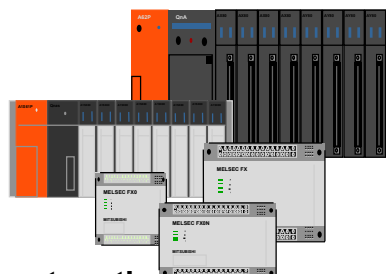


## Prosto programirljiva krmilja – PPK

### 1. Programirljivi logični krmilnik – PLK



□ Najpogostejši način implementacije vodenja procesov je uporaba programirljivih logičnih krmilnikov – PLK.

#### □ Definicija:

PLK je digitalno delujoča elektronska naprava, ki na podlagi ukazov, shranjenih v programirljivem pomnilniku, izvaja logične, sekvenčne, časovne in aritmetične operacije ter s tem vodi različne naprave in procese preko digitalnih in analognih vhodov in izhodov.

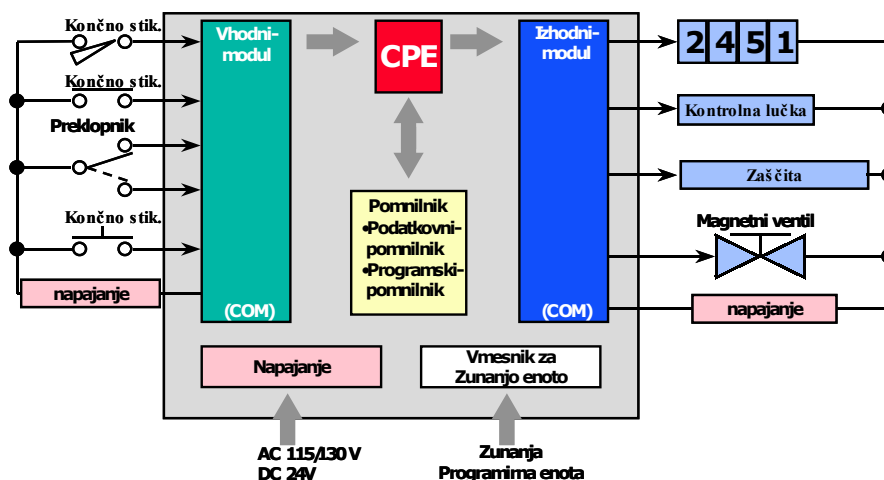
#### □ Lastnosti:

- robustnost
- enostavna vgradnja
- modularnost
- programiranje z različnimi programskimi jeziki



## 1. Programirljivi logični krmilnik – PLK/2

### 1.1 Zgradba PLK/1



## 1. Programirljivi logični krmilnik – PLK/3

### 1.1 Zgradba PLK/2

#### 1.1.1 Centralno procesna enota/1

□ V centralno procesni enoti se nahajajo:

1. **Mikroprocesor**; "srce" krmilnika, izvaja ukaze in nadzira delovanje.
2. **Razni pomožni pomnilniki**: akumulatorji, enobitni vmesni pomnilniki-Flag.
3. **Razne funkcijske enote**: časovniki (timer – T), števcji (counter – C), računske enote, primerjalne funkcije, funkcije za pomik podatkovnih blokov, pomnilne in posebne pomnilne funkcije, enote za nadzor, komunikacijske enote, regulacijske enote,...

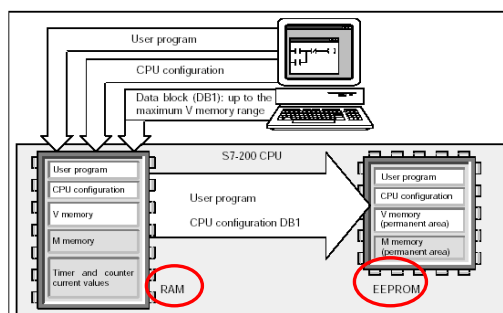


## 1. Programirljivi logični krmilnik – PLK/4

### 1.1 Zgradba PLK/3

#### 1.1.1 Centralno procesna enota/2

##### 4. Programski pomnilnik (RAM in EEPROM).



□ Velikost programskega pomnilnika in hitrost izvajanja ukazov (tudi  $< 1 \mu s$ ) zavisi od tipa CPE oz. proizvajalca.

