

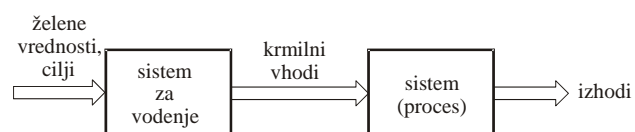
3. Programirljivi krmilni sistemi



- Uvod v logično in sekvenčno vodenje
- Izvedbe logičnega in sekvenčnega vodenja
 - relejska krmilna vezja
- Programirljivi logični krmilniki (PLK)
- Programiranje PLK z lestvičnimi diagrami

3.1 Uvod v logično in sekvenčno vodenje

- Princip odprto-zančnega vodenja

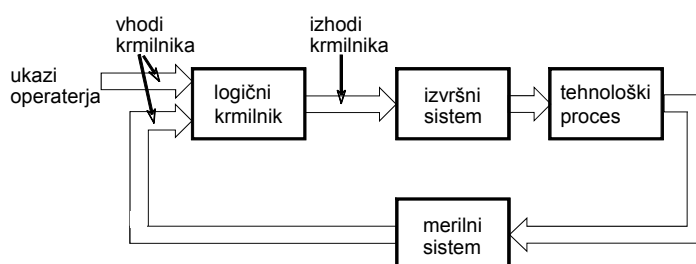


- takšno vodenje imenujemo tudi krmiljenje
 - primer: vodenje pralnega stroja
- Posebna oblika krmiljenja – **logično krmiljenje**
 - vhodi in izhodi sistema so binarne vrednosti
 - dve logični stanji (nizko/visoko; 0/1)
 - v tem primeru je sistem za vodenje logični krmilnik

Logično krmiljenje

- Cilj vodenja
 - zagotavljanje pravilnega poteka tehnoloških postopkov
 - pravilno zaporedje operacij in pričetek ter zaključek operacij v pravih časovnih trenutkih
- Logični krmilnik upošteva tudi povratne informacije
 - vplivajo na začetek ali konec operacij
 - ne vplivajo na potek dogajanja znotraj operacije
- Bolj splošno poimenovanje
 - logično in sekvenčno vodenje

Princip logičnega in sekvenčnega vodenja



- Merilni sistem
 - dvostanjski (binarni) senzori in stikala
 - induktivni, kapacitivni in ultrazvočni senzori bližine
 - mejna oz. končna stikala
 - foto-električni senzori prehoda
 - nivojska, tlačna in temperaturna stikala



Princip logičnega in sekvenčnega vodenja /2

- Izvršni sistem

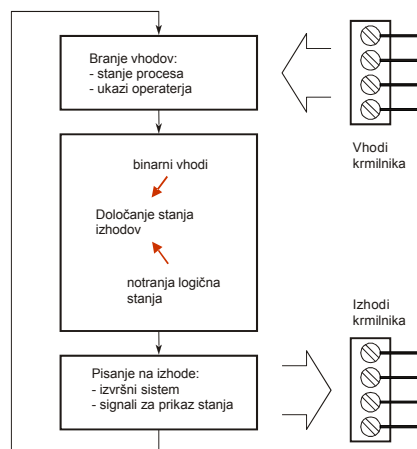
- dvostanjski aktuatorji in pripadajoči izvršni členi
 - elektro-pnevmatski ventili in pnevmatski cilindri
 - releji oz. kontaktorji in elektromotorji, električni grelniki, ...
 - elektromagnetno krmiljeni ventili



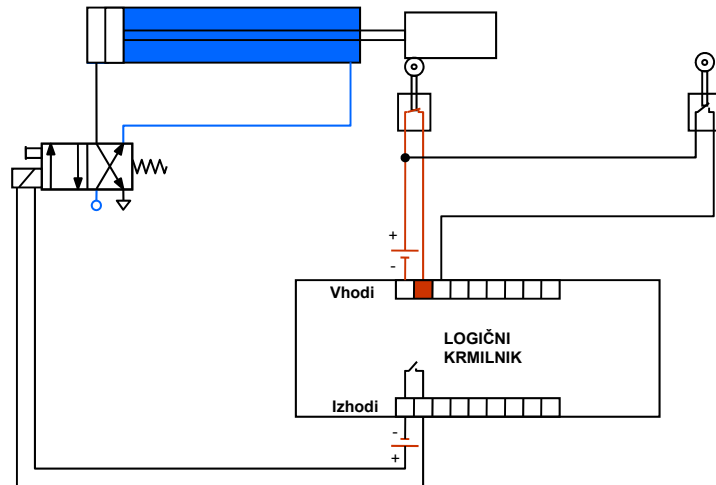
Princip logičnega in sekvenčnega vodenja /3

