

SPOJENÁ ŠKOLA

Kysucké Nové Mesto

AUTOMATIZAČNÁ TECHNIKA

PRACOVNÝ ZOŠIT

Igor BUKOVINSKÝ

Kysucké Nové Mesto

2012

SPOJENÁ ŠKOLA

Nábřežná, 1325, 024 01 Kysucké Nové Mesto

AUTOMATIZAČNÁ TECHNIKA

PLC – Systémy 1

Úvod do činnosti a programovania
logického automatu SIEMENS S7-200

PRACOVNÝ ZOŠIT

Ing. Igor BUKOVINSKÝ, PhD.

Kysucké Nové Mesto

2012

OBSAH

ÚVOD

LEKCIA 1

Základy hardvéru a vývojové prostredie

- 1 ZÁKLADY HARDVÉRU
- 2 PROGRAMOVÉ PROSTREDIE STEP7 – MICROWIN32

LEKCIA 2

Elektropneumatické ventily ovládané PLC

- 1 ČINNOSŤ A OVLÁDANIE VENTILOV

LEKCIA 3

Základy programovania PLC, bitová logika

- 1 ZÁKLADNÉ INŠTRUKCIE BITOVEJ LOGIKY
- 2 ADRESOVANIE

LEKCIA 4

Logické funkcie a ich minimalizácia

- 1 TERMINOLÓGIA
- 2 ZÁPIS LOGICKEJ FUNKCIE
- 3 KARNAUGHOVA MAPA

LEKCIA 5

Časovače

- 1 ZÁKLADNÉ INFORMÁCIE
- 2 ČINNOSŤ ČASOVAČOV

LEKCIA 6

Úloha upínania a vŕtania

- 1 VÝZNAM POHYBOVÉHO POHYBOVÝ DIAGRAMU
- 2 ANALÝZA ČINNOSTI A ZAPOJENIA, POHYBOVÝ DIAGRAM

LEKCIA 7

Úloha podávania, upínania a vŕtania

1 ANALÝZA ČINNOSTI A ZAPOJENIA, POHYBOVÝ DIAGRAM

2 PROGRAM

POUŽITÁ LITERATÚRA

PRÍLOHY - PRAKTICKÉ ÚLOHY

LEKCIA 1

Základy hardvéru a vývojové prostredie

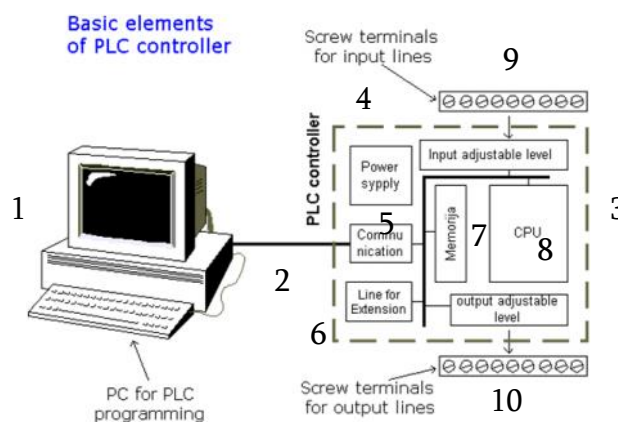
- Cieľ:**
1. Oboznámiť sa s PLC systémami a základom ich činnosti.
 2. Oboznámiť sa so systémom SIEMENS S-7 200
 3. Vysvetlenie princípu scanovacieho cyklu
 4. Oboznámenie s vývojovým prostredím STEP-7 Microwin 32

1 ZÁKLADY HARDVÉRU

PLC automat (**obr. 1.1.**) predstavuje programovateľné zariadenie, ktoré sa používa na riadenie rôznych procesov, najčastejšie v priemyselných podmienkach. PLC sa preto dá zaradiť do skupiny priemyselných počítačov.

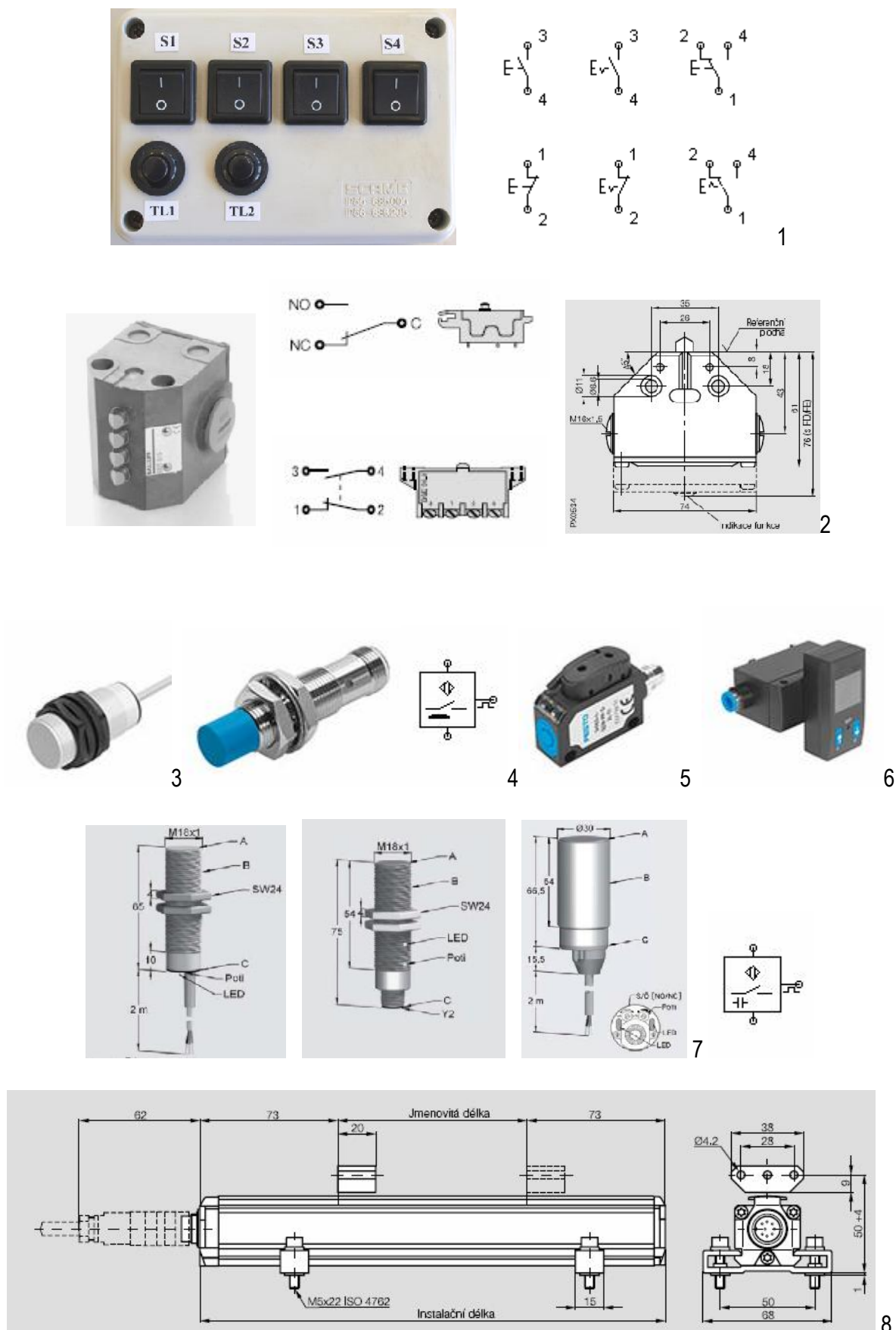
Jedná sa o integrované riešenie, ktoré v sebe zahŕňa súbor vstupných portov (VSTUPY), ktoré vyhodnocujú prítomnosť/úroveň signálu. Zapájajú sa na ne rôzne spínače a snímače (**obr. 1.2.**). Ďalej obsahuje mikroprocesorovú a pamäťovú časť, ktoré sa podieľajú na behu vloženého programu a súbor výstupných portov (VÝSTUPY), ktoré slúžia na priame alebo nepriame spínanie akčných členov (**obr. 1.3.**), napr. pneumatikých prvkov, pohonov a pod. na základe vykonávaného vloženého programu. Tieto časti PLC sú doplnené obslužnými a doplnkovými prvkami. Z hľadiska riadenia sa jedná najčastejšie o diskretné riadenie procesov (t.j. ZAPNUTÉ/VYPNUTÉ), rozširujúce moduly umožňujú aj analógové riadenie (t.j. SPOJITÉ V ČASE). Samotný beh programu je vždy vykonávaný číslicovým počítačom - procesorom.

Základná štruktúra („malých“) PLC automatov je veľmi podobná:



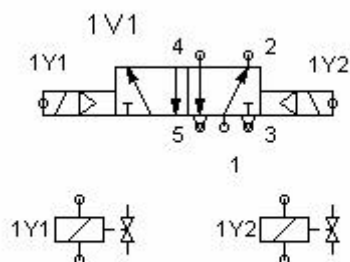
Obr. 1.1 Základná štruktúra malého PLC systému

- 1 – externý počítač s programovým a vývojovým prostredím, 2 – prepojovací kábel (prenosová linka),
3 – PLC automat, 4 – napájanie, 5 – komunikačné rozhranie, 6 – rozširujúci port,
7 – pamäť na program, 8 – procesor, 9 – vstupné porty, 10 – výstupné porty

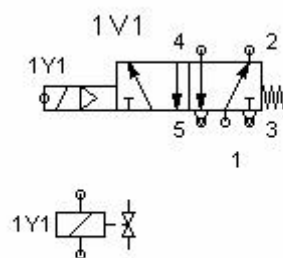


Obr. 1.2 Snímače

1 – mechanické spínače a tlačítka, 2 – elektromechanické koncové snímače (spínače) polohy, 3, 4 – indukčné snímače, 5 – optický snímač, 6 – prietokový, 7 – rôzne druhy kapacitných snímačov, 8 – lineárny snímač polohy



3



4



5

Obr. 1.3 Akčné členy a pohony

1,2 – prietokové ventily, 3 – bistabilný elektropneumatický rozvádzač, 4 – monostabilný elektropneumatický zozvádzač, 5 – pohony (spínanie a riadenie zriedkavo priamo, častejšie cez medzičlánok, stykač, frekvenčný menič)

Na ovládanie PLC, procesov a zobrazenie ich priebehu sa často používa periféria nazývaná Touchpanel (obr. 1.4).



Obr. 1.4 Rôzne druhy touch panelov

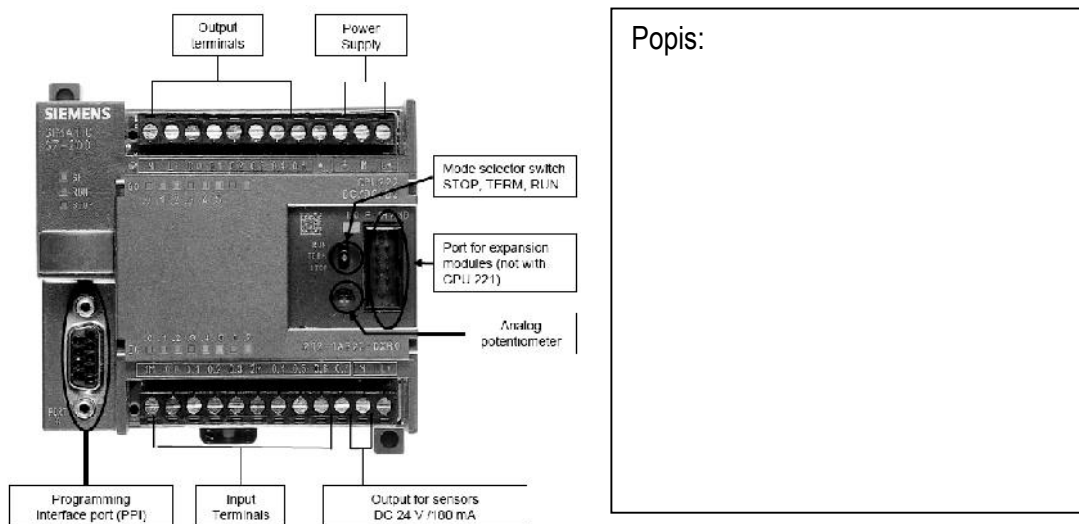
PLC slúžia na riadenie rôznych technologických a iných operácií:

- procesy obrábania,
- riadenie výrobných liniek,
- spínanie osvetlenia a pohonov,
- rôzne logistické úlohy a pod.

Medzi výhody PLC systémov je možné zaradiť:

- univerzálnosť,
- spoľahlivosť,
- jednoduché rozdelenie riadiacej štruktúry do samostatných celkov (opak centralizovanosti),
- modulovosť,
- dobrá odladiteľnosť (jednoduchých) programov,
- vysoká stabilita jednoduchého operačného systému,
- autonómnosť po vložení programu.

Konkrétny príklad malého PLC systému patrí SIEMENS S-7 200 s procesorom 222. Jeho vonkajšie usporiadanie je na (obr. 1.5).

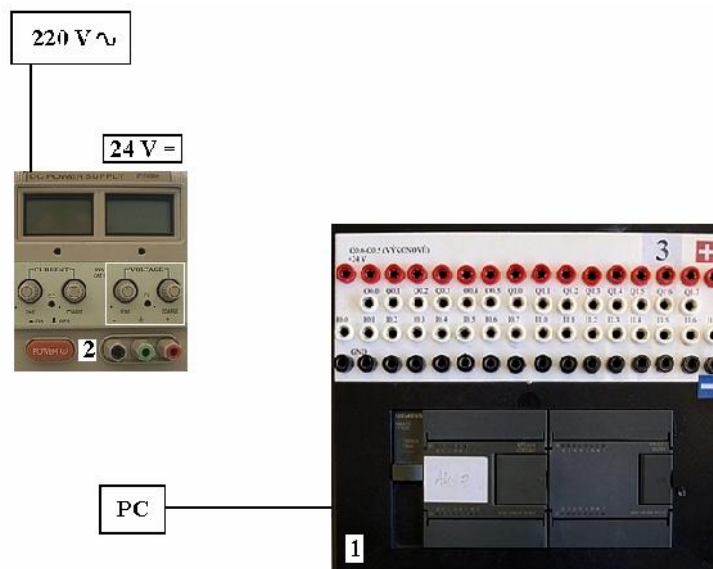
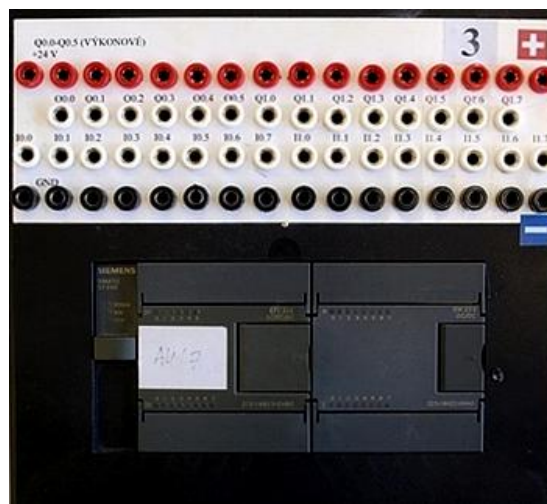


Obr. 1.5 SIEMENS S-7 200 CPU 222

PLC SIEMENS S-7 200 (na SPŠ KNM) obsahuje štandardne **8 vstupov** (Inputs) a **6 výstupov** (Outputs).

ÚLOHY:

1. Pozorne si prezrite PLC Siemens S-200 (**obr. 1.5.**). Na obrázku očísľujete jednotlivé pozície. Spolu s anglickými názvami ich popíšte. Dbajte na podrobný popis prepínača stavov a ich indikácie.
2. Nakreslite schematicky pripojenie PLC (**obr. 1.6.**) a tiež výučbového prípravku na elektrickú sieť. Zakreslite zapojenie niekoľkých vstupov a výstupov.
3. Vyhľadajte a založte si informácie o iných PLC, napr. na Internete – ich prevedenie, možnosti, typ riadených úloh, rozširiteľnosť a podobne.

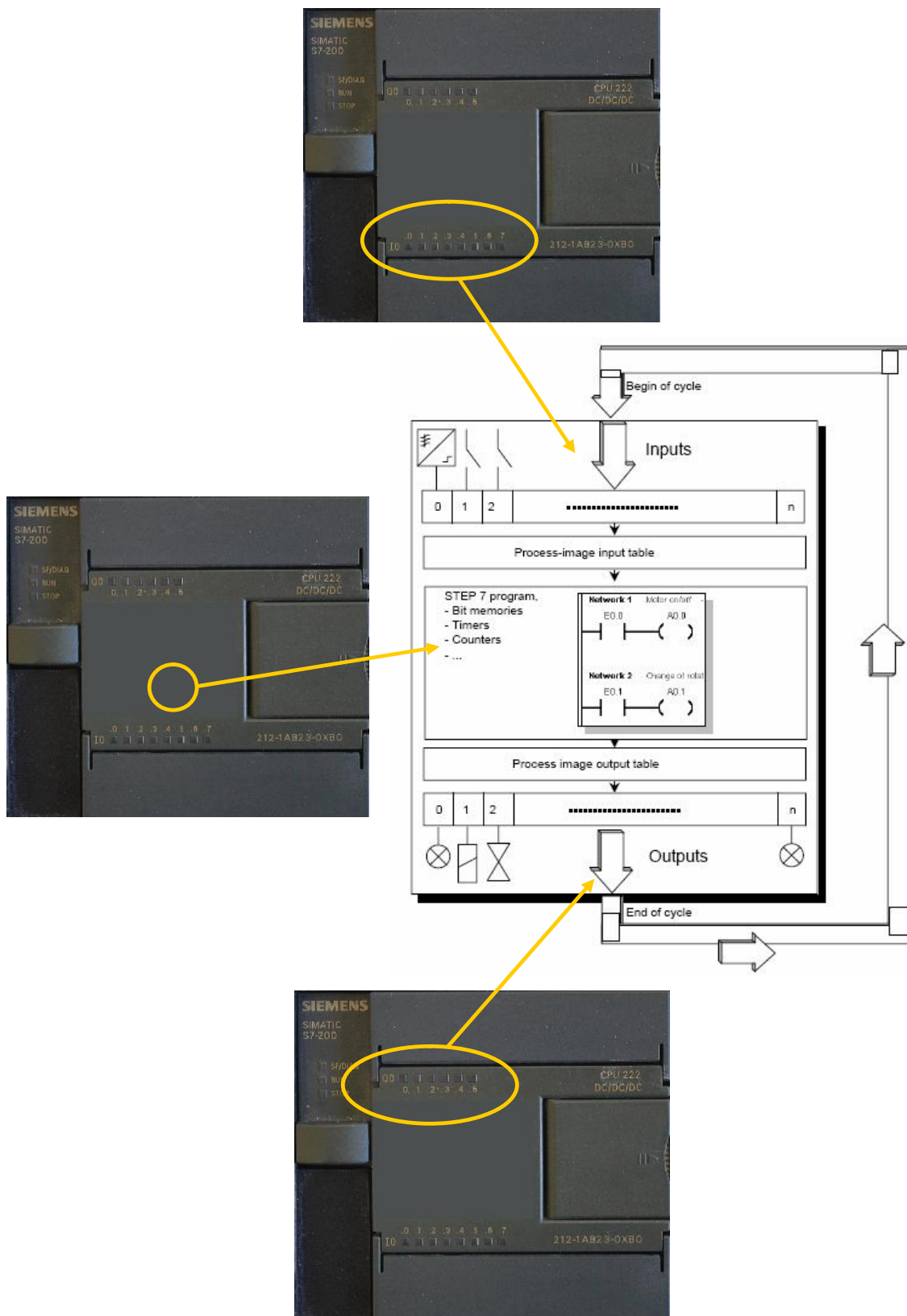


Obr. 1.6 Prepojenie učebného prípravku s napájaním

Význam pozícií:

1 –

2 –



Obr. 1.7 Scanovací cyklus

Program vykonávaný PLC prebieha v tzv. SCANOVAČÍCH CYKLOCH. Tento scanovací cyklus sa neustále opakuje (**obr. 1.7.**). Fyzická práca s fyzickými vstupmi/výstupmi sa deje len v istej fáze scannovacieho cyklu!

ÚLOHY:

4. Nakreslite scanovací cyklus v obvyklejší formě kružnice a popíšte její části.
5. Čo je to scanovací cyklus? Aký je rozdiel medzi diskretným a spojitým signálom?

2 PROGRAMOVÉ PROSTREDIE STEP7 – MICROWIN32

Pri programovaní úloh pre PLC sa využíva vývojové prostredie Step-7 Microwin 32 (**obr. 1.8.**) na osobnom počítači s operačným systémom Windows. Po odladení programu sa tento cez sériový kábel posiela do pamäti PLC. Po odpojení kábla zostáva v pamäti PLC až po vloženie nového programu. Samotná činnosť PLC pri vykonávaní programu je následne autonómna.

ÚLOHY:

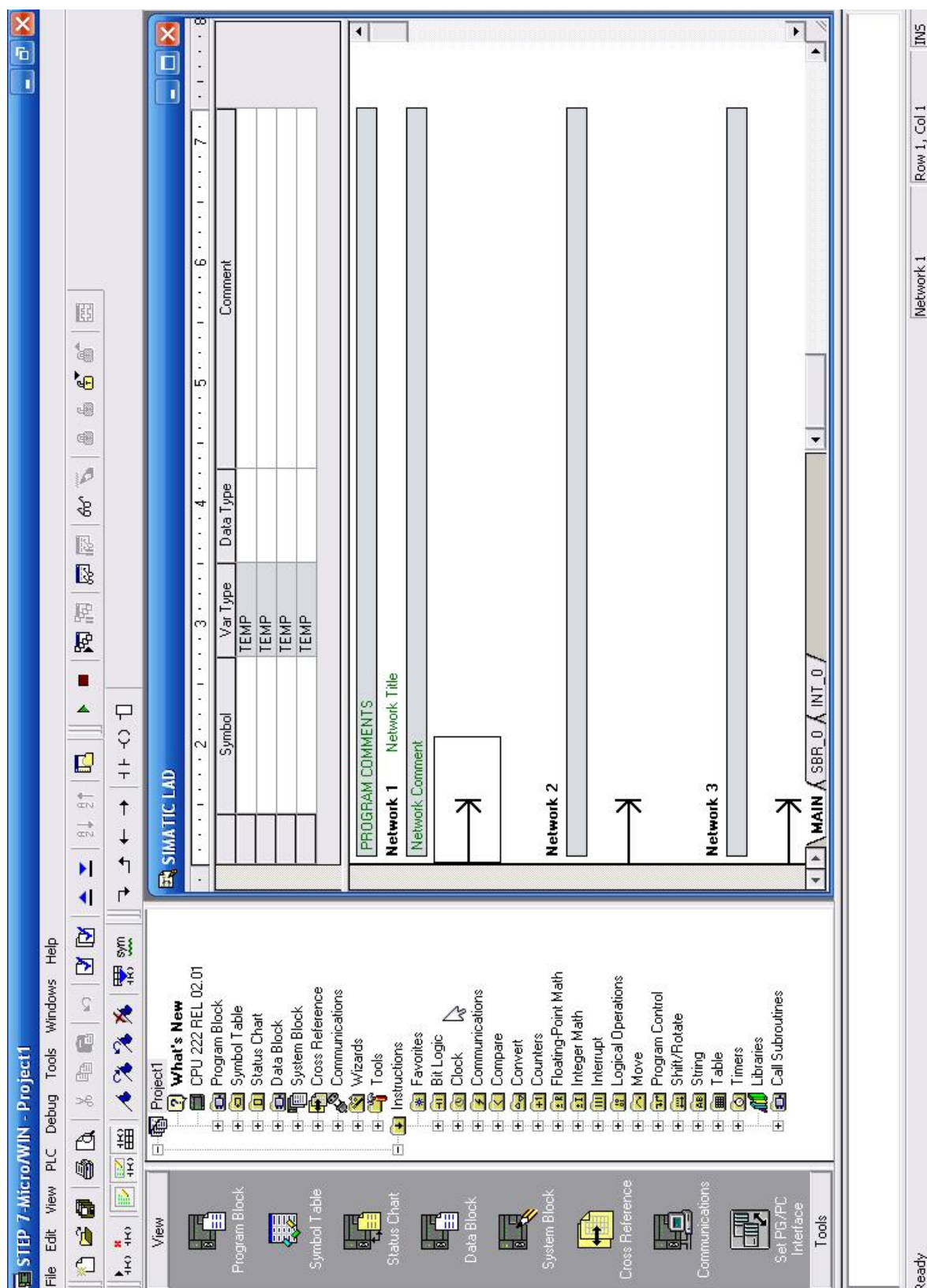
6. Očíslujte a popíšte jednotlivé časti vývojového prostredia. Bližšie sa zamerajte sa na Networky a neskoršie vykonávanie programu (inštrukcie v Networkoch nemôžu byť vo vzájomnom konflikte). Ozrejmte vkladanie komentárov.

Program je možné písať viacerými spôsobmi, a to ako:

- STL – Statement Logic, program má alfanumerický zápis inštrukcií a operandov, spôsob zápisu sa podobá programovaniu v assembleri.
- LAD – Ladder Diagram, program je tvorený graficky znázornenými inštrukciami, napr. spínačmi, časovačmi a pod. V podstate sa jedná o určitú analógiu s kontaktnými schémami, kedy sú medzi + zbernicou a GND zbernicou umiestnené rôzne zariadenia. Na vykonávanie programu sa je možné potom pozeráť ako na tok elektrického signálu zľava doprava medzi týmito dvomi napájacími miestami, cez príslušné inštrukcie.
- FBD – Function Block Diagram, prepis inštrukcií sa podobá na elektrickú schému tvorenú elektronickými súčiatkami – logickými členmi a podobne. Tiež je možné akoby odsledovať tok informácie cez jednotlivé bloky – inštrukcie programu.

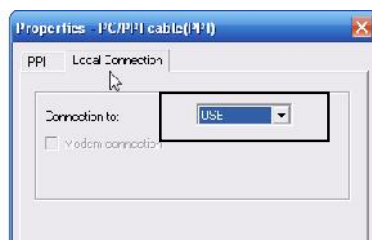
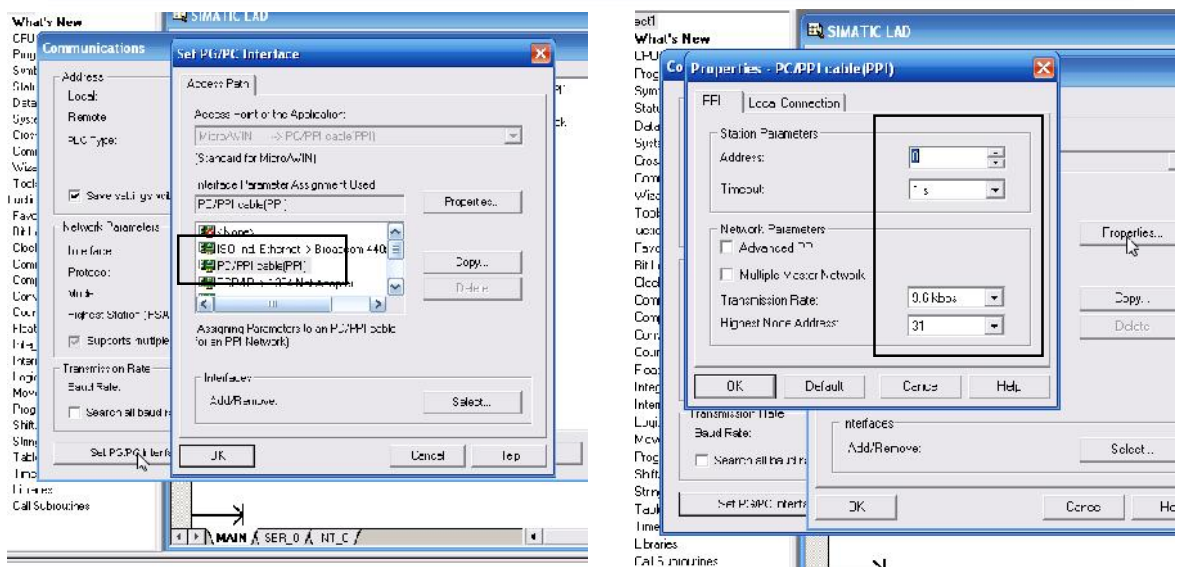
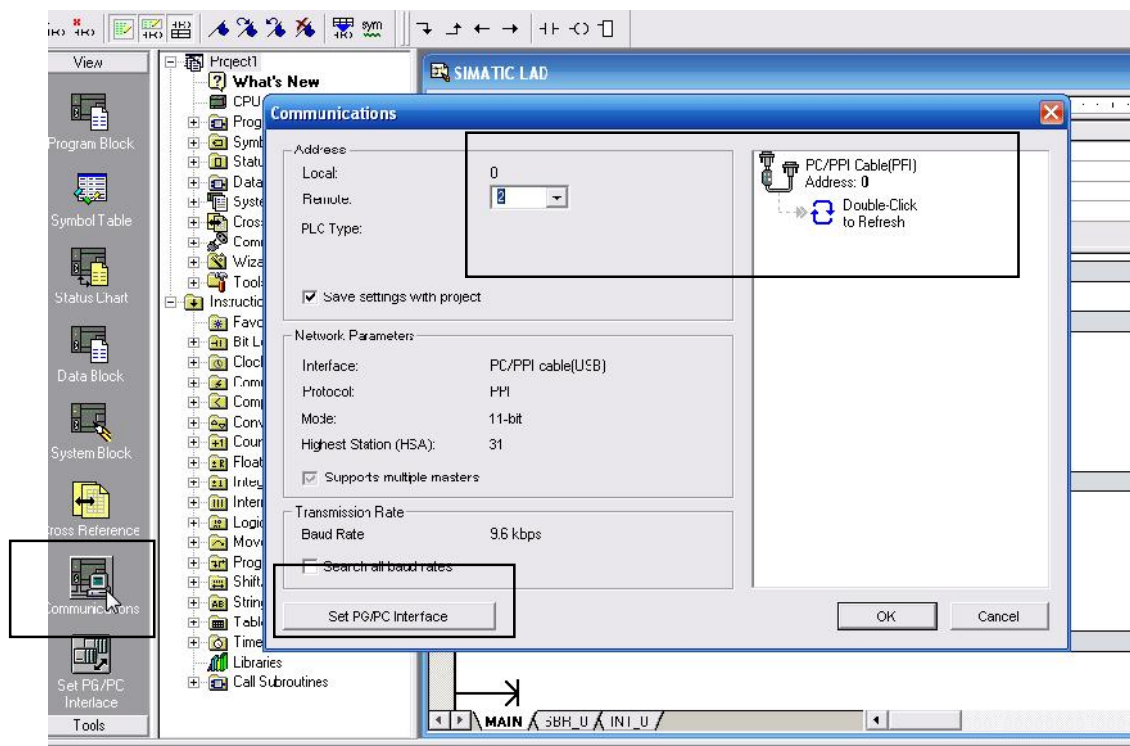
ÚLOHY:

7. Uveďte a popíšte príklady jednotlivých programovacích metód.



Obr. 1.8 Vývojové prostredie Step-7 Microwin 32

Pre korektnú komunikáciu PC – PLC je potrebné použiť kábel PC/PPI a požadované parametre komunikácie nastaviť (**obr. 1.9**). Spínač je pri tejto operácii nastavený na PLC do pozície TERM.



Obr. 1.9 Vývojové prostredie Step-7 Microwin 32

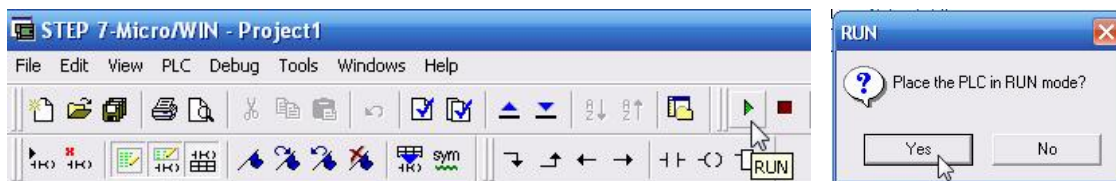
Po napísaní programu je tento potrebné preniesť do PLC. Program je nutné pred zaslaním do PLC skompilovať. Zjednodušený postup je na (obr. 1.10). Spínač je pri tejto operácii nastavený na PLC do pozície TERM. (Na neuvedených paneloch užívateľ potvrdzuje voľby YES, resp. OK.)



