko blokova ovisno o:**
    - ◆ **namjeni - ulazno/izlazni bitovi, bitovi opće namjene, registri pridruženi vremenskim sklopovima i brojačima i sl.**
    - ◆ **načinu napajanja: obični RAM, RAM koji čuva sadržaj bez napajanja pomoću kondenzatora ili FLASH memorija;**
- ☞ **128 vremenskih sklopova s rezolucijom od 10 ili 100 ms koji se mogu koristiti kao brojači ili timeri;**

# OMRON CPM1-10CDR-AC

## Osnovne karakteristike (4)

- ☞ **Ulazi i izlazi osnovne jedinice:**
  - 6 digitalnih ulaza 24 VDC;
  - 4 izlazna releja 250 VAC, 2 A
- ☞ **Vrlo velike mogućnosti proširivanje pomoću dodatnih modula**
  - do tisuću ulaza i izlaza
  - ovisno o broju modula za proširivanje i mogućnosti adresiranja unutar PLC-a

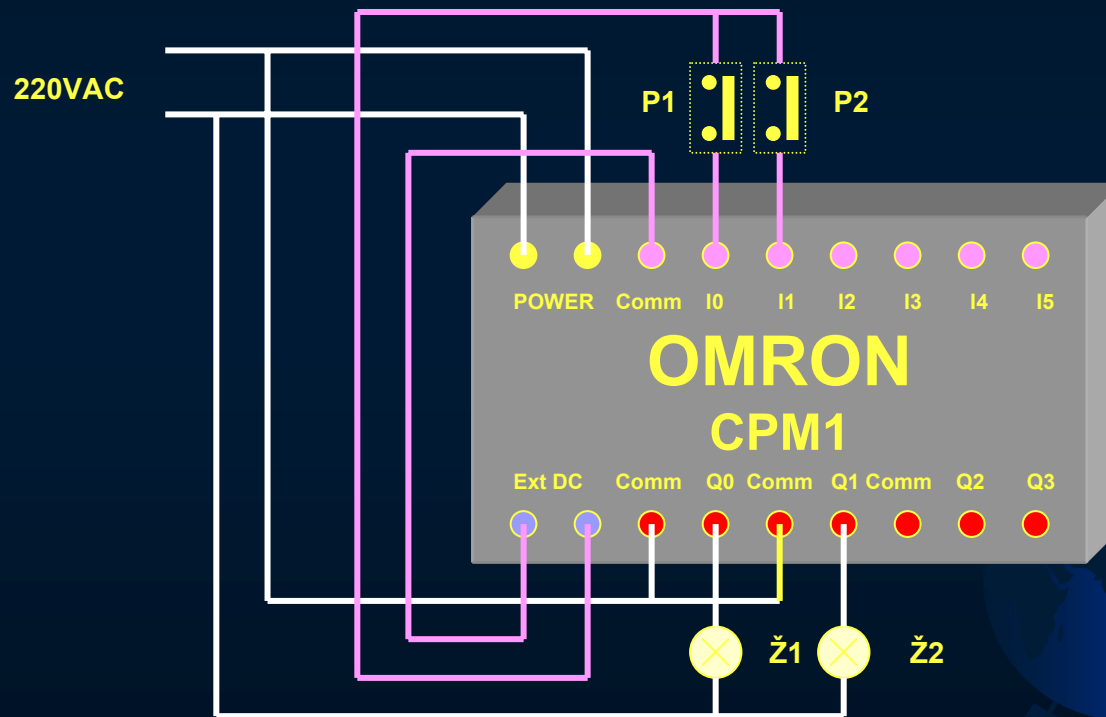


# KORACI RAZVOJA

- Projektiranje sustava;
- Pridruživanje U/I točaka;
- Pisanje programskog koda;
- Programiranje;
- Ispravljanje grješaka;
- Nadgledavanje izvršavanja programa;
- Pohranjivanje u memoriju PLC-a.

