

# **Industrijski sistemi i protokoli (ISIP – EEI304) – uvod u kurs**

---

**Smer:**

**Elektroenergetika - osnovne akademske studije, III godina**

**Oba usmerenja:**

- **Energetska elektronika i električne mašine**
- **Elektroenergetski sistemi**

**Smer:**

**Merenja i regulacija - osnovne akademske studije, III godina**

**EEI304, Izborni predmet (3+3)**

**Last update Feb 2023**

# Ko će šta raditi ?

---

## ☐ Predavanja

**dr Darko Marčetić, NTP, II sprat, kanc. 237**  
**[darmar@uns.ac.rs](mailto:darmar@uns.ac.rs)**  
**(konsultacije: posle predavanja)**

**Knjiga: Darko Marčetić, Marko Gecić, Boris Marčetić, Programabilni logički kontroleri i komunikacioni protokoli u elektroenergetici, FTN Izdavaštvo, Novi Sad , 2013 , novo dopunjeno izdanje 2016 (557)**

## ☐ Vežbe na tabli i laboratoriji

**Ivana Isakov, NTP, II sprat, L208**  
**[ivana.isakov@uns.ac.rs](mailto:ivana.isakov@uns.ac.rs)**  
**- prvih 6 termina tabla onda lab vezbe**

**Zbirka : Vlado Porobić, Programabilni logički kontroleri i komunikacioni protokoli u elektroenergetici-primeri sa rešenjima, FTN Izdavaštvo, Novi Sad , 2014 (439)**

**Šta može da se nauči na kursu  
Industrijski sistemi i protokoli?**

# Šta se uči na kursu ISIP ?

**Učimo osnove digitalnog upravljanja u energetici !  
(ovo je tek početni nivo, *for dummies*)**

**Sa čime ćemo da radimo:**

## 1. Programabilni logički kontroler (PLC)

1. PLC je praktično PC za inženjere
2. PLC je obavezni deo jednog modernog industrijskog i elektroenerg. sistema

**Gde se PLC koristi:**

## 2. Lokalno upravljanje sa PLC

1. Kako radi PLC
2. Ulazno (taster..)/izlazni (rele..) uređaji
3. Senzori, kontaktori, motori ...

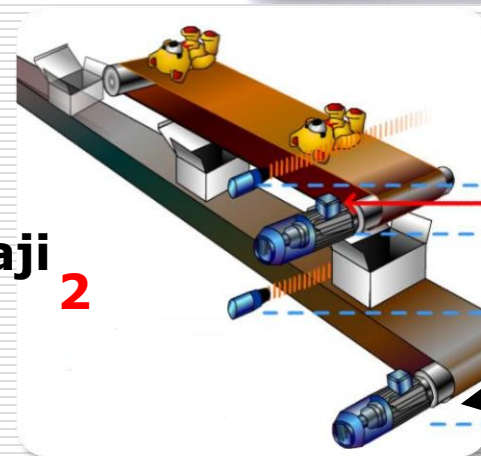
## 3. Distribuirano upravljanje sa PLC i komunikacioni protokoli

1. Mesto PLC u distrib. sistemima upravljanja
2. Mesto PLC u EES

1



2



3



# 1. Lokalno upravljanje procesima sa PLC -delovi

## 1. Programabilni logički kontroler

- ❑ Kako se povezuje
- ❑ Kako se programira
- ❑ Alternative: IoT (Internet of Things), SCADA, industrijski PC, inteligentni senzori/aktuatori



## 2. Ulazni uređaji

- ❑ Kako se vrši unos komandi u PLC ?
- ❑ Kako se vrši unos rezultata merenja PLC ?



Taster



Prekidač



Krajnji prekidač



Potenciometar



Blizinski prekidač

## 3. Izlazni uređaji

- ❑ Kako PLC upravlja aktuatorima (rele, kontaktor, motor..)?
- ❑ Kako PLC signalizira svoje stanje operateru ?

Signalne svetiljke



Kontaktor



Relej



Motor



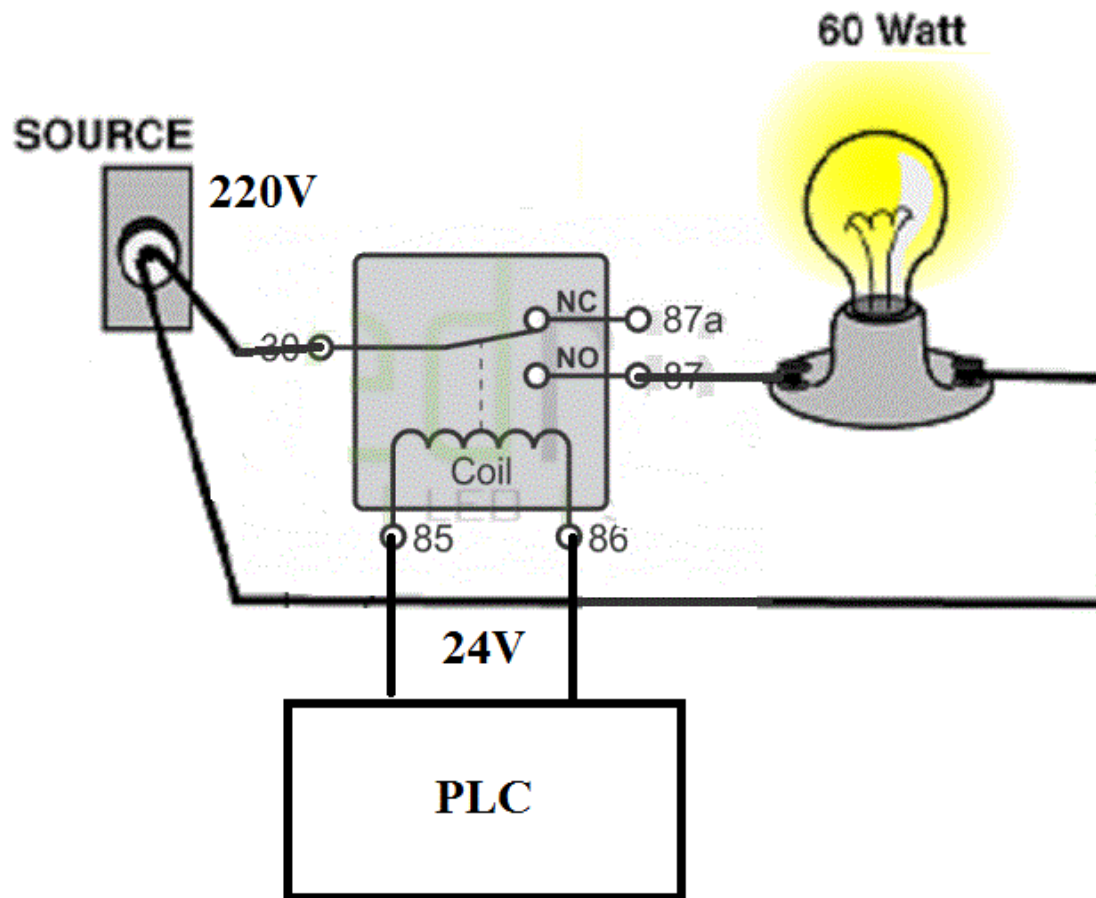
# 1.1. Kako PLC upravlja lokalnim procesima ?