- Logični krmilnik

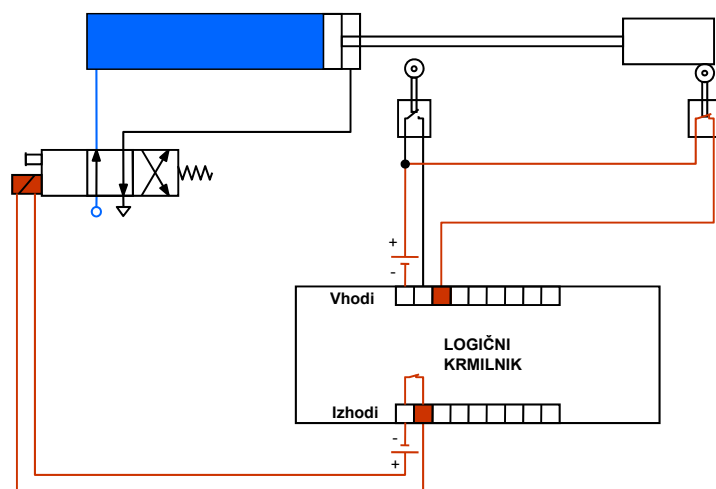
- odčitava stanja vhodnih signalov
 - stanja tipk in stikal na komandni plošči – ukazi operaterja
 - binarni izhodi merilnega sistema
- vgrajena logika določi stanja izhodov
 - na podlagi stanja vhodov
 - na podlagi shranjenih notranjih logičnih stanj
- stanja izhodov se prenesejo na izhode krmilnika



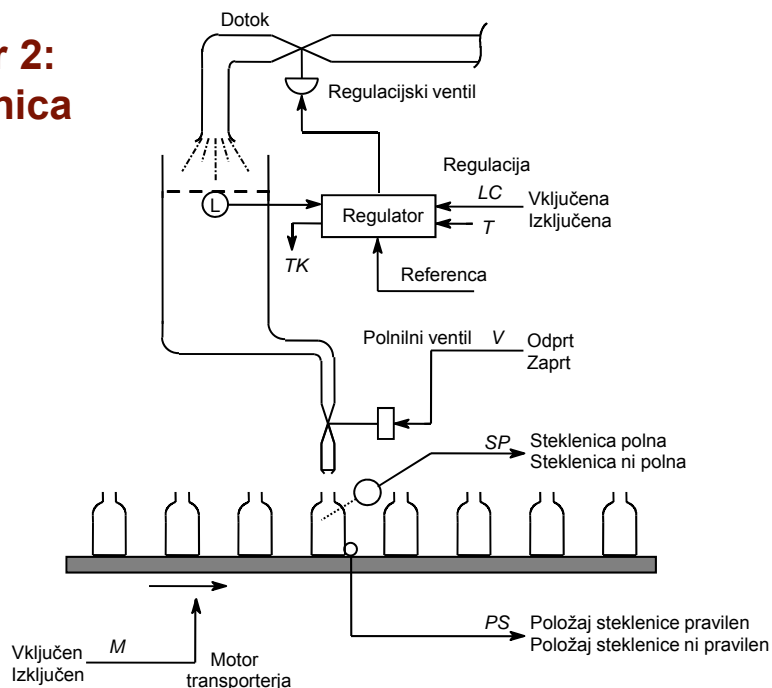
Primer 1: Krmiljenje pomika pnevmatskega cilindra



