

ETF

eeStec

Primena PROFIdrive standarda za upravljanje elektromotornim pogonima

Milan Bebić (bebic@etf.bg.ac.rs)

Katedra za Energetske pretvarače i pogone

PLC+ radionica

ETF Beograd
www.pogoni.etf.rs



Sadržaj prezentacije

- Opšte o komunikacionim protokolima
- Profibus i Ethernet– Brzine i mogućnosti
- Hardverske realizacije: žičane, optičke, radio veze, razdaljine i brzine komunikacije
- Upravljanje elektromotornim pogonima klasično i preko PLC-a
- PROFIdrive protokol - detaljno
- Primer: Elektromotorni pogon papir mašine u Fabrici Hartije Beograd

Opšte o komunikacionim protokolima

- Komunikacione protokole delimo:
 - prema hardverskim osobinama:
 - medijum prenosa signala (žica, optika ili radio),
 - karakteristike signala (12V ili 5V, strujni signal, talasna dužina, boja svetla)
 - serijski ili paralelni prenos bitova
 - Prema brzini komunikacije
 - Prema formatu poruke
- Ukoliko bilo koji od parametara nije usaglašen
 - nema komunikacije

Opšte o komunikacionim protokolima

- RS-232 standard
 - Minimalno 3 žice (Rx, Tx, GND), $\pm 12V$, brzine komunikacije do 56 kb/s (kilo bita u sekundi), veza između 2 tačke, dvosmerna veza moguća
- RS-485 standard
 - Koriste se samo 2 žice, 0 ili 5V, brzine komunikacije do 12Mbps (mega bita u sekundi), veza između max 32 tačke, dvosmerna veza nije moguća

Opšte o komunikacionim protokolima

- Optička veza je imuna na smetnje, tako da je moguće ostvariti veće razdaljine pri istoj brzini komunikacije
- Nije moguće pojačanje optičkog signala bez pretvaranja u električni (za sada)
- Prenos svetlosnog signala je kroz svetlosna vlakna, teorija zahteva da vlakna budu tanka, jer je onda svetlosni zrak usmeren.
- Pri prekidu optičkog kabla, vlakna se teško nastavljaju (ali je moguće, čak i na terenu, ili pod vodom!)
- Teško se prisluškuje

Opšte o komunikacionim protokolima

- Radio prenos signala je najmanje zahtevan, prenosi se pomoću antena, kroz vazduh ili vakuum
- Svi dobro znaju da postoji AM (amplitudska modulacija) i FM (frekventna modulacija)
- Takođe poznajemo Bluetooth, GSM, a nama je najbitnija IEEE 802.11 (wireless)
- Ne mogu se postići velike brzine prenosa na velike razdaljine, zavisi od optičke vidljivosti, atmosferskih prilika, magle (koja unosi slabljenje)
- Veoma lako se prisluškuje

Istorijski razvoj komunikacionih protokola

- Kao prvi komunikacioni protokol navode se dimni signali (američki indijanci, drevna Kina), ili tam-tam bubnjevi u Africi...
- U nautici se koristila komunikacija pomoću zastavica, ili odbijenog svetla pomoću ogledala
- Tek 1837. godine su nastali prvi električni telegrafi (primenjeni u britanskoj železnici), i Morzeov telegraf u Americi.

Istorijski razvoj komunikacionih protokola

- Prvi komunikacioni protokoli u automatici bili su bazirani na RS-232 protokolu.
- Počelo je sa ModBus protokolom 1979, koji je plasirao Modicon, baš za povezivanje PLC-ova
- Pošto je bio opisan i javno dostupan, postao je VEOMA popularan
- Sada se koristi sa svim standardima povezivanja, RS-485, Ethernet, optički, radio.

Istorijski razvoj - PROFIBUS

- PROFIBUS je zvanično nastao 1989, a u obliku koji danas koristimo, postoji od 1993. godine.
- PROFIBUS se kao standard DIN 19245 pojavio 1991, da bi preko EN 50170, postao IEC 61158/IEC 61784, 1999. godine.
- PROFIBUS je nastao kao protokol za automatizaciju



PROFIBUS: deterministički protokol

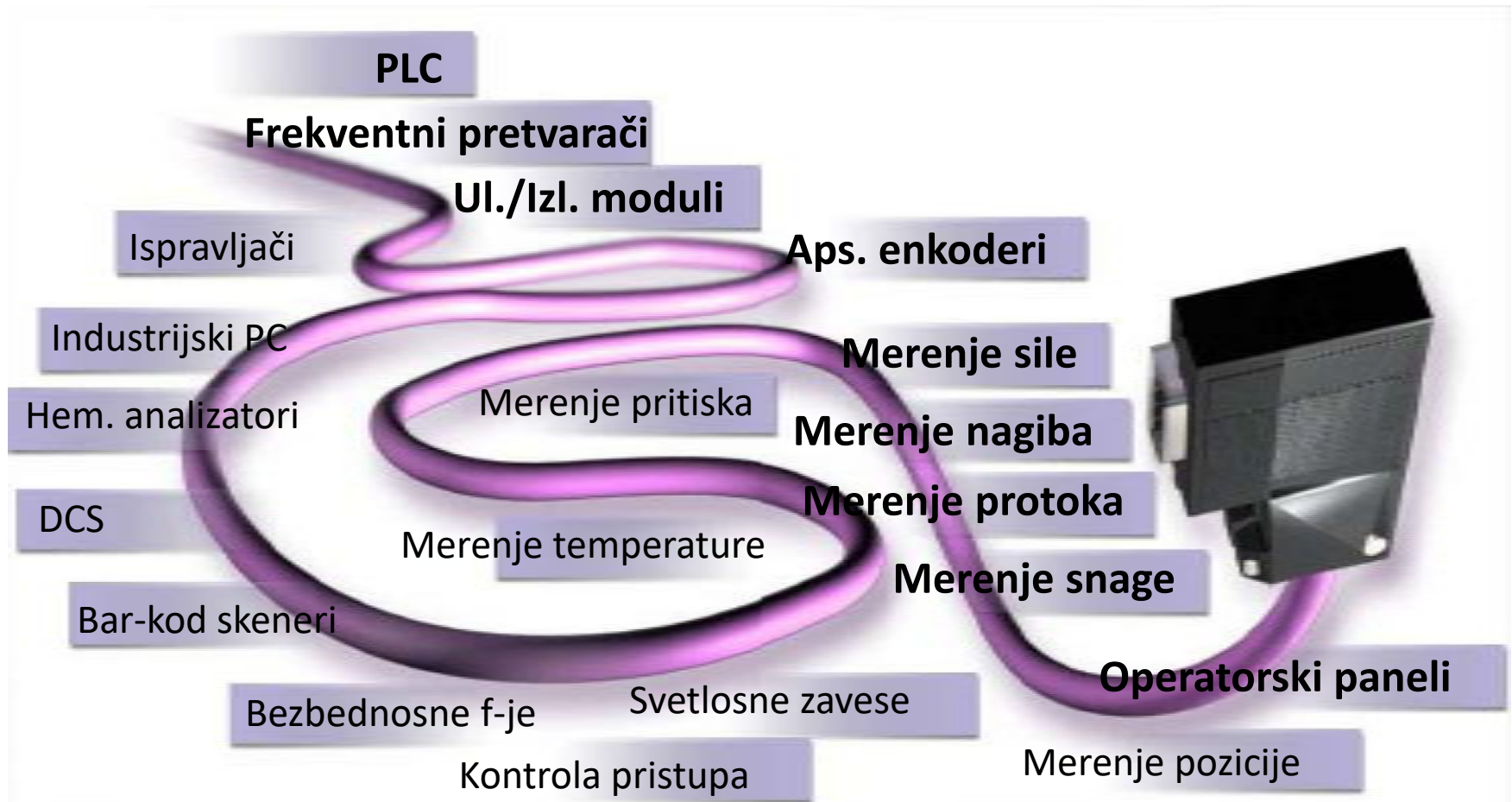
- Komunikacija je zasnovana na Master-Slave principu.
- Samo master uređaj može da započne komunikaciju.
- Moguće je da na istoj mreži postoje više mastera, oni razmenjuju “tokene”, odnosno pravo prozivanja slejvova. (ovo usporava komunikaciju)
- Kada se slejv ne odazove u predviđenom vremenu, master detektuje grešku.
- Konfiguracija slejvova je upisana u master.
- Tačno se zna format svake poruke.

