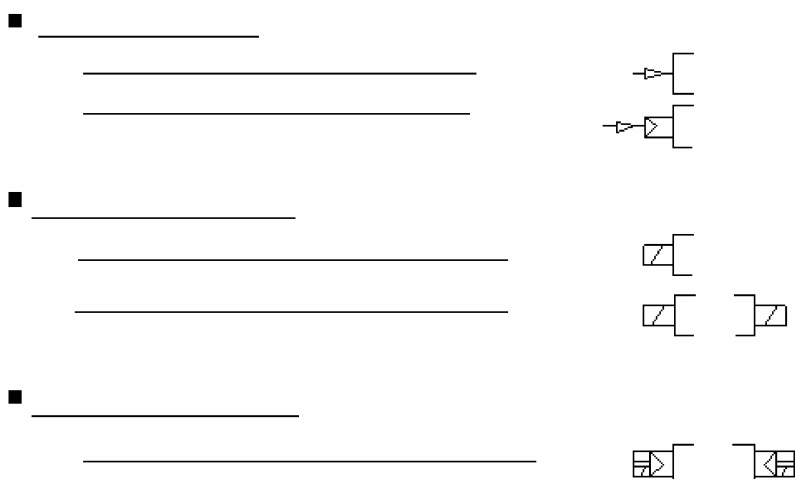
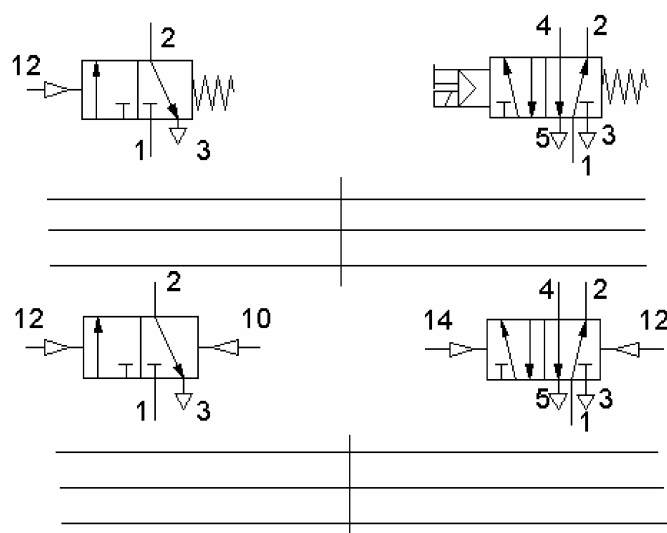
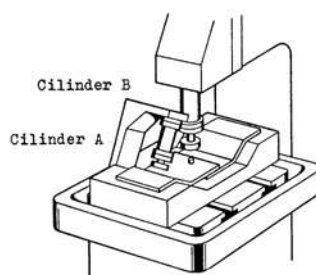




28. Poleg simbolov potnih ventilov napiši definicije potnih ventilov, ki jih predstavljajo!



29. NAPRAVA ZA KOVIČENJE . Izdelaj vezalno shemo za napravo, ki koviči dve pločevini! Pločevini in kovico ročno namestimo v napravo in jih po zakovičenju zopet ročno odstranimo. Avtomatizacija delovnega postopka obsega vpenjanje delov (valj A) in kovičenje (valj B). S pritiskom na startno tipko izvedemo delovni postopek in vrnemo napravo v izhodiščni položaj. Uporabi maksimalno metodo!



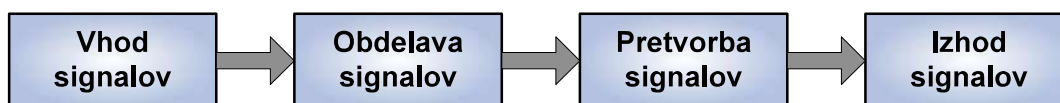
## 5. ELEKTROPNEVMATIKA

Elektropnevmatika je samo način krmiljenja pnevmatike, kar pomeni, da so delovni elementi enaki kot pri klasični pnevmatiki, signali za krmiljenje pa so električni. Obdelava signalov je električna s pomočjo relejev. Elektropnevmatika združuje prednosti pnevmatike in elektrike, v praksi se še vedno veliko uporablja, saj je kombinacija krmiljenja pnevmatike s pomočjo električnih signalov ugodna in enostavna. Pri elektropnevmatiki ločimo storilni ali delovni del, ki je pnevmatičen in krmilni del, ki je električen. Električne signale, ki jih dajejo kontakti obdelamo s pomočjo relejev in jih posredujemo elektromagnetnim potnim ventilom, ki z zrakom oskrbujejo pnevmatične delovne elemente.

Krmilni sistem v elektropnevmatiki ima še dodatni člen za pretvorbo signala iz električnega v pnevmatični, glede na pnevmatičen krmilni sistem.

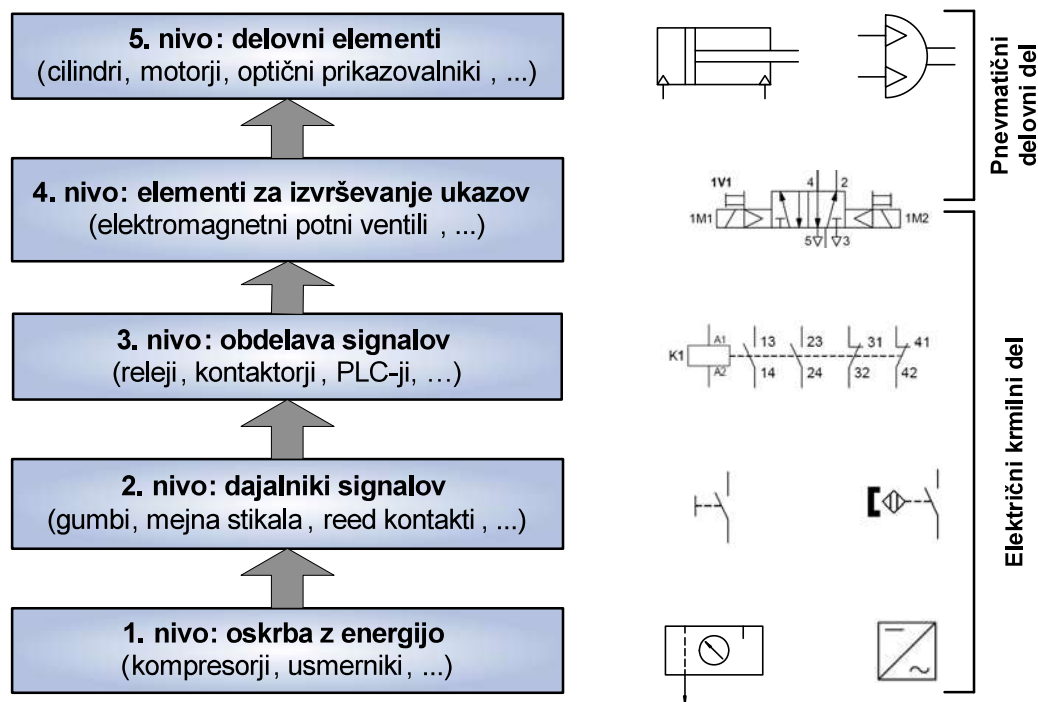


Slika 5.1: Pnevmatični krmilni sistem



Slika 5.2: Elektropnevmatični krmilni sistem

Za vhod signalov uporabljamo razna stikala in brezdotične signalnike, signale obdelajo releji, pretvarjajo jih elektromagnetni ventili, za izhod signalov pa uporabljamo pnevmatične cilindre ali motorje (slika 5.3).



Slika 5.3: Elektropnevmatične komponente

### Prednost elektropnevmatike pred klasičnim pnevmatičnim krmiljem:

- Enostavna prilagoditev na različne delovne pogoje,
- temperaturna neodvisnost od okolice,
- nizka cena kontaktov, stikal in relejev,
- enostavna rešitev logičnih, spominskih in časovnih funkcij in
- enostavna rešitev velikih krmilnih zahtev.

### Slabosti elektropnevmatike:

- Izraba delovnih kontaktov zaradi obločnih lokov in oksidacije,
- zavzema velik prostor zato jo izpodriva elektronika,
- glasnost pri preklapljanju,
- omejena hitrost preklapljanja (3-17ms) in
- vpliv umazanije.

Elektropnevmatična krmilja vse bolj izpodriva cenejša in boljša elektronska krmilja, vendar se v praksi še vedno največ srečujemo z elektropnevmatiko. Za elektropnevmatiko se odločamo tudi zaradi enostavnosti, kajti strežno osebje lahko z malo znanja elektrotehnike razume delovanje, kar pa je pogoj za pravilno delovanje in vzdrževanje sistema.

## 5.1 Krmilna veriga v elektropnevmatiki

1. SIGNALNI ČLENI (stikalo, tipka, mejno stikalo, programator, senzor, tipalo),
2. ČLENI ZA OBDELAVO SIGNALOV (KRMILNI ČLENI) (kontaktor, rele, elektronski členi),
3. POSTAVITVENI ČLENI (močnostni kontaktor, močnostni tranzistor, močnostni tiristor) in
4. POGONSKI ČLENI (elektromotor, elektromagnet, linearni motor).

### 5.1.1 Načini krmiljenja

Krmilje je lahko:

- vodeno krmilje,
- obstojno krmilje in
- programsko krmilje.

