

Tipala nivoja

- *Uporovni in kapacitivni merilniki*

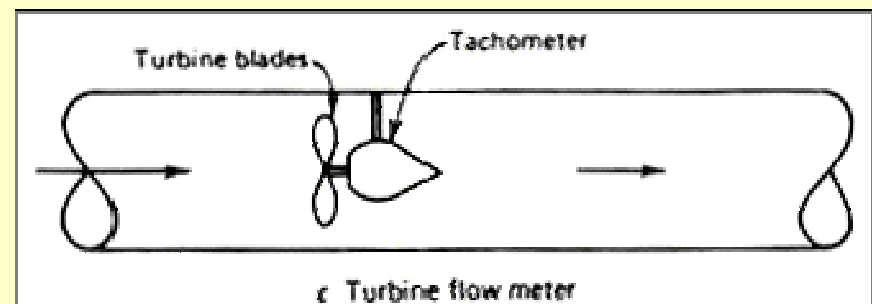
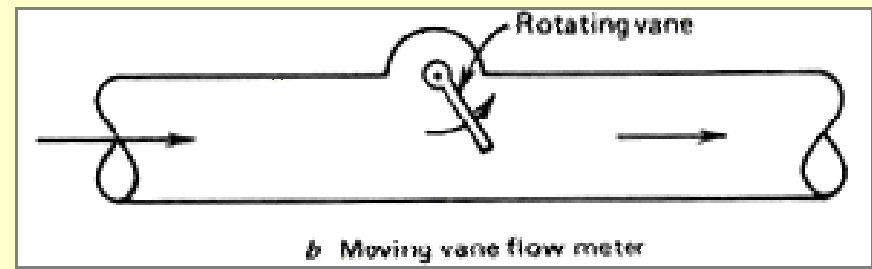
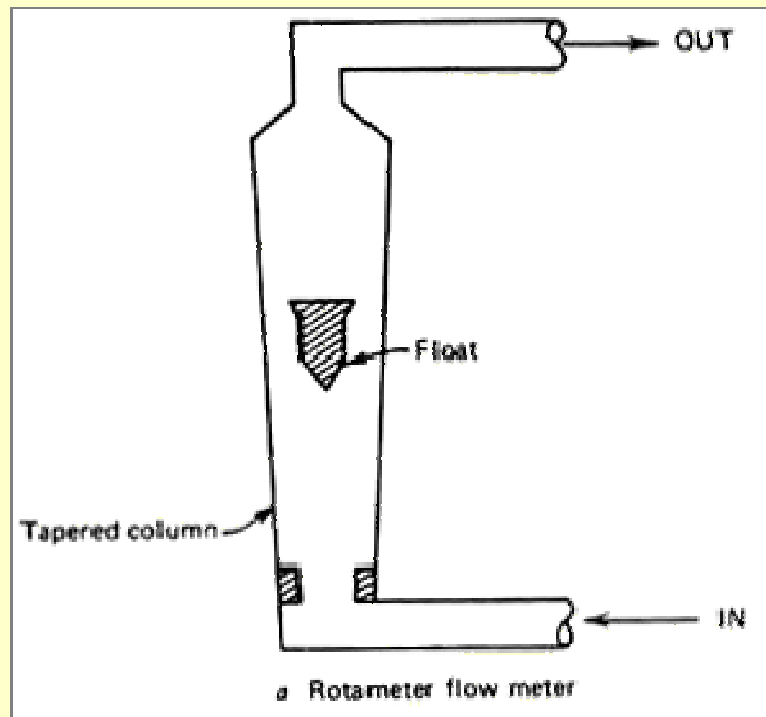


- *Ultrazvočni merilniki*

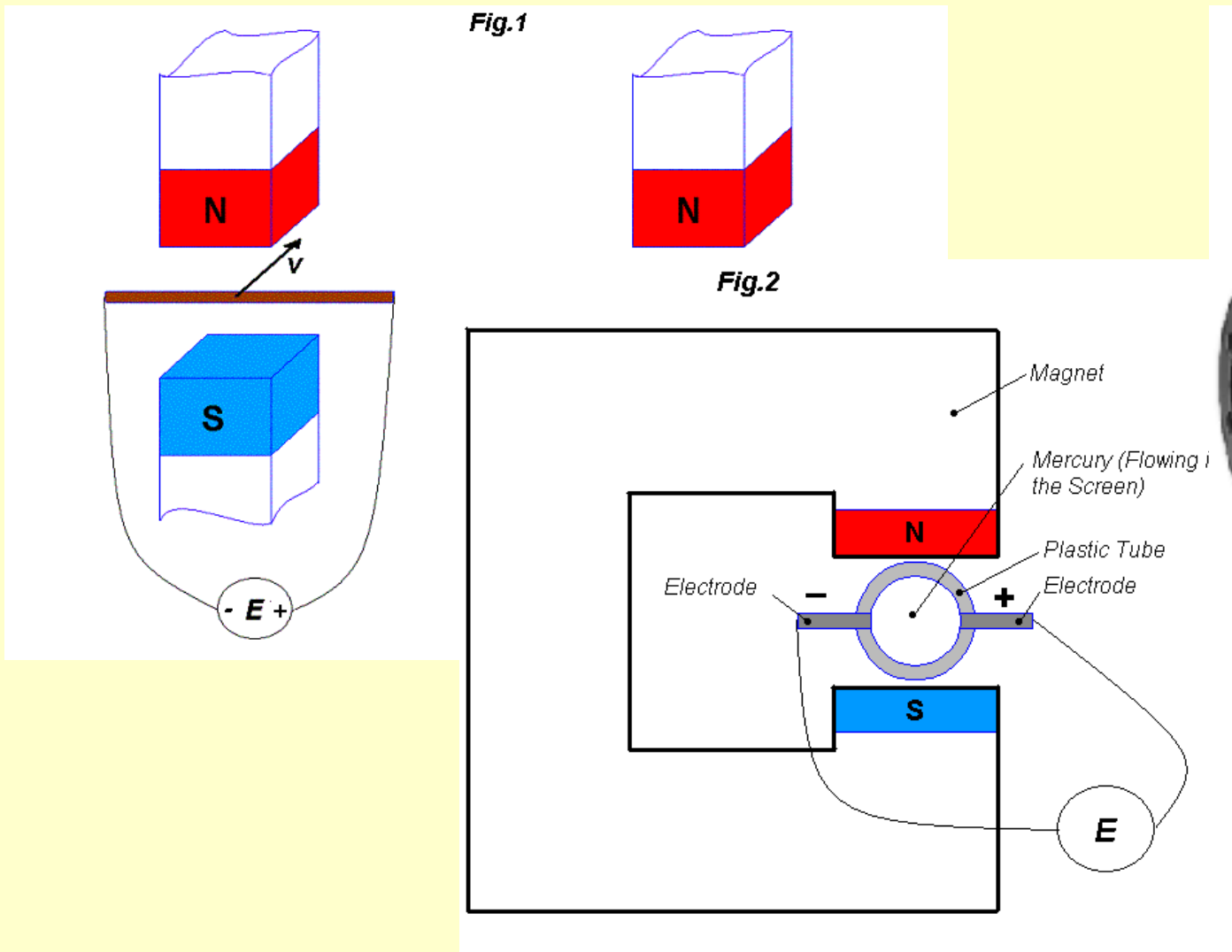


Merilniki pretoka

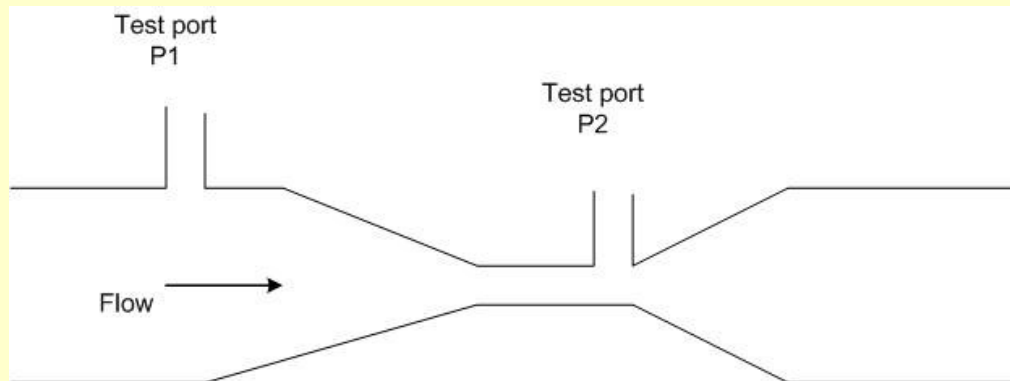
- *Rotameter, rotacijska loputa, turbinski merilnik*