1. Skompilovanie programu



2. Download (vlozenie) programu do PLC

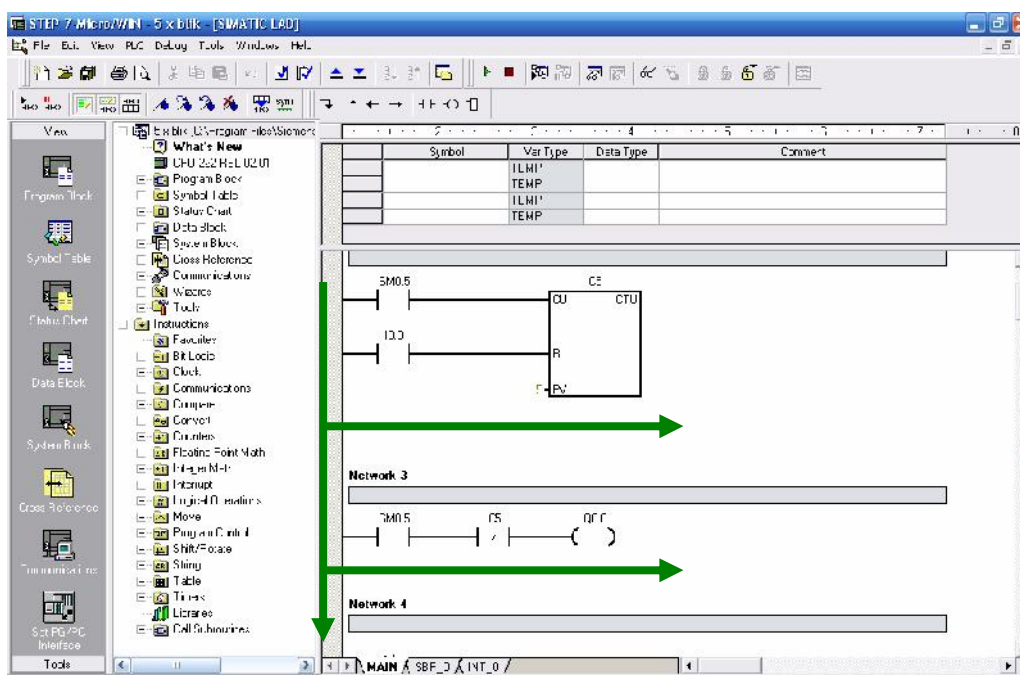


3. Uvedenie PLC do režimu RUN

Obr. 1.10 Prenos programu do PLC

ÚLOHY:

8. Slovné popíšte postup pre pripojenie PLC k PC a následné zaslanie programu do PLC. Využite počítač na ukážku. Jednoduchý predpripravený program pošlite do PLC.
9. Ako by bol realizovateľný opačný postup – upload programu z PLC do PC? Skúste nadviazať opačné spojenie – nahratie programu z PLC do PC.



Obr. 1.11 Vykonávanie programu v PLC (v scanovacom cykle)
Deje sa zhora nadol a po jednotlivých networkoch zľava doprava.

LEKCIA 2

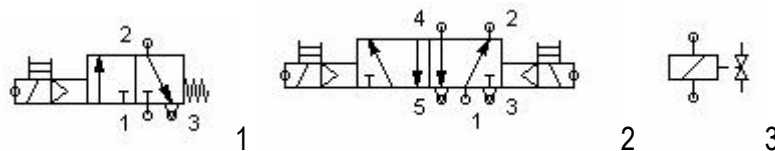
Elektropneumatické ventily ovládané PLC

- Cieľ:**
1. Oboznámiť sa elektropneumatickými viaccestnými ventilmi
 2. Rozlíšiť rozdiely v ich činnosti
 3. Popísať možnosti ich ovládania a riadenia

Na presmerovanie toku stlačeného vzduchu sa v pneumatike používajú viaccestné ventily – rozvádzače. Pokiaľ ich je možné ovládať prostredníctvom elektrických impulzov, hovoríme o elektropneumatických viaccestných ventiloch. Elektrický impulz prestavuje ventil do príslušnej pracovnej polohy a prepína tým smer toku pracovného média do pneumotora. Ich činnosť je zrejmá z obrázkov (obr. 2.1. až 2.9.). Elektropneumatická schéma činnosti tekutinového obvodu sa potom skladá z dvoch integrálnych častí – pneumatickej (pneuprvky) a elektrickej (ovládanie/riadenie).

Elektropneumatické ventily (obr. 1.3., 2.1.) sú z hľadiska činnosti vyhotovené ako tieto druhy:

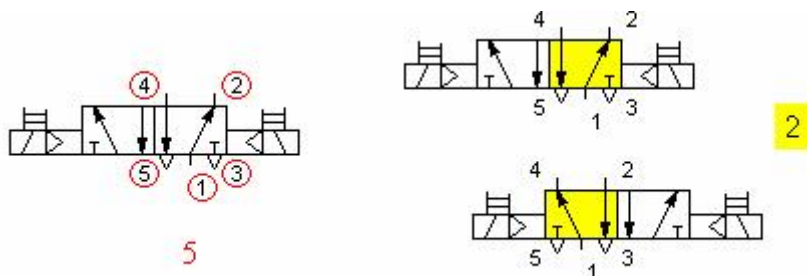
- **Monostabilné** – ventil je ovládaný impulzom len do jednej pracovnej polohy, do základnej polohy ho vracia pružina
- **Bistabilné** – je prepínaný do oboch pracovných polôh elektrickým impulzom, pričom po deaktivácii cievky („odbudení“) zachováva aktuálne nastavenú polohu.



Obr. 2.1 Viaccestné elektropneumatické ventily

1 – monostabilný 3/2, 2 – bistabilný 5/2,
3 – označenie elektropneumatického ventilu príslušajúce elektrickej časti schémy tekutinového obvodu

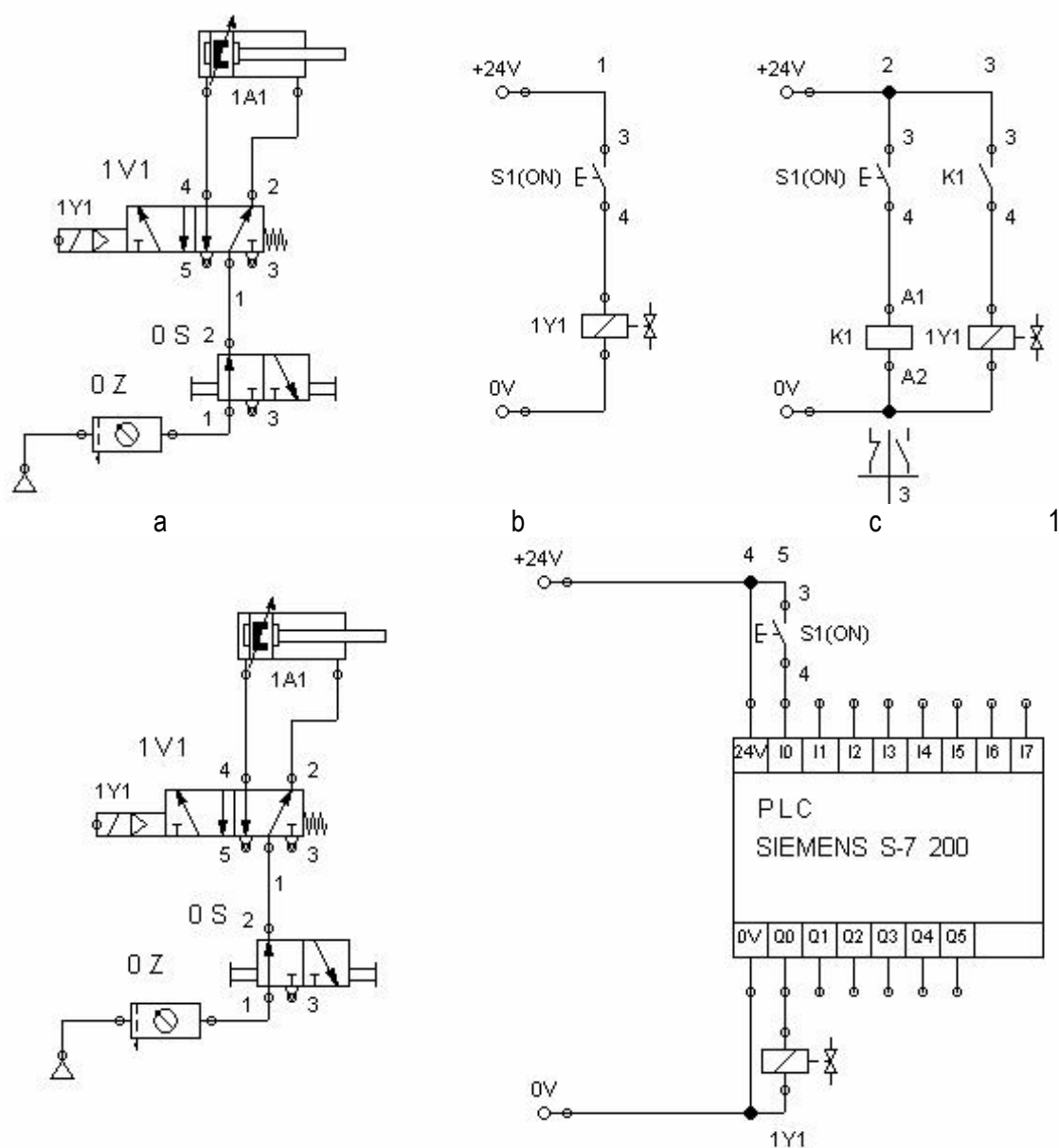
Označenie elektropneumatických prvkov z hľadiska ich vnútorného usporiadania (obr. 2.2.):



Obr. 2.2 Vývody a pracovné polohy

Elektropneumatický bistabilný ventil 5/2

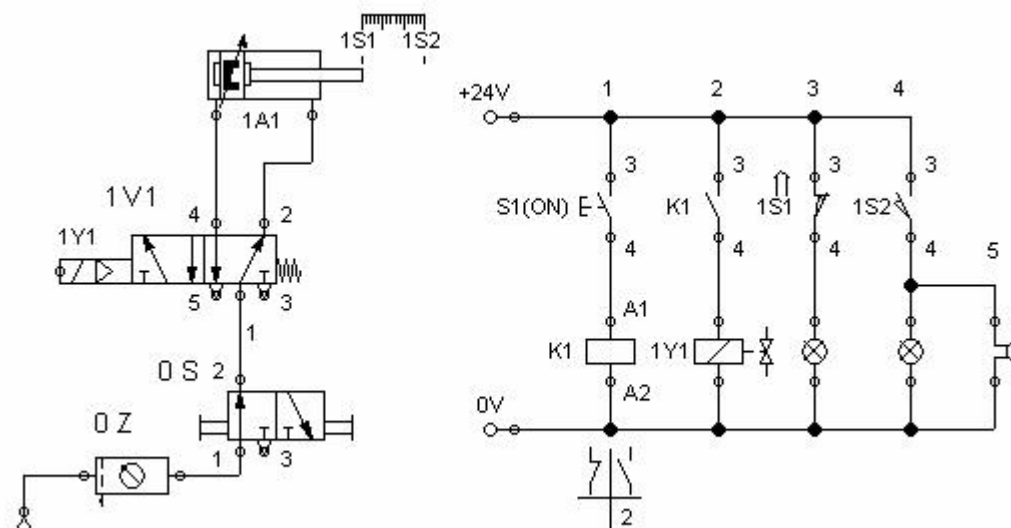
1 ČINNOSŤ A OVLÁDANIE VENTILOV



Obr. 2.3 Porovnanie ovládania elektropneumatického monostabilného ventilu a riadenia prstredníctvom PLC

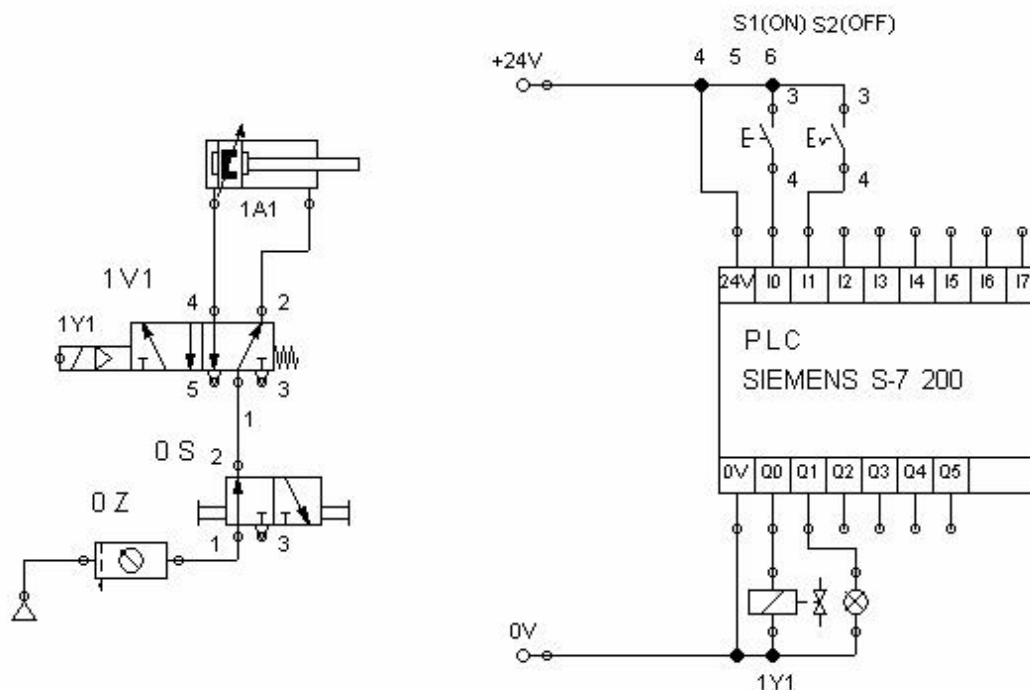
- 1 – elektropneumatické ovládanie
 a – pneumatická časť, b– priame ovládanie, c– nepriame ovládanie
 2 – riadenie prostredníctvom PLC, najjednoduchšie možné zapojenie

Schémy je možné podľa požiadaviek konštrukcie a funkcie doplniť o ďalšie prvky. Ide najmä o koncové spínače (snímače koncovej polohy) a signalizáciu. Príklady sú uvedené na nasledujúcich obrázkoch (obr. 2.4 až 2.9).

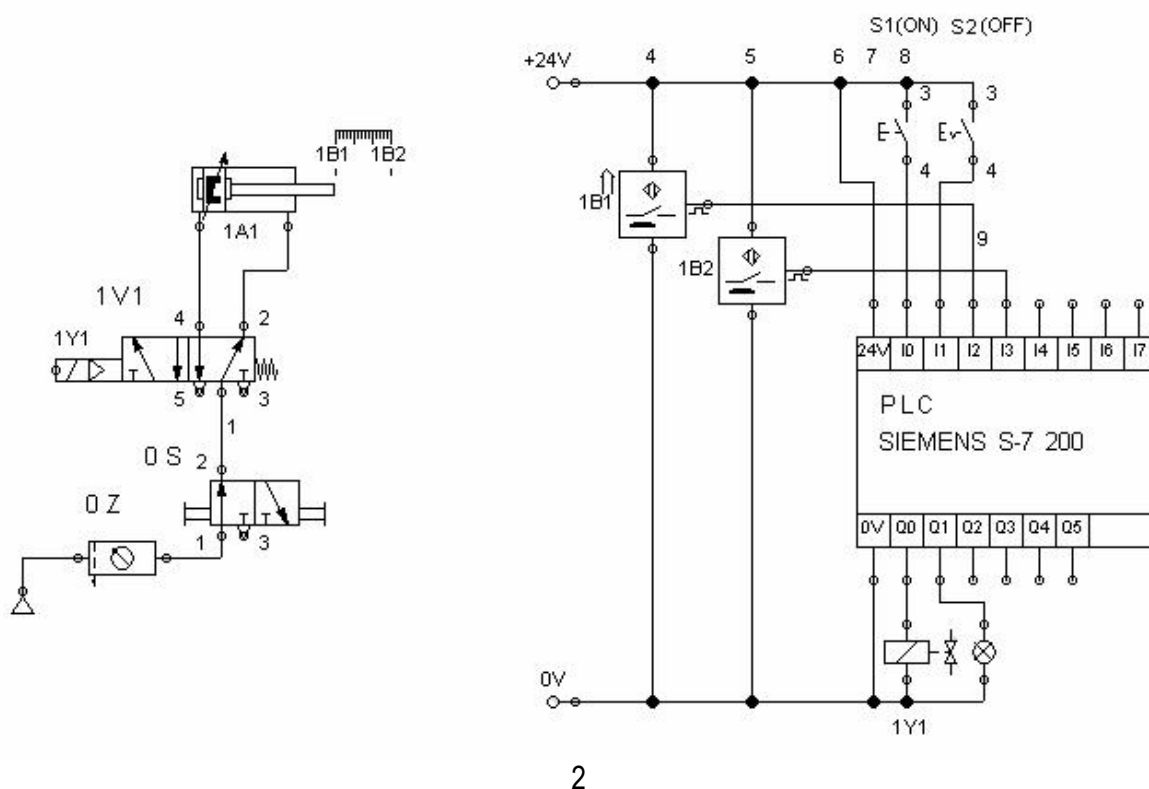


Obr. 2.4 Nepriame ovládanie monostabilného rozvádzača
Doplnené o signalizáciu koncových polôh

Koncové spínače sa v uvedenom prípade nepodieľajú nijakým spôsobom na riadení obvodu – slúžia len pre zopnutie signalizačných prvkov.

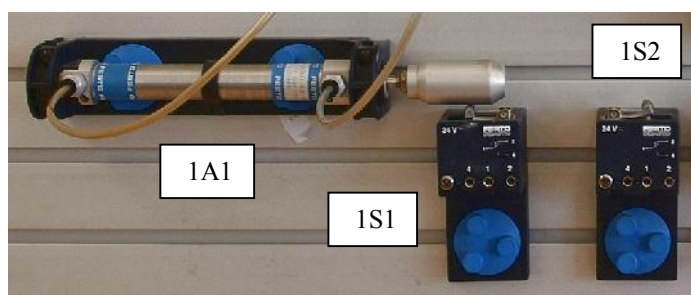
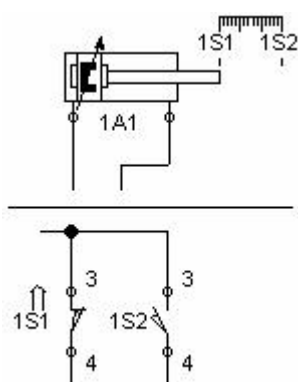


Obr. 2.5 Rozšírené možnosti zapojenia vstupov/výstupov k PLC
pri ovládaní monostabilného rozvádzača
Doplnenie tlačidiel a signalizácie

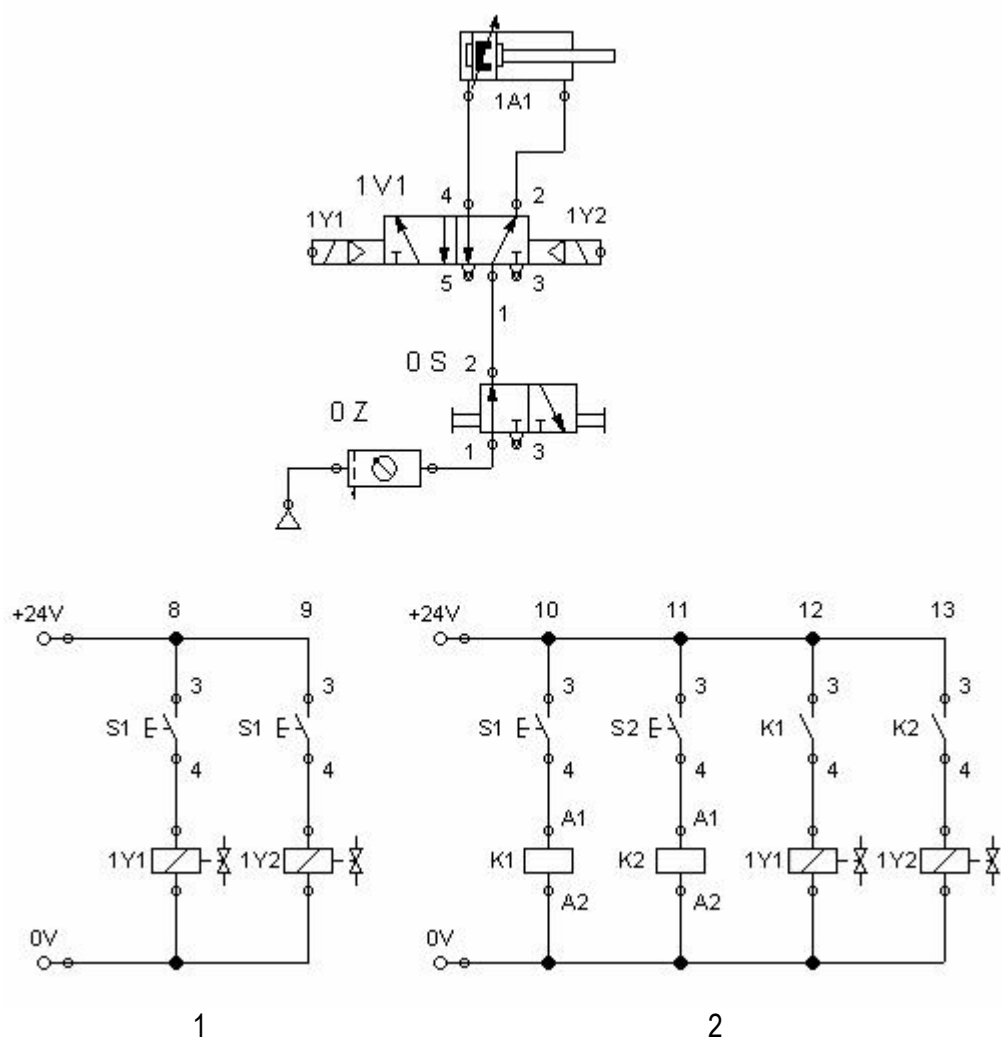


Obr. 2.6 Rozšírené možnosti zapojenia vstupov/výstupov k PLC
pri ovládaní monostabilného rozvádzača
Doplnenie tlačidiel koncových spínačov a signalizácie

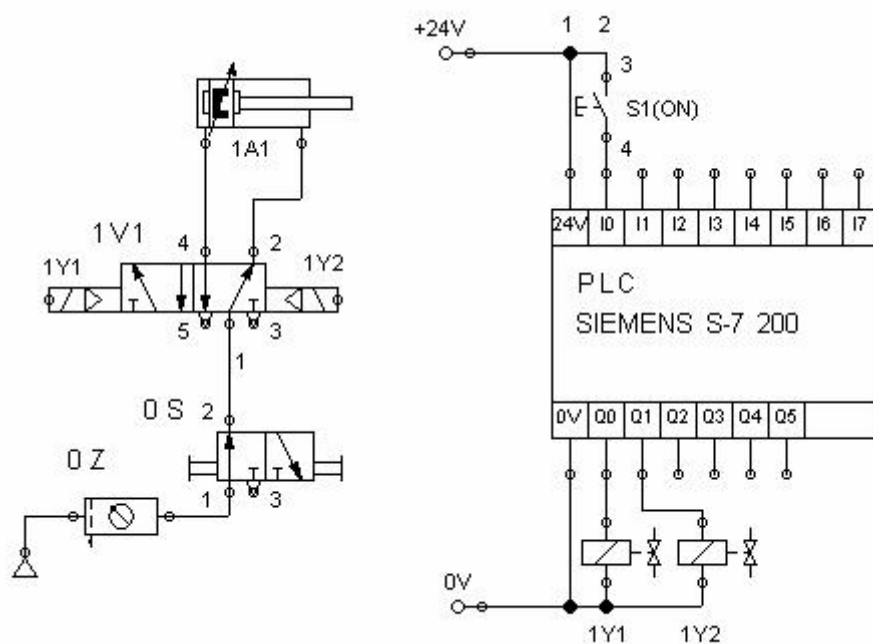
Použitie koncových spínačov (**obr. 2.7.**) s PLC nie je obmedzené na poskytnutie informácie o stave obvodu, ale naopak, ich signály sú vo väčšine prípadov využité pre vykonávaného programu (sekvenčnosti) a tým pre riadenie obvodu.



Obr. 2.7 Koncové spínače vo vzťahu k schéme

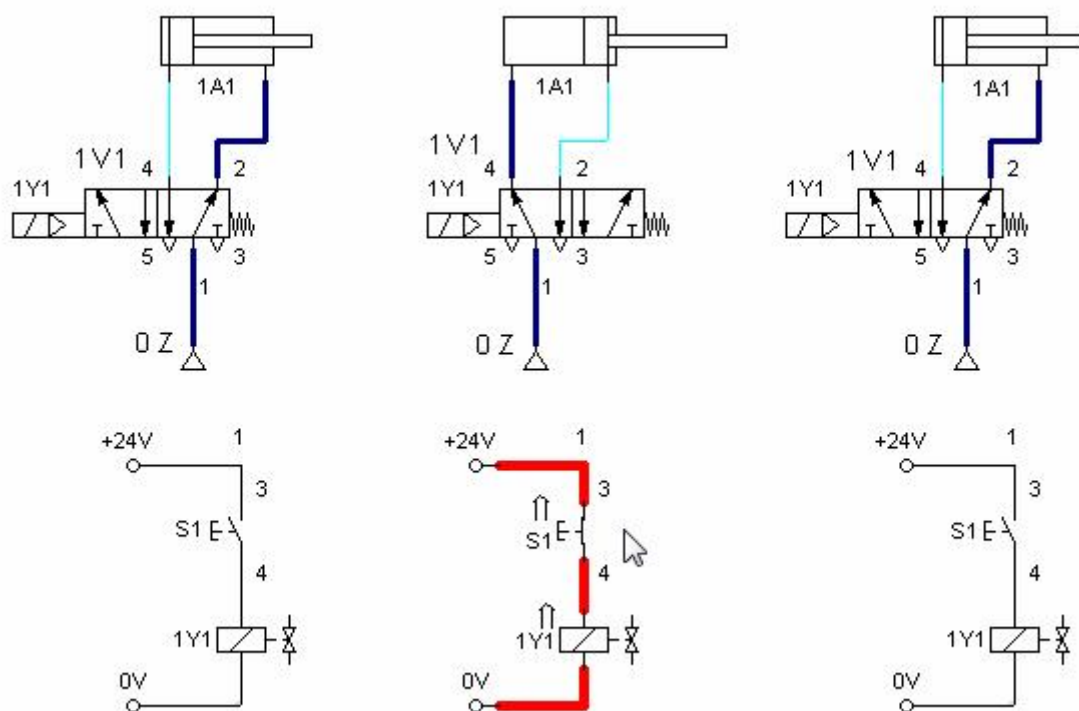


Obr. 2.8 Elektropneumatické ovládanie bistabilného rozvádzača
 1 – priame riadenie, 2 – nepriame riadenie



Obr. 2.9 Riadenie bistabilného rozvádzača prostredníctvom PLC – najjednoduchší možný prípad bez použitia koncových spínačov a signalizácie

Rozfrázovaná činnosť monostabilného a bistabilného rozvádzača je uvedená na nasledujúcej sérii obrázkov (**obr. 2.10., 2.11.**). Pre jednoduchosť je použité priame ovládanie. Schéma je po pneumatickej stránke maximálne zjednodušená.



Základná poloha rozvádzača.

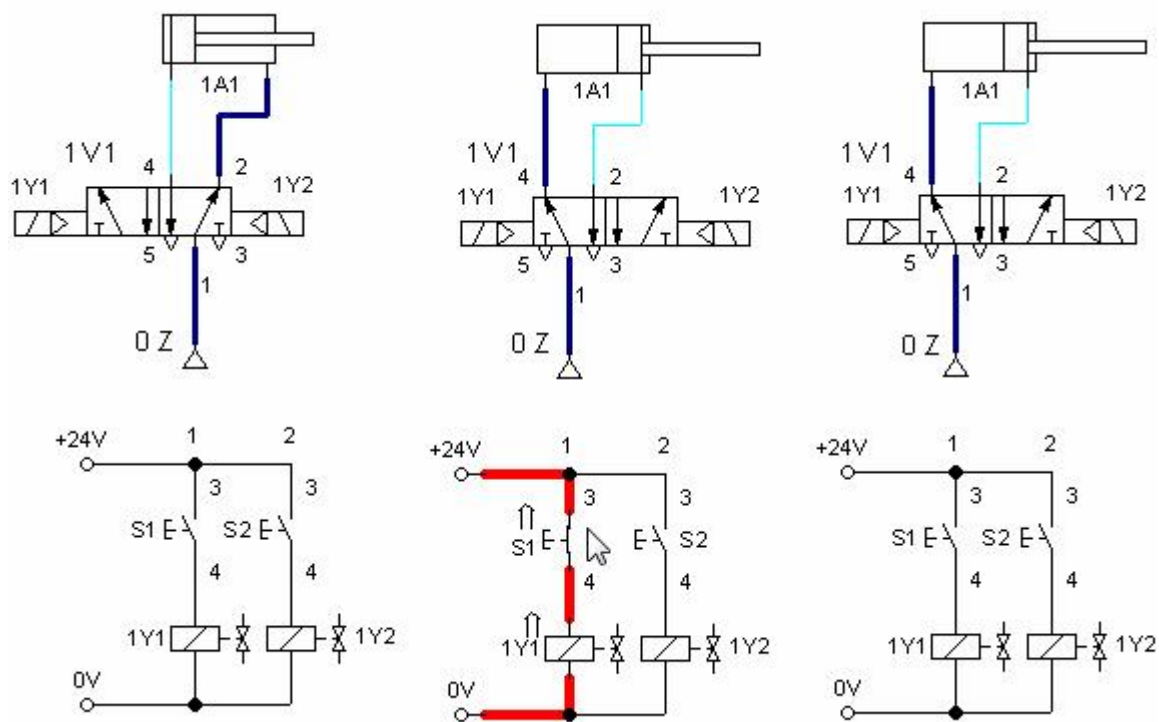
Aktivácia spínača. Kým je spínač v aktívnej polohe, rozvádzač je prestavený v druhej pracovnej polohe a piest je vysunutý.

Po deaktivácii spínača sa rozvádzač prestaví vratnou pružinou do základnej polohy a piest sa zasunie.

Obr. 2.10 Činnosť obvodu s monostabilným rozvádzačom – priame ovládanie

ÚLOHY:

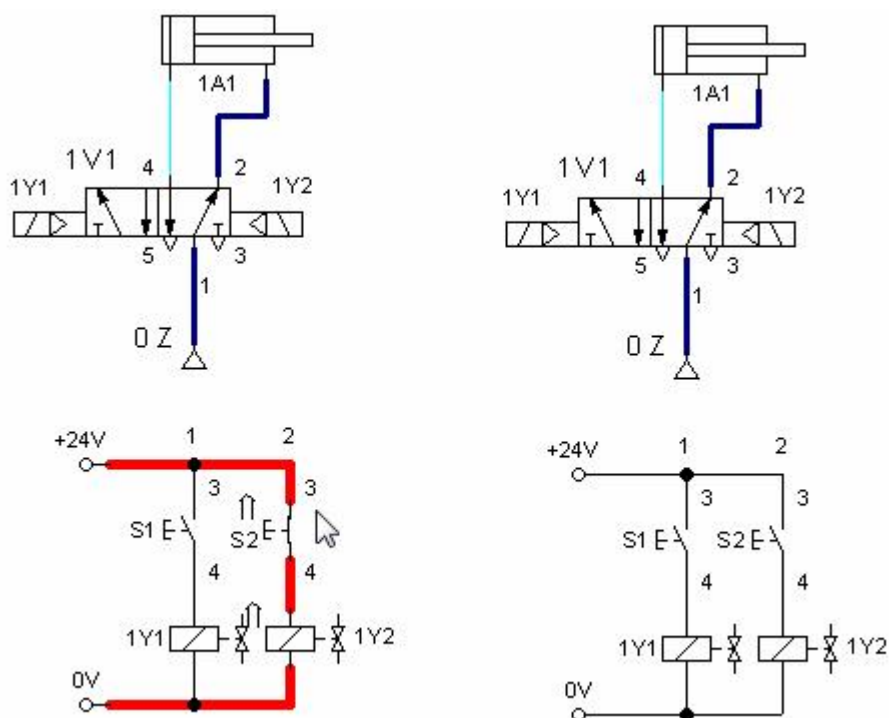
10. Popíšte činnosť monostabilného rozvádzača podľa obrázku.
Rozpíšte jeho značku, ktorá odráža aj jeho vnútorné usporiadanie.
11. Popíšte činnosť bistabilného rozvádzača podľa obrázku.
Dá sa zabezpečiť základná východisková poloha rozvádzača?
12. Diskutujte o potrebe koncových spínačov v technologických aplikáciách.
13. Modifikujte obrázky pre použitie bistabilného rozvádzača.
14. Dokreslite zapojenie (**obr. 2.12.**)
15. Vyskúšajte si priame a prípadne aj nepriame ovládanie cez relé a samoprídržný kontakt popísaný neskôr.