Primer 1: Krmiljenje pomika pnevmatskega cilindra



Primer 2: Polnilnica



Primer 2: Polnilnica

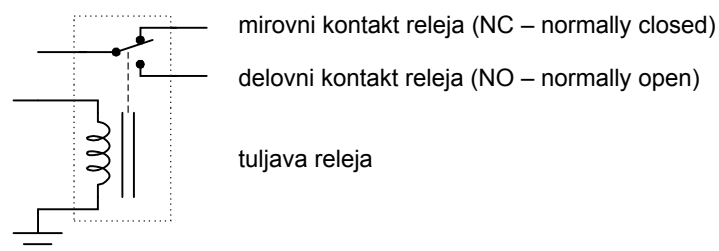
- Skupaj 7 binarnih vh./izh. spremenljivk
 - $2^7=128$ možnih stanj, a se večina stanj nikoli ne pojavi
- Predvideno delovanje obsega le nekaj stanj in prehodov med njimi:
 1. vklop regulacije LC in časovnika T, čakanje na TK
 - predpostavimo, da se v tem času rezervoar napolni
 2. preverjanje PS (ali je steklenica pod izpustom), če PS=0, vklop motorja M, čakanje na PS
 3. ustavitev M, odprtje ventila V (regulacija ostaja vključena), čakanje na SP (steklenica polna)
 4. zaprtje V in vklop M, čakanje, da se steklenica premakne (PS=0), nato vrnitev na točko 2.

3.2 Izvedbe logičnega in sekvenčnega vodenja

- Logični krmilnik ali krmilje
 - naprava, ki na podlagi binarnih vhodov in notranjih stanj postavlja binarne izhode (če se omejimo na sisteme brez analognih vhodno/izhodnih signalov)
- Različne možnosti izvedbe
 - relejska vezja
 - digitalna elektronska vezja
 - mikro-krmilniki
 - programirljivi logični krmilniki (PLK)



Relejska vezja

- Značilnosti
 - najstarejša oblika logičnih krmilij
 - ponekod še danes v uporabi
 - vpliv na način programiranja PLK
- Zgradba releja



Relejska vezja /2


- Pri risanju relejskih vezij uporabljamo dogovorjene simbole

- mirovni, delovni kontakt  R_n  R_n

- tuljava  R_n (R_n je oznaka releja)

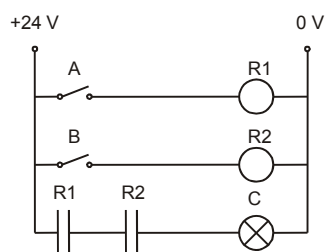
- V primerih v nadaljevanju bomo uporabili še

- logična vhoda: stikali A in B  A  B

- indikator stanja: žarnica C  C

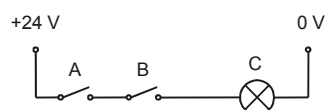
Izvedba osnovnih operacij Operacija IN

- Relejsko vezje



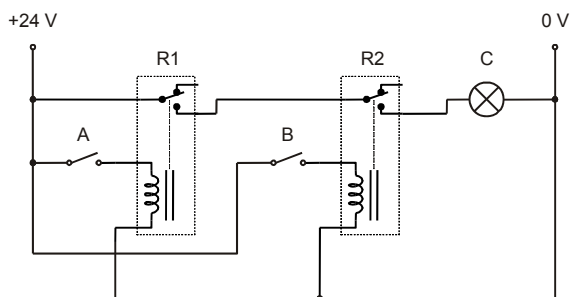
A	B	C
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