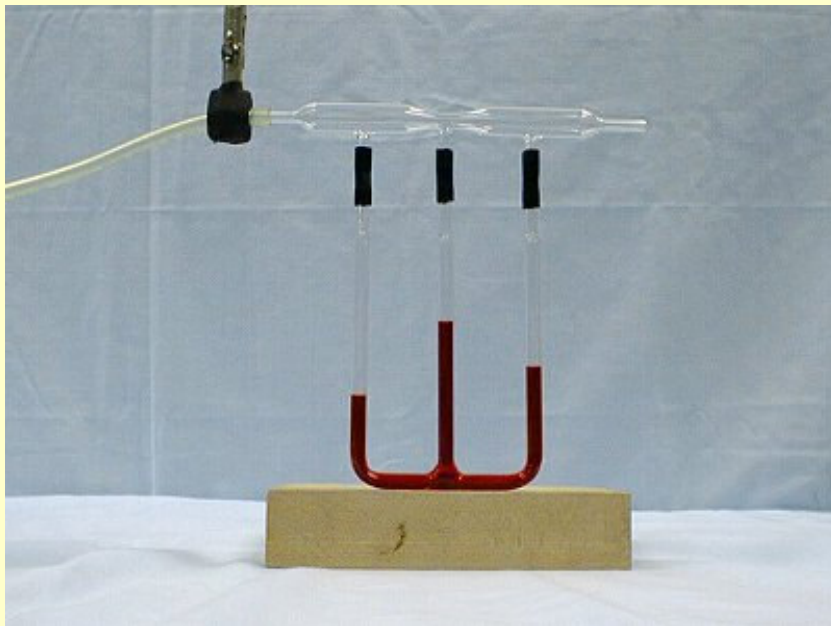
- **Elektromagnetni merilnik**



- *Venturijeve cevi*



$$p_1 + \frac{\rho v_1^2}{2} = p_2 + \frac{\rho v_2^2}{2}$$



Merilniki lastnosti snovi

- *Gostota snovi,*
- *viskoznost tekočin in plinov,*
- *toplotna prevodnost,*
- *vlažnost plinov in trdnih medijev,*
- *električna prevodnost in pH faktor raztopin,*
- *radioaktivna sevanja,*
- *vsebnost, prisotnost ali koncentracija komponent*

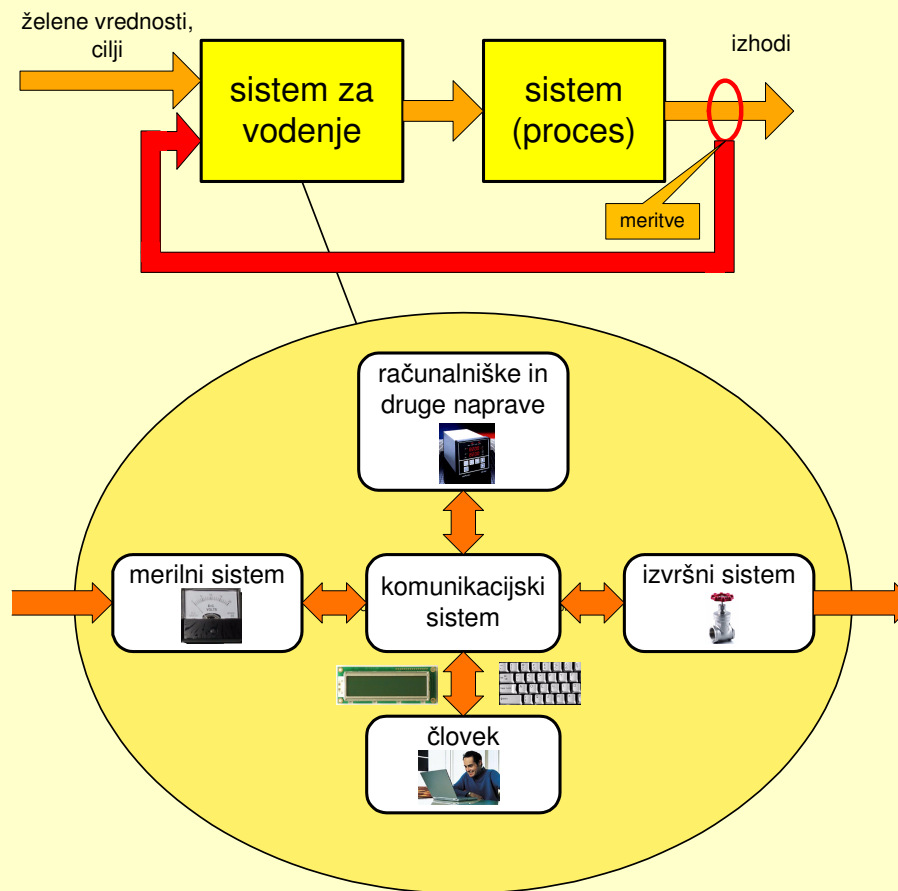
Bližinska tipala

- *Uporaba v sistemih fleksibilne avtomatizacije in za nadzorne funkcije procesnega vodenja*
- *dve možnosti izhodov (0/1 ali ON/OFF)*
- *stopenjska tipala bližine*