Východisková poloha.

Prestavenie rozvádzača aktivovaním spínača S1. Piest sa vysunie.

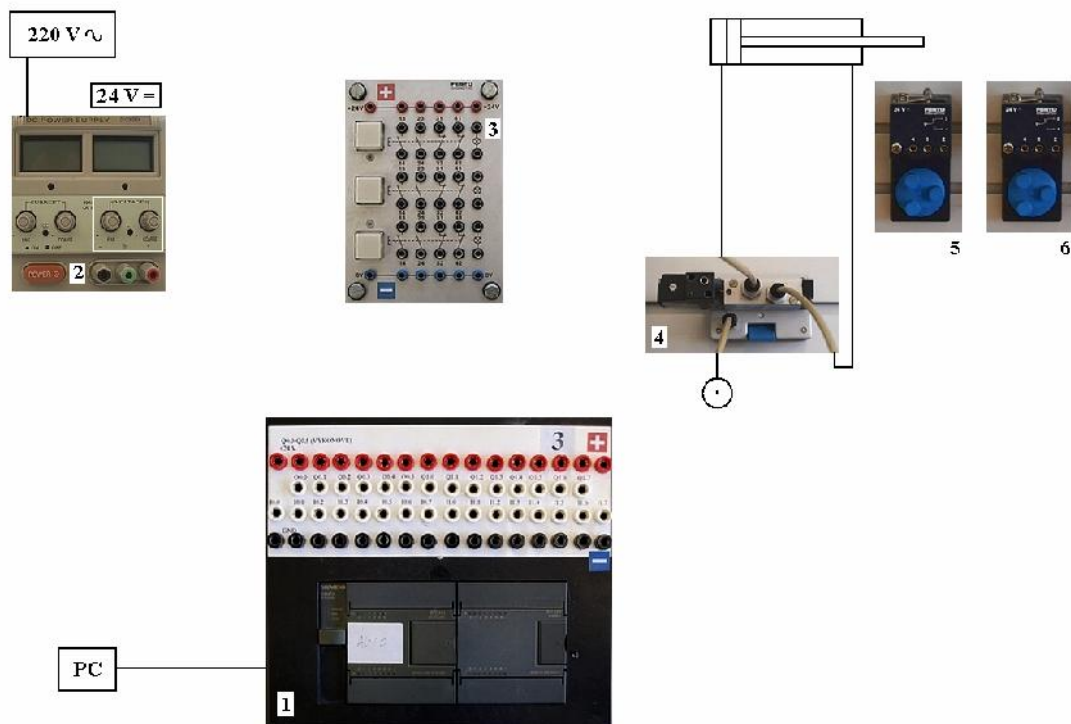
Po deaktivácii spínača S1 sa budenie cievky preruší, ale rozvádzač zachová polohu.



Prestavenie rozvádzača aktivovaním spínača S2. Piest sa vysunie.

Po deaktivácii spínača S2 sa budenie cievky preruší, ale rozvádzač zachová prestavenú polohu.

Obr. 2.11 Činnosť obvodu s bistabilným rozvádzačom – priame ovládanie



Obr. 2.12 Prepojenie PLC s perifériami
Ovládanie/riadenie monostabilného rozvádzača

- 1 –
- 2 –
- 3 –
- 4 –
- 5 –
- 6 –

ÚLOHY:

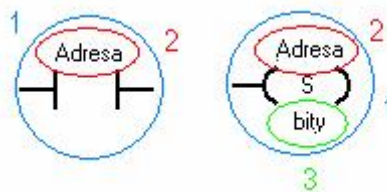
16. Prekreslite hore uvedený obrázok do podoby eletropneumatickej schémy.

LEKCIA 3

Základy programovania PLC, bitová logika

- Cieľ:**
1. Oboznámiť sa s inštrukciami bitovej logiky a ich použitím.
 2. Naučiť sa pracovať s rôznymi spôsobmi adresovania a vedieť popísať rozdiely medzi nimi.

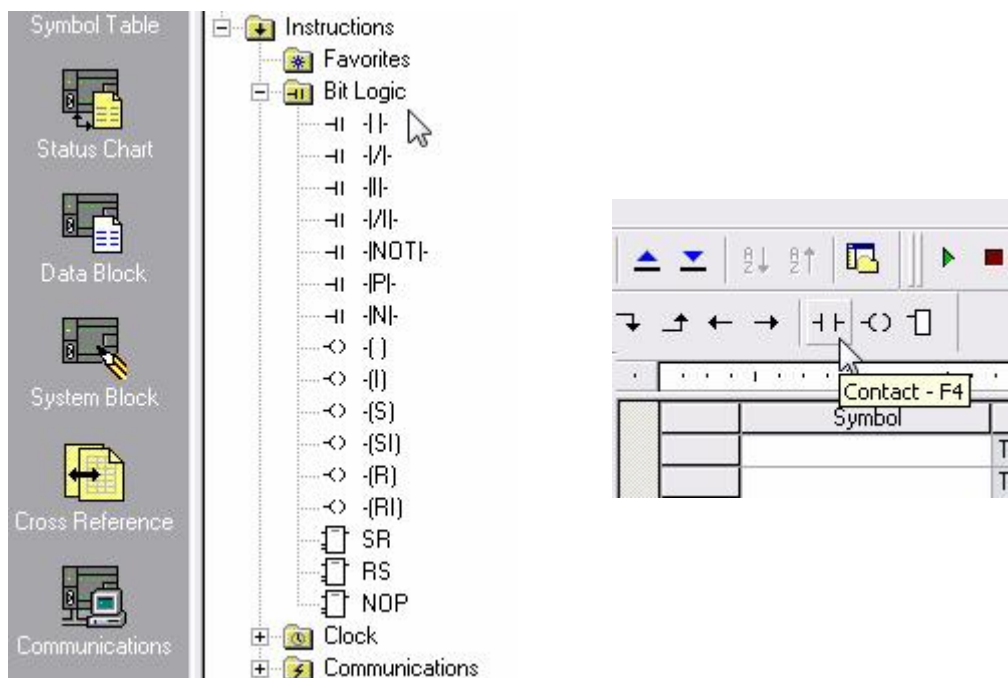
Pod inštrukciami bitovej logiky sa rozumejú také, ktoré pracujú s Booleovskými premennými; t.j. ktoré dokážu rozlíšiť (spracovať) len dva logické stavy: „0“ a „1“. Zápis inštrukcií bitovej logiky je na (obr. 3.1.):



Obr. 3.1 Grafické usporiadanie inštrukcií bitovej logiky (v LAD editore)

- 1 – inštrukcia, 2 – adresa pozostávajúca z identifikátora zariadenia a číselnej časti,
3 – nastavenie inštrukcie špeciálnym údajom

Inštrukcie je možné vyvolať vo vývojovom prostredí z viacerých miest, ako je znázornené na (obr. 3.2.):

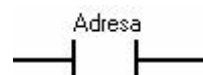
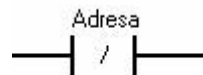
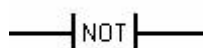


Obr. 3.2 Inštrukcie bitovej logiky (v LAD editore)

Umiestenie a vyvolanie v programovom prostredí Step 7 MicroWin32

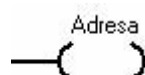
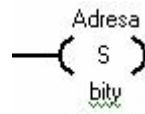
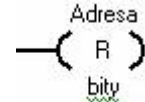
1 ZÁKLADNÉ INŠTRUKCIE BITOVEJ LOGIKY

Vstupy, vstupné podmienky:

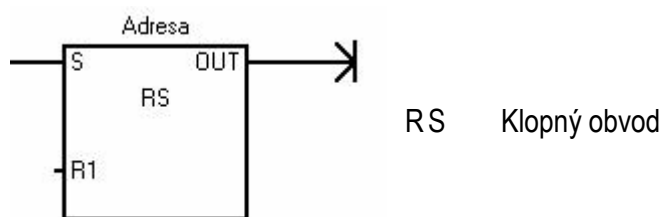
	Button Normally Open	Kontakt v kľude rozopnutý, aktiváciou sa zopne
	Button Normally Closed	Kontakt v kľude zopnutý, aktiváciou sa rozpojí
	Negácia	Negácia logickej úrovne za inštrukciou

Inštrukcie vstupu sú spínané buď fyzicky privedením impulzu na príslušný vstup (zmačknutím tlačítka), alebo kontakt aktivuje program iným spôsobom (aktiváciou výstupu, po naplnení pamäťovej bunky, zopnutím časovača a pod.)

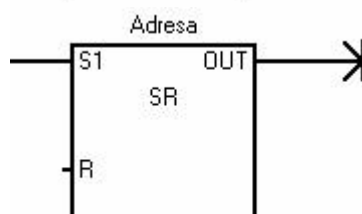
Výstupy, výstupné podmienky:

	Coil	Výstup, ktorý je zopnutý iba počas trvania (platnosti) logickej podmienky
	Set	Výstup, ktorý trvalo zopne (nastaví na „1“) príslušný počet bitov od zadanej adresy (vrátane)
	Reset	Výstup, ktorý vypne (nastaví na „0“) príslušný počet bitov od zadanej adresy (vrátane) – opak inštrukcie Set

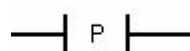
Ďalšie inštrukcie:



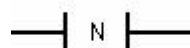
RS Klopny obvod



SR Klopny obvod



P Inštrukcia, ktorá vygeneruje impulz po detekcii **nábežnej** hrany (prechod z „0“ do „1“) na svojom vstupe



N Inštrukcia, ktorá vygeneruje impulz po detekcii **dobežnej** hrany (prechod z „1“ do „0“) na svojom vstupe

2 ADRESOVANIE

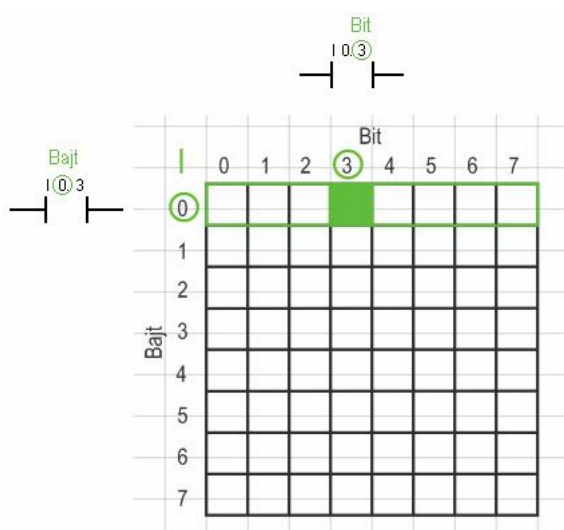
Môže byť:

1. Priame absolútne

Adresa je zadaná v štandardnom tvare periférie. Výhodou je, že inštrukcia je charakterizovaná priamo vo svojom „strojovom“ tvare, nevýhodou neprehľadnosť pri rozsiahlejších programoch.

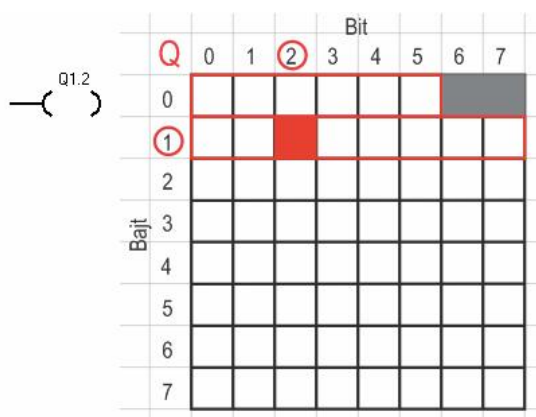
Skladá sa z:

- **Identifikátora**; identifikátormi sú:
I – Input – vstupy (**obr. 3.3**), Q – Output – výstupy (**obr. 3.4**), M – Memory – pamäťové bunky.
- **Číselnej časti** zapísanej systémom **Bajt-Bit**



Obráz vstupov

Obr. 3.3 Príklad na adresovanie vstupu

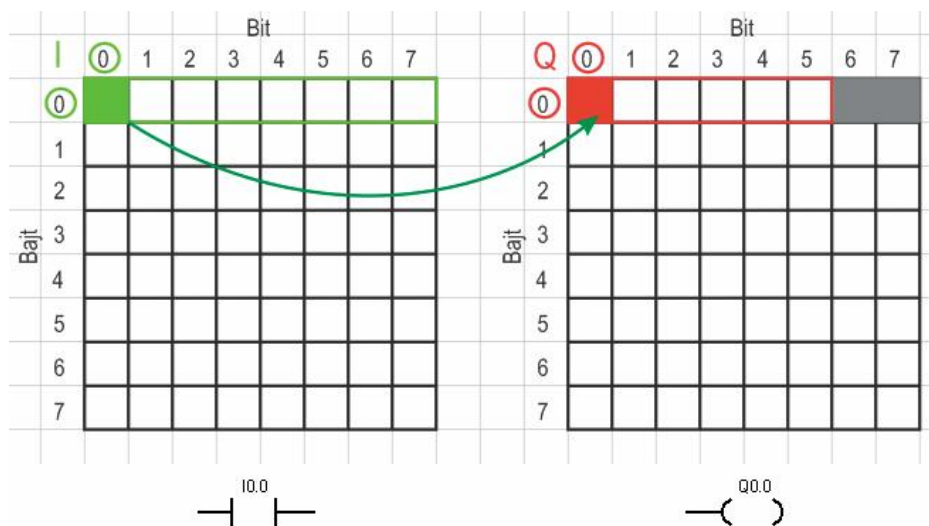


Obr. 3.4 Príklad na adresovanie výstupu

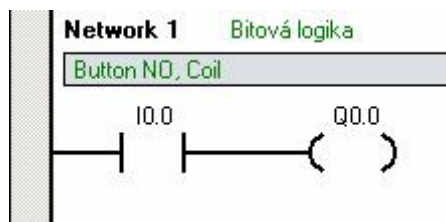
Príklad:

Všetky uvedené príklady na (obr. 3.5. až . 3.9.) sa chovajú tak, že po zmačnutí tlačítka sa aktivuje jeden výstup. Výstup je zopnutý len dovtedy, dokým je zmačnuté tlačítko.

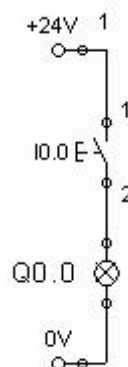
Adresovanie:



Program PLC:



Analógia s kontaktnou schémou:



Obr. 3.5 Príklad na priame adresovanie

2. Priame symbolické

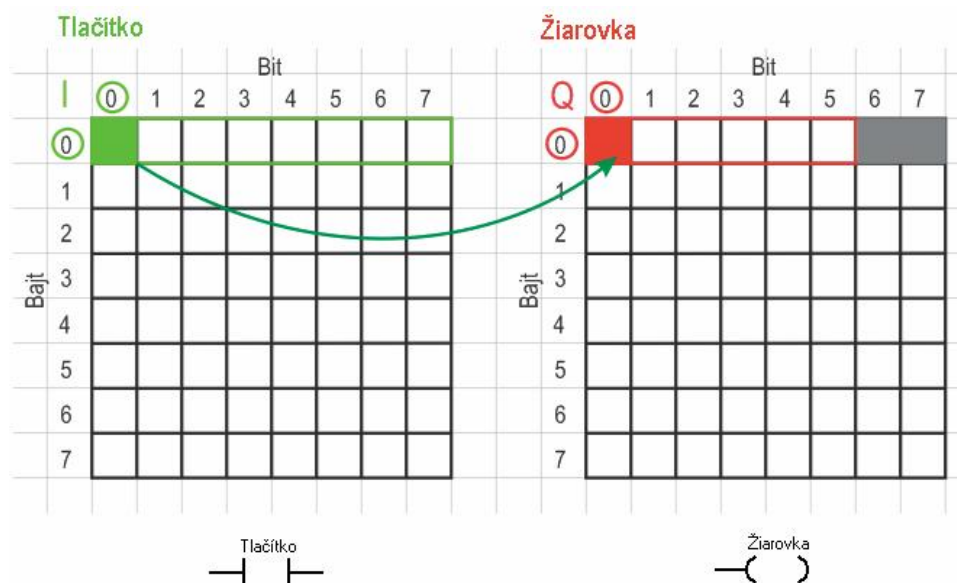
Ide o priradenie vlastného označenia adrese (**obr. 3.6.**). Realizuje sa z dôvodu vnesenia poriadku a jednoznačnosti pri rozsiahlejších programových celkoch.

Príklad:

Adresovanie:

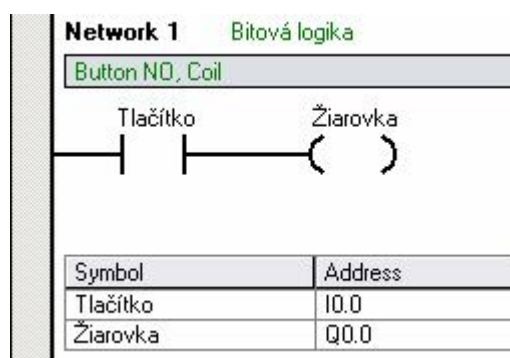


		Symbol	Address	Comment
1		Tlačítko	I0.0	Button NO
2		Žiarovka	Q0.0	Coil
3				
4				
5				



Program PLC:

Analógia s kontaktnou schémou:



Obr. 3.6 Symbolické priame adresovanie – priradenie symbolickej adresy

3. Nepriame absolútne

Adresovanie je zrealizované cez medzi zariadenie – naplnením pamäťovej bunky príslušnou hodnotou, a následne sa údaj z naplnenej bunky posiela na príslušnú inštrukciu (napr. button, ktorý táto bunka spína).

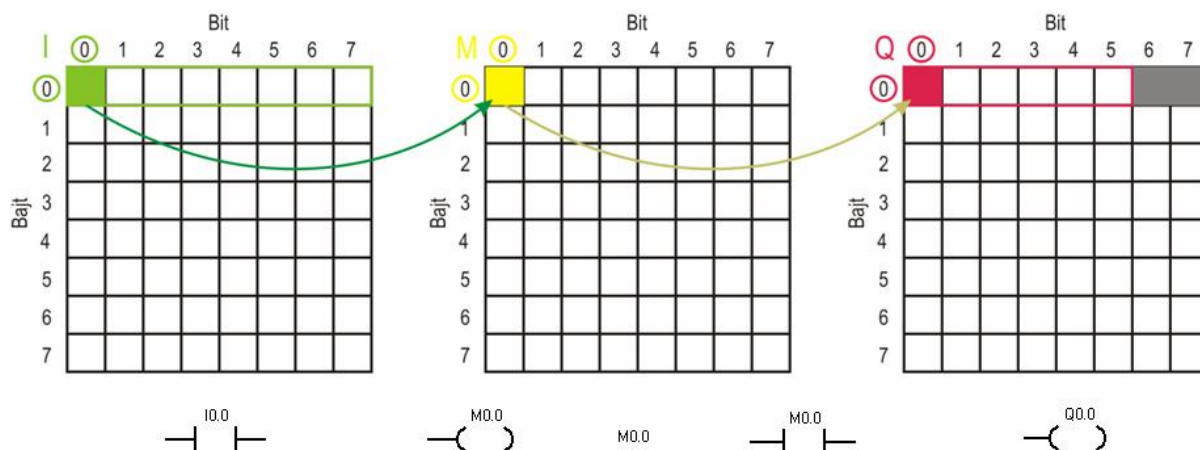
Používa sa všade tam, kde treba hodnoty z behu programu uchovávať, využívať na viacerých miestach alebo pre zabezpečenie sekvenčnosti vykonávaného programu.

Poznámka:

Hodnota z tlačítka IO.0 nemusí byť plnená do pamäťovej bunky M0.0 (**obr. 3.7.**), ale do akejkoľvek pamäťovej bunky.

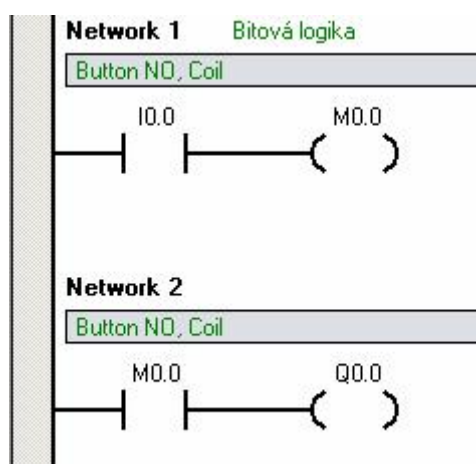
Príklad:

Adresovanie:

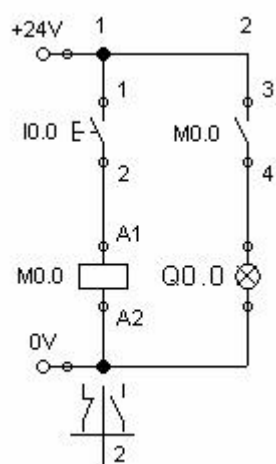


Obr. 3.7 Plnenie pamäťovej bunky

Program PLC:



Analógia s kontaktnou schémou:



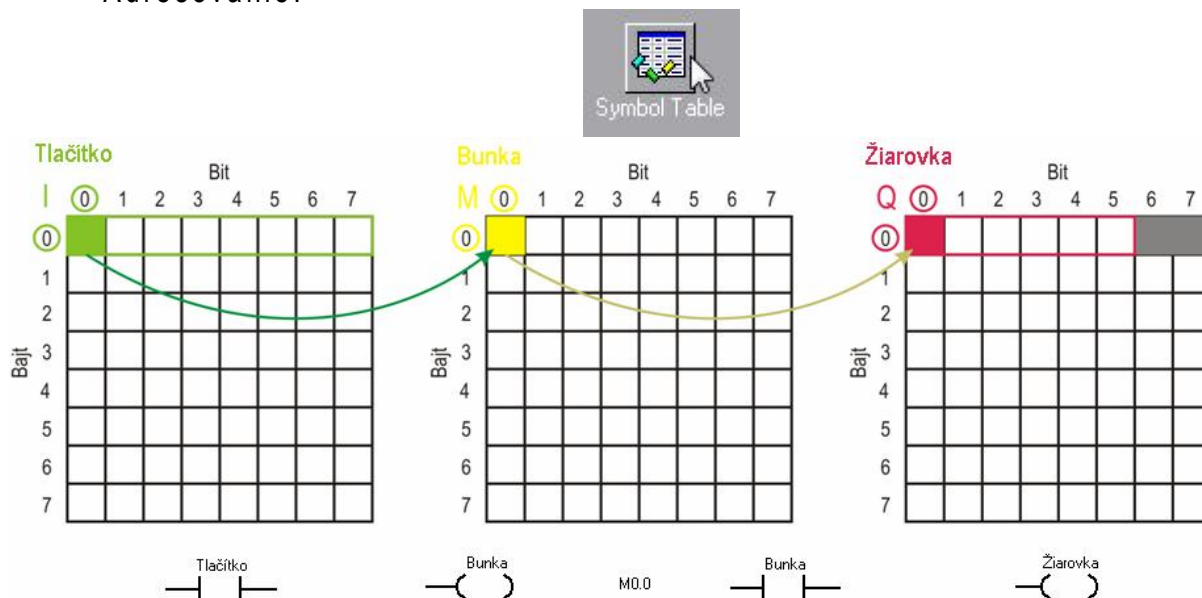
Obr. 3.8 Nepriame absolútne adresovanie

4. Nepriame symbolické

Ide o nepriame adresovanie podľa predošlého bodu a navyše absolútnym adresám sú v Symbol Table priradené vlastné (symbolické) názvy/označenia adres.

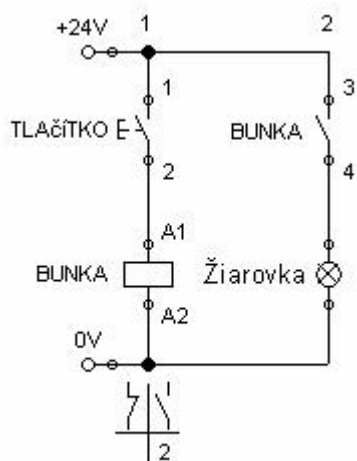
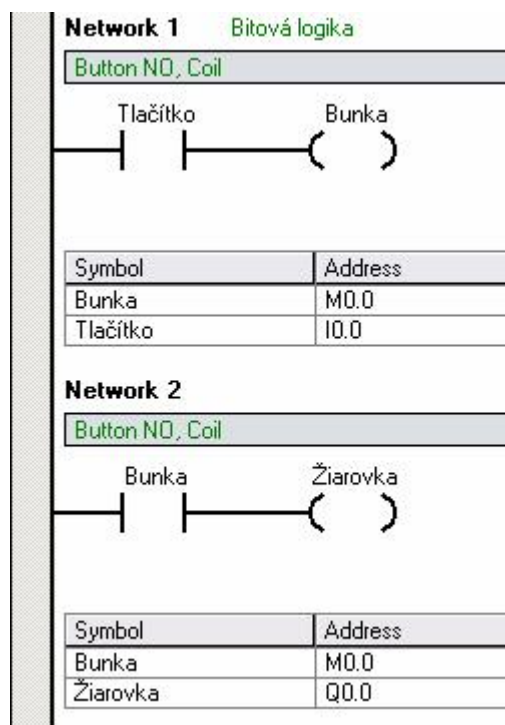
Príklad:

Adresovanie:



Program PLC:

Analógia s kontaktnou schémou:

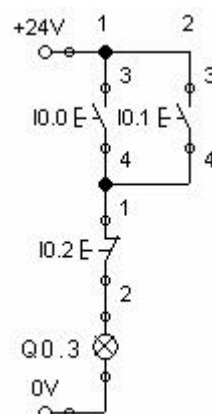
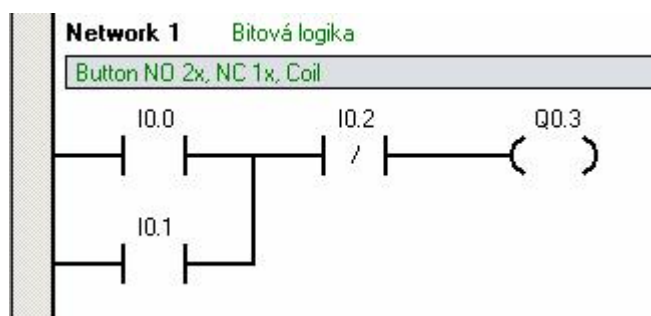


Obr. 3.9 Nepriame symbolické adresovanie

ÚLOHY:

17. Otestujte nasledujúce programy (**obr. 3.10., 3.11.**) a vyskúšajte uvádzané druhy adresovania.

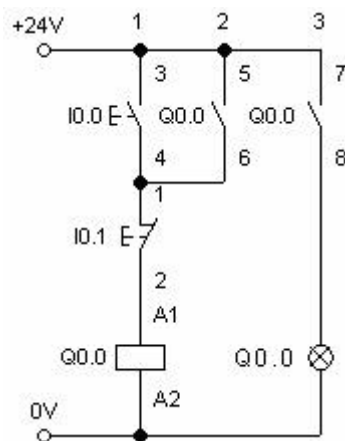
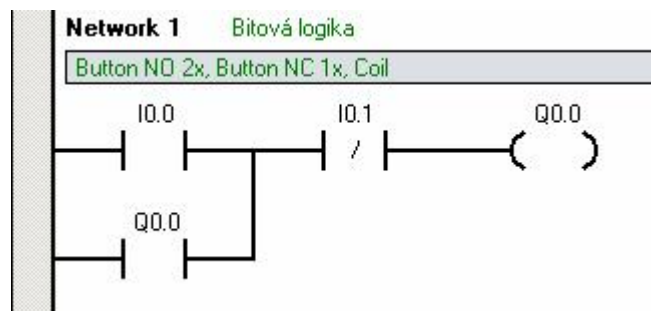
Program PLC: Ovládanie z dvoch miest s poistkou Analógia s kontaktnou schémou:



Obr. 3.10 Ovládanie z dvoch miest s poistkou

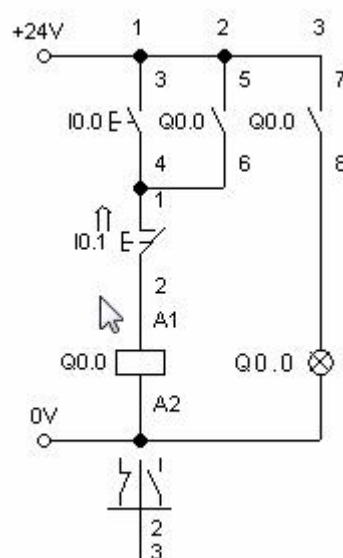
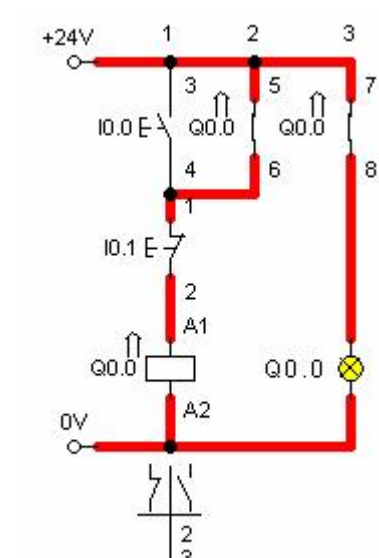
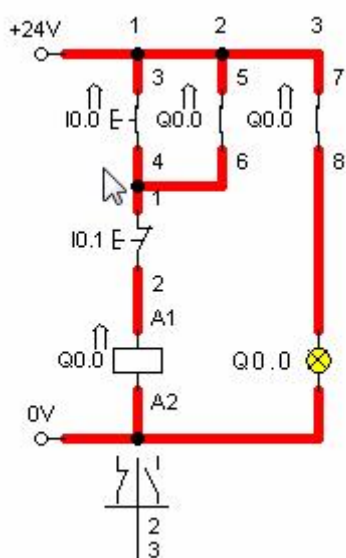
Program PLC: Samoprídržný kontakt

Analógia s kontaktnou schémou:



Kľudový stav

Obr. 3.11 Samoprídržný kontakt

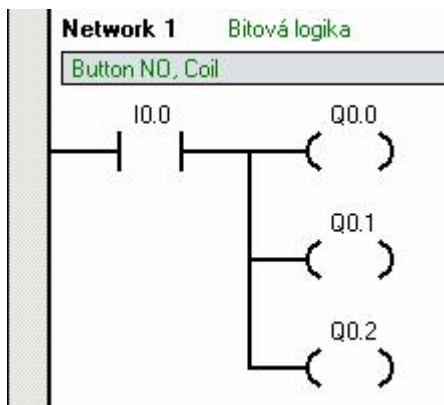


Obr. 3.12 Činnosť samoprídržného kontaktu

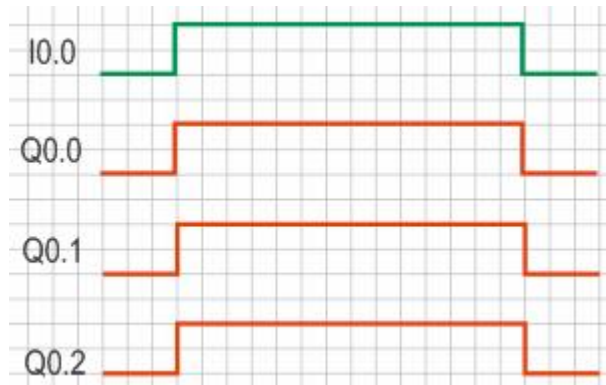
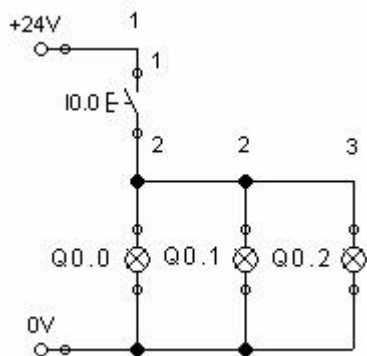
1 – aktivácia zmačknutím I0.0, 2 – odmačknutie tlačítka I0.0; samoprídržná funkcia,
3 – deaktivácia samoprídržnej funkcie zmačknutím tlačítka I0.1

Nasledujúce programy sa týkajú aktivácie viacerých **výstupov súčasne**. Prístup k riešeniu môže byť rôzny, prostredníctvom použitia rôznych inštrukcií. Rôzne možnosti riešenia sú na (obr. 3.13 až . 3.18). Cielové chovanie programov sa ale mierne odlišuje.

