



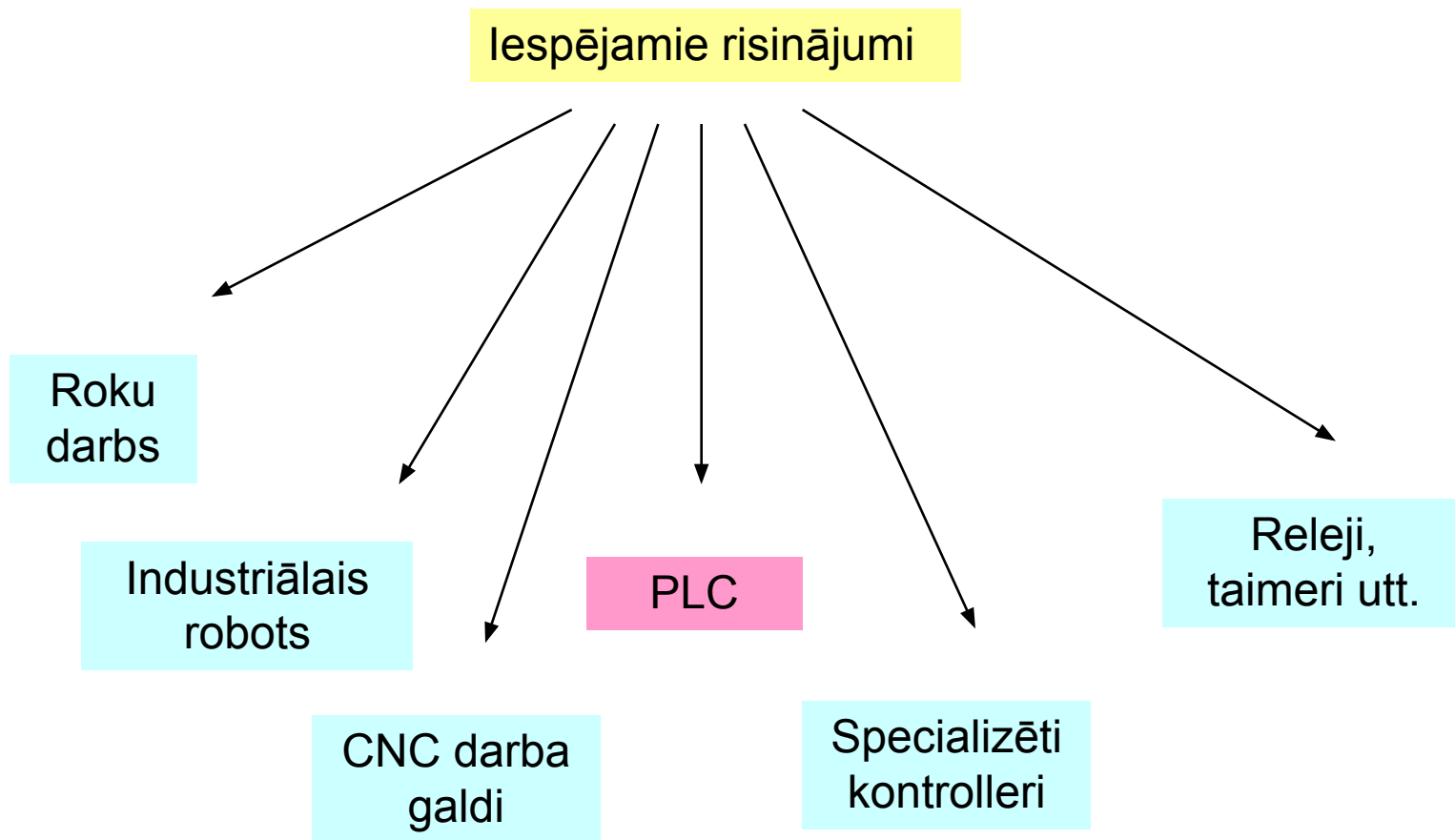
Programmējamie Loģiskie Kontroleri PLC

Definīcija, terminoloģija un
pielietojumi

PLC kursa galvenie punkti

- PLC vieta automatizācijas sistēmā
- Automatizācijas sistēmas
- Sensoru, Aktuatoru pieslēgšana pie PLC
- PLC galvenie parametri, tipi
- Siemens S7-300 sērijas PLC
- PLC programmēšana (Siemens Step 7 vidē)
- Festo laboratorijas iekārtu programmēšana

Izmantot PLC vai arī nē ?



Roku darbs

- Nav pieejami sensori, izpildmehānismi
- Sarežģīts vadības algoritms
- Lēts darba spēks

Piemēri:

Vīnogu, zemeņu novākšana

Zivju apstrāde

Nestandarta produktu iepakojšana utt.

Industriālais robots

- Sarežģītas adaptīvas trajektorijas
- Mašīnu redze
- Elastīgas ražošanas sistēmas

Piemēri:

Automašīnu ražošana

Elektronisko iekārtu, PCB ražošana

Sarežģītu iekārtu krāsošana utt.

CNC (ciparu vadības) darba galdi

- Detaļu izgatavošana (virpošana, frēzēšana)
- Precīza detaļu apstrāde (urbšana, slīpēšana) ar biežu uzdevuma maiņu

Piemēri:

Rotējošu hidraulisko savienojumu
izgatavošana mežistrādes mašīnām

Programmējamie kontrolleri PLC

- Konveijeru vadība
- Sarežģītu tehnoloģisko procesu vadība
- Detaļu un aparatūras ražošanā

Piemēri:

Standarta produktu iepakošana

Pārtikas produktu ražošanas līnijas

Pneimatisko aktuatoru vadība

Dzēramā ūdens attīrīšanas iekārtas

Vispārēju automātikas uzdevumu risināšana, kur nav speciālu ierobežojumu

Specializēti kontrolleri

- Plaša pielietojuma un ne pārāk sarežģītu procesu vadībai

Piemēri:

Apkures iekārtas, krāsnis

Vēdināšanas iekārtas, klimata kontrole

Apsardzas iekārtas

Releju, taimeru shēmas

■ Elementāru procesu vadība

Piemēri:

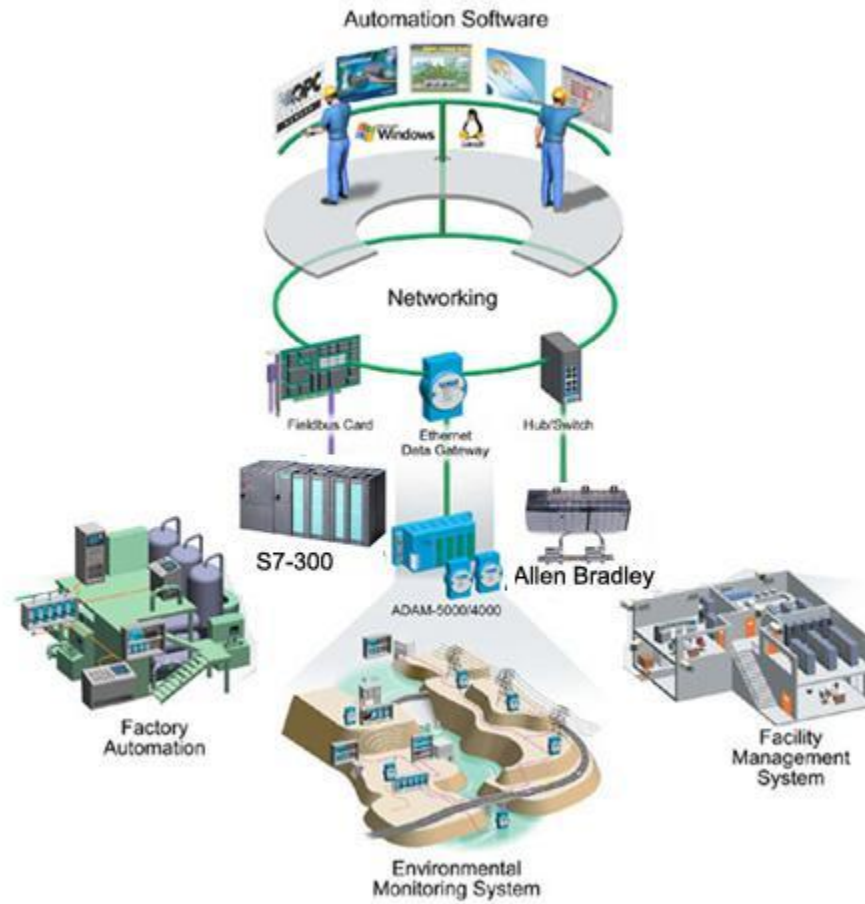
Motoru ieslēgšana, reversēšana

Apgaismojuma automātiska ieslēgšana

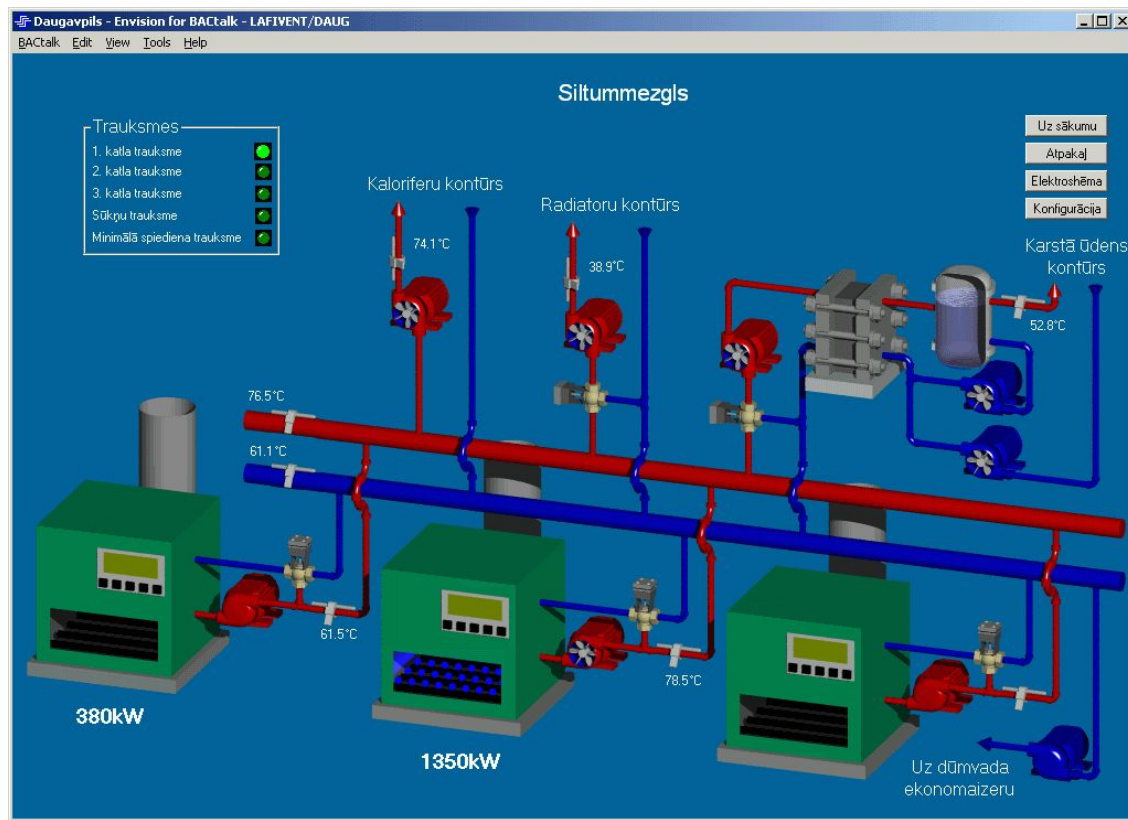
Durvju automātiska atvēršana

Automatizācija

- Automātikas elementi
- Tehnoloģiskie procesi
- Sensori
- Aktuatori (izpildmehānismi)
- Automatizācijā iesaistītie speciālisti



Tehnoloģiskās iekārtas



Automatizācijas etapi

- Tehnoloģiskais process
- Tehnologs
 - ražošanas iekārtas, uzdevums
- Vadības algoritms
- Automātiķis/Mehatroniķis
 - Sensori, regulatori, aktuatori (var būt jau integrēti ražošanas iekārtās)
- Programētājs
 - PLC, SCADA, HMI, robotu programēšana

Industriālās ražošanas tipi

- **Nepārtraukts process**
 - Stikla šķiedra, naftas produktu apstrāde, elektroenerģijas ražošana
- **Porciju ražošana**
 - Alus raudzēšana, pīrādziņu cepšana, maisījumu sagatavošana
- **Detaļu ražošana**
 - Telefoni, motori utt.