Programsko krmilje je lahko:

- krmiljenje v odvisnosti od časa,
- krmiljene v odvisnosti od poti in
- zaporedno krmiljenje.

Krmiljenja glede na obliko informacij:

- analogno krmiljenje,
- digitalno krmiljenje in
- binarno krmiljenje.

Krmiljenje glede na način obdelave signalov

- sinhrono krmiljenje,
- asinhrono krmiljenje,
- logično krmiljenje,
- zaporedno krmiljenje:
  - časovno odvisno zaporedno krmiljenje
  - procesno odvisno zaporedno krmiljenje

## 5.2 Električne komponente za oddajanje signalov

Električno energijo se sprejme, obdela in oddaja s popolnoma določeno izdelanimi komponentami, ki se v električnih shemah prikazujejo s simboli, na osnovi teh shem pa se izdelava in vzdržuje krmilje.

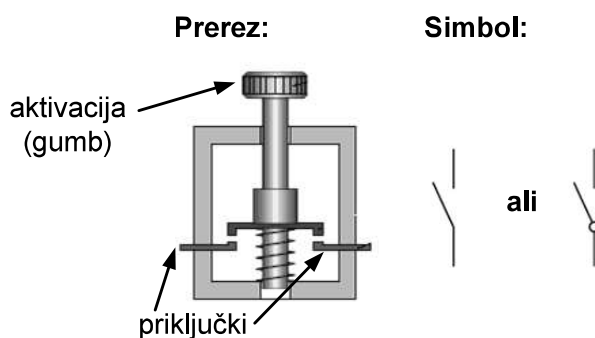
Električne komponente za oddajanje električnih signalov z različnih mest krmilja so izvedene na različne načine in za različno dolgo trajajoča aktiviranja, nato signale oddajo področju obdelave signalov. Osnovni element za oddajanje signalov je KONTAKT, ki je lahko v odvisnosti od funkcije zapiralni, odpiralni ali menjalni.

## 5.2.1 Osnovni tipi kontaktov v elektrotehniki

Kontakti zapirajo ali odpirajo tokovni krog in s tem posredujejo signale, ki so posledica delovanja na kontakte. V nadaljevanju bodo navedeni osnovni tipi kontaktov in primeri komponent v katere so vgrajeni (tipke, stikala, ...).

### 5.2.1.1 Zapiralni kontakt – v normalnem stanju odprt

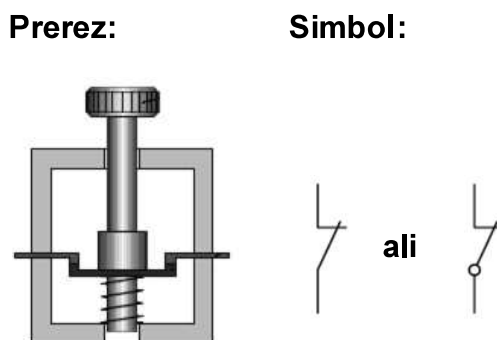
Zapiralni kontakt ob aktivaciji zapre (sklene) tokokrog. Imenujemo ga tudi **delovni** kontakt v literaturi pa je pogosto označen z angleško kratico **NO** – normally open, kar pomeni, da je v normalnem stanju odprt – razklenjen.



Slika 5.4: Zapiralni kontakt

### 5.2.1.2 Odpiralni kontakt – v normalnem stanju zaprt

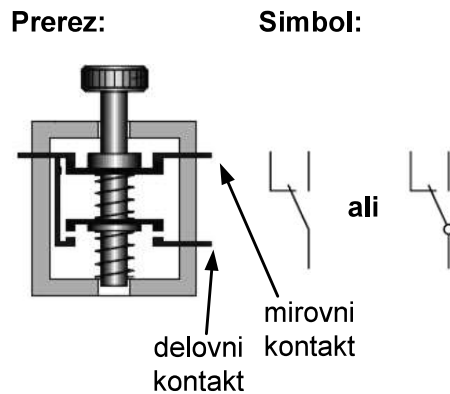
Odpiralni kontakt ob aktivaciji razklene tokokrog. Imenujemo ga tudi **mirovni** kontakt v literaturi pa je pogosto označen z angleško kratico **NC** – normally closed, kar pomeni, da je v normalnem stanju zaprt – sklenjen.



Slika 5.5: Odpiralni kontakt

### 5.2.1.3 Menjalni kontakt

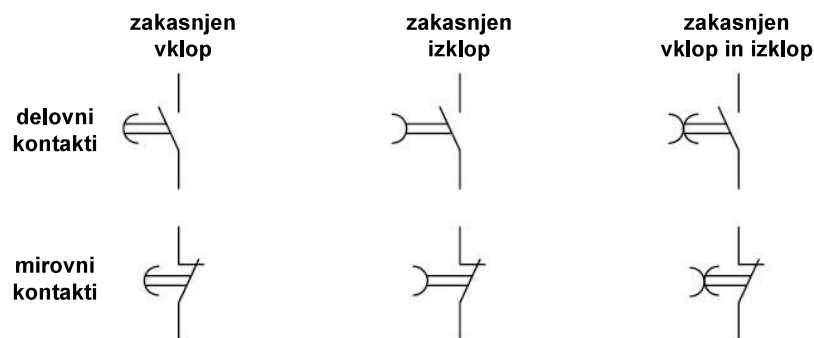
Menjalni kontakt je konstrukcijska sestavina mirovnega in delovnega kontakta. Za oba kontakta je en premični stikalni element, ki ima v mirovnem položaju stik samo z enim kontaktom.



Slika 5.6: Menjalni kontakt

#### 5.2.1.4 Časovno odvisni kontakti

Posebno vrsto predstavljajo kontakti z zakasnitvijo vklopa oz. izklopa. Le ti vplivajo na kontakt po določenem času po aktivaciji.



Slika 5.7: Simboli časovno odvisnih kontaktov

### 5.3 Načini aktiviranja kontaktov

Aktiviranje kontaktov (signalnikov) je lahko fizično, mehanično, brezdotično (senzorsko) ali daljinsko (električno ali pnevmatično).

#### 5.3.1 Fizično aktiviranje

Fizično aktiviramo kontakte s pritiskom, zasukom ali potegom. Uporabljamo jih, kjer moramo dobiti signale za začetek delovnega postopka ali kjer so zahtevani določeni varnostni pogoji.

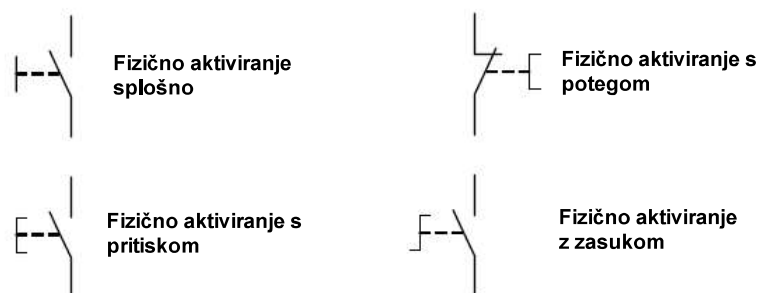
##### a) Fizični preklop kontakta z pritiskom na gumb (tipko)

Aktiviranje s pritiskom na gumb lahko uporabimo za zapiralni, odpiralni ali menjalni kontakt. Po prenehanju pritiska na gumb se kontakt vrne zaradi povratne vzmeti v izhodiščni položaj.

## b) Fizični preklop kontakta s stikalom

Stikala so ponavadi izvedena z mehanično zaporo, kar pomeni, da se po prenehanju pritiska ne vrnejo v izhodiščni položaj ampak ostanejo preklapljeni.

Simboli za fizično aktiviranje:



Slika 5.8: Simboli fizičnega aktiviranja kontaktov

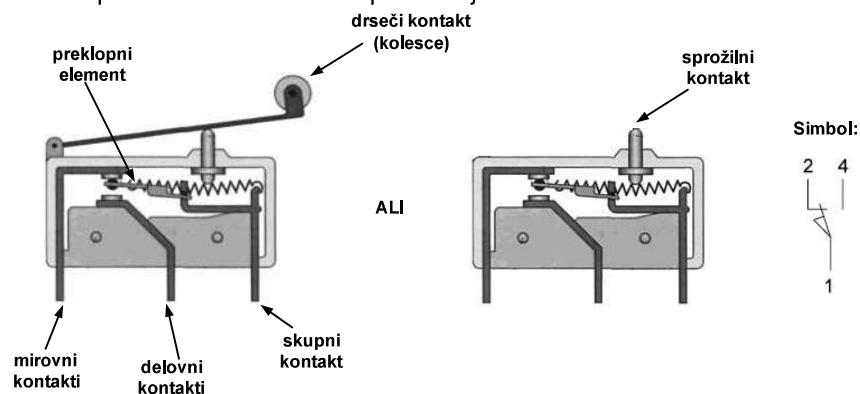
Zaradi lažjega posredovanja pravih informacij so dajalniki signalov označeni na enoten način. Označba je lahko ob ali nad gumbom in je lahko z besedami ali z znakom:

- vklop - **1** in
- izklop - **0**.

Če sta gumba eden poleg drugega je izklopni gumb vedno na levi, če pa sta eden nad drugim je izklop vedno spodnji. Barvna označba gumbov ni predpisana. Če se že uporabijo barvni gumbi, se uporablja gumb rdeče barve za izklop oziroma za varnostni izklop, gumb zelene barve pa za vklop.

