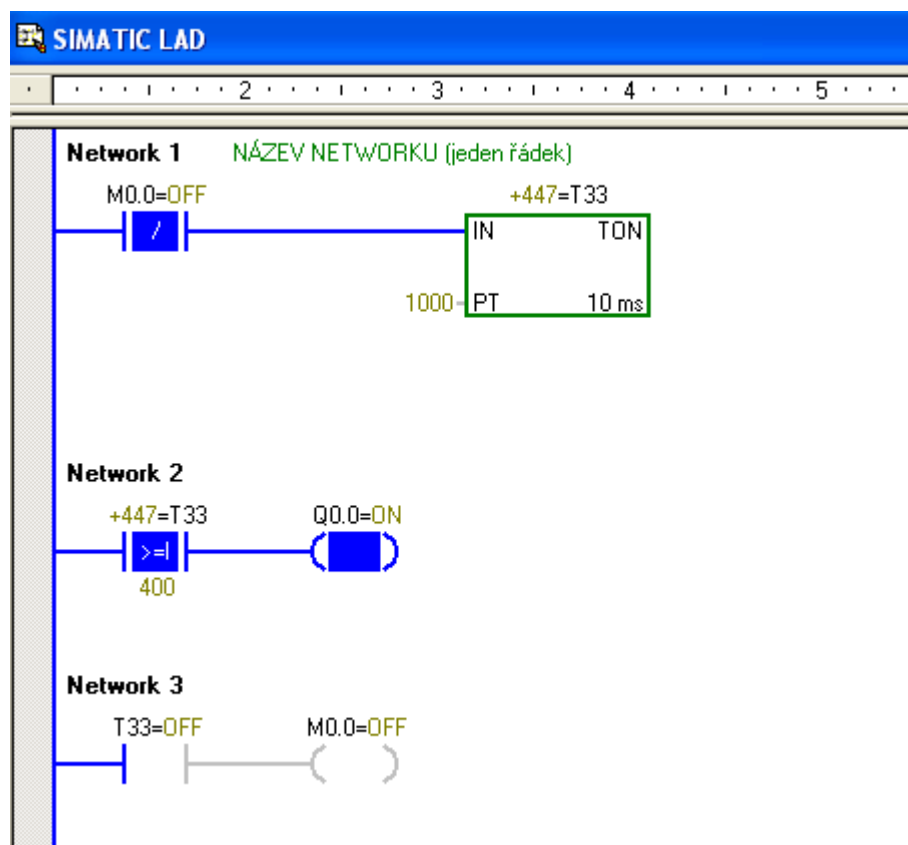


Průmyslová automatizace PLC automat S7/200

Stanislav Vít



Obsah PLC

Životní prostředí

	strana
1. Úvod	
2. Simatic	18
3. Konfigurace	22
4. Zapojení vstupů a výstupů vybavení CPU 222	25
5. Nouzové stop	31
6. Rozšiřovací moduly EM 223 a EM235	33
7. Ovládání PLC	35
8. Program Step 7 MicroWin	42
9. Instrukce sepnuté, rozepnuté kontakty a cívky	46
10. Instrukce NOT	51
11. Spuštění programu	52
12. Stav programu	55
13. Instrukce okamžité vstupy a výstupy	57
14. Bistabilní klopný obvod	58
15. Instrukce SET a RESET	59
16. Instrukce P a N	61
17. Časovače	63
18. Tabulka symbolů	71
19. Stavový diagram	73
20. Zobrazení trendu	76
21. Čítače	79
22. Instrukce porovnání	83
23. Instrukce skok na návěští	86
24. Tabulka výstupů	89
25. Remanentní oblasti	90
26. Filtrace vstupů a zachycení pulzů	91
27. Instrukce podprogramy	94
28. Matematické operace	96
29. Instrukce STOP a END	102
30. Analogový potenciometr SMB 28	103
31. Instrukce intervalové hodiny	104
32. Analogové vstupy a výstupy	105

Životní prostředí

Třídění odpadů

Každý má při své činnosti nebo v rozsahu své působnosti povinnost předcházet vzniku odpadů, omezovat jejich množství, nebezpečné vlastnosti a zajistit přednostně využití obalů před jejich odstraněním tj. skládkováním. Materiálové využití odpadů má přednost před jiným využitím, například energetickým využitím. Recyklace je jedním z nástrojů zhodnocení odpadů a podpory ochrany životního prostředí, které je skládkováním odpadů na mnoho let do budoucna značně ekologicky zatěžováno. Metody recyklace se však rozhodně nedají použít pro veškerý odpad. Opětovně lze zpracovávat platy, sklo, papír, kovy, bio odpad, pneumatiky a jiné.

Recyklace je opětovné využití materiálů nebo výrobků bez podstatných změn materiálu, z něhož byly vyrobeny a přináší následující výhody:

- rozšiřuje a obohacuje domácí surovinovou základnu
- snižuje nároky na dovoz surovin
- šetří prvotní zdroje a vytváří předpoklady pro jejich racionální využívání
- přináší úspory energie, investičních prostředků a pracovních sil
- chrání životní prostředí před nepříznivými vlivy škodlivin

Třídění odpadů je ekologické i ekonomické

Každý občan v ČR vyprodukuje zhruba 150 – 200kg odpadů. V celé republice to za jediný rok představuje stěží představitelné množství až 2 000 000 000 kilogramů, nebo-li dva miliony tun odpadů všeho druhu. Jak uniknout před odpadovou lavinou, která doslova visí nad našimi hlavami? Recept je snadný – třídit, a tím odpad regulovat na polovinu.



Z analýzy odpadů plyne, že ve 200 kg odpadu, které ročně vyprodukujeme, je zhruba 30 kg papíru, 25 kg plastu, 15 kg skla, 5 kg kovů a asi 1,4 kg nápojových kartonů. Všechny tyto suroviny lze znovu využít, je-li odpad správně tříděn. A nadějnou zprávou je, že množství vytríděného odpadu stále stoupá.