□ Razen za krmiljenje in regulacijo zelo hitrih sistemov v realnem času, so običajni krmilniki zadovoljivi.

Primer prenosa uporabniškega programa (program, parametri, podatkovni bloki) v pomnilnik PLK-ja (RAM, EEPROM)



## 1. Programirljivi logični krmilnik – PLK/5

### 1.1 Zgradba PLK/4

#### 1.1.1 Centralno procesna enota/3

Primer zgradbe in velikosti pomnilnika (Simatic S7-200):

| Feature                                                                                                                                                                                    | CPU 221               | CPU 222               | CPU 224                  | CPU 226                |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------------|------------------------|
| Physical Size of Unit                                                                                                                                                                      | 90 mm x 80 mm x 62 mm | 90 mm x 80 mm x 62 mm | 120.5 mm x 80 mm x 62 mm | 190 mm x 80 mm x 62 mm |
| Memory                                                                                                                                                                                     |                       |                       |                          |                        |
| Program                                                                                                                                                                                    | 2048 words            | 2048 words            | 4096 words               | 4096 words             |
| User data                                                                                                                                                                                  | 1024 words            | 1024 words            | 2560 words               | 2560 words             |
| User program storage                                                                                                                                                                       | EEPROM                | EEPROM                | EEPROM                   | EEPROM                 |
| Data backup (super capacitor)                                                                                                                                                              | 50 hours typical      | 50 hours typical      | 190 hours typical        | 190 hours typical      |
| Local I/O                                                                                                                                                                                  |                       |                       |                          |                        |
| Local I/O                                                                                                                                                                                  | 6 In/4 Out            | 8 In/6 Out            | 14 In/10 Out             | 24 In/16 Out           |
| Number of expansion modules                                                                                                                                                                | none                  | 2 modules             | 7 modules                | 7 modules              |
| Total I/O                                                                                                                                                                                  |                       |                       |                          |                        |
| Digital I/O image size                                                                                                                                                                     | 256 (128 In/128 Out)  | 256 (128 In/128 Out)  | 256 (128 In/128 Out)     | 256 (128 In/128 Out)   |
| Analog I/O image size                                                                                                                                                                      | none                  | 16 In/16 Out          | 32 In/32 Out             | 32 In/32 Out           |
| Actual I/O count that can be realized with each CPU may be limited by image register size, module count, 5V power, and the physical number of I/O points on each product. See Section 1.3. |                       |                       |                          |                        |

delovni pomnilnik  
4 kByte

podatkovni pomnilnik  
2 kByte



## 1. Programirljivi logični krmilnik – PLK/6

### 1.1 Zgradba PLK/5

#### 1.1.1 Centralno procesna enota/4

Primer nekaterih funkcijskih enot v PLK-jih (Simatic S7-200):

| Instructions                      |                     |                     |                     |                     |
|-----------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Boolean execution speed at 33 MHz | 0.37 μs/instruction | 0.37 μs/instruction | 0.37 μs/instruction | 0.37 μs/instruction |
| I/O Image Register                | 128 I and 128 Q     | 128 I and 128 Q     | 128 I and 128 Q     | 128 I and 128 Q     |
| Internal relays                   | 256                 | 256                 | 256                 | 256                 |
| Counters/Timers                   | 256/256             | 256/256             | 256/256             | 256/256             |
| Word In / Word Out                | None                | 16/16               | 32/32               | 32/32               |
| Sequential control relays         | 256                 | 256                 | 256                 | 256                 |
| For/Next loops                    | Yes                 | Yes                 | Yes                 | Yes                 |
| Integer math (+ - * /)            | Yes                 | Yes                 | Yes                 | Yes                 |
| Real math (+ - * /)               | Yes                 | Yes                 | Yes                 | Yes                 |
| Enhanced Features                 |                     |                     |                     |                     |
| Built-in high-speed counter       | 4 H/W (20 KHz)      | 4 H/W (20 KHz)      | 6 H/W (20 KHz)      | 6 H/W (20 KHz)      |
| Analog adjustments                | 1                   | 1                   | 2                   | 2                   |
| Pulse outputs                     | 2 (20 KHz, DC only) | 2 (20 KHz, DC only) | 2 (20 KHz, DC only) | 2 (20 KHz, DC only) |