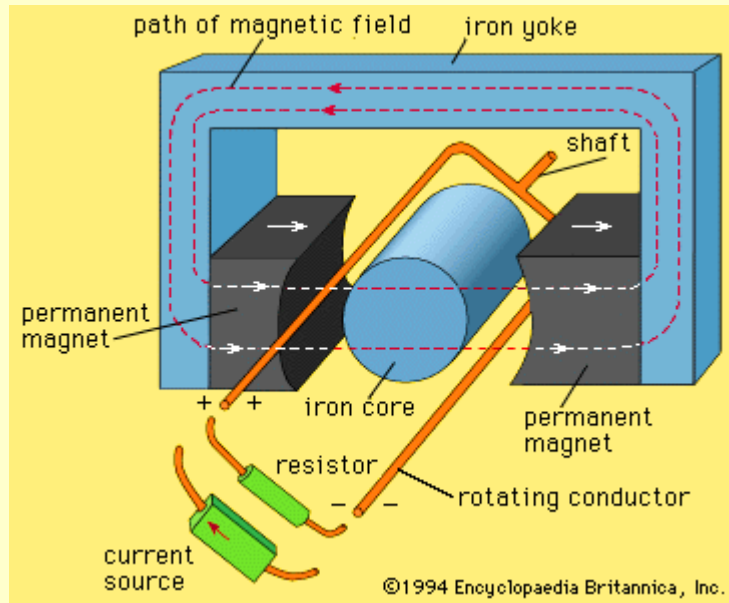
Izvršni sistemi

- *Zveza med regulatorjem in procesom (actuator)*



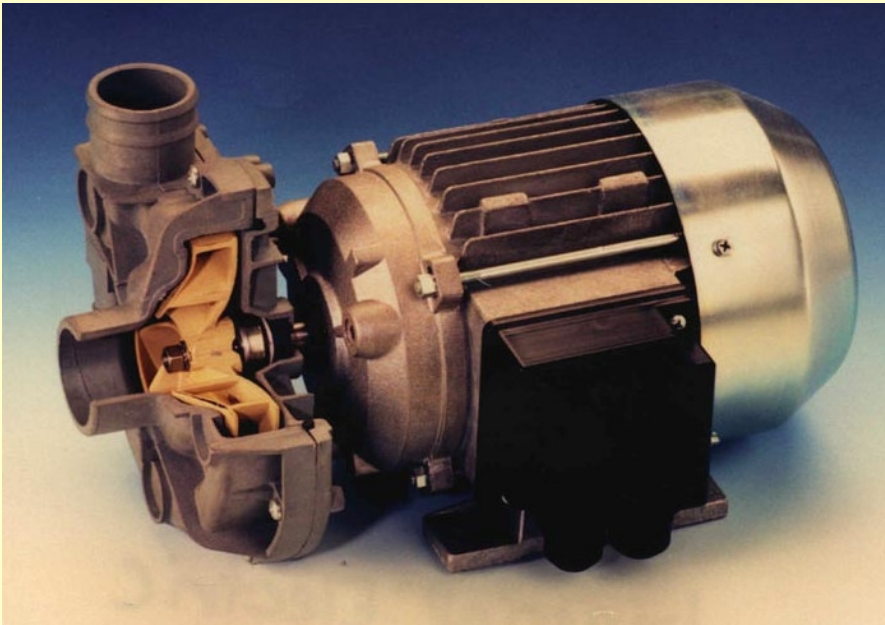
- *Izvršni sistem v večini primerov pretvori regulacijski signal v mehanski premik, le-ta pa spremeni pretok, tlak, itd.*

Električni motorji

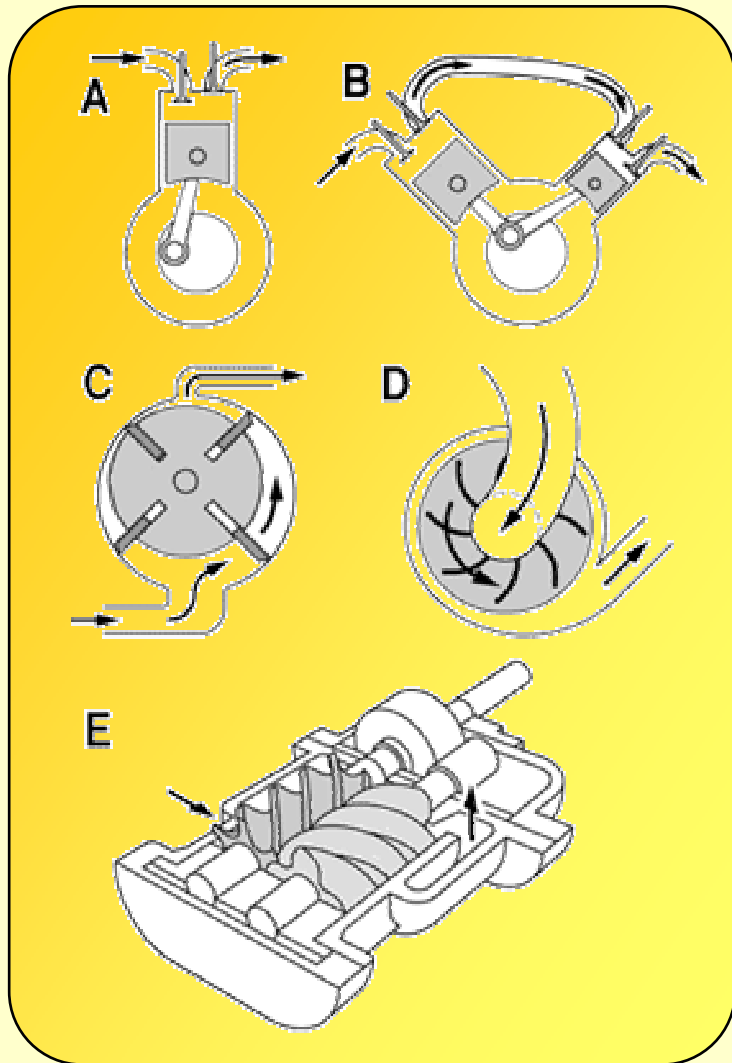


Črpalke in kompresorji

- *Hidravlične črpalke - zvezno delovanje*

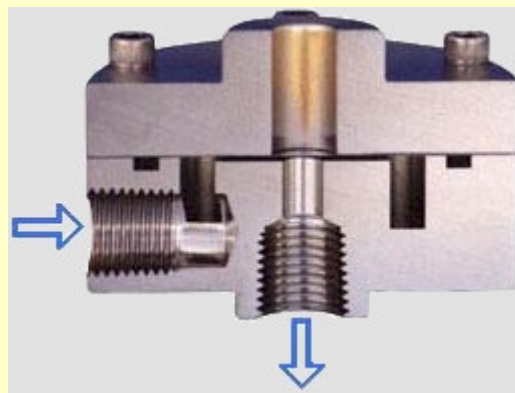


- *Kompresorji - občasno delovanje (ON/OFF)*

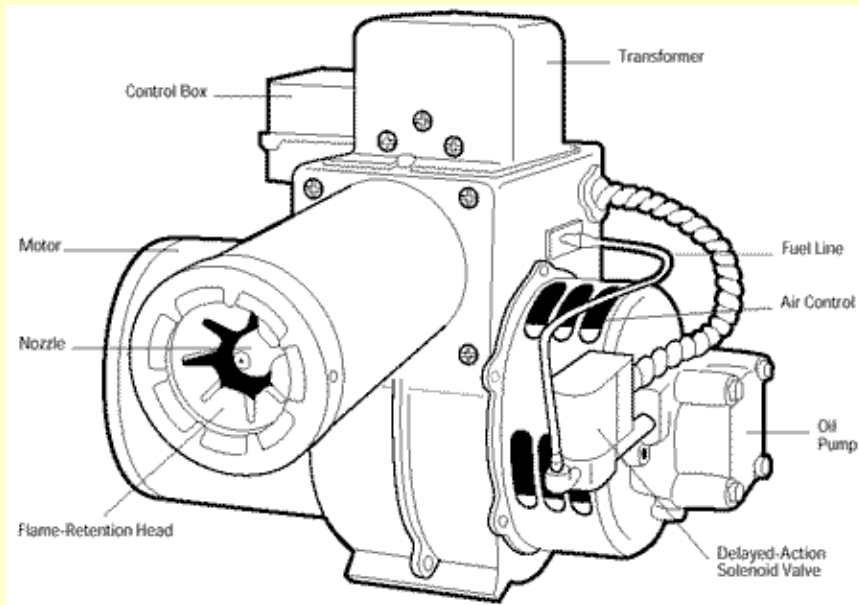


Ventili in lopute

- *Z ventili uravnavamo pretoke fluidov (plinov, par, kapljevin, sipkih materialov)*