PLC program

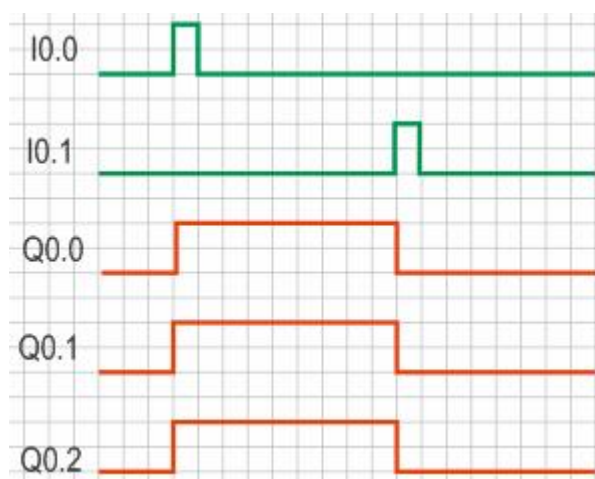
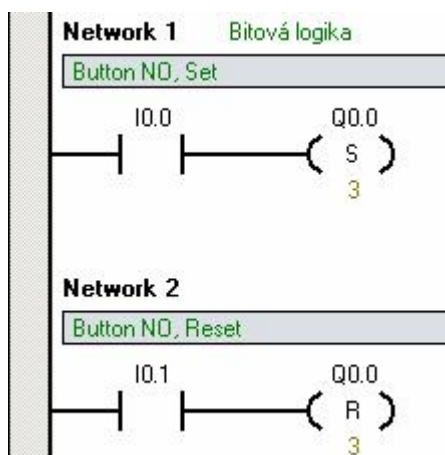


Kontaktná analógia



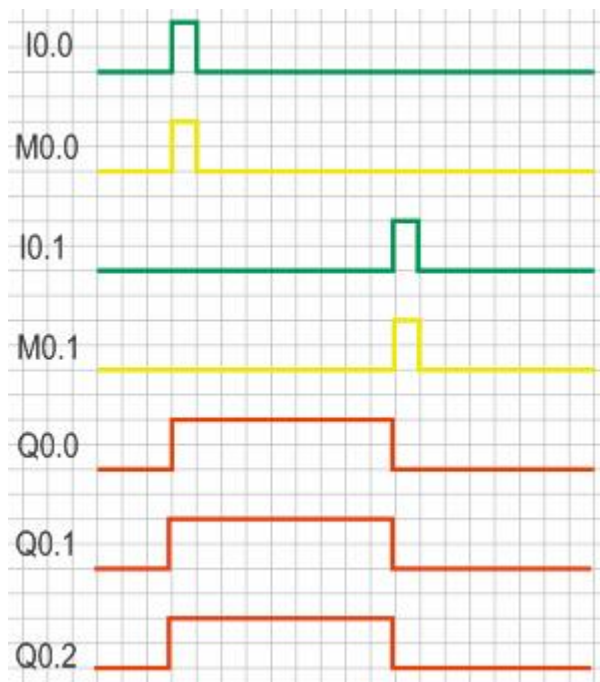
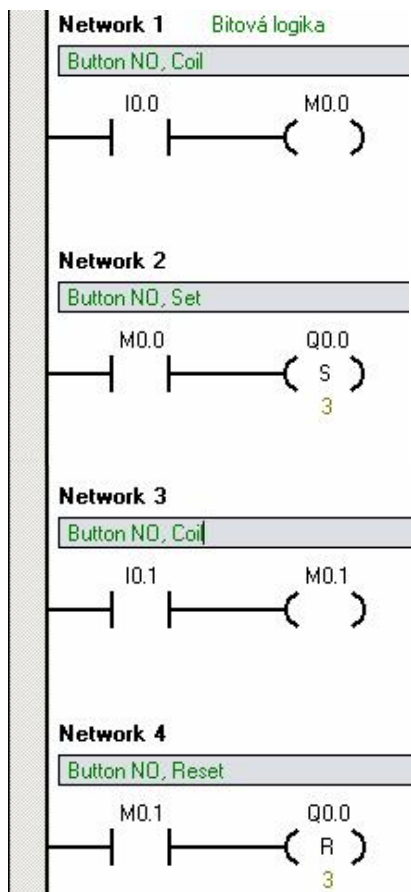
Funkčný (časový) diagram

Obr. 3.13 Button, Coil



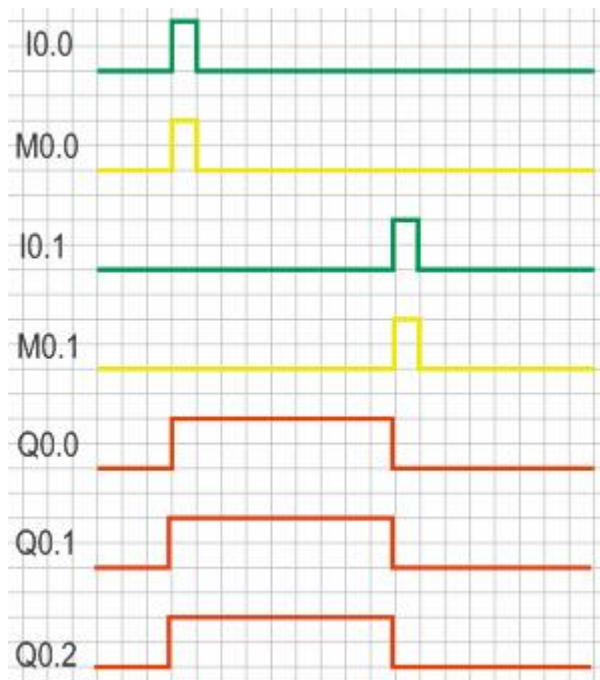
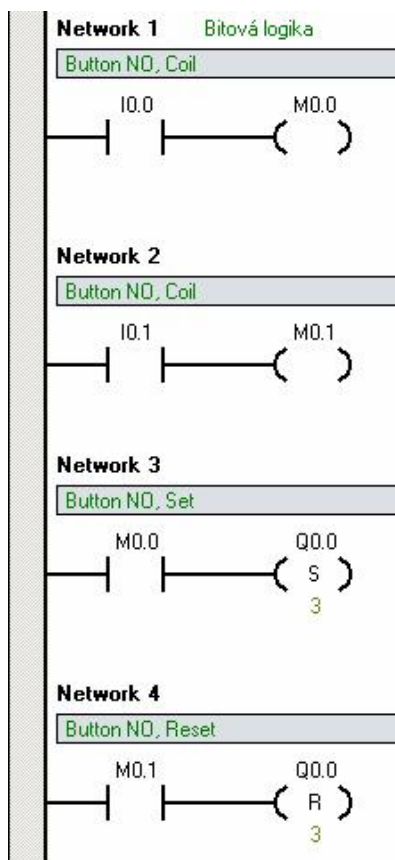
Zjednodušený funkčný diagram

Obr. 3.14 Button, Set, Reset



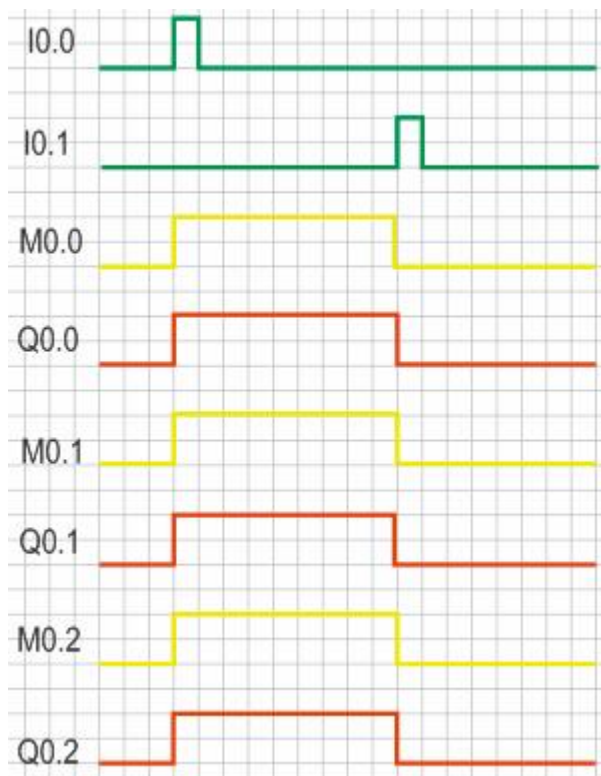
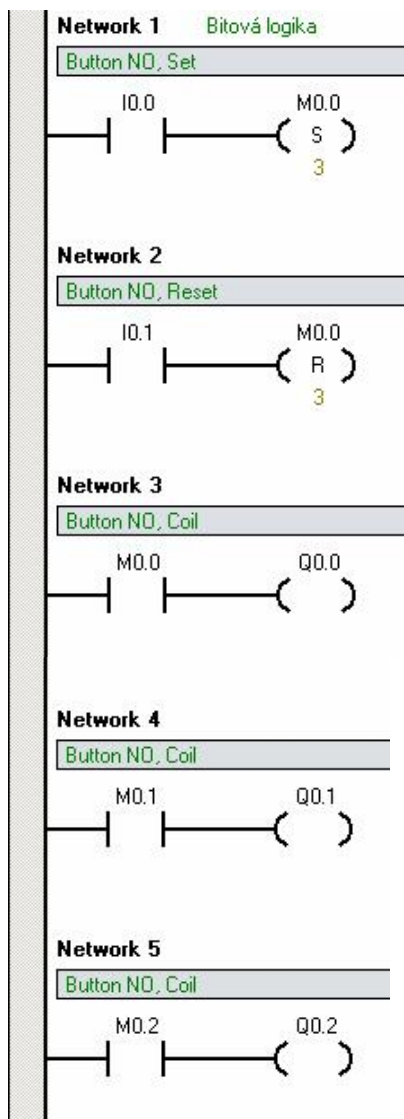
Zjednodušený funkčný diagram

Obr. 3.15 Button, pamäťové bunky, Set, Reset



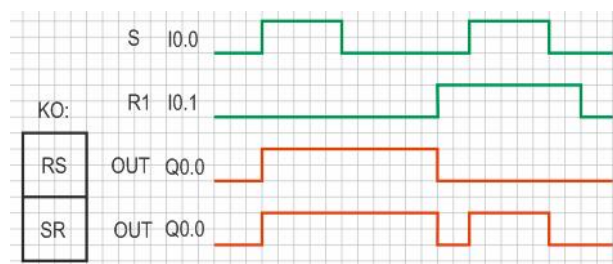
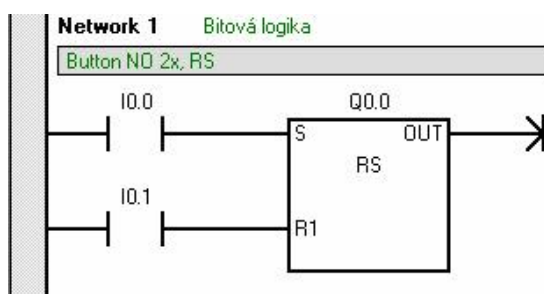
Zjednodušený funkčný diagram

Obr. 3.16 Button, pamäťové bunky, Set, Reset – presunuté networky



Zjednodušený funkčný diagram

Obr. 3.17 Button, Set, Reset, pamäťové bunky ovládajúce Coils oddelene



Funkčný diagram

Klopné obvody RS, SR a rozdiel v ich činnosti

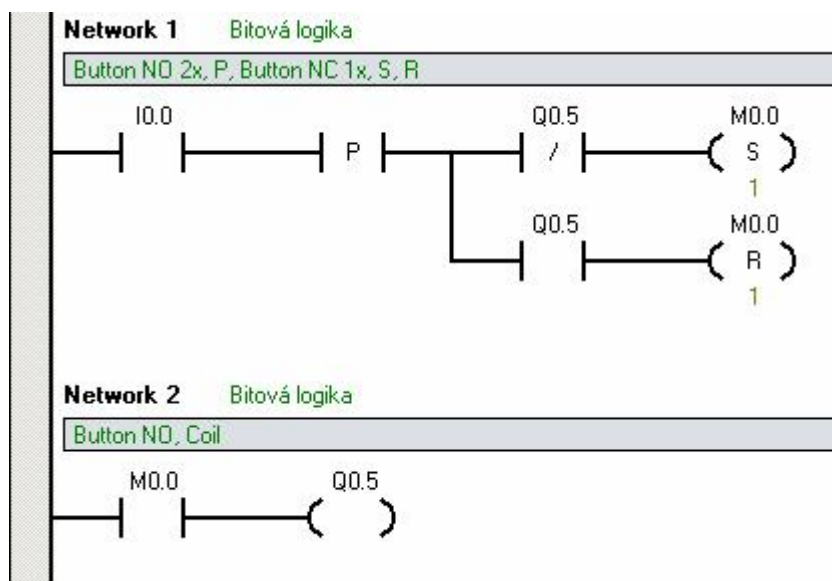
Obr. 3.18 Použitie klopného obvodu

ÚLOHY:

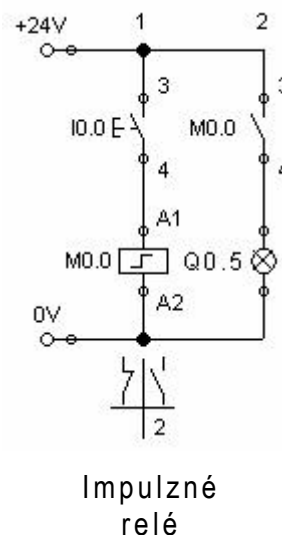
- Otestujte uvedené programy (**obr. 3.13. až 3.18.**) a zamyslite sa nad ich činnosťou a rozdielmi.

Na záver sú uvedené dva programy (**obr. 3.20., 3.21.**). V prvom je použité na ovládanie výstupu impulzné riadenie (**obr. 3.20.**) a v druhom je použitá inštrukcia „P“ (**obr. 3.21.**).

PLC program:

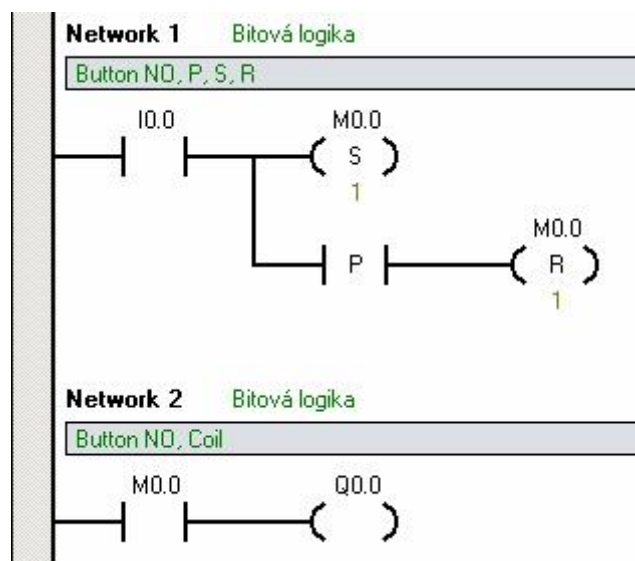


Kontaktná analógia:



Obr. 3.20 Impulzné riadenie výstupu

PLC program:



Obr. 3.21 Použitie inštrukcie „P“

ÚLOHY:

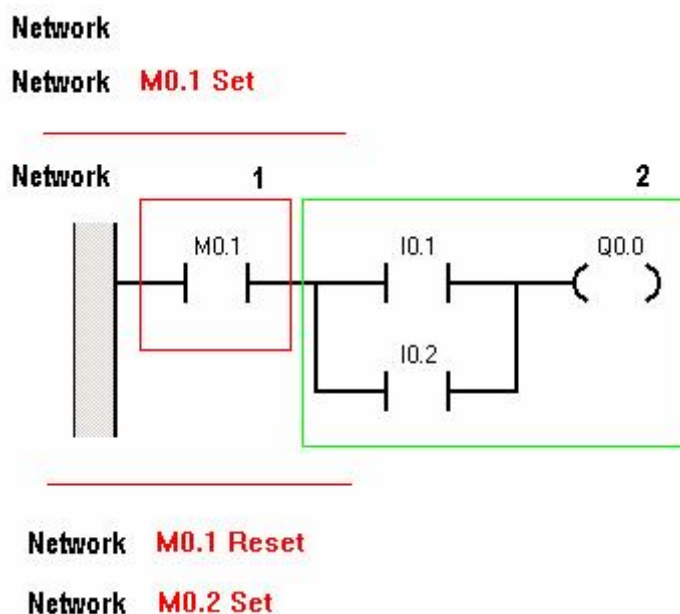
19. Uvedte prehľadne základné inštrukcie bitovej logiky LAD editora.
20. Odkúšajte činnosť jednotlivých inštrukcií. Zamerajte sa na Button spojený/rozpojený v pokoji a cievku spínajúcu jeden výstup počas platnosti vstupnej podmienky.
21. Aký je rozdiel medzi priamym a nepriamym adresovaním?
22. Znamená inštrukcia Coil prácu s fyzickými výstupmi, alebo je ňom možné plniť hodnotu, napr. do pamätevej bunky?

23. Môže byť button ovládaný pamäťovou bunkou? Popíšte slovne.
24. Navrhnite jednoduchú úlohu, v ktorej sa uplatní priame adresovanie a nepriame adresovanie.
Cieľové chovanie na výstupe musí byť v oboch prípadoch rovnaké.
25. Aký je rozdiel medzi absolútnym, symbolickým a nepriamym adresovaním?
26. Aký je rozdiel v činnosti inštrukcií Coil a Set a Reset?
27. Vytvorte program, ktorý využíva inštrukciu Set a Reset takým spôsobom, pri ktorom je vytvorená tzv. Set alebo Reset priority.
28. Zrealizujte program, ktorý bude spínať výstup tak, že kontakty budú vzájomne blokované.
29. Vytvorte program na inštrukcie P a N.
30. Vytvorte program, ktorý bude s využitím inštrukcií Set a Reset ovládať monostabilný rozvádzač.
31. Vytvorte program, ktorý bude s využitím inštrukcií Set a Reset ovládať bistabilný rozvádzač.

Dôležité!

Pamäťové bunky je možné využiť nielen na nepriame adresovanie, ale je nimi možné povoľovať, resp. zakazovať spustenie celého Networku počas scanovacieho cyklu (**obr. 3.22..**). Dá sa teda nimi zariadiť, že bude **vykonávaný len ten Network, ktorý má platnú vstupnú podmienku, docielenú zapnutím pamäťovej bunky** („odblokovaný Network“). Hodnoty pamäťových buniek sú plnené (zapínané/vypínané) priebežne podľa požiadaviek programu, resp. technologického procesu.

Predstaviť si to je možné na príklade dažďového odkvapu: na budove je umiestnený dažďový odkvap ústiaci do niekoľkých zvodov. Niektoré z nich sú upchaté lístím. Voda za dažďa steká len tým zvodom, ktorý nie je práve upchatý.



Obr. 3.22 Blokovanie networku pamäťovou bunkou

1 – povoľovacia bunka, 2 – samotné funkčné telo networku

LEKCIA 4

Logické funkcie a ich minimalizácia

- Cieľ:**
1. Oboznámiť sa so základnými logickými funkciami.
 2. Ovládať terminológiu, týkajúcu sa logických funkcií.
 3. Ovládať základy Booleovej algebry a grafickej minimalizácie.
 4. Vedieť použiť logické funkcie pre programovanie úloh PLC.

1 TERMINOLÓGIA

Logická premenná: Veličina nadobúdajúca 2 stavy / hodnoty. Môže byť poňatá ako vstupná (nezávislá), výstupná (závislá), vnútorná, systémová a pod. Nezaujíma nás jej fyzikálna reprezentácia, iba pravdivostná hodnota: TRUE / FALSE.

Logický signál Nosič logickej premennej; predstavuje napäťové pásma, v ktorých sa nachádza buď hodnota TRUE alebo FALSE. (Výstupné spínacie prvky sú často v rámci PLC bohato dimenzované.)

Logická premenná Predpis, ktorý hodnotám vstupných logických premenných (argumentom) priraduje hodnotu výstupnej logickej premennej.

Kombinačná l.f. Predpis, ktorý je jednoznačný a nezávisí na čase, ani na slede hodnôt vstupných premenných, ani na stave systému (je bez spätnej väzby).

Sekvenčná l.f. Je funkčný predpis, ktorý je závislý od stavu systému, vývoja systému, resp. poradí (sekvencii) vstupných hodnôt.

2 ZÁPIS LOGICKEJ FUNKCIE

Algebraický, vektorový, pravdivostnou tabuľkou – použitie na príklade

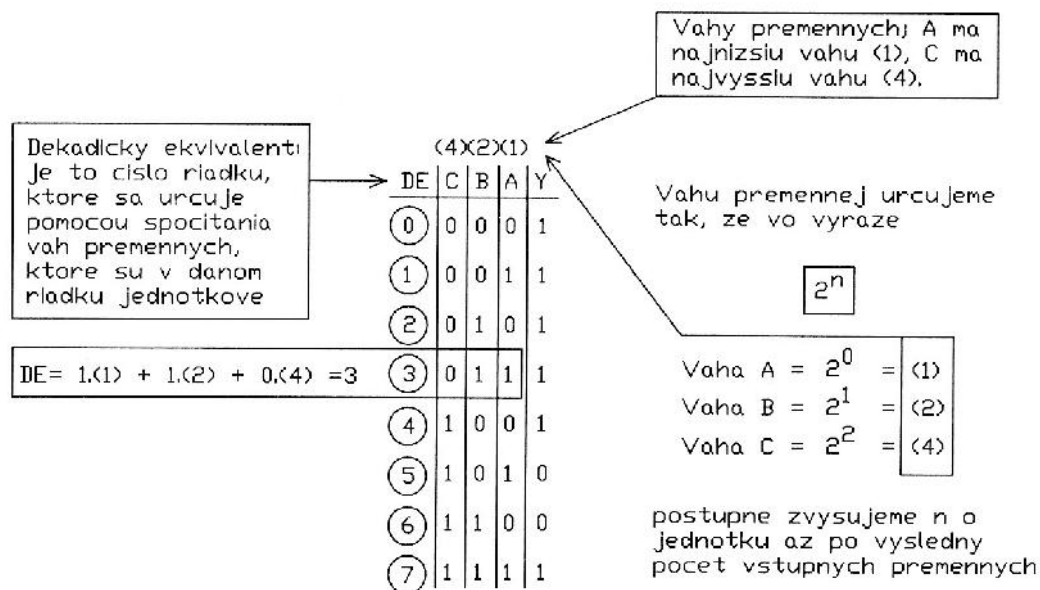
Jedná sa o úplné rozpísanie logických stavov spolu s hodnotou výstupnej premennej. Zapísané dáta je najúčelnejšie popísať na priloženom príklade (**obr. 4.1.**) logickej funkcie o troch vstupných nezávislých logických premenných.

Vstupné nezávislé premenné sú **3: A, B, C,**

Výstupná závislá premenná je: **Y,**

Počet riadkov tabuľky potom vždy bude: **2ⁿ.**

Číslica **2** reprezentuje maximálny počet binárnych stavov bitu, teda **2 (0 a 1)** a **n** predstavuje počet vstupných nezávislých premenných, tu **3 (A, B, C)**. Počet riadkov pravdivostnej tabuľky bude dohromady teda **8**, lebo $2^3 = 8$. Riadky budú číslované **0 až 7**, dohromady **8**. Premenné sú zapisované v tabuľke po stĺpcoch, pričom ich radenie je podľa **váhy, t.j. dôležitosti**. Premenná najviac vľavo má najvyššiu váhu, premenná najviac vpravo má najnižšiu váhu. Tabuľka je doplnená výstupnou premennou, ktorej stav pre každý riadok zodpovedá kombinácii nezávislých vstupných premenných a tiež dekadickým ekvivalentom.



Obr. 4.1 Pravdivostná tabuľka

Úplný výpis logickej tabuľky bude potom možné zrealizovať dvomi (ekvivalentnými) spôsobmi:

- Vypisujú sa len tie riadky, kde je hodnota výstupnej premennej **jednotková** (ÚNDF – úplná normálna disjunktívna forma). Výsledný tvar je potom tvorený súčtom súčinov vstupných premenných:

Vektorovo: $Y(1) = 0,1,2,3,4,7$

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

- Vstupné premenné, ktoré sú v tabuľke nulové sú negované, jednotkové sú v priamom tvare. Jednotlivé súčiny po riadkoch sú postupne sčítavané.
- Vypisujú sa len tie riadky, kde je hodnota výstupnej premennej **nulová** (ÚKNF – úplná normálna konjunktívna forma). Výsledný tvar je potom tvorený súčinom súčtov vstupných premenných (**obr. 4.2**)

Vektorovo: $Y(0) = 5, 6$

ÚNKF: $Y = (\bar{A} + B + \bar{C}) \cdot (A + \bar{B} + \bar{C})$

- Vstupné premenné, ktoré sú v tabuľke nulové sú v priamom tvare, jednotkové sú negované.
Jednotlivé súčty po riadkoch sú postupne násobené ďalšími (**obr. 4.2**)

<4>X<2>X<1>					
DE	C	B	A	Y	Y(1) = 0,1,2,3,4,7
0	0	0	0	1	$\bar{A}\bar{B}\bar{C}$
1	0	0	1	1	$\bar{A}\bar{B}C$
2	0	1	0	1	$\bar{A}B\bar{C}$
3	0	1	1	1	$\bar{A}BC$
4	1	0	0	1	$A\bar{B}\bar{C}$
5	1	0	1	0	
6	1	1	0	0	
7	1	1	1	1	ABC

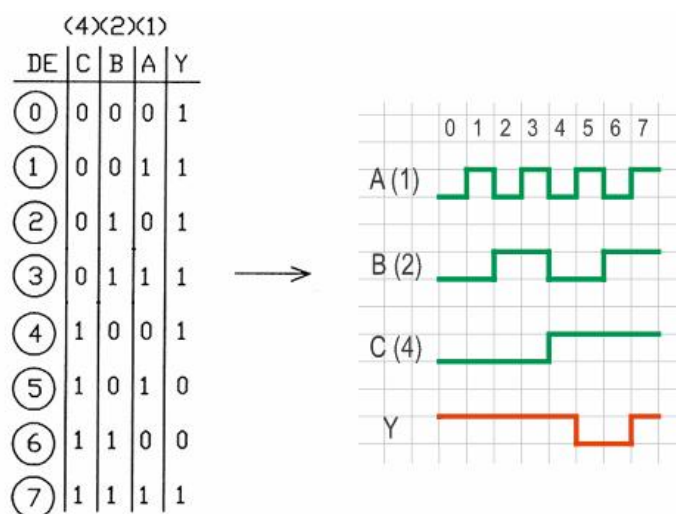
$$Y = \bar{A}\bar{B}\bar{C} + \bar{A}\bar{B}C + \bar{A}B\bar{C} + \bar{A}BC + A\bar{B}\bar{C} + ABC$$

<4>X<2>X<1>					
DE	C	B	A	Y	Y(0) = 5, 6
0	0	0	0	1	
1	0	0	1	1	
2	0	1	0	1	
3	0	1	1	1	
4	1	0	0	1	
5	1	0	1	0	$(\bar{A} + B + \bar{C})$
6	1	1	0	0	$(A + \bar{B} + \bar{C})$
7	1	1	1	1	

$$Y = (\bar{A} + B + \bar{C}) \cdot (A + \bar{B} + \bar{C})$$

Obr. 4.2 ÚNDF vs. ÚNKF

Zápis logickej funkcie pravdivostnou tabuľkou je síce prehľadný, ale neekonomický. Grafickým vyjadrením je stavový diagram (logickej funkcie) – čo je vlastne prepis pravdivostnej tabuľky do grafickej formy (**obr. 4.3**).



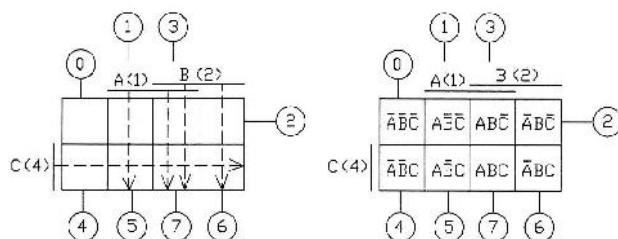
Obr. 4.3 Stavový diagram

Zápis sa najčastejšie minimalizuje pravidlami Booleovej algebry (algebraická minimalizácia) alebo niektorou z grafických metód (napr. pomocou Karnaughovej mapy).

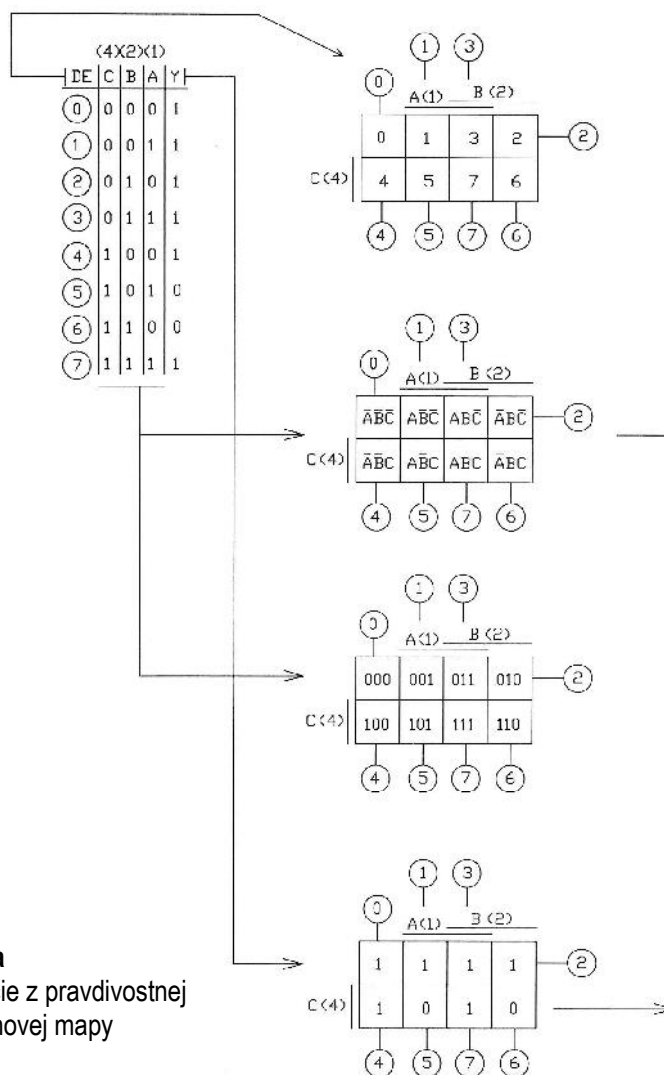
3 KARNAUGHOVA MAPA

Karnaughova mapa je útvar tvorený 2^n štvorčekmi, kde n je počet vstupných nezávislých premenných. Štvorčeky sú pokryté zvonka vstupnými premennými, a to tak, že **každý štvorček sa voči susednému líši práve o hodnotu jednej vstupnej premennej**.

