

# **Opšte o komunikacionim protokolima PROFIBUS i PROFINET**

# 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 slave 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 12MB/s
- Tačnost i pouzdanost prosleđenih informacija
- Neosetljivost na elektromagnetne smetnje
- Korišćenje optičkih kablova na velikim razdaljinama
- Jednostavno proširenje, dodavanje novih informacija u razmenu

# 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.

# Istorijski razvoj – Ethernet i PROFINET

- 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.
- Industrijski Ethernet – Siemens SINEC H1 (1985.)
- **PRO**cess **FI**eld **NET**
- Profinet IO se pojavljuje na sceni 2003.
- Profinet real-time od 2004. godine

# Industrijski Ethernet

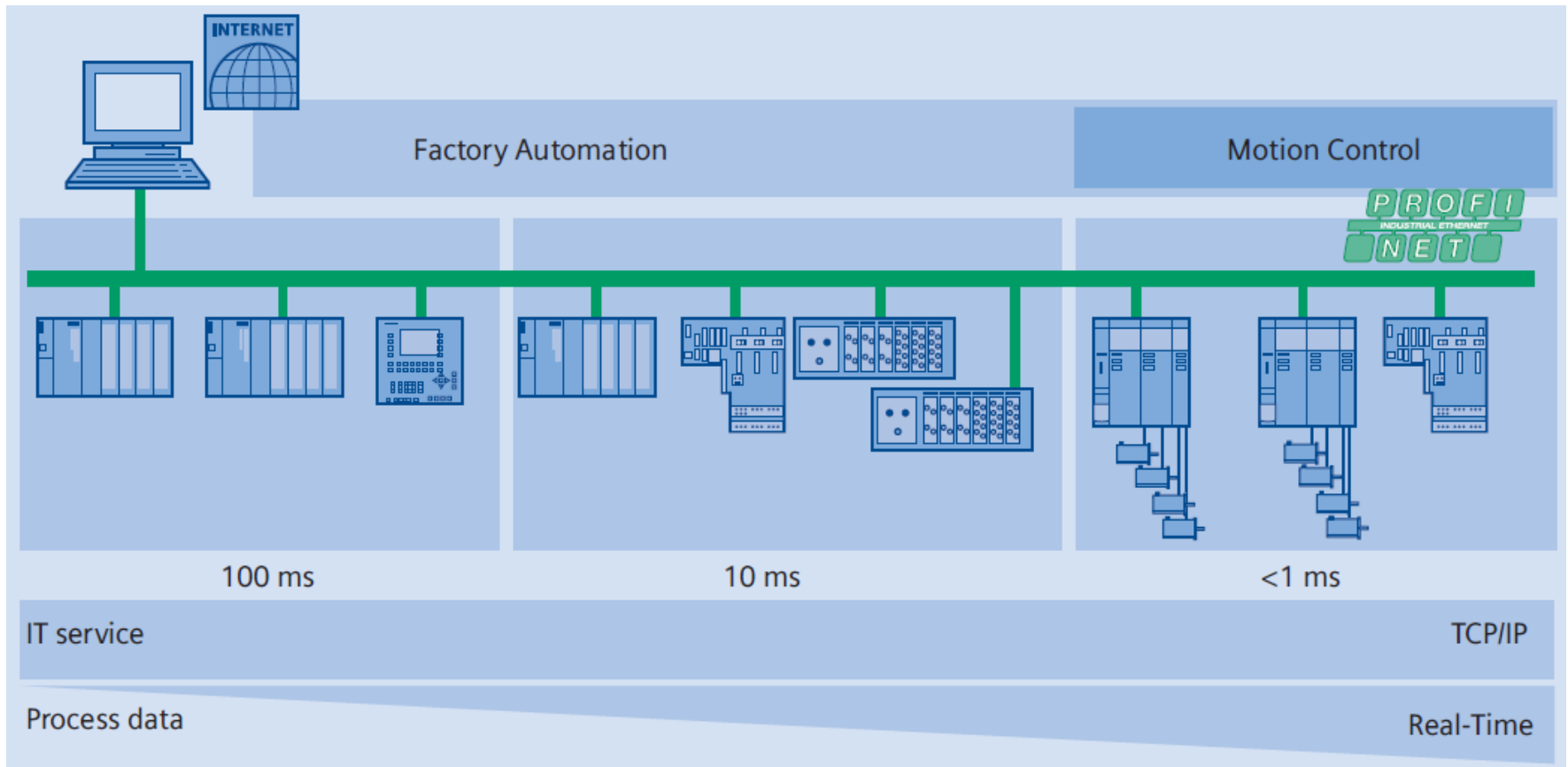
- Upotreba Etherneta u industrijskom okruženju
- Potrebno je zadovoljiti pouzdanost u hardverskom smislu, sa mehanički robusnim konektorima, proširenim temperaturnim opsegom uređaja (switch-eva), otpornim na vibracije.
- Poboljšana otpornost na električne smetenje
- Definisano uzemljenje na nivou postrojenja

# Industrijski Ethernet - PROFINET

- PROFINET rešava pitanje “sudara paketa”.
- PROFINET nudi Real-Time komunikaciju.
- Zadržana je kompatibilnost sa Ethernetom (hardverska), kao i sa PROFIBUSom (softverska) – kroz format poruke.
- PROFINET je omogućio kratko vreme odziva uređaja na mreži, čime su se stvorile mogućnosti za primenu komunikacije u zahtevnim aplikacijama.
- Integracija IT i WEB servisa u automatizaciji.