- Enakovredna vezava



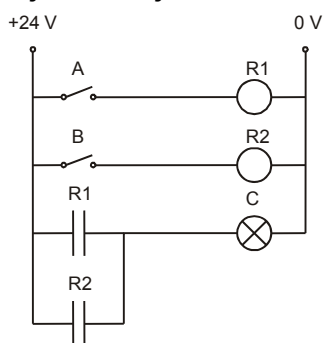
Operacija IN

- Dejanska vezava



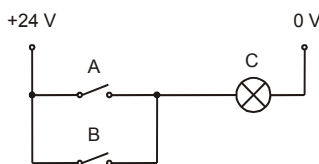
Operacija ALI

- Relejsko vezje



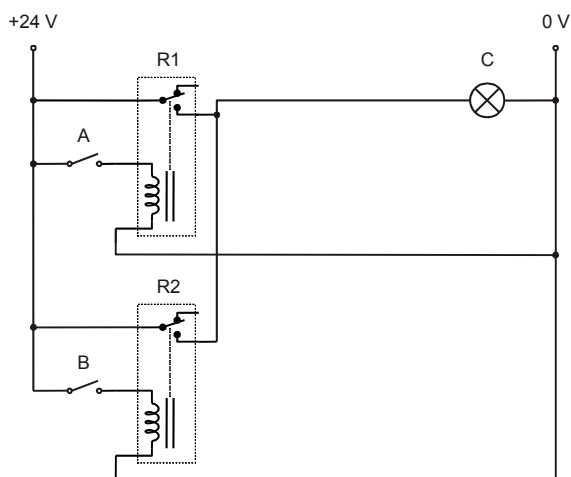
A	B	C
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

- Enakovredna vezava



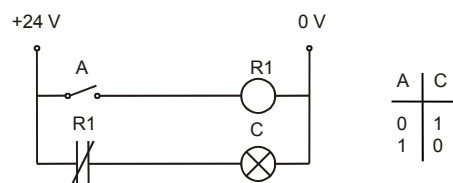
Operacija ALI

- Dejanska vezava

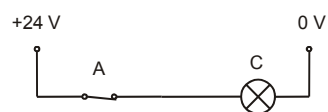


Operacija NE

- Relejsko vezje

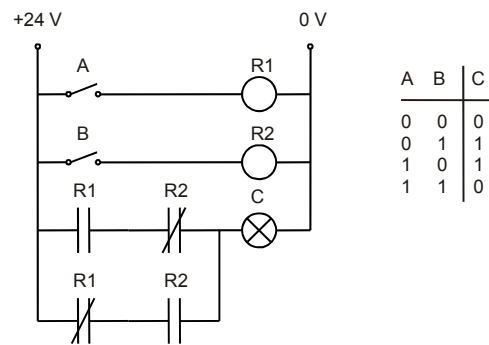


- Enakovredno vezavo lahko realiziramo samo, če ima stikalo mirovni kontakt



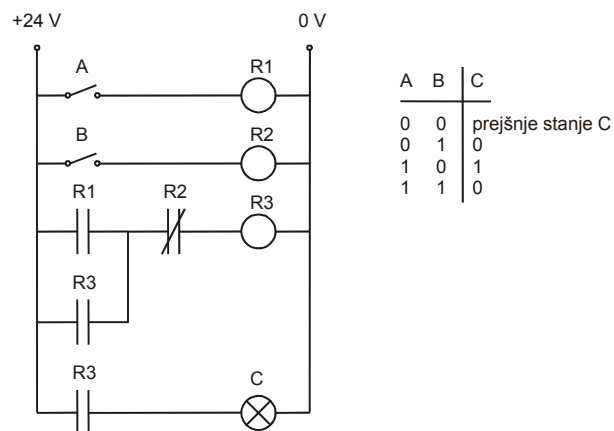
Operacija Ekskluzivni ALI

- Relejsko vezje



Pomnjenje

- Relejsko vezje



Drugi simboli relejskih vezij

Tipka				
Mejno stikalo				
Nivojsko stikalo			Grelnik	
Časovno stikalo			Motor	
Tlačno stikalo			Elektromagnet	
Temperaturno stikalo			Indikatorska lučka	

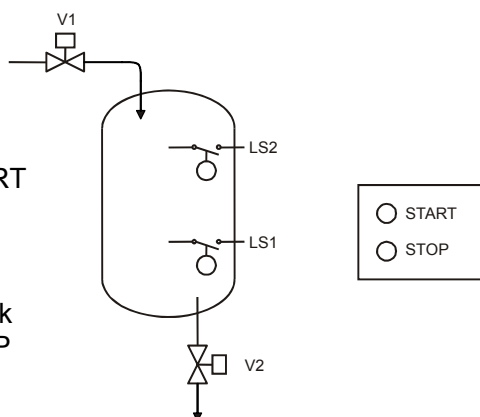
Primer

- Izmenično polnjenje in praznjenje rezervoarja

- shema procesa:

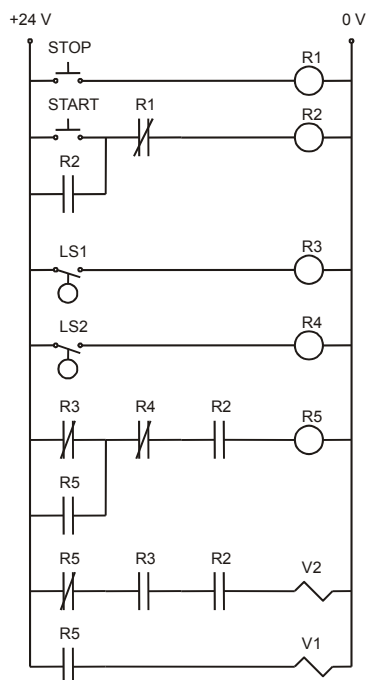
- zahteve:

- po pritisku tipke START se mora rezervoar napolniti do LS2, nato izprazniti do LS1 ter ponavljati postopek do pritiska tipke STOP



Primer

- Relejsko vezje



Uporabnost relejskih krmilij

- Prednosti
 - enostavna izvedba logičnih operacij, enostavno razumevanje
 - enostavna diagnostika in vzdrževanje
 - neobčutljivost na motnje – zato še vedno v uporabi pri varnostnih in zaščitnih vezjih
- Slabosti
 - rabijo precej prostora
 - poraba energije
 - kompleksno ožičenje pri zahtevnejši logiki
 - težavne predelave

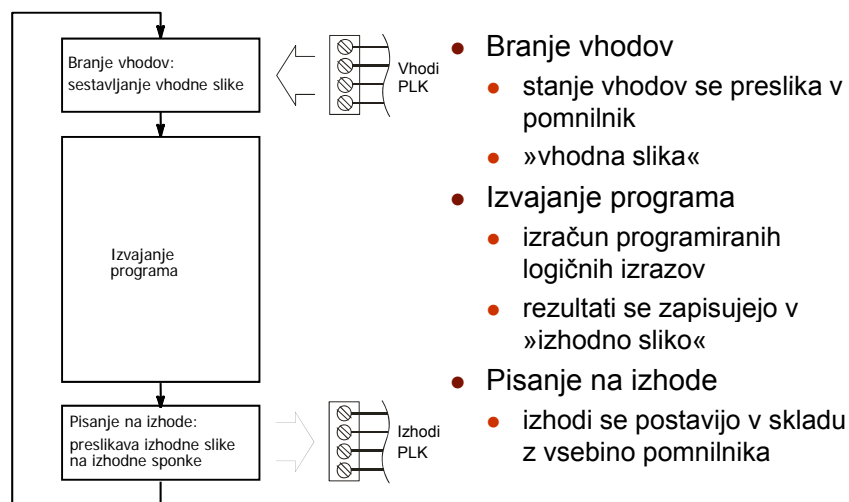
3.3 Programirljivi logični krmilniki

- Zasnovani z namenom izrabe računalniških zmogljivosti za logično krmiljenje procesov
- Računalniki prirejeni za vodenje procesov
 - opremljeni z vhodno/izhodnimi moduli, robustno zgrajeni za industrijsko okolje in enostavni za programiranje
- Tuja oznaka:
 - PLC - Programmable Logic Controllers
 - SPS - Speicherprogrammierbare Steuerungen
- Najpogosteje uporabljena izvedba logičnega in sekvenčnega vodenja v industrijski avtomatizaciji

Primeri



Način delovanja PLK



Nekatere prednosti PLK

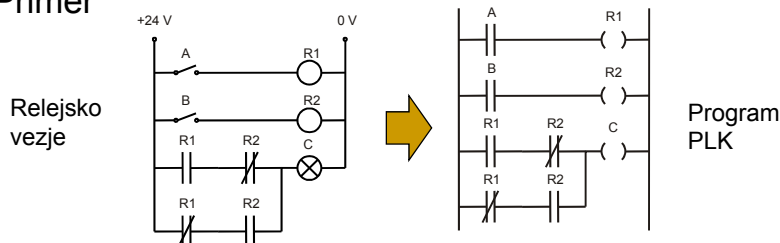
- **Enostavna vgradnja**
 - vgradnja v standardno električno omaro
 - enostavna priključitev signalov, ki ne zahteva posebnih orodij in/ali znanja
- **Programiranje preko osebnega računalnika**
- **Enostavno dokumentiranje**
 - izpis programa na tiskalnik
- **Hitro in enostavno vnašanje sprememb v krmilno logiko**
- **Možnost komunikacije s drugimi računalniškimi sistemi**