Automātikas elementi



Automatizācijas sastāvdaļas

- Tehnoloģiskais process
- Regulatori
- Mērīšanas iekārtas
- Izpildmehānismi
- Vadības un indikācijas elementi
- Automatizētās vadības sistēma
- Komunikācijas iekārtas

Tehnoloģiskais process

- Iekārtas
- Režīmi
- Secība
- Algoritmi
- Kvalitāte

Regulatori

- PID, PAC, PLC, Fuzzy logic
- Temperatūras, ātruma, līmeņa u.c. regulēšana
- Nepārtraukta (analogā) vai On/Off (diskrēta regulēšana)

Regulatori



Secība

- Laika kontrole (laika releji, taimeri)
- Procesu secība (apstrāde, krāsošana, žāvēšana, iepakojšana)

Mērīšanas iekārtas

- **Sensori, devēji, analizatori**
 - **Mehāniskie parametri**
 - Izmēri, attālumi, ātrumi, spēki, līmenis
 - **Elektriskie parametri**
 - Spriegums, strāva, vadāmība
 - **Ķīmiskie parametri**
 - Koncentrācija, pH

Sensori, devēji



Izpildmehānismi

- Elektriskā piedziņa
 - Rotācijas, lineāra, vibrācijas
- Hidraulika, Pneimatika
 - Cilindri, motori
- Tehnoloģiskie
 - Sildīšana, dzesēšana, žāvēšana, krāsošana

Izpildmehānismi



Vadības un indikācijas iekārtas

- Pogas
- Gaismas indikatori
- Vadības paneļi, HMI
- SCADA sistēmas

Vadība un indikācija



Automātizētās vadības sistēma

- Vadības programma
- Vaļēja vai noslēgta regulēšana
- Koncentrēta vai “izklīdēta” vadība
- SCADA, PLC, regulatoru programmas

Automatizētās vadības sistēma



Komunikācijas iekārtas

- Datu pārraides iekārtas
- Datu pārveidošanas iekārtas
 - Protokolu pārveidotāji
 - Fizikālā līmeņa pārveidotāji
 - Datu kartēšanas iekārtas
 - Maršrutizatori
- Datu pārvades līnijas
 - Elektriskie kabeļi, optiskie kabeļi, radio

Komunikācijas



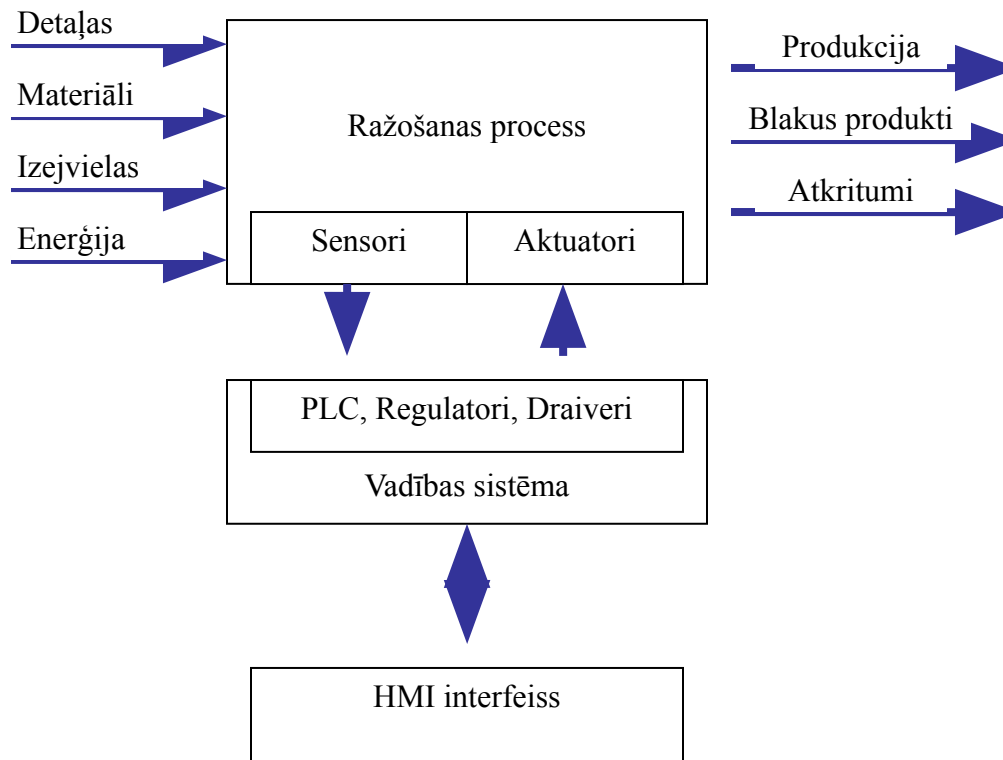
Automatizācijā iesaistītie speciālisti

- Tehnologs
- Projektētājs
- Celtnieks
- Mehāniķis
- Elektriķis
- Automātiķis
- Programmētājs
- Operators
- Vēl protams ekonomisti, finansisti, menedžeri utt.

Mehatronika

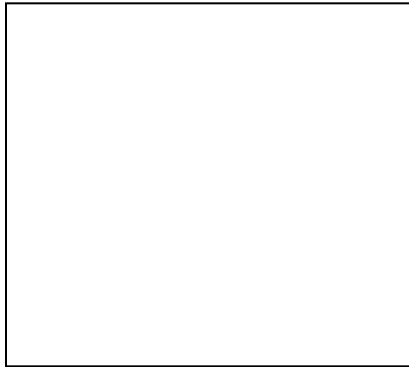
- Mehānika
- Automātika
- Programmēšana

Automatizēts ražošanas process

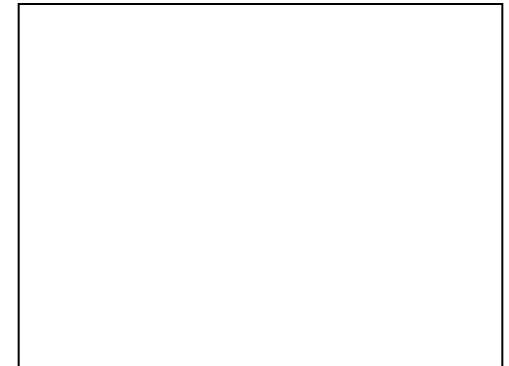


Kafijas automāts kā automātiskās ražošanas process

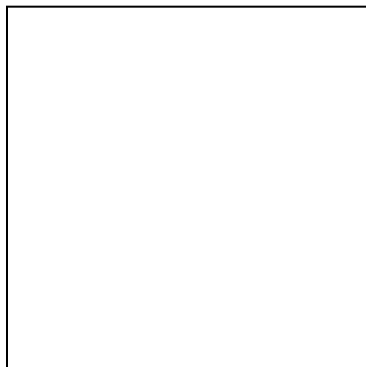
Izejvielas



Produkti



Sensori



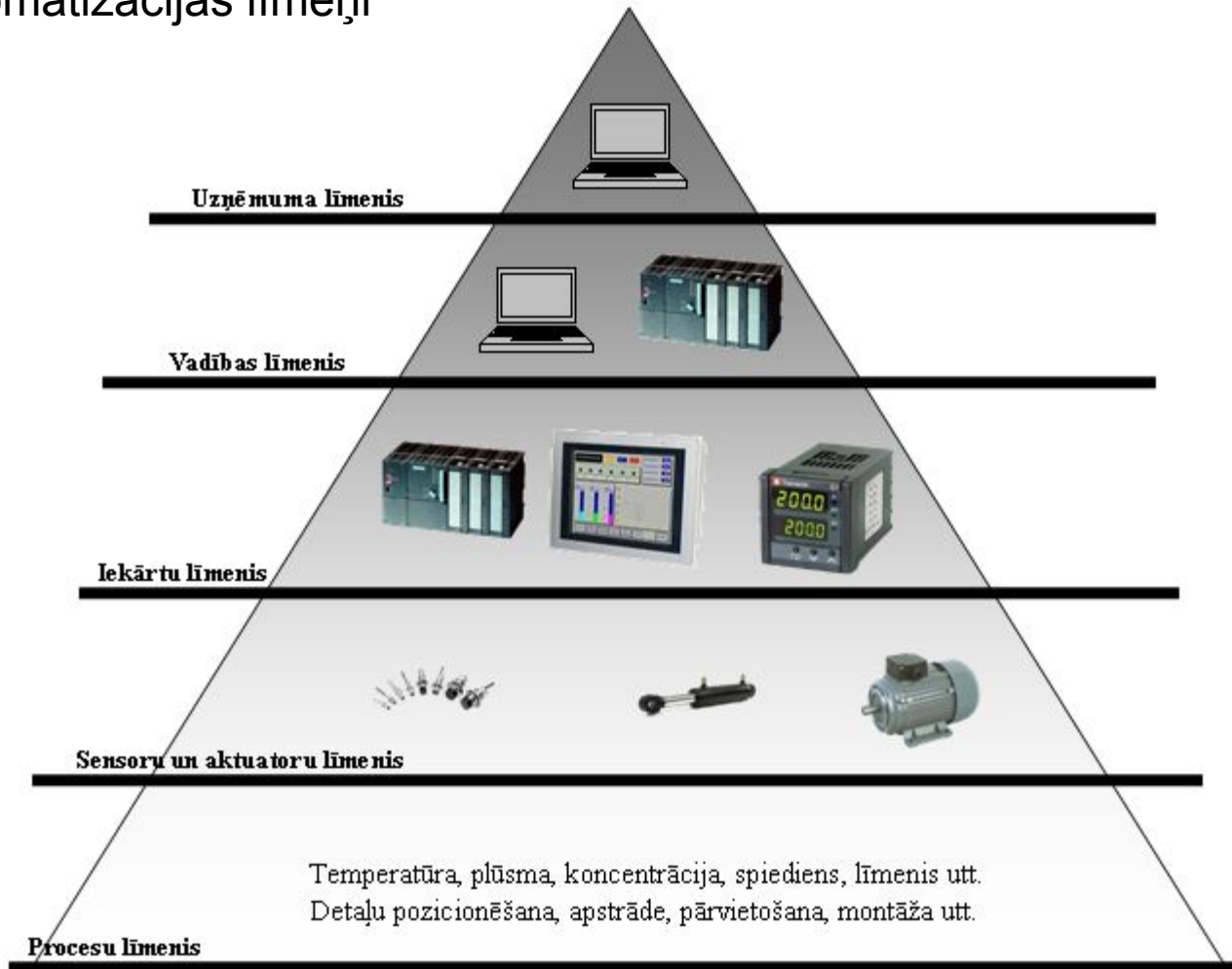
Aktuatori



Kas vēl?...



Automatizācijas līmeņi



Industriālie sensori un devēji



Mehānisko parametru sensori

- Spēka parametri
 - Spēks, spiediens, svars, moments
- Pozicionālie parametri
 - Attālums, izmēri, leņķis, līmenis
- Dinamiskie parametri
 - Lineārais/rotācijas ātrums, plūsma, paātrinājums

Fizikālo parametru sensori

- Temperatūra
- Mitrums
- Fototehniskie parametri
 - Krāsa, apgaismojums, gaismas absorbcija
- Akustiskie un vibrāciju parametri
- Elektriskie parametri
 - Spriegums, strāva, pretestība, frekvence, kapacitāte, induktivitāte
- Radiācija, jonizācija

Tuvinājuma “Proximity” sensori

- Induktīvie
- Kapacitatīvie
- Magnētiskie
- Optiskie
- Ultraskaņas
- Mehāniskie (gala slēdži)

Ķīmisko parametru sensori

- Koncentrācija
 - Vielas, jonu, pH
- Aktivitāte
 - Oksidēšanas / reducēšanas reakcijas
- Sastāvs
- Sprādziembīstamība
- Sajūtu parametri
 - Garša, smarža

Devēju kopējie parametri

- Konstrukcija un vide
- Vadu pieslēgšana
- Mērījumu parametri
- Barošanas spriegumi
- Izejas parametri
- Indikācija
- Regulēšana, iestatīšana, kalibrēšana
- Advancētas funkcijas (log, reg u.c)

Sensoru barošanas spriegumi

- Bez barošanas
- Līdzstrāvas DC
- Maiņstrāvas AC
- Universālie AC/DC

Sensoru izejas signāla parametri

- Devēju izejas signāliem jābūt standartizētiem un piemērotiem plašai izmantošanai automatizācijas uzdevumu veikšanai. Devējus pēc izejas signāliem var iedalīt trijās lielās grupās;
- Binārs signāls (Ieslēgts /Izslēgts)
- Analogs signāls (Proporcionāls mērāmajam lielumam)
- Komunikāciju interfeiss (Datu apmaiņa izmantojot protokolu)
- Tā kā šie signālu veidi ir ļoti atšķirīgi, tālāk apskatīsim katru grupu atsevišķi.

Binārs signāls

- Devēji ar šādu izejas signālu ir plaši izplatīti. Tiem parasti ir viens nostrādes līmenis, pie kura izejas signāls maina savu stāvokli no "Ieslēgts" uz "Atslēgts" un otrādi. Protams, signālam parasti ir zināma histerēze. Dažreiz var pat būt atsevišķi iestādāms augšējais un apakšējais nostrādes līmenis. Dažiem devējiem var būt arī divas binārās izejas. Piemēram, temperatūras regulēšanai: ja temperatūra ir zemāka par minimālo tad tiek ieslēgts sildītājs, bet ja temperatūra pārsniedz maksimālo, tiek ieslēgts dzesētājs. Plaši binārā signāla izeja ir realizēta ar releja palīdzību. Šeit var būt gan relejs, kura kontakti signālam sasniedzot noteiktu līmeni tiek saslēgti (NO), atslēgti (NC) vai pārslēgti (SO). Trešais veids ir universālāks, jo ļauj realizēt abus iepriekšējos. Dažreiz izejas signāla formēšanai tiek lietoti pusvadītāju releji vai tranzistori, kuri nav galvaniski atsaistīti no barošanas ķēdēm. Šāds risinājums ir ievērojami lētāks un ar mazākiem izmēriem. Pastāv vairāki risinājumi.