# PROFINET – Real-time komunikacija



Standard TCP/IP  
Za parametrizaciju  
i nadzor procesa

PROFINET/RT  
Za uobičajene aplikacije  
u automatizaciji

PROFINET/IRT  
Kontrola kretanja po više  
osa (motion control)

# Prednosti i nedostaci komunikacionih protokola

## PREDNOSTI

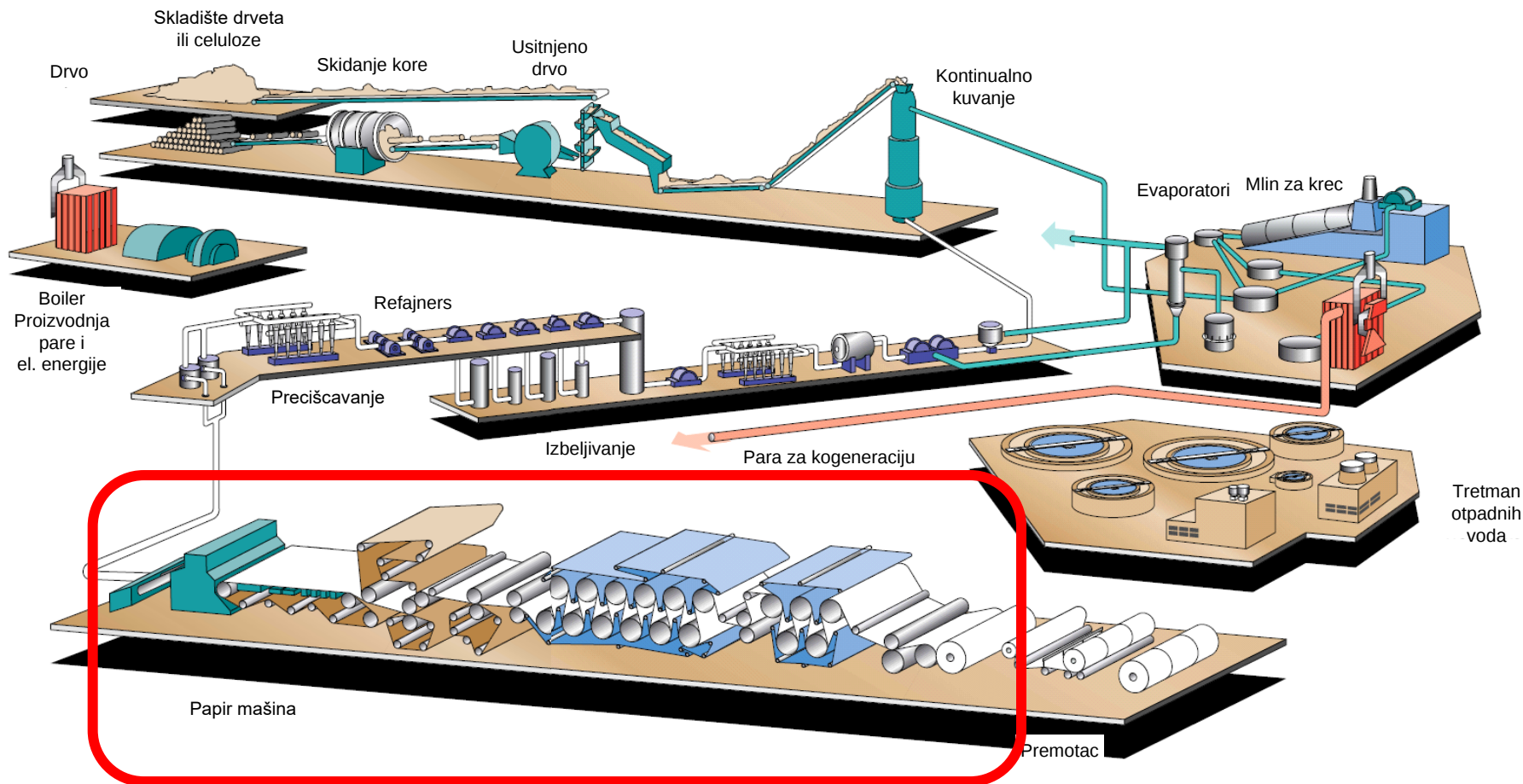
- Može se preneti ogromna količina informacija
- Smanjeno potrebno ožičenje, niža cena, jednostavniji projekat (svi pretvarači su isto ožičeni)
- Komunikacija je imuna na smetnje, čak i na velikim daljinama
- Veća pouzdanost informacije, sa mogućnostima provere
- Prekid komunikacije se lako detektuje