Počinjemo od osnovnih principa ...

Kako mali (PLC) kontroliše velike objekte koji vrše rad.

**Primer daljinska i automatska kontrola osvetljenja:**

- ❑ PLC napajan sa 24V i malom snagom
- ❑ kontroliše sijalicu većeg napona 220V i snage.



## 1.2. Kako PLC upravlja lokalnim procesima ?

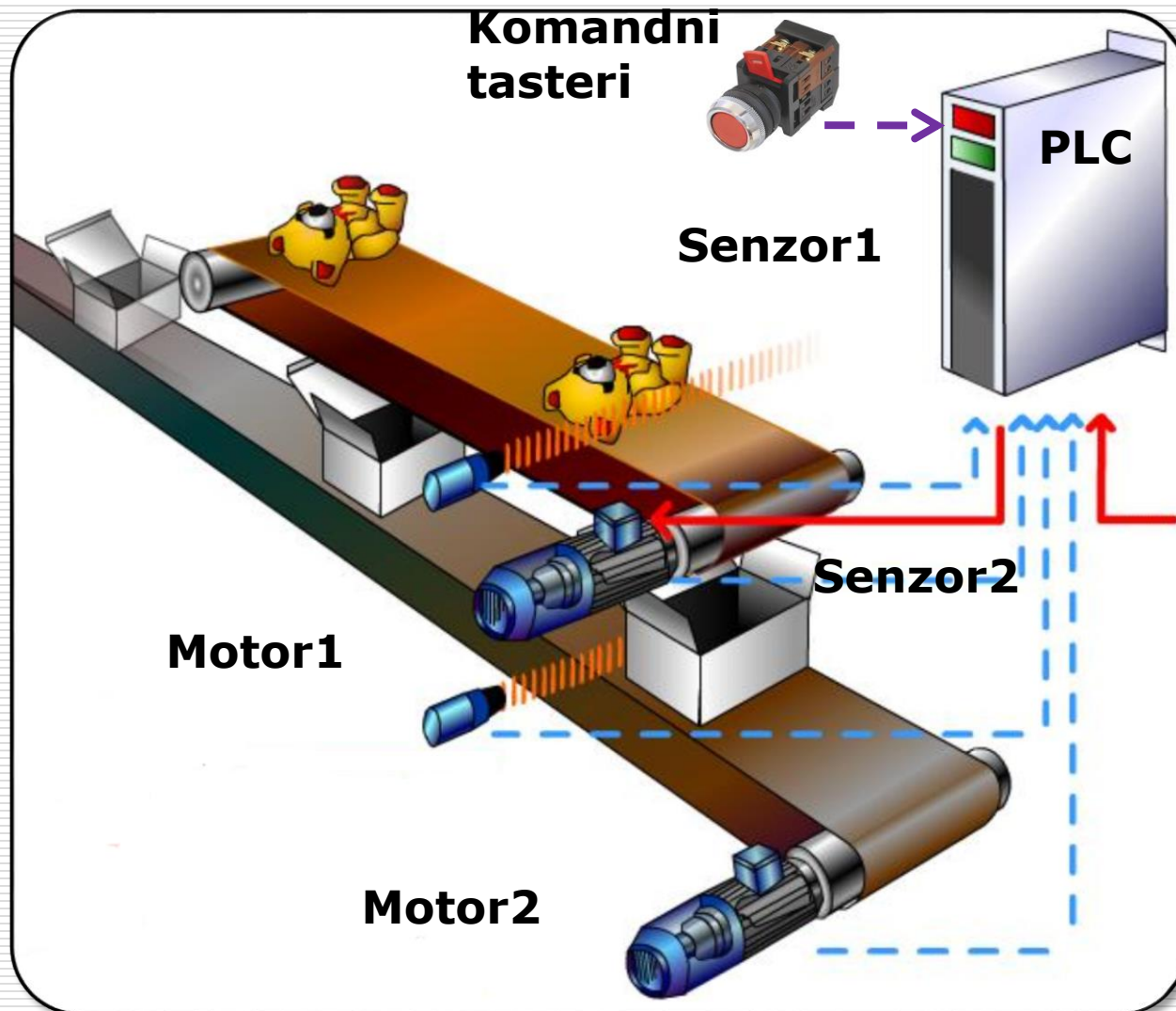
...a stižemo do složene kontrole.

Ka primer data kontrola pakovanja pomoću PLC.