Každému políčku prislúcha jeden súčin vstupných premenných, ktorý sa určí tak, že tá premenná, ktorá pokrýva štvorček, je v **priamom tvare** a tá, ktorá daný štvorček nepokrýva, je v **negovanom tvare**. Vysvetlené na obrázku (obr. 4.4).



Obr. 4.4 Karnaughova mapa – pokrytie štvorčekov vstupnými premennými



Obr. 4.5

Karnaughova mapa

Prepis logickej funkcie z pravdivostnej tabuľky do Karnaughovej mapy

Uplný výpis (UNDF) funkcie je potom dany jednotkovými štvorčekmi

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

V každom políčku je zapísaná iba hodnota výstupnej premennej, ktorá prislúcha konkrétnej kombinácii vstupných premenných, určenej napríklad podľa dekadického hodnoty štvorčeka. Dekadickú hodnotu štvorčeka v Karnaughovej mape určíme spočítaním váh vstupných premenných, ktorý daný štvorček pokrývajú (obr. 4.4., 4.5.). Následne je do tohto štvorčeka (obr. 4.4., 4.5.) vpísaná hodnota výstupnej logickej premennej z pravdivostnej tabuľky, z riadku s rovnakou dekadickou hodnotou.

Minimalizácia logickej funkcie z karnaughovej mapy

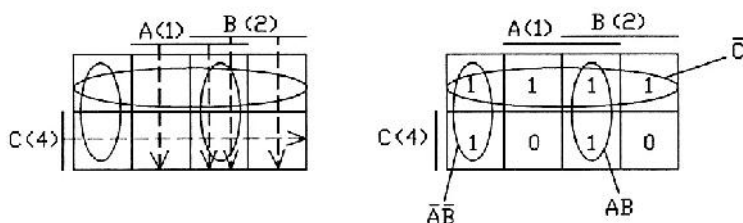
Jedná sa o grafickú metódu. Princíp spočíva v tom, že sa pomocou kontúr (obr. 4.6.) spoja súvislé jednotkové oblasti. Spájajú sa len susedné jednotkové políčka! Oblasť, ktorá je ohraničená kontúrou, môže byť tvorená počtom jednotiek, ktorých počet je 2^n .

- To znamená, možno ohraničiť: 1, 2, 4, 16 ... políčok,
- **Nikdy** nemožno zakrúžkovať: 3, 5, 7 ... políčok!



Obr. 4.6 Kontúry

Snahou je spojiť dohromady čo najviac jednotiek do celistvej oblasti. Musia sa pokryť všetky jednotky v Karnaughovej mape. Oblasti sa môžu navzájom prekrývať. Čím je zakrúžkovaná oblasť väčšia, tým sa vylimiuje väčší počet premenných a výsledný výraz bude jednoduchší. Krúžkovanie oblastí a postup minimalizácie je na (obr. 4.7.).



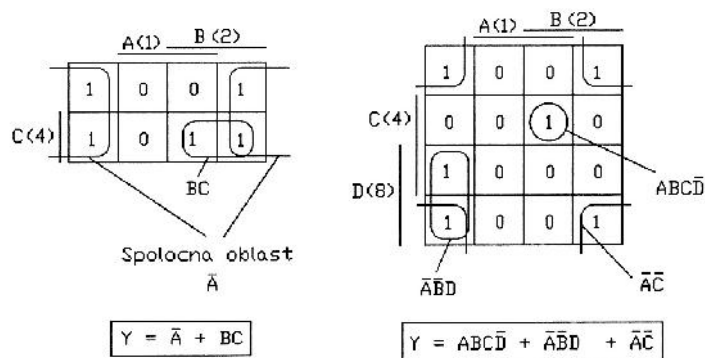
Postup minimalizácie spočíva v tom, že sa pýtame, či zakrúžkovaná oblasť kompletne leží alebo neleží pod príslušnou premennou. Ak kompletne leží, píšeme premennú v priamom tvare, ak kompletne neleží, píšeme premennú v negovanom tvare. Ak zasahuje iba čiastočne, príslušnú premennú nepíšeme vôbec.

Riešená funkcia z pravdivostnej tabuľky bude K-mapou zminimalizovaná na tvar:

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

Obr. 4.7 Minimalizácia prostredníctvom Karnaughovej mapy

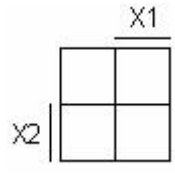
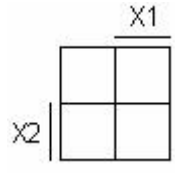
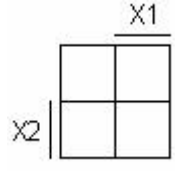
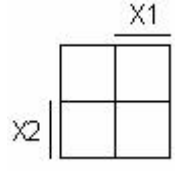
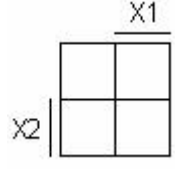
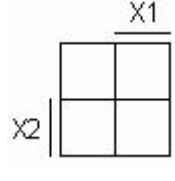
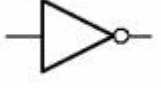
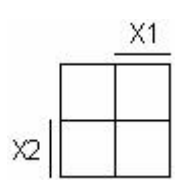
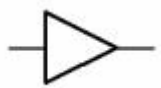
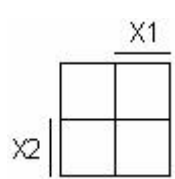
Za susedné políčka sa považujú aj vzniknuté skrútením alebo preložením mapy (**obr. 4.8**).



Obr. 4.8 Susedné políčka mapy

ÚLOHY:

32. K uvedeným základným logickým funkciám uveďte ich zápis všetkými naštudovanými spôsobmi.
33. Zminimalizujte logickú funkciu pomocou Booleovej algebry – naštudujte si jej základné pravidlá.
34. Zo zadanej funkcie pravdivostnou tabuľkou vypíšte úplný tvar logickej funkcie a predveďte výpočet dekadických ekvivalentov.
35. Prepíšte logickú funkciu zadanú pravdivostnou tabuľkou do Karnaughovej mapy.
36. Z Karnaughovej mapy vypíšte úplný tvar logickej funkcie.
37. Zminimalizujte logickú funkciu, zadanou Karnaughovou mapou.
38. Zapište a zrealizujte pomocou PLC základné logické funkcie (sériové, paralelné zapojenie spínačov/inštrukcií). Uveďte analógiu s kontaktnou logikou. Uveďte pre zopakovanie aj elektronickú značku príslušnej logickej funkcie. Odskúšajte pripájaním a odpájaním vodičov na vstupy PLC – sledujte chovanie výstupov.
39. V prípade logických funkcií, napr. NOR a NAND vytvorte viacero variantov zapojení inštrukcií, plniacich tú istú funkciu.
40. Zrealizujte zapojenie z algebraického zápisu logickej funkcie.
41. Zrealizujte zapojenie vypísaním funkcie z pravdivostnej tabuľky.
42. Zrealizujte zapojenie vypísaním a minimalizovaním funkcie z Karnaughovej mapy.
43. Zrealizujte sčítačku a dekodér.
44. Vytvorte hlasovacie zariadenie pre tri a štyri osoby.
45. Simulujte zobecnený schodiskový prepínač pre štyri miesta ovládania.
46. Zrealizujte uvedené logické funkcie v nadväznosti na zapojenie elektropneumatických prvkov FESTO.
47. Skombinujte riešené úlohy s nepriamym adresovaním.
48. Diskutujte o prepise dát zo vstupu na výstup – časovým diagramom spolu s príslušnými oneskoreniami.

Značka	Algebraický výraz	Pravdivostná tabuľka	Karnaughova mapa	Programová realizácia															
AND 		<table><tr><th>X2</th><th>X1</th><th>Y</th></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table>	X2	X1	Y														
X2	X1	Y																	
OR 		<table><tr><th>X2</th><th>X1</th><th>Y</th></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table>	X2	X1	Y														
X2	X1	Y																	
XOR 		<table><tr><th>X2</th><th>X1</th><th>Y</th></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table>	X2	X1	Y														
X2	X1	Y																	
NAND 		<table><tr><th>X2</th><th>X1</th><th>Y</th></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table>	X2	X1	Y														
X2	X1	Y																	
NOR 		<table><tr><th>X2</th><th>X1</th><th>Y</th></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table>	X2	X1	Y														
X2	X1	Y																	
XNOR 		<table><tr><th>X2</th><th>X1</th><th>Y</th></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table>	X2	X1	Y														
X2	X1	Y																	
NOT 		<table><tr><th>X2</th><th>X1</th><th>Y</th></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table>	X2	X1	Y														
X2	X1	Y																	
YES (Buffer) 		<table><tr><th>X2</th><th>X1</th><th>Y</th></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table>	X2	X1	Y														
X2	X1	Y																	

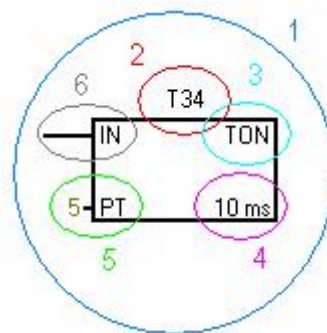
LEKCIA 5

Časovače

- Cieľ:**
1. Oboznámiť sa s jednotlivými druhmi časovačov a ich funkciou.
 2. Vedieť použiť jednotlivé druhy časovačov v rôznych situáciách.

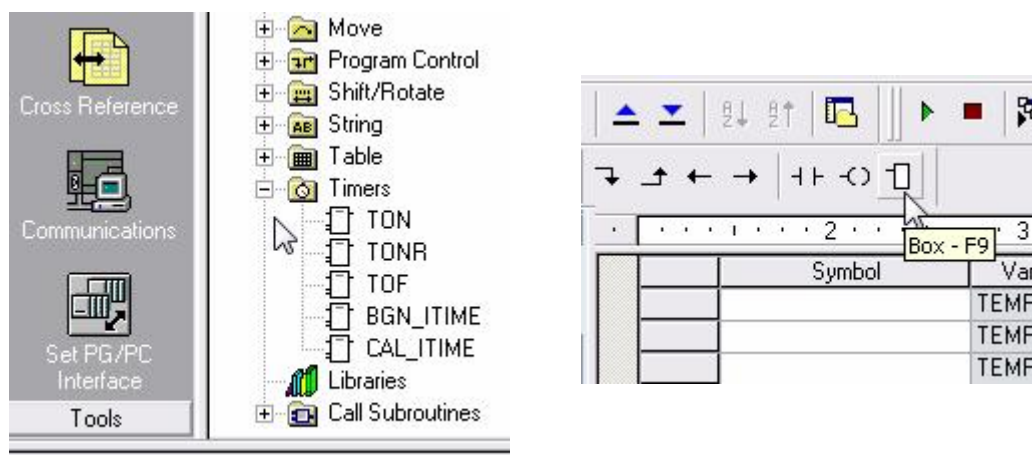
1 ZÁKLADNÉ INFORMÁCIE

Časovače sa používajú všade tam, kde je potrebné zahrnúť do vykonávanej činnosti (technologického procesu) časový faktor. Časovače sú rôznych druhov, umožňujú **oneskorené zapnutie** alebo **vypnutie** (výstupu). Tvar inštrukcie časovača je na (obr. 5.1), inštrukcie je možné nájsť vo vývojovom prostredí Step7 Microwin32 podľa (obr. 5.2.) Časovačmi je teda napr. možné podržať vysunuté manipulačné rameno, riadiť svetelnú križovatku, oneskorene vypínať indukívne záťaž alebo plniť nádoby vo výrobe.



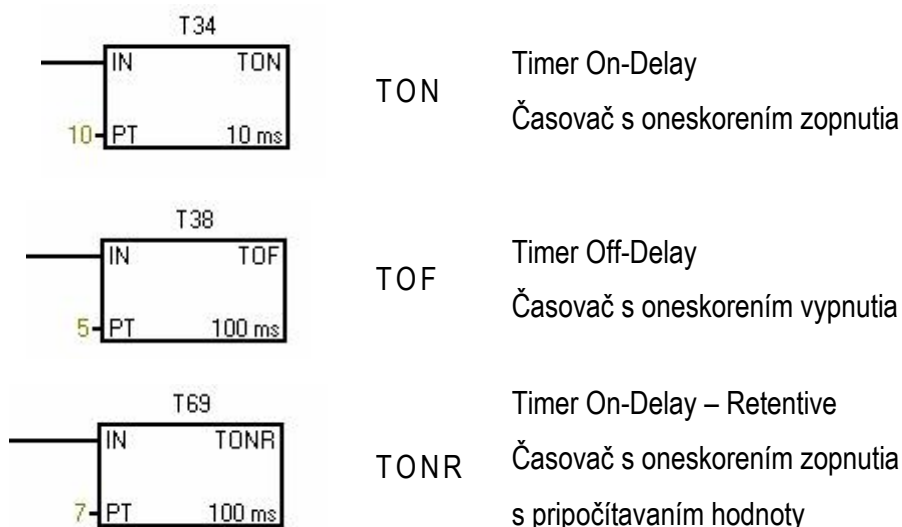
Obr. 5.1 Usporiadanie inštrukcie časovača

- 1 – inštrukcia, 2 – číslo časovača, 3 – typ časovača, 4 – časový prírastok (prislúcha číslu časovača),
5 – užívateľsky definovaný násobok prírastku časovača, 6 – povoloovací vstup časovača



Obr. 5.2 Inštrukcie časovačov

Inštrukcie časovačov:



Časovač je adresovaný nad príslušnou inštrukciou identifikátorom **T s číslom**. Adresa je potom **T34, T36** a pod. Uvedené číslo prislúcha časovaču s konkrétnym, tzv. **časovým rozlíšením**. Časové rozlíšenie predstavuje **základný časový prírastok**, s ktorým konkrétny časovač postupne navrhuje – inkrementuje čas, až po dosiahnutie požadovanej hodnoty. Požadovaná odmeriavaná doba sa nastavuje pomocou tzv. „PT“ hodnoty. Výsledný čas u všetkých druhov časovačov je určený súčinom PT hodnoty, (definovanej najčastejšie programátorom) a časového rozlíšenia, ktoré **natvrdo prislúcha** konkrétnemu časovaču, podľa označenia (adresy) časovača (**tabuľka 2**).

$$t = PT \cdot \text{prírastok} \quad (\text{ms}) \quad (1)$$

Časovače sú štartované **povoľovacím vstupom „IN“** a pracujú s tzv. **bitom časovača**, ktorý definuje stav **zopnutia/vypnutia** časovača na základe jeho aktuálneho prevádzkového stavu a tento slúži na ovládanie ďalších inštrukcií (napr. Buttonu) v ďalších častiach programu.

Časovače

Tabuľka 2

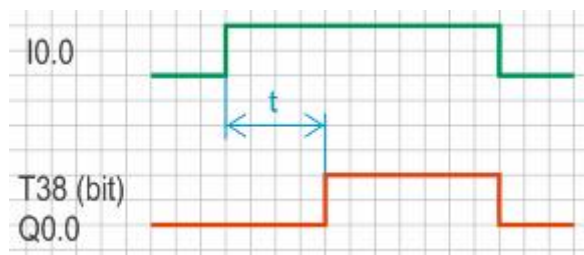
Časovač	Rozlíšenie (ms)	Maximálna počítaná doba	Číslo časovača
TONR	1 ms	32, 767 s	T0, T64
	10 ms	326,67 s	T1 až T4, T65 až T68
	100 ms	3276,7 s	T5 až T31, T69 až T95
TON, TOF	1 ms	32, 767 s	T32, T96
	10 ms	326,67 s	T33 až T36, T97 až T100
	100 ms	3276,7 s	T37 až T63, T101 až T255

2 ČINNOSŤ ČASOVAČOV

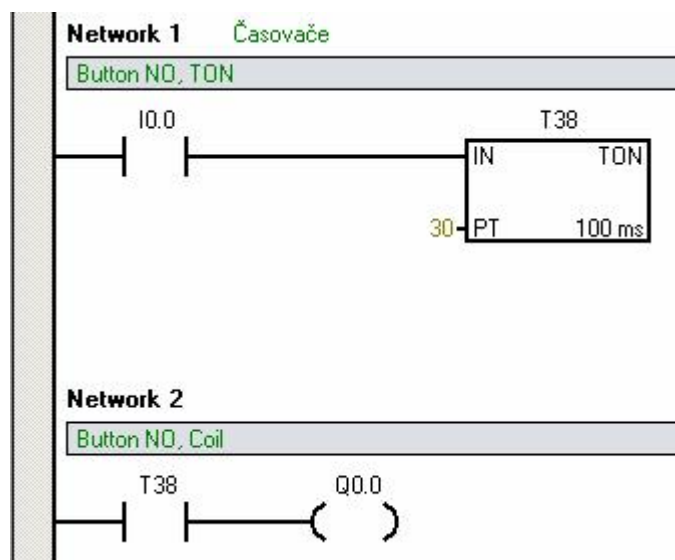
TON (On-Delay Timer)

Časovač pre oneskorenie zapnutia. Počíta čas od zopnutia povoľovacieho vstupu (**obr. 5.3**), pričom tento vstup musí byť počas počítanej doby zopnutý. Keď je po zopnutí aktuálna hodnota časovača vyššia alebo rovná ako nastavený čas, bit časovača je zapnutý (ON). Po vypnutí povoľovacieho vstupu sa aktuálna hodnota časovača vynuluje.

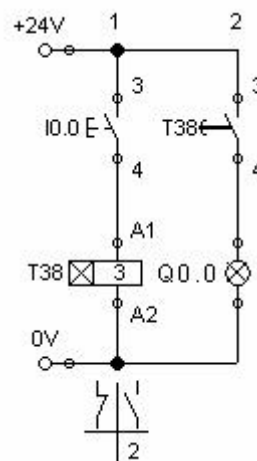
Pracovný diagram:



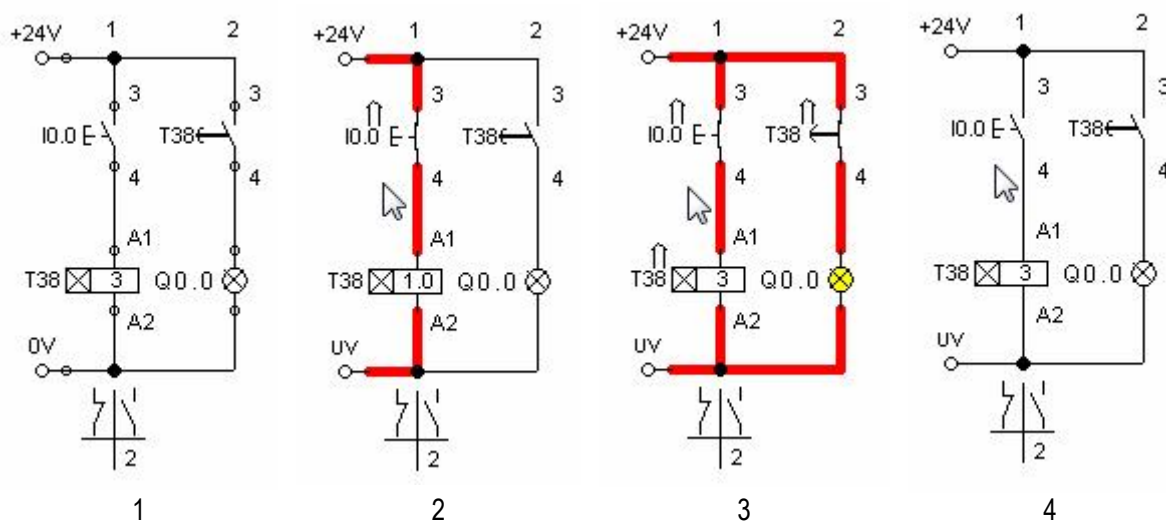
PLC program:



Kontaktná analógia:



Činnosť kontaktného zapojenia:



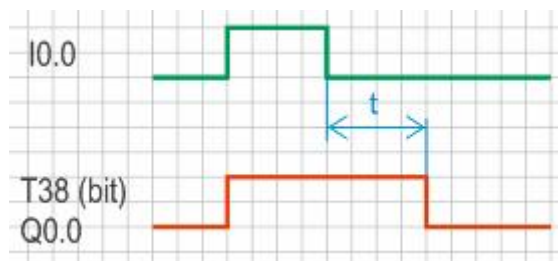
Obr. 5.3 Časovač TON

1 – kludový stav, 2 – spustenie, tlačítko zostáva zopnuté, 3 – oneskorenie zopnutia, 4 – koniec činnosti

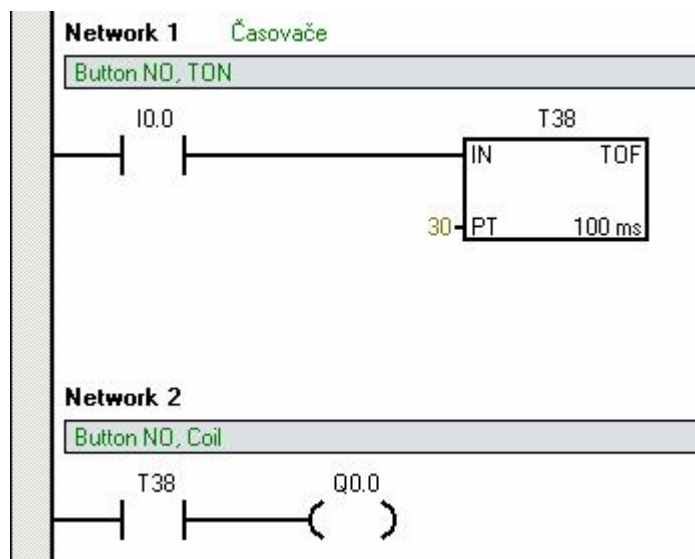
TOF (Off-Delay Timer)

Časovač pre oneskorenie vypnutia. Používa sa na oneskorenie vypnutia výstupu (**obr. 5.4**). Výstup sa vypne po uplynutí nastaveného času (po vypnutí vstupu). Dochádza k časovému oneskoreniu vypnutia výstupu. Pre odštartovanie časovania je nutné, aby inštrukcia zaznamenala na povoloľacom vstupe prechod z On do Off.

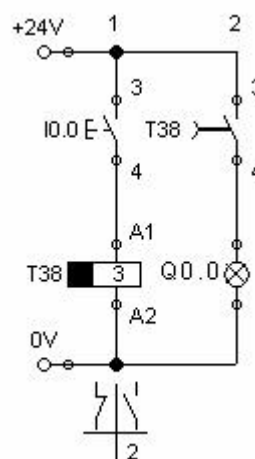
Pracovný diagram:



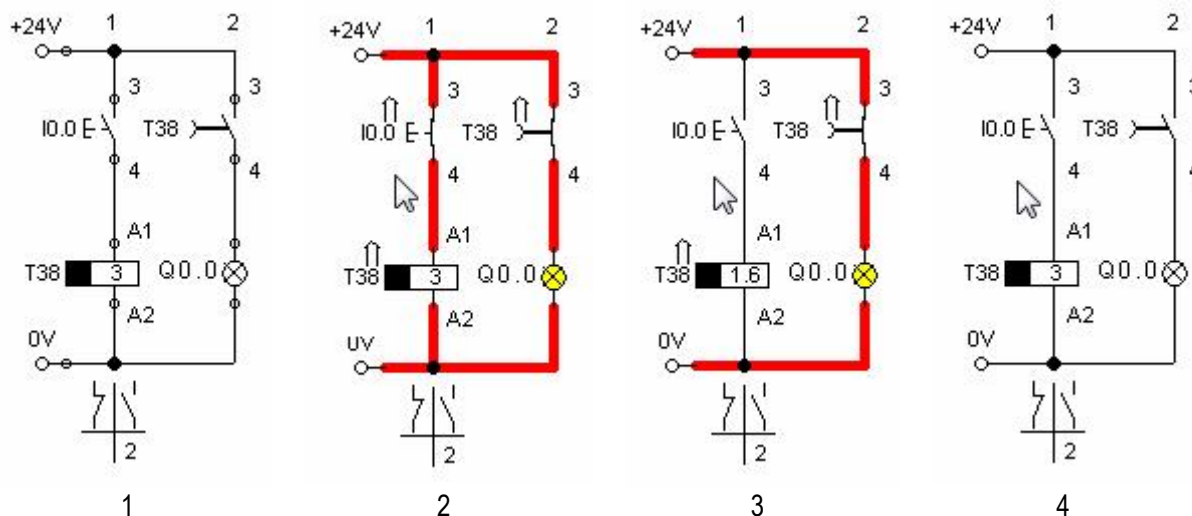
PLC program:



Kontaktná analógia:



Činnosť kontaktného zapojenia:



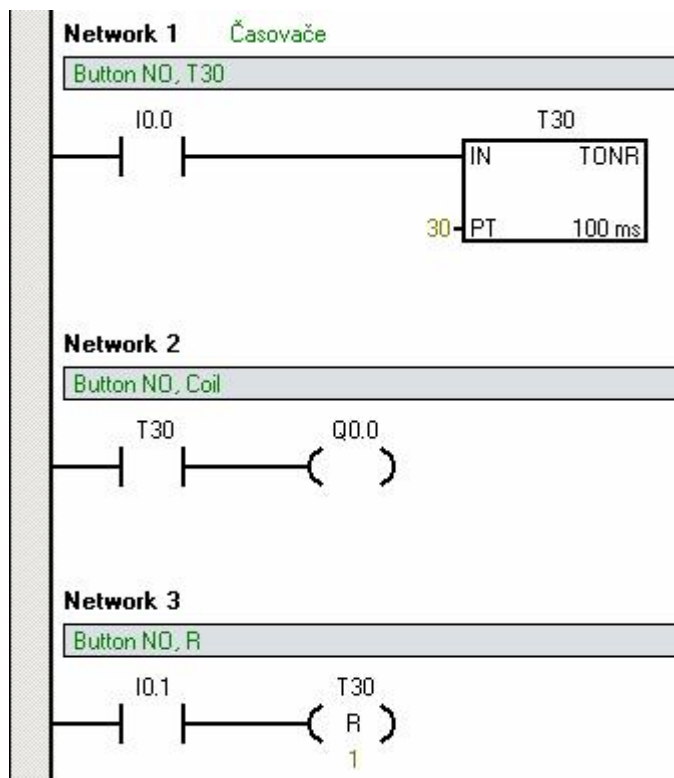
Obr. 5.4 Časovač TOF

1 – kludový stav, 2 – spustenie zmačknutím a odmačknutím (impulz tlačítkom),
3 – oneskorenie vypnutia, 4 – koniec činnosti

TONR (Retentive On-Delay)

Aktuálna hodnota časovača sa po vypnutí povoľovacieho vstupu udrží, čo je rozdiel oproti typu TON. Tým je možné spočítať čas počas viacerých zopnutí vstupu. Tento časovač je preto nutné manuálne nulovať pred novým počiatočným použitím inštrukciou reset (**obr. 5.5**).

PLC program:



Obr. 5.5 Časovač TONR

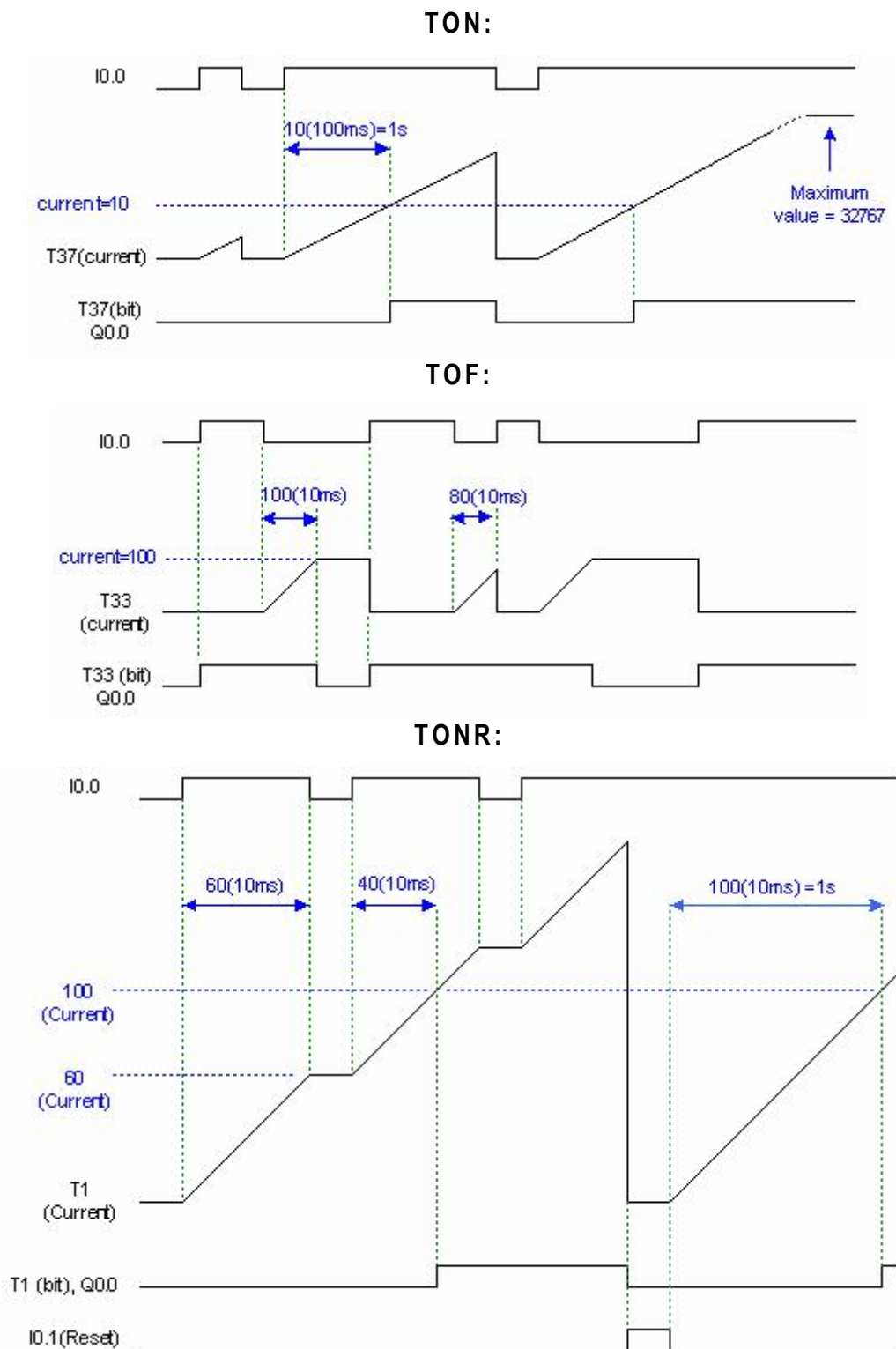
Upozornenie:

V programe nie je možné identifikovať rovnakým číslom časovač TON a TOF, ak sú použité oba druhy v rámci jedného programu. Pre garantovanie počítanej doby je potrebné nastavovať výslednú dobu o jeden časový interval viac, ako je vypočítaný (vyplýva z činnosti scannovacieho cyklu).

ÚLOHY:

49. Popíšte a odskúšajte inštrukcie časovačov a ich funkciu.
50. Je možné zapojiť časovače do „kaskády“?
51. Napíšte program, kde bude použitý detektor, napr. dvoch prevádzkových stavov, kedy pri ich detegovaní dôjde k oneskorenému zapnutiu alebo vypnutiu, napr. pohonu.
52. Napíšte program, ktorý bude ovládať bistabilný elektropneumatický rozvádzač. Po prestavení sa má vypnúť budenie cievky rozvádzača, na čo využijete časovače. Zvoľte vhodne dlhú dobu, aby funkciu odbudenia bolo možné odsledovať vizuálne.
53. Vytvorte program, ktorý vygeneruje impulz pomocou inštrukcie P pre spustenie časovača.

54. Vytvorte program, ktorý bude ovládaný dvomi tlačítkami: štart a stop. Po spustení programu štart tlačítkom sa bude opakovane vysúvať dvojčinný priamočiarly pneumotor ovládaním monostabilného a bistabilného rozvádzača 5/2. Použite koncový spínač základnej (zasunutej) polohy piesta – piest sa vysunie vždy až po zasunutí do základnej polohy.