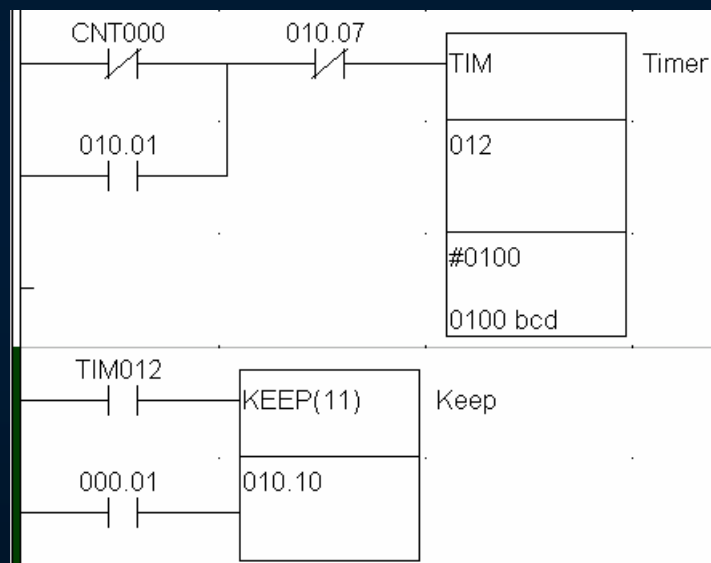


# PRIMJER SPAJANJA DEMONSTRACIJE S CMP1



# LADDER (LJESTVIČASTI) DIJAGRAMI

## Ladder dijagram



## Ekvivalentni niz instrukcija

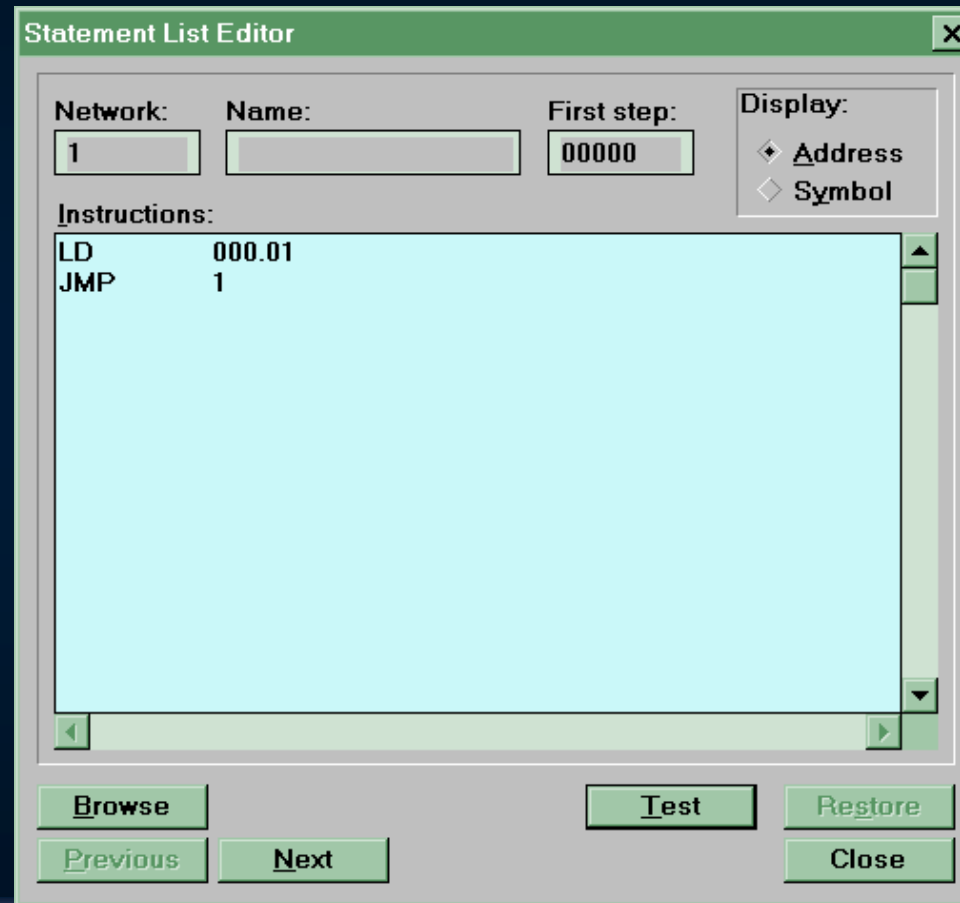
```
LD NOT      CNT000
OR          010.01
AND NOT    010.07
TIM      012  #0100
LD       TIM012
LD       000.01
KEEP    010.10
```