**Senzor1** javlja koliko je prošlo proizvoda.

**Senzor2** javlja kada je nova kutija dosla na mesto.

**PLC** na osnovu tih signala i komandi (**tasteri**) upravlja radom **motor1** i **motor2**



\_\_\_\_\_

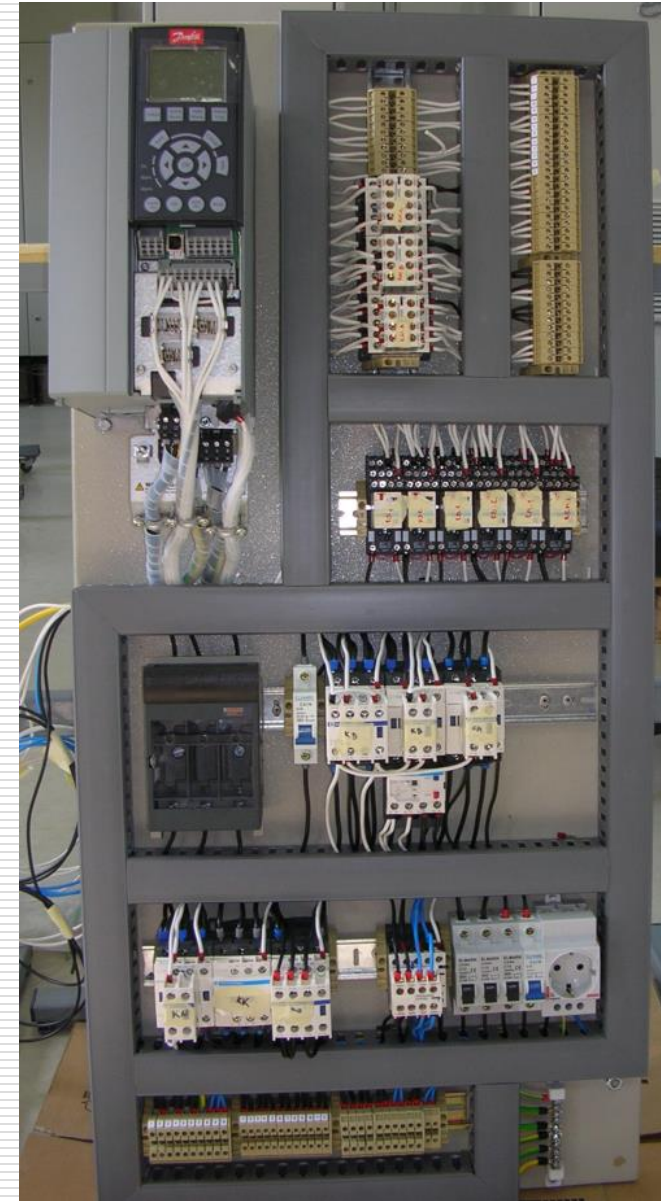
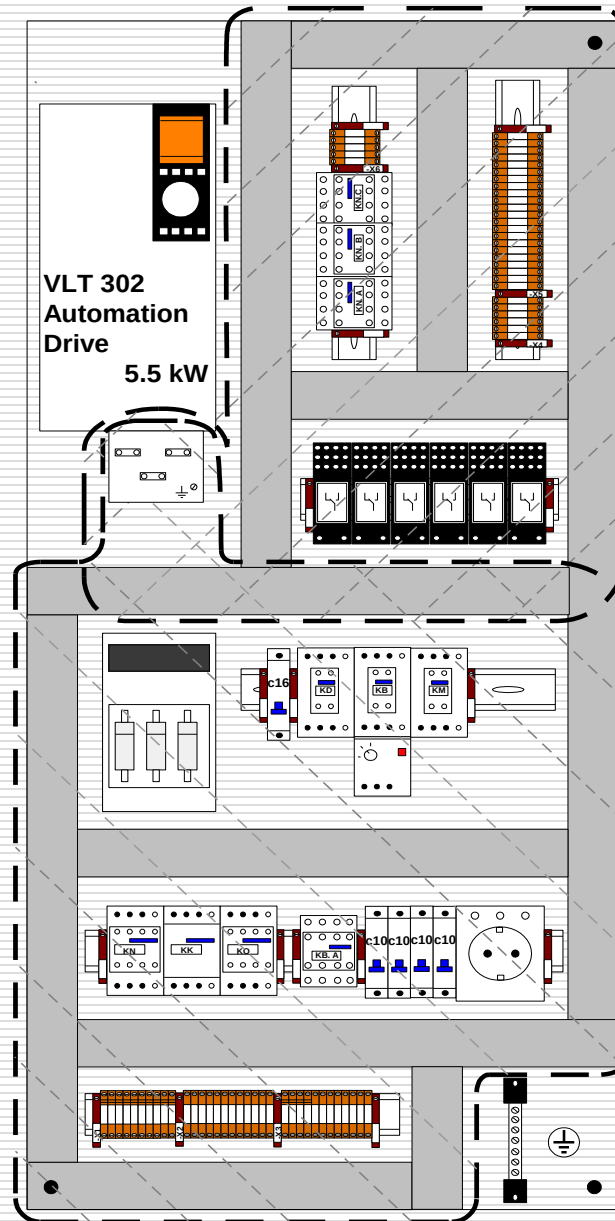
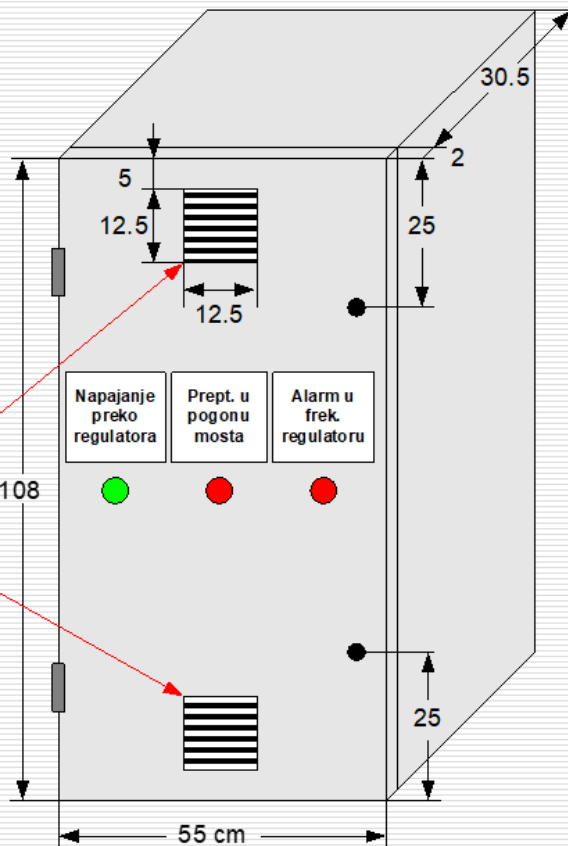


# Uvod u Ind. sys i protokole



# 1.3. Kako se PLC povezuje sa svetom ?

## Primer, pogon dizalice na mašinskom



# 1.3. Kako se PLC povezuje sa svetom ?

## Primer: Trakasti transporter i elektro komandni orman



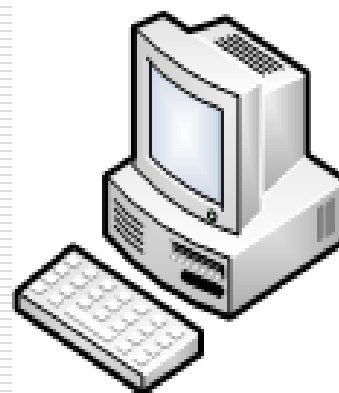
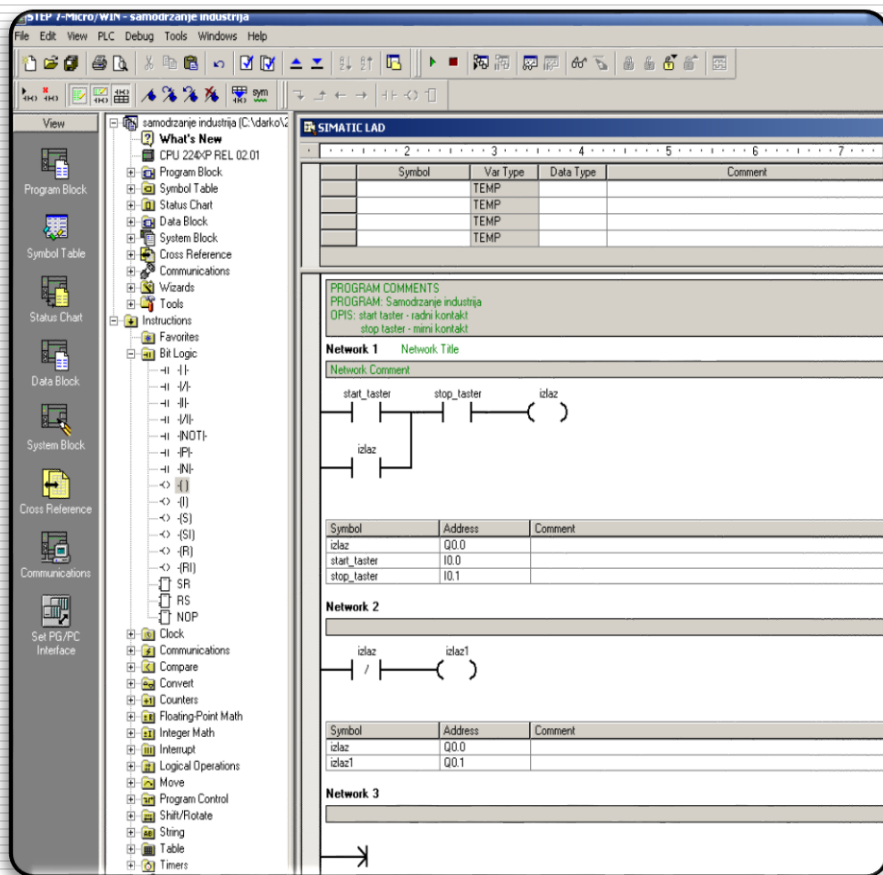
Slika. Trakasti transporter