Divu vadu pieslēgums

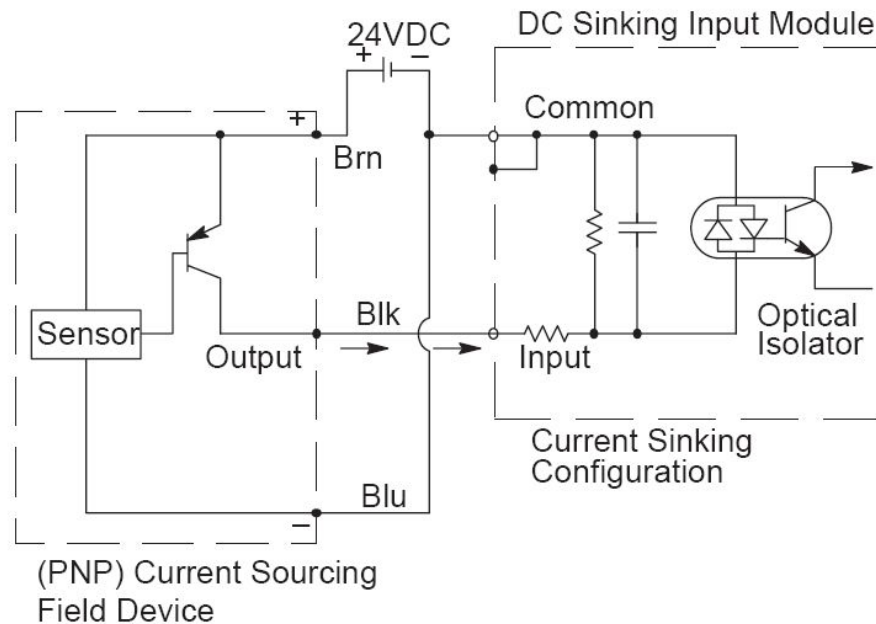
- Pieslēgšanai nepieciešami tikai divi vadi. Ļoti universāla izmantošana. Ja tiek izmantots devējs, kam nav nepieciešama barošana (bimetāla, kapilāra termostati, "herkonu" magnētiskie sensori) tad slodzes pārslēgšanas spriegumi un strāvas var būt ļoti plašā diapazonā.
- Ja devēja darbībai nepieciešama barošana tad to iegūst no slodzes barošanas ķēdes. Tas nozīmē, ka arī izslēgtā stāvoklī caur slodzi plūst zināma neliela strāva (3-10mA). Dažreiz tā ir par lielu, lai slodze netiktu pārslēgta, tāpēc paralēli slodzei pieslēdz papildus pretestību. Arī ieslēgtā stāvoklī devēja barošana ienes zināmu sprieguma kritumu uz devēju (3-8V). Divu vadu devēji tiek ražoti gan līdzstrāvai (parasti 8-30V) gan maiņstrāvai (24-230V). Daži devēji var darboties gan ar līdzstrāvu gan maiņstrāvu.

PNP slēgums

- Diezgan izplatīts Eiropā. Slodzes pieslēgšanai nav nepieciešams pievienot barošanas spriegumu.

PNP slēgums

PNP (Sourcing)
Field Device Example

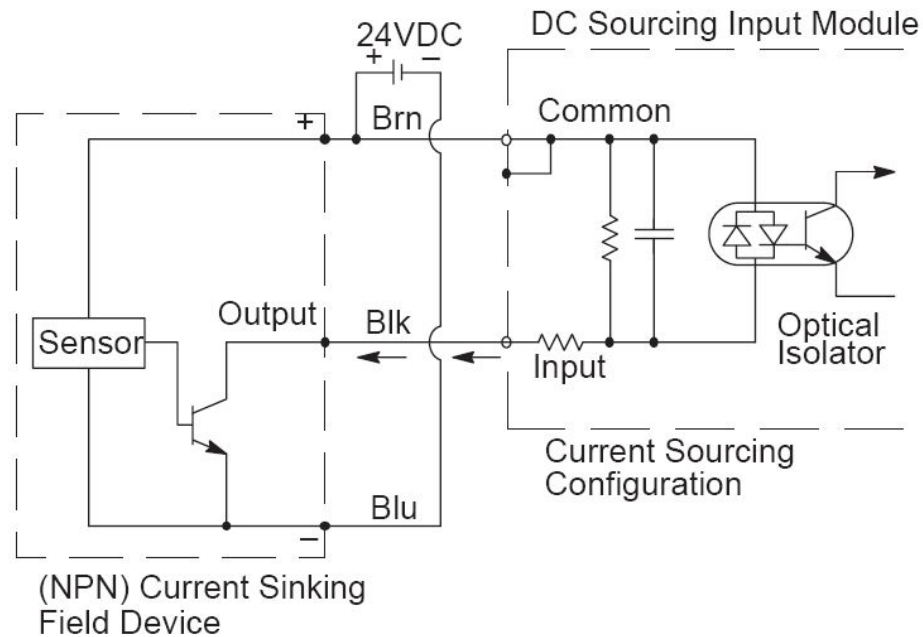



NPN slēgums

- Var darbināt relejus, PLC, TTL loģiskās shēmas. Slodzes pieslēgšanai var lietot no barošanas sprieguma atšķirīgu spriegumu. Plaši izmantots Ziemeļamerikā un Japānā.

NPN slēgums

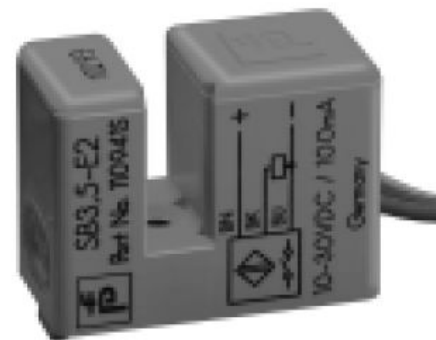
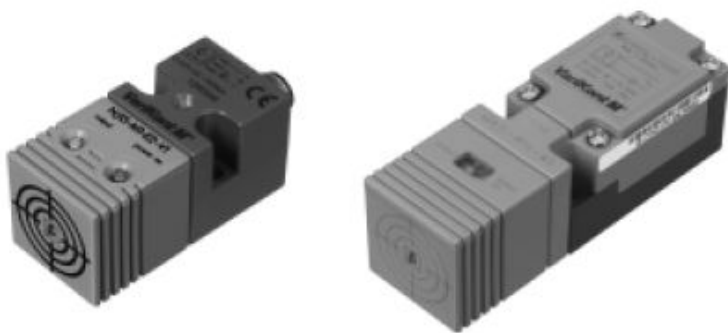
NPN (Sinking)
Field Device Example



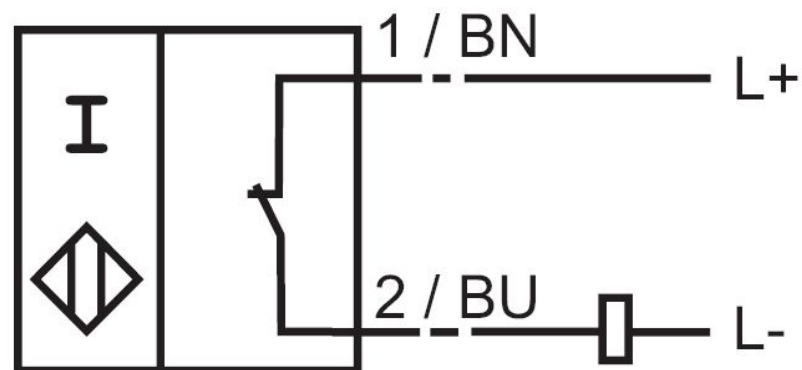
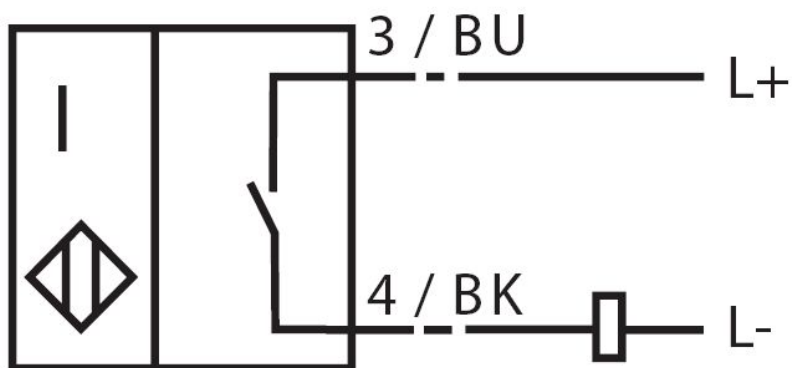