### 5.3.2 Mehanično aktiviranje kontaktov

Za mehanično aktiviranje kontaktov imamo največkrat kolesce, ki ga določen strojni del povozi in s tem preklopi kontakt. Imenujemo jih mejni signalniki, kajti z njimi največkrat povprašujemo po popolnoma določenem končnem položaju. Največkrat za mejni signalnik uporabljamo menjalni kontakt. Konstrukcijska izvedba je lahko s sprožilnim kontaktom ali pa drsečim kontaktom. Mejne signalnike moramo pravilno vgraditi in upoštevati navodila proizvajalcev.



Slika 5.9: Mejna signalnika z drsečim kontaktom in s sprožilnim kontaktom

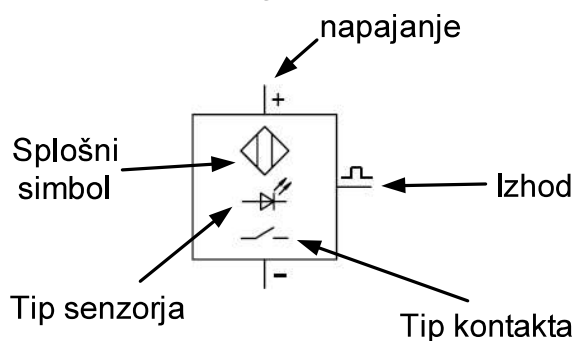
### 5.3.3 Brezdotično aktiviranje kontaktov

Mehanske mejne signalnike velikokrat težko montiramo na stroje, ki jih želimo krmiliti. Zahtevajo veliko prostora in vedno zahtevajo fizični dotik z napravo, kateri določajo položaj, zaradi tega se izrabljajo in lomijo. Vse te težave rešujejo brezdotični mejni signalniki (senzorji). Aktiviranje je v tem primeru posredno preko nekega drugega signala (magnet, indukcija, kapacitivnost, svetloba).

Osnovne vrste brezdotičnih mejnih signalnikov so torej:

- Magnetični mejni signalnik (reed-ov kontakt),
- Induktivni mejni signalniki,
- Kapacitivni mejni signalniki in
- optični mejni signalniki.

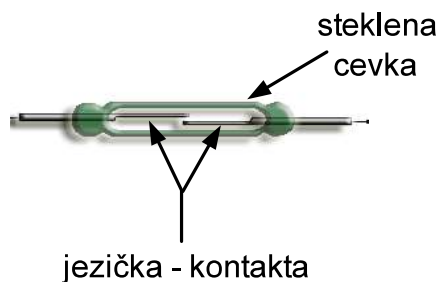
Simboli za brezdotične mejne signalnike so enotni, s splošnim simbolom označimo, da gre za brezdotični signalnik (senzor). Na simbolu označimo kakšen je način aktiviranja in kakšen kontakt je v signalniku.



Slika 5.10: Primer simbola brezdotičnega mejnega signalnika (optičnega)

#### 5.3.3.1 Magnetični mejni signalnik (reed-ov kontakt)

Magnetični senzor sestavljata dva kontakta v stekleni cevki, ki je napolnjena z zaščitnim plinom in zalita v ohišju iz umetne smole. Pri približevanju bata z vgrajenim permanentnim magnetom se privleče kontaktna jezička, ki se skleneta. Pri oddaljevanju magneta se kontaktna jezička razkleneta. Posebno pozorni pa moramo biti na največji dopustni tok kotaktov.

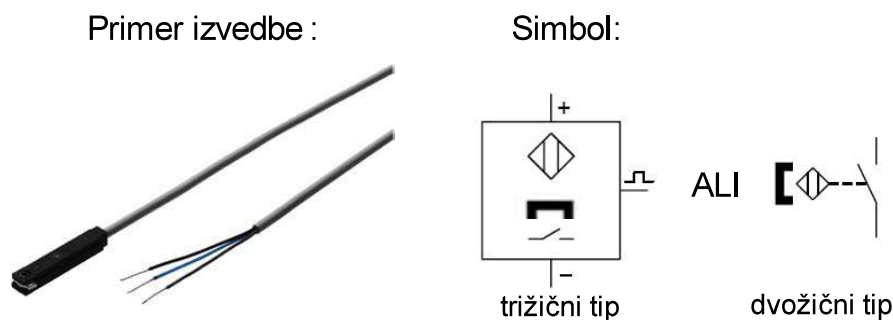


Slika 5.11: Reed-ov kontakt



Kontakt v zaščitnem plinu lahko aktivira samo permanentni magnet. Teh kontaktov ni potrebno vzdrževati in imajo dolgo življenjsko dobo. Čas preklopa je zelo kratek (0,2ms) in število vklopov je do 400 na sekundo. Občutljivost je odvisna od konstrukcije.

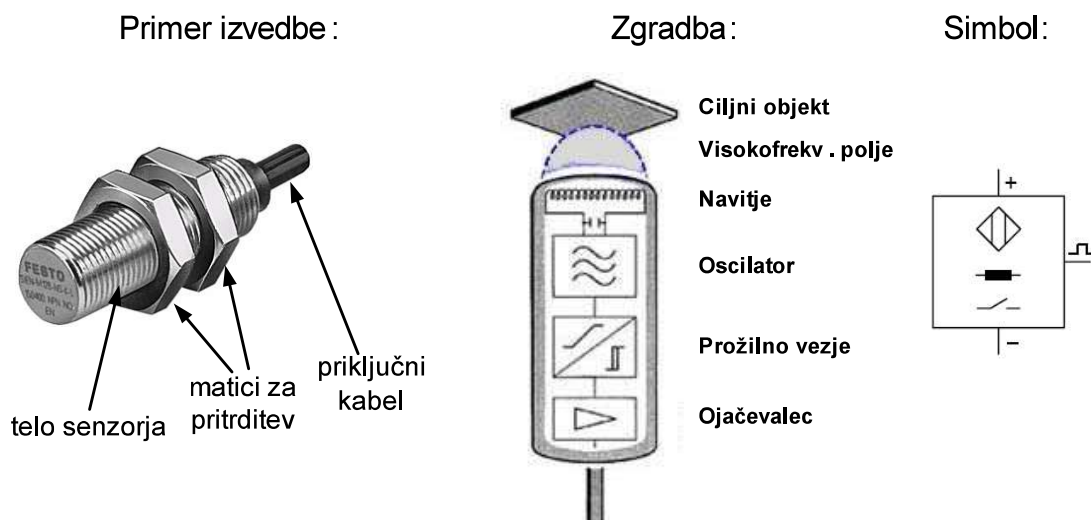
Uporabljamo jih za določevanje končnih pozicij cilindrov. Ne zahtevajo dodatnega prostora in elementov za aktiviranje, ker jih montiramo na cilindre. Ne moremo jih montirati na mestih z močnim magnetnim poljem (uporovni varilni stroji), poleg tega pa moramo upoštevati, da vsi cilindri nimajo obroča na batu iz permanentnega magneta.



Slika 5.12: Magnetični brezdotični mejni signalnik (reed-ov kontakt)

### 5.3.3.2 Induktivni mejni signalnik (induktivni senzor)

V praksi imamo velikokrat zahteve, da moramo signalizirati prihajajoče obdelovance ali pa moramo registrirati določene gibe naprav. Z mehanskimi mejnimi signalniki to storimo težko, kajti potrebujemo silo za aktiviranje in prostor za montažo. Enostavno to lahko izvedemo z induktivnimi mejnimi signalniki.



Slika 5.13: Induktivni brezdotični mejni signalnik

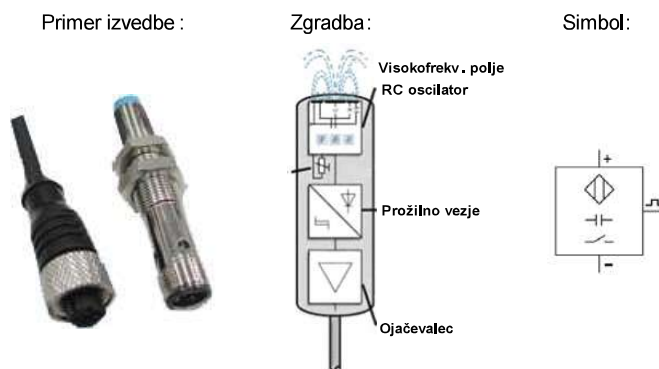
Induktivni signalnik ima ponavadi valjasto telo v katerem je oscilator, stopnja za ovrednotenje spremembe (prožilno vezje) in ojačevalnik. Oscilator ustvarja na čelni

strani senzorja visokofrekvenčno polje. Če pride v to polje kovinski predmet, odvzame oscilatorju energijo zaradi vrtničnih tokov. Zaradi tega pade napetost na oscilatorju, naslednja preklopna stopnja odda signal, ki ga ojačevalnik poveča. Signal izkoristimo za krmiljenje.

Induktivni mejni signalniki so občutljivi samo na kovine. Priključimo jih lahko na enosmerno ali izmenično napetost. Pri montaži moramo upoštevati navodila proizvajalca, da jih pravilno vgradimo.