Tradiční surovinou vhodnou pro recyklaci je papír. Celulózové vlákno v něm obsažené je možné využít až sedmkrát, v papírnách se přidává do směsi na výrobu nového papíru. Recyklovaný papír se používá na výrobu novin, lepenkových krabic, toaletního papíru a podobně. Ještě vděčnější surovinou je sklo, které lze prakticky používat donekonečna. Z vytríděného a rozdrceného skla se nejčastěji vyrábí lahve na minerálky a pivo. Velké využití nalézají plasty, které jsou zpracovány různými technologiemi podle druhu. PET lahve se po rozemletí používají na výrobu koberec, netkaných textilií či jako výplň do spacáků a zimních bund. Z plastových sáčků a tašek se vyrábějí různé folie a pytle. Polystyren je zase vhodný k výrobě speciálních izolačních cihel. S recyklovanými směsnými plasty se setkáváme v podobě U- ramp, stojanů na dopravní značky, parkových laviček a odpadkových košů či protihlukových

stěn podél silnic. A u nápojových kartonů se celulózová složka používá k výrobě papíru a zbylé složky k ohřevu vody a výrobě páry.

Symbolem ekologického i ekonomického nakládání s obaly se od roku 2000 stal tak zvaný Zelený bod, dvě propletené zelené šipky v kruhu. Tato značka na obalech výrobků spotřebiteli říká, že za recyklaci obalu byl uhrazen finanční příspěvek autorizované obalové společnosti EKO-COM. Koupě výrobku se Zeleným bodem proto znamená, že obal patří do kontejneru na tříděný odpad, aby jeho další cesta vedla k novému využití a recyklaci.

K získávání využitelných složek komunálního odpadu se běžně používají sběrné nádoby na sklo, plast, papír, bioodpad případně nádoby na nápojové kartony různých velikostí.

Papír - je ukládán do modrých odpadových nádob



Co do nádob patří:

- noviny
- kancelářský papír
- knihy, sešity
- neznečištěné papírové sáčky
- krabice, karton
- čistý obalový papír

Co do nádob nepatří:

- krabice TetraPack od mléka a ostatních nápojů – nápojové kartony
- uhlový papír – kopírák
- voskovaný papír
- papír znečištěný potravinami
- použité plenky a podobné hygienické potřeby
- kombinované papírové obaly s plasty a kovovými foliemi

Sběrový papír se používá k výrobě recyklovaného „šedého papíru“, ze kterého jsou sešity, knihy, krabice obaly na vejčeka, toaletní papír a další výrobky



Třídění odpadu



Recyklace odpadu (výroba papíru)



Výrobky a obaly



Sklo – je ukládáno do zelených odpadových nádob

Co do nádob patří:

- lahve od nápojů
- skleněné nádoby
- sklo musí být čisté, bez víček, zátek a šroubovacích uzávěrů



Co do nádob nepatří:

- keramika
- porcelán
- kamenina
- žárovky a zářivky
- zrcadla
- sklo s drátěným výpletem

Sebrané sklo se používá ve sklárnách při výrobě nových skleněných předmětů





Plasty – jsou ukládány do žlutých odpadových nádob

Co do nádob patří:

- výrobky a obaly z plastů
- sáčky, folie
- kelímky od mléčných výrobků
- PET lahve od nápojů



Obaly od potravin musí být čisté. Z kelímků odstraňte hliníková víčka. Obaly od nápojů

sešlapávejte.

Co do nádob nepatří:

- plastové obaly znečištěné chemickými látkami (oleje, barvy apod.)
- nádoby od léčiv
- novodurové trubky,
- výrobky z PVC

Ze směsných plastů se připravuje granulát, který se používá při výrobě květináčů, nádob na odpad, odpadních trubek, plastové folie a podobně.





Nápojové kartony – se ukládají do světle hnědých nádob

Co do nádob patří:

- krabice TetraPack od mléka a ostatních nápojů
- nápojové kartony

Co do nádob nepatří:

- plastové obaly
- znečištěné krabice TetraPack například chemikáliemi, oleji a podobně

Zpracování v papírnách

Papír tvoří většinu obalu, takže je možné ho zpracovávat stejně jako starý papír. Zbytky hliníku a polyetylenu lze využít přímo v papírně při výrobě páry nebo pro ohřev vody či dále zpracovat na palety a podobně.

Zpracování na speciální lince

nápojové kartony se rozdrtí a drť se za tepla lisuje do desek, které je možné použít například jako stavební izolace.





Značky na obalech

Každý obal je vyroben z nějakého materiálu a někdy je velmi obtížné poznat, z čeho je obal vyroben. Proto jsou na obalech různé značky, které nás informují, jak máme s takovým obalem po použití naložit.

Šipky s číslem nebo zkratkou nás informují o materiálu, z čehož je obal vyroben. Podle nich poznáme, do kterého kontejneru (jak třídit) máme obal později vyhodit. V tabulce jsou nejčastější kódy.

			
PAP	20	21	22
Vlnitá lepenka PAP 20 Hladká lepenka PAP 21 Papír PAP 22			

			
GL	70	71	72
Bílé sklo GL 70 Zelené sklo GL 71 Hnědé sklo GL 72			

			
FE	40	ALU	41
Ocel FE 40 Hliník ALU 41 Dřevo FOR 50			

									
PET	1	HDPE	2	LDPE	4	PP	5	PS	6
Polyethylentereftalát PET 1				Polyetylén (lineární) HDPE 2					
Polyetylén (rozvětvený) LDPE 4				Polypropylén PP 5					
Polystyrén PS 6									

		
C/PAP	81	84
Kombinovaný obal C/ obal je vyroben z více materiálů a ten za lomítkem převládá		
Nápojový karton C/PAP 81 a 84 kombinovaný obal, kde převládá papír		

Sběrný dvůr

Sběrný dvůr nebo také recyklační dvůr je místo, kde je možné odevzdat odpady, které se nevejdou do běžných kontejnerů, nebo z důvodů nebezpečných odpadů se nesmí ukládat do směsného odpadu.

Na sběrný dvůr je možné odvážet většinou tyto druhy odpadu:

Kovy:

železný šrot, hliníkové předměty, barevné kovy, plechovky, hrnce apod.

Kompostovatelný odpad:

větve, listí, tráva, zbytky jídel, čajové sáčky, zbytky ovoce a zeleniny, slupky apod.

Objemné odpady:

starý nábytek (křesla, židle, skříně, válečky a podobně) podlahové krytiny (koberce, linolea), umyvadla, toalety, nefunkční sporáky, pračky.

Elektrotechnika:

televize, rádia počítače, mikrovlnné trouby, ledničky a podobně.

Stavební suť:

cihly a beton z drobných rekonstrukcí v bytě

Nebezpečné odpady:

jsou sbírány na dvorech vybavených speciálními ekosklady. Je to vlastně taková budka s nádobami a dvojitou podlahou – to proto, aby nebezpečné látky nemohly uniknout. Mezi nejčastější druhy nebezpečných odpadů například patří. Léky, zářivky, výbojky, akumulátory, galvanické články, ledničky, barvy, lepidla, oleje a nádoby jimi znečištěné atd.