## 1. Programirljivi logični krmilnik – PLK/7

### 1.1 Zgradba PLK/6

#### 1.1.2 Vhodni in izhodni moduli

- ☐ Prilagajajo različne energetske nivoje. (Izhodni tokovi iz procesorskega dela so prešibki, tudi napetosti procesorja so nižje.)
- ☐ Galvansko ločijo procesni in krmilni tokokrog. S tem zaščitijo procesorski del pred motnjami iz procesa. V industrijskih okoljih je vpliv motenj velik. Z galvansko ločitvijo preprečimo dostop motilnih signalov do procesorja. To navadno dosežemo z opto-spojniki ali releji.
- ☐ Zaščita pred kratkim stikom. (Morebitni kratek stik ne sme uničiti krmilnika!)



## 1. Programirljivi logični krmilnik – PLK/8

### 1.1 Zgradba PLK/7

#### 1.1.3 Vhodni moduli/1

##### 1. Digitalni:

Spreminjajo signale iz procesa v interne binarne signale, ki jih PPK obdeluje. Signale iz procesa posredujejo različni senzorji in dajalniki, kot so tipkala, končna stikala, kontakti relejev,... Napetosti, ki pridejo iz teh dajalnikov, so različne.

Glede na te napetosti, so definirani tudi logični nivoji:

|           | napetost | Low – log. 0 | High - logična 1 |
|-----------|----------|--------------|------------------|
| enosmerno | 24V      | 0 do 5V      | 11 do 32V        |
|           | 110V     | 0 do 35V     | 88 do 127V       |
| izmenično | 115V     | 0 do 40V     | 85 do 135V       |
|           | 220V     | 0 do 70V     | 176 do 220V      |



## 1. Programirljivi logični krmilnik – PLK/9

### 1.1 Zgradba PLK/8

#### 1.1.3 Vhodni moduli/2

Primer karakterističnih podatkov za binarne, vhodne signale (Simatic S7-200):

Table A-3 Specifications for CPU 222 DC/DC/DC and CPU 222 AC/DC/Relay (continued)

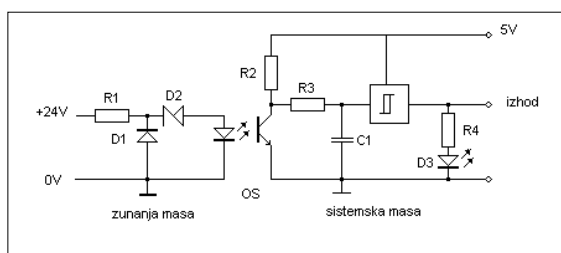
| Description<br>Order Number             | CPU 222 DC/DC/DC<br>6ES7 212-1AB21-0XB0 | CPU 222 AC/DC/Relay<br>6ES7 212-1BB21-0XB0 |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------------------|
| <b>Input Features</b>                   |                                         |                                            |
| Number of integrated inputs             | 8 inputs                                | 8 inputs                                   |
| Input type                              | Sink/Source (IEC Type 1 sink)           | Sink/Source (IEC Type 1 sink)              |
| Input Voltage                           |                                         |                                            |
| Maximum continuous permissible          | 30 VDC                                  | 30 VDC                                     |
| Surge                                   | 35 VDC for 8.5 s                        | 35 VDC for 8.5 s                           |
| Rated value                             | 24 VDC at 4 mA, nominal                 | 24 VDC at 4 mA, nominal                    |
| Logic 1 signal (minimum)                | 15 VDC at 2.5 mA, minimum               | 15 VDC at 2.5 mA, minimum                  |
| Logic 0 signal (maximum)                | 5 VDC at 1 mA, maximum                  | 5 VDC at 1 mA, maximum                     |
| Isolation (Field Side to Logic Circuit) |                                         |                                            |
| Optical isolation (Galvanic)            | 500 VAC for 1 minute                    | 500 VAC for 1 minute                       |
| Isolation groups of                     | 4 points                                | 4 points                                   |
| Input Delay Times                       |                                         |                                            |
| Filtered inputs and interrupt inputs    | 0.2 to 12.8 ms, user-selectable         | 0.2 to 12.8 ms, user-selectable            |