### 5.3.3.3 Kapacitivni mejni signalnik (kapacitivni senzor)

Kapacitivni senzor je podoben kot induktivni, le da ima drugačen oscilator. V polju delovanja se tvori kapacitivno polje, zato lahko senzor aktivirajo vse snovi, katerih dielektrične lastnosti povzročajo spremembe v tem polju. Kapacitivni senzorji tako reagirajo na kovine in nekovine, kar pomeni, da lahko spremembe povzročajo prah, odrezki in podobno. Oblika senzorja je podobna kot pri induktivnem senzorju. Uporabljamo jih za registriranje nekovinskih obdelovancev in podobno.



Slika 5.14: Kapacitivni brezdotični mejni signalnik

### 5.3.3.4 Optični mejni signalnik (senzor)

Optični senzor reagira na odbito svetlobo in ima oddajnik svetlobe, ki je lahko vidna ali nevidna ter sprejemnik. Oddajnik in sprejemnik svetlobe sta lahko montirana skupaj v enem ohišju ali vsak zase. Oddajnik svetlobe (foto dioda) odda svetlobo in če pride v polje senzorja predmet, se svetloba odbije. Odbito svetlobo registrira sprejemnik (foto celica), ki nam da signal.

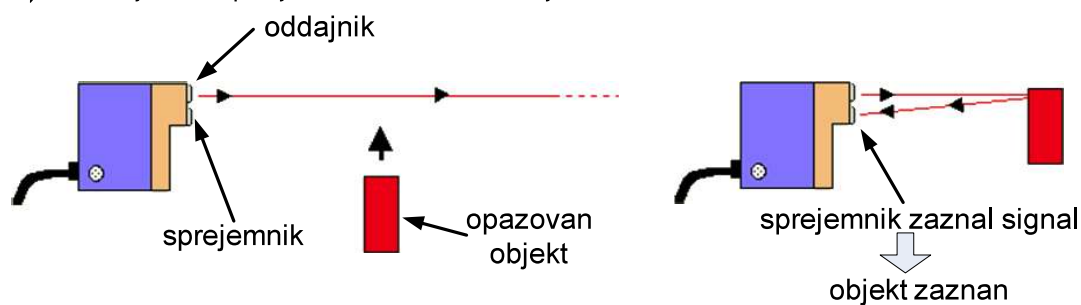


Slika 5.15: Optični brezdotični mejni signalnik

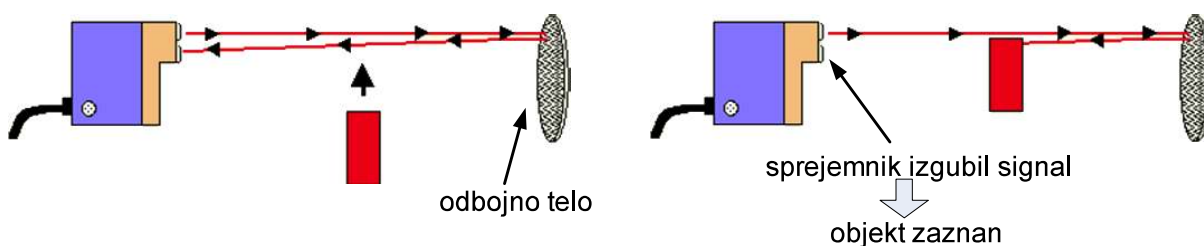
Optične senzorje uporabljamo za kontrolo prisotnosti obdelovancev, za varnostne zapore delovnega območja in podobno. V praksi se veliko uporabljajo. Pravilno jih moramo montirati, kajti območje delovanja je omejeno, hkrati pa moramo paziti, da jih priključimo po navodilih proizvajalca.

Izvedeni so lahko v treh različicah (glej sliko 5.16):

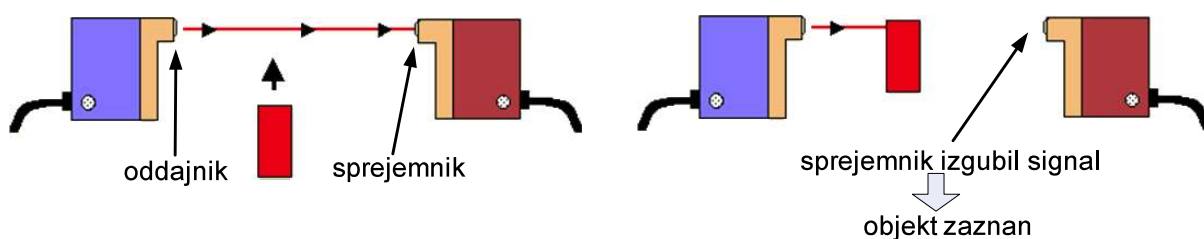
a) oddajnik in sprejemnik v istem ohišju



b) oddajnik in sprejemnik v istem ohišju z odbojnim telesom



c) oddajnik in sprejemnik ločena



Slika 5.16: Principi delovanja optičnih mejnih signalnikov

## 5.4 Električne sestavine za obdelavo signalov

Za obdelavo signalov najpogosteje uporabljamo releje najrazličnejših izvedb. Rele se lahko smatra kot stikalo z elektromagnetnim aktiviranjem. Vključuje in krmili ob majhni porabi energije. Obstajajo izvedbe za enosmerne in izmenične napetosti.

Rele mora izpolnjevati določene zahteve:

- delovanje brez vzdrževanja,
- vzdrževati mora veliko število vklopov,
- majhna izvedba za relativno velike tokove in napetosti in
- velika funkcijska hitrost in s tem kratki vključiti časi.

V praksi obstaja cela vrsta različnih konstrukcijskih izvedb, funkcijski princip pa je pri vseh enak.

### 5.4.1 Rele

Releji so stikala za močne (visoke) tokove, ki jih posredno vklaplajo šibki tokovi (ali napetosti). Uporabljamo jih povsod tam, kjer je poraba toka nekega električnega elementa prevelika za navadna kontaktna stikala.

Releji imajo naslednje lastnosti:

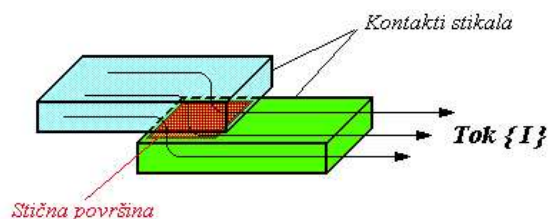
#### **Prednosti:**

- a) neobčutljivost na temperaturo okolice,*
- b) enostavna prilagoditev na različne delovne napetosti,*
- c) preko kontaktov lahko teče več različnih tokokrogov,*
- d) visoka upornost med izključenimi kontakti (preboj),*
- e) galvanska ločitev med napajalnim in delovnim tokokrogom.*

#### **Slabosti:**

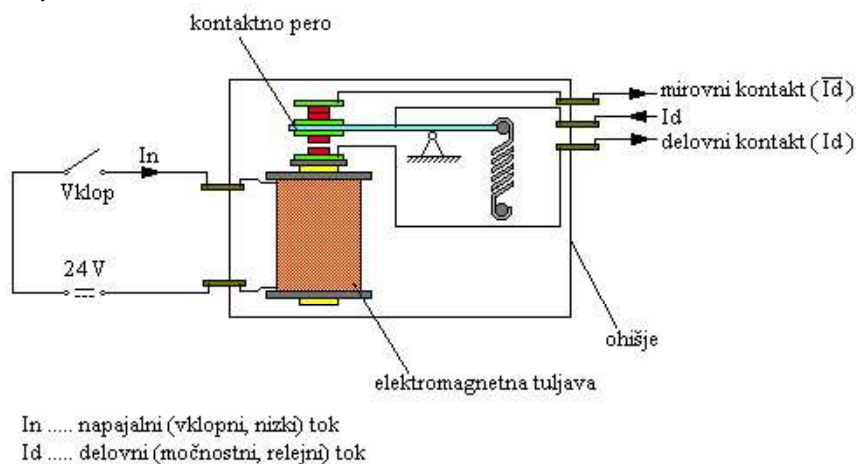
- a) glasnost pri preklopu,*
- b) počasnost preklapljanja (3 - 17 ms),*
- c) zavzema veliko prostora v primerjavi z elektroniko,*
- d) izraba delovnih kontaktov zaradi obločnega loka ali oksidacije,*
- e) občutljivost kontaktov na umazanijo (prah).*

Problem nastaja pri previsokem toku (količini potujočih elektronov na nasprotni pol) je stična površina premajhna za tako velik tok elektronov (slika 5.22). Tako postane ta stična površina "ozko grlo", skozi katerega se elektroni "drenjajo, prerivajo", se med seboj trejo. Zaradi tega se povečuje notranja energija, kar praktično pomeni segrevanje materiala na stičnem mestu tudi do te mere, da se material raztali in spoji (*točkovno varjenje*). Ta pojav se namerno uporablja pri električnih varovalkah s talilnim vložkom. V nekem delovnem procesu pa zlepljanje kontaktov stikal ni ugodno.



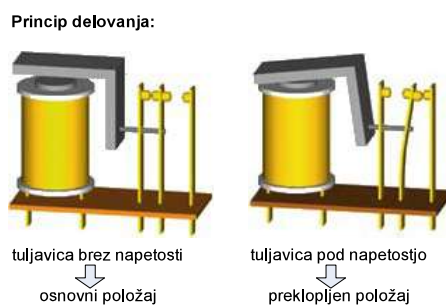
Slika 5.17: Stične površine kontaktov releja

Rele ima dovolj močne kontakte, ki prenesejo močnejšo porabo električnega toka oz. večji pretok elektronov. Na enem samem releju slika 5.23 je več *delovnih* in *mirovnih* kontaktov, kar lahko uporabimo pri realizaciji krmilij z določenimi logičnimi pogoji delovanja.