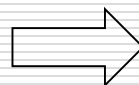
Slika. Orman lica mesta sa frekventnim pretvaračem postavljenim sa desne strane

# 1.4. Kako se PLC programira?

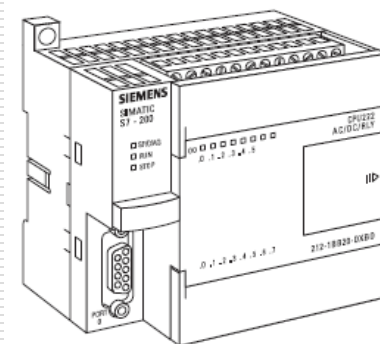
PLC se zadaje šta da radi pomoću lestvičastih dijagrama



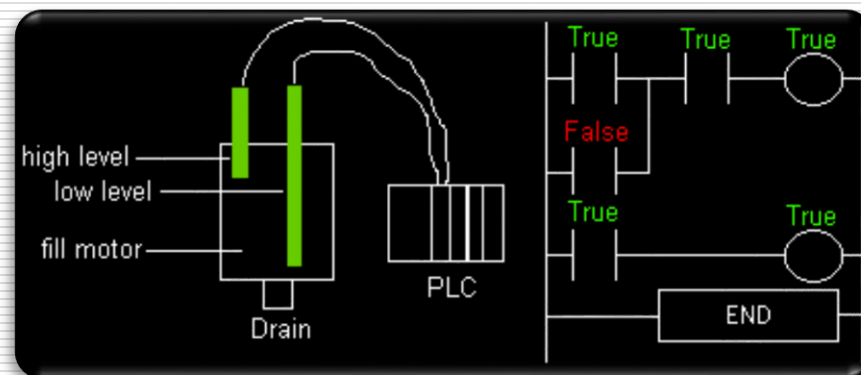
Upis prg.