Tuvinājuma “Proximity” sensori un to apzīmējumi shēmās

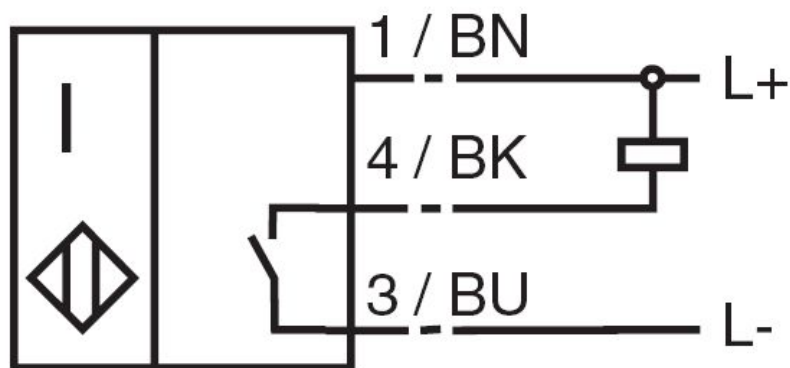
Induktīvie devēji



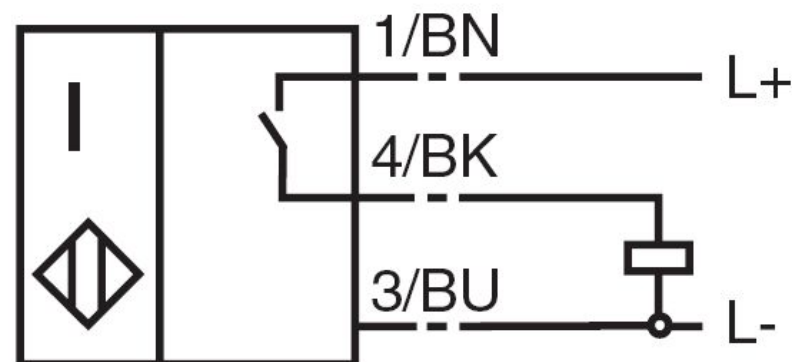
Divu vadu pieslēgums NO/NC



Trīs vadu pieslēgums NO

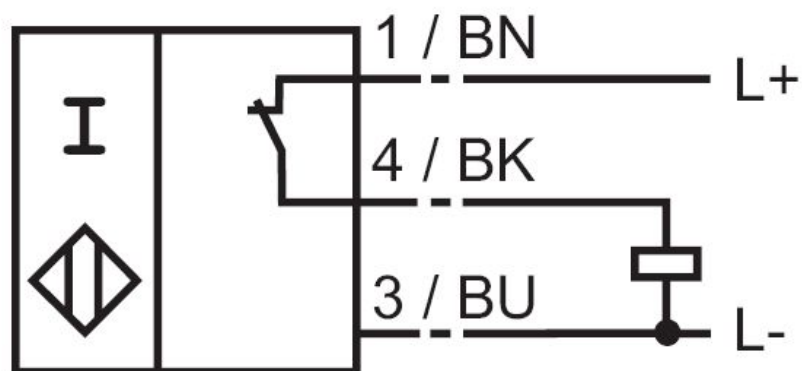


NPN

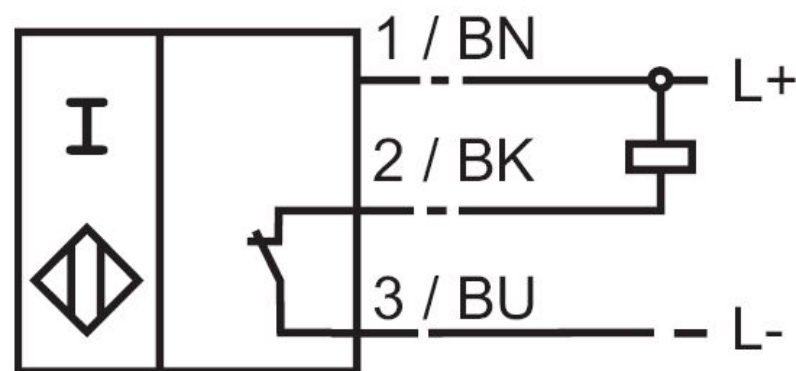


PNP

Trīs vadu pieslēgums NC

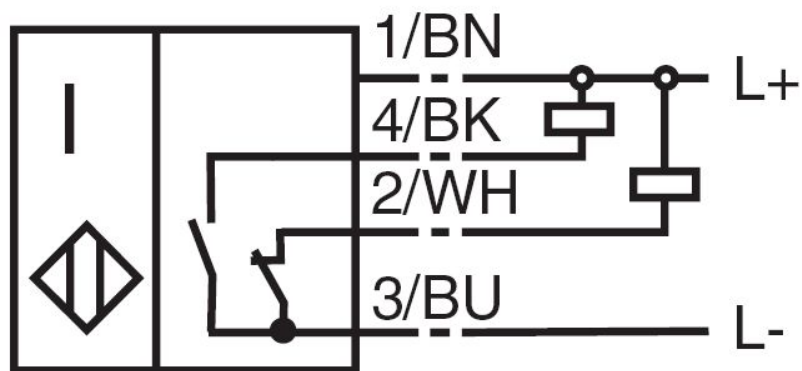


PNP

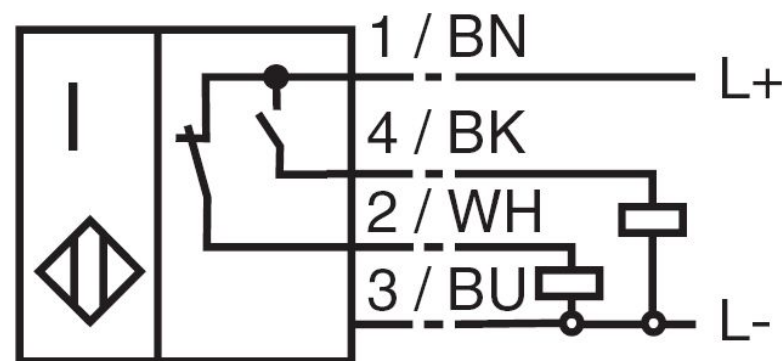


NPN

Četru vadu pieslēgums NO/NC



NPN

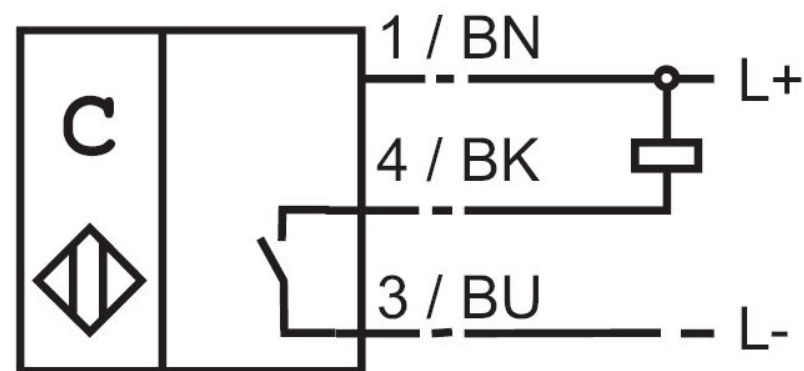
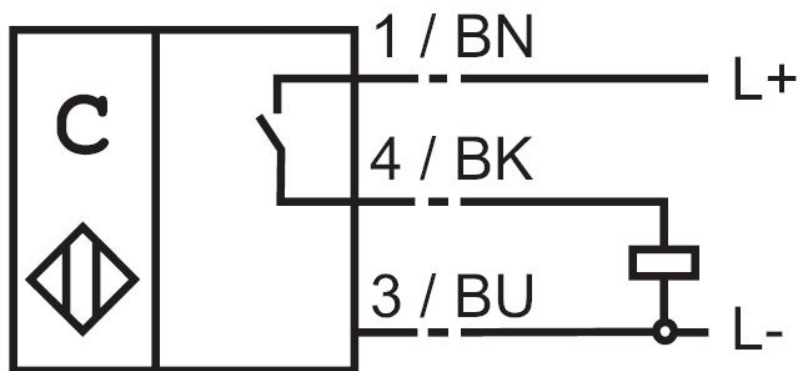


PNP

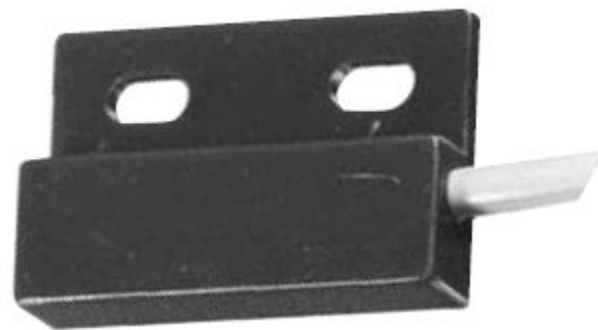
Kapacitatīvie devēji



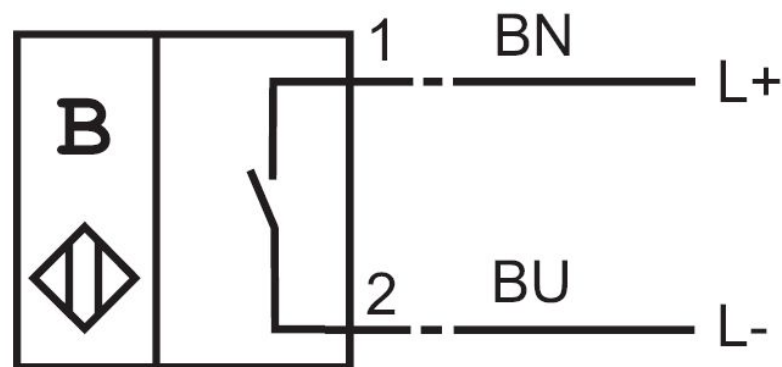
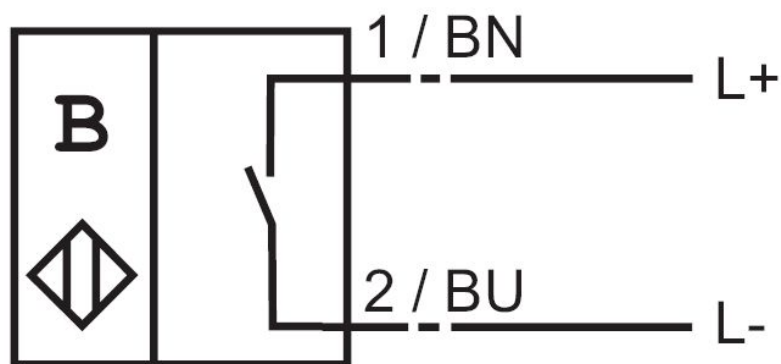
Kapacitatīvo devēju pieslēgšana



Magnētiskie devēji



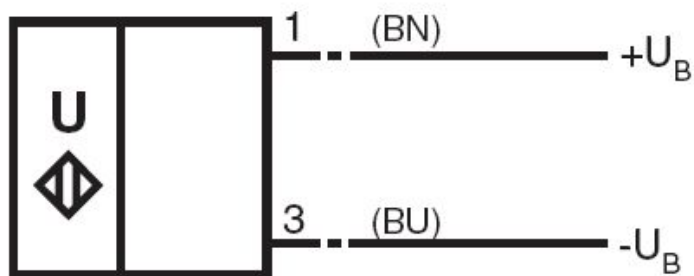
Divu vadu pieslēgums NO



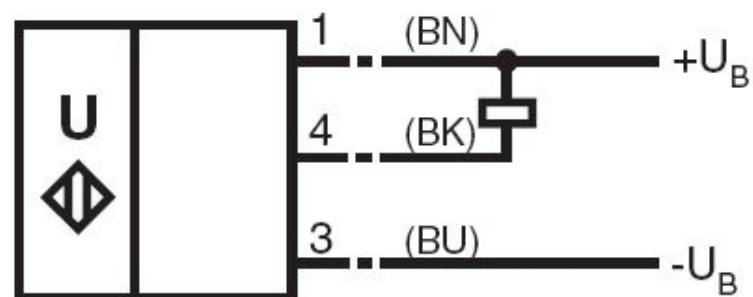
Ultraskaņas tuvinājuma devēji



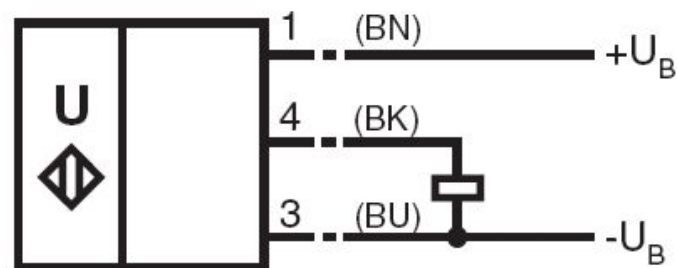
Pieslēguma veidi



Izstarotājs

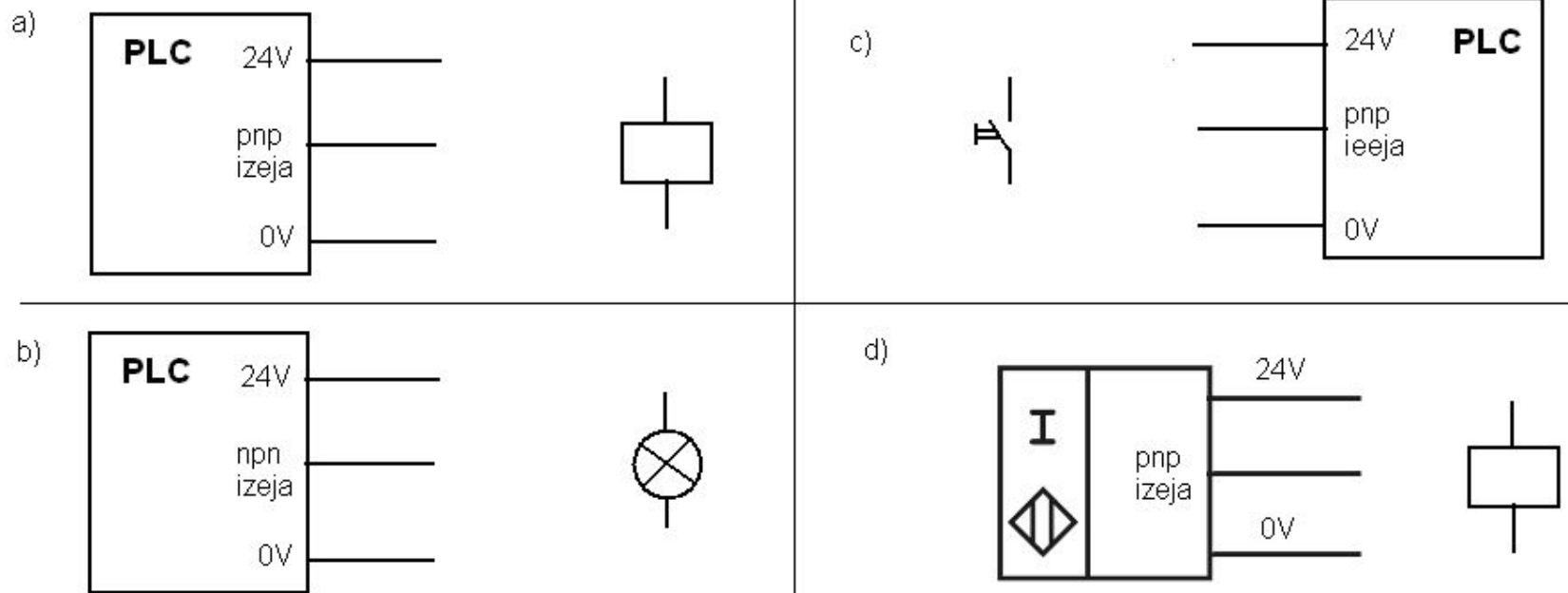


Uztvērējs PNP



Uztvērējs NPN

Devēju pieslēgšanas tests



Analogs signāls

- Strāvas cilpa
- Sprieguma izeja
- PWM impulsi
- Frekvenču modulācija

Interfeiss

- Virknes interfeiss
 - RS-232, RS-485, Strāvas cilpa, optika
- Paralēlais interfeiss
- Sakaru tīkls
 - Ethernet, LON, CAN

Komunikāciju protokoli

■ Virknes interfeisam

- Modbus
- Profibuss
- SPA
- HART

■ Tīklu interfeisam

- Modbus TCP
- Profinet

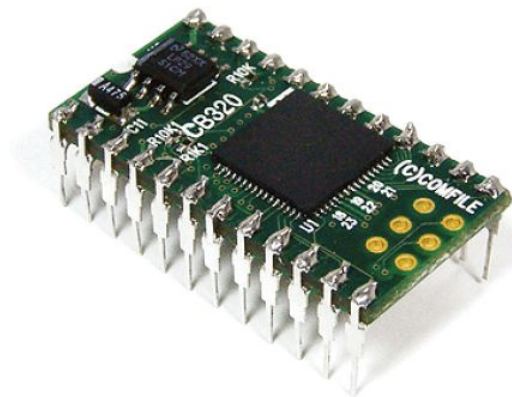
Programmējamie Loģiskie Kontrolleri

- Definīcija
- Uzbūve
- Īpašības
- Programmēšana

Siemens PLC paraugi



Kas tad īsti ir PLC



Kontrolliereri

- RTU remote terminal unit
- PLC programmable logic controller
- DCS distributed control system
- PID process regulator
- PC personal computer
- PAC programmable automation controller
- CNC computer numeric control

Secīga (Sekvenciāla) iekārta

- *Loģiska ierīce*, kuras izejas signāla vērtība attiecīgajā brīdī atkarīga no ieejas signālu vērtībām un no ierīces iekšējā stāvokļa šajā brīdī un kuras iekšējais stāvoklis atkarīgs no tieši iepriekšējām ieejas signālu vērtībām un iepriekšējā iekšējā stāvokļa.
- **PIEZĪME** – Secīgas darbības shēmai var būt galīgs skaits iekšējo stāvokļu, tādēļ teorētiski to var uzskatīt par galīgu automātu

PLC pazīmes

- Iekārta ar standartizētām I/O
 - Binārās ieejas, izejas (24VDC, 230VAC)
 - Analogās ieejas izejas (0-10V, 4-20mA)
- Patstāvīgi veic secīgu un loģisku vadību
- Atbilst IEC 1131-3 prasībām
- Paredzēta darboties 24h un industriālā vidē

PLC papildus funkcijas

- PID regulators
- Motoru kontrole
- Enkoderu un ātru impulsu skaitīšanas ieejas
- Komunikācijas
- Datu reģistrācija

Vēsture

- Pagājušā gadsimta 60. un 70. gados rūpniecībā sākās tendence kvalitatīvi pilnveidot ražošanu un palielināt ražošanas jaudas. Svarīgu lomu sāka spēlēt ražošanas procesu izmaiņas elastība – spēja mainīties, lai varētu sekot līdzi patērētāja vajadzībām.
- Inženieri projektēja vadības sistēmu loģiku, bet dzīvē to realizēja elektriķi mehāniski savienojot vadus. Šīs shēmas varēja saturēt vairākus simtus releju. Plāns, pēc kura tika realizēta montāžas shēma, tika saukts par kāpņu diagrammu. Šai shēmā ir uzrādīti visi vadības sistēmā izmantotie slēdži, devēji, dzinēji, vārsti, releji utt. Pēc šīs shēmas visus attēlotos elementus bija nepieciešams savienot.