Slika 5.18: Shema releja z načinom priključitve

Princip delovanja prikazuje naslednja slika:



Slika 5.19: Princip delovanja releja

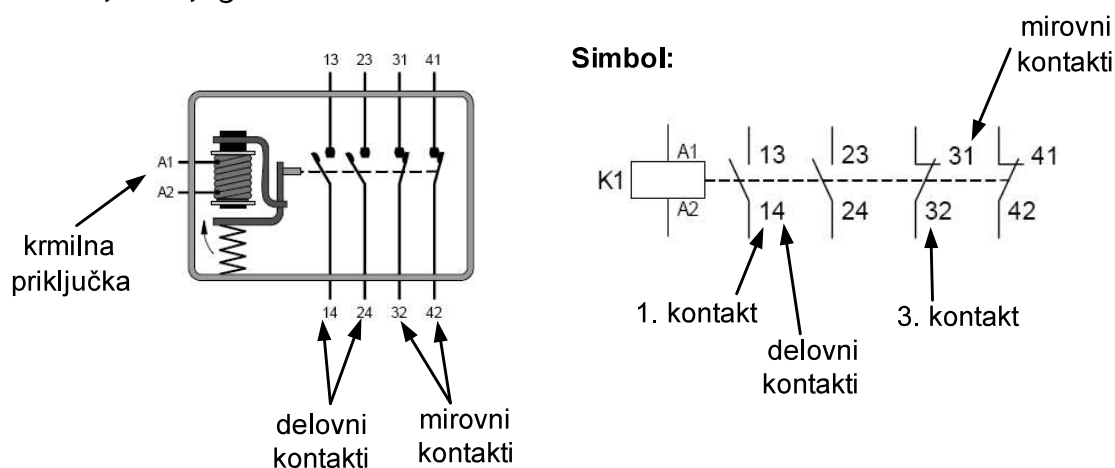
Rele sestavlja električno navitje – tuljava in kotva, ki je mehanično povezana s kontakti. Pri dovodu napetosti na tuljavo steče po navitju električni tok, zgradi se magnetno polje, ki pritegne kotvo v jedru tuljave. Kotva premakne kontakte, ki se odprejo ali zaprejo. Stikalo obdrži stanje toliko časa, dokler je na tuljavi napetost, ko pa napetost preneha vrne povratna vzmet kotvo v izhodiščni položaj.

V praksi uporabljamo za prikaz releja simbol, ki z svojo enostavnostjo olajša branje vezalnih shem. Simbol je odvisen od števila in tipa kontaktov, ki jih vsebuje. Releje označujemo s K1, K2, K3, ... Priključka za aktiviranje sta označena z A1 in A2. Da lahko vse kontakte pravilno priključimo ima vsak kontakt dvomestno številko. Prva številka je zaporedna številka kontakta, druga številka pa pove tip kontakta (glej tabelo 5.1).

| Tip kontakta                     | Številka označbe |
|----------------------------------|------------------|
| Mirovni kontakti (NC)            | 1, 2             |
| Delovni kontakti (NO)            | 3,4              |
| Mirovni kontakti z zakasnitvijo  | 5, 6             |
| Delovni kontakti z zakasnitvijo  | 7, 8             |
| Menjalni kontakti                | 1,2,4            |
| Menjalni kontakti z zakasnitvijo | 5,6,8            |

Tabela 5.1: Označbe priključkov releja

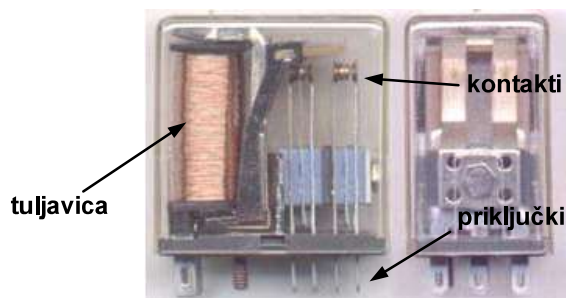
Primer releja in njegov simbol:



Slika 5.20: Primer simbola za rele

Na naslednji sliki je prikazan primer izvedbe releja:

Primer izvedbe:

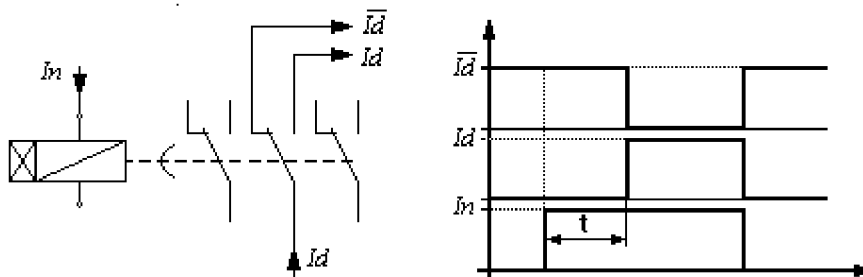


Slika 5.21: Primer izvedbe releja

Kljub slabostim se releji še zmerom veliko uporabljajo v krmiljenju. Pri izbiri releja moramo paziti na ustrezeni tip (število in tip kontaktov) ter na lastnosti releja kot so tok, napetost, moč, število vklopov...

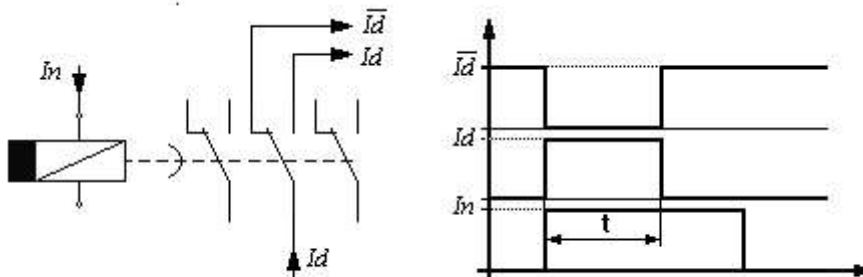
Kljub razvoju elektronike je rele še vedno nepogrešljiv. Obstaja več izvedb relejev. Zelo pogosto se uporabljajo *časovni releji*. Ti releji imajo prigraden nastavljiv mehanski ali elektronski časovni mehanizem - uro. Prevladujeta dva osnovna tipa časovnih relejev - časovni rele z *zakasnitvijo vklopa* slika 5.22 in časovni rele z *zakasnitvijo izklopa* slika 5.23, sicer pa je še veliko drugih možnih izvedb.

#### a) Časovni rele z zakasnitvijo vklopa



Slika 5.22: Časovni rele z zakasnilno karakteristiko

#### b) Časovni rele z zakasnitvijo izklopa



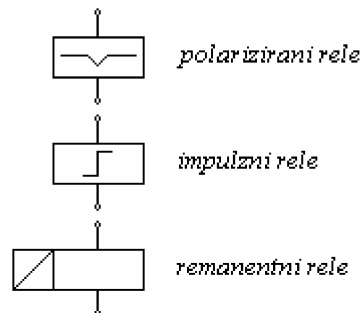
Slika 5.23: Časovni rele s prekinitveno karakteristiko

Časovni rele ima nalogo, da po določenem času, ki se ga lahko nastavlja vklopi ali izklopi tokokrog. Kontakti so lahko zapiralni ali odpiralni. Časovni releji so lahko izvedeni s pritezno ali odpustno časovno zakasnitvijo. Pri pritezni zakasnitvi se izhodni signal pojavi po nekem času in ugasne, ko izgine vhodni signal. Uporabljamo jih za podaljševanje signalov (realizacija podaljšanja končnih stanj pri delovanju naprav). Pri odpustni časovni zakasnitvi se izhodni signal pojavi istočasno kot vhodni signal in traja nastavljeni čas, čeprav vhodni signal medtem izgine. Uporabljamo jo za določevanje časov posameznih delovanj, kajti potrebujemo samo vhodni signal, ki lahko nato izgine.

Obstajajo še drugi tipi relejev:

- *polarizirani rele* (kontaktno pero ima tudi srednji mirujoči položaj),
- *pulzni rele* (zadrži stanje tudi po odvzemu krmilnega signala In),
- *remanentni rele* (zadrži stanje tudi po odvzemu krmilnega signala in celo po izpadu energije).