## NEDOSTACI

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

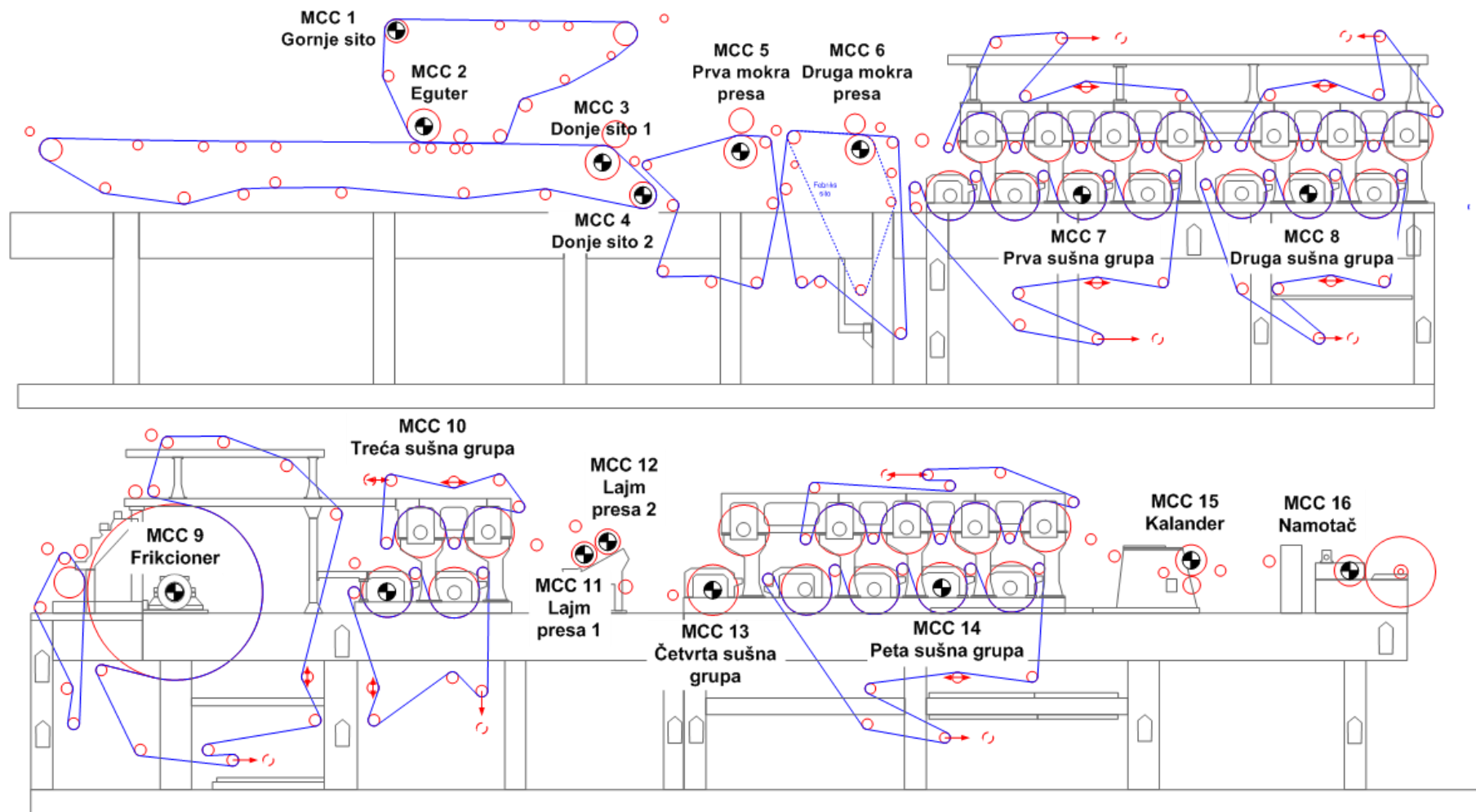
# **Elektromotorni pogon papier mašine u Fabrici Hartije Beograd**