Testiranje



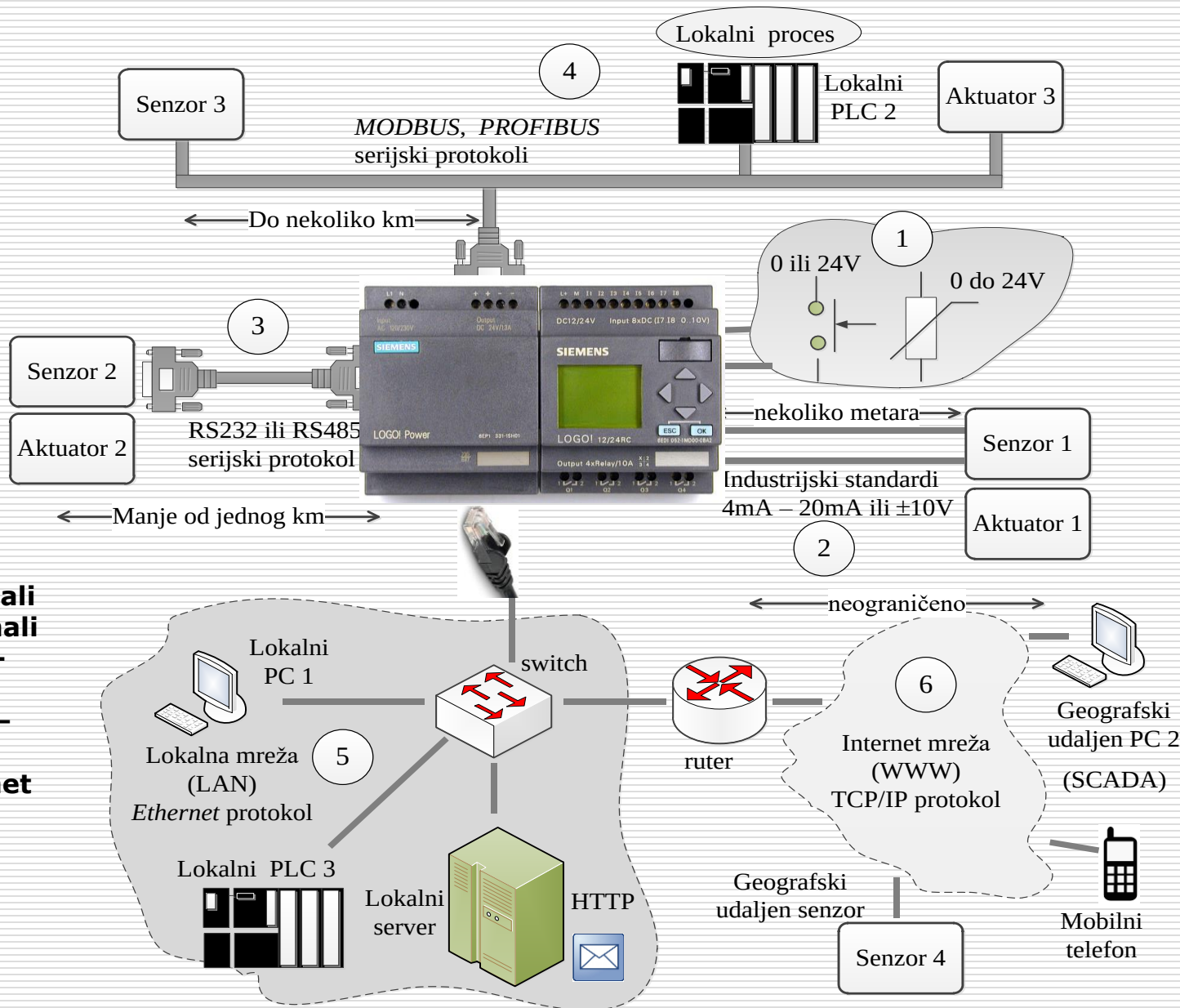
## 2. Programiranje PLC



## 1. Tipično okruženje za pisanje PLC programa na PC računaru

## 3. Testiranje PLC programa

## 2. Distribuirani indust. i elektroenerg. sistemi sa PLC

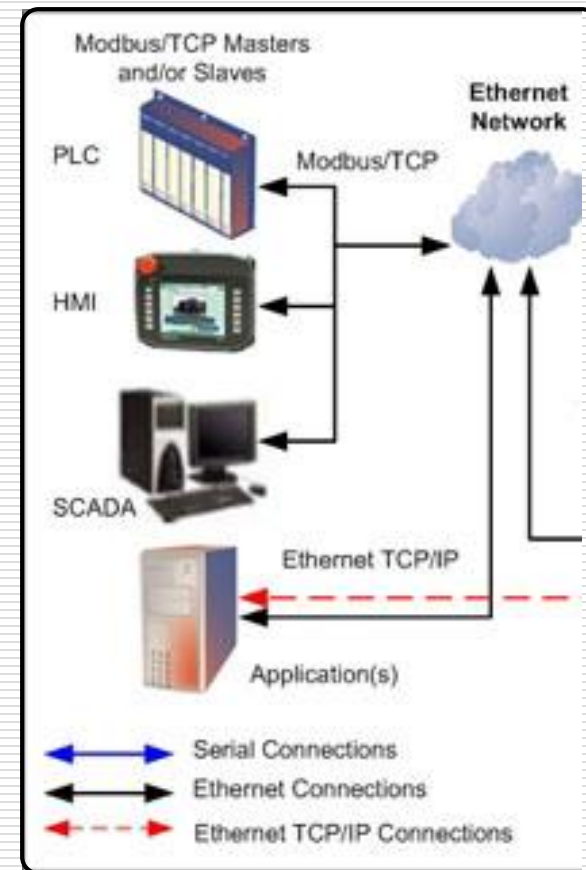
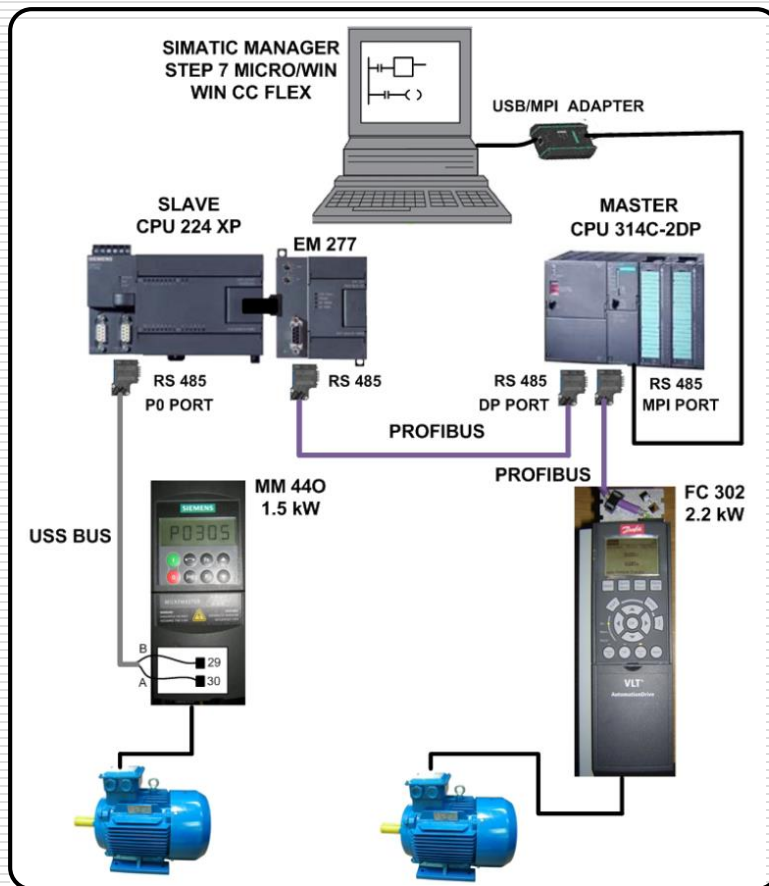
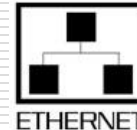


### Načini razmene informacija:

- 1 lokal – tasteri
- 2 lokal – analogni signali
- 3 lokal – digitalni signali
- 4 lokal/distribuirano – industrijska mreža
- 5 lokal/distribuirano – ethernet
- 6 distribuirano – internet

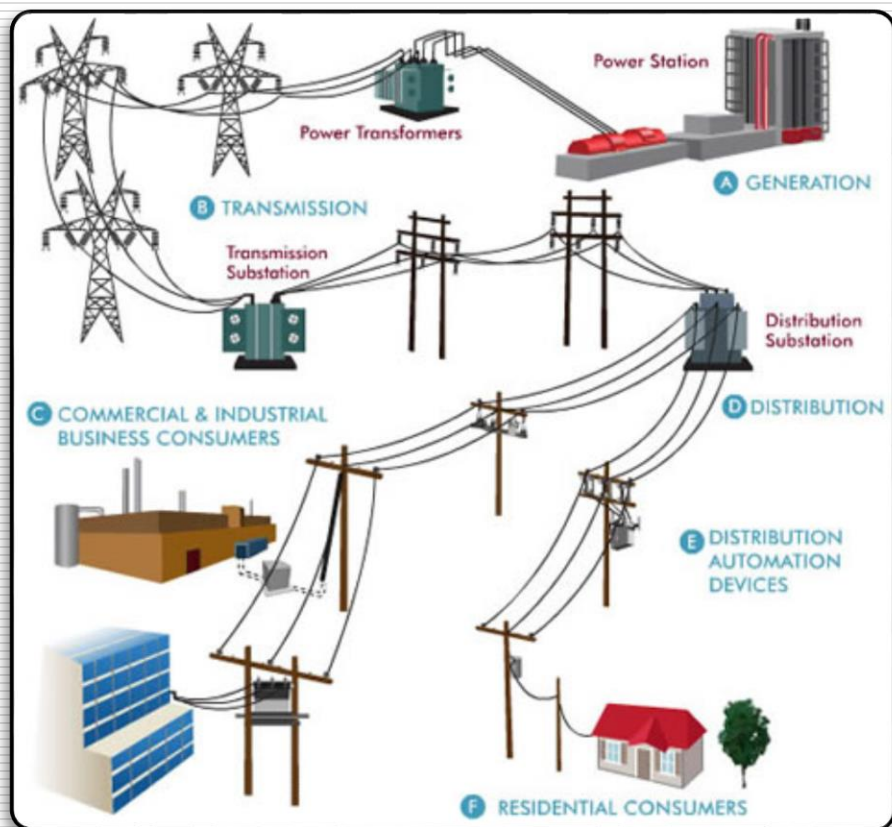
## 2.1. Komunikacioni protokoli u industriji

Moderno upravljanje nije više lokalno. Sada se upravlja distribuiranim uređajima i koriste se savremeni načini komunikacije na daljinu. PLC podržavaju većinu standardnih ind. komunikacionih protokola.