Simboli navedenih relejev so prikazani na sliki 5.29:



Slika 5.24: Simboli relejev

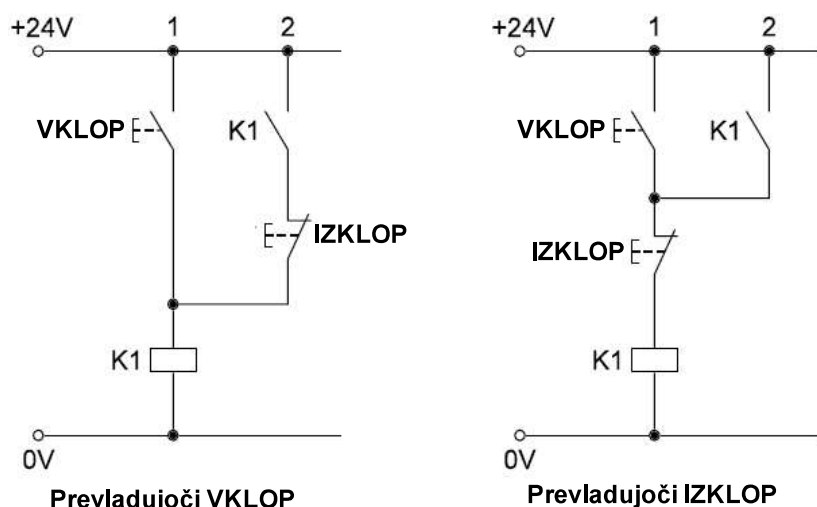


### 5.4.1.1 Samodržna vezava releja

Funkcijo remanentnega releja, ki je sposoben obdržati trenutno stanje tudi po odklop krmilnega signala lahko realiziramo tudi s pomočjo običajnega releja s posebno ti. samodržno vezavo. Le ta se v elektropnevmatiki pogosto uporablja za krmiljenje monostabilnih elektromagnetnih ventilov. Obstajata dve izvedbi samodržne vezave (slika 5.25):

- vezava z prevladujočim (dominantnim) vklopom in
- vezava z prevladujočim izklopom.

**Samodržne vezave:**



Slika 5.25: Vezava s prevladujočim vklopom in vezava prevladujočim izklopom

#### Delovanje vezave s prevladujočim vklopom:

S pritiskom na tipko VKLOP dobi navitje releja K1 napetost in pritegne svoje kontakte. Pri tem sklene delovni kontakt označen prav tako z K1. Tudi če sedaj tipko VKLOP izpustimo, ostane navitje K1 pod napetostjo preko mirovnega kontakta tipke IZKLOP in pritegnjenega kontakta K1. Vezava s prevladujočim vklopom se imenuje zato, ker če v trenutku, ko je rele pritegnjen pritisnemo na tipki VKLOP in IZKLOP hkrati, prevlada tipka VKLOP (vzporedna vezava tipke VKLOP in IZKLOP).

#### Delovanje vezave s prevladujočim izklopom:

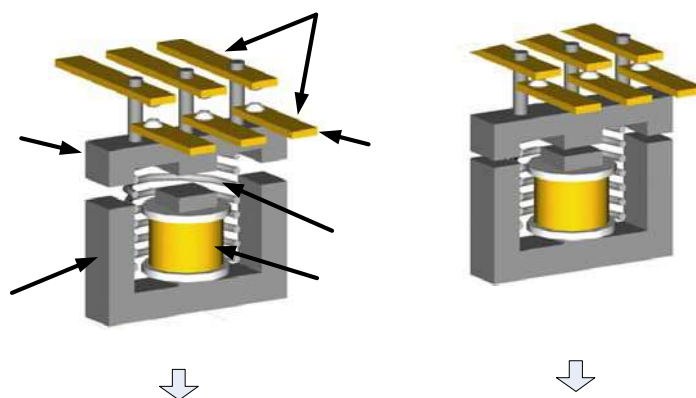
S pritiskom na tipko VKLOP dobi navitje releja K1 napetost preko delovnega kontakta tipke VKLOP in mirovnega kontakta tipke IZKLOP. Pri tem se sklene delovni kontakt releja K1. Tudi če sedaj tipko VKLOP izpustimo, ostane navitje K1 pod napetostjo preko pritegnjenega kontakta K1. Vezava s prevladujočim izklopom se imenuje zato, ker če v trenutku, ko je rele pritegnjen pritisnemo na tipki VKLOP in IZKLOP hkrati, prevlada tipka IZKLOP (zaporedna vezava tipke VKLOP in IZKLOP).

### 5.4.2 Kontaktor

Kontaktor je elektropnevmatično stikalo, ki vklopi z majhno krmilno močjo veliko moč. Stikalne kontakte premika s kotvo elektromagneta. Kontaktor se vključi, ko teče

tok skozi vzbujevalno navitje. Pri pretoku toka nastane magnetno polje, ki povzroči pritezno silo. Premik kotve vpliva na premične kontakte, ki se odprejo ali zaprejo. Močnostni tokokrog se s tem prekine ali sklene.

Kontaktorje uporabimo za različne namene. Največ so uporabni za vključevanje motorjev, peči, klimatskih naprav, žerjavov ipd. Konstrukcije kontaktorjev so lahko različne :



Slika 5.26: Konstrukcijska izvedba kontaktorjev in princip delovanja

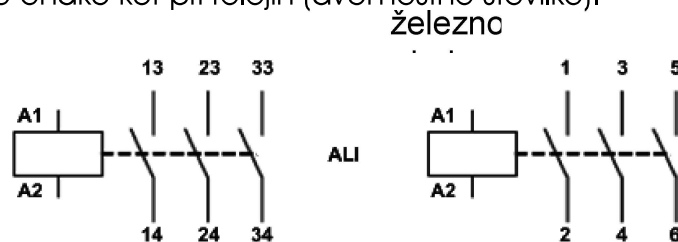
## Princip delovanja:

Primer izvedbe kontaktorja:



Slika 5.27: Izvedba kontaktorja

Simbol kontaktorja je enak kot za rele, le označbe kontaktov so drugačne. Kontakte označujemo z zaporednimi številkami (npr. 1, 2, 3 ...), srečamo pa tudi označevanje, ki je enako kot pri relejih (dvomestne številke).



Slika 5.28: Simboli kontaktorjev

ivica brez napetosti

osnovni položaj

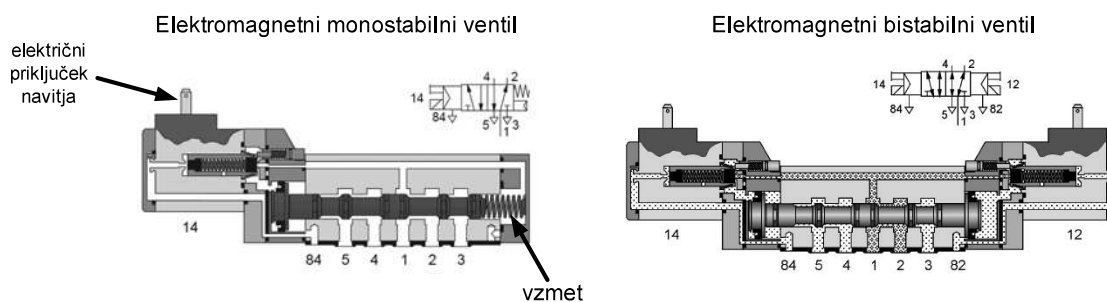
Kontaktorje izbiramo iz katalogov proizvajalcev. Pri izbiri moramo upoštevati moč, način uporabe, število in frekvenco vklopov ipd.

## 5.5 Elementi za pretvorbo električnih signalov v pnevmatične

Za pretvorbo električnih krmilnih signalov v pnevmatične signale uporabljamo elektromagnetne ventile. To so pnevmatični potni ventili, ki jih aktivirajo elektromagneti. Elektromagnetni ventili povezujejo električni krmilni del z delovnim pnevmatičnim delom.

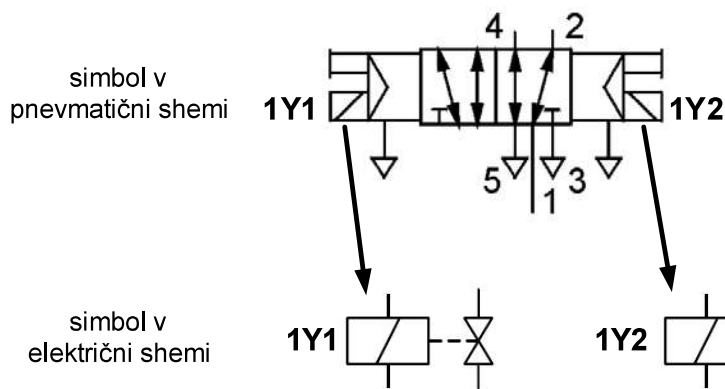
Elektromagnetni ventil sestavlja električni del za aktiviranje in pnevmatični potni ventil. Električni del je v principu elektromagnetno navitje in kotva. Kotva sedaj ne premika kontaktov kot pri releju, temveč premika stanje na potnem ventilu. Potni ventili so lahko različnih tipov in izvedb. Največ uporabljamo 3/2 in 5/2 potne ventile, ki so sedežnih ali drsnih izvedb.

Primer monostabilnega in bistabilnega elektromagnetnega ventila v drsni izvedbi prikazuje naslednja slika:



Slika 5.29: Primer monostabilnega in bistabilnega elektromagnetnega ventila

Elektromagnetni ventil prikažemo v pnevmatični in električni shemi s simboli na naslednji način:



Slika 5.30: Simbol za elektromagnetni ventil v pnevmatični in električni shemi

Elektromagnetni ventili so lahko izvedeni z neposrednim ali posrednim aktiviranjem. Pri neposrednem aktiviranju kotva neposredno premika ventil. Sila kotve je majhna, zato tak ventil lahko uporabljamo le za manjše pretoke. Pri posrednem delovanju pa kotva premika mali pnevmatični 3/2 monostabilen ventil, ki nato s pomočjo zraka premakne večji pnevmatični ventil.