## 1. Programirljivi logični krmilnik – PLK/10

### 1.1 Zgradba PLK/9

#### 1.1.3 Vhodni moduli/3



Električna shema vhodnega digitalnega modula za enosmerne napetosti

□ Poleg že omenjenih nalog (prilagajanje nivojev, galvanska ločitev, zaščita pred kratkim stikom), še dodatne možnosti:

- Možnost nastavitve časa vhodnega filtra (izločanje hitrih preklpov na vходу zaradi motenj).
- Različno število vhodov (možnost razširitve).
- Indikacija logične enice.



## 1. Programirljivi logični krmilnik – PLK/11

### 1.1 Zgradba PLK/10

#### 1.1.3 Vhodni moduli/4

Primer razširjanja vhodov in njihovo naslavljanje pri S7-200:

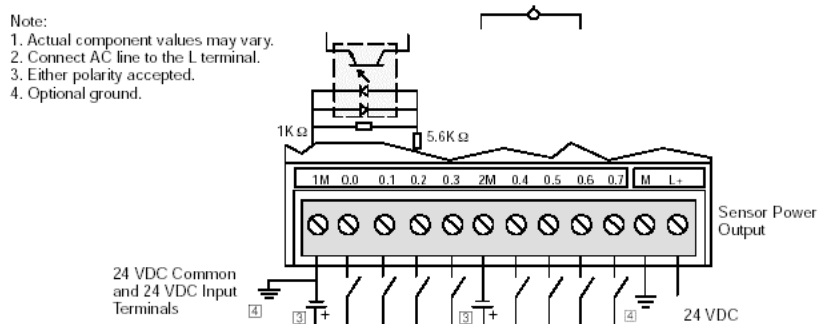
| Module 0                                             |      | Module 1        |      | Module 2 |      | Module 3      |      | Module 4 |      |
|------------------------------------------------------|------|-----------------|------|----------|------|---------------|------|----------|------|
| CPU 224                                              |      | 4 In /<br>4 Out |      | 8 In     |      | 4 AI/<br>1 AQ |      | 8 Out    |      |
|                                                      |      |                 |      |          |      |               |      |          |      |
| Process-image I/O register assigned to physical I/O: |      |                 |      |          |      |               |      |          |      |
| I0.0                                                 | Q0.0 | I2.0            | Q2.0 | I3.0     | AIW0 | AQW0          | Q3.0 | AIW8     | AQW4 |
| I0.1                                                 | Q0.1 | I2.1            | Q2.1 | I3.1     | AIW2 |               | Q3.1 | AIW10    |      |
| I0.2                                                 | Q0.2 | I2.2            | Q2.2 | I3.2     | AIW4 |               | Q3.2 | AIW12    |      |
| I0.3                                                 | Q0.3 | I2.3            | Q2.3 | I3.3     | AIW6 |               | Q3.3 | AIW14    |      |
| I0.4                                                 | Q0.4 |                 |      | I3.4     |      |               | Q3.4 |          |      |
| I0.5                                                 | Q0.5 |                 |      | I3.5     |      |               | Q3.5 |          |      |
| I0.6                                                 | Q0.6 |                 |      | I3.6     |      |               | Q3.6 |          |      |
| I0.7                                                 | Q0.7 |                 |      | I3.7     |      |               | Q3.7 |          |      |
| I1.0                                                 | Q1.0 |                 |      |          |      |               |      |          |      |
| I1.1                                                 | Q1.1 |                 |      |          |      |               |      |          |      |
| I1.2                                                 |      |                 |      |          |      |               |      |          |      |
| I1.3                                                 |      |                 |      |          |      |               |      |          |      |
| I1.4                                                 |      |                 |      |          |      |               |      |          |      |
| I1.5                                                 |      |                 |      |          |      |               |      |          |      |