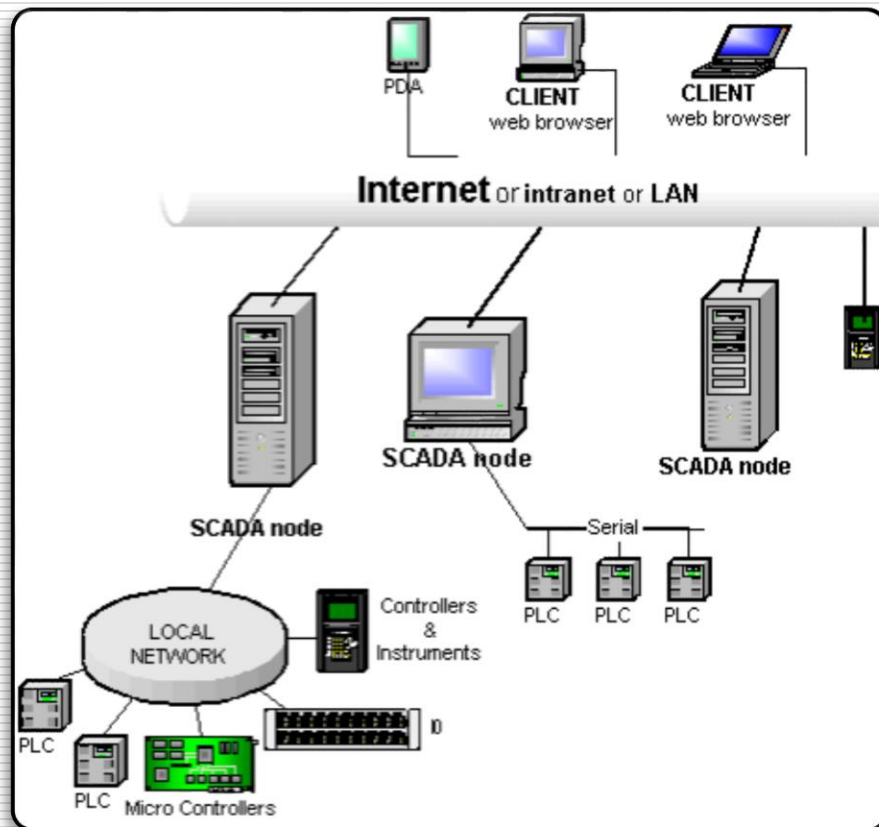


## 2.2. Komunikacioni protokoli u elektroenergetici

Elektroenergetski sistem je distribuiran i takođe koristi komunikaciju na daljinu putem interneta. Moderni PLC podržava **Ethernet** i **TCP/IP** protokole kao i servise tipa **email**, **HTTP**, **FTP** ...