Karakteristike PROFIBUS mreže

PROFIBUS veza obezbeđuje:

- Prenos velike količine informacija u oba smera
- Veliku brzinu prenosa informacija max. 12MB/s
- Tačnost i pouzdanost prosleđenih informacija
- Neosetljivost na elektromagnetne smetnje
- Korišćenje optičkih kablova na velikim razdaljinama
- Jednostavno proširenje, dodavanje novih informacija u razmenu

PROFIBUS podržava više od 2500 proizvoda od više od 200 proizvođača



Istorijski razvoj - Ethernet

- Ethernet protokol je nastao u Xerox Palo-Alto Research centru u periodu 1972- 1975, kao mreža za povezivanje računara.
- Vodi se kao standard IEEE 802.3 iz 1984. god.
- Prva industrijska upotreba Etherneta vezuje se za PROFINET i Siemens
- Industrijski ethernet rešava pitanje “sudara paketa”, tako da se sada sve masovnije primenjuje

Ethernet:

kancelarijski ili industrijski protokol

- Svi priključeni uređaji su ravnopravni.
- Aktivne mrežne komponente (switch-evi) određuju ko može da započne komunikaciju (collision detect).
- Brzine komunikacije stalno rastu, kao i mogućnosti priključenih uređaja (web strane u senzorima)
- Podela uloga u komunikaciji je i dalje Master-Slave.
- Format poruka u komunikaciji je striktno definisan.
- Moguće je pristupati slejvovima direktno, za dijagnostiku, što je veoma zgodno.

Prednosti i nedostaci komunikacionih protokola

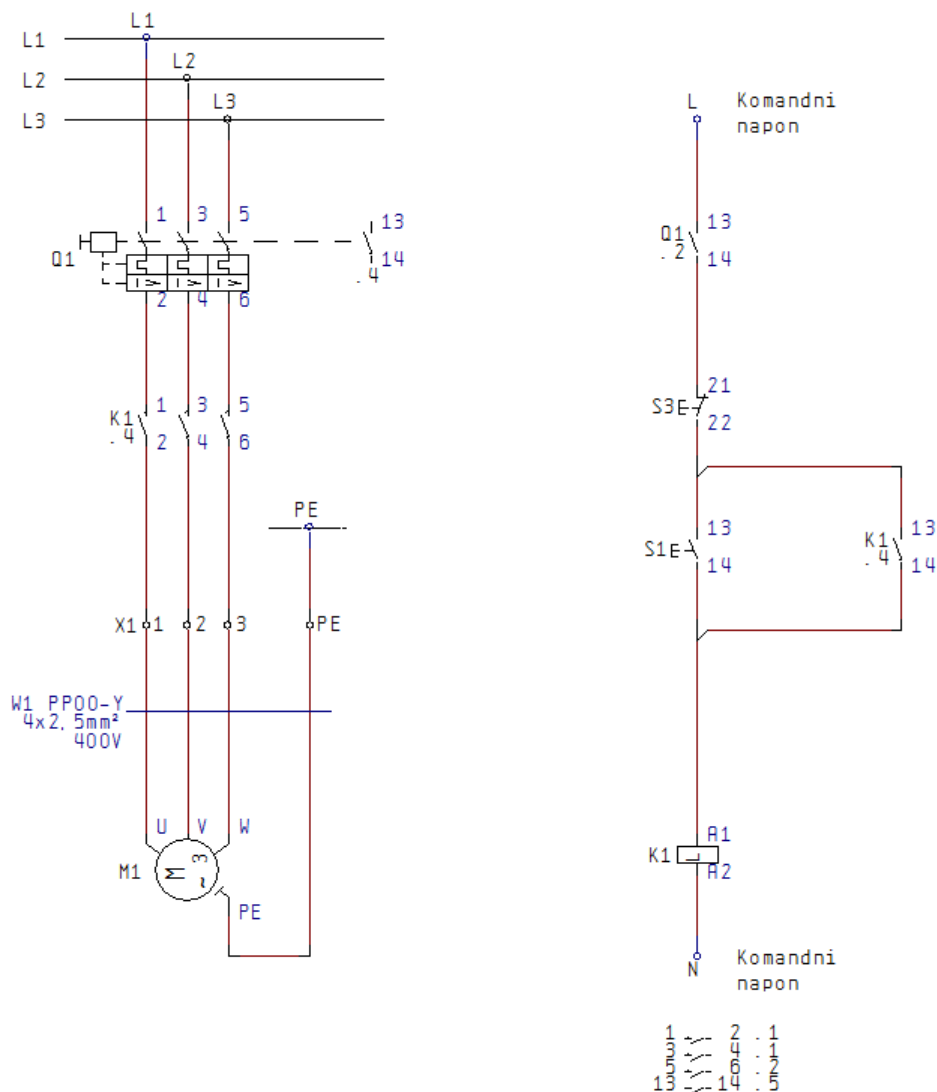
PREDNOSTI

- Može se preneti ogromna količina informacija
- Smanjeno potrebno ožičenje, niža cena
- Komunikacija je imuna na smetnje, čak i na velikim daljinama
- Veća pouzdanost informacije, sa mogućnostima provere
- Prekid komunikacije se lako detektuje

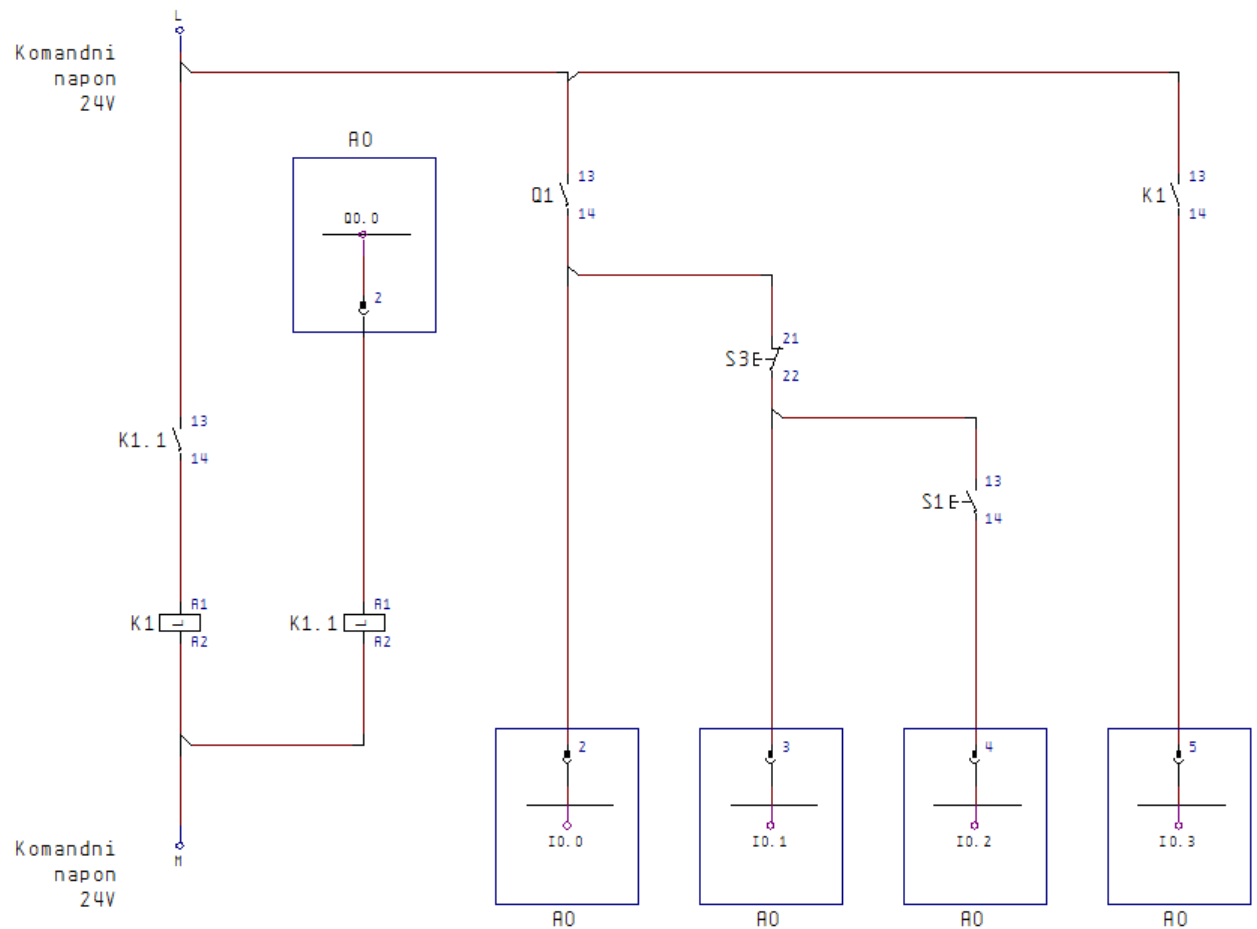
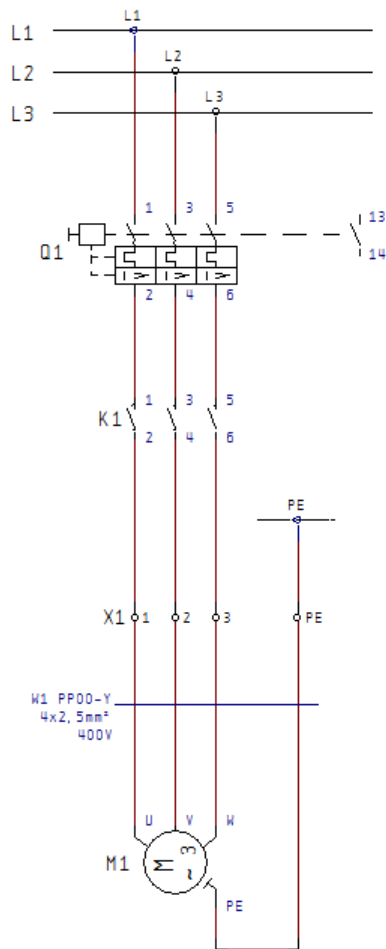
NEDOSTACI