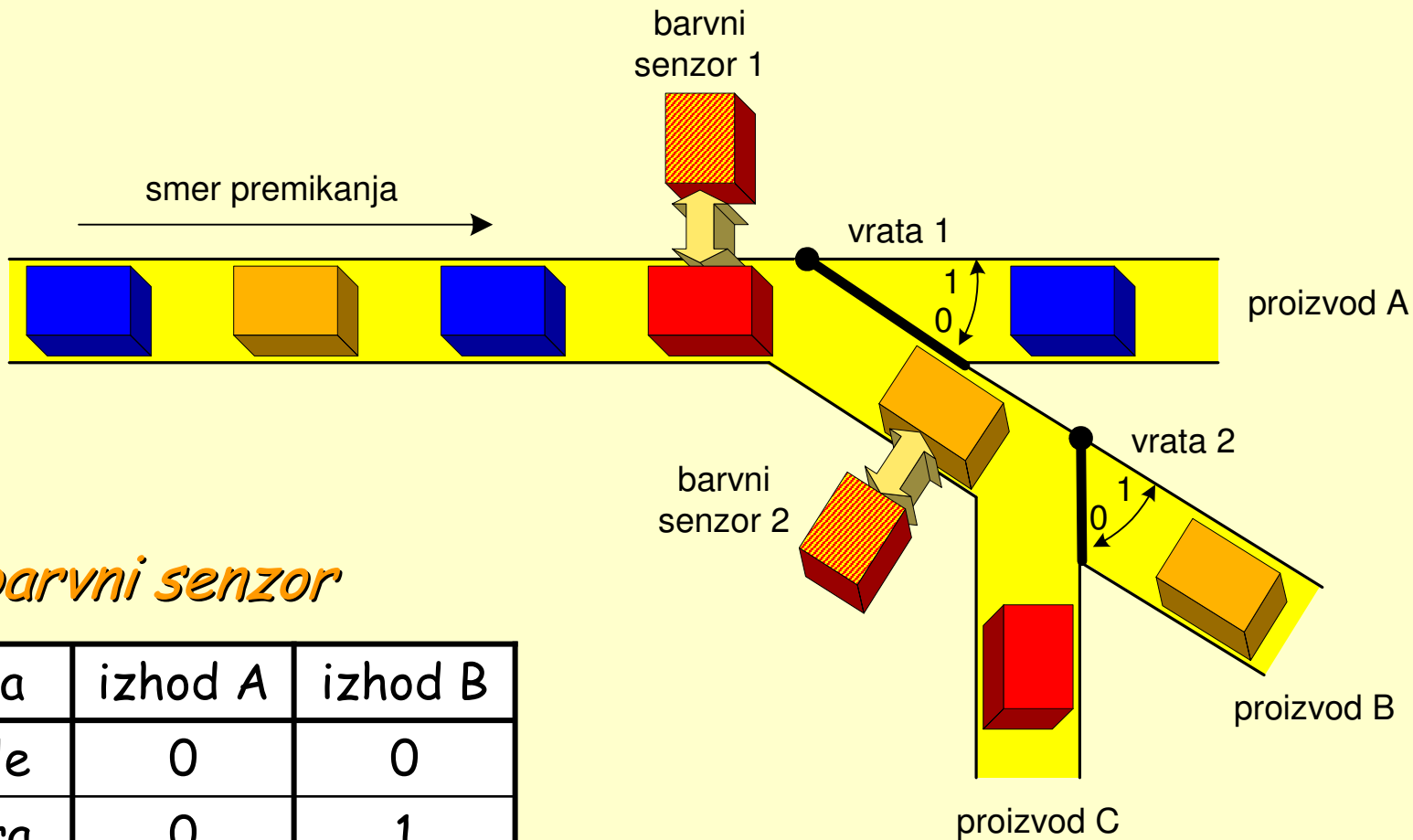


Grelniki in gorilniki



- *Na voljo tipala, ki nam dajejo informacijo o procesu (tlak) v obliki električnih signalov*
- *Na voljo izvršni členi, ki električne signale spremenijo v mehansko/električno moč (premik, vrtenje, gretje, itd.)*
- *Manjka **razmišljanje in odločanje***
- *Odvisno od tipa procesa:*
 - *sekvenčno vodenje*
 - *kombinacijska krmilja*
 - *sekvenčna krmilja*
 - *zvezno vodenje*

● *Primer: sortiranje proizvodov na tekočem traku*



barvni senzor

| barva | izhod A | izhod B |
|---------|---------|---------|
| ostale | 0 | 0 |
| modra | 0 | 1 |
| oranžna | 1 | 0 |
| rdeča | 1 | 1 |

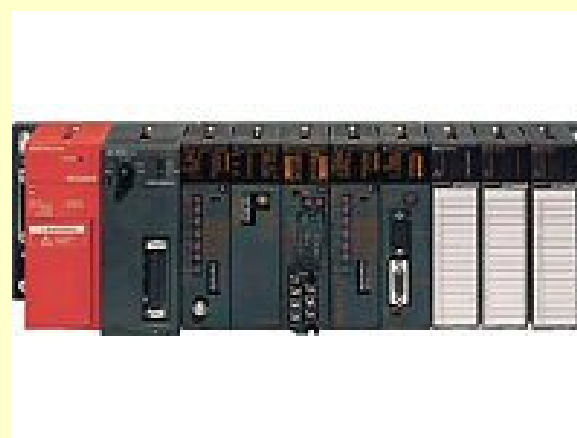
Logična vezja !!

Krmilniki

- *Programabilni (programljivi) logični krmilnik (PLK) (Programmable Logic Controller - PLC) je osnovno orodje za avtomatizacijo industrijskih procesov in naprav.*
- *Specifikacije zahtev za PLK (1968)*
 - *naprava brez gibljivih delov (elektronska izvedba);*
 - *računalniška fleksibilnost (možnost reprogramiranja)*
 - *zanesljivo delovanje v industrijskem okolju (vibracije, temperatura, prah)*
 - *enostavno programiranje in vzdrževanje (uporabljajo elektroinženirji in tehniki).*

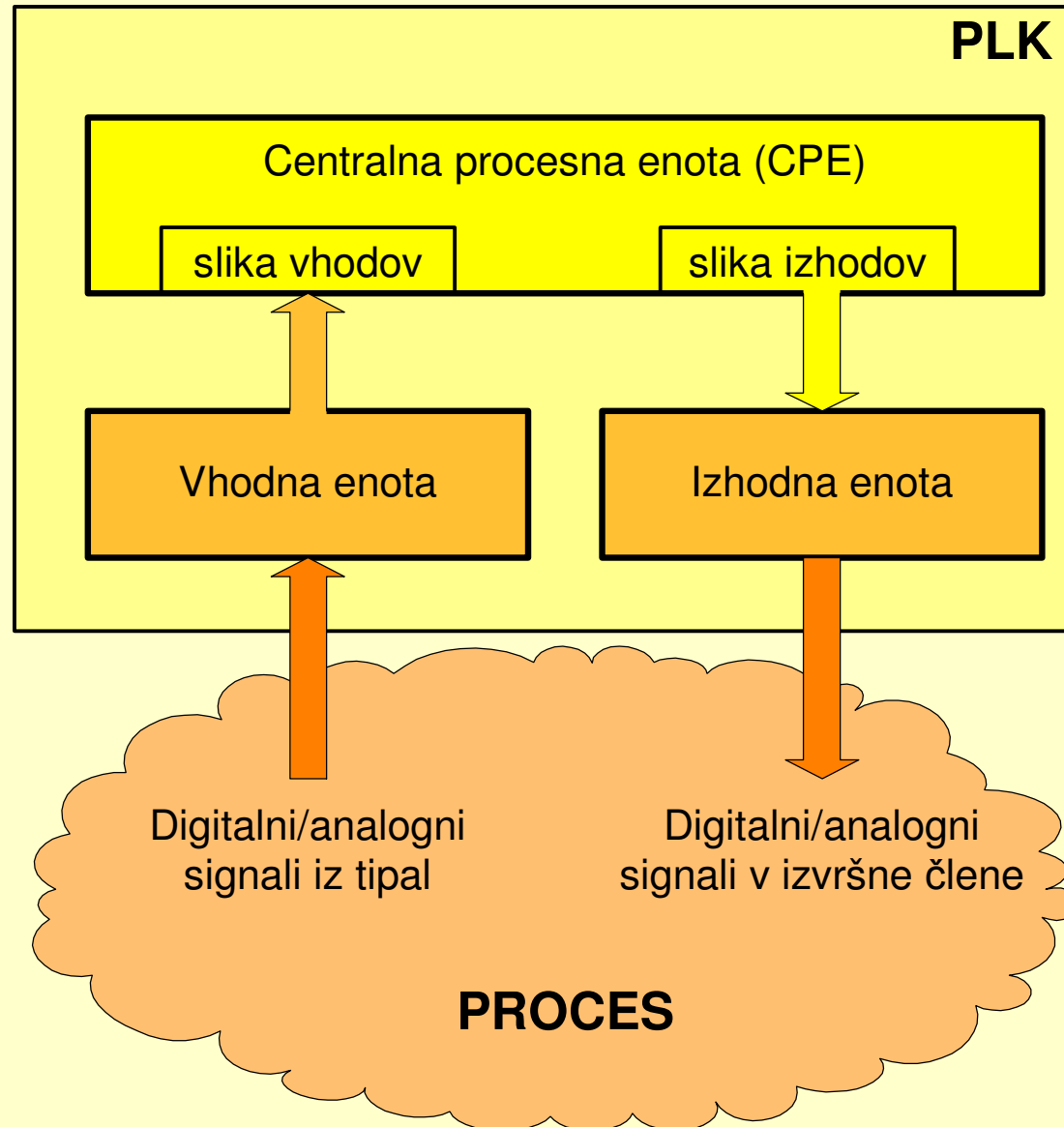
- *Prvotne naprave so obdelovale le digitalne signale. S hitrim razvojem mikroračunalnikov v 70-ih letih, so PLK-ji doživeli razširitev z aritmetičnimi funkcijami, možnostjo pozicioniranja, obdelavo analognih signalov, ipd.*
- *PLK je na mikroprocesorju zasnovana krmilna naprava, ki je v osnovi namenjena realizaciji **sekvenčnega vodenja**, omogoča pa tudi reševanje **enostavnejših regulacijskih nalog**.*
- *Zaradi množične proizvodnje in uporabe PLK-jev v industriji so ti postali:*
 - *relativno poceni;*
 - *zelo zanesljivi v delovanju;*
 - *enostavni za uporabo (programiranje, montaža in servisiranje).*