# 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

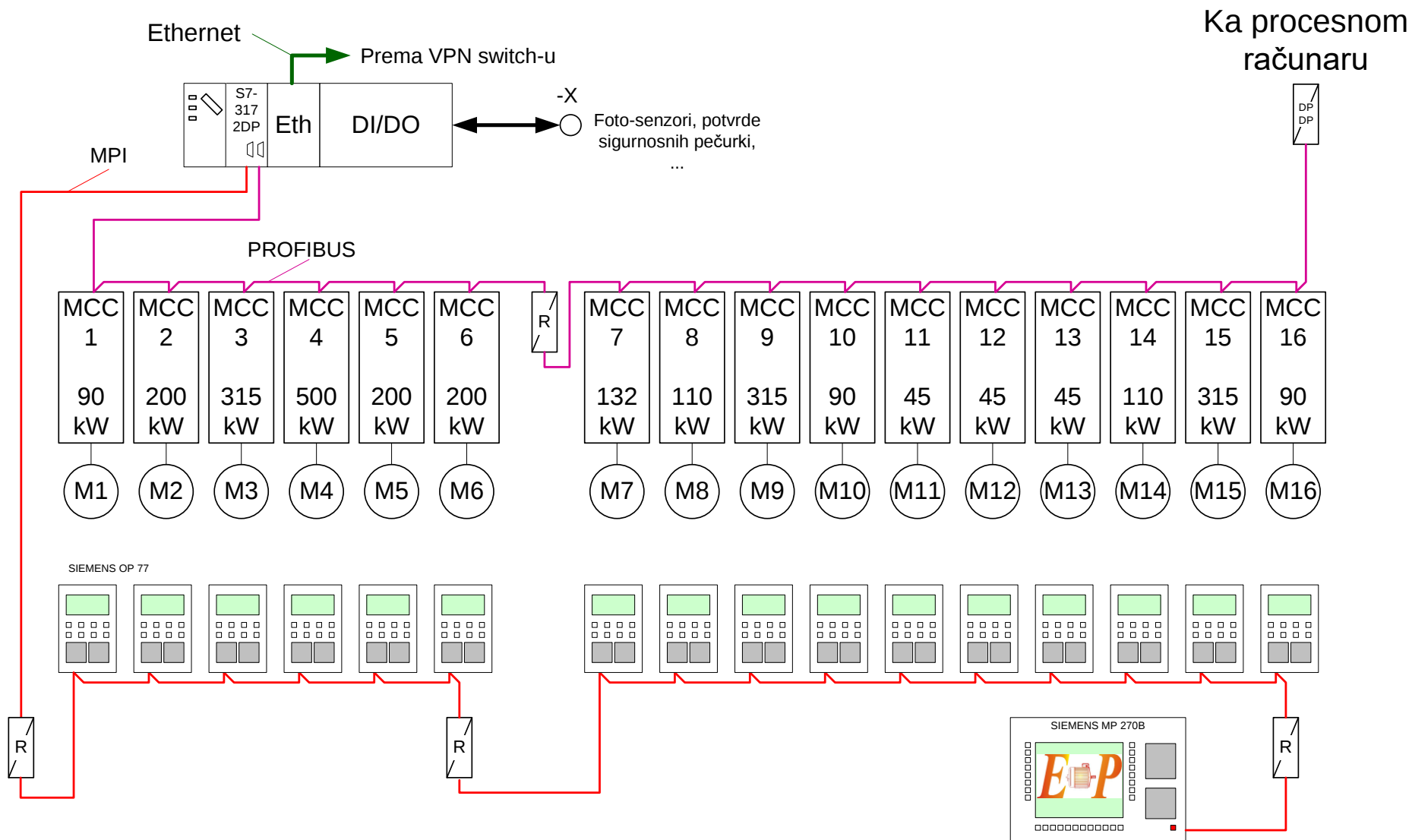


# Oprema za upravljanje

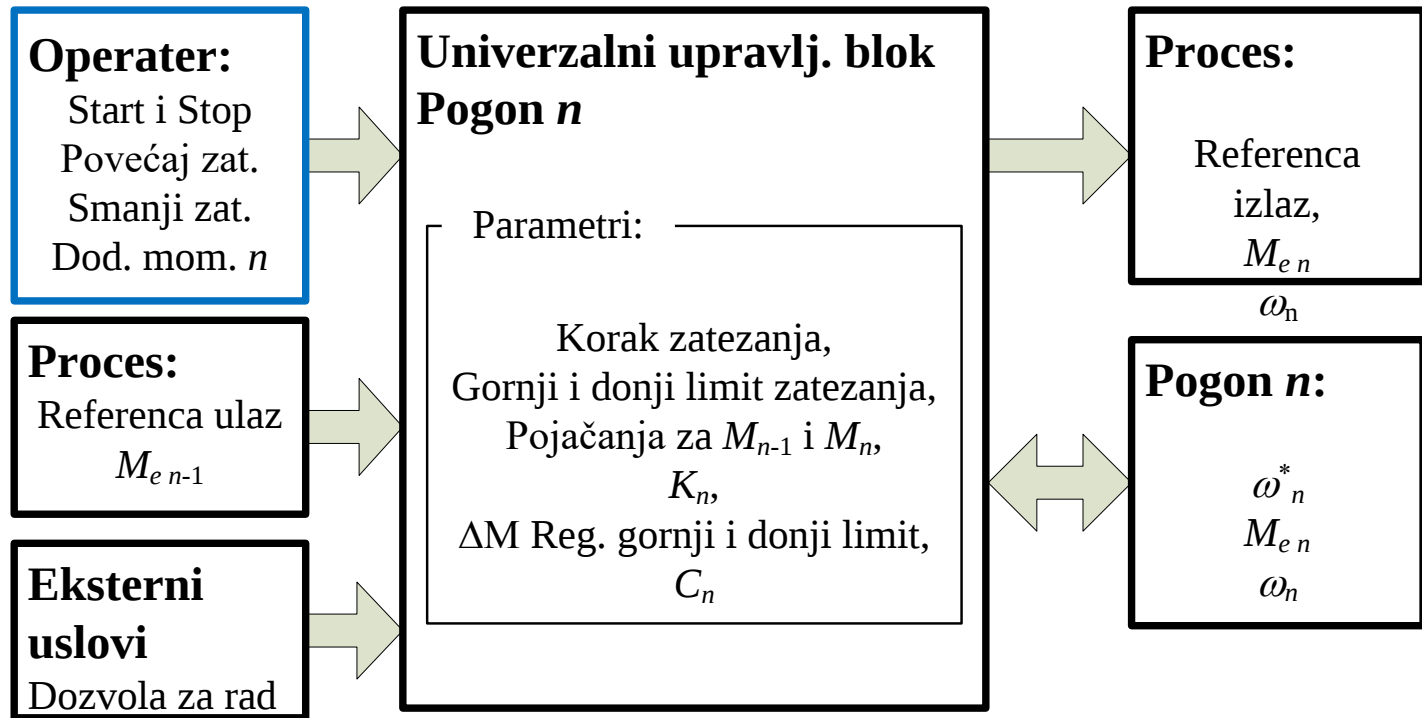
- Kompaktno rešenje ostvareno upotrebom PROFIBUS komunikacije između PLC-a i pretvarača
- Zasebni operatorski paneli kod svake pogonske grupe