# SYSWIN

The screenshot displays the SYSWIN software interface for editing a ladder diagram. The window title is "SYSWIN [D:\USR\...\PRIMJER1\ZARULJ~1.SWP] [Ladder Diagram]". The menu bar includes File, Edit, Function, Block, Online, Editors, Project, Data, Preferences, and Help. The toolbar contains various icons for file operations and editing. Below the toolbar is a row of function keys labeled sf2 through sf11, and another row labeled cX through cZ. The main workspace shows a ladder diagram with two rungs. The first rung is labeled "Main 1" and contains a normally open contact labeled "000.01" connected to a coil labeled "JMP(04) Jump". The second rung contains a normally open contact labeled "000.00" connected to a coil labeled "SBS(91) Subroutine Enter". A vertical toolbar on the left side of the workspace contains various symbols for contacts and coils. At the bottom of the workspace, there are input fields for "Adr:" and "Sym:" with a "Store" button. Below these fields, the status bar shows "Main 1: Network 3: 005:002".

# SYSWIN

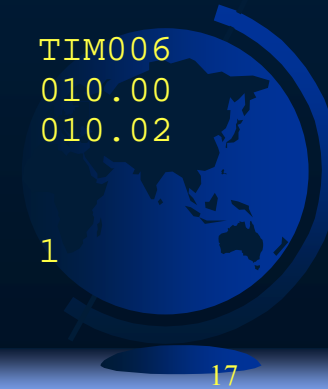


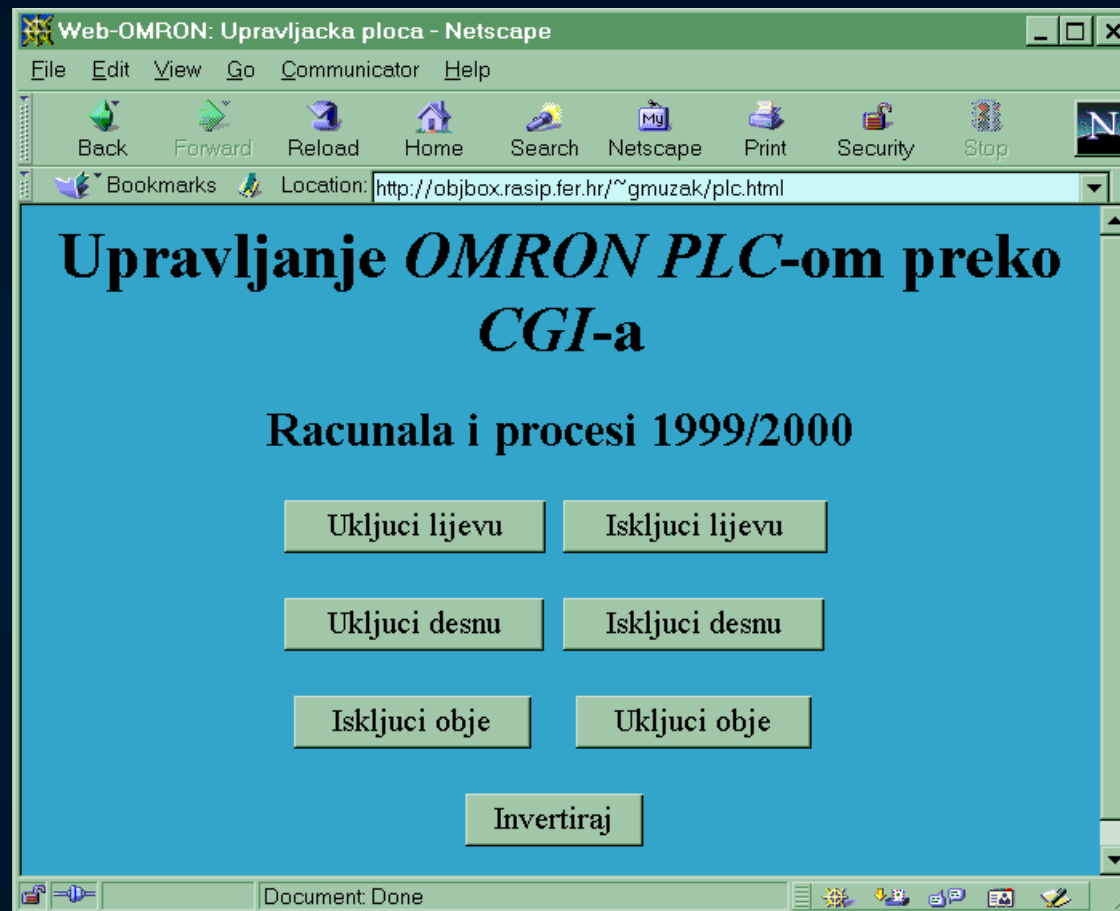


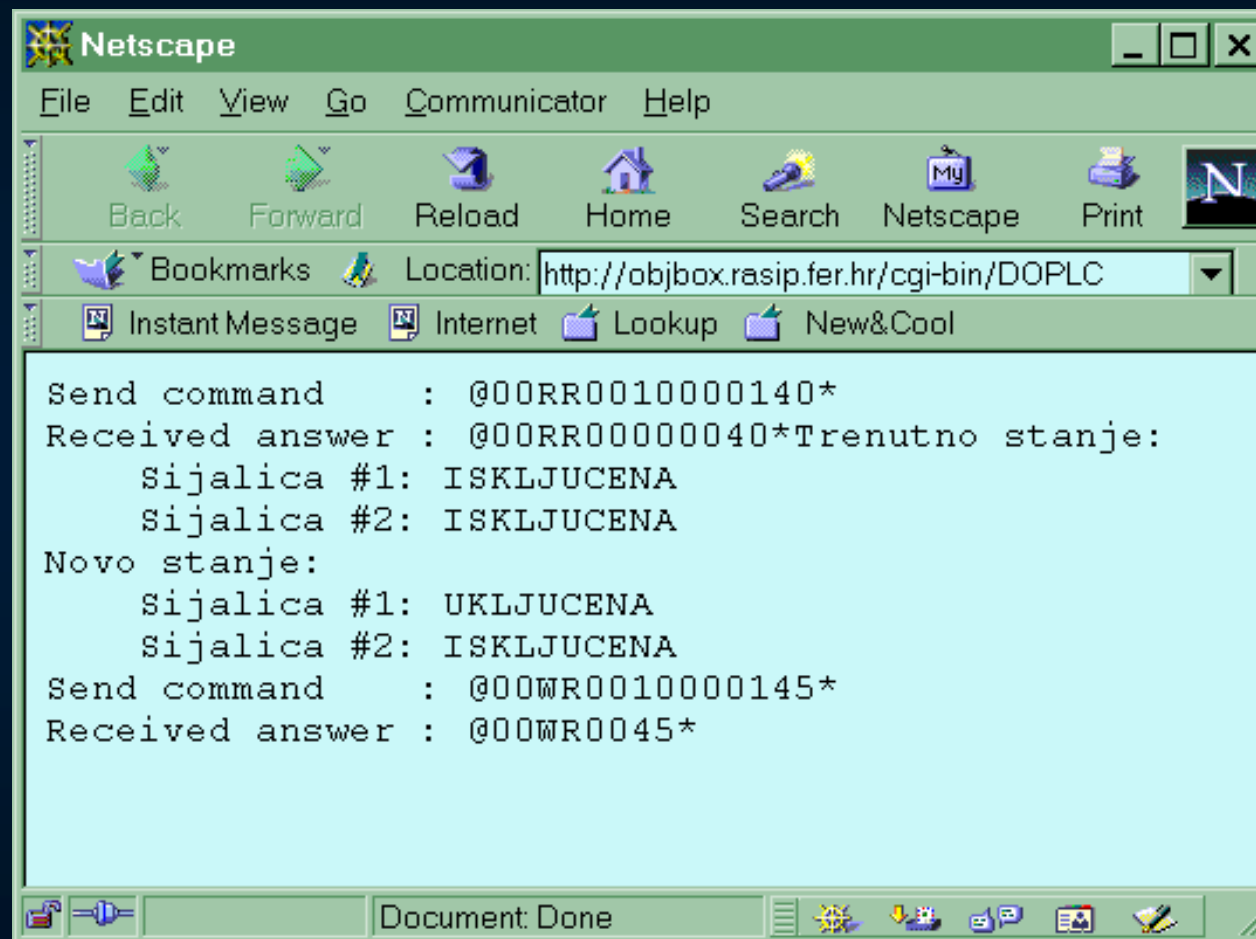
## Program: Main 1 -

```
-----  
00000 LD      000.01  
00001 JMP      1  
  
00002 LD      000.00  
00003 SBS      1  
  
00004 LD NOT  000.00  
00005 SBS      2  
  
00006 LD NOT  000.02  
00007 JMP      1  
  
00008 SBN      1  
  
00009 LD      TIM002  
00010 TIM      001 #0010  
  
00011 LD NOT  TIM001  
00012 TIM      002 #0010  
  
00013 LD      TIM001  
00014 OUT NOT  010.02  
00015 OUT      010.00
```

```
00016 LD      TIM002  
00017 OUT NOT  010.00  
00018 OUT      010.02  
  
00019 RET  
  
00020 SBN      2  
  
00021 LD      TIM006  
00022 TIM      005 #0002  
  
00023 LD NOT  TIM005  
00024 TIM      006 #0002  
  
00025 LD      TIM005  
00026 OUT      010.00  
00027 OUT      010.02  
  
00028 LD      TIM006  
00029 OUT NOT  010.00  
00030 OUT NOT  010.02  
00031 RET  
  
00032 JME      1  
00033 END
```