## 1. Programirljivi logični krmilnik – PLK/12

### 1.1 Zgradba PLK/11

#### 1.1.3 Vhodni moduli/5



Priključitev vhodov na vhodni digitalni modul pri S7-200



## 1. Programirljivi logični krmilnik – PLK/13

### 1.1 Zgradba PLK/12

#### 1.1.3 Vhodni moduli/6

- 2. Analogni vhodni moduli:** Zajemajo analogne merilne signale z različnimi območji. (0 V – nekaj mV, 0 – 10 V ali več). Takšne enote vsebujejo A/D-pretvornike.

| General                    | 6ES7 231-0HC22-0XA0                          | 6ES7 235-0KD22-0XA0                                                      |
|----------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| Data word format           | (See Figure A-11)                            | (See Figure A-11)                                                        |
| Bipolar, full-scale range  | -32000 to +32000                             | -32000 to +32000                                                         |
| Unipolar, full-scale range | 0 to 32000                                   | 0 to 32000                                                               |
| DC input impedance         | ≥10 MΩ voltage input,<br>250 Ω current input | ≥10 MΩ voltage input,<br>250 Ω current input                             |
| Input filter attenuation   | -3 db at 3.1 KHz                             | -3 db at 3.1 KHz                                                         |
| Maximum input voltage      | 30 VDC                                       | 30 VDC                                                                   |
| Maximum input current      | 32 mA                                        | 32 mA                                                                    |
| Resolution                 | 12 bit A/D converter                         | 12 bit A/D converter                                                     |
| Isolation (field to logic) | None                                         | None                                                                     |
| Input type                 | Differential                                 | Differential                                                             |
| Input ranges               |                                              |                                                                          |
| Voltage (unipolar)         | 0 to 10 V, 0 to 5 V                          | 0 to 10 V, 0 to 5 V<br>0 to 1 V, 0 to 500 mV,<br>0 to 100 mV, 0 to 50 mV |
| Voltage (bipolar)          | ±5 V, ±2.5 V                                 | ±10 V, ±5V, ±2.5 V, ±1 V, ±500 mV, ±250 mV,<br>±100 mV, ±50 mV, ±25 mV   |
| Current                    | 0 to 20 mA                                   | 0 to 20 mA                                                               |

Karakteristični podatki za analogni vhodni modul (Simatic EM 231, 235)



## 1. Programirljivi logični krmilnik – PLK/14

### 1.1 Zgradba PLK/13

#### 1.1.4 Izhodni moduli/1

##### ■ Digitalni:

- Namenjeni so za prenos in oblikovanje signala, ki ga posreduje centralna enota krmilnika. Signali iz centralno procesne enote so navadno TTL-nivoja (5 V napajanje).
- Energijsko višji nivoji signalov dosežemo s tranzistorskim ojačevalnikom, pomožnimi releji ali s triaki.
- Tokovne obremenitve so v območju od nekaj mA do nekaj A.
- Galvanska ločitev systemskega dela od zunanjega, procesnega.
- Indikacija logicne enice.