- *Glavni sestavni deli krmilnika:*
 - *Centralna procesna enota (CPU): en ali več mikroprocesorjev, ki krmilijo delovanje PLK-ja in izvajajo uporabniški program. CPU tudi krmili komunikacije in povezave z drugimi enotami sistema.*
 - *Vhodne enote: sprejem zunanjih signalov (digitalnih in analognih), pretvorbo signalov v nivoje potrebne za nadaljnjo obdelavo. Stanje digitalnih vhodov se prikazuje z LED diodami - z namenom diagnostike delovanja PLK-ja.*
 - *Izhodne enote: prenos rezultatov izračuna na izhodne signale (digitalne in analogne). Stanje digitalnih izhodov se običajno prikazuje z LED diodami.*



Delovanje PLK-ja

- *Osnovna funkcija: krmiljenje izhodov na osnovi stanja vhodov.*
- *Odbiranje digitalnih signalov iz vhodnih modulov in preslikava v pomnilnik (v sliki vhodov)*
- *izvedba oz. vrednotenje celotnega uporabniškega programa (slika vhodov → slika izhodov)*
- *preslikava iz pomnilnika (iz slike izhodov) na digitalne izhodne module.*



- *Zaporedje operacij se izvaja zelo hitro. Ta čas imenujemo čas cikla (čas pregledovanja - scanning time).*
- *Zelo dolgi uporabniški programi se običajno izvedejo v manj kot 20 ms.*
- *Na digitalne vhode priklopimo:*
 - *končna stikala*
 - *induktivna stikala*
 - *tipke in ročna stikala*
- *Na digitalne izhode priklopimo signalne lučke, releje in kontaktorje za pogon motorjev, črpalk, motornih ventilov, elektromagnetne ventile, itd.*

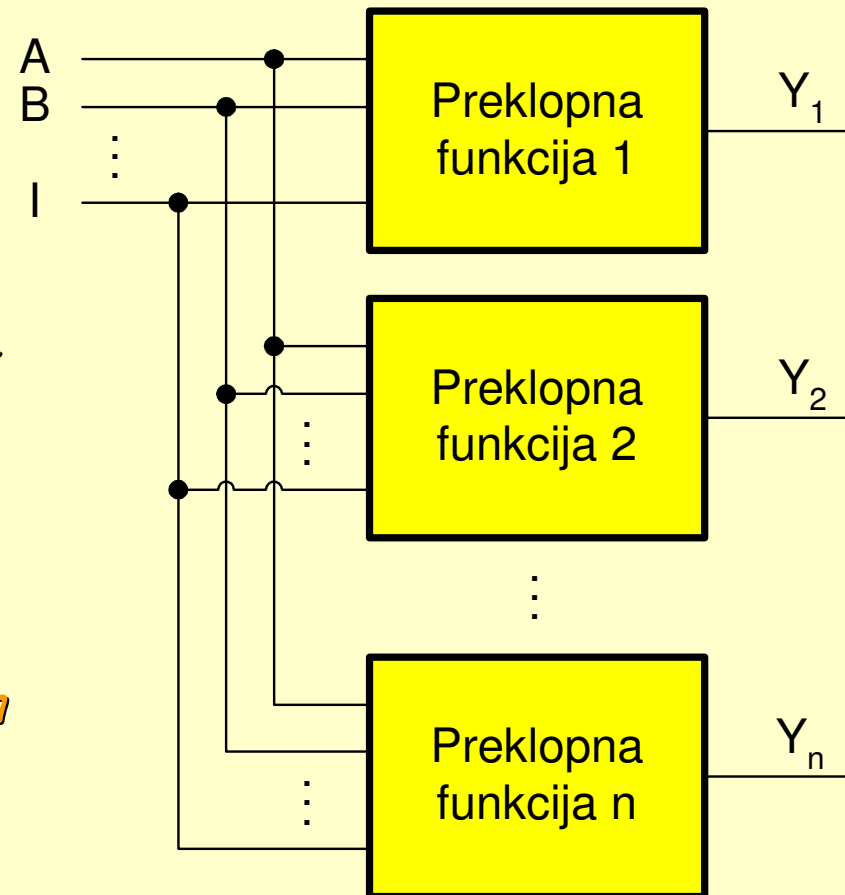
Vrste logičnih krmilij

- *Kombinacijska krmilja*
 - *stanje vhodnih signalov se neposredno preslika v stanje izhodnih signalov*
 - *takšno krmilje ne vsebuje pomnilnih elementov*
- *Sekvenčna krmilja*
 - *stanje izhodov ni odvisno le od stanja vhodnih signalov, temveč tudi od stanja notranjih pomnilnih elementov*
 - *ista kombinacija vhodnih stanj se lahko preslika v različne izhodne kombinacije*

Kombinacijska krmilja

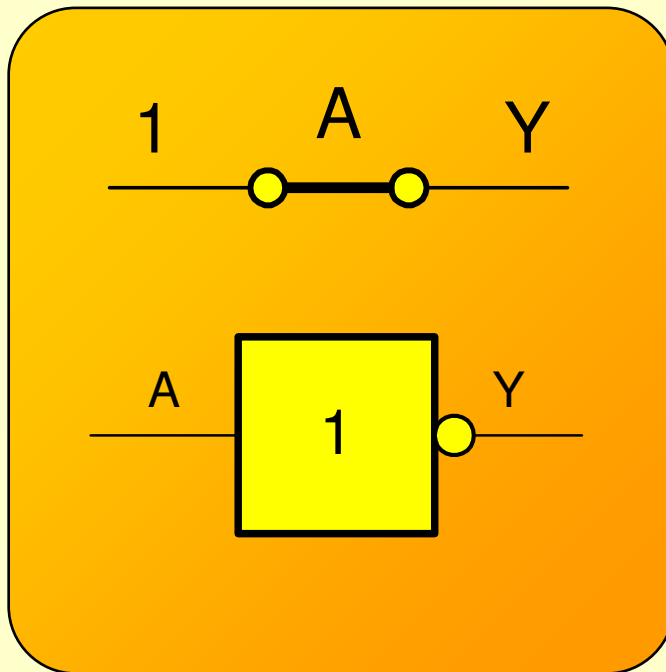
- *Realizirana z osnovnimi logičnimi funkcijami*
- *Preklopne funkcije*
 - *vhodi so preklopne ali logične spremenljivke, ki lahko zavzamejo dve vrednosti, 0 ali 1*
 - *tudi rezultat lahko zavzame le ti dve vrednosti*
- *Fizična interpretacija logičnih spremenljivk*
 - *delovni kontakt tipke: $A=0$ - tipka ni pritisnjena, $A=1$ - tipka je pritisnjena*
 - *mirovni kontakt tipke: $A=1$ - tipka ni pritisnjena, $A=0$ - tipka je pritisnjena*