Ve sběrném dvoře není možné ukládat:

maso, kosti, oleje z potravin, tekuté a silně mastné potraviny, obaly od potravin, uhynulá domácí zvířata.

A co patří do popelnice nebo kontejneru před domem

Ostatní odpady, které zbudou po vytřídění všeho, co je možné dále využít. Například znečištěné, mastné obaly od potravin, voskovaný papír, textil, porcelán, žárovky, popel, zbytky masa, kostí apod.

1.Úvod

Kdysi dávno v průmyslové prehistorii byly veškeré úkony k vyrobení nářadí prováděny ručně, pomocí jednoduchých nástrojů většinou vyrobených ruční prací primitivními nástroji. Postupným rozvojem techniky začalo docházet k výrobě zpočátku jednoduchých, postupně stále důmyslnějších strojů. Hlavně v průběhu devatenáctého století došlo k prudkému rozvoji mechanických strojů. Jejich hlavním úkolem bylo provádět jednoduché opakující se činnosti, a tím zvýšit produkci výroby.

Jedním z klíčových momentů v rozvoji průmyslové výroby byl vynález parního stroje, který byl zpočátku hlavní hnací silou pro jednotlivé stroje a následně pro výrobní celky, které postupně vedly ke vzniku továren a ucelených výrobních komplexů.

Současně ke konci devatenáctého století s rozvojem fyziky a poznáváním nových fyzikálních zákonů a vztahů, hlavně objevy v elektřině a rozvoj elektrických strojů daly vznik novému a s lepší účinností pracujícímu pohonu, a to elektrickému pohonu.

V první polovině dvacátého století objev elektronky a její další rozvoj a využití pokládá základy k nově vznikajícímu oboru, a to elektroniky. Ale v počátcích se elektronika směřovala hlavně na konstrukci jednoduchých radiopřijímačů sestavených řádově z několika kusů elektronek. Radiopřijímače pracovaly hlavně na středních případně dlouhých vlnách. Kmitočty řádově stovky megahertz byly pro tehdejší techniku nedostupné. Ale k nasazení elektroniky v průmyslovém použití bylo ještě daleko.

Začátkem padesátých let minulého století objevem principu polovodičového jevu a následným vynálezem tranzistoru došlo v elektronice doslova k revoluci a ohromné explozi nejen při konstrukci jednotlivých zařízení jako například radiopřijímač a následně televize, ale hlavně se elektronika prudce rozvíjí a začíná se používat pro ovládání a řízení průmyslové výroby. A to jak pro ovládání jednotlivých obráběcích strojů, tak i později vznikají celé komplexy strojů, které jsou na sobě závislé a jsou určitým způsobem řízeny tak, aby pracovaly jako celek.

Tento vyvíjející se proces dal vzniknout novému vědnímu oboru, automatizace.

Zpočátku se jednotlivé procesní problémy řešily jednotlivě, pro každý daný problém individuálně. A různí výrobci se snažili najít si svou vlastní cestu. Toto vedlo k poměrně nepřehledným a těžkopádným řešením a orientovat se, byť v určitém speciálním oboru, bylo problematické. Ale postupně se vyvíjely určité díly strojů, které bylo potřeba pro konstrukci i v ostatních zařízeních. Například pohony, čímž se položil základ k dalšímu novému oboru elektroniky.

Už v padesátých letech byl vynalezen a zkonstruován první počítač, byl analogový, pro průmyslové použití nevhodný, ale byl na světě. Vynálezem počítače, to je stroje, kde můžeme zadávat a měnit, jak se má „stroj počítač“ chovat, byl odstartován další vědní obor elektroniky, a to výpočetní technika. A samozřejmě, že se výpočetní technika rychle začínala uplatňovat v průmyslovém využití. Začátkem sedmdesátých let byl zkonstruován první PLC automat. Toto zařízení je určeno pro řízení a ovládání strojů a různých výrobních procesů, a které je navrženo tak, aby mohlo být použito pokud možno v co největším spektru různých strojů a jeho vlastnosti se měnily vnějším zásahem, a to programováním.

Samotný PLC automat je pouze počítač, který potřebuje ke své činnosti jednak program, který lze programováním měnit (v PLC automatu je uložen trvale). Ale ke své činnosti potřebuje dále údaje ze zařízení, které ovládá. Například o poloze určitých částí stroje, případně o stavu stroje, který řídí a další údaje. Tyto údaje PLC automat získává pomocí snímačů, tak zvaných senzorů, které pracují na různých fyzikálních principech. Potřeba takovýchto zařízení dala vznik dalšího vědního oboru, a to senzorika.

Jedním z prvních a také nejznámějších výrobců PLC automatů je firma Siemens. První PLC automaty firma Siemens dala na trh začátkem sedmdesátých let minulého století a nazvala je Simatic. Nejznámější z nich je řada S5. V současné době firma Siemens vyrábí řadu S7 , a to ve třech základních variantách. S7/200 , S7/300, S7/400. Tato příručka se zabývá PLC automaty firmy Siemens řadou S7/200 v nasazení na cvičnou výrobní linku, která je určena pro výuku programování PLC automatů v oblasti řízení a automatizace výroby.

2.Simatic

PLC automat Simatic je výrobek fi. Siemens a je určen pro automatické řízení výrobních procesů. První PLC automaty se začaly vyrábět začátkem sedmdesátých let minulého století a první vyráběná řada měla označení S5. V současné době tyto automaty řady S5 dožívají a fi. Siemens vyrábí novou řadu PLC automatů označenou S7.

Řada S7 se vyrábí ve třech různých variantách, které se od sebe liší mimo jiné hlavně velikostí operační paměti a počtem vstupů a výstupů. Tyto tři varianty jsou označeny S7/200, S7/300 a S7/400, z nichž nejznámější a nejpoužívanější varianta je PLC automat S7/300.

Všechny tři varianty jsou řešeny jako modulární stavebnice. Potom je možné případně rozšiřovat nebo doplňovat sestavu různými moduly s různými funkcemi. Z toho důvodu v každé variantě S7/200, S7/300 i S7/400 fi. Siemens vyrábí několik typů CPU, které se vzájemně liší velikostí operační paměti, počtem rozšiřovacích modulů a počtem vstupů a výstupů .