- Informacija se ne prenosi trenutno, kao u slučaju analognih signala ili napona na kontaktima
- Prekid komunikacije dovodi do prestanka rada

Klasično upravljanje pogonom



Upravljanje pogonom iz PLC-a



13 ~ 14 2.4

Energetski
kontaktor

Uključenje
kontaktora

Motorna
zastita

Isključenje

Uključenje

Potvrda
kontaktora

Upravljanje pogonom iz PLC-a

Primer

	Name	Data type	Default value	Comment
1	▼ Input			
2	Q1	Bool		Motorna zaštita
3	S3	Bool		Taster za Isključenje
4	S1	Bool		Taster za uključenje
5	K1R	Bool		Potvrda kontaktora (radni kontakt)
6	▼ Output			
7	K1	Bool		Uključenje kontaktora

▼ Block title:

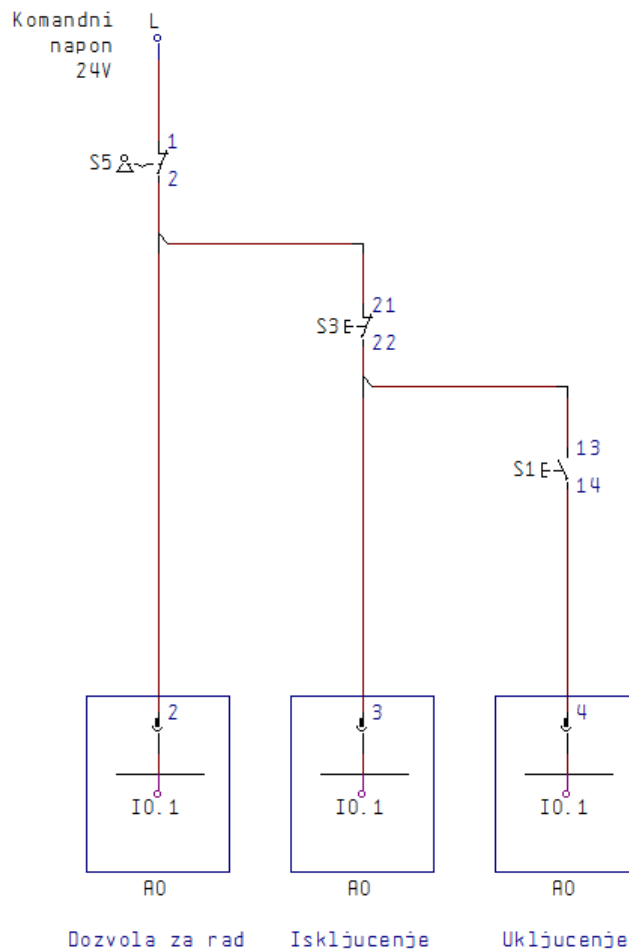
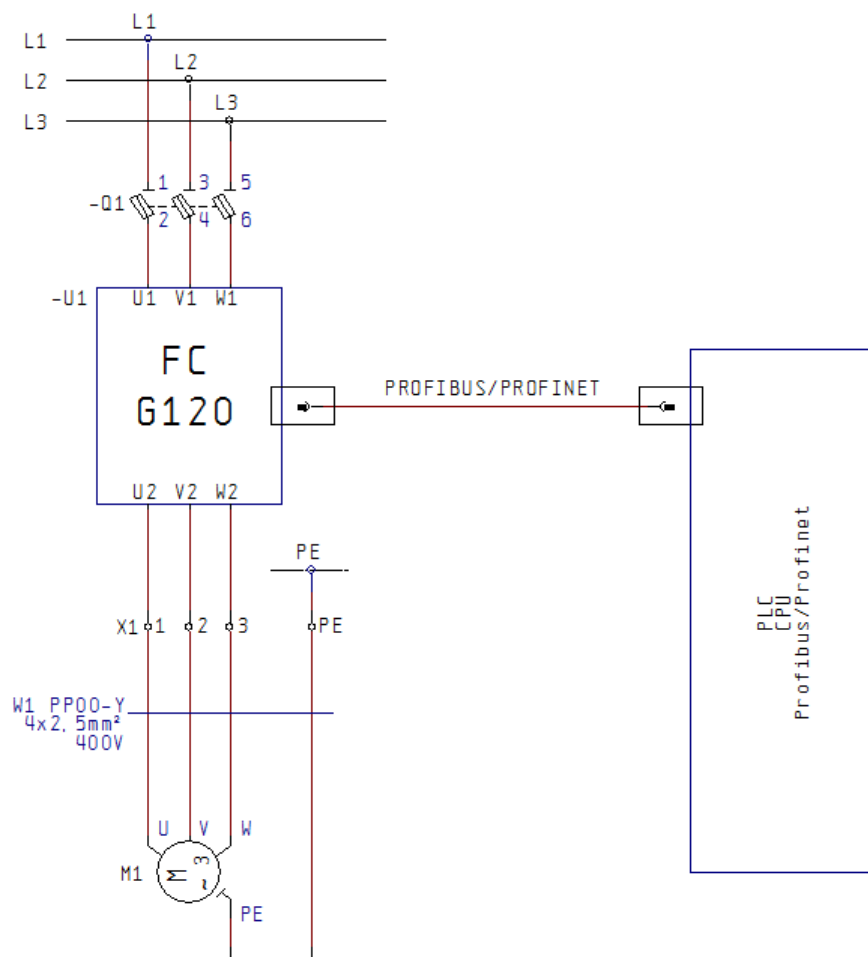
Comment

▼ Network 1: Uključenje kontaktora

Comment

```
graph LR
    PowerRail(( )) --- Q1[#Q1]
    Q1 --- S3[#S3]
    S3 --- Split(( ))
    Split --- S1[#S1]
    Split --- K1R[#K1R]
    S1 --- Join(( ))
    K1R --- Join
    Join --- K1((#K1))
    K1 --- EndRail(( ))
```

Upravljanje regulisanim pogonom iz PLC-a, korišćenjem komunikacionog protokola



PROFIdrive protokol

Ograničujemo se samo na brzinski mod rada pretvarača

- Statusna reč (SW)
- Ostvarena vrednost (MAV)
- Kontrolna reč (CW)
- Zadana vrednost (MRV)
- Dijagram stanja (state machine)

Terminologija

- **Statusna reč**
Status Word (en:SW), Zustandswort (de:ZSW)
- **Ostvarena vrednost**
Main actual value (en:MAV), Hauptistwert (de:HIW)
- **Kontrolna reč**
Control Word (en:CW), Steuerwort (de:STW)
- **Zadata vrednost**
Main setpoint/reference value (en:MRV),
Hauptsollwert (de:HSW)