- *Zgradba kombinacijskega krmilja*
 - *kombinacijsko krmilje sestavlja eno ali več preklopnih funkcij*
 - *Če znamo preklopno funkcijo izraziti z osnovnimi logičnimi operacijami, znamo funkcijo tudi realizirati*
 - *Pravilnostna tabela = vrednosti preklopne funkcije pri vseh možnih kombinacijah vrednosti vhodnih logičnih spremenljivk*



Osnovne logične operacije

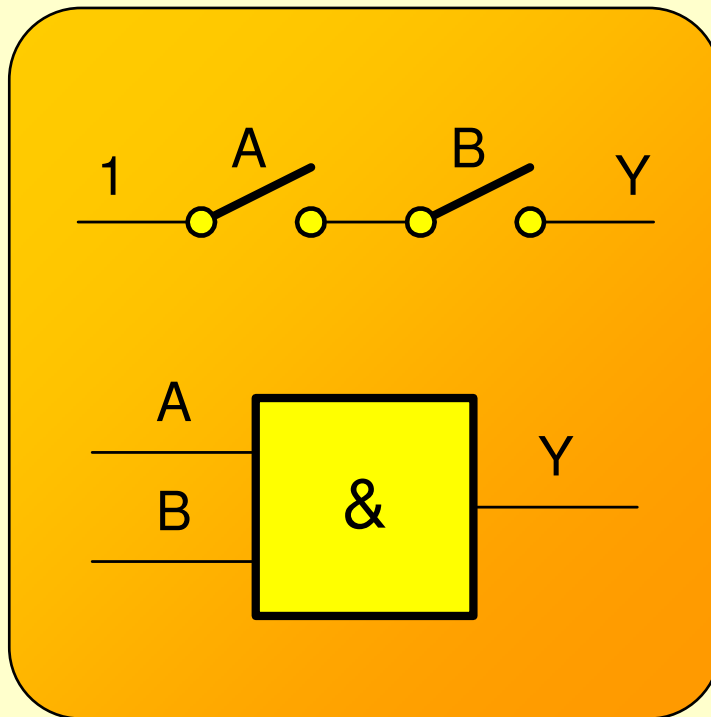
- *Negacija*



pravilnostna tabela

| A | Y |
|---|---|
| 0 | 1 |
| 1 | 0 |

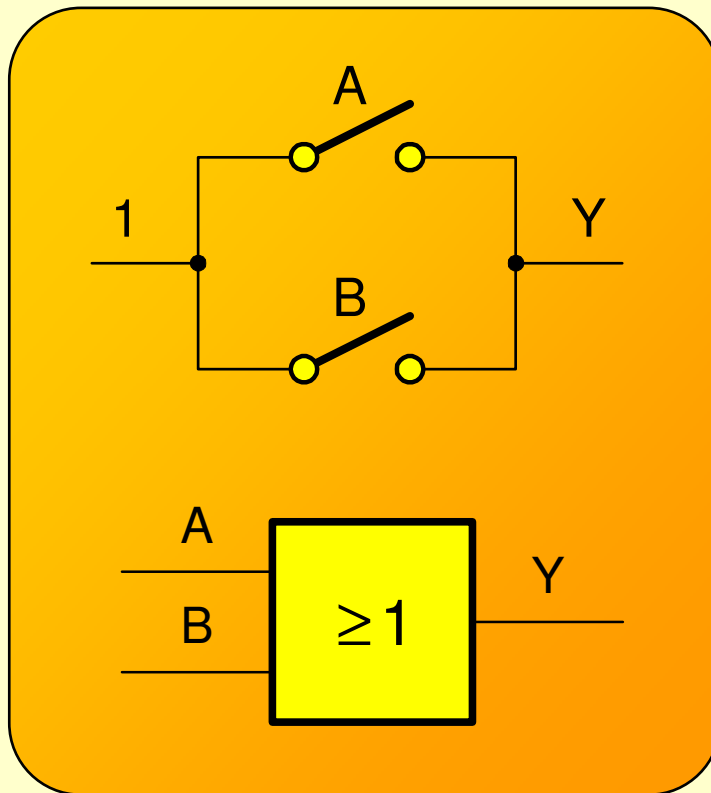
- Logični IN (AND)



pravilnostna tabela

| A | B | Y |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 |

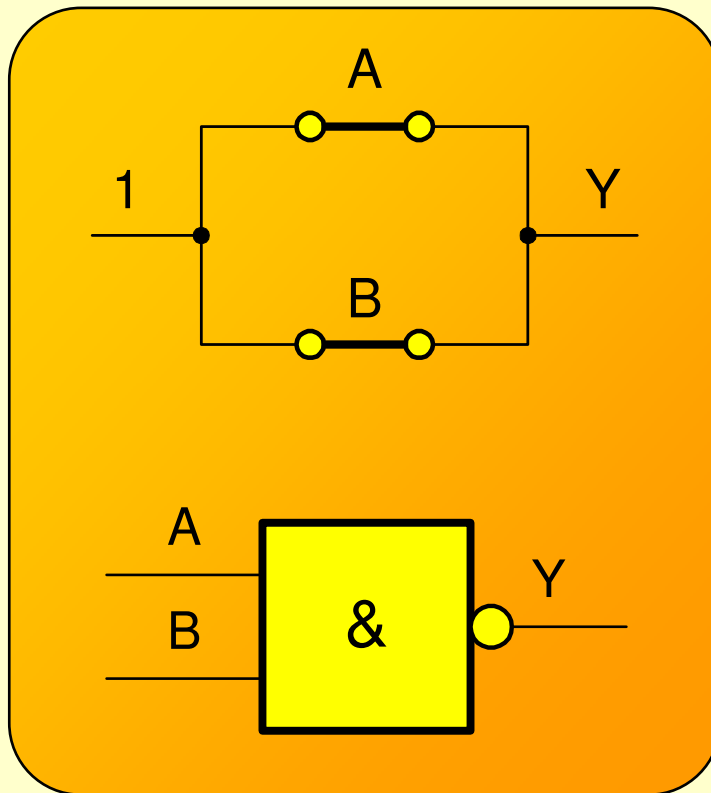
- Logični ALI (OR)