Vēsturiskie vadības paneļi

- Mehāniskie releji
 - Jaudas releji, starpreleji
 - Spriegums releji, strāvas releji
 - Laika releji (pulksteņa mehānikas, pneimatiskie)
- Klemmes, kopnes, savienojošie vadi
- Pogas, sviras, potenciometri
- Indikatoru lampas, elektromehāniskie indikatori

Vēsturisko vadības paneļu problēmas

- Kļūdas projektēšanā
- Bojājumi ekspluatācijā (mehāniskie releji, laika releji)
- Diagnostikas problēmas (daudzie starpreleji, savienojošie vadi)
- Problēmas shēmu pārvedot, uzlabot
- Cena (jāmaksā par katru starpreleju un laika releju)

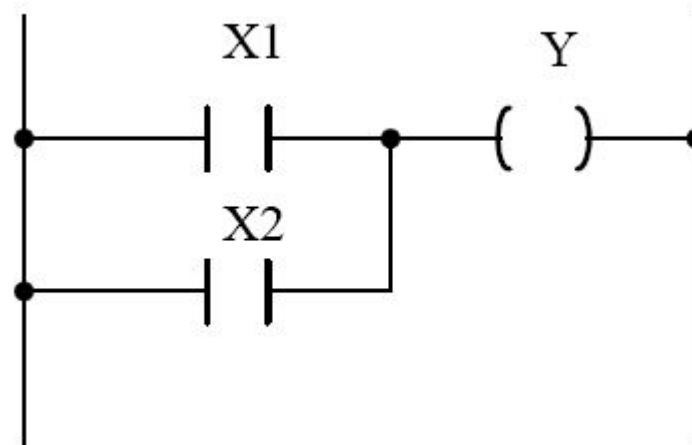
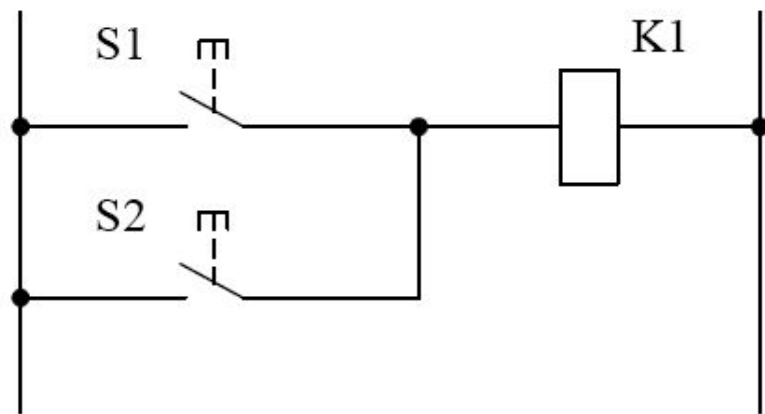
Jauna tipa vadības paneļa izveides prasības

- Elektroniskie elementi mehānisko vietā
- Datoram līdzīga elastība
 - Konfigurēšanas iespēja, jaunu uzdevumu pievienošana
- Spēja darboties industriālā vidē
 - Vibrācijas, temperatūras, traucējumi, putekļi
- Vienkārši apkalpojamai, lai varētu viegli pārkvalificēt agrākos releju sistēmu speciālistus
- Ekonomiskie apsvērumi (ko var ietaupīt)

Pamatnostādnes

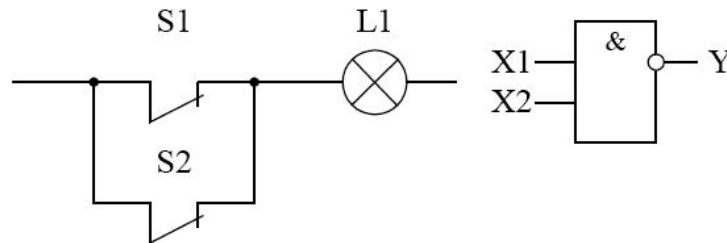
- PLC ir saīsinājums no “Programmable Logic Controller”.
- PLC izpilda loģiskās funkcijas uz ievadītās programmas pamata.
- Pamatfunkcijas
 - Ieejas un izejas
 - Vadības elementi
 - AND, OR, NOT loģiskie elementi
 - Taimeri, skaitītāji
 - Komparatori

Releju shēma un tās ekvivalents PLC programmā

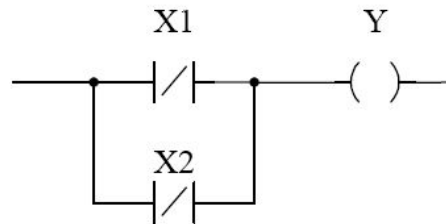
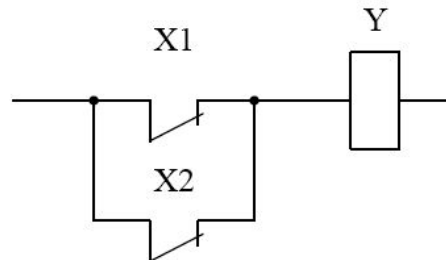


Shēmu ekvivalenti

Loģiskā shēma
UN-NE

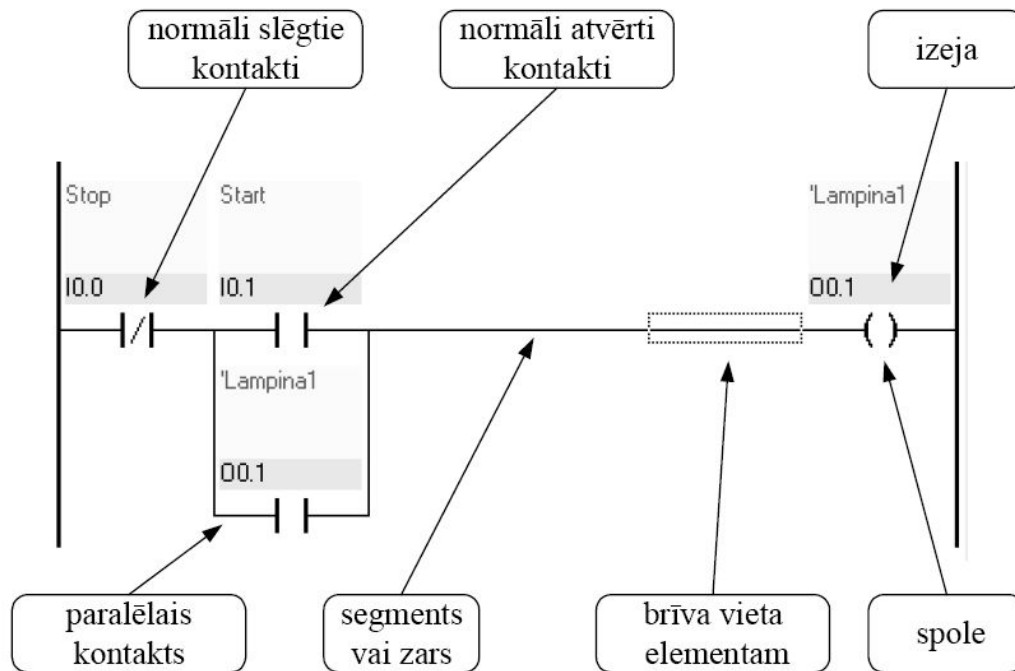


X1	X2	Y
0	0	1
1	0	1
0	1	1
1	1	0



$$Y = \overline{X1} * X2$$

Kāpņu diagramma



Kāpņu diagrammas segmenta uzbūve

PLC valodas pēc IEC 61131-3

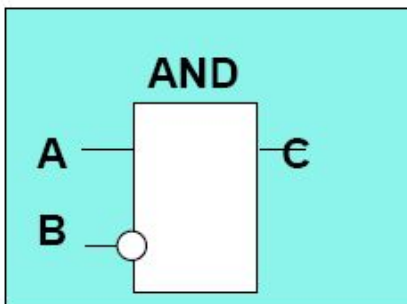
Instruction List

```
LD    A
ANDN  B
ST    C
```

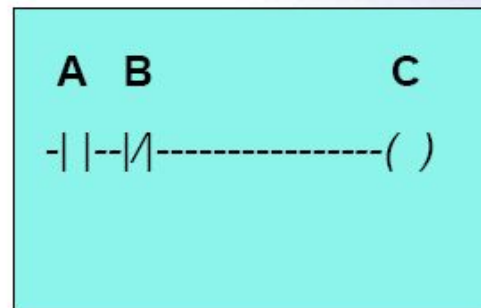
Structured Text

```
C := A AND NOT B
```