Obr. 5.6 Rozdiel v činnosti časovačov TON, TOF, TONR

Podrobný pracovný diagram

LEKCIA 6

Úloha upínania a vŕtania

- Cieľ:**
1. Porozumieť účelu pohybového diagramu.
 2. Zanalyzovať jednoduchú technologickú úlohu simulujúcu proces upínania a vŕtania materiálu.

1 VÝZNAM POHYBOVÉHO POHYBOVÝ DIAGRAMU

V prípade technologických aplikácií, kde dochádza k pohybu komponentov, je vhodné na popis činnosti využiť tzv. **pohybový diagram**, niekedy označovaný ako **krokový diagram**. Tento určuje sekvenčnosť práce (postupnosť krokov) celého zapojenia a tiež vzájomné väzby medzi pohybujúcimi sa komponentmi. Krokový diagram umožňuje graficky rozfázovať celú činnosť vykonávanej technologickej úlohy tak, aby nedochádzalo k neželaným prevádzkovým stavom. Ako príklad je možné uviesť podanie obrobku do obrábacieho stroja, ktoré nasleduje po tom, ako sa spoľahlivo zasunie obrábacie vreteno.

Krokový diagram je tvorený obdĺžnikovou sieťou s pravidelným delením. Každý obdĺžnik predstavuje elementárny krok. Každý krok má pevne definovanú dobu trvania, celková doba trvania je potom daná násobkom (počtom) vyznačených krokov (štvorčekov).

2 ANALÝZA ČINNOSTI A ZAPOJENIA, POHYBOVÝ DIAGRAM

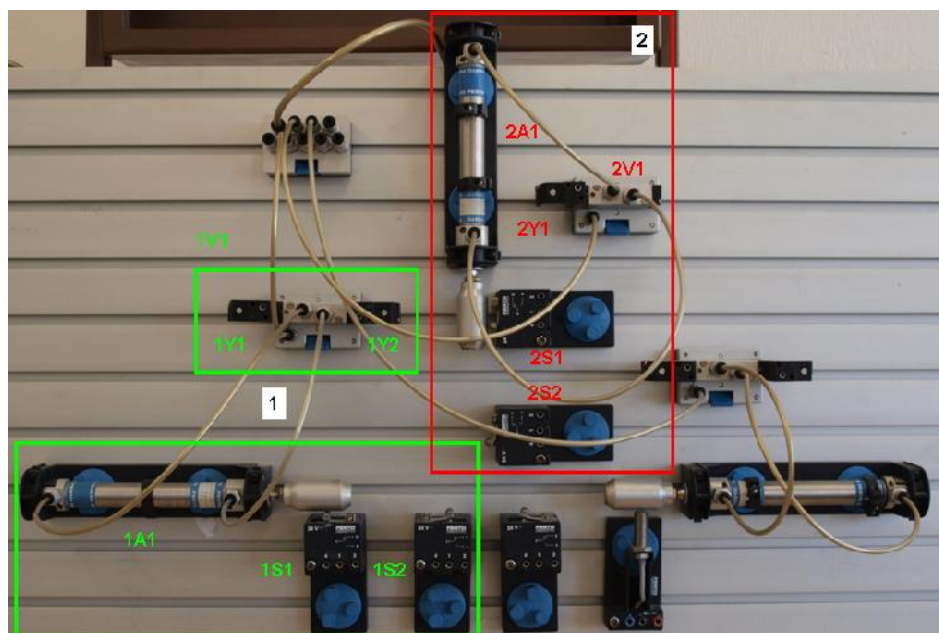
Jednoduchý krokový diagram je popísaný na nasledujúcej technologickej úlohe. Jej cieľom je simulovať upnutie obrobku a následné vŕtanie počas pevne definovanej doby. Na simuláciu sú využité dva pneumatické priamočiare motory (piesty). Prvý – upínací je ovládaný bistabilným rozvádzačom a druhý – vŕtací je ovládaný monstabilným rozvádzačom. U oboch piestov je mechanickými koncovými spínačmi kontrolovaná zasunutá (základná) poloha piestu a tiež vysunutá. Celý proces obrábania je odštartovaný stlačením štartovacieho tlačítka. Po udelení štartovacieho impulzu prebehne celý proces jeden krát a je po skončení možné odštartovať opätovným stlačením tlačítka. Použité hardvérové komponenty a pohybový diagram sú na (**obr. 6.1.**), elektropneumatická schéma je na (**obr. 6.2., 6.3.**).

Potrebný počet vstupov PLC je 5:

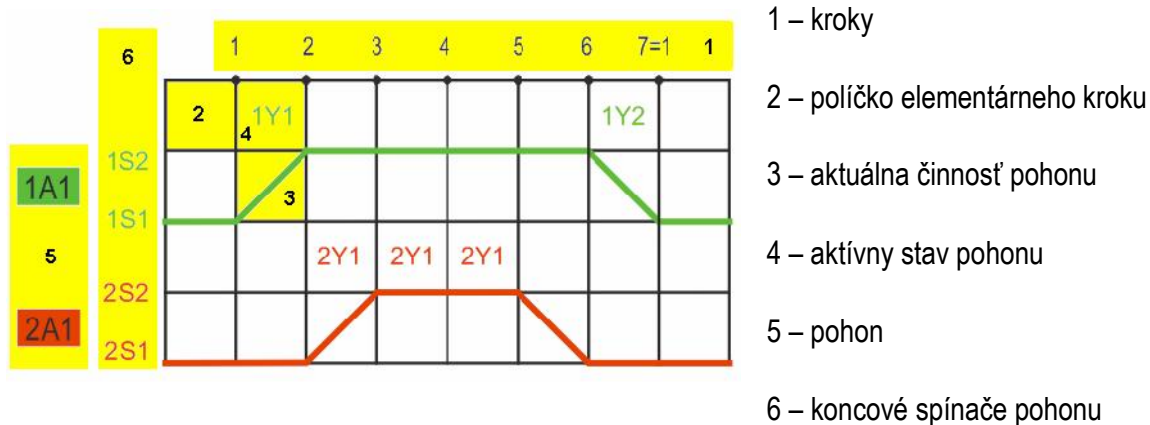
- 1 pre štartovacie tlačítko,
- 2 pre koncové spínače upínacieho piestu,
- 2 pre koncové spínače vŕtacieho piestu.

Potrebný počet výstupov je 3:

- 2 pre ovládanie bistabilného rozvádzača upínacieho piestu,
- 1 pre ovládanie monostabilného rozvádzača vŕtacieho piestu.



1 – upínanie, 2 – vŕtanie

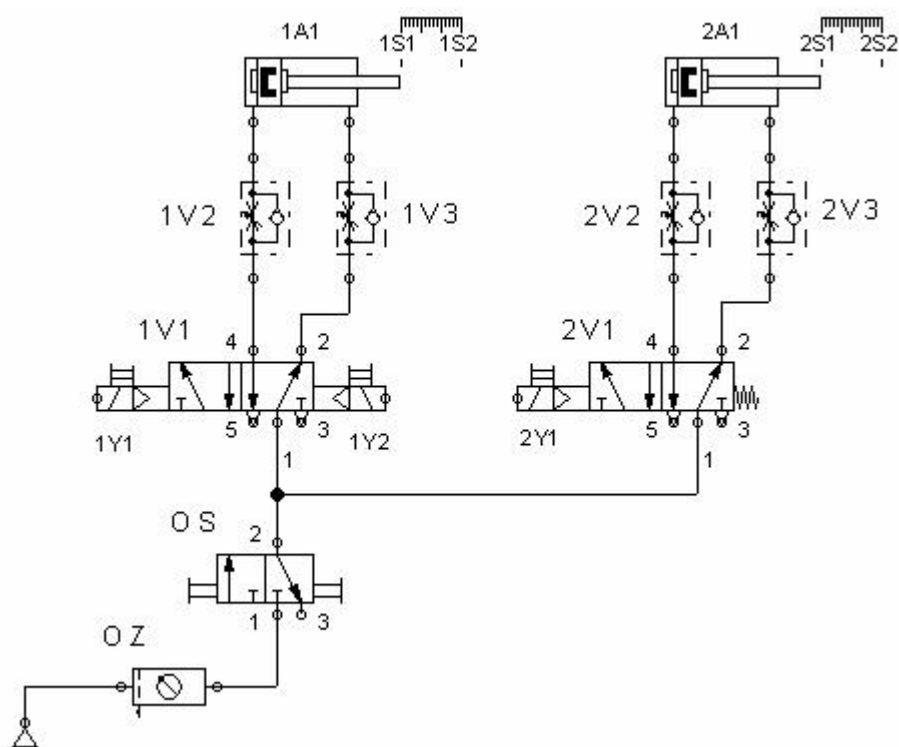


Význam prvkov:

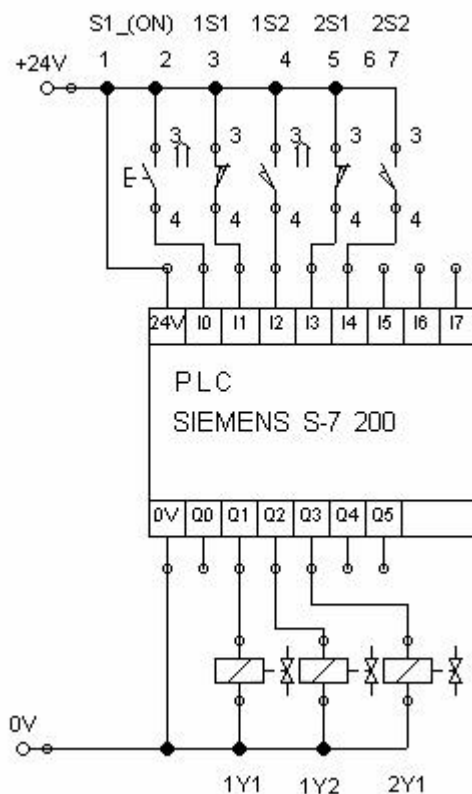
- | | |
|----------|---|
| 1A1 | – upínací piest, |
| 1S1, 1S2 | – koncové spínače upínacieho piestu, |
| 1V1 | – bistabilný ventil ovládajúci upínací piest ovládacími vstupmi 1Y1 a 1Y2 |
| 2A1 | – vŕtací piest |
| 2S1, 2S2 | – koncové spínače vŕtacieho piestu, |
| 2V1 | – monostabilný ventil ovládajúci vŕtací piest ovládacím vstupom 2Y1 |

Obr. 6.1 Hardvérové komponenty technologickej úlohy upínania a vŕtania a pohybový diagram

Elektropneumatická časť:



Elektrická riadiaca časť:



Význam prvkov:

1A1	Upínací piest
1Vx	Ovládacie ventily upínacieho piestu
1Sx	Koncové spínače upínacieho piestu
2A1	Vŕtací piest
2Vx	Ovládacie ventily upínacieho piestu
2Sx	Koncové spínače upínacieho piestu
OS	Centrálny odpínač vzduchu
OZ	Jednotka úpravy vzduchu

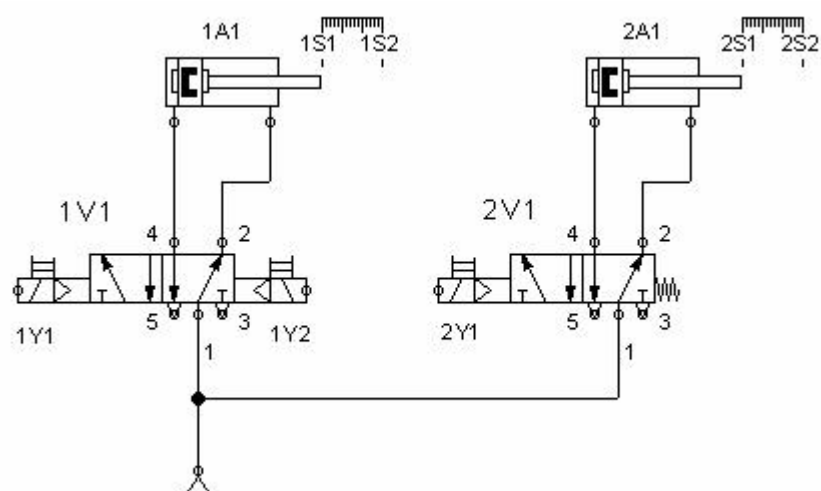
Alokačný zoznam:

S1_(ON)	I0.0
1S1	I0.1
1S2	I0.2
2S1	I0.3
2S2	I0.4
1Y1	Q0.0
1Y2	Q0.1
2Y1	Q0.2

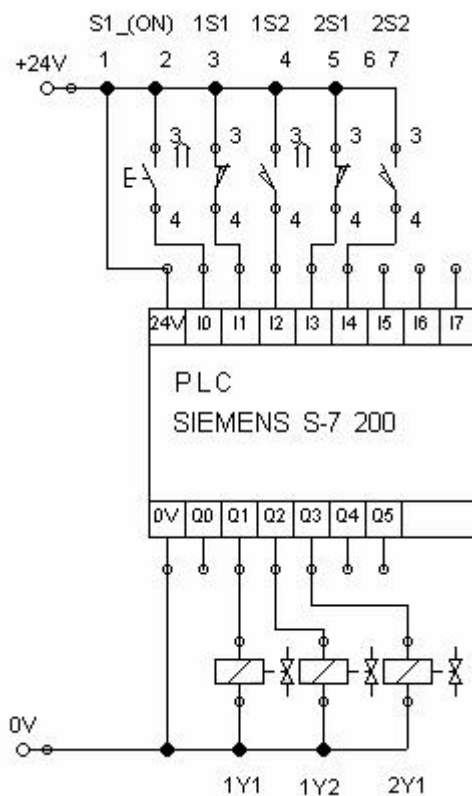
Obr. 6.2 Úloha upínania a vŕtania - úplná elektropneumatická schéma

Zapojenie sa má podľa pohybového diagramu chovať nasledovne: Po odštartovaní tlačítkom sa vysunie upínací piest. Po jeho zasunutí nasleduje v zápätí vysunutie vŕtacieho piestu a vŕtanie trvajúce presne definovanú dobu. Po skončení vŕtania sa vŕtací piest zasunie a v zápätí sa zasunie aj upínací piest. V tomto okamihu je možné celý výrobný cyklus opätovne spustiť štartovacím tlačítkom.

Elektropneumatická časť:



Elektrická riadiaca časť:



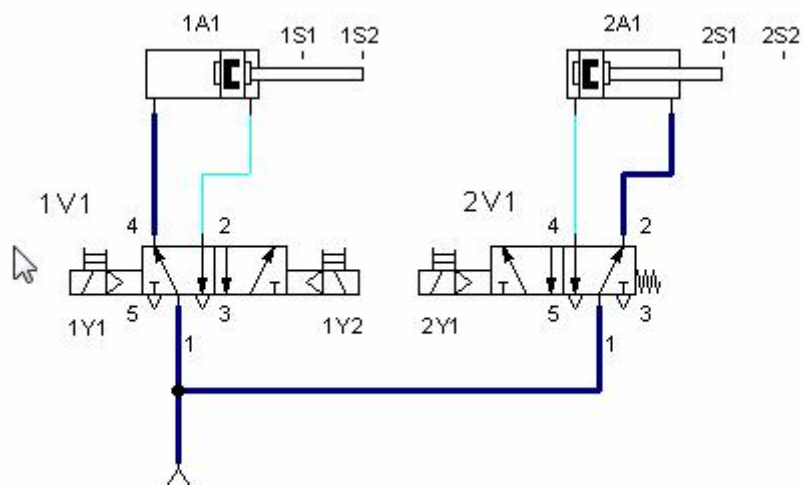
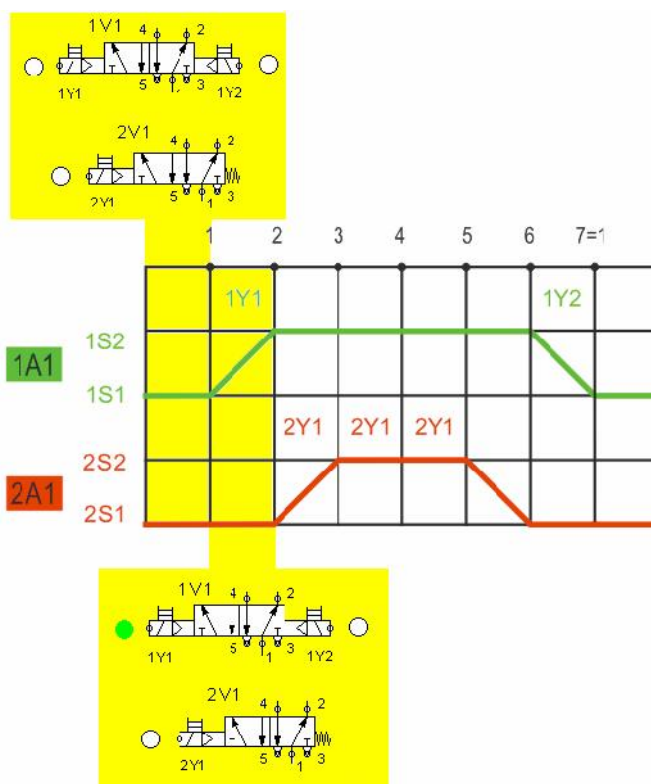
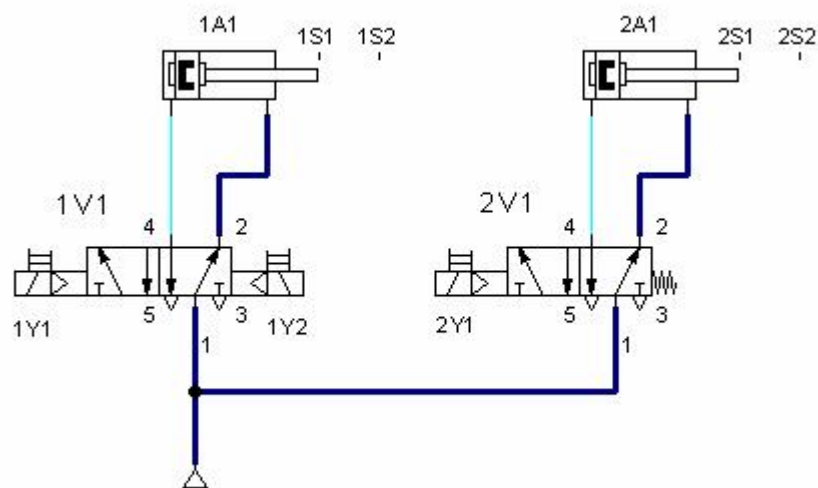
Význam prvkov:

1A1	Upínací piest
1V1	Ovládací ventil upínacieho piestu
1Sx	Koncové spínače upínacieho piestu
2A1	Vŕtací piest
2V1	Ovládací ventil upínacieho piestu
2Sx	Koncové spínače upínacieho piestu
OS	Centrálny odpínač vzduchu
OZ	Jednotka úpravy vzduchu

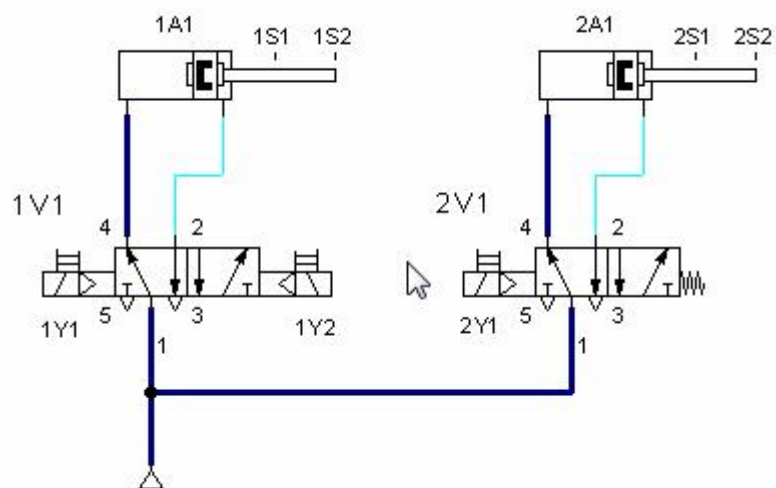
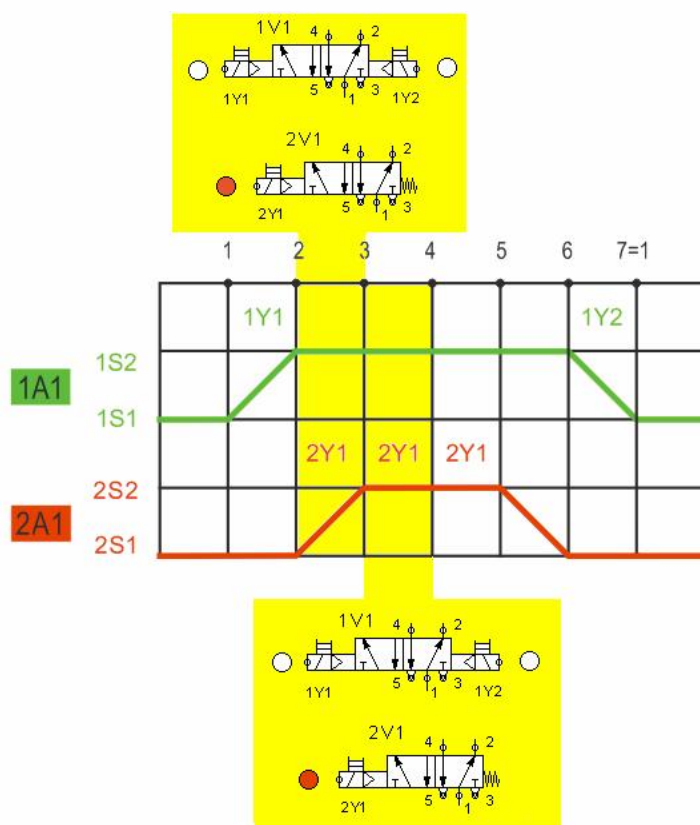
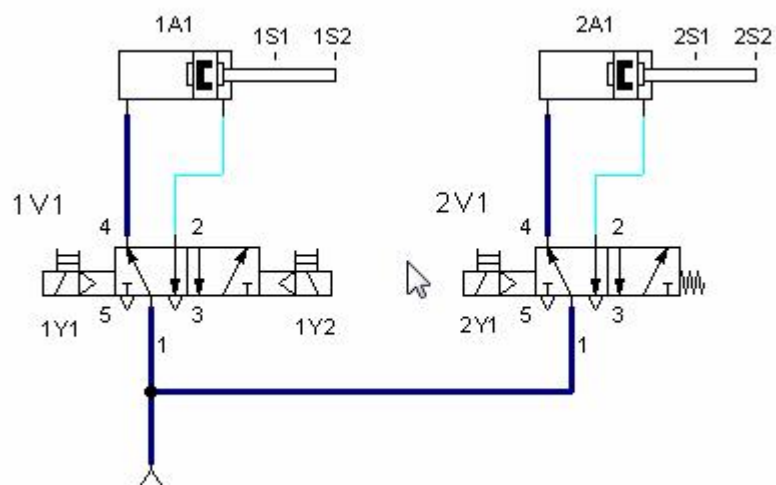
Alokačný zoznam:

S1_(ON)	I0.0
1S1	I0.1
1S2	I0.2
2S1	I0.3
2S2	I0.4
1Y1	Q0.0
1Y2	Q0.1
2Y1	Q0.2

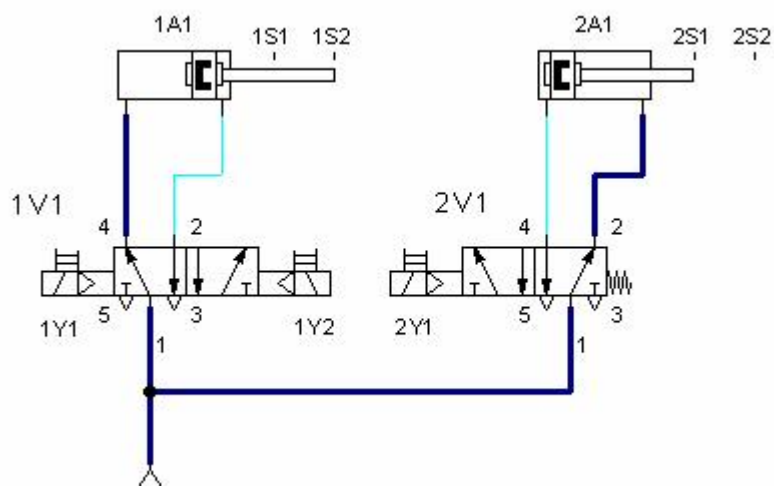
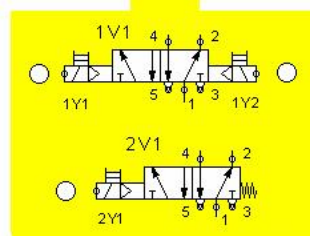
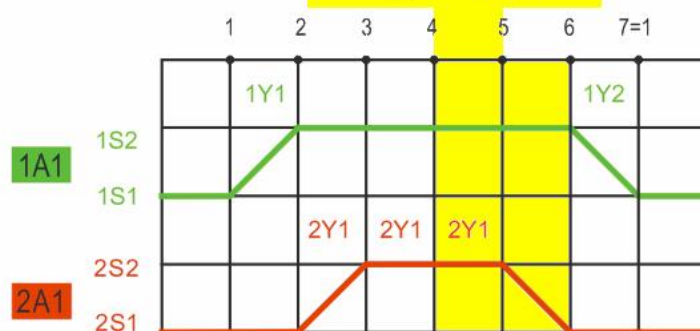
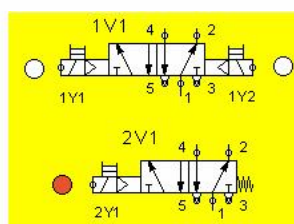
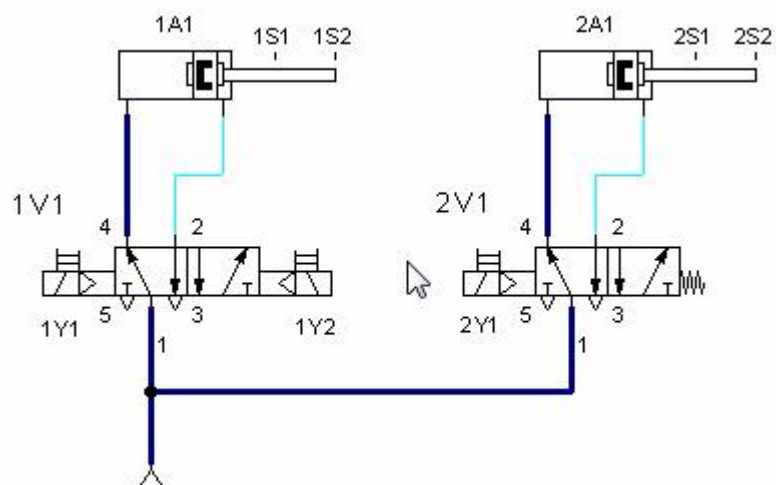
Obr. 6.3 Úloha upínania a vŕtania – zjednodušená elektropneumatická schéma



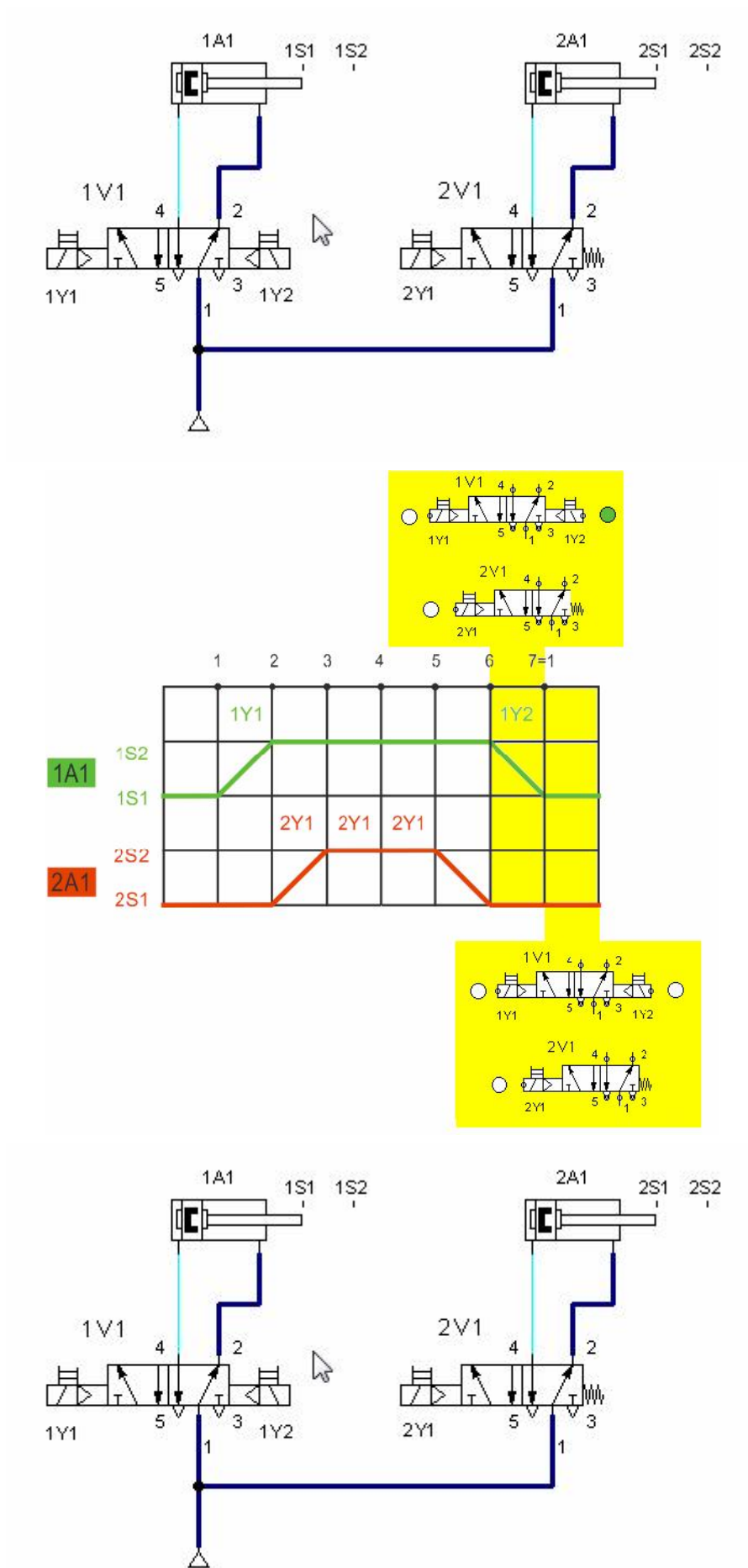
Obr. 6.4 Upínanie a vŕtanie – kroky 1 a 2



Obr. 6.5 Upínanie a vŕtanie – kroky 3 a 4

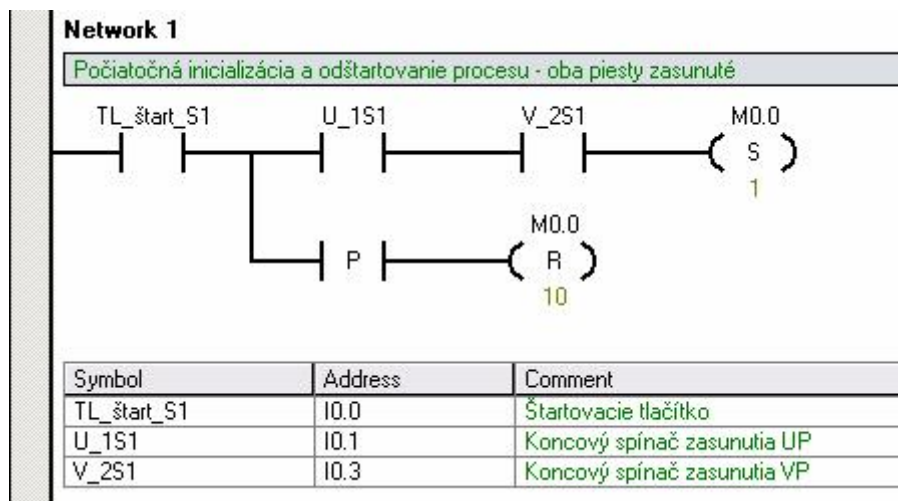


Obr. 6.6 Upínanie a vŕtanie – kroky 4 a 5

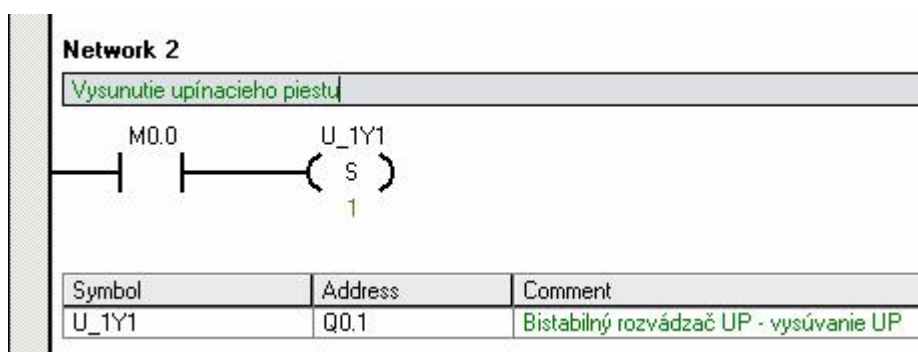


Obr. 6.7 Upínanie a vŕtanie – kroky 6 a 7 (7=1)

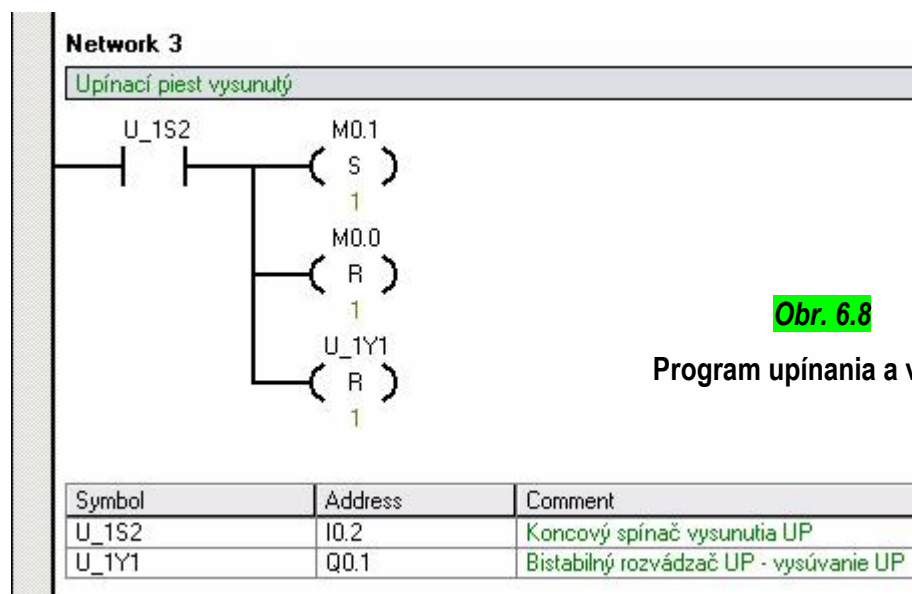
2 PROGRAM



Keď sa stlačí tlačítko TL_štart a oba piesty sú zasunuté, najskôr sa vynuluje pamäť (spodná vetva) a následne sa (v ďalšom scanovacom cykle) nasetuje pamäťová bunka M0.0.