Pro řadu S7/200 v současné době fi. Siemens nabízí pět druhů CPU, a to CPU 221, CPU 222, CPU224, CPU224XP, CPU226. Mezi jednotlivými CPU jsou poměrně velké výkonnostní rozdíly. Například zatímco CPU221 má 6 vstupů a 4 výstupy a není možné CPU221 rozšířit žádným rozšiřovacím modulem, potom CPU226 má 24 vstupů , 16 výstupů a umožňuje rozšíření maximálně sedmi moduly. Pokud by sestava měla pouze digitální vstupy a výstupy, potom by obsahovala 248 vstupů a výstupů.

CPU222 má 8 vstupů a 6 výstupů a je možné CPU222 rozšířit maximálně 2 moduly různých funkcí. Jsou to například moduly:

- digitální vstupy a výstupy
- analogové vstupy a výstupy
- polohovací moduly
- komunikační moduly
- modul AS-interface
- termočlánekový rozšiřovací modul
- modul pro odporové teploměry

V anglické verzi jsou vstupy označovány operandy s indexem I0.0, I0.1 atd . Protože organizace procesoru je osmibitová nevyskytuje se operand Ix.8 a Ix.9. U operandů výstupů je to obdobné, ale s tím, že operandy výstupů jsou označovány např. Q0.0, Q0.1 atd .

V německé verzi jsou vstupy označovány např. E0.0, E0.1 atd. a výstupy A0.0, A0.1 atd .

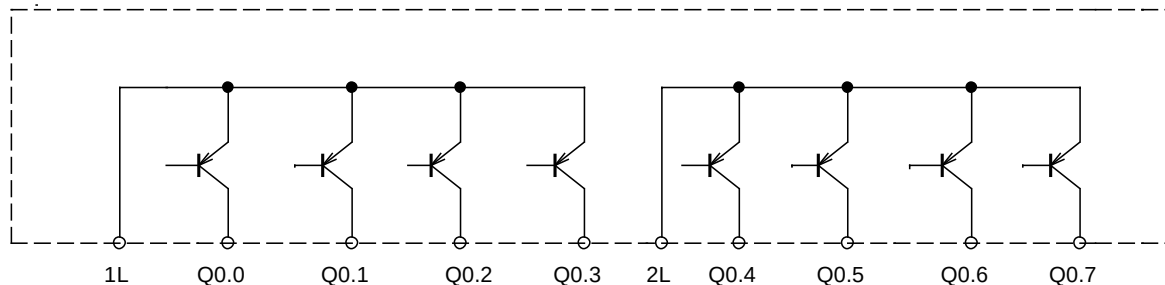
Výstupy mohou být v různém provedení:

- Polovodičové, mohou být realizovány pomocí tyristorů anebo triaků, ale nejčastěji bývají realizovány pomocí tranzistorů se spínacími proudy kolem 750mA.

- Reléové, a to se sdruženým napájením kontaktů nebo oba konce kontaktu mohou být vyvedeny na svorkovnici. Spínací proudy kontaktů mohou být až 10A.

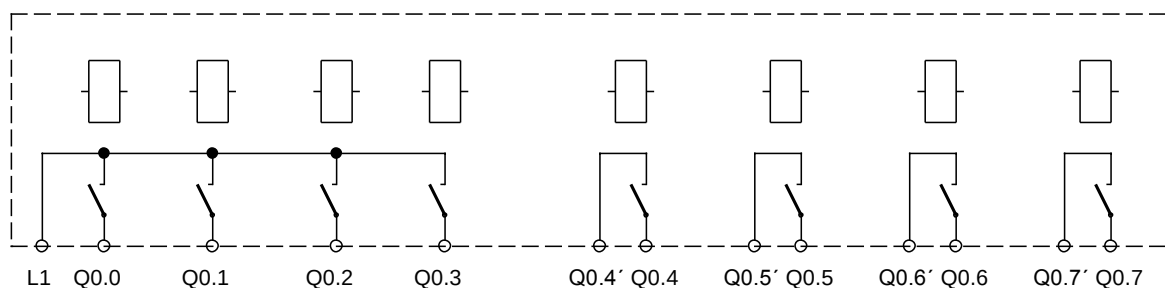
Simatic řady S7/200 má sdružené napájení výstupních tranzistorů po čtyřech výstupních tranzistorech.

Elektrické zapojení tranzistorových výstupů. Obr. č.1



Obr. č.1

Elektrické zapojení reléových výstupů, a to jak se sdruženým napájením a se samostatným napájením kontaktů relé. Obr. č.2