# Upravljanje korišćenjem komunikacije

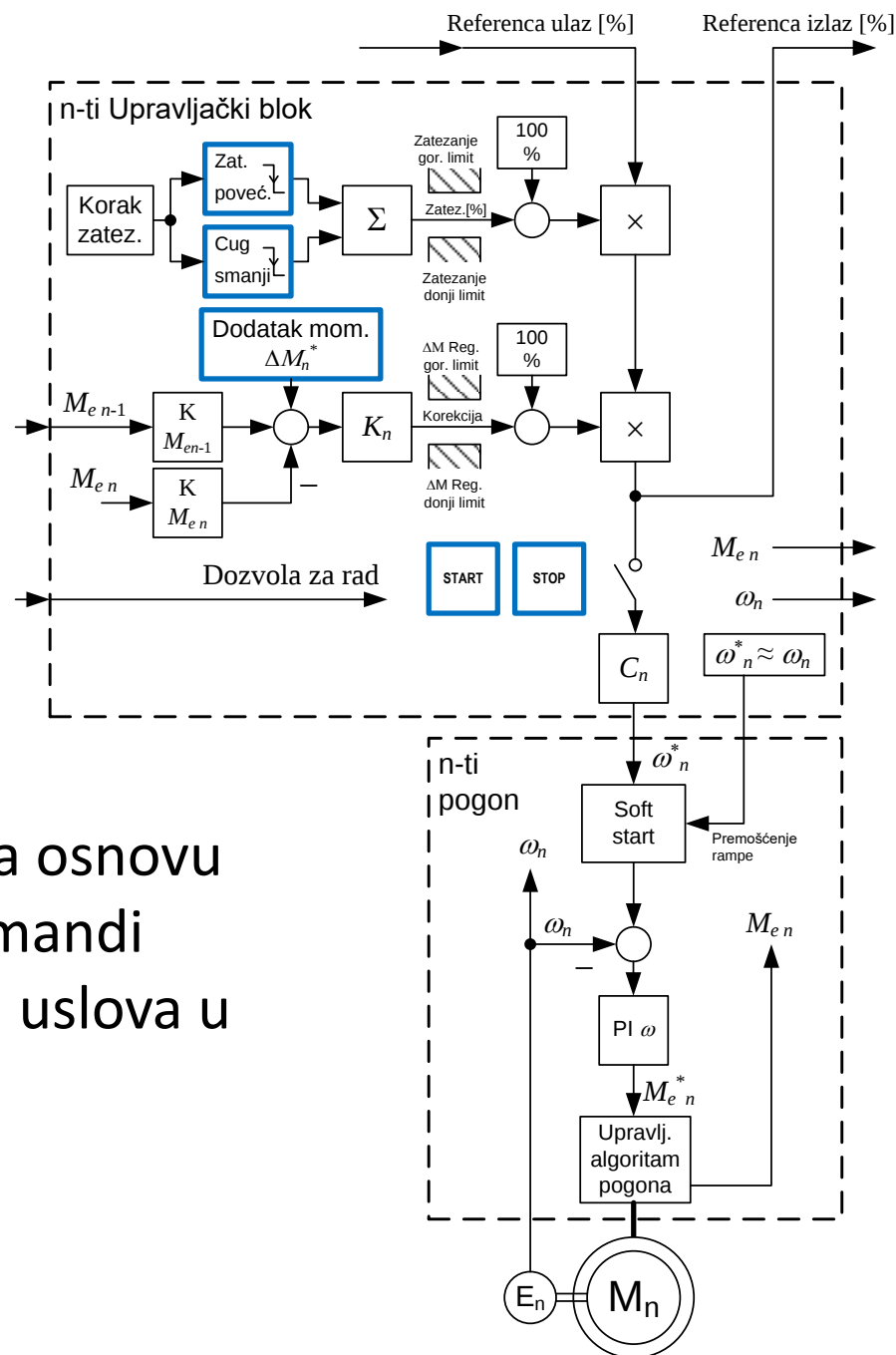


# Univerzalni blok za upravljanje pogonom



# Univerzalni blok za upravljanje pogonom

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



# Zaključak

- Razvojem univerzalnog bloka za upravljanje pogonom olakšana je realizacija projekta.
- Papir mašina je više puta modifikovana, tako da sada ima 20 elektromotornih pogona, što je rađeno jednostavnim modifikacijama u softveru.
- Papir mašina uspešno proizvodi papir od rekonstrukcije – uz stalno povećanje kapaciteta – povećanjem maksimalne brzine.

# **PROFIdrive komunikacioni protokol**

# 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 s

- 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 uključanje           |
| 6  | <Add new> |      |  |                                |
| 7  | Output    |      |  |                                |
| 8  | CW        | Bool |  | 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

```
graph LR; S5[#S5] --- S3[#S3]; S3 --- S1[#S1]; S3 --- SW12[#SW.12]; S1 --- SW12; SW12 --- CW0[#*CW.0*];
```

# Dijagram stanja pogona

## LEGENDA:

**Tekst**

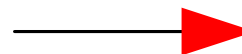
Opis trenutnog stanja  
frekventnog pretvarača