Statusna reč (SW)

- 16 bit-a (bit 0 – bit 15)
- Ne koriste se: **bit 11, 14 i 15**
- Moguće vrednosti: **0 i 1**

Statusna reč (SW)

- **Bit 0 (RDY ON)**
 - bit 0=1 (RDY ON), Pretvarač spreman za uključenje
 - bit 0=0 (OFF), Pretvarač nije spreman za uključenje
- **Bit 1 (RDY RUN)**
 - bit1=1, Pretvarač spreman za rad
 - bit1=0, Pretvarač nije spreman za rad
- **Bit 2 (RDY REF)**
 - bit2=1, postoji dozvola za rad pogona
 - bit2=0, onemogućen rad pogona
- **Bit 3 (Fault present)**
 - bit3=1, postoji greška na pretvaraču
 - bit3=0, nema greške na pretvaraču

Statusna reč (SW)

- **Bit 4 (OFF2 Status - Coast)**
 - bit4=1, stanje OFF2 nije aktivirano
 - bit4=0, stanje OFF2 je aktivirano
- **Bit 5 (OFF3 Status – Quick stop)**
 - bit5=1, stanje OFF3 nije aktivirano
 - bit5=0, stanje OFF3 je aktivirano
- **Bit 6 (ON IHIBIT)**
 - bit6=1, blokiran rad pretvarača
 - bit6=0, nije blokiran rad pretvarača
- **Bit 7 (ALARM)**
 - bit7=1, postoji alarm na pretvaraču
 - bit7=0, nema alarma na pretvaraču

Statusna reč (SW)

- **Bit 8 (AT SETPOINT)**
 - bit8=1, brzina motora je dostigla zadatu brzinu (razlika u dozvoljenom opsegu)
 - bit8=0, brzina motora nije dostigla zadatu brzinu
- **Bit 9 (REMOTE)**
 - bit9=1, Pretvarač se upravlja preko nadređenog sistema upravljanja
 - bit9=0, Pretvarač se upravlja lokalno sa panela
- **Bit 10 (ABOVE LIMIT)**
 - bit10=1, brzina motora je veća od podešenog limita ili zadate vrednosti
 - bit10=0, brzina motora je manja od podešenog limita ili zadate vrednosti
- **Bit 11**

Ne koristi se

Statusna reč (SW)

- **Bit 12 (Running indication)**
 - bit12=1, Pogon je u radu (ne mora biti brzina > 0)
 - bit12=0, Pogon nije u radu
- **Bit 13 (Ready to operate)**
 - bit13=1, Pogon je spreman za rad
 - bit13=0, Pogon nije spreman za rad
- **Bit 14**

Ne koristi se
- **Bit 15**

Ne koristi se

Ostvarena vrednost (MAV)

- Vrednost se prenosi kao celobrojna (integer).
- Opseg merene veličine se skalira od -4000Hex do +4000Hex (-16384 do + 16384).
- Veličina koja se definiše kao MAV zavisi od tipa uređaja, proizvođača i konfiguracije
- U elektromotornim pogonima najčešće je to brzina pogona u procentima.

Kontrolna reč (CW)

- 16 bit-a (bit 0 – bit 15)
- Ne koriste se: **bitovi 8, 9, 11 - 15**
- Moguće vrednosti: **0 i 1**

Kontrolna reč (CW)

- **Bit 0 (ON)**
 - 1 (ON), Pogon spreman za rad
 - 0 (OFF1), Pogon se isključuje, tj. staje sa programiranim ubrzanjem/usporenjem
- **Bit 1 (No OFF2)**
 - 1, nije aktivno isključenje OFF2
 - 0, Pretvarač se odvodi u COAST (ukidaju se impulsi za pretvarač)
- **Bit 2 (No OFF3)**
 - 1, nije aktivno isključenje OFF3
 - 0, FP se zaustavlja po rampi brzog zaustavljanja (max. moment)
- **Bit 3 (Enable operation)**
 - 1, vrši se pobuđivanje motora i moguće je zadavanje brzine
 - 0, motor se zaustavlja a pretvarač odlazi u COAST

Kontrolna reč (CW)

- **Bit 4 (Enable RFG - RAMP OUT ZERO)**
 - 1, omogućen je rad internog generatora zadavanja brzine
 - 0, izlaz internog generatora zadate brzine dovodi se na nulu
- **Bit 5 (Enable RFG - RAMP HOLD)**
 - 1, omogućen je rad internog generatora zadavanja brzine
 - 0, interni generator zadate brzine zadržava dostignutu vrednost
- **Bit 6 (Enable setpoint - RAMP IN ZERO)**
 - 1, moguće je zadavanje vrednosti na ulaz internog generatora brzine
 - 0, ulaz internog generatora zadate brzine dovodi se na nulu
- **Bit 7 (RESET)**
 - 1, resetuje se postojeća greška
 - 0, nastavlja se normalan rad

Kontrolna reč (CW)

- Bitovi 8 i 9

Ne koriste se

- Bit 10 (REMOTE CMD)

- 1, Pogonom se upravlja iz nadređenog sistema upravljanja
- 0, Pogonom se ne upravlja iz nadređenog sistema

- Bitovi 11-15

Ne koriste se

Zadata vrednost (MRV)

- Vrednost se prenosi kao celobrojna (integer).
- Opseg zadate veličine se skalira od -4000Hex do +4000Hex (-16384 do + 16384).
- Veličina koja se definiše kao MRV zavisi od tipa uređaja, proizvođača i konfiguracije
- U elektromotornim pogonima najčešće je to zadata brzina pogona u procentima.

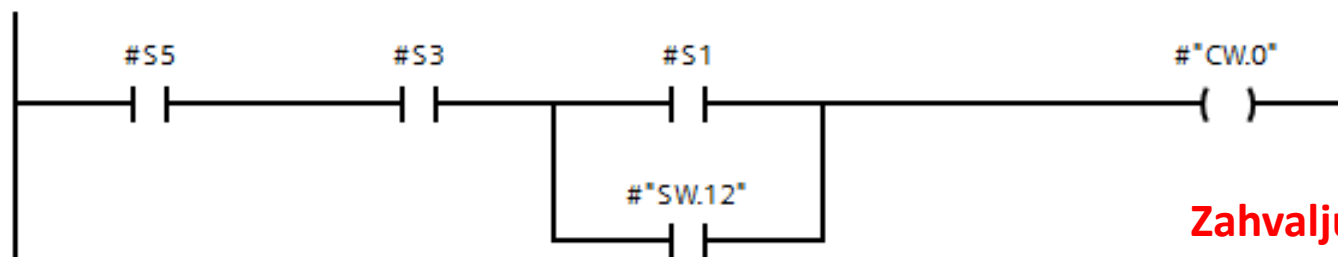
Upravljanje regulisanim pogonom iz PLC-a, korišćenjem komunikacionog protokola

1	Input			
2	SW	Word		Statusna reč
3	S5	Bool		Dozvola za rad
4	S3	Bool		Taster za isključenje
5	S1	Bool		Taster za uključenje
6	<Add new>			
7	Output			
8	CW	Word		Kontrolna reč
9	InOut			
10	Temp			
11	CW.0	Bool		ON- CW bit 0
12	SW.12	Bool		Running indication - SW bit 12

► Block title:

▼ Network 1: ON- CW bit 0

Comment



**Zahvaljujem se
Ivanu, Matiji i Nikoli na pomoći.**

Dijagram stanja pogona

LEGENDA:

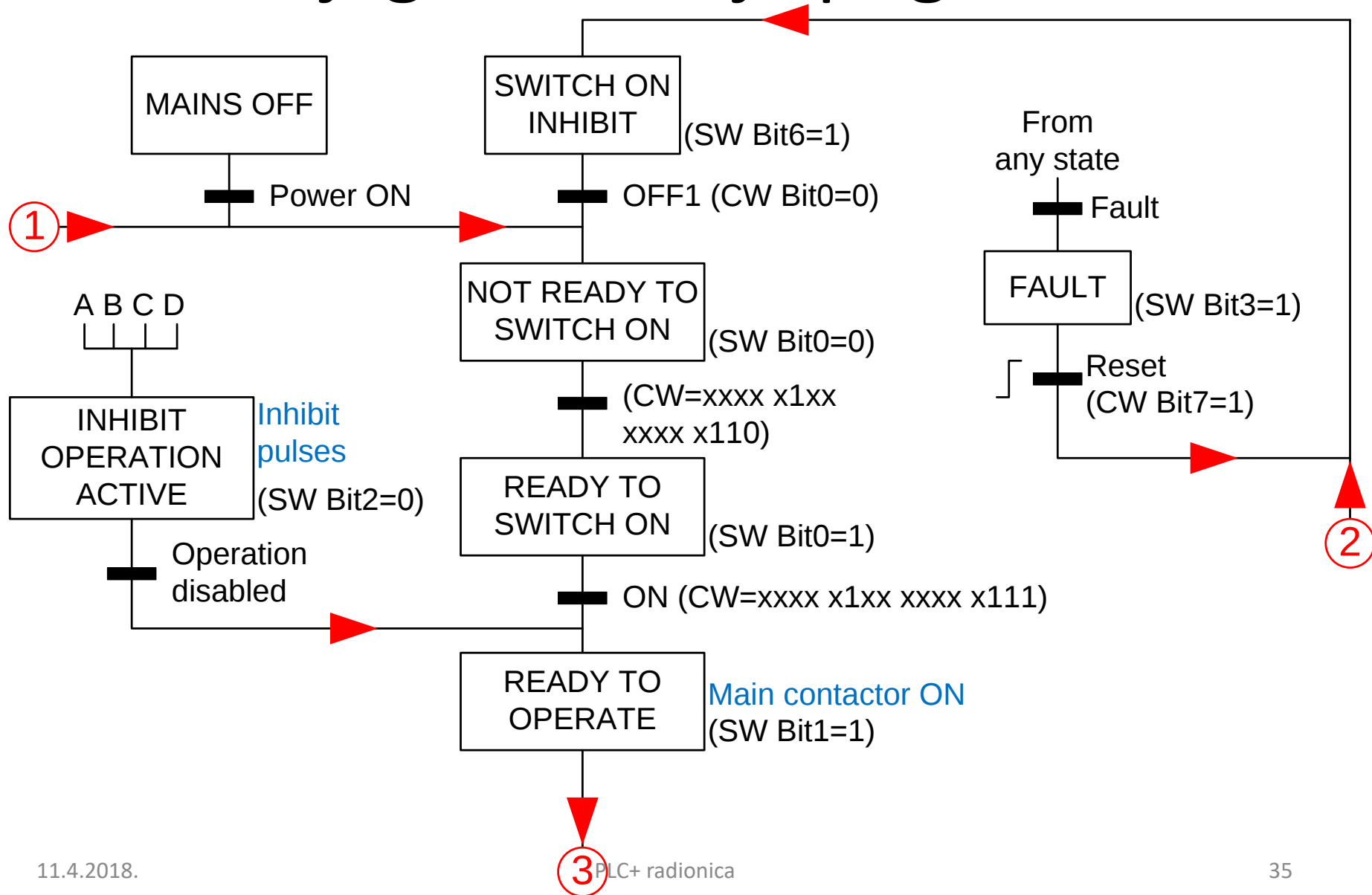
Tekst

Opis trenutnog stanja
frekventnog pretvarača

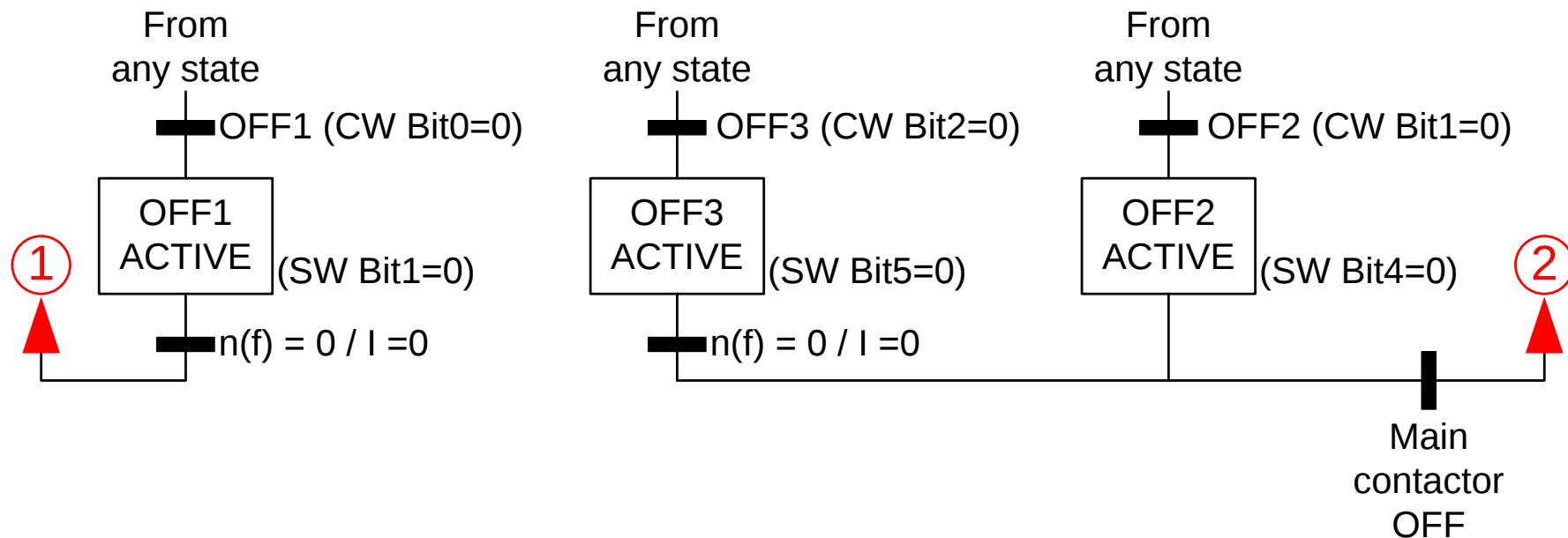


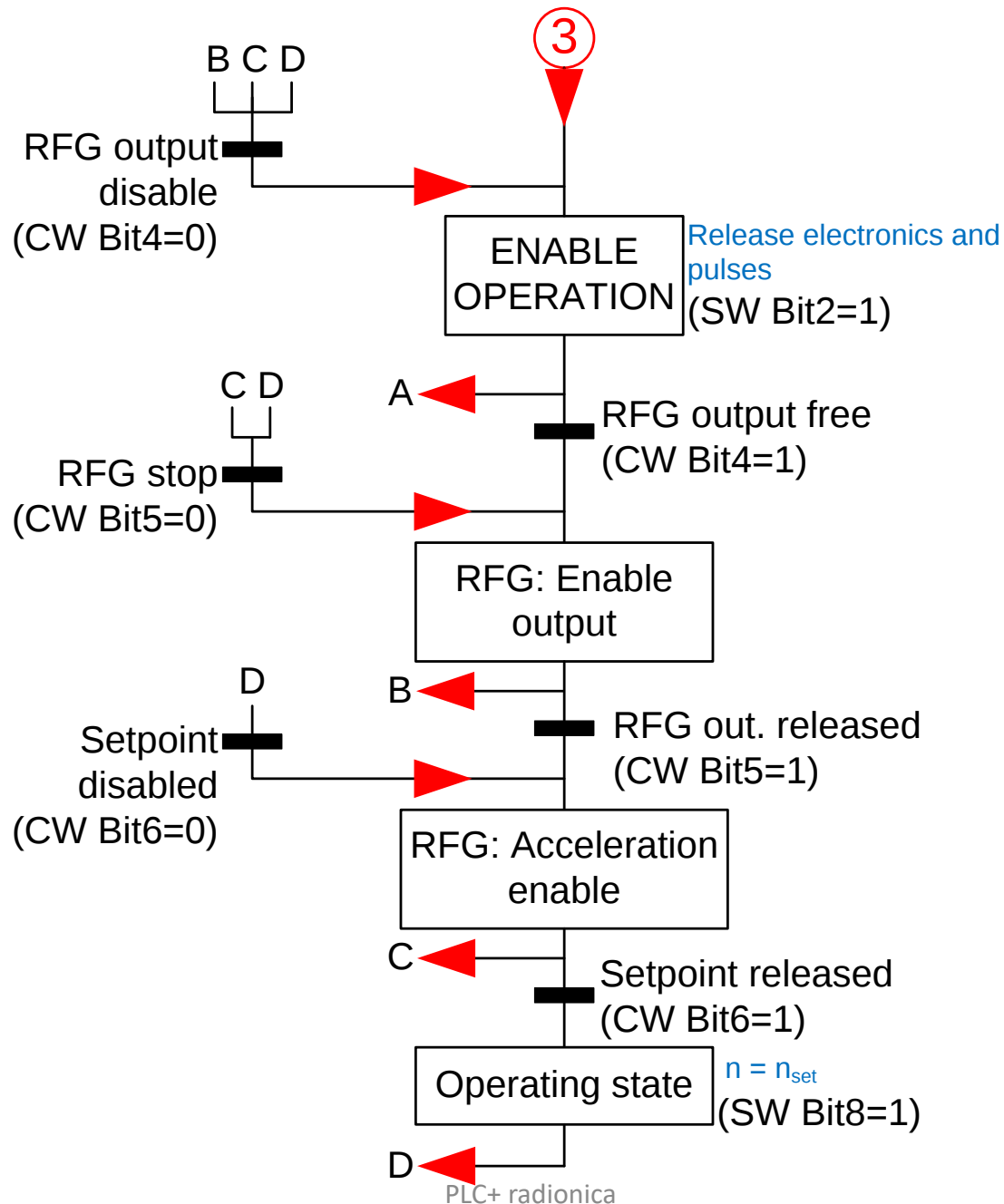
Opis komande za prelaz
iz prethodnog u naredno
stanje na dijagramu