Obr. č.2

2.1 Náhled na jednotlivé typy CPU řady S7-200

CPU 221 , CPU222. Obr. č.3



Obr. č.3
CPU 224, CPU224XP. Obr. č.4



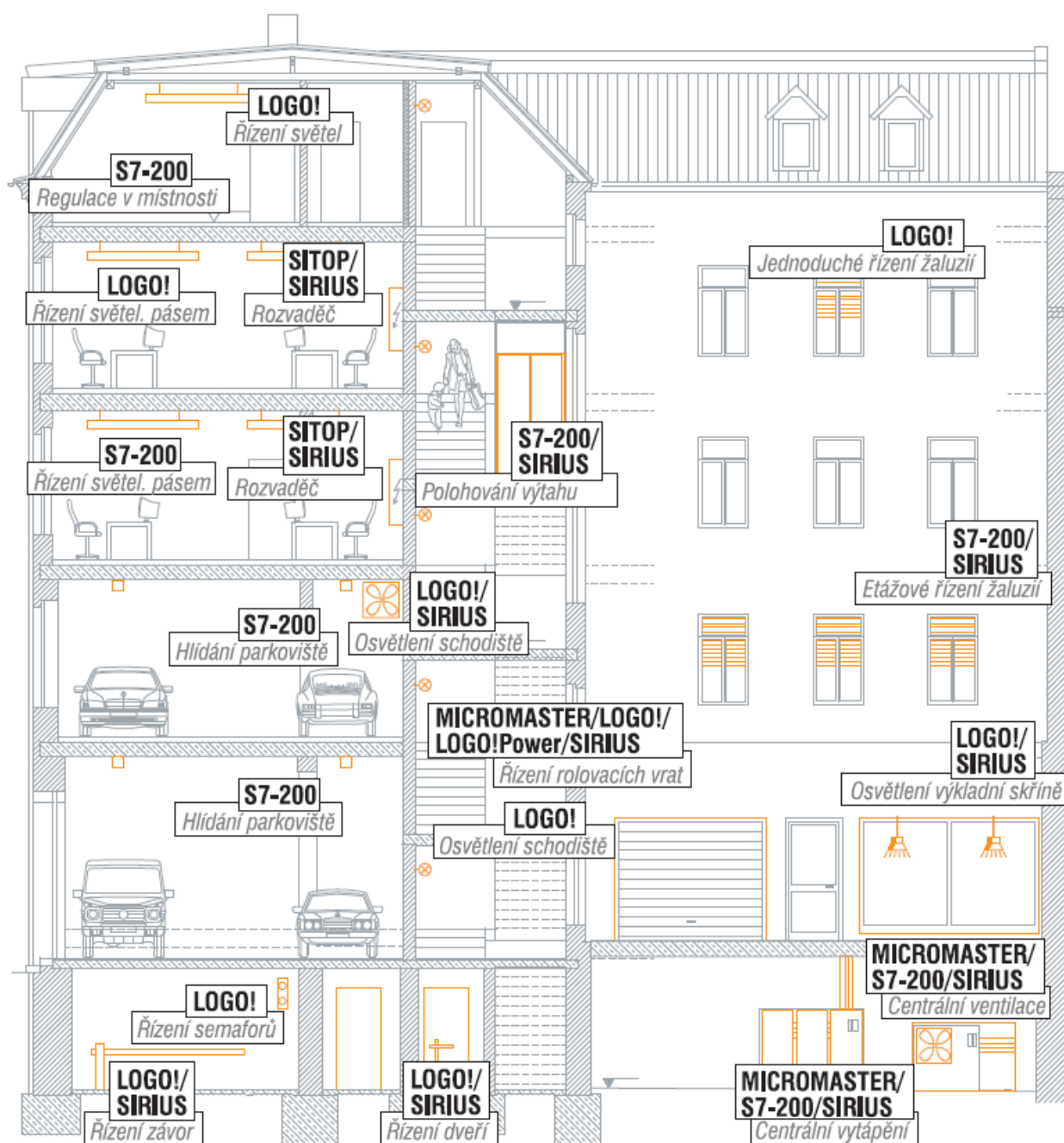
Obr. č.4

CPU 226. Obr. č.5

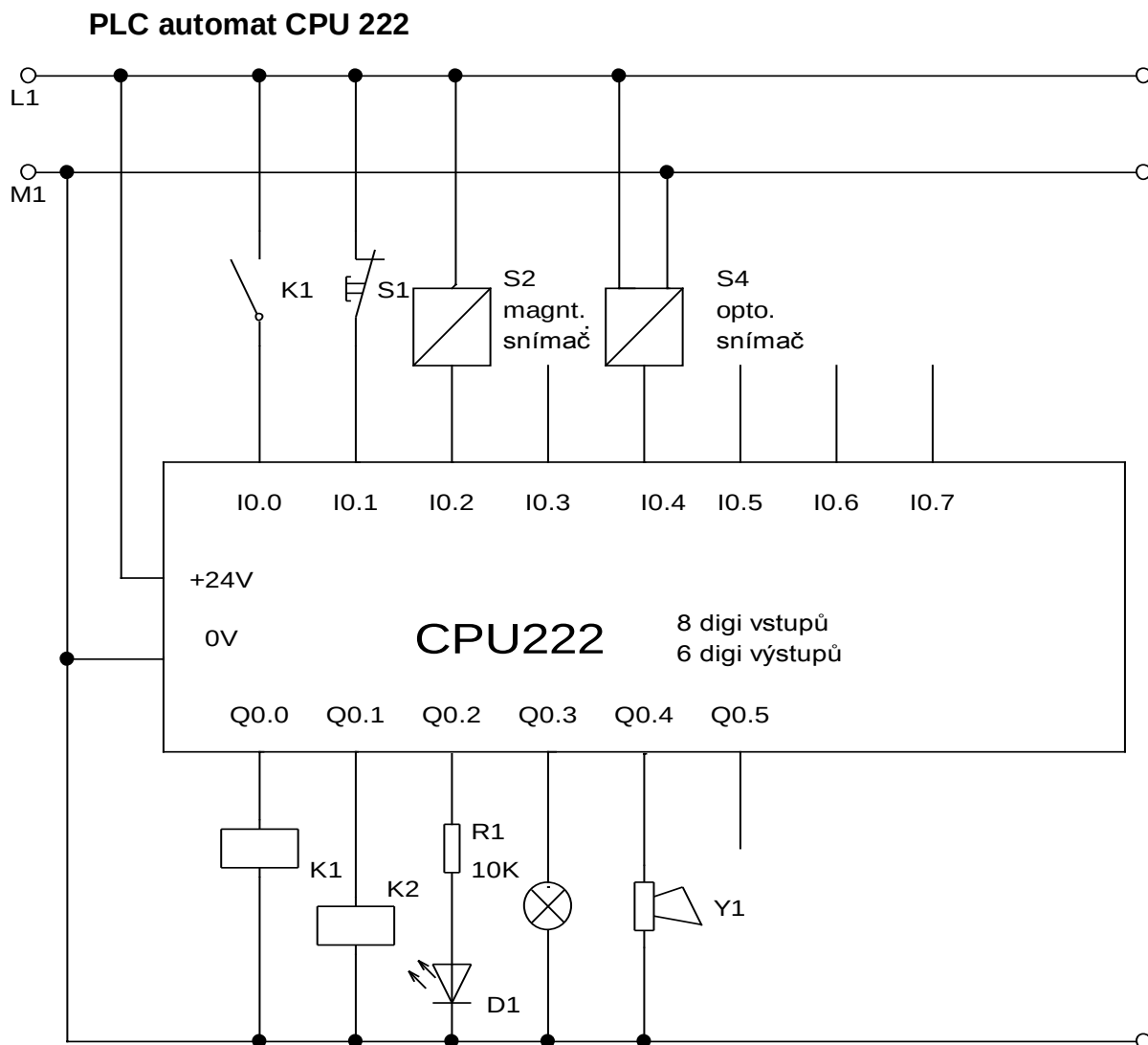


Obr. č.5

2.2 Příklady aplikací v budovách



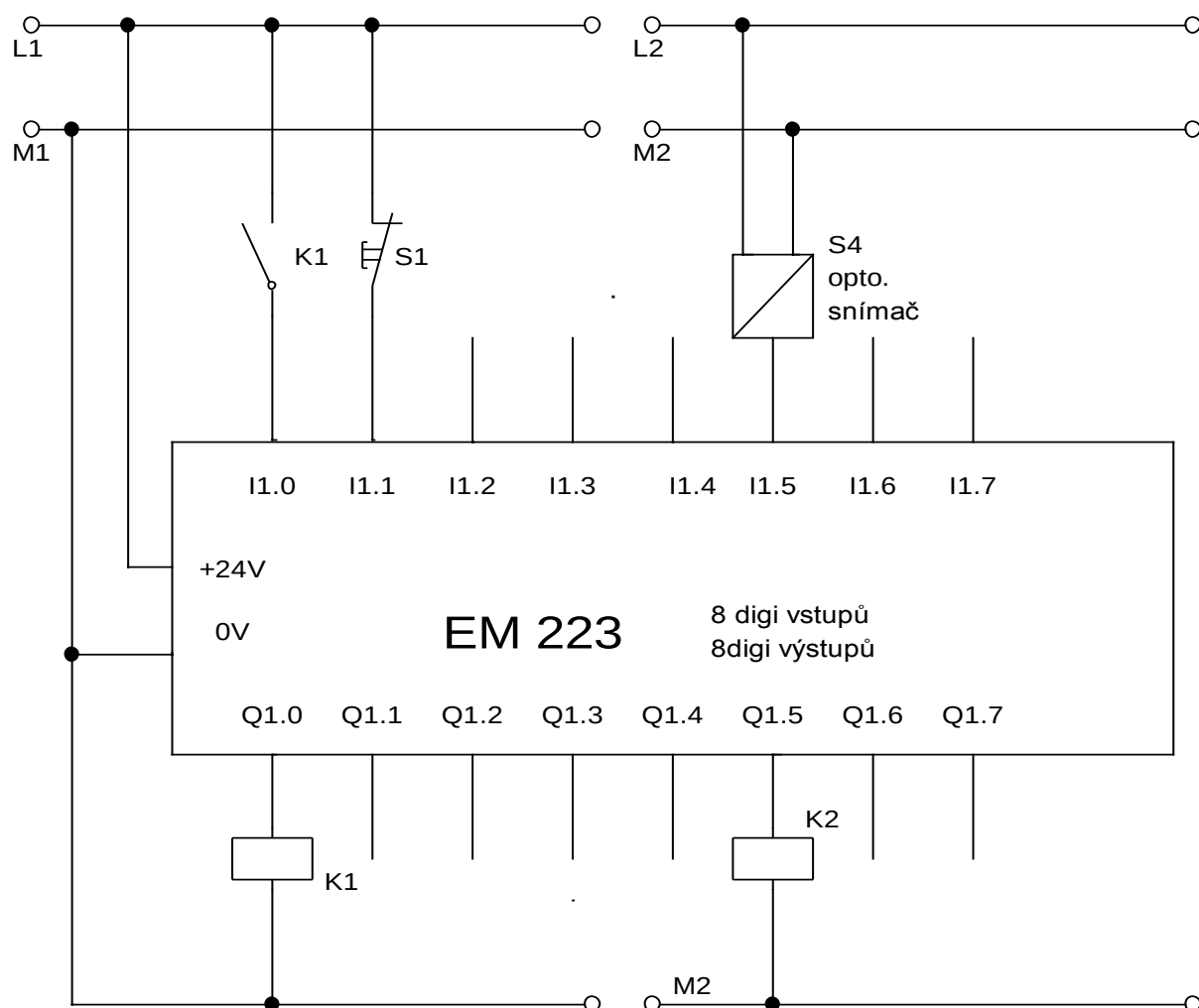
3. Konfigurace



Obr. č.6

Jedna z možných konfigurací s CPU222. CPU222 umožňuje připojit dva rozšiřovací moduly, v tomto případě digitální modul EM223 a analogový modul EM235. Celá konfigurace je napájena jedním společným napájecím napětím 24V. Simatic umožňuje napájet zařízení z více zdrojů, například vstupy a výstupy jedním zdrojem a vlastní CPU jiným zdrojem napětí. Případně je možná oddělit vstupy a výstupy dalším napájecím zdrojem, a to vždy po čtyřech výstupech a čtyřech vstupech. Na vstupy se přivádí přímo kladné napětí, například přes kontakt relé, tlačítko, pasivní magnetický snímač (nepotřebuje napájecí napětí) nebo případně aktivní snímače. Zatěžovací odpor je uvnitř CPU222. Je-li výsledkem logické operace log.1 například na výstupu Q0.0, potom na výstupu Q0.0 bude kladné napětí 24V. Tudíž spotřebiče musí být připojeny k zápornému napětí. Obr. č.6