# 1. Programirljivi logični krmilnik – PLK/15

## 1.1 Zgradba PLK/14

### 1.1.4 Izhodni moduli/2

| Output Features                           |                         |                                 |
|-------------------------------------------|-------------------------|---------------------------------|
| Number of integrated outputs              | 6 outputs               | 6 outputs                       |
| Output type                               | Solid State-MOSFET      | Relay, dry contact              |
| Output Voltage                            |                         |                                 |
| Permissible range                         | 20.4 to 28.8 VDC        | 5 to 30 VDC or 5 to 250 VAC     |
| Rated value                               | 24 VDC                  | -                               |
| Logic 1 signal at maximum current         | 20 VDC, minimum         | -                               |
| Logic 0 signal with 10 K $\Omega$ load    | 0.1 VDC, maximum        | -                               |
| Output Current                            |                         |                                 |
| Logic 1 signal                            | 0.75 A                  | 2.00 A                          |
| Number of output groups                   | 1                       | 2                               |
| Number of outputs ON (maximum)            | 6                       | 6                               |
| Per group - horizontal mounting (maximum) | 6                       | 3                               |
| Per group - vertical mounting (maximum)   | 6                       | 3                               |
| Maximum current per common/group          | 4.5 A                   | 6 A                             |
| Lamp load                                 | 5 W                     | 30 W DC/ 200 W AC               |
| ON state resistance (contact resistance)  | 0.3 $\Omega$            | 0.2 $\Omega$ , maximum when new |
| Leakage current per point                 | 10 $\mu$ A, maximum     | -                               |
| Surge current                             | 8 A for 100 ms, maximum | 7 A with contacts closed        |
| Overload protection                       | No                      | No                              |

Primer karakterističnih podatkov digitalnih izhodov pri Simatic S7-200:

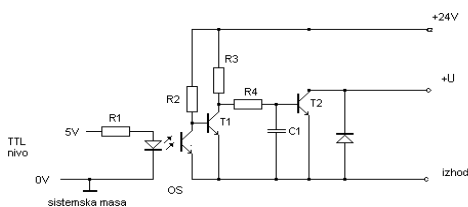


# 1. Programirljivi logični krmilnik – PLK/16

## 1.1 Zgradba PLK/15

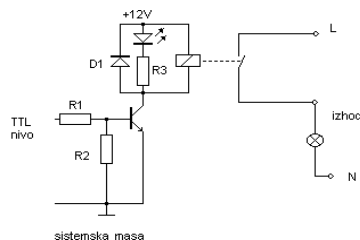
### 1.1.4 Izhodni moduli/3

#### Digitalni izhodni modul s tranzistorskim izhodom:



□ Porabnik je lahko priključen le na enosmerno napetost (manjše tokovne obremenitve).

#### Digitalni izhodni modul z relejskim izhodom:



□ Porabnik je lahko priključen na enosmerno ali izmenično napetost.

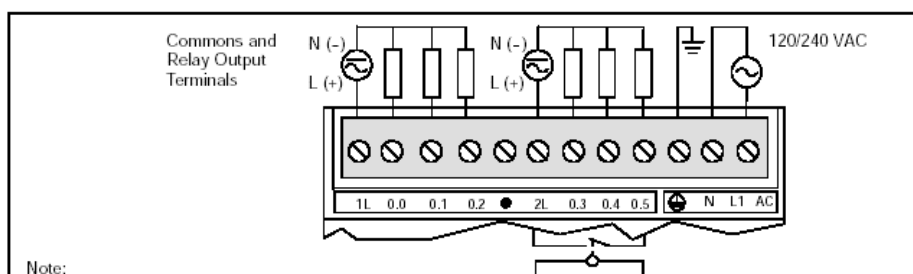




## 1. Programirljivi logični krmilnik – PLK/17

### 1.1 Zgradba PLK/16

#### 1.1.4 Izhodni moduli/4



Primer priključitve izhodnih enot na digitalni, relejski izhodni modul (Simatic S7-200):



## 1. Programirljivi logični krmilnik – PLK/18

### 1.1 Zgradba PLK/17

#### 1.1.4 Izhodni moduli/5

#### 2. Analogni:

Namenjeni so za posredovanje analognih signalov v proces. Takšne enote vsebujejo D/A-pretvornike.