Dijagram stanja pogona



Dijagram stanja pogona

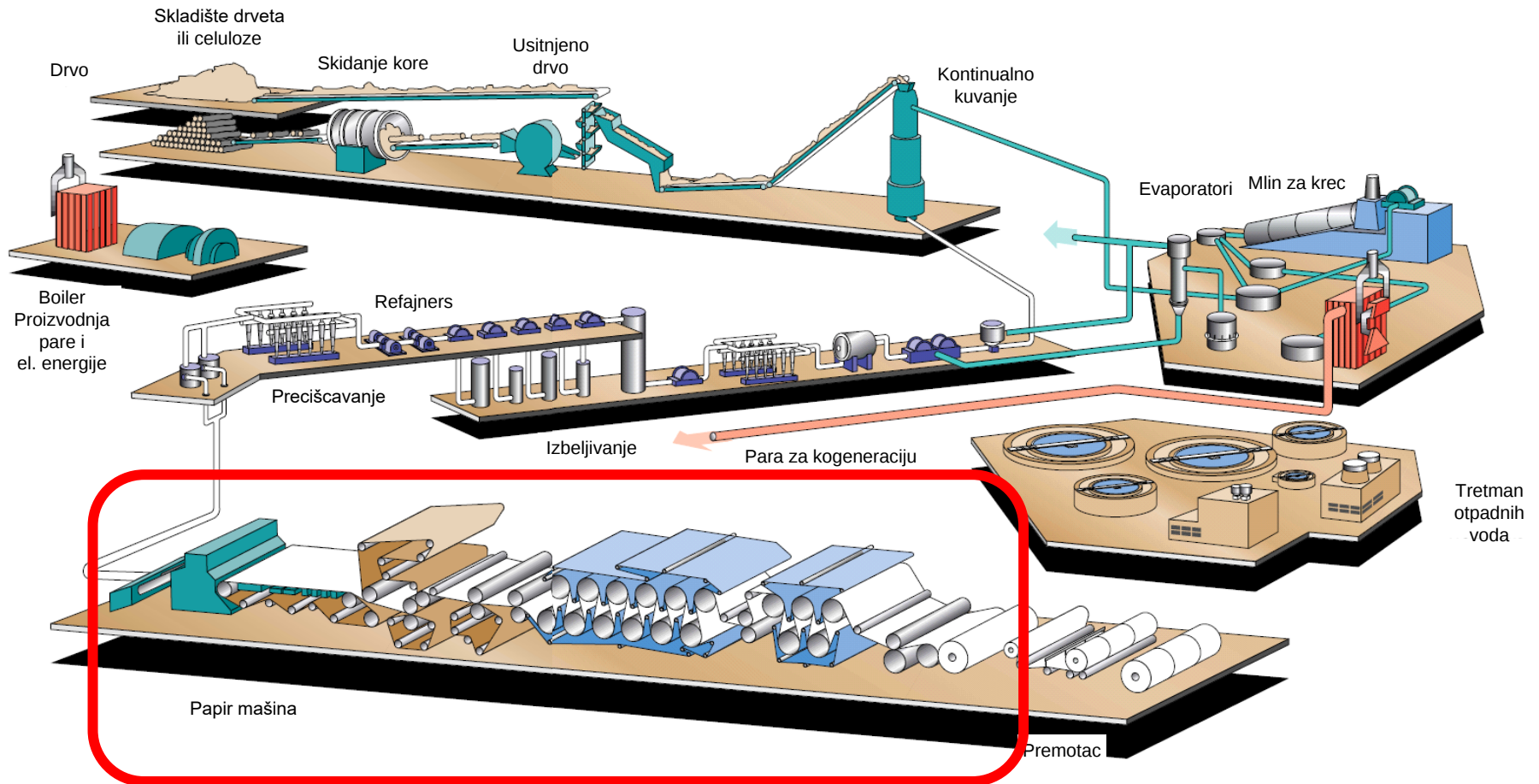




Elektromotorni pogon papier mašine u Fabrici Hartije Beograd

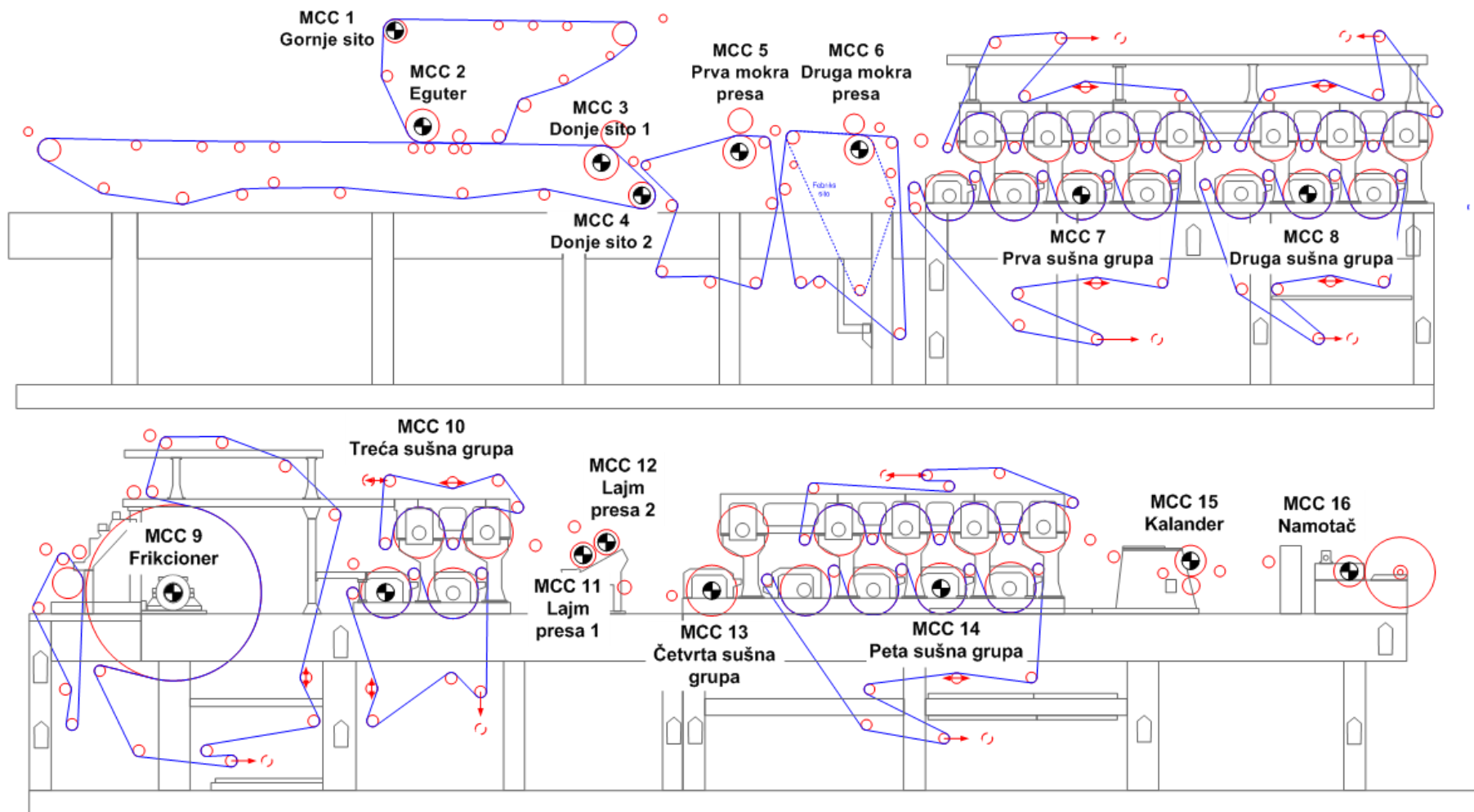
Primer iz prakse

Tehnološki proces proizvodnje papira ili kartona



Papir mašina

Raspored pogonskih grupa sa pogonske strane mašine



Raspored opreme u elektro postrojenju

Pored frekventnih pretvarača, i druga elektro oprema je smeštena u istom elektro postrojenju.