**Električna mreža**



**Komunikaciona mreža**

# Kako se i da li se polaže?

**Dolazak na laboratorijske vežbe obavezan**

**Dva kolokvijuma – teorijski deo i zadaci**  
**Ispit – teorijski deo i zadaci**

**Ocena =  $T1 + T2 + Z1$  (mali) +  $Z2$  (veliki) + Lab**

**Za prolaz dovoljno  $T1+T2 +Z1$  (maksimum 8)**

**Za ocenu vecu 8 i veću treba raditi i  $Z2$**

***T1 –lokalno upravljanje PLC***

***T2 –distribuirano upravljanje PLC***

***Z1 – elementarni zadatak***

***Z2 – složeni zadatak***

***Lab – ocenu daje asistent na osnovu zalaganja***

**Upis ocene, usmeni po potrebi**

# Tabela u kojoj se prati uspeh studenata -2022/23

| PREGLED RADA STUDENATA - 2022/2023 |            |            |             |                  |                           |                            |                                          |                        |                        |                  |                             |                                                                         |            |                    |                      |             |                     |
|------------------------------------|------------|------------|-------------|------------------|---------------------------|----------------------------|------------------------------------------|------------------------|------------------------|------------------|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------|------------|--------------------|----------------------|-------------|---------------------|
| Elektroenergetika                  |            |            |             | uspeh studenta   |                           |                            |                                          |                        |                        |                  |                             |                                                                         |            |                    |                      |             |                     |
| R.br.                              | Prezime    | Ime        | Indeks      | Prisustvo u lab. | Teorija I<br>(od 0 do 25) | Teorija II<br>(od 0 do 25) | Ocena rad u<br>laboratoriji<br>(0 do 20) | Zadatak 1<br>(0 do 10) | Zadatak 2<br>(0 do 20) | Dodatni<br>poeni | Ukupno poena<br>pred usmeni | Poeni nakon<br>usmenog<br>(skala 0-100)<br>MOGUCA OCENA<br>CAK I BEZ Z2 | Ocena      | Datum<br>polaganja | Poslat st.<br>sluzbi | Ostalo je:  | Napomena            |
| 1                                  | Alagić     | Marko      | EE 15/2020  | Da               | 25                        | 25                         | 20                                       | 10                     |                        | 7.5              | 87.5                        | 95                                                                      | deset - 10 |                    | Ne                   | Z2          |                     |
| 2                                  | Babić      | Katarina   | EE 33/2020  | Da               | 16                        | 18                         | 16                                       | 8                      |                        | 2                | 60.0                        | 61                                                                      | sedam - 7  |                    | Ne                   | Z2          |                     |
| 3                                  | Banovac    | Sara       | EE 3/2020   | Da               | 22                        | 23                         | 19                                       | 10                     | 19                     | 8                | 101.0                       | 100                                                                     | deset - 10 |                    | Ne                   |             | RADI VELIKI ZADATAK |
| 4                                  | Bogunović  | Jovana     | EE 249/2022 | Ne               |                           |                            |                                          |                        |                        |                  | Nema uslova                 |                                                                         | pet - 5    |                    | Ne                   | T1 T2 Z1 Z2 |                     |
| 5                                  | Božić      | Milan      | EE 81/2020  | Da               | 24                        | 14                         | 12                                       | 6                      |                        | 0                | 56.0                        | 56                                                                      | šest - 6   |                    | Ne                   | Z2          |                     |
| 6                                  | Branković  | Miloš      | EE 52/2020  | Da               | 22                        | 25                         | 17                                       | 10                     | 18                     | 6.5              | 98.5                        | 99                                                                      | deset - 10 |                    | Ne                   |             | RADI VELIKI ZADATAK |
| 7                                  | Desnica    | Bogdan     | EE 46/2020  | Da               | 21                        | 21                         | 18                                       | 10                     |                        | 8                | 78.0                        | 81                                                                      | devet - 9  |                    | Ne                   | Z2          |                     |
| 8                                  | Despotović | Sanja      | EE 32/2020  | Da               | 21                        | 18                         | 17                                       | 7                      |                        | 0                | 63.0                        | 63                                                                      | sedam - 7  |                    | Ne                   | Z2          |                     |
| 9                                  | Drakulić   | Nikola     | EE 163/2020 | Da               | 18                        | 20                         | 15                                       | 10                     |                        | 0                | 63.0                        | 63                                                                      | sedam - 7  |                    | Ne                   | Z2          |                     |
| 10                                 | Đurđević   | Luka       | EE 26/2020  | Da               | 23                        | 23                         | 18                                       | 8                      |                        |                  | 72.0                        | 72.0                                                                    | osam - 8   |                    | Ne                   | Z2          |                     |
| 11                                 | Đuričić    | Dušan      | EE 8/2020   | Da               | 21                        | 19                         | 20                                       | 9                      | 16                     | 5.5              | 90.5                        | 91                                                                      | deset - 10 |                    | Ne                   |             | RADI VELIKI ZADATAK |
| 12                                 | Gavrilović | Mila       | EE 241/2021 | Da               | 21                        | 19                         | 20                                       | 10                     | 8                      | 7.5              | 85.5                        | 86                                                                      | devet - 9  |                    | Ne                   | Z2          | RADI VELIKI ZADATAK |
| 13                                 | Gerić      | Nikola     | EE 207/2020 | Da               | 21                        | 22                         | 13                                       | 10                     |                        | 4                | 70.0                        | 71.0                                                                    | osam - 8   |                    | Ne                   | Z2          |                     |
| 14                                 | Gostović   | Bojan      | EE 122/2020 | Da               | 16                        | 21                         | 16                                       | 10                     | 12                     | 4.5              | 79.5                        | 81                                                                      | devet - 9  |                    | Ne                   |             | RADI VELIKI ZADATAK |
| 15                                 | Grujičin   | Ivan       | EE 86/2020  | Da               | 20                        | 16                         | 17                                       | 10                     |                        | 7.5              | 70.5                        | 71                                                                      | osam - 8   |                    | Ne                   | Z2          |                     |
| 16                                 | Hrnjak     | Jovan      | EE 25/2020  | Da               | 22                        | 18                         | 17                                       | 10                     |                        | 1                | 68.0                        | 68                                                                      | sedam - 7  |                    | Ne                   | Z2          |                     |
| 17                                 | Jeremić    | Bojana     | EE 107/2020 | Da               | 16                        | 20                         | 18                                       | 10                     |                        | 4                | 68.0                        | 71                                                                      | osam - 8   |                    | Ne                   | Z2          |                     |
| 18                                 | Jevtić     | Mina       | EE 126/2020 | Da               | 19                        | 15                         | 13                                       | 6                      |                        | 0                | 53.0                        | 53                                                                      | šest - 6   |                    | Ne                   | Z2          |                     |
| 19                                 | Jošović    | Alisa      | EE 21/2020  | Da               | 24                        | 22                         | 17                                       | 10                     | 19                     | 6                | 98.0                        | 98                                                                      | deset - 10 |                    | Ne                   |             | RADI VELIKI ZADATAK |
| 20                                 | Jovetić    | Uroš       | EE 69/2020  | Da               | 19                        | 25                         | 20                                       | 10                     | 18                     | 6                | 98.0                        | 98                                                                      | deset - 10 |                    | Ne                   |             | RADI VELIKI ZADATAK |
| 21                                 | Kalajdžić  | Nedeljko   | EE 134/2019 | Da               | 21                        | 22                         | 16                                       | 8                      |                        | 1.5              | 68.5                        | 71                                                                      | osam - 8   |                    | Ne                   | Z2          |                     |
| 22                                 | Kaurin     | Aleksandar | EE 124/2020 | Da               | 24                        | 23                         | 15                                       | 10                     |                        |                  | 72.0                        | 72                                                                      | osam - 8   |                    | Ne                   | Z2          |                     |
| 23                                 | Kecman     | Igor       | EE 38/2020  | Da               | 25                        | 25                         | 20                                       | 10                     |                        | 8.5              | 88.5                        | 91                                                                      | deset - 10 |                    | Ne                   | Z2          |                     |
| 24                                 | Klincov    | Aleksandar | EE 112/2020 | Da               | 24                        | 21                         | 15                                       | 10                     | 8                      | 2.5              | 80.5                        | 81                                                                      | devet - 9  |                    | Ne                   | Z2          | RADI VELIKI ZADATAK |
| 25                                 | Knežević   | Jana       | EE 94/2020  | Da               | 24                        | 19                         | 17                                       | 5                      |                        | 0.5              | 65.5                        | 71                                                                      | osam - 8   |                    | Ne                   | Z1 Z2       |                     |
| 26                                 | Kolarević  | Đorđe      | EE 49/2020  | Da               | 15                        | 18                         | 18                                       | 7                      |                        | 1                | 59.0                        | 61                                                                      | sedam - 7  |                    | Ne                   | Z2          |                     |
| 27                                 | Kosarević  | Nikola     | EE 98/2020  | Da               | 17                        | 20                         | 17                                       | 6                      |                        | 1                | 61.0                        | 61                                                                      | sedam - 7  |                    | Ne                   | Z2          |                     |
| 28                                 | Kostić     | Jovana     | EE 72/2020  | Da               | 19                        | 21                         | 17                                       | 7                      |                        | 1                | 65.0                        | 65                                                                      | sedam - 7  |                    | Ne                   | Z2          |                     |
| 29                                 | Kravić     | Đorđe      | EE 19/2020  | Da               | 22                        | 23                         | 18                                       | 10                     |                        | 0                | 73.0                        | 73                                                                      | osam - 8   |                    | Ne                   | Z2          |                     |
| 30                                 | Krga       | Jovana     | EE 13/2020  | Da               | 21                        | 24                         | 19                                       | 10                     | 12                     | 6                | 92.0                        | 92                                                                      | deset - 10 |                    | Ne                   |             | RADI VELIKI ZADATAK |
| 31                                 | Lekić      | Ognjen     | EE 210/2020 | Ne               |                           |                            |                                          |                        |                        |                  | Nema uslova                 |                                                                         | pet - 5    |                    | Ne                   | T1 T2 Z1 Z2 |                     |
| 32                                 | Malešević  | Mateja     | EE 167/2020 | Da               | 20                        | 24                         | 18                                       | 9                      |                        | 5                | 76.0                        | 76                                                                      | osam - 8   |                    | Ne                   | Z2          |                     |
| 33                                 | Marković   | Viktorija  | EE 11/2020  | Da               | 23                        | 24                         | 18                                       | 10                     |                        | 4.5              | 93.5                        | 94                                                                      | deset - 10 |                    | Ne                   |             | RADI VELIKI ZADATAK |
| 34                                 | Marković   | Marko      | EE 400/2020 | Da               | 16                        | 15                         | 16                                       | 6                      | 5                      | 3                | 69.0                        | 69                                                                      | sedam - 7  |                    | Ne                   | Z2          | RADI VELIKI ZADATAK |

<https://www.keep.ftn.uns.ac.rs/industrijski-sistemi-i-protokoli/specifikacija/specifikacija-predmeta/>

## Industrijski sistemi i protokoli

Predmet obrađuje upotrebu programabilnih logičkih kontrolera (PLC) pri upravljanju i praćenju rada industrijskih procesa i elektroenergetskih sistema. Prvi deo nastave se bavi primenom PLC pri lokalnom upravljanju procesima (sklopne naprave, senzori, primena u EMP). Drugi deo predmeta obrađuje primenu PLC pri distribuiranom upravljanju koje karakteriše međusobna komunikacija više udaljenih tehnoloških procesa ili celina elektroenergetskog sistema od kojih svaka ima svoju lokalnu strukturu upravljanja. U drugom delu predmeta obrađuje se distribuirano upravljanje sa PLC u kome se koriste razni komunikacioni protokoli nižeg reda (asinhroni prenos podataka: RS-232 i RS-485, industrijski komunikacioni protokoli višeg reda (MODBUS, PROFIBUS, Industrijski Ethernet) kao i TCP/IP protokoli tipa Ethernet, Modbus/TCP i PROFINET.

### Specifikacija predmeta

---

Oznaka predmeta: EEI310

Broj ESPB: 7

Broj časova aktivne nastave nedeljno: 3+1+2

### Nastavni kadar

---

Nastavnik: dr Darko Marčetić, redovni profesor

Konsultacije: posle predavanja

Asistenti: MSc Ivana Isakov

Konsultacije: po dogovoru

### Način polaganja ispita

---

Način formiranja ocene:

Predmet se polaže prvo pismeno, preko dva kolokvijuma, ili preko ispita. Obavezna je pozitivna ocena iz laboratorije. Ocena se formira kao zbir ocene rada u laboratoriji, ocena iz dva teorijska dela, i ocene iz dva tipa zadataka. Konačna ocena se formira na usmenom.