### 5.5.1 Elektropnevmatične sheme (M)

Električni elementi so označeni s črkami in številkami. Tokovni načrt razdelimo na krmilni tokokrog in glavni tokokrog. Elemente označujemo z

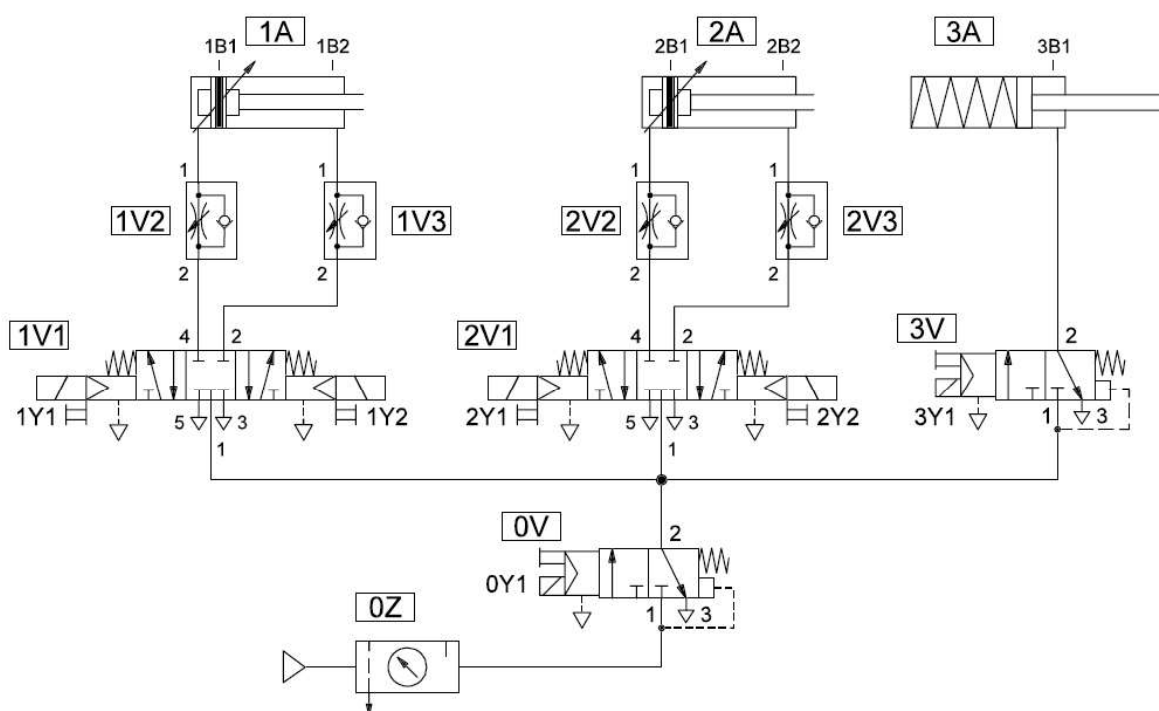
| Komponenta                                       | Črka označbe |
|--------------------------------------------------|--------------|
| Mejno stikalo                                    | <b>S</b>     |
| Ročno aktivirana tipka, stikalo (vhodne naprave) | <b>S</b>     |
| Reed-ov kontakt                                  | <b>B</b>     |
| Elektronski brezdotični signalnik                | <b>B</b>     |
| Tlačno stikalo                                   | <b>B</b>     |
| Indikatorske naprave (npr. lučke)                | <b>H</b>     |
| Rele                                             | <b>K</b>     |
| Kontaktor                                        | <b>K</b>     |
| Navitje elektromagnetnega ventila                | <b>Y</b>     |

Tabela 5.2: Tabela označb v pnevmatičnih in električnih shemah

Komponente prikazane v električni shemi so torej označene na naslednji način:

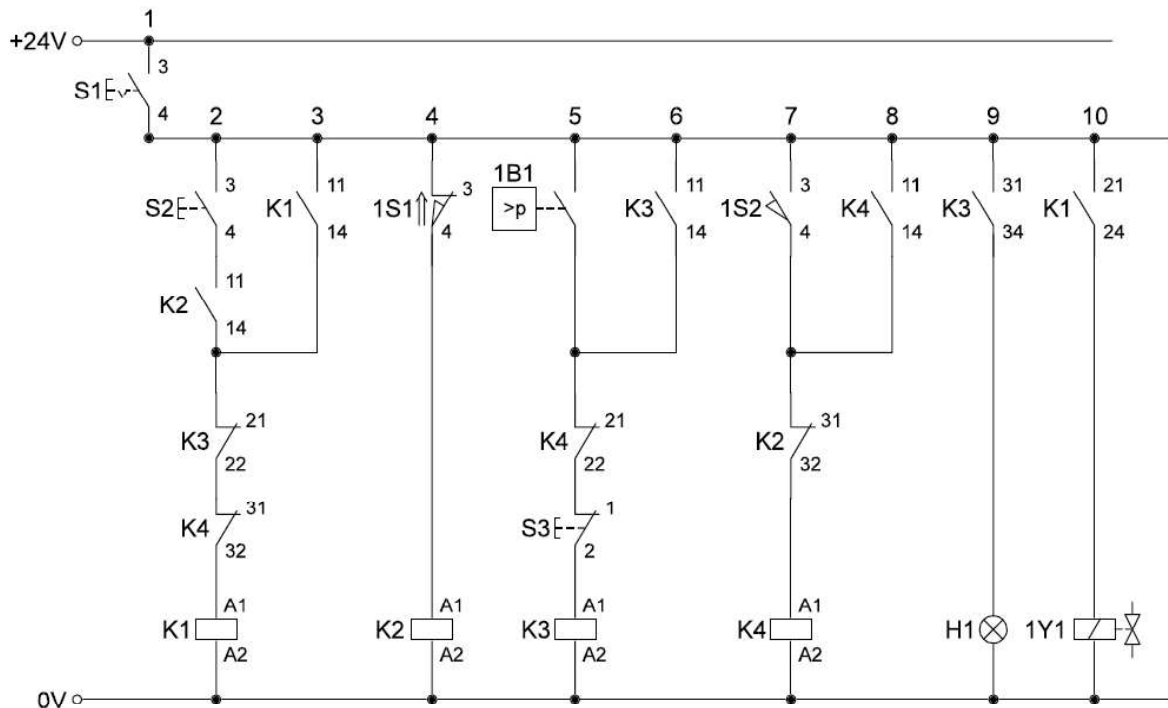
- ročno aktivirana stikala kot S1, S2, S3 ...
- mejna stikala kot 1S1, 1S2 ...
- tlačna stikala, brezdotični signalniki ..., kot 1B1, 1B2, 2B1 ...
- releji in kontaktorji kot K1, K2, K3 ...
- navitja elektromagnetnih ventilov kot 1Y1, 1Y2 ...
- indikatorske luči kot H1, H2 ...

Primer pnevmatične sheme z elektropnevmatičnimi komponentami:



Slika 5.31: Primer označene pnevmatične sheme

Primer električne sheme z elektropnevmatičnimi komponentami (ni vezana na zgornji primer):



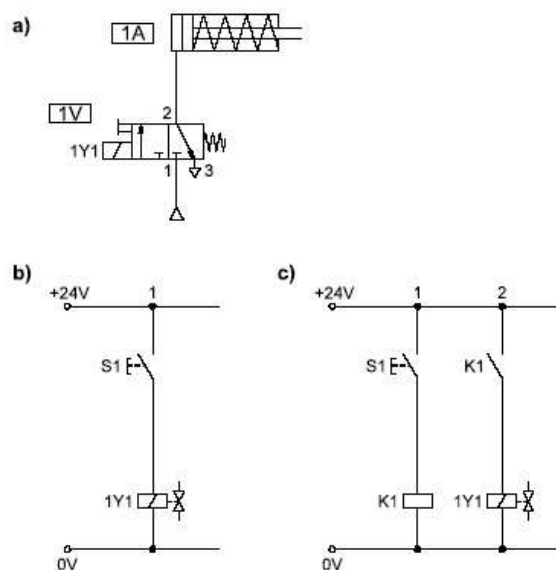
Slika 5.32: Primer označene električne sheme

Delovni element (aparat) prikažemo vedno na levi strani simbola. Z ločitvijo krmilnega in glavnega tokokroga in s posameznimi označbami aparatov in funkcij je zagotovljena preglednost tokovnega načrta. S tokovnim načrtom prikazujemo elektropnevmatična krmilja.

### Zgled 1. EP krmilja:

Ob pritisku na startno tipko ali vzpostavitvi signala na releju se naj batnica enosmernega valja iztegne v + gib, ob sprostitvi tipke ali signala se naj povrne v začetno lego. a) Narišite delovni del - energetske del krmilja. Krmiljenje elektromagnetnega 3/2 ventila naj bo:

- b) neposredno – direktno,
- c) posredno - indirektno preko kontaktov releja.

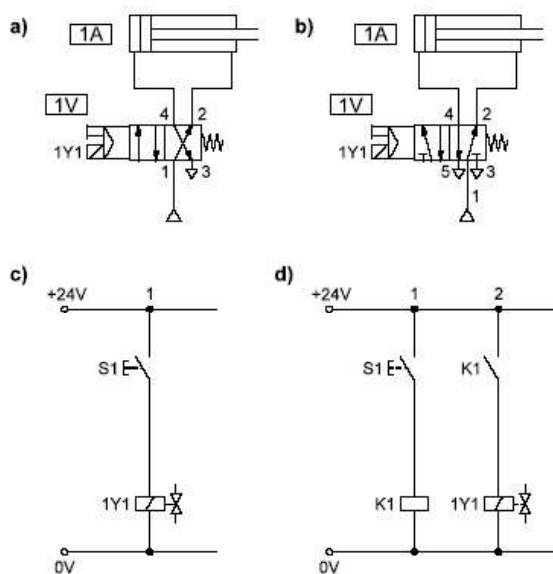


Slika 5.33: Elektropnevmatična shema za krmiljenje enosmernega valja

**Zgled 2. EP krmilja:**

Ob pritisku na startno tipko ali vzpostavitvi signala na releju se naj batnica dvosmernega valja iztegne v + gib, ob sprostitvi tipke ali signala se naj povrne v začetno lego. a,b) Narišite delovni del - energetski del krmilja. Krmiljenje elektromagnetnega 4/2, 5/2 ventila naj bo:

- c) neposredno – direktno,  
d) posredno - indirektno preko kontaktov releja.