od MCC1 MCC4 MCC5 MCC6



MCC7 MCC8 MCC9 ... do MCC16

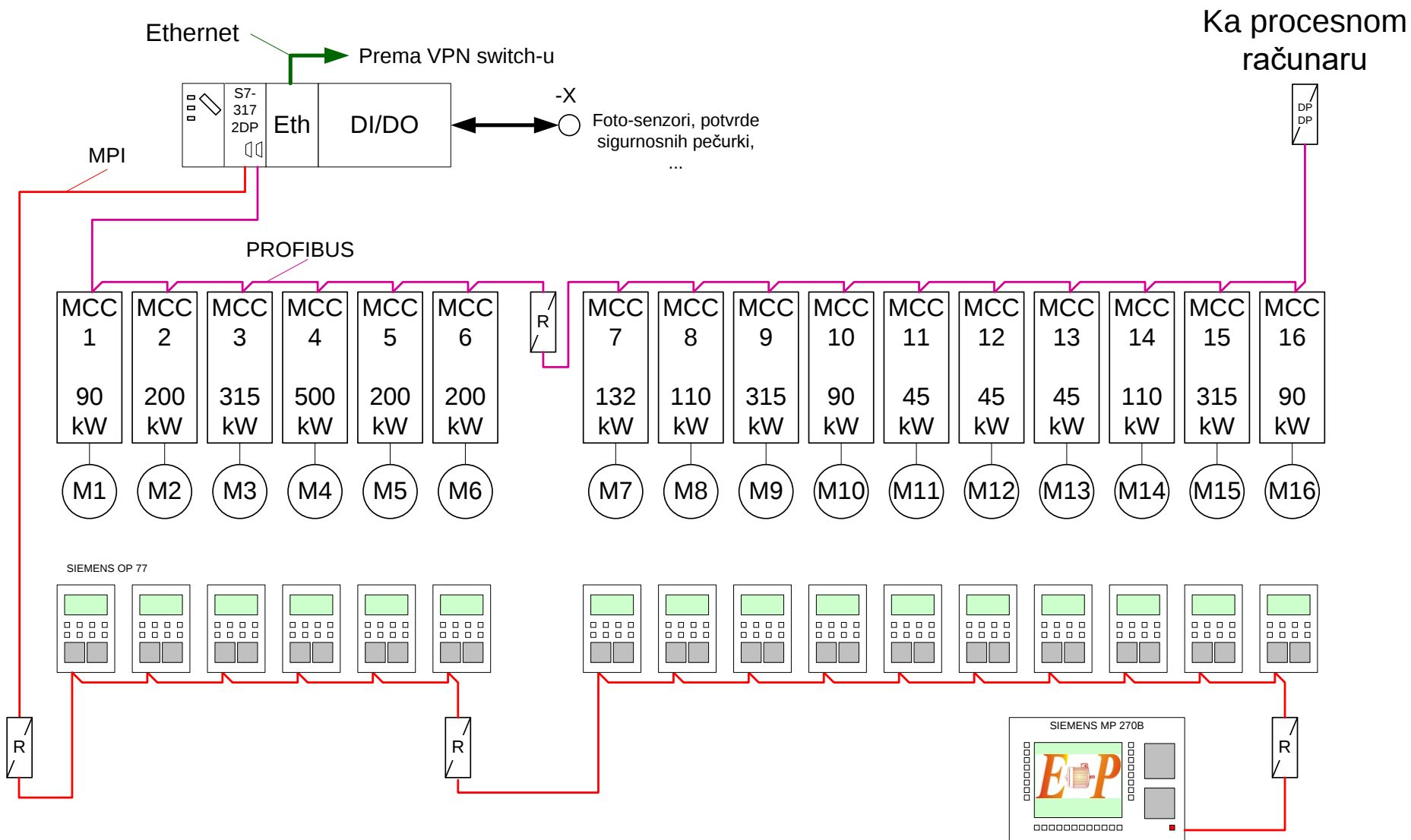


Oprema za upravljanje

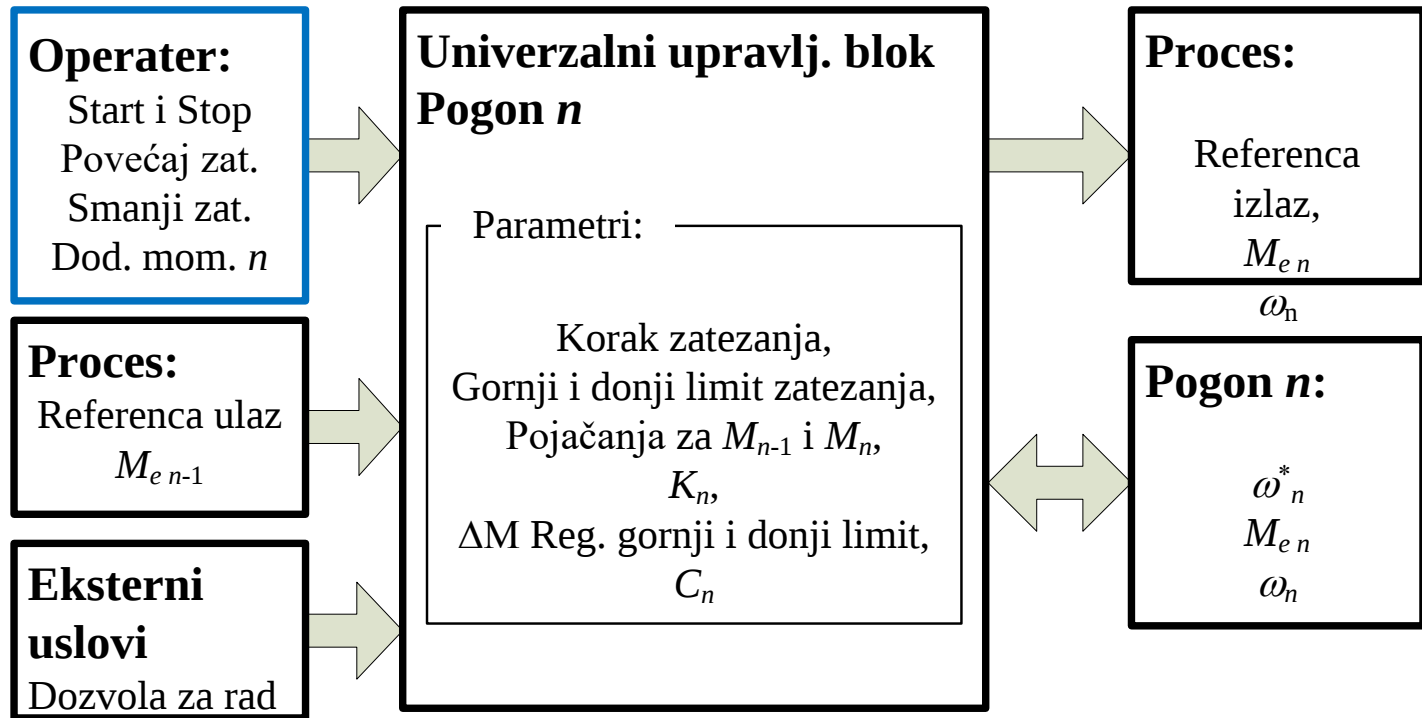
- Kompaktno rešenje ostvareno upotrebom PROFIBUS komunikacije između PLC-a i pretvarača
- Zasebni operatorski paneli kod svake pogonske grupe