pravilnostna tabela

| A | B | Y |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 |

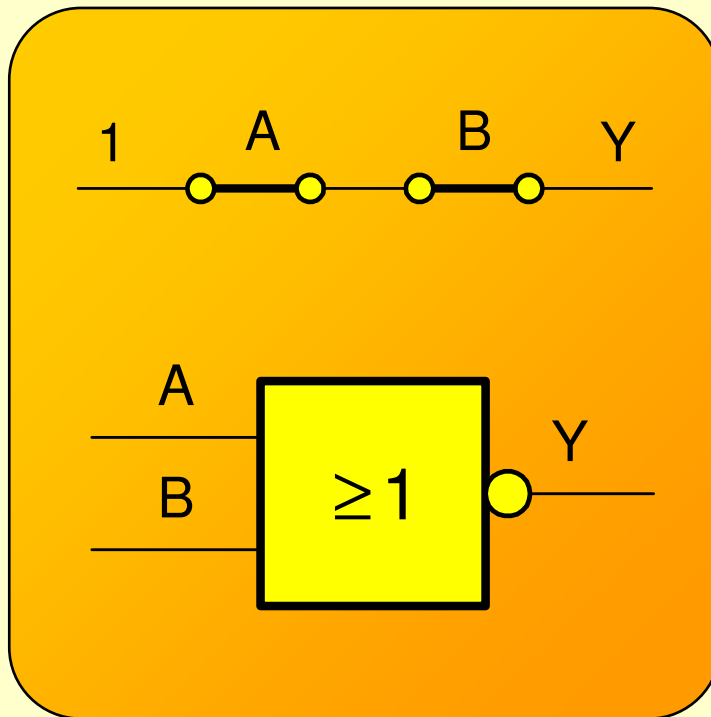
- *Negiran logični IN (NAND)*



pravilnostna tabela

| A | B | Y |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 0 |

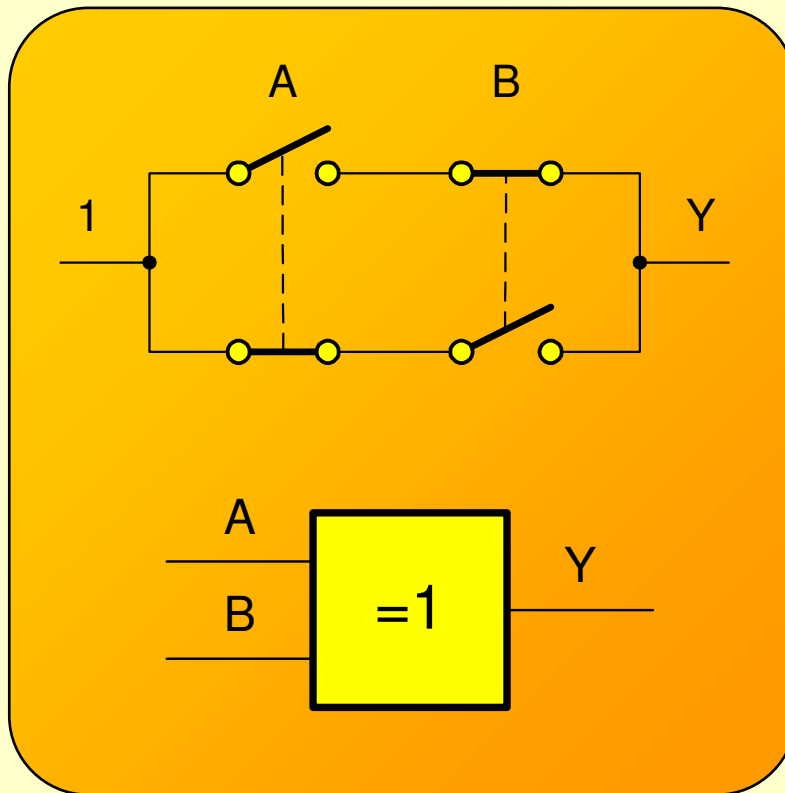
- *Negiran logični ALI (NOR)*



pravilnostna tabela

| A | B | Y |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 |

- Ekskluzivni ALI (XOR)



pravilnostna tabela

| A | B | Y |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 0 |

Boolova algebra

- Dve vrednosti spremenljivk (0 in 1)
- Operacije
 - disjunkcija (ali, OR): +, \vee ;
 $A + B, A \vee B$
 - konjunkcija (in, AND): $\cdot, \wedge, \&$;
 $A \cdot B, A \wedge B, A \& B$
 - negacija (ne, NOT): $-, \neg$;
 $\bar{A}, \neg A$
- Zapis preklopnih funkcij z Boolovo algebro

$$f_1 = \bar{A} \cdot C + \bar{B} \cdot C + \bar{A} \cdot B, \quad f_2 = \bar{A} \cdot \bar{C} + \bar{B} \cdot \bar{C} + A \cdot B \cdot C$$

- Minimizacija: $Y = \bar{A}B + AB = ?$ (varčevanje...)

Veitchevi diagrami

- *Zapis namesto pravilnostne tabele*
- *Za dve spremenljivki*

pravilnostna tabela

| A | B | Y |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 |



Veitchev diagram

| | | A | |
|---|---|------|------|
| B | 1 | 1 | 0 |
| | 0 | (11) | (01) |
| | | 1 | 0 |
| | | (10) | (00) |

- *Za tri spremenljivke*

pravilnostna tabela

| A | B | C | Y |
|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 |



Veitchev diagram

| A | | | | |
|---|------------|------------|------------|------------|
| B | 1 (110) | 1 (111) | 1 (011) | 0 (010) |
| | 0 (100) | 0 (101) | 0 (001) | 0 (000) |
| C | | | | |

- *Za štiri spremenljivke*

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | A | | | | |
| B | 1 | 0 | 1 | 0 | D |
| | 0 | 0 | 1 | 0 | |
| | 1 | 1 | 0 | 0 | |
| | 0 | 0 | 1 | 0 | |
| | C | | | | |

Poenostavljanje z Veitchevimi diagrami

- *Osnova: sosednost kvadratov*
 - *sosednja kvadrata se razlikujeta le v eni spremenljivki*
 - *kot sosednje štejemo tudi kvadrate na skrajnih robovih neke vrstice ali stolpca*
 - *če je v dveh sosednjih kvadratih enica, ju lahko združimo (združitev 2, 4, 8, ... enic)*
 - *združitev dveh sosednjih kvadratov eliminira spremenljivko, ki je pri enem negirana, pri drugem pa ne*
- $Y = \bar{A} \cdot B + A \cdot B = ?$
- $Y = (\bar{A} + A) \cdot B = 1 \cdot B = B$

Poenostavljanje z Veitchevimi diagrami

| | | |
|---|---|---|
| | A | |
| B | 1 | 1 |
| | 0 | 0 |

$$Y = \bar{A}B + AB$$

$$Y = B$$

| | | |
|---|---|---|
| | A | |
| B | 0 | 1 |
| | 1 | 1 |

$$Y = \bar{A}B + \bar{A}\bar{B} + A\bar{B}$$

$$Y = \bar{A} + \bar{B}$$

| | | |
|---|---|---|
| | A | |
| B | 1 | 1 |
| | 1 | 1 |

$$Y = AB + \bar{A}B + A\bar{B} + \bar{A}\bar{B}$$

$$Y = 1$$

Poenostavljanje z Veitchevimi diagrami

| | | | | |
|---|----------|---|---|---|
| | <u>A</u> | | | |
| B | 0 | 0 | 1 | 1 |
| | 0 | 0 | 1 | 1 |
| | <u>C</u> | | | |

$$Y = \bar{A}$$

$$Y = B\bar{C}$$

| | | | | |
|---|----------|---|---|---|
| | <u>A</u> | | | |
| B | 1 | 0 | 0 | 1 |
| | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | <u>C</u> | | | |

| | | | | |
|---|----------|---|---|---|
| | <u>A</u> | | | |
| B | 0 | 0 | 1 | 0 |
| | 0 | 0 | 1 | 0 |
| | <u>C</u> | | | |

$$Y = \bar{A}C$$

Poenostavljanje z Veitchevimi diagrami

- Primeri poenostavljanja z Veitchevimi diagrami

$$Y = ABC\bar{C} + A\bar{B}C + A\bar{B}\bar{C} + \bar{A}BC + \bar{A}B\bar{C} + \bar{A}\bar{B}C$$

| | | | | | |
|---|----------|---|---|---|--|
| | <u>A</u> | | | | |
| B | 1 | 0 | 1 | 1 | |
| | 1 | 1 | 1 | 0 | |
| | <u>C</u> | | | | |

$$Y = A\bar{C} + \bar{B}C + \bar{A}B$$

| | | | | | |
|---|----------|---|---|---|--|
| | <u>A</u> | | | | |
| B | 1 | 0 | 1 | 1 | |
| | 1 | 1 | 1 | 0 | |
| | <u>C</u> | | | | |

$$Y = B\bar{C} + A\bar{B} + \bar{A}C$$

Poenostavljanje z Veitchevimi diagrami

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | A | | | | |
| B | 1 | 1 | 0 | 0 | D |
| | 1 | 1 | 0 | 0 | |
| | 0 | 1 | 1 | 0 | |
| | 0 | 0 | 1 | 0 | |
| | C | | | | |

$$Y = AB + \bar{B}CD + \bar{A}\bar{B}C$$

Še kakšna rešitev?