3.4 Programiranje logičnih krmilnikov z lestvičnimi diagrami

- Za programiranje PLK se uporabljajo različni programski jeziki
 - tekstovni
 - nizkonivojski – podobni zbirniku
 - visokonivojski – podobni jeziku C in Pascal
 - grafični
 - ponazoritev logičnih funkcij z logičnimi vrati in drugimi bloki
 - ponazoritev logičnih funkcij z vezavami kontaktov in tuljav relejev
 - ponazoritev zaporedja operacij s stanji in prehodi med njimi
- Nekateri jeziki so standardizirani s strani IEC

Lestvični diagram

- Značilnosti
 - eden od najstarejših, a še vedno najbolj uporabljan jezik za programiranje PLK
 - izhaja iz relejskih krmilnih vezij, katerih oblika spominja na lestev
 - za programiranje so elemente relejskih vezij prilagodili
- Primer




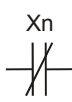
Gradniki lestvičnega diagrama

- **Kontakti**

- vse vrste stikal, tipk in kontaktov predstavljajo za krmilnik zgolj visoko ali nizko stanje na vhodni sponki

- zato enoten simbol:

- delovni kontakt  x_n če preverjamo, ali je na vhodni sponki visoko stanje (prevaja pri logični 1)

- mirovni kontakt  x_n če preverjamo, ali je na vhodni sponki nizko stanje (prevaja pri logični 0)

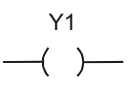
- z istim simbolom lahko preverjamo (beremo) tudi stanje izhodne sponke ali notranje stanje

Gradniki lestvičnega diagrama

- **Tuljave**

- vsi izvršni členi, ki so priključeni na krmilnik, so s stališča programa zgolj izhodna sponka, ko jo je treba vključiti ali izključiti

- zato enoten simbol:

- tuljava  $Y1$ prireditev vrednosti bodisi izhodu bodisi notranjemu stanju

- vrednost se priredi glede na prevajanje vezja pred tuljavo

- če vezje prevaja, se izhodna sponka vključi (postavi v visoko stanje)
- če vezje ne prevaja, se izhodna sponka izključi (postavi v nizko stanje)

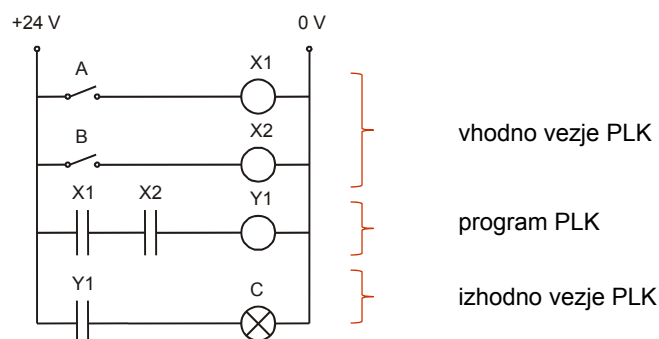
Gradniki lestvičnega diagrama

- Drugi elementi
 - tuljave z inverznim delovanjem, tuljave s pomnjenjem (set/reset)
 - funkcije in funkcijski bloki (npr. zakasnitve, števcji ...)
- Povezave
 - elemente vstavljamo med dve navpični črti, ki simbolizirata napajanje vezja (desna črta se včasih opušča)
 - vodoravne povezave predstavljajo prenos logičnega stanja z gradnika na gradnik
 - navpične povezave predstavljajo operacijo logični ALI