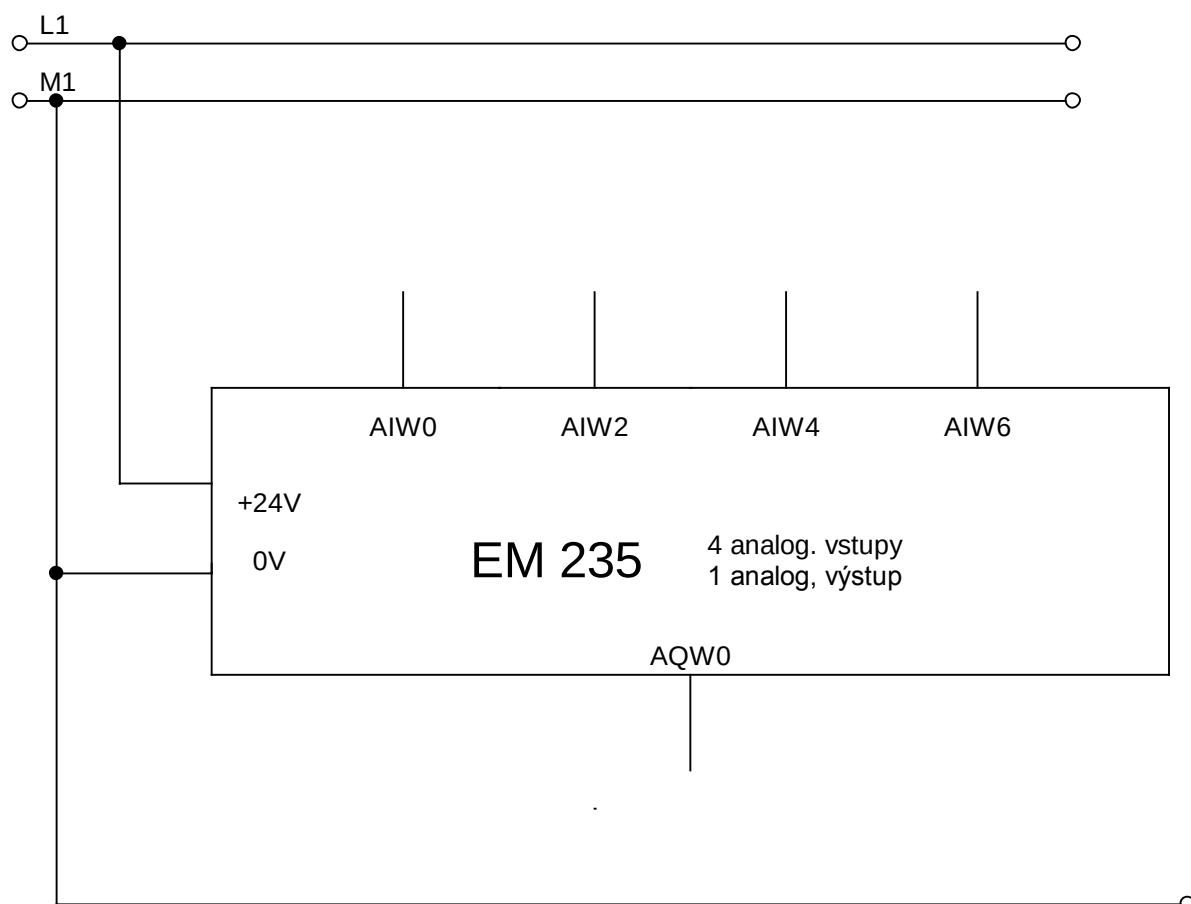
3.1 Rozšiřovací modul EM 223



Obr. č.7

Rozšiřovací modul EM 223 fi Siemens vyrábí ve dvou variantách, a to 16 digitálních vstupů a výstupů nebo 8 digitálních vstupů a výstupů. My máme k dispozici 8 digitálních vstupů a výstupů. Vzhledem k tomu, že organizace PLC automatu je osmibitová, potom i operandy jednotlivých vstupů a výstupů jsou ve skupinách po osmi. Například další digitální vstupy by měly operandy 2.0, 2.1 atd. Dál je na Obr. 7 znázorněna možnost různých galvanicky od sebe oddělených napájecích napětí.

3.2 Rozšiřovací modul EM 235

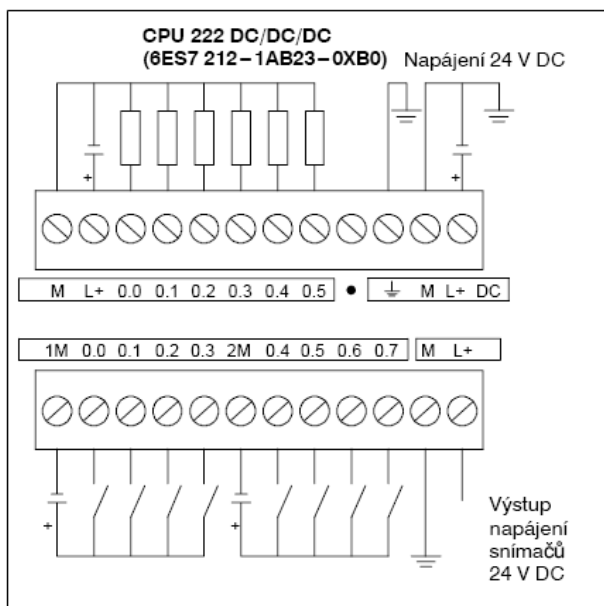


Obr. č.8

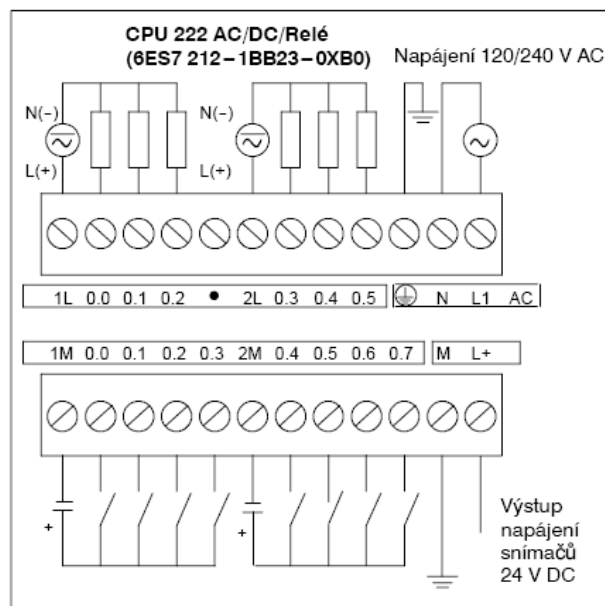
Rozšiřovací modul EM 235 je analogový modul, který má 4 analogové vstupy a jeden analogový výstup. Vstupy jsou označeny operandy AIW0 až AIW6, data ukládají do šestnáctibitových registrů. Vstupní napětí může být v rozsahu od desítek milivolt až do 10V v několika rozsazích. Na vstupy mohou být připojena napětí z různých zdrojů, ale všechny vstupy musí mít stejný rozsah napětí. Například 0 až 10V. Případně mohou vstupy využívat proudovou smyčku 0 až 20mA. Výstup AQW0 může být proudový nebo napěťový, ale pouze s napěťovou úrovní 0 až 10V. Obr. č.8

4. Zapojení vstupů a výstupů CPU222

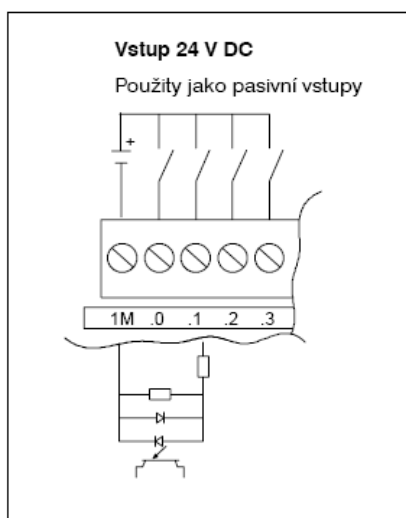
Elektrické zapojení vstupů a výstupů CPU 222. Běžná varianta je napájení 24V a potom vstupy i výstupy mají napájecí napětí 24V. Obr. č.9 . Je ale možná i varianta napájení 230V a vstupy a výstupy 24V nebo napájení 230V a vstupy a výstupy 230V. Obr.10, 11, 12