# Upravljanje PLC-om

- ➡ **mogući načini upravljanja:**
  - izgradnja ljestvičastog dijagrama
  - pisanje programa u assembleru
  - putem računala



# Upravljanje putem računala

- PLC i računalo su povezani serijskim (RS232C) portom
- Parametri komunikacije preko RS232C:
  - brzina: 9600 Baud
  - 7 bitova podataka
  - 2 stop bita
  - parni paritet
- Parametri komunikacije su tvornički postavljeni
- Promjena parametara je moguća direktnim upisivanjem u DM memorijsko područje PLC-a

# Komunikacijski protokol

☞ opis blokova koje razmjenjuju računalo i PLC



# Komunikacijski protokol

- ☞ Broj uređaja  
služi za adresiranje PLC-a (konkretno samo 00)
- ☞ Zaglavlje  
sadrži kod naredbe (operacije)
- ☞ Tekst  
eventualni parametri naredbe
- ☞ FCS  
zaštita okvira (XOR svih znakova od početka okvira)
- ☞ Terminator  
sastoji se od znaka '\*' i CR
- ☞ Kod završetka  
informacija da li je operacija uspjela



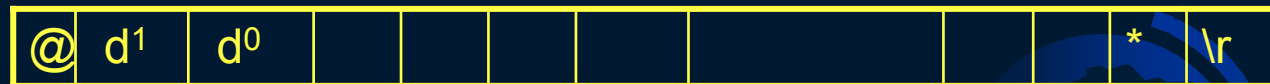
# Format naredbe i odgovora

## ➤ Format naredbe



Broj uređaja    Zaglavlje    Tekst    FCS    Terminator

## ➤ Format odgovora



Broj uređaja    Zaglavlje    Kod    Tekst    FCS    Terminator

završetka

d – brojevi zapisani dekadski, x – brojevi zapisani  
heksadecimalno



# Naredbe

- Opis naredaba PLC korištenih u komunikaciji
- Inicijalizacija (INITIALIZE)

@	*	*	\r
---	---	---	----

- Obustava operacije (ABORT)

@	d <sup>1</sup>	d <sup>0</sup>	X	Z			*	\r
---	----------------	----------------	---	---	--	--	---	----

Broj uređaja    Zaglavlje    FCS

\* za INITIALIZE i ABORT PLC ne vraća odgovor



# Naredbe (nastavak)

☞ Čitanje IR/SR područja (IR/SR AREA READ)

Naredba:

@	d <sup>1</sup>	d <sup>0</sup>	R	R	d <sup>3</sup> d <sup>2</sup> d <sup>1</sup> d <sup>0</sup>	d d ...			*	\r
---	----------------	----------------	---	---	---	---------	--	--	---	----