Poenostavljanje z Veitchevimi diagrami

| | | | | |
|---|----------|---|---|---|
| | <u>A</u> | | | |
| B | 0 | 0 | 1 | 1 |
| | 0 | 0 | 1 | 1 |
| | <u>C</u> | | | |

$$Y = \bar{A}$$

$$Y = B\bar{C}$$

| | | | | |
|---|----------|---|---|---|
| | <u>A</u> | | | |
| B | 1 | 0 | 0 | 1 |
| | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | <u>C</u> | | | |

| | | | | |
|---|----------|---|---|---|
| | <u>A</u> | | | |
| B | 0 | 0 | 1 | 0 |
| | 0 | 0 | 1 | 0 |
| | <u>C</u> | | | |

$$Y = \bar{A}C$$

Poenostavljanje z Veitchevimi diagrami

- Primeri poenostavljanja z Veitchevimi diagrami

$$Y = ABC\bar{C} + A\bar{B}C + A\bar{B}\bar{C} + \bar{A}BC + \bar{A}B\bar{C} + \bar{A}\bar{B}C$$

| | | | | |
|---|----------|---|---|---|
| | <u>A</u> | | | |
| B | 1 | 0 | 1 | 1 |
| | 1 | 1 | 1 | 0 |
| | <u>C</u> | | | |

$$Y = A\bar{C} + \bar{B}C + \bar{A}B$$

| | | | | |
|---|----------|---|---|---|
| | <u>A</u> | | | |
| B | 1 | 0 | 1 | 1 |
| | 1 | 1 | 1 | 0 |
| | <u>C</u> | | | |

$$Y = B\bar{C} + A\bar{B} + \bar{A}C$$

Poenostavljanje z Veitchevimi diagrami

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | A | | | | |
| B | 1 | 1 | 0 | 0 | D |
| | 1 | 1 | 0 | 0 | |
| | 0 | 1 | 1 | 0 | |
| | 0 | 0 | 1 | 0 | |
| | C | | | | |

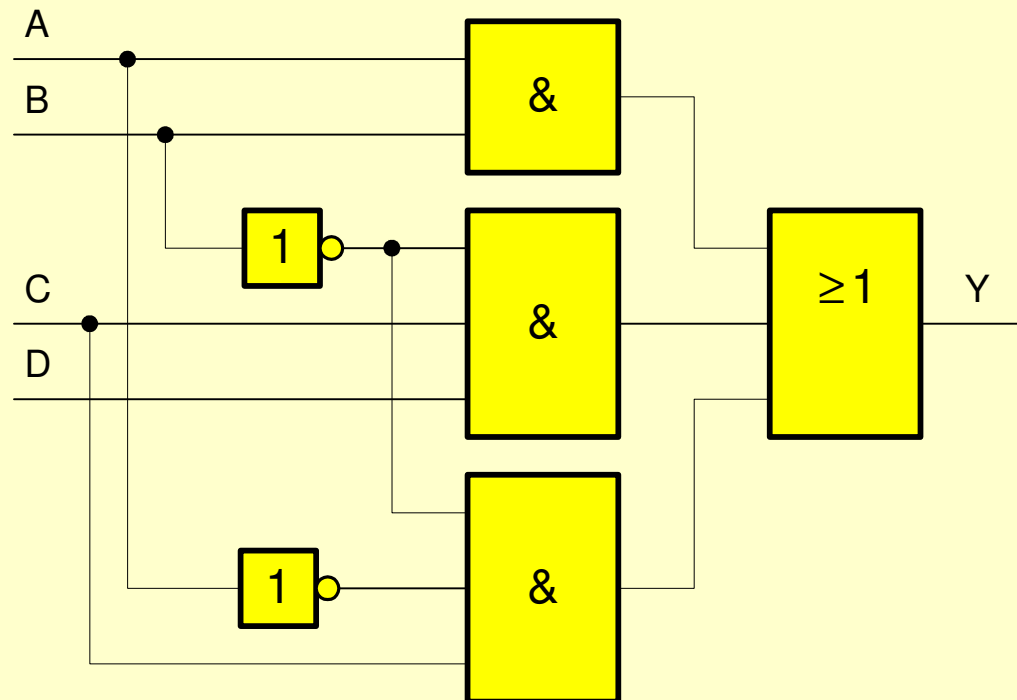
$$Y = AB + \bar{B}CD + \bar{A}\bar{B}C$$

Še kakšna rešitev?

Realizacija preklopne funkcije

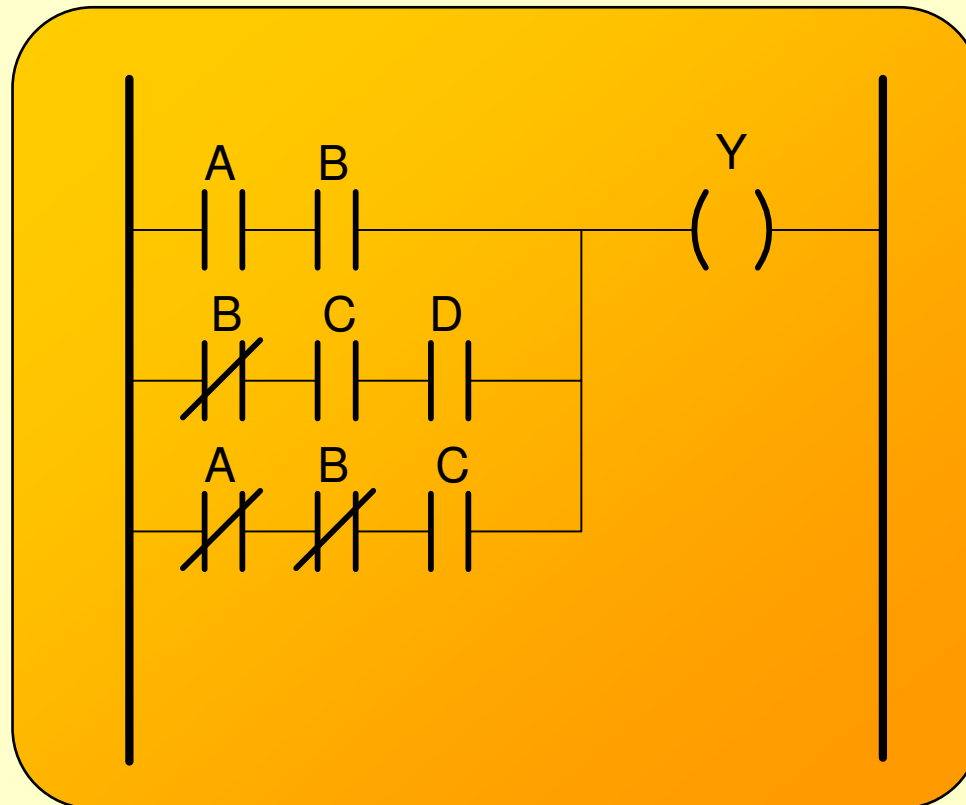
$$Y = AB + \bar{B}CD + \bar{A}\bar{B}C$$

realizacija z logičnimi vrati



Lestvični diagram (PLK)

$$Y = AB + \bar{B}CD + \bar{A}\bar{B}C$$



Realizacija preklopne funkcije

a)

| | | | | | |
|---|----------|---|---|---|---|
| | <u>A</u> | | | | |
| B | 1 | 1 | 0 | 0 | D |
| | 1 | 1 | 0 | 0 | |
| | 1 | 1 | 1 | 0 | |
| | 0 | 0 | 1 | 0 | |
| | <u>C</u> | | | | |

b)

| | | | | | |
|---|----------|---|---|---|---|
| | <u>A</u> | | | | |
| B | 1 | 0 | 0 | 1 | D |
| | 1 | 0 | 0 | 1 | |
| | 1 | 0 | 0 | 1 | |
| | 0 | 0 | 1 | 1 | |
| | <u>C</u> | | | | |

Naloga: Minimiziraj preklopno funkcijo in jo realiziraj s pomočjo logičnih vrat ter lestvičnega diagrama