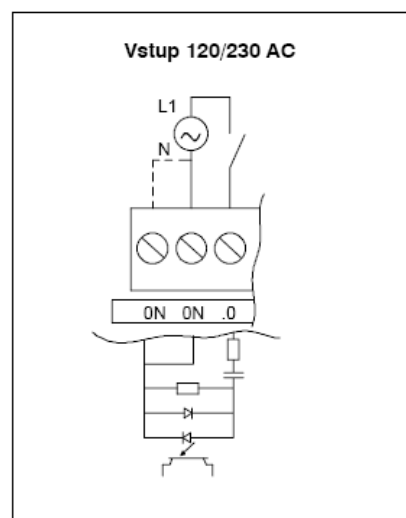
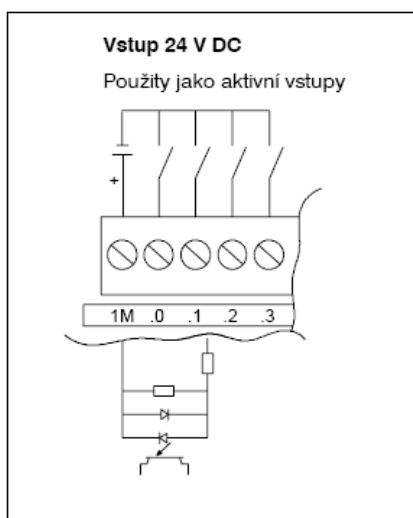
Obr. č.9



Obr. č.10



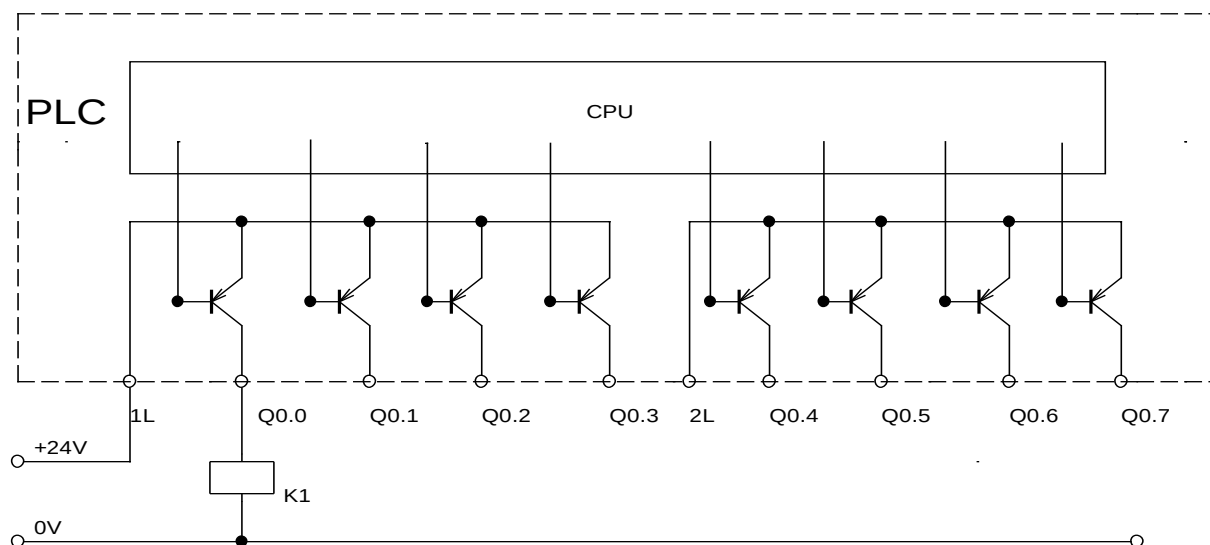
Obr. č.11



Obr. č.12

4.1 Zapojení tranzistorových výstupů

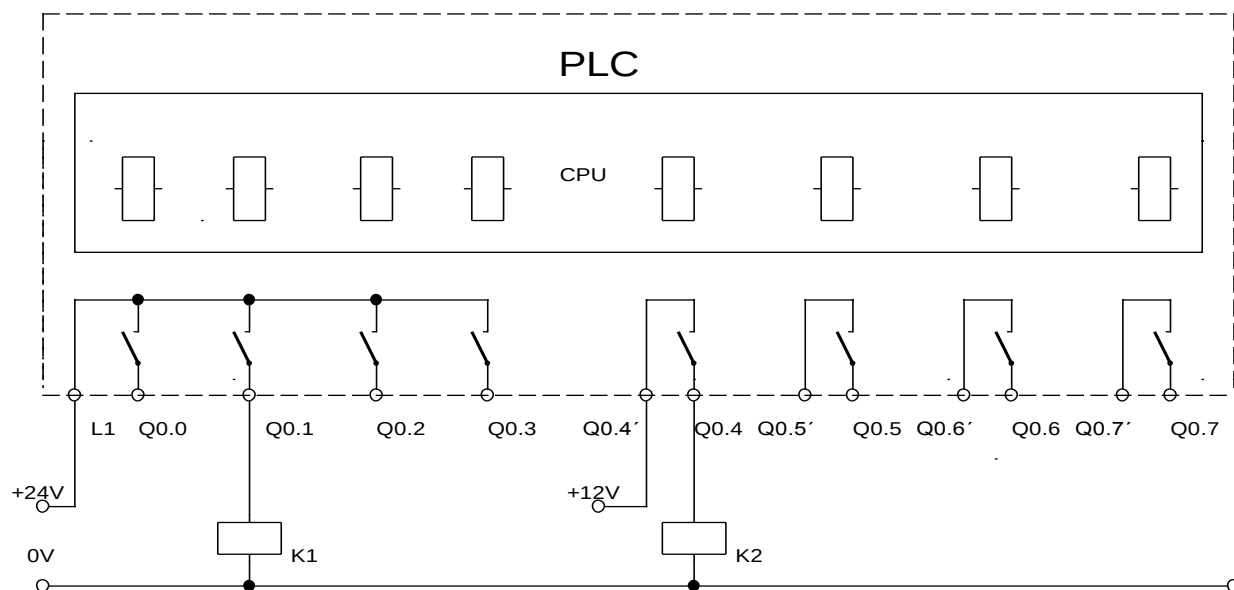
Obr. č.13. Elektrické zapojení tranzistorových výstupů. Při společném napájecím záporném pólu jsou použity tranzistory vodivosti PNP s proudovou zatížitelností 750mA. Nejčastěji mají vždy čtyři tranzistory společný kladný napájecí pól.



Obr. č.13