| General                    | 6ES7 232-0HB22-0XA0 | 6ES7 235-0KD22-0XA0 |
|----------------------------|---------------------|---------------------|
| Isolation (field to logic) | None                | None                |
| Signal range               |                     |                     |
| Voltage output             | $\pm 10$ V          | $\pm 10$ V          |
| Current output             | 0 to 20 mA          | 0 to 20 mA          |
| Resolution, full-scale     |                     |                     |
| Voltage                    | 12 bits             | 12 bits             |
| Current                    | 11 bits             | 11 bits             |
| Data word format           |                     |                     |
| Voltage                    | -32000 to +32000    | -32000 to +32000    |
| Current                    | 0 to +32000         | 0 to +32000         |

Karakteristični podatki za analogni izhodni modul (Simatic EM 231, 235)

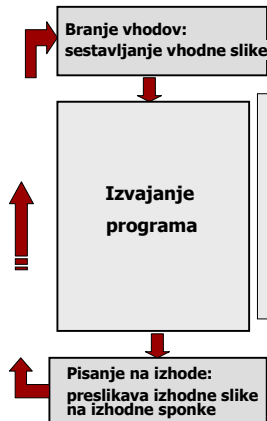


## 1. Programirljivi logični krmilnik – PLK/19

### 1.1 Zgradba PLK/18

#### 1.1.5 Delovanje PLK

□ Program, ki je vstavljen v programski pomnilnik, se ciklično obdeluje (delo uporabniku je tako precej poenostavljeno).



##### Branje vhodov

- stanje binarnih vhodov se preslika v pomnilnik "vhodna slika" (**process input image**)
- dostop do analognih vhodov je direkten

##### Izvajanje programa

- obdelava programa
- obdelava komunikacijskih zadev (sporočila preko komunikacijskih vmesnikov)
- samodiagnostika (stanje CPU, modulov)
- rezultati se zapišejo v "izhodno sliko" (**process output image**)

##### Pisanje na izhode

- binarni izhodi se postavijo v skladu z vsebino pomnilnika (izhodne slike)
- analogni izhodi se zapišejo direktno



## 1. Programirljivi logični krmilnik – PLK/20

### 1.1 Zgradba PLK/19

#### 1.1.5 Delovanje PLK/2

##### □ Prednosti posrednega dostopa do binarnih vrednosti binarnih vhodov/izhodov:

- istočasno branje in pisanje vhodov/izhodov
- hitrejše izvajanje programa
- dostop do vhodov/izhodov preko zlogov (B), besed (W) in dvojnih besed (DW)
- možna nastavitve zakasnitve in s tem dostop do vhoda v naslednjem ciklu
- omogočen je tudi direkten dostop



## 1. Programirljivi logični krmilnik – PLK/20

### 1.1 Zgradba PLK/19

#### 1.1.6 Konstrukcijske izvedbe krmilnikov/1

**1. Kompaktna** – v enem ohišju je vse: usmernik oz. napajalnik, procesorska enota ter vhodne in izhodne enote. Praktična uporaba teh krmilnikov je pri majhnih sistemih; nizka cena, nekatere je možno tudi nadgraditi (Siemens S7-200, Logo, Moeller – Easy, Mitsubishi Alfa, FX0, FX1N...)



## 1. Programirljivi logični krmilnik – PLK/21

### 1.1 Zgradba PLK/20

#### 1.1.6 Konstrukcijske izvedbe krmilnikov/2

**2. Modularna** – krmilnik je sestavljen iz posameznim modulov: na okvir s konektorji priključimo napajalnik, procesni in pomnilniški del ter poljubno število vhodnih in izhodnih modulov, analogne vhode in izhode, regulacijske module... Sistem lahko razširimo in nadgradimo. (Siemens S7-300, S7-400, Mitsubishi AnSH, Q1n...)