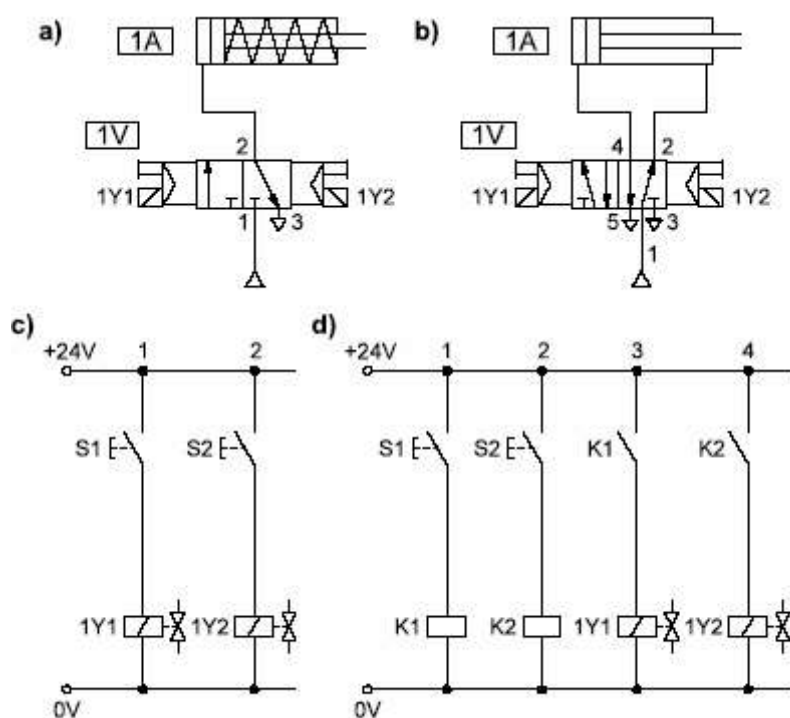
Slika 5.34: Elektropnevmatična shema za monostabilno krmiljenje enosmernega in dvosmernega valja

**Zgled 3. EP krmilja:**

Batnica a) enosmernega in b) dvosmernega bata se naj pri aktiviranju startnega stikala S1 iztegne v končno lego ter naj tam ostane, dokler ne aktiviramo stikala za povratni gib S2. Pri tem naj bo bat cilindra v končnih legah stalno pod tlakom. Za krmiljenje cilindra je potrebno uporabiti 3/2 in 5/2 elektromagnetne bistabilne ventile. Krmiljenje elektromagnetnega 3/2, 5/2 ventila naj bo:

c) neposredno – direktno,

d) posredno - indirektno preko kontaktov releja.



Slika 5.35: Elektropnevmatična shema za bistabilno krmiljenje enosmernega in dvosmernega valja

### 5.5.2 Primerjava izvedb logičnih funkcij z pnevmatičnimi in električnimi

Na naslednjih dveh slikah so predstavljene logične funkcije realizirane z pnevmatičnimi in električnimi komponentami.

| Funkcija                          | Pravilnostna tabela                                                                                                                                                                                                  | Logični simbol | Pnevmatična realizacija | Električna realizacija |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |
|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------|------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|--|--|
| Enakost<br>$I = A$                | <table><tr><td>I</td><td>O</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td></tr></table>                                                                                                               | I              | O                       | 0                      | 0 | 1 | 1 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |
| I                                 | O                                                                                                                                                                                                                    |                |                         |                        |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |
| 0                                 | 0                                                                                                                                                                                                                    |                |                         |                        |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |
| 1                                 | 1                                                                                                                                                                                                                    |                |                         |                        |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |
| Negacija<br>$\bar{I} = O$         | <table><tr><td>I</td><td>O</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td></tr></table>                                                                                                               | I              | O                       | 0                      | 1 | 1 | 0 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |
| I                                 | O                                                                                                                                                                                                                    |                |                         |                        |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |
| 0                                 | 1                                                                                                                                                                                                                    |                |                         |                        |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |
| 1                                 | 0                                                                                                                                                                                                                    |                |                         |                        |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |
| Konjunkcija<br>$I1 \wedge I2 = O$ | <table><tr><td>I1</td><td>I2</td><td>O</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr></table> | I1             | I2                      | O                      | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |  |  |  |
| I1                                | I2                                                                                                                                                                                                                   | O              |                         |                        |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |
| 0                                 | 0                                                                                                                                                                                                                    | 0              |                         |                        |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |
| 0                                 | 1                                                                                                                                                                                                                    | 0              |                         |                        |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |
| 1                                 | 0                                                                                                                                                                                                                    | 0              |                         |                        |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |
| 1                                 | 1                                                                                                                                                                                                                    | 1              |                         |                        |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |
| Disjunkcija<br>$I1 \vee I2 = O$   | <table><tr><td>I1</td><td>I2</td><td>O</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr></table> | I1             | I2                      | O                      | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |  |  |  |
| I1                                | I2                                                                                                                                                                                                                   | O              |                         |                        |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |
| 0                                 | 0                                                                                                                                                                                                                    | 0              |                         |                        |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |
| 0                                 | 1                                                                                                                                                                                                                    | 1              |                         |                        |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |
| 1                                 | 0                                                                                                                                                                                                                    | 1              |                         |                        |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |
| 1                                 | 1                                                                                                                                                                                                                    | 1              |                         |                        |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |

Slika 5.36: Realizacija osnovnih logičnih funkcij s pnevmatičnimi in električnimi komponentami



| Funkcija                                                                             | Pravilnostna tabela                                                                                                                                                                                                  | Logični simbol | Pnevmatična realizacija | Električna realizacija |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------|------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|--|--|
| Ekskluzivni<br>ALI<br><br>$I1 \wedge \overline{I2} \vee \overline{I1} \wedge I2 = 0$ | <table><tr><th>I1</th><th>I2</th><th>O</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr></table> | I1             | I2                      | O                      | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |  |  |  |
| I1                                                                                   | I2                                                                                                                                                                                                                   | O              |                         |                        |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |
| 0                                                                                    | 0                                                                                                                                                                                                                    | 0              |                         |                        |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |
| 0                                                                                    | 1                                                                                                                                                                                                                    | 1              |                         |                        |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |
| 1                                                                                    | 0                                                                                                                                                                                                                    | 1              |                         |                        |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |
| 1                                                                                    | 1                                                                                                                                                                                                                    | 0              |                         |                        |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |
| Ekvivalenca<br><br>$I1 \wedge I2 \vee \overline{I1} \wedge \overline{I2} = 0$        | <table><tr><th>I1</th><th>I2</th><th>O</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr></table> | I1             | I2                      | O                      | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |  |  |  |
| I1                                                                                   | I2                                                                                                                                                                                                                   | O              |                         |                        |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |
| 0                                                                                    | 0                                                                                                                                                                                                                    | 1              |                         |                        |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |
| 0                                                                                    | 1                                                                                                                                                                                                                    | 0              |                         |                        |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |
| 1                                                                                    | 0                                                                                                                                                                                                                    | 0              |                         |                        |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |
| 1                                                                                    | 1                                                                                                                                                                                                                    | 1              |                         |                        |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |
| NEIN<br><br>$\overline{I1} \wedge I2 = 0$                                            | <table><tr><th>I1</th><th>I2</th><th>O</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr></table> | I1             | I2                      | O                      | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |  |  |  |
| I1                                                                                   | I2                                                                                                                                                                                                                   | O              |                         |                        |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |
| 0                                                                                    | 0                                                                                                                                                                                                                    | 1              |                         |                        |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |
| 0                                                                                    | 1                                                                                                                                                                                                                    | 1              |                         |                        |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |
| 1                                                                                    | 0                                                                                                                                                                                                                    | 1              |                         |                        |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |
| 1                                                                                    | 1                                                                                                                                                                                                                    | 0              |                         |                        |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |
| NEALI<br><br>$\overline{I1} \vee \overline{I2} = 0$                                  | <table><tr><th>I1</th><th>I2</th><th>O</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr></table> | I1             | I2                      | O                      | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |  |  |  |
| I1                                                                                   | I2                                                                                                                                                                                                                   | O              |                         |                        |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |
| 0                                                                                    | 0                                                                                                                                                                                                                    | 1              |                         |                        |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |
| 0                                                                                    | 1                                                                                                                                                                                                                    | 0              |                         |                        |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |
| 1                                                                                    | 0                                                                                                                                                                                                                    | 0              |                         |                        |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |
| 1                                                                                    | 1                                                                                                                                                                                                                    | 0              |                         |                        |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |

Slika 5.37: Realizacija dodatnih logičnih funkcij s pnevmatičnimi in električnimi komponentami