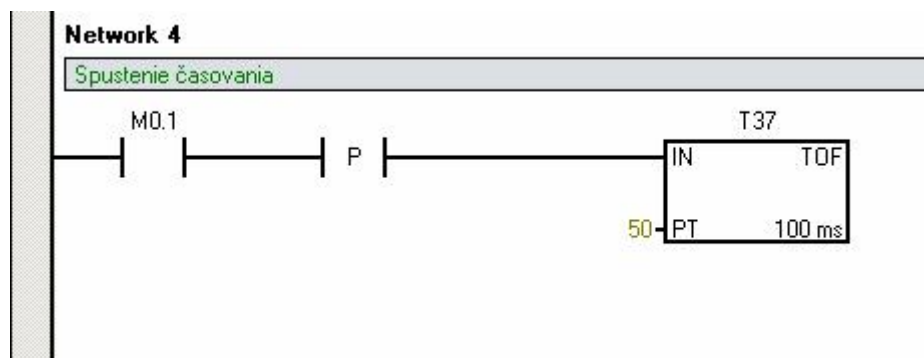
Nasetovaná pamäťová bunka M0.0 odblokuje Network 2 a aktivuje bistabilný rozvádzač upínacieho piesta na strane vysúvania 1Y1 a upínací piest sa vysunie.



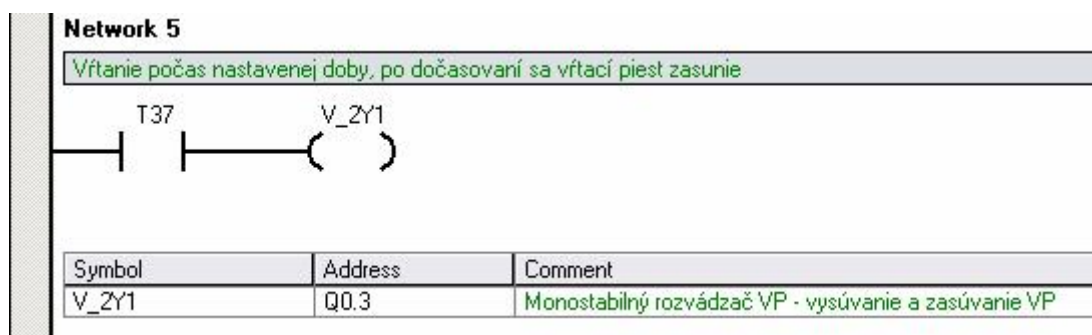
Obr. 6.8

Program upínania a vrtania

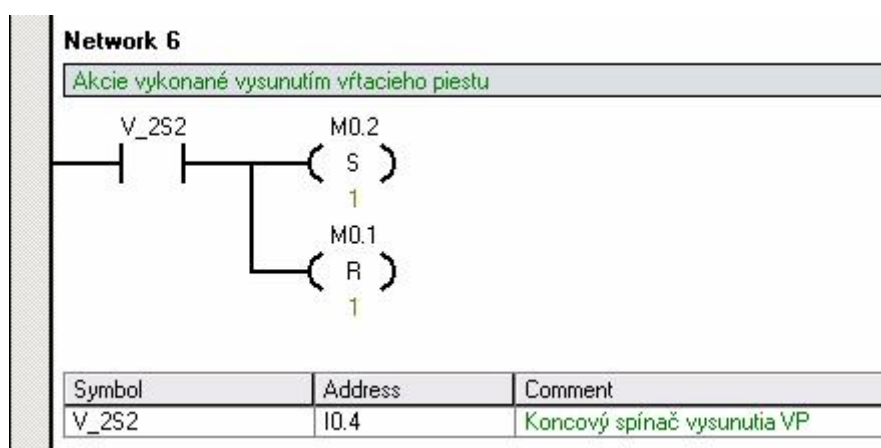
Vysunutý upínací piest rozpojí KS zasunutia 1S1 (Network 1 sa zablokoval) a aktivuje KS vysunutia 1S2, čím nasetuje pamäťovú bunku M0.1 (pre odblokovanie ďalšieho Networku), súčasne zresetuje bunku M0.0 (zablokuje sa Network 2) a odpojí („zhodí“) napájanie vysúvacej časti bistabilného rozvádzača upínacieho piesta (UP zostáva vysunutý).



Pamäťová bunka M0.1 aktivuje Network 4, aktiváciou dôjde k vygenerovaniu impulzu inštrukciou P, ktorá spustí časovač T37.

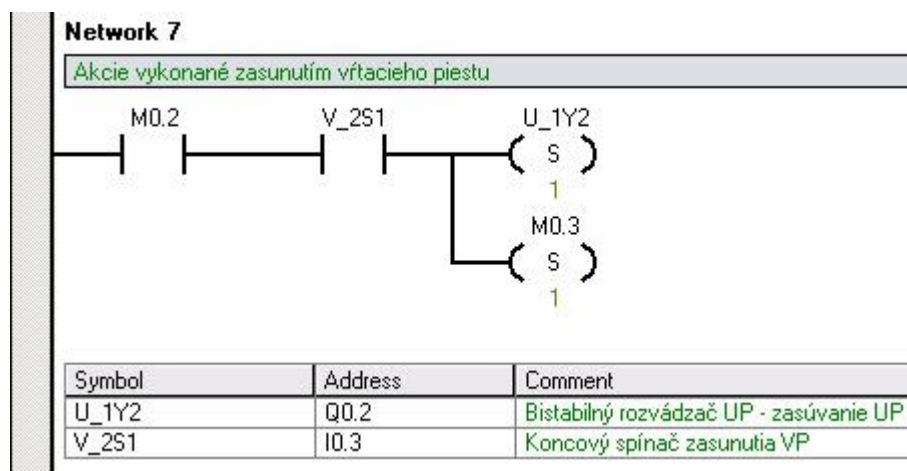


Časovač počas časovania drží zopnutý monostabilný rozvádzač VP počas nastavenej doby.

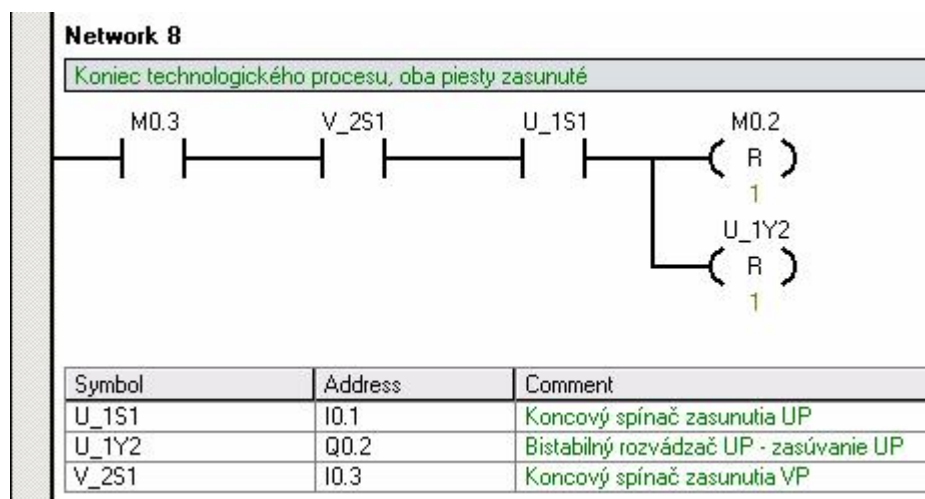


Vysunutie VP nasetuje pamäťovú bunku M0.2 (pre odblokovanie ďalšieho Networku) a súčasne vyresetuje pamäťovú bunku M0.1 (tá zablokuje Network 4 – časovač sa tým opakovane nespustí).

Obr. 6.8 Program upínania a vŕtania – pokračovanie



Nastovaná pamäťová bunka M0.2 odblokuje Network 7 a pokiaľ došlo k ukončeniu časovania, vŕtací piest sa zasunie (zopol button KS_VP_2S1). Tým dôjde k aktivácii zasúvacej časti bistabilného rozvádzača UP, UP sa zasunie a súčasne dôjde k nastovaniu pamätevej bunky M0.3 (pre odblokovanie ďalšieho Networku).



Pamäťová bunka M0.3 odblokuje Network 8 a pokiaľ sú oba piesty zasunuté (zopnuté Buttony KS_VP_2S2 a KS_VP_1S1), vyresetuje sa pamäť a odpojí napájanie zasúvacej časti bistabilného rozvádzača UP

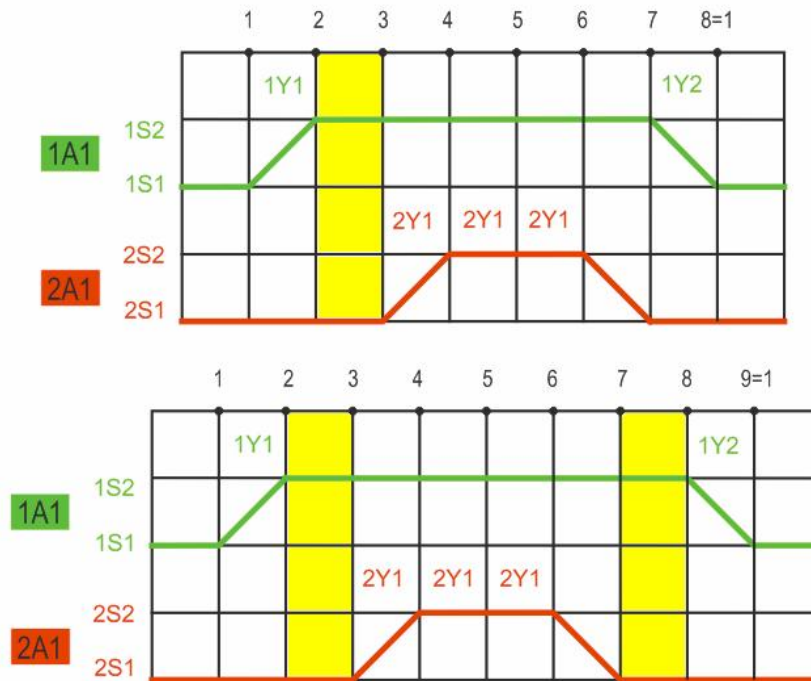
Obr. 6.8 Program upínania a vŕtania – dokončenie

		Symbol	Address	Comment
1		TL_start_S1	I0.0	Štartovacie tlačítko
2		U_1S1	I0.1	Koncový spínač zasunutia UP
3		U_1S2	I0.2	Koncový spínač vysunutia UP
4		V_2S1	I0.3	Koncový spínač zasunutia VP
5		V_2S2	I0.4	Koncový spínač vysunutia VP
6		U_1Y1	Q0.1	Bistabilný rozvádzač UP - vysúvanie UP
7		U_1Y2	Q0.2	Bistabilný rozvádzač UP - zasúvanie UP
8		V_ZY1	Q0.3	Monostabilný rozvádzač VP - vysúvanie a zasúvanie VP

Obr. 6.9 Upínanie a vŕtanie – alokačný zoznam premenných

ÚLOHY:

55. Dôkladne rozeanalyzujte jednotlivé networky programu a uvedenú schému zapojte a odskúšajte.
56. Prerobte program tak, aby boli obidva piesty ovládané monostabilným rozvádzačom.
57. Prerobte program tak, aby boli obidva piesty ovládané bistabilným rozvádzačom.
58. Prerobte program podľa nasledujúcich pohybových diagramov (**obr. 6.10**) – vnesť oneskorenie do činnosti.



Obr. 6.10 Úprava pohybového diagramu

59. Ošetríte v programe podľa možnosti čo najviac hazardných stavov, ktoré môžu nastať počas prevádzky (stlačenie tlačidla štart počas behu programu, doplňte tlačidlo „central-stop“ a podobne).
60. Vytvorte vlastný pohybový diagram pre dva piesty úlohu zrealizujte programovo.

LEKCIA 7

Úloha podávania, upínania a vŕtania

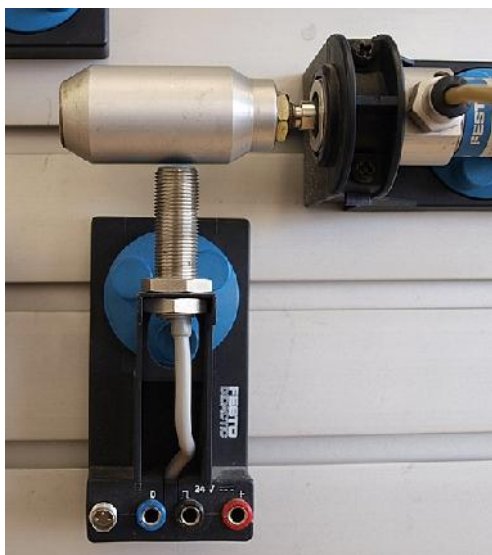
- Cieľ:**
1. Porozumieť účelu pohybového diagramu.
 2. Zanalyzovať technologickú úlohu simulujúcu proces podávania, upínania a vŕtania materiálu.

1 ANALÝZA ČINNOSTI A ZAPOJENIA, POHYBOVÝ DIAGRAM

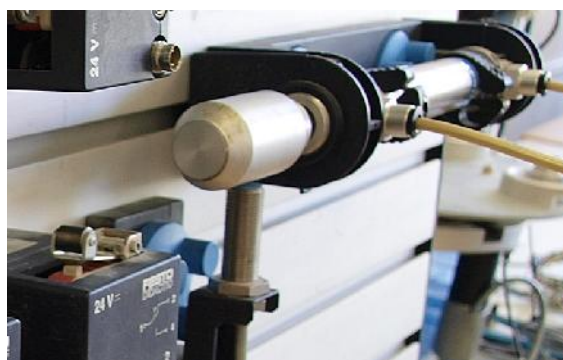
Cieľom úlohy je zapojiť, naprogramovať a odsimulovať technologický proces podávania, upínania a vŕtania materiálu prostredníctvom PLC a elektropneumatických prvkov. Úlohu je vhodné riešiť nadstavbou – rozšírením a modifikovaním predošlej úlohy upínania a vŕtania.

Časť hardvérového zapojenia vychádza z predošlej úlohy, ale je tu niekoľko odlišností:

- upínací piest sa presunul na pravú stranu, jeho pôvodné miesto zaujal podávací piest,
- podávací a upínací piest sú ovládané bistabilnými rozvádzačmi, vŕtací zostal ovládaný monostabilným rozvádzačom,
- zasunutie upínacieho piestu kontroluje indukčnosťný koncový snímač (**obr. 7.1.**), ostatné koncové snímače zostali mechanické (kvôli konzistencii značenia bola jeho značka 2B1 podľa normy ISO zmenená na 2S1; stále sa jedná o koncový spínač).



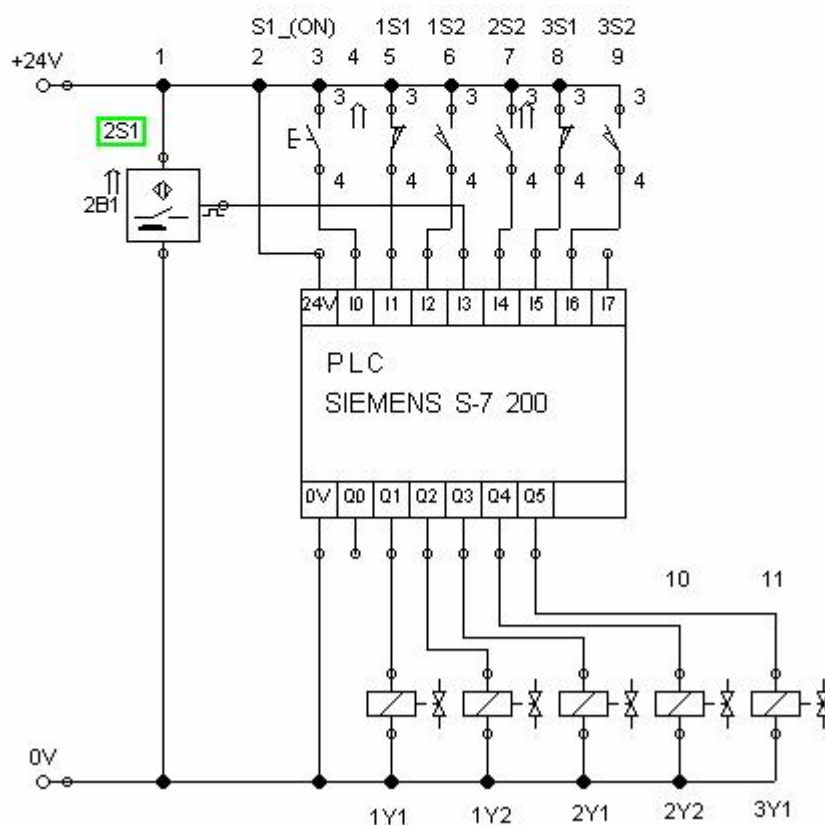
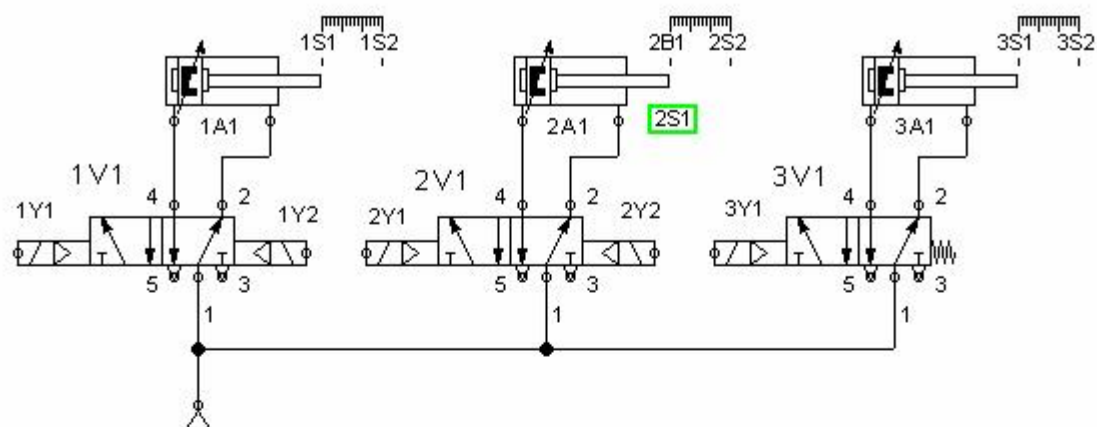
1



2

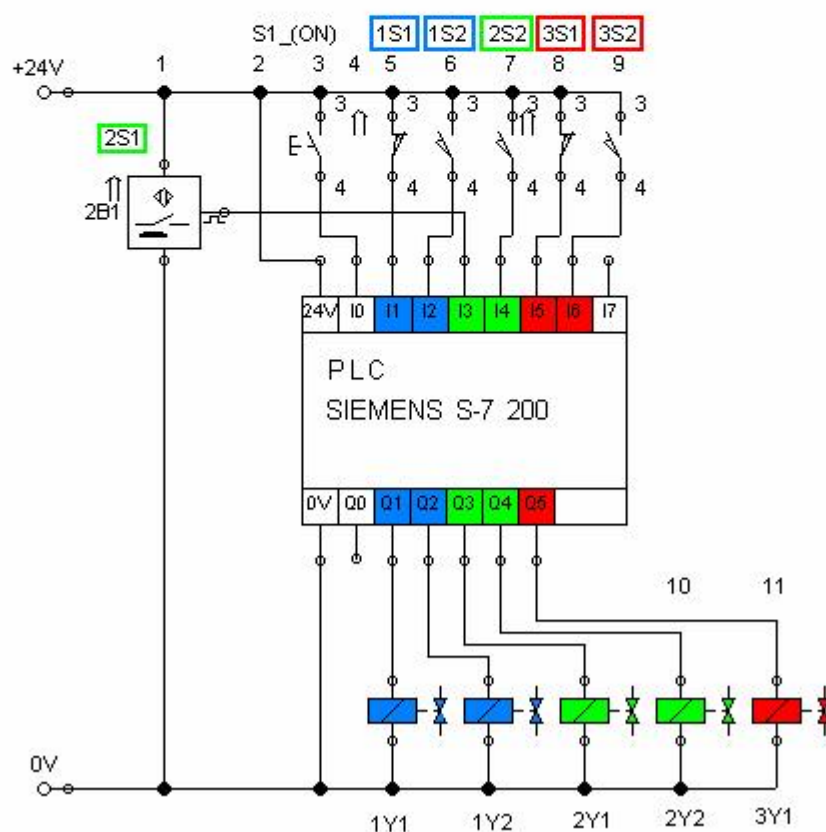
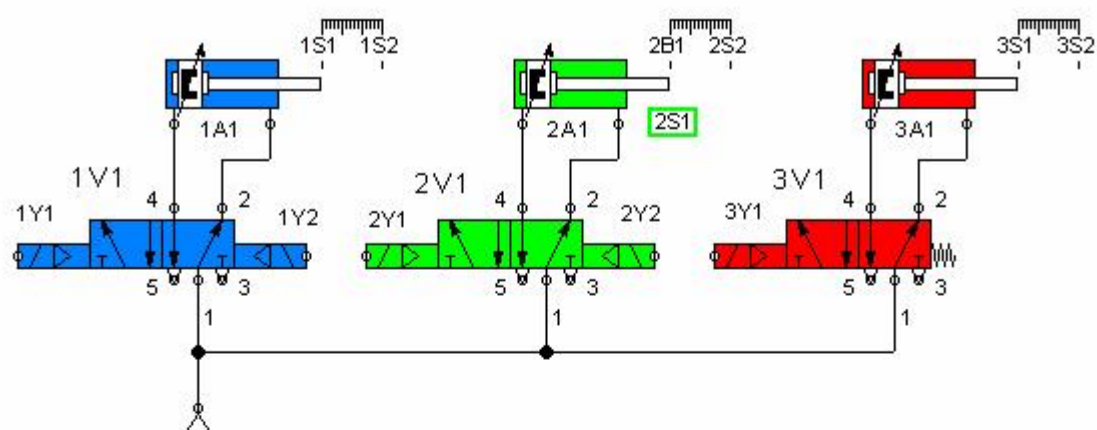
Obr. 7.1 Koncové spínače vŕtacieho piestu

1 – indukčnosťný snímač zasunutia, 2 – pohľad na indukčnosťný a kontaktný snímač koncovej polohy vŕtacieho piestu



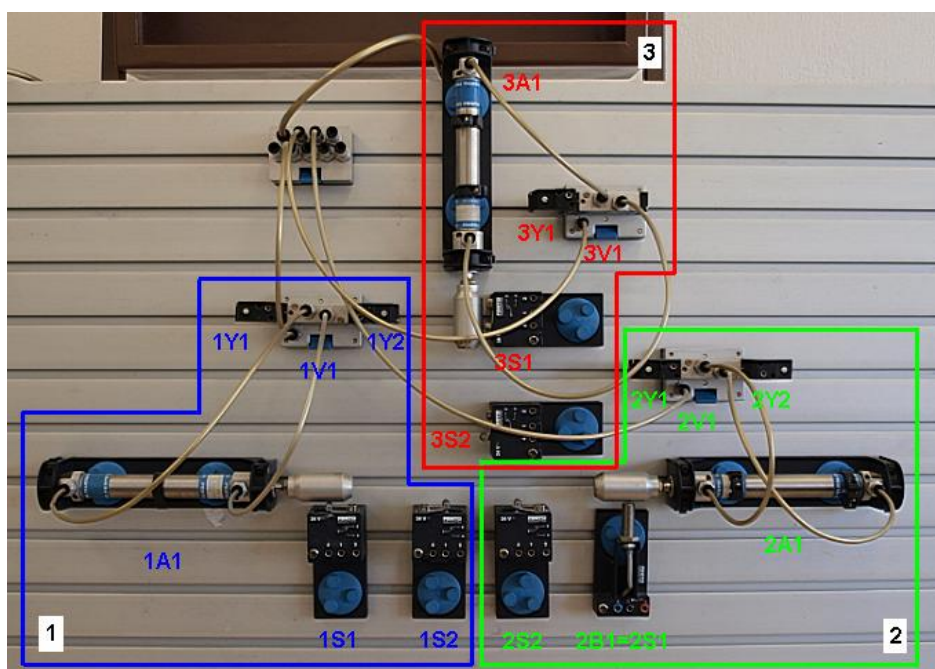
Význam prvkov:	
1A1	Podávaci piest
1V1	Ovládací ventil podávacieho piestu
1Sx	Koncové spínače podávacieho piestu
2A1	Upínací piest
2V1	Ovládací ventil upínacieho piestu
2Sx, 2B1	Koncové spínače upínacieho piestu
3A1	Vřtací piest
3V1	Ovládací ventil vřtacieho piestu
3Sx	Koncové spínače vřtacieho piestu

Obr. 7.2 Zjednodušená elektropneumatická schéma – verzia pre čb tlač

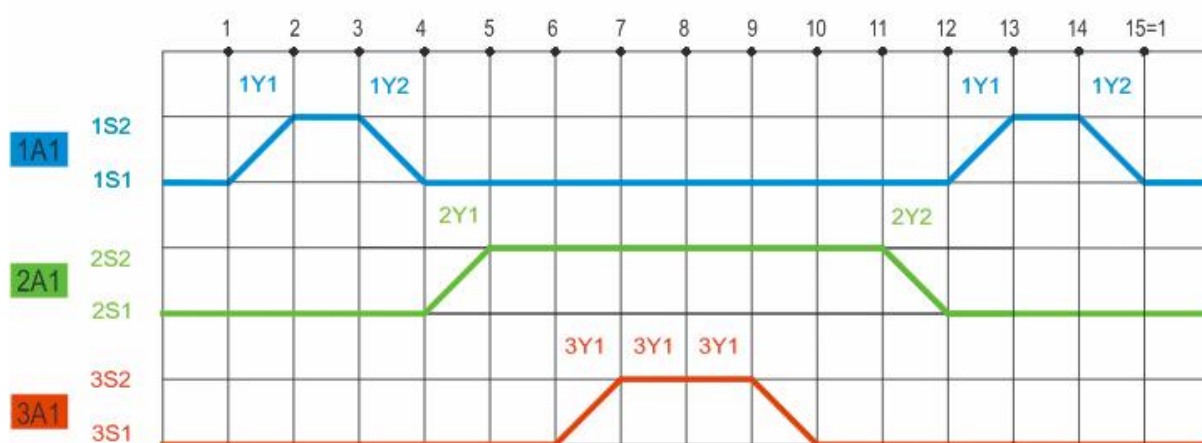


Význam prvkov:	
1A1	Podávací piest
1V1	Ovládací ventil podávacieho piestu
1Sx	Koncové spínače podávacieho piestu
2A1	Upínací piest
2V1	Ovládací ventil upínacieho piestu
2Sx, 2B1	Koncové spínače upínacieho piestu
3A1	Vřtací piest
3V1	Ovládací ventil vřtacieho piestu
3Sx	Koncové spínače vřtacieho piestu