Primeri lestvičnih diagramov

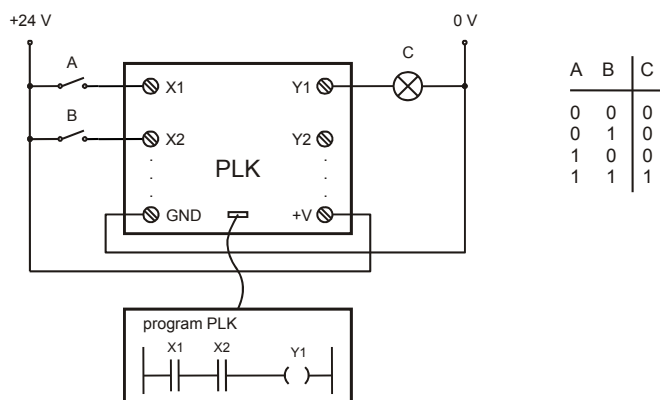
Operacija IN

- Izhajamo iz relejskega vezja, ki ga razširimo z dodatnim relejem



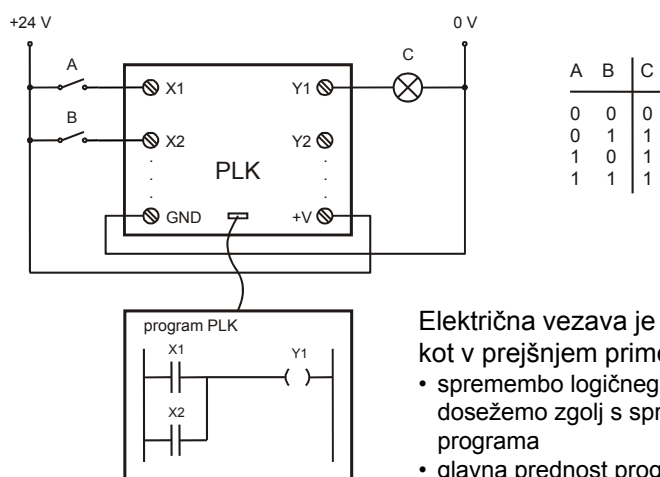
Operacija IN

- Izvedba s PLK in lestvičnim diagramom



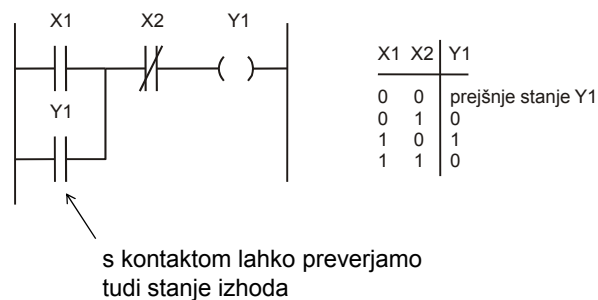
Operacija ALI

- Izvedba s PLK in lestvičnim diagramom



Pomnjenje

- Rišemo le program PLK
 - električna vezava je enaka kot prej



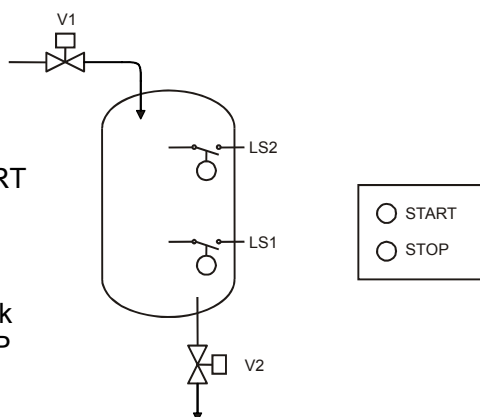
Primer

- Izmenično polnjenje in praznjenje rezervoarja

- shema procesa:

- zahteve:

- po pritisku tipke START se mora rezervoar napolniti do LS2, nato izprazniti do LS1 ter ponavljati postopek do pritiska tipke STOP



Prireditvena tabela

- Namesto električnega načrta običajno programu priložimo prireditveno tabelo
 - kako so fizični elementi krmilnega vezja povezani na vhodno/izhodne sponke krmilnika
 - v programu uporabljamo simbolična imena
- Primer:
 - izmenično polnjenje in praznjenje rezervoarja
 - prireditvena tabela:

START	X1
STOP	X2
LS1	X3
LS2	X4
V1	Y1
V2	Y2

Primer

- Lestvični diagram
 - poleg vhodno/izhodnih spremenljivk običajno uporabljamo še dodatne spremenljivke
 - notranja stanja krmilnika
 - program ni nujno v minimalni obliki
 - npr. v primeru spremenljivka POLNI ni nujno potrebna
 - boljša preglednost