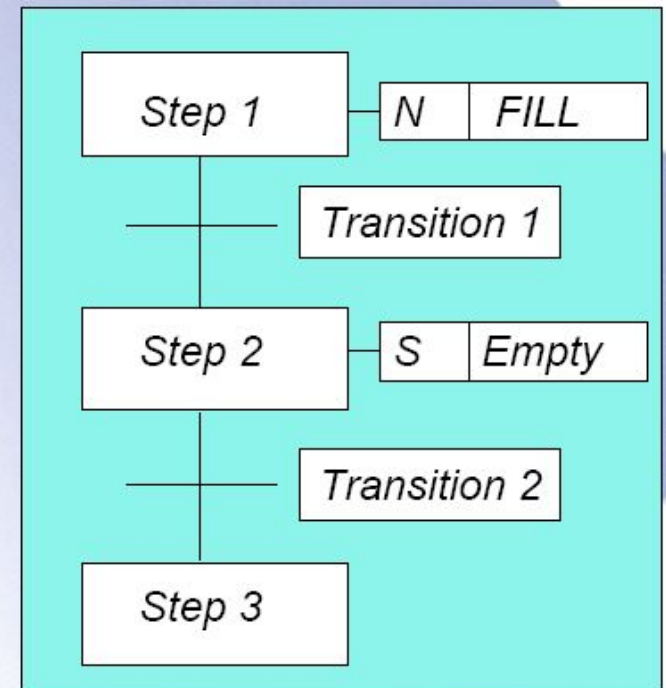
Function Block Diagram



Ladder Diagram



Sequential Function Chart

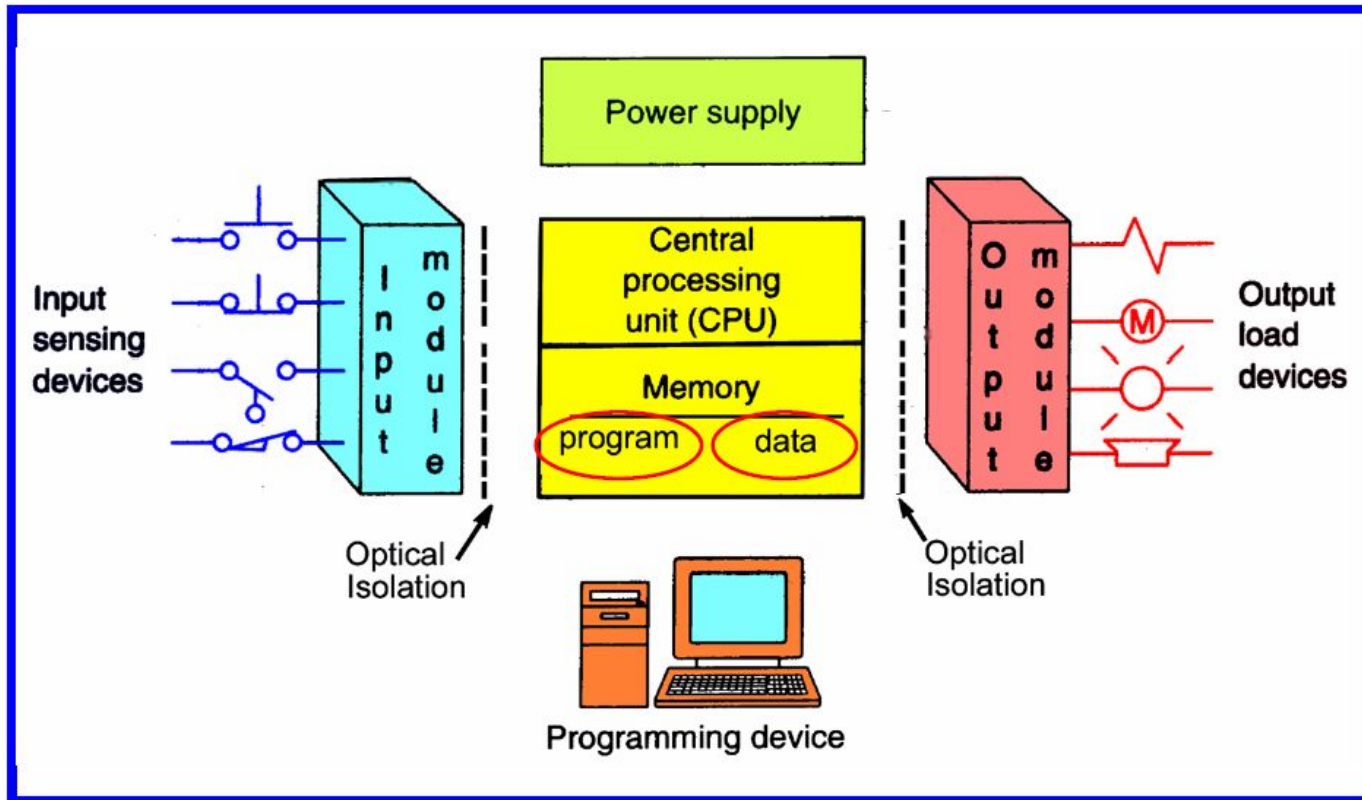


IEC 1131-3 nepieciešamība

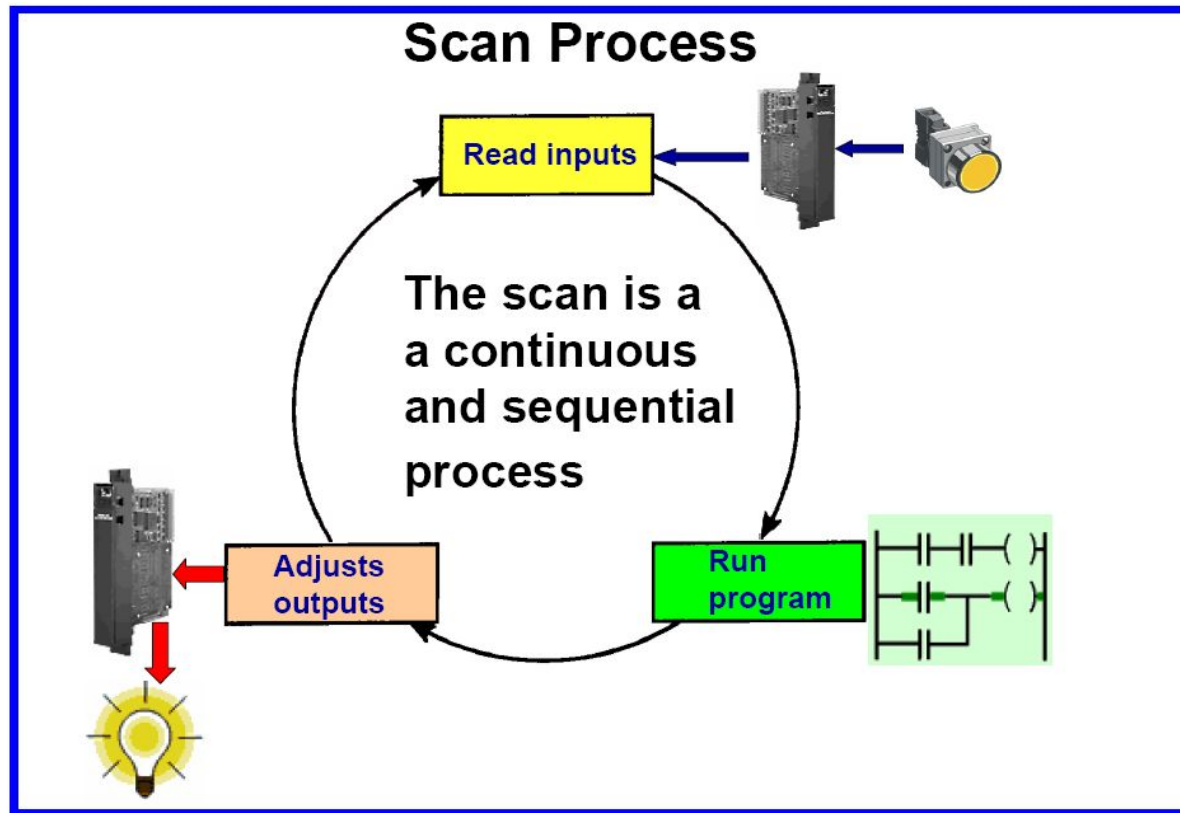
Table 6.1 *Instruction code mnemonics*

IEC 1131-3 Operators	Mitsubishi	OMRON	Siemens/ Telemecanique
LD	LD	LD	A
LDN	LDI	LD NOT	AN
AND	AND	AND	A
ANDN	ANI	AND NOT	AN
OR	OR	OR	O
ORN	ORI	OR NOT	ON
ST	OUT	OUT	=

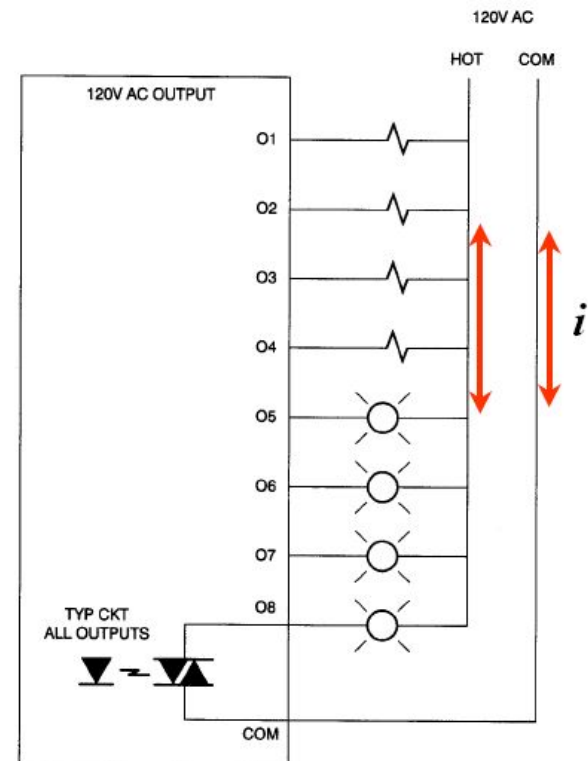
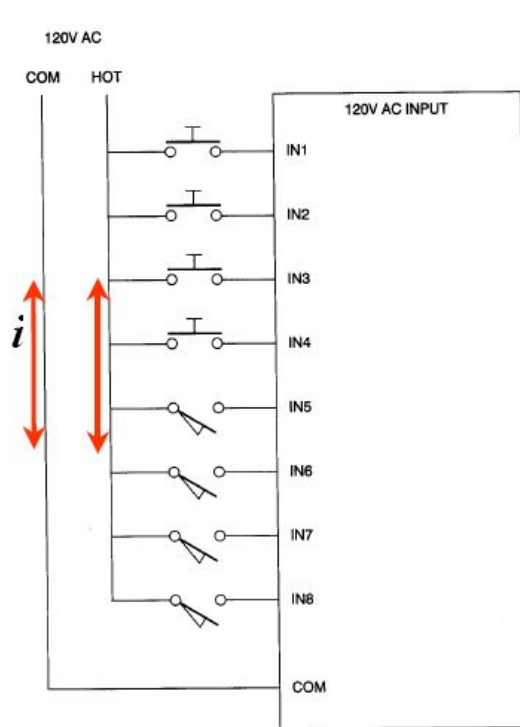
PLC struktūra