Obr. 7.3 Zjednodušená elektropneumatická schéma – názorná



1 – podávanie, 2 – upínanie, 3 - vŕtanie

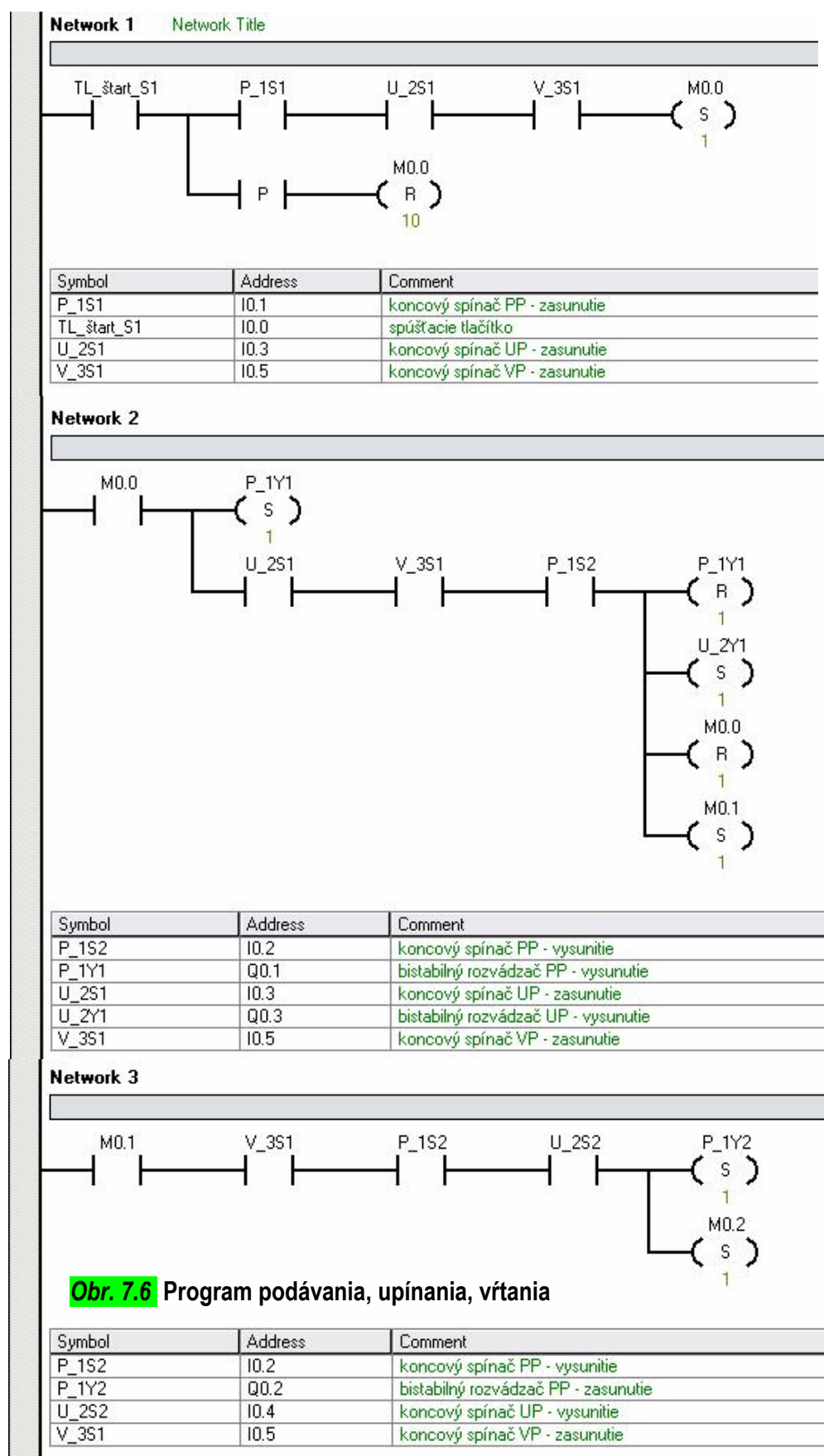


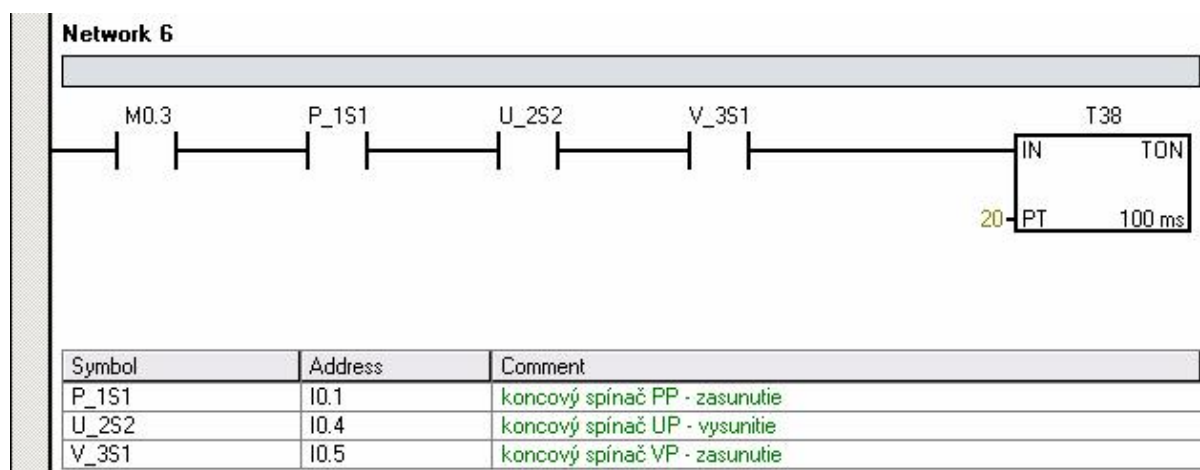
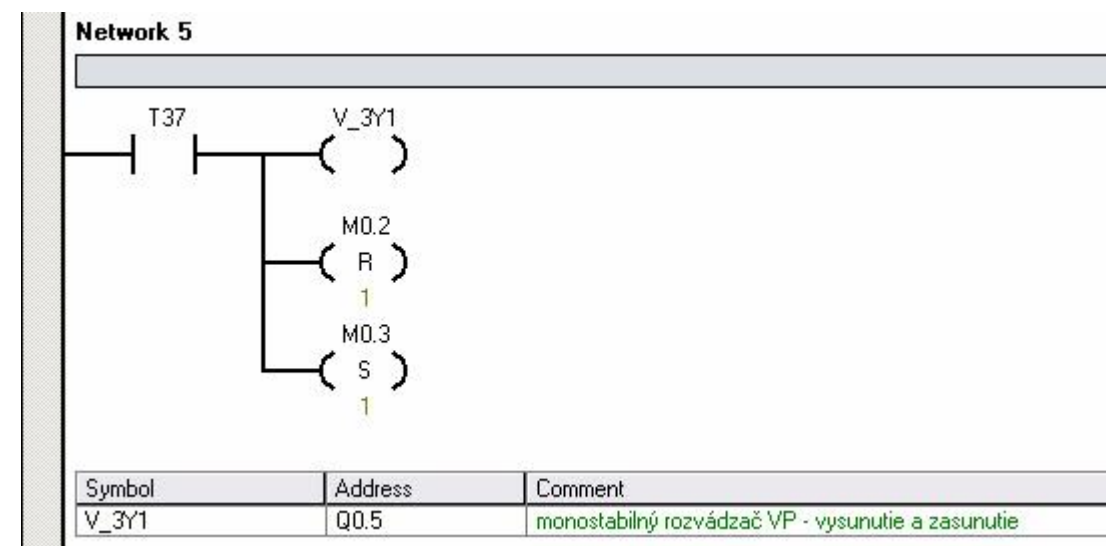
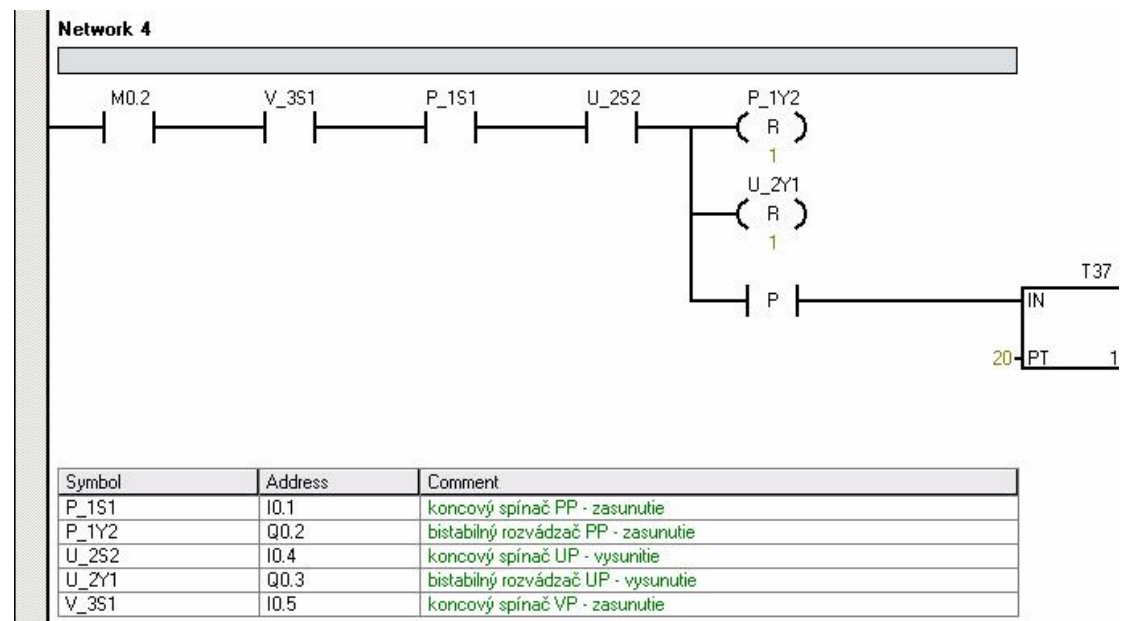
Obr. 7.4 Pohybový diagram

		Symbol	Address	Comment
1		TL_start_S1	I0.0	spúšťacie tlačítko
2		P_1S1	I0.1	koncový spínač PP - zasunutie
3		P_1S2	I0.2	koncový spínač PP - vysunutie
4		U_2S1	I0.3	koncový spínač UP - zasunutie
5		U_2S2	I0.4	koncový spínač UP - vysunutie
6		V_3S1	I0.5	koncový spínač VP - zasunutie
7		V_3S2	I0.6	koncový spínač VP - vysunutie
8		P_1Y1	Q0.1	bistabilný rozvádzač PP - vysunutie
9		P_1Y2	Q0.2	bistabilný rozvádzač PP - zasunutie
10		U_2Y1	Q0.3	bistabilný rozvádzač UP - vysunutie
11		U_2Y2	Q0.4	bistabilný rozvádzač UP - zasunutie
12		V_3Y1	Q0.5	monostabilný rozvádzač VP - vysunutie a zasunutie

Obr. 7.5 Alkokačný zoznam premenných

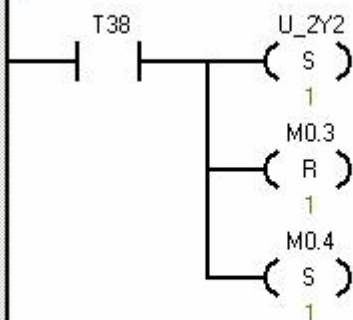
2 PROGRAM pozor chyba, net 3 a net 8





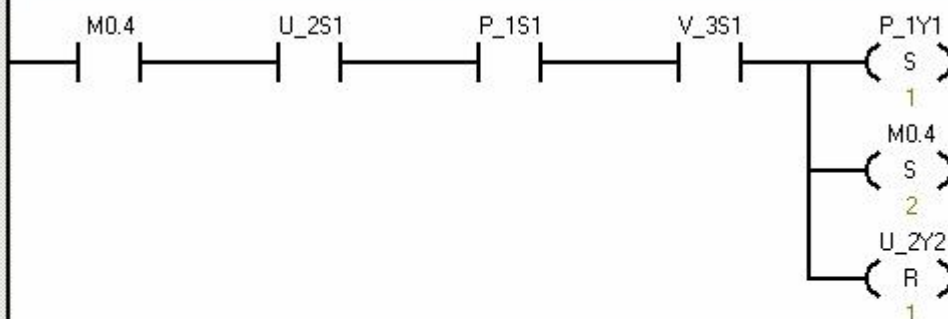
Obr. 7.6 Program podávania, upínania, vŕtania – pokračovanie

Network 7



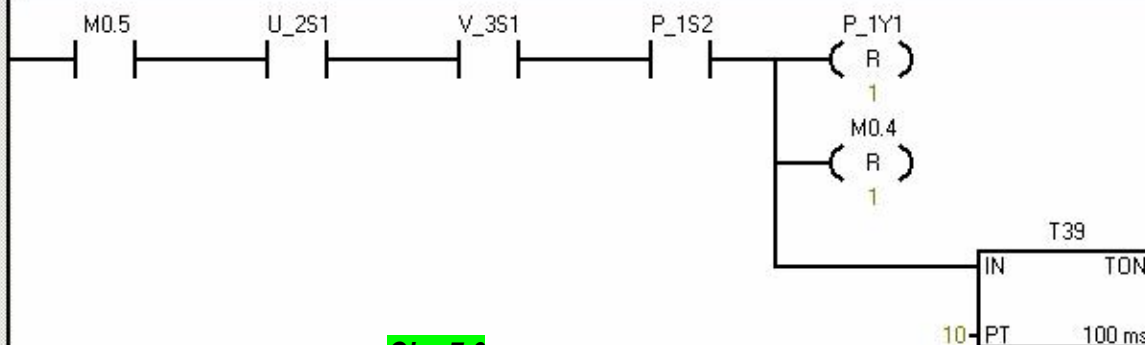
Symbol	Address	Comment
U_2Y2	Q0.4	bistabilný rozvádzač UP - zasunutie

Network 8



Symbol	Address	Comment
P_1S1	I0.1	koncový spínač PP - zasunutie
P_1Y1	Q0.1	bistabilný rozvádzač PP - vysunutie
U_2S1	I0.3	koncový spínač UP - zasunutie
U_2Y2	Q0.4	bistabilný rozvádzač UP - zasunutie
V_3S1	I0.5	koncový spínač VP - zasunutie

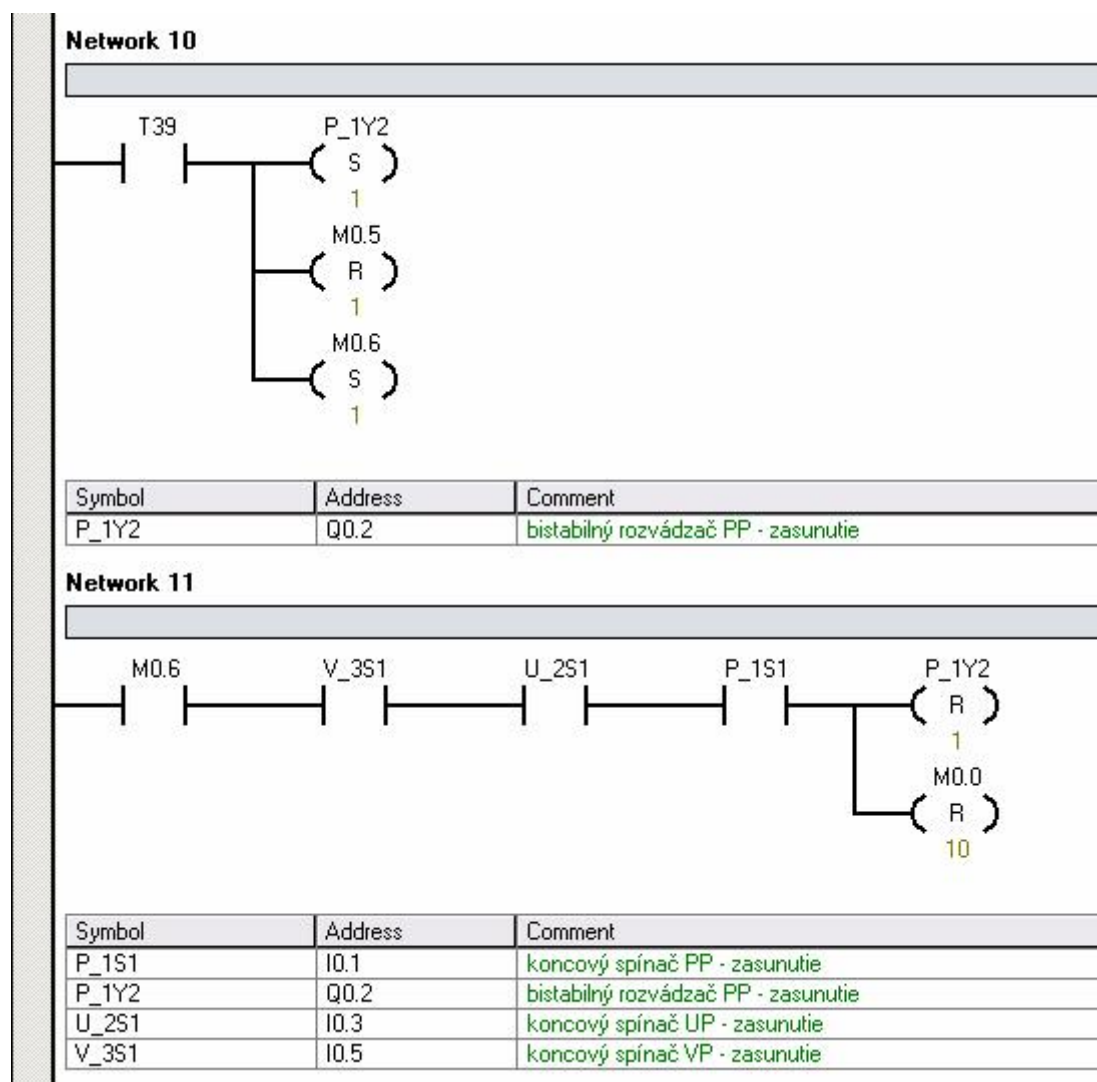
Network 9



Obr. 7.6

Program podávania, upínania, vŕtania – pokračovanie

Symbol	Address	Comment
P_1S2	I0.2	koncový spínač PP - vysunutie
P_1Y1	Q0.1	bistabilný rozvádzač PP - vysunutie
U_2S1	I0.3	koncový spínač UP - zasunutie
V_3S1	I0.5	koncový spínač VP - zasunutie



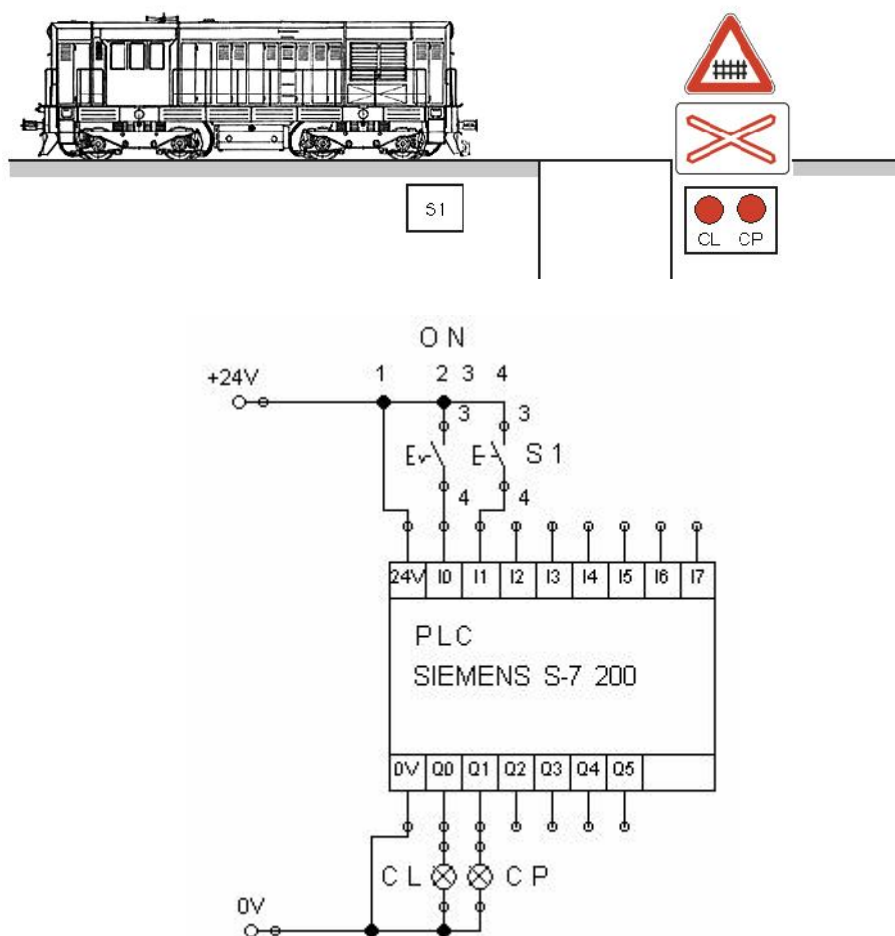
Obr. 7.6 Program podávania, upínania, vŕtania – dokončenie

PRÍLOHY - PRAKTICKÉ ÚLOHY

1 Úloha železničného priecestia

Naprogramujte nasledujúcu úlohu:

Na ceste je železničné priecestie s červeným výstražným dvojsvetlom. Toto svetlo je v klude vypnuté. V prípade, že sa priblíži k železničnému priecestiu vlak, začne striedavo blikať, až kým vlak neprejde. Úlohu naprogramujte zjednodušene tak, že prechod vlaku cez priecestie bude simulovaný stlačením a držaním spínača S1. Použite aj povolovalacie tlačidlo programu.

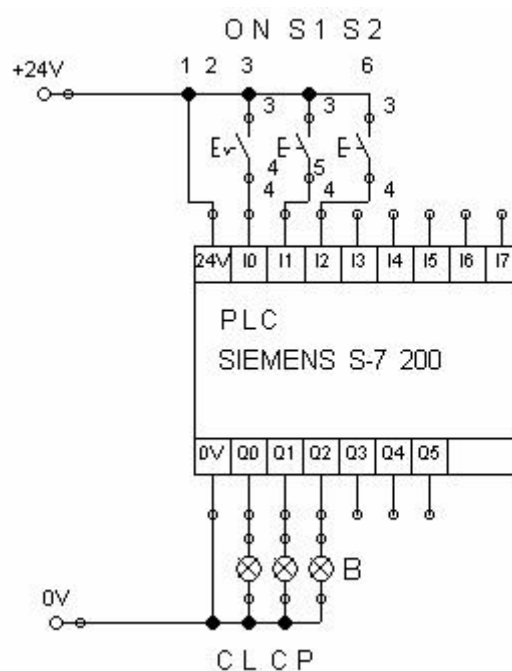
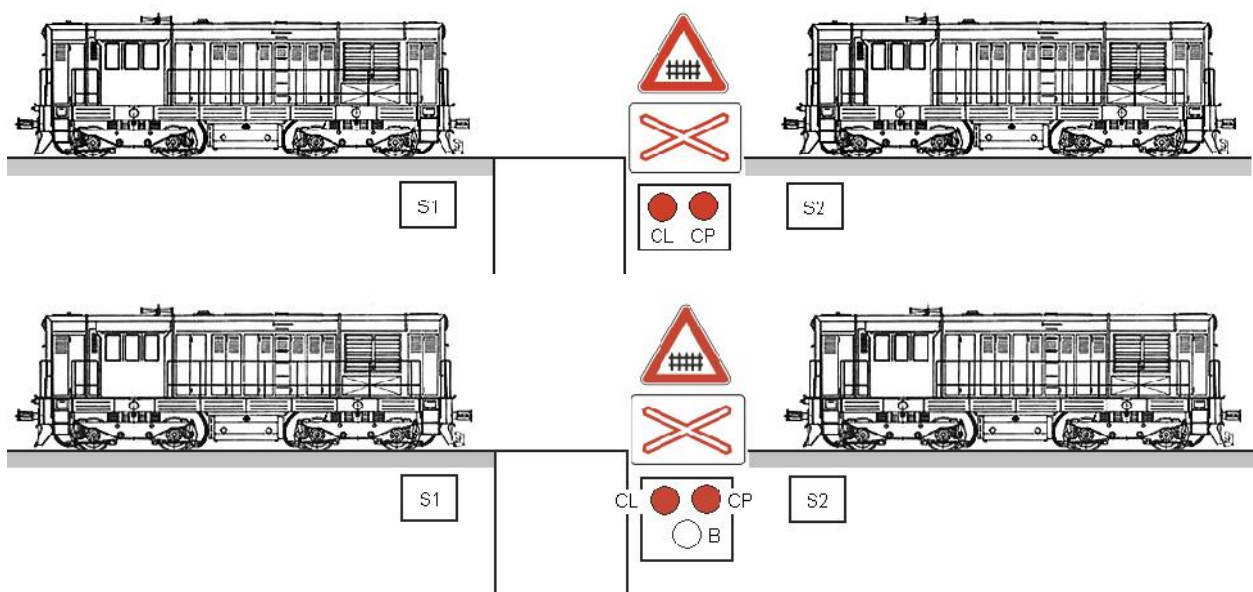


Obr. Úloha železničného priecestia

Na úlohe pracujte postupne:

- počas doby zopnutia spínača bude výstražné dvojsvetlo trvalo svietiť,
- počas doby zopnutia spínača bude výstražné dvojsvetlo trvalo svietiť, pričom zostane svietiť ešte 10 s po odmačknutí tlačidla,
- počas doby zopnutia spínača budú obe svetlá súčasne blikať,

- počas doby zopnutia spínača budú obe svetlá súčasne blikať, pričom budú blikať ešte 10 s po odmačknutí tlačidla,
- počas doby zopnutia spínača budú svetlá striedavo blikať,
- počas doby zopnutia spínača budú svetlá striedavo blikať, pričom budú blikať ešte 10 s po odmačknutí tlačidla,
- počas doby zopnutia spínača budú svetlá súčasne blikať, pričom budú po odmačknutí tlačidla blikať ešte 10x,
- počas doby zopnutia spínača budú svetlá striedavo blikať, pričom budú po odmačknutí tlačidla blikať ešte 10x,



Obr. Úloha železničného priecestia – doplnenie

Predchádzajúce úlohy rozšírite nasledovne:

- výstražné svetlo sa aktivuje stlačením tlačidla S1 a vypne stlačením tlačidla S2
- výstražné svetlo sa aktivuje stlačením tlačidla S1 alebo S2 a vypne stlačením druhého tlačidla,
- po vydaní povelu na vypnutie realizujte oneskorenia vypnutia výstražných svetiel podľa predošlých úloh,
- úlohu rozšírite tak, že za kl'udu bude svietiť biele svetlo až po príchod vlaku,
- že za kl'udu bude blikať biele svetlo až po príchod vlaku.

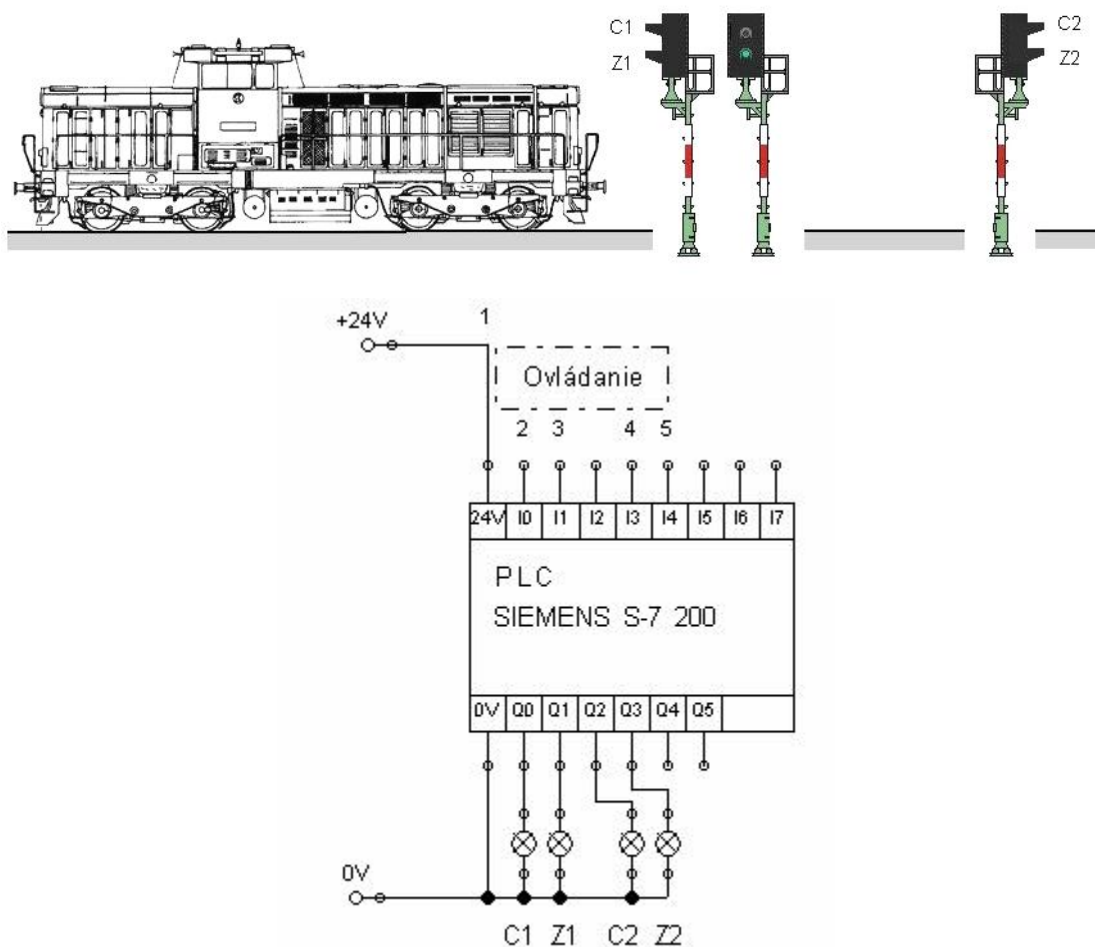
2 Úloha obojsmernej premávky

Naprogramujte nasledujúcu úlohu:

Vytvorte ovládací program pre jazdu vlaku po obojsmernej jednokoľajovej trati. Program sa má správať tak, že pokiaľ je v jednom smere zelená, v druhom musí byť červená a naopak.

Na úlohe pracujte nasledovne:

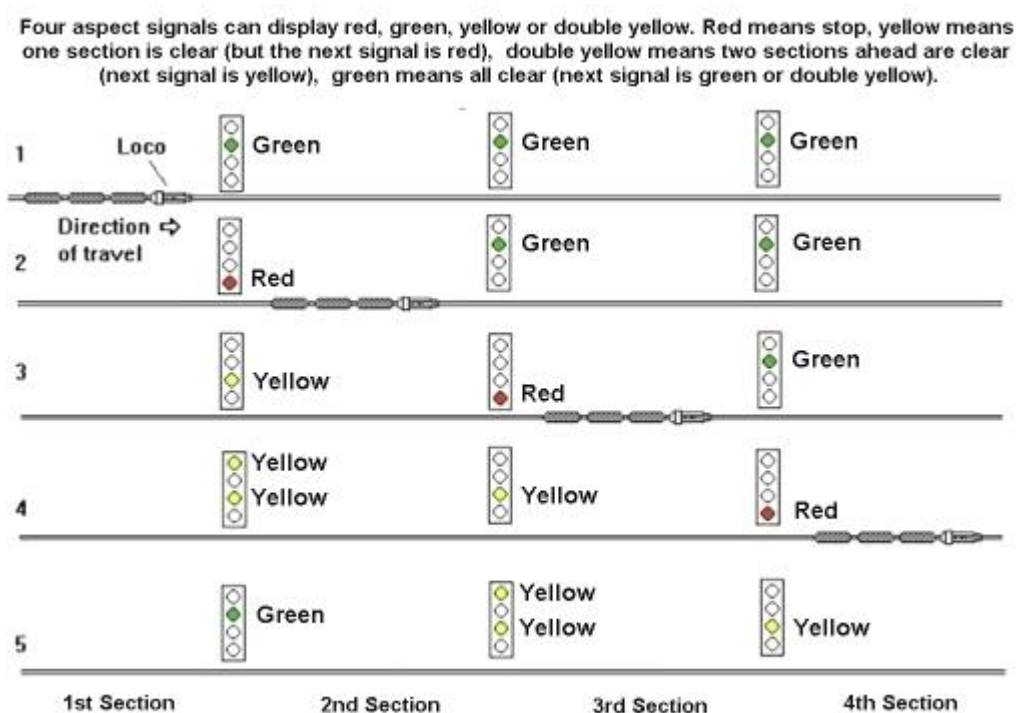
- štandardne pred ovládaním má svietiť v jednom smere červená, v druhom smere zelená,
- štandardne pred ovládaním má svietiť v oboch smeroch červená,
- svetlá sa budú meniť tlačítkami, každým pre jeden smer; použite inštrukcie cievky,
- svetlá sa budú meniť tlačítkami, každým pre jeden smer; použite inštrukcie Set/Reset,
- použite prepínanie svetiel jedným tlačítkom pre striedavé prepínanie,
- zabezpečte prepnutie svetiel tak, že po nastavení červenej v opačnom smere bude svietiť červená aj na druhom semafore ešte vopred definovanú dobu,
- vytvorte ďalší svetelný signál tak, že zelená farba bude blikať.



Obr. Úloha obojsmernej premávky na železnici

3 Železničný autoblok

Podľa nasledujúceho obrázku vytvorte ovládací program pre riadenie funkcie ovládania svetelných návěstí na železnici. Systém postupne uvoľňuje jednotlivé sekcie jazdnej dráhy, podľa polohy vlaku, ktorý prejde popri návěstidlu. Potrebne je PLC s rozširujúcim modulom digitálnych výstupov. Zjednodušene úlohu simulujte s jedným návěstidlom – úplne vľavo. Prepínať sa na ňom budú jednotlivé svetelné signály v slučke zelená – zelená. Na nasimulovanie prechodu vlaku popri návěsti použijete spínač (3 celkovo) alebo jeden spínač s využitím opakovaného stláčania (nutné ošetriť programovo).



Hore: Delenie trate na sekcie a jej blokovanie

Vľavo: Štvorsignálové návěstidlo

Dolu: požadovaná sekvencia návěstí



Obr. Železničný autoblok