# Ispitna pitanja ... hm ...

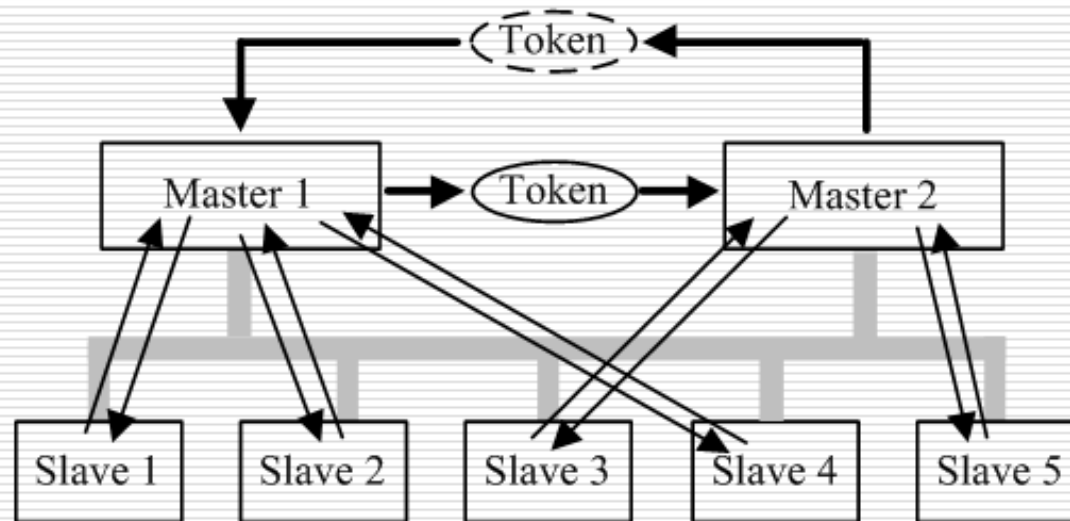
## I kolokvijum –pitanja

1. Objasnite pojam normalno otvoren i normalno zatvoren kontakt. Navedite primere.
2. Nacrtati rele koji ima i NO i NC opciju glavnog kontakta. Objasniti princip rada.
3. Nacrtati kontaktor sa tri NO glavna kontakta i sa jednim pomoćnim NO kontaktom, objasniti princip rada..
4. Nacrtati kontaktorsku šemu samodržanja releja, objasniti princip rada (bez PLC, samo tasteri). Da li je bolje koristiti NO ili NC STOP taster?
5. Šta je PLC? Nacrtajte osnovnu blok šemu PLC-a koja obuhvata sve uobičajene blokove.
6. Koje su prednosti rada sa PLC-om u odnosu na stare relejne šeme?
7. Povežite dva tastera na PLC ulaze, iskoristite 24V na PLC izlazu. Napišite i objasnite proizvoljan kratak lestvičasti PLC program koji koristi te ulaze.
8. Nacrtati jedan DC i jedan relejni izlaz PLC.
9. Nacrtati i objasniti način galvanske izolacije PLC ulaza.
10. Čemu služe PLC analogni ulazi i analogni izlazi? Navedite vrstu signala i opsege koji se uobičajeno koriste.
11. Nacrtajte Siemens PLC S7-200. Uključite u sliku što više detalja, pojasnite pojedine elemente (ulaze/izlaze, trimmer potencijometar, LED signalizaciju ... )
12. Dva Siemens PLC imaju sledeće oznake *CPU 221 DC/DC/DC 6 Inputs/4 Outputs* i *CPU 224 AC/DC/Relay 14 Inputs/10 Relays*. Šta vam sve te oznake govore.
13. Objasniti tipičan programski jezik koji se koristi za programiranje PLC. Dat jedan primer, objasniti logiku.
14. Detaljno objasnite korake u okviru jednog ciklusa rada PLC-a.
15. U PLC programu su upotrebljeni simboli I0.7, Q1.0, T3, C7, VB10, VW100, šta svaki znači?
16. Objasnite koje vrste PLC timer-a postoje, kada počinju da broje, kako se resetuju. Dajte jedan primer primene PLC timera.
17. Objasnite koje vrste PLC counter-a postoje, kada počinju da broje, kako se resetuju. Dajte jedan primer primene PLC brojača.
18. Nacrtati šemu samodržanja kontakta sa PLC i dva tastera. Da li je bolje koristiti NO ili NC STOP taster?
19. Posedujete PLC S7 200, dva tastera (NO i NC), jedan trofazni motor, jedan kontaktor (u sebi ima komandnu špulnu, 3 energetska kontakta i jedan pomoćni NO kontakt) i trofazni bimetal sa NC kontaktom). Nacrtajte šemu elektromotornog pogona sa START i STOP komandnim tasterima i povratnom informacijom da li kontaktor radi. Povežite sve sa odgovarajućim PLC ulazima/izlazima i objasnite princip rada šeme.
20. Objasniti razliku između paralelnog i serijskog prenosa podataka.
21. Objasniti serijsko/paralelnu i paralelno/serijsku konverziju podataka.
22. Koliko osnovnih vrsta prekida serijskog porta postoje i čemu koji služi? Kada se koji generiše?
23. Nacrtati jedan paket RS232 poruke koji prenosi 8 bitova, ima jedan STOP, jedan PARITY bit. Nacrtati logičke i fizičke naponske nivoe na RS232 liniji.
24. Nacrtati jedan paket RS485 poruke koji prenosi 8 bitova, ima jedan STOP, jedan PARITY bit. Nacrtati logičke i fizičke naponske nivoe na RS485 liniji.
25. Nacrtati multidrop RS485 liniju sa jednim masterom, tri slave jedinice i odgovarajućim terminatorima linije.

# Ono što sam ja želeo kao odgovor...

Kako više master uređaja deli istu PROFIBUS liniju ?

Ovo je rešenje pitanja ...



Cyclic operation:  
M1→S1, S1→M1  
M1→S2, S2→M1  
M1→S4, S4→M1  
M1→token→M2  
M2→S3, S3→M2  
M2→S5, S5→M2  
M2→token→M1  
M1→S1, S1→M1  
M1→S2, S2→M1  
etc.

# Svega ovoga ne bi bilo da ....

Kako više master uređaja deli istu PROFIBUS liniju ?

6. U HARTKOJ je suština kako ga bismo master uređaja brzo komuniciraju na istoj PROFIBUS liniji. To se odvija preko TOKEN-a. Ovaj token određuje kopirajući adresni identifikator SD4 (OXIC) i kopirajući to adresni master, kada treba da preda aktivnost na istoj drugoj master, tj. ga preda TOKEN.

|     |    |    |
|-----|----|----|
| SD4 | DA | SA |
|-----|----|----|

SD4 - adresni koji definiše token  
DA - adresni adresa mastera koja će  
primati istu PROFIBUS liniju  
SA - adresa izlaza mastera koji kao  
završava ovaj ciklus predoje TOKEN  
masteru da DA istu liniju

master

rel

ziva

i

nost

preda

koji

sa

iniju.

završetku

sa

# Knjiga za teorijski deo + primeri

**Darko Marčetić, Marko Gecić, Boris Marčetić, Programabilni logički kontroleri i komunikacioni protokoli u elektroenergetici, FTN Izdavaštvo, Novi Sad , 2016**



## Kraj uvodnog predavanja ...