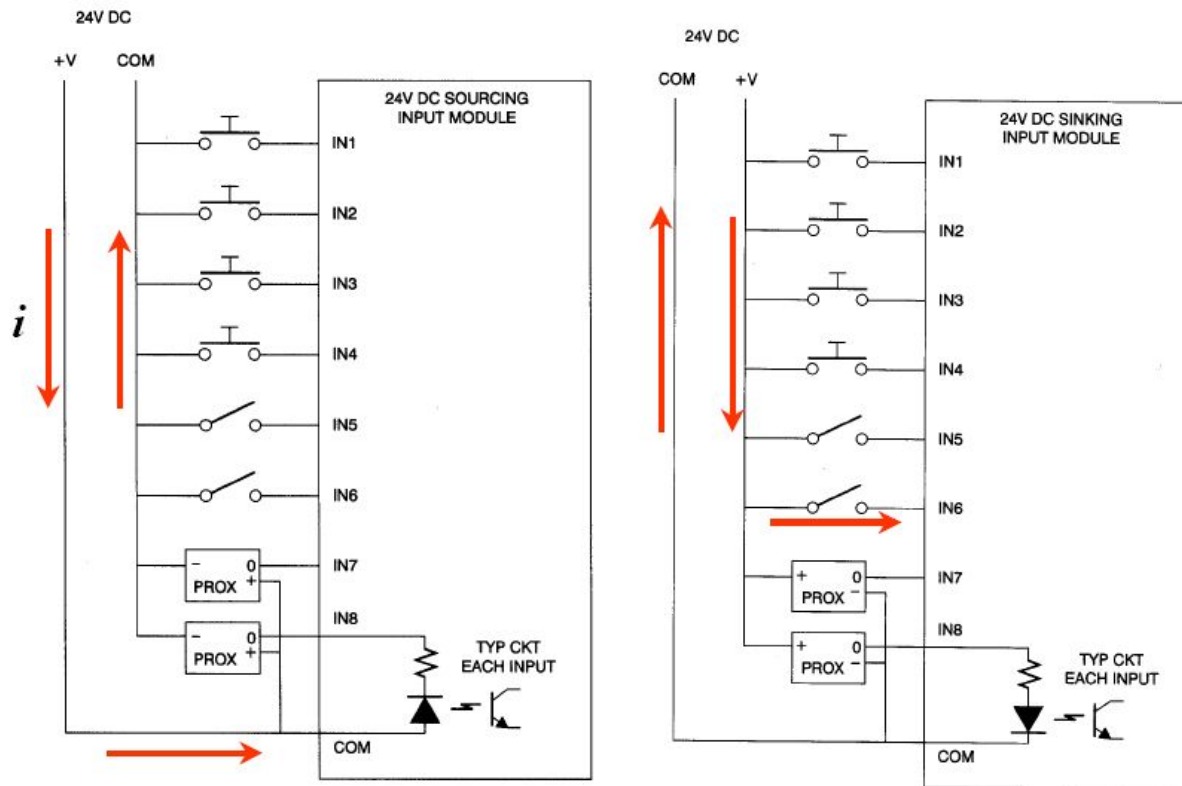
Galvenais cikls



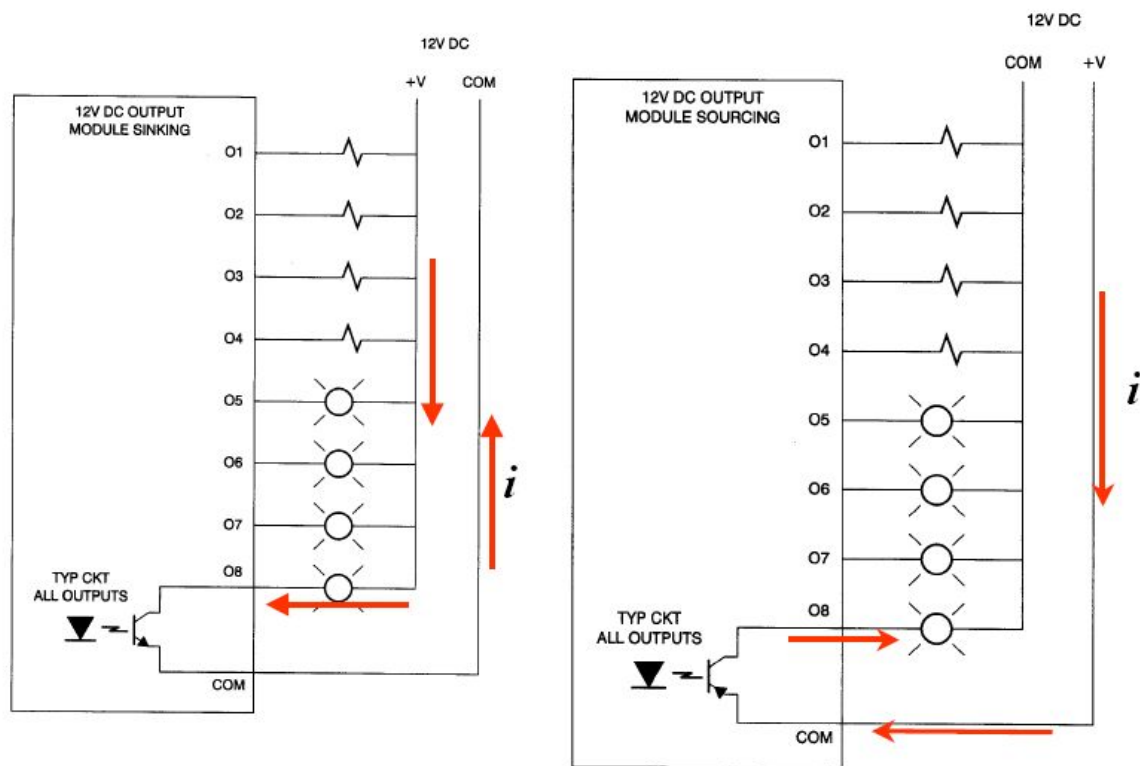
Mainstrāvas I/O



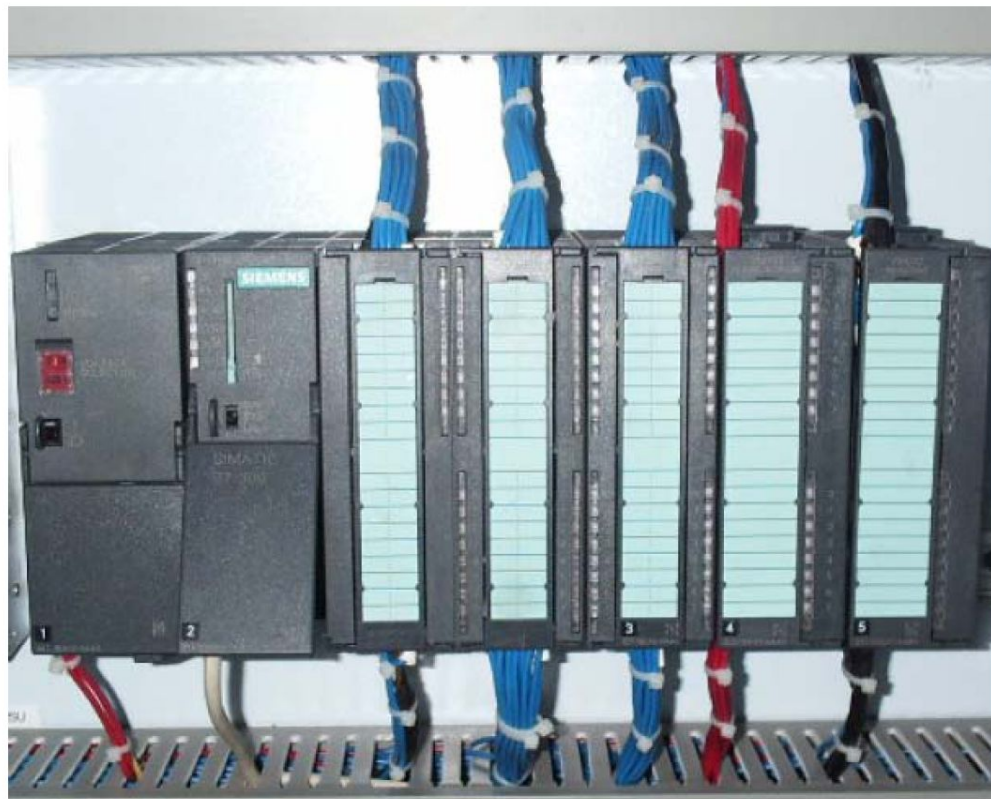
Līdzstrāvas ieejas modulis



Līdzstrāvas izeju modulis



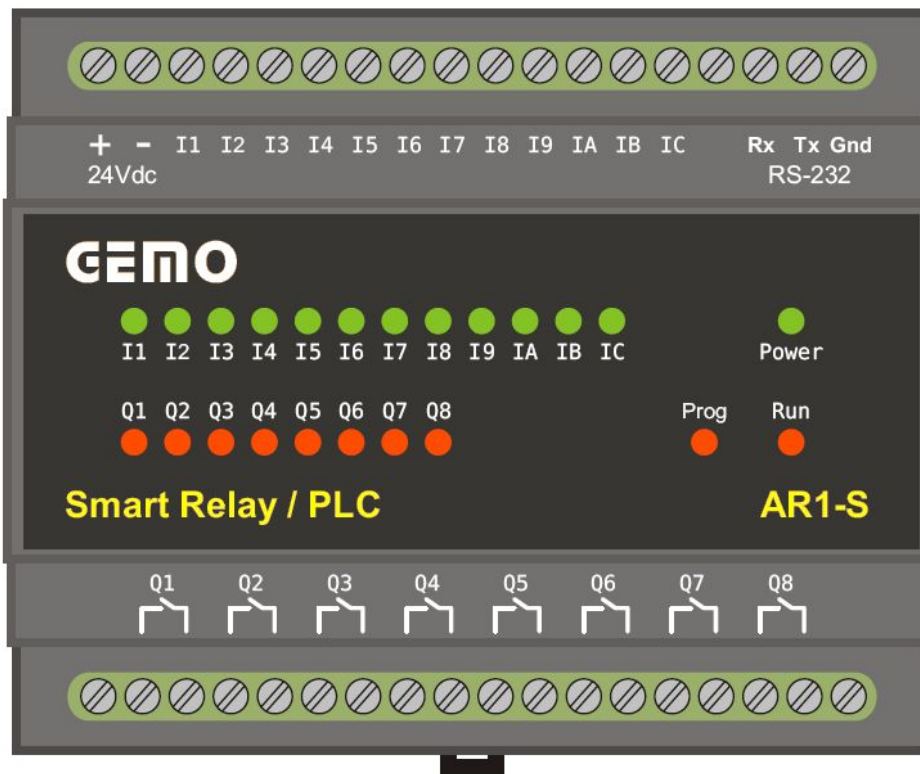
Vadu pieslēgumi



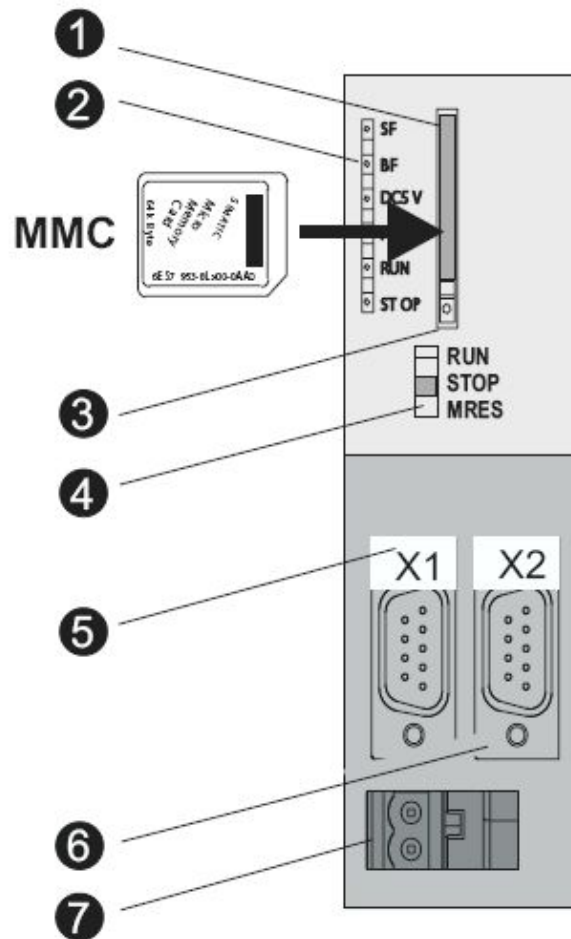
Papildus klemmes



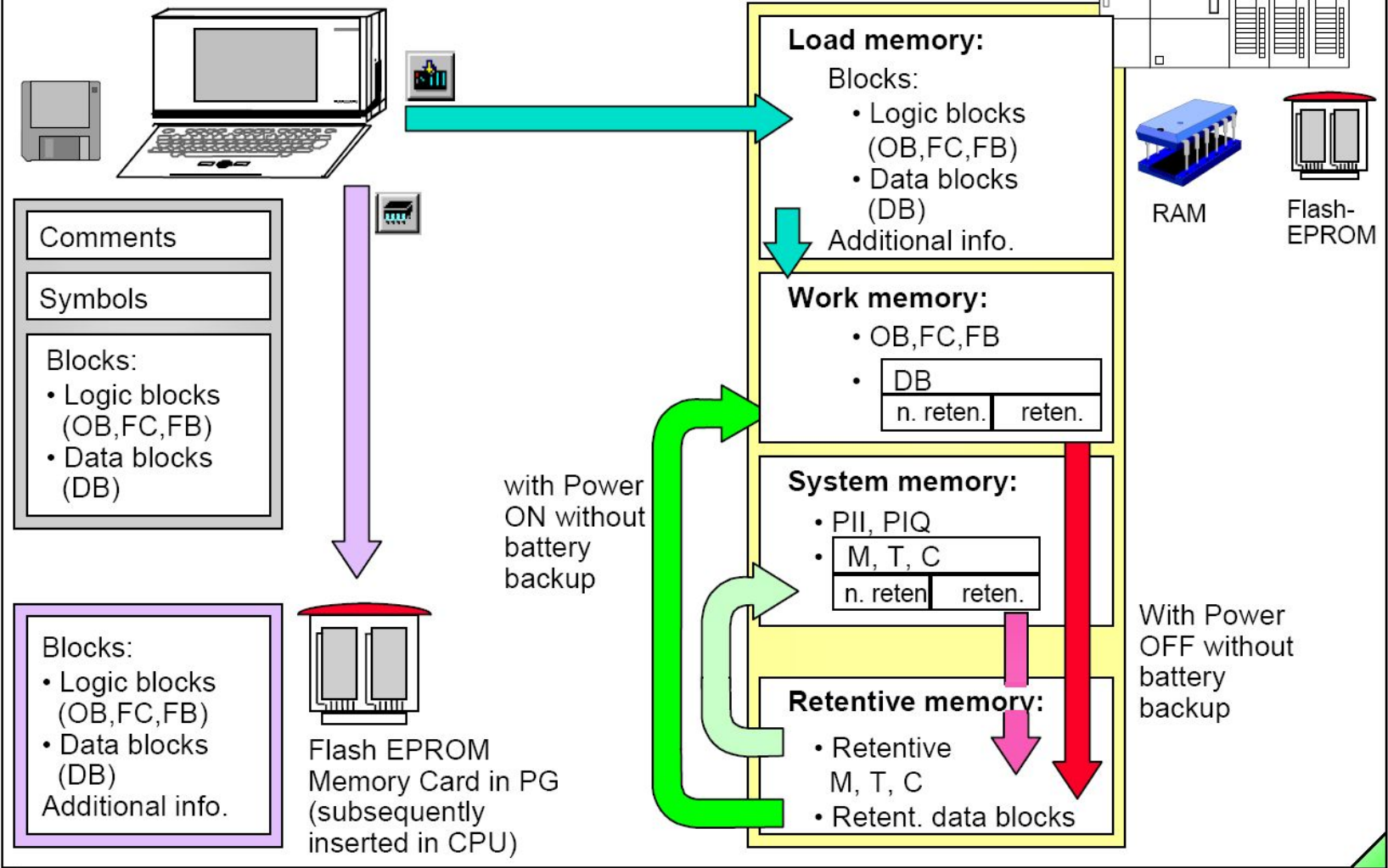
Vinkāršs PLC



CPU 312, 314, 315-2 DP



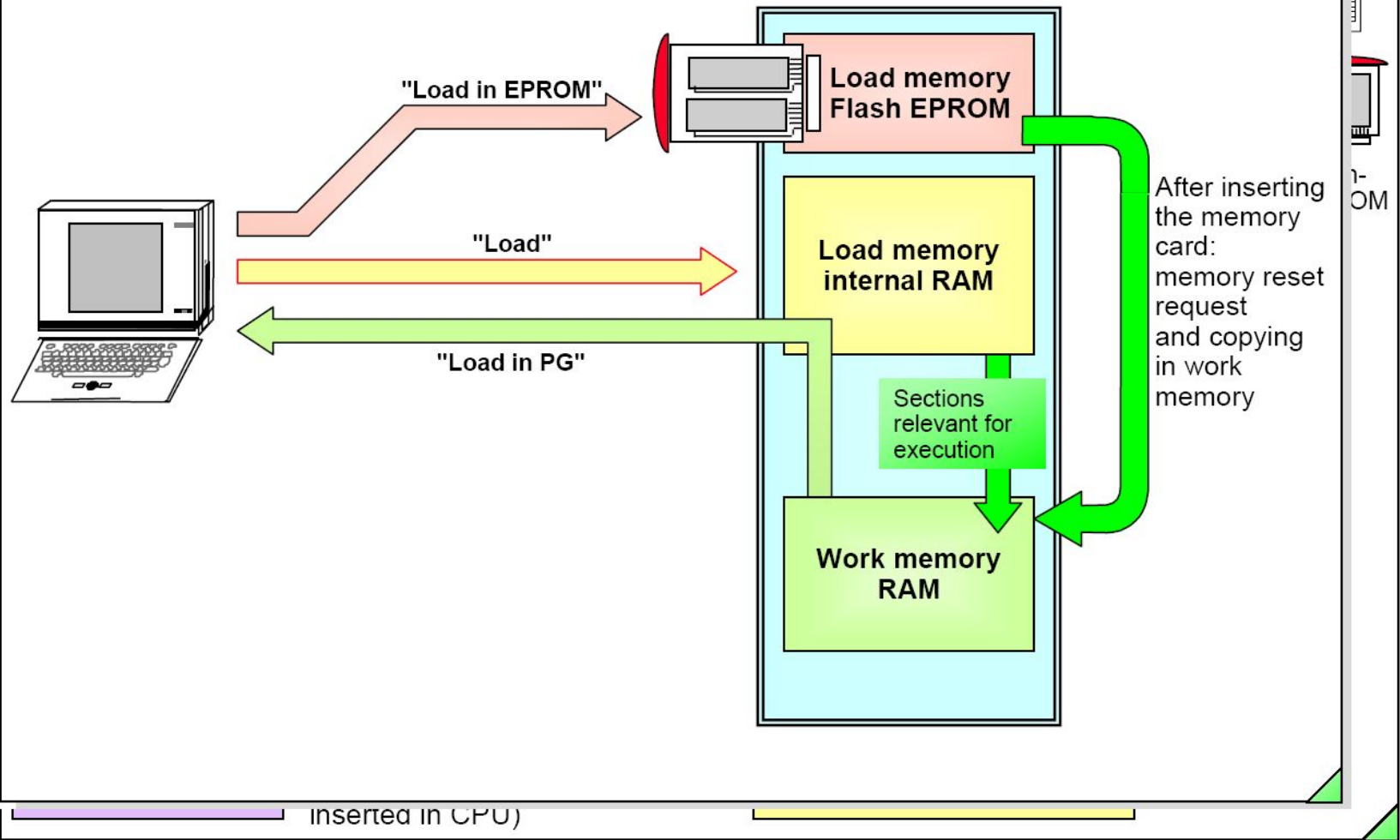
Memory Concept of the S7-300



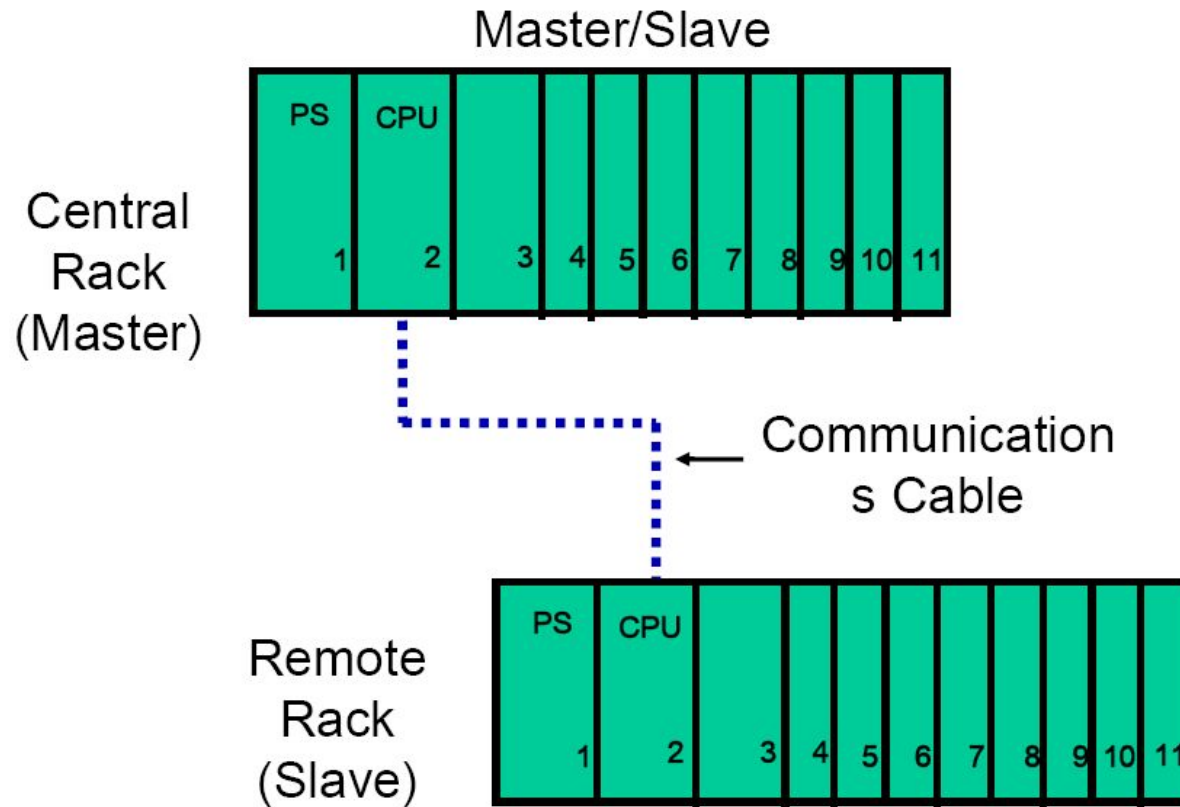
Atmiņu moduļu funkcijas

- **Load Memory** The load memory is part of a programmable module. It contains load objects created on the programming device (logic blocks, data blocks, additional information). The load memory can either be a plug-in memory card or an integrated RAM.
- **Work Memory** The work memory contains only the data relevant at run time. The RAM work memory is integrated in the CPU and is backed up through the battery.