Opis komande za prelaz  
iz prethodnog u naredno  
stanje na dijagramu

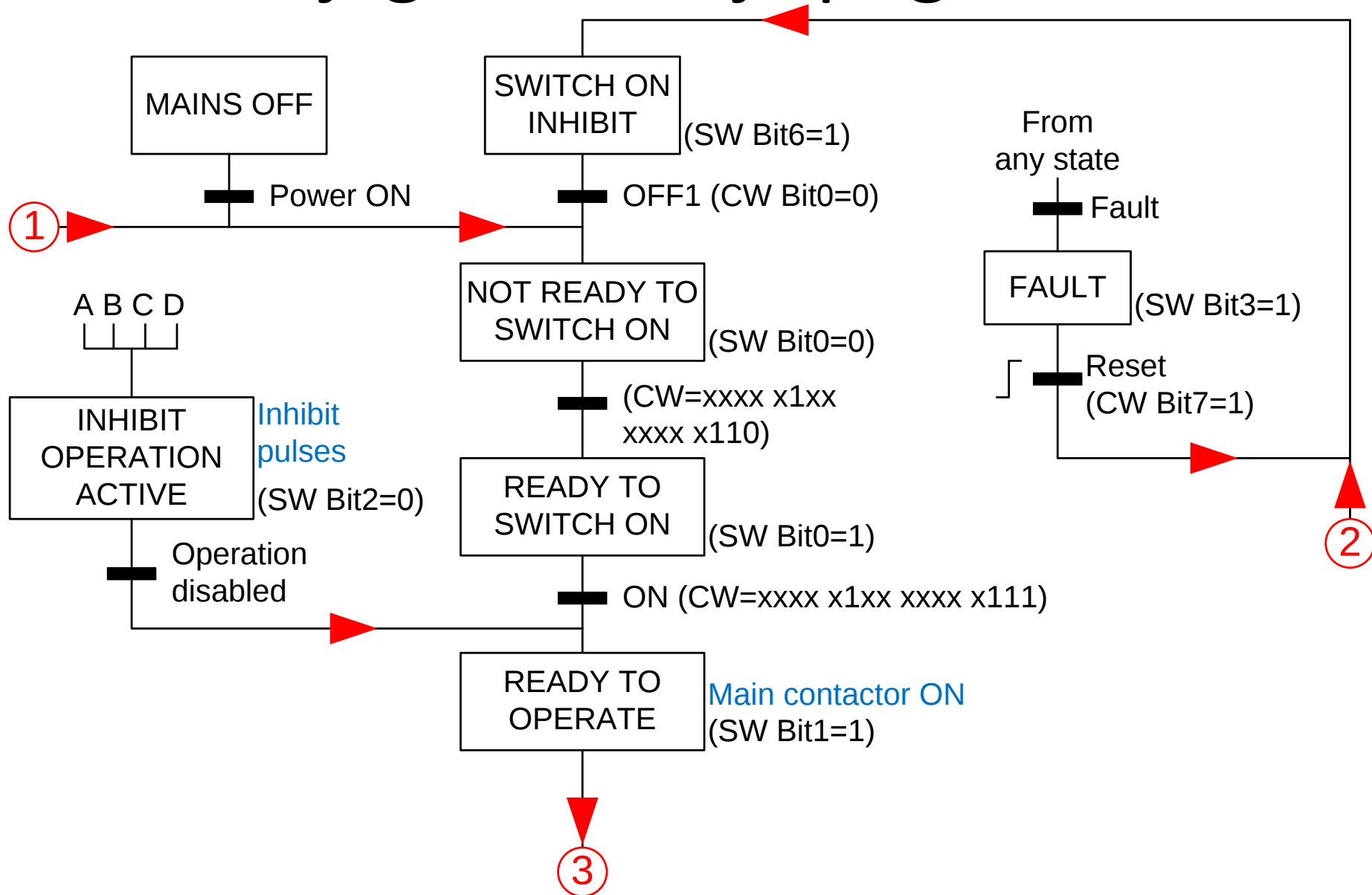


Prelazak na drugi  
slajd prezentacije

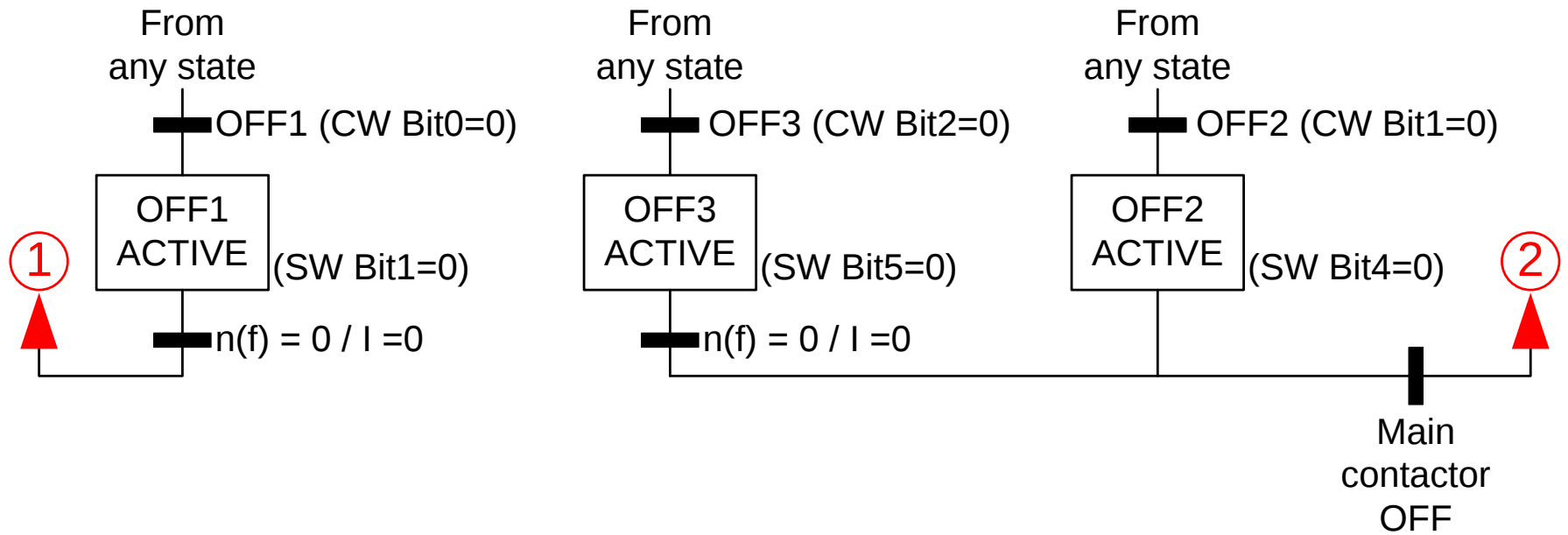


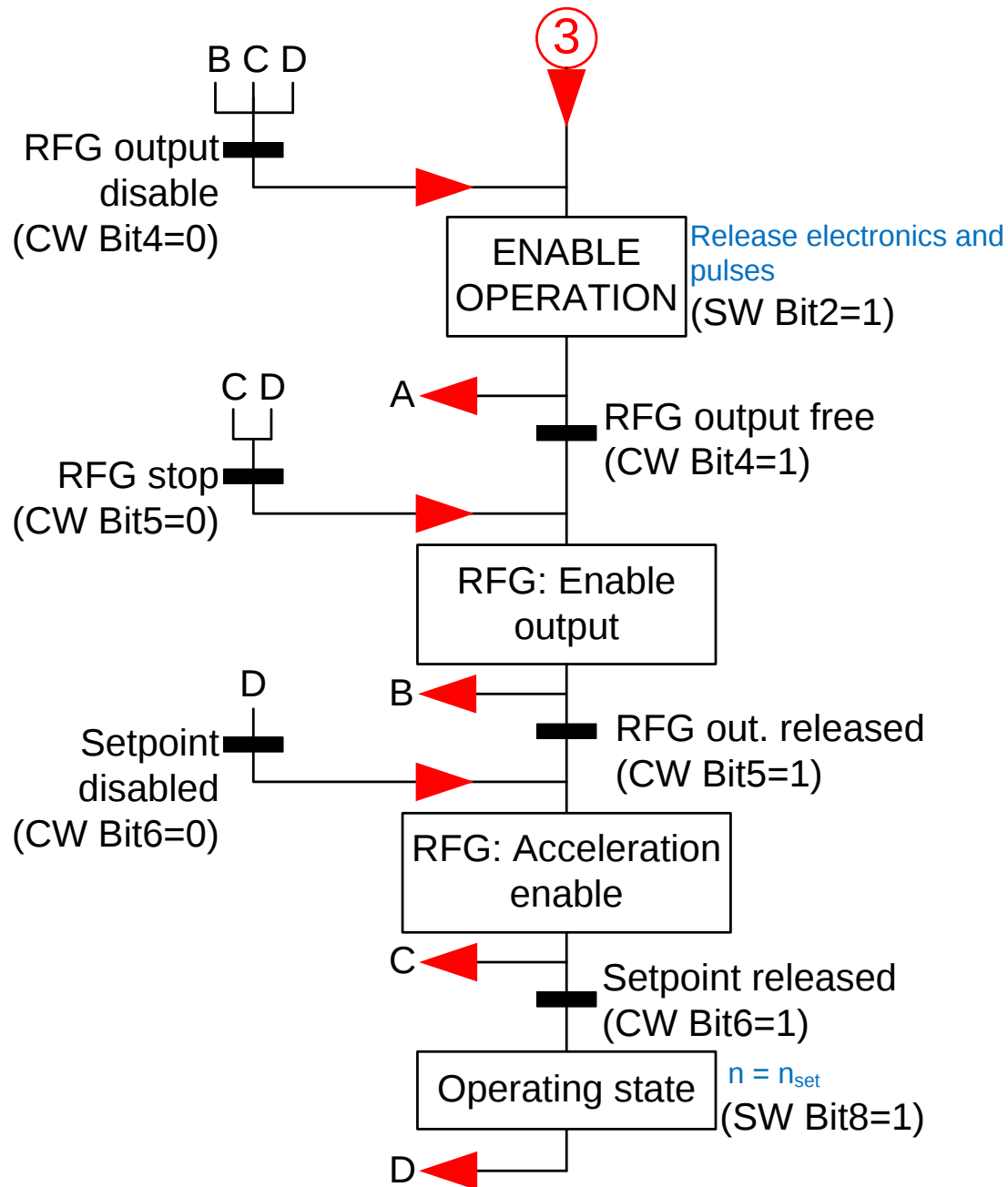
E Promena  
stanja

# Dijagram stanja pogona



# Dijagram stanja pogona





**Status word** as defined by the  
Profidrive standard

| Bit No. | Status word naziv bita | Značenje                          |
|---------|------------------------|-----------------------------------|
| 0       | RDY ON                 | The drive is ready to switch on   |
| 1       | RDY RUN                | The drive is ready to operate     |
| 2       | RDY REF                | The drive is ready for reference  |
| 3       | TRIPPED                | Fault. Operation disabled         |
| 4       | OFF 2                  | OFF 2 active                      |