Upravljanje korišćenjem komunikacije

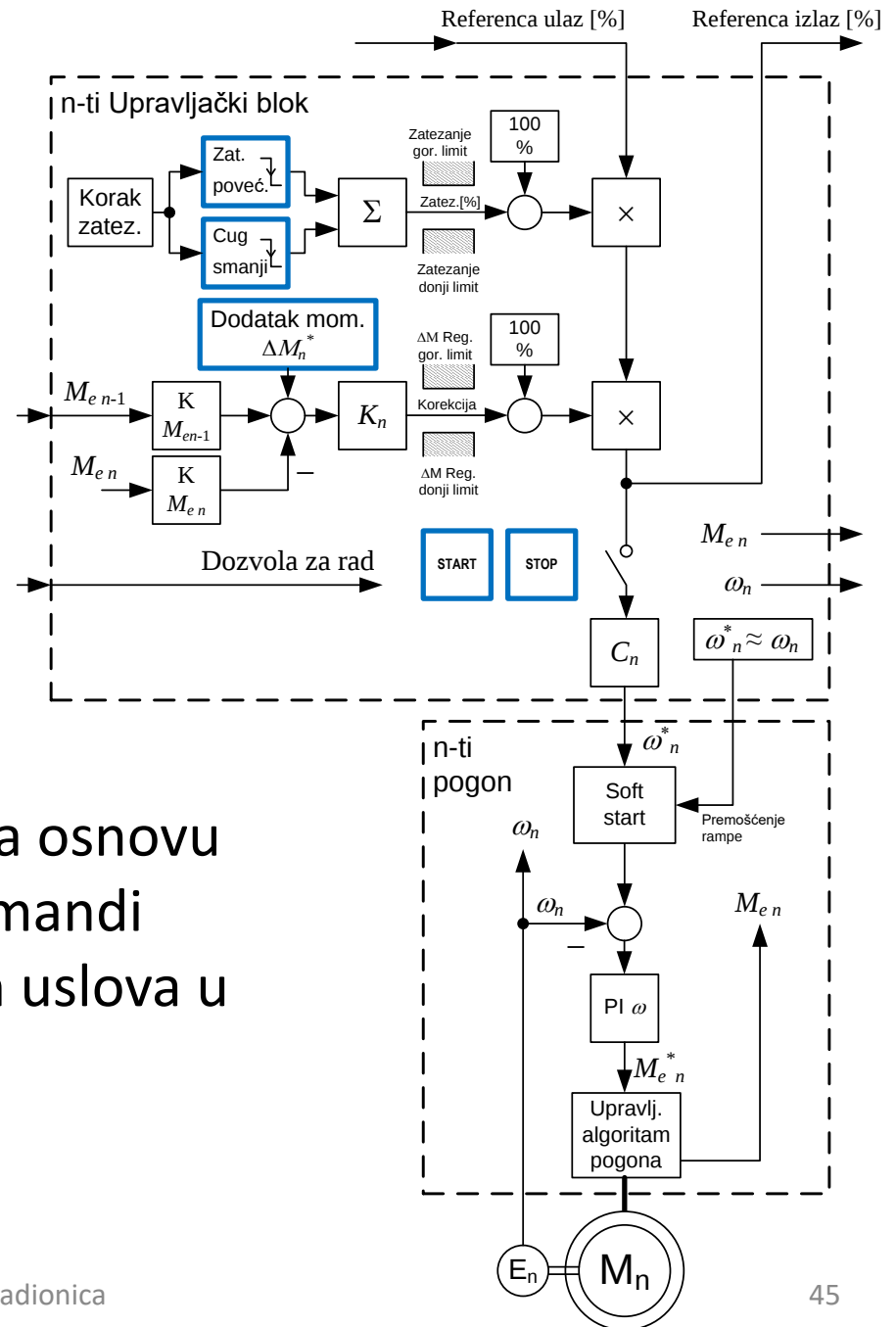


Univerzalni blok za upravljanje pogonom



Univerzalni blok za upravljanje pogonom

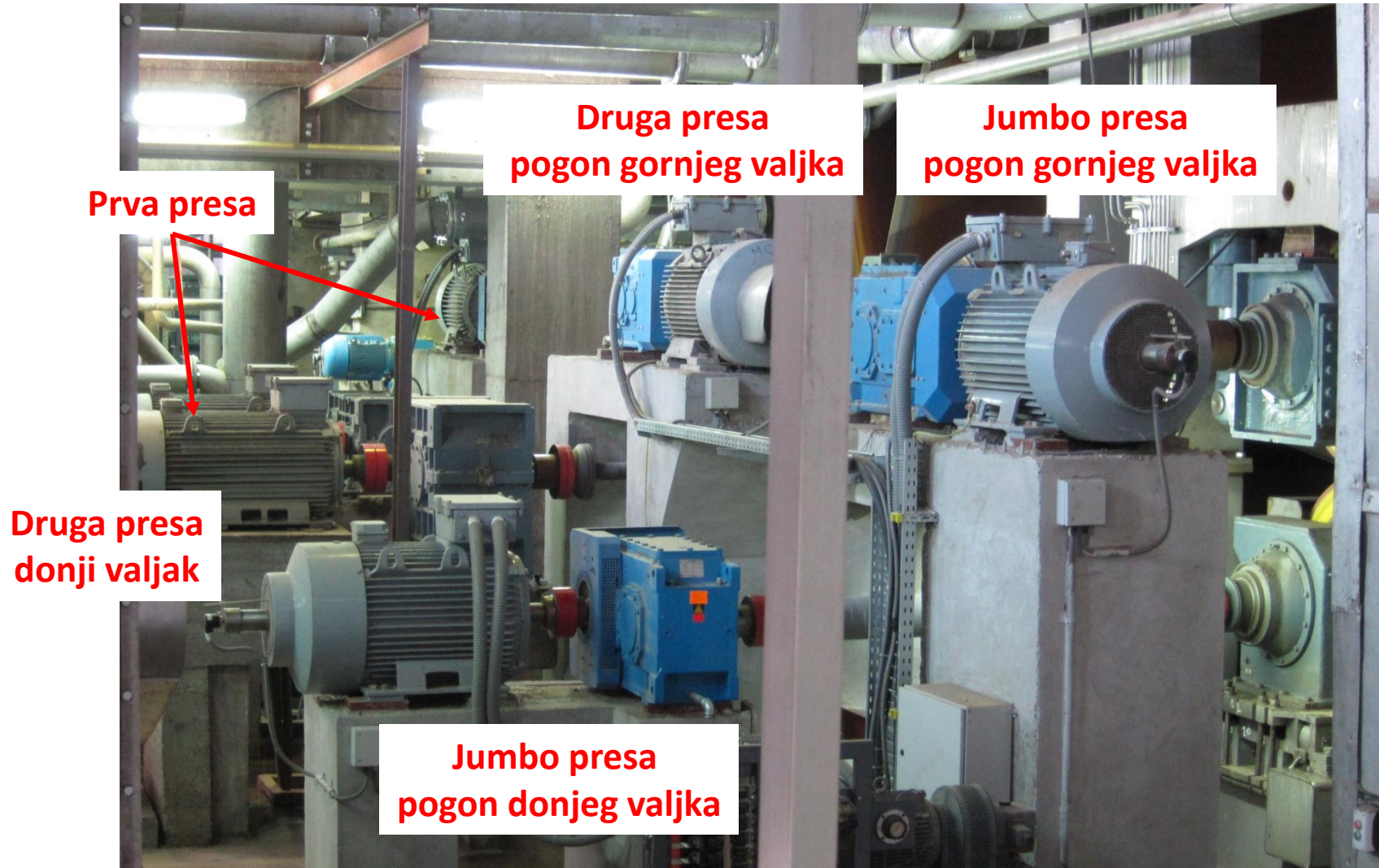
Kontrolna reč se određuje na osnovu
statusne reči pogona, komandi
rukovaoca na panelu i opštih uslova u
postrojenju.



Izgled partije presa (cedenje papira)



Pogled sa pogonske strane



ETF

eeStec

Hvala na pažnji.
Pitanja?

Materijal sa prezentacije i dodatne informacije
možete pronaći na:

www.pogoni.etf.bg.ac.rs → PLC+ radionica