- **System Memory** The system memory contains the memory areas for:
 - • Process image input and output tables (PII, PIQ)
 - • Bit memories (M)
 - • Timers (T)
 - • Counters (C)
 - • L stack (L).
- **Retentive Memory** The retentive memory is a non-volatile RAM used for backing up bit memories, timers, counters and data blocks even if there is no backup battery. You specify the areas to be backed up when assigning the CPU parameters.
- **Inserting a Memory Card** When you insert a memory card, the operating system requests a memory reset.(STOP LED flashes slowly). You perform the memory reset by turning the mode selector to the "MRES" position. The sections of the program relevant for execution are then transferred from the memory card (with load memory function) to the work memory.

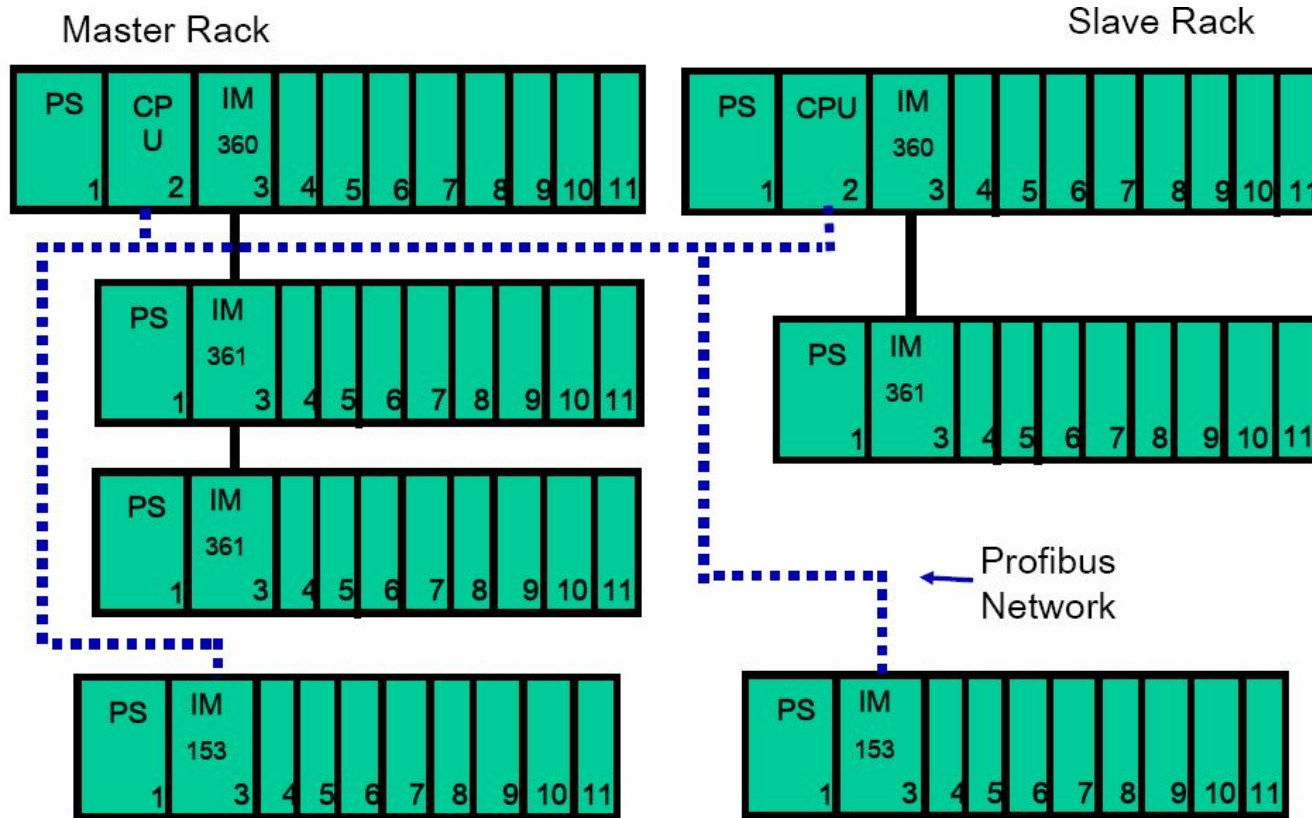
Loading Blocks into /out of Flash EPROM Memory Card

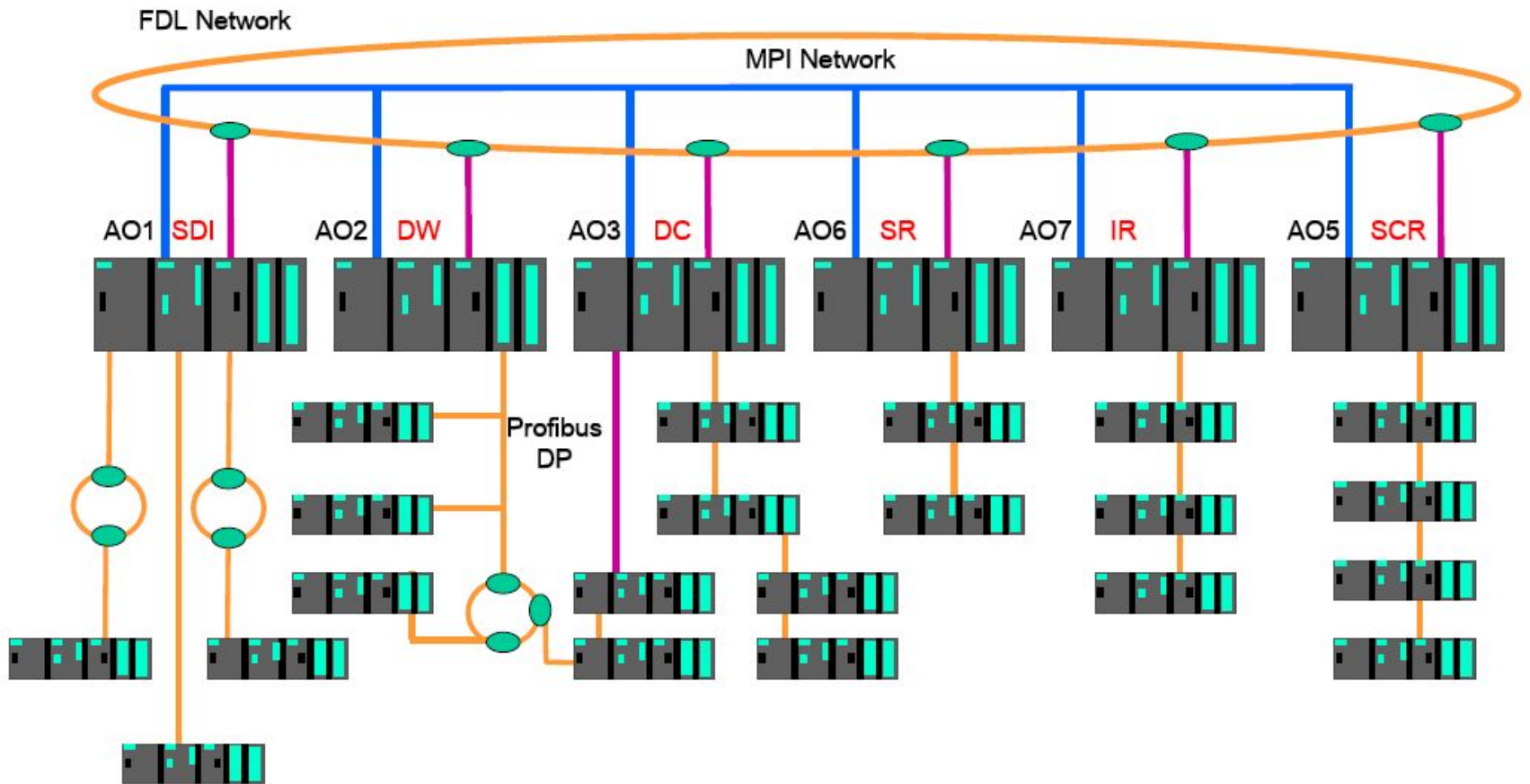


Divu PLC komunikācija



PLC sistēma/tīkls





Siemens PLC paraugi



Analogo signālu pieslēgšana PLC