Broj uređaja

Zaglavlje

Početna riječ

Broj riječi

FCS

Terminator

Odgovor:

@	d <sup>1</sup>	d <sup>0</sup>	R	R	x <sup>1</sup>	x <sup>0</sup>	x x x x ...			*	\r
---	----------------	----------------	---	---	----------------	----------------	-------------	--	--	---	----

Broj uređaja

Zaglavlje

Kod završetka

Pročitane riječi

FCS

Terminator

# Naredbe (nastavak)

☞ Pisanje u IR/SR područje (IR/SR AREA WRITE)

Naredba:

@	d <sup>1</sup>	d <sup>0</sup>	W	R	d <sup>3</sup> d <sup>2</sup> d <sup>1</sup> d <sup>0</sup>	x x x ..			*	\r
	Broj uređaja		Zaglavlje		Početna riječ	Riječi koje treba upisati	FCS		Terminator	

Odgovor:

@	d	d	W	R	x <sup>1</sup>	x <sup>0</sup>			*	\r
	Broj uređaja	Zaglavlje		Kod završetka	FCS	Terminator				

# Naredbe - primjeri

- ☞ Čitanje IR/SR područja (IR/SR AREA READ)  
Naredba za čitanje sa porta 10:

@	0	0	R	R	0010	0001	4	0	*	\r
---	---	---	---	---	------	------	---	---	---	----

Broj uređaja    Zaglavlje    Početna riječ    Broj riječi    FCS    Terminator

Odgovor kada su obje ugašene (svi bitovi su 0)

@	0	0	R	R	00	0001	4	0	*	\r
---	---	---	---	---	----	------	---	---	---	----

Broj uređaja    Zaglavlje    Kod završetka    Pročitane riječi    FCS    Terminator

# Naredbe - primjeri

- ➔ Pisanje u IR/SR područje (IR/SR AREA WRITE)  
Naredba za paljenje lijeve žarulje (1.bit porta 10) :

@	0	0	W	R	0010	0001	4	5	*	\r
---	---	---	---	---	------	------	---	---	---	----

Broj uređaja    Zaglavlje    Početna riječ    Riječi koje treba upisati    FCS    Terminator

Odgovor:

@	0	0	W	R	0	0	4	5	*	\r
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Broj uređaja    Zaglavlje    Kod završetka    FCS    Terminator

# Naredbe - primjeri

☞ Čitanje IR/SR područja (IR/SR AREA READ)

Naredba za čitanje sa porta 10:

@	0	0	R	R	0010	0001	4	0	*	\r
---	---	---	---	---	------	------	---	---	---	----

Broj uređaja    Zaglavlje    Početna riječ    Broj riječi    FCS    Terminator

Odgovor kada je lijeva upaljena (1.bit je postavljen)

@	0	0	R	R	00	0001	4	1	*	\r
---	---	---	---	---	----	------	---	---	---	----

Broj uređaja    Zaglavlje    Kod završetka    Pročitane riječi    FCS    Terminator

# Naredbe - primjeri

☞ Čitanje IR/SR područja (IR/SR AREA READ)

Naredba za čitanje sa porta 10:

@	0	0	R	R	0	0	1	0	0	0	0	1	4	0	*	\r
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Broj uređaja    Zaglavlje    Početna riječ    Broj riječi    FCS    Terminator

Odgovor kada je desna upaljena (3.bit je postavljen)

@	0	0	R	R	0	0	0	0	0	4	4	4	4	4	*	\r
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Broj uređaja    Zaglavlje    Kod završetka    Pročitane riječi    FCS    Terminator

# Naredbe - primjeri

☞ Čitanje IR/SR područja (IR/SR AREA READ)

Naredba za čitanje sa porta 10:

@	0	0	R	R	0 0 1 0	0 0 0 1	4	0	*	\r
---	---	---	---	---	---------	---------	---	---	---	----

Broj uređaja    Zaglavlje    Početna riječ    Broj riječi    FCS    Terminator

Odgovor kada su obje upaljene (1. i 3.bit postavljeni)

@	0	0	R	R	0 0	0 0 0 5	4	5	*	\r
---	---	---	---	---	-----	---------	---	---	---	----

Broj uređaja    Zaglavlje    Kod završetka    Pročitane riječi    FCS    Terminator