| 5       | OFF 3                  | OFF 3 active                      |
| 6       | SW ON INH              | Switch on inhibit active          |
| 7       | ALARM                  | Warning/Alarm state               |
| 8       | AT SET P               | Operating at set point.           |
| 9       | REMOTE                 | Remote control                    |
| 10      | ABOVE LIM              | Actual value above defined limit. |
| 11-15   |                        | Drive specific bits               |

**Control word** as defined by the  
Profidrive standard

| Bit No. | Control word naziv bita | Značenje                                       |
|---------|-------------------------|------------------------------------------------|
| 0       | ON/OFF 1                | Start/stop with ramp                           |
| 1       | OFF 2                   | Coast to stop                                  |
| 2       | OFF 3                   | Quick stop                                     |
| 3       | ENABLE                  | Operation enabled                              |
| 4       | RAMP OUT 0              | Enable output of ramp function generator (RFG) |
| 5       | RAMP HOLD               | Freeze output of RFG                           |
| 6       | RAMP IN 0               | Force input of RFG to zero                     |
| 7       | RESET                   | Clears faults on rising edge                   |
| 8       | INCHING 1               | Select preset reference bit 0                  |
| 9       | INCHING 2               | Select preset reference bit 1                  |
| 10      | REMOTE                  | Remote control enabled                         |
| 11-15   |                         | Drive specific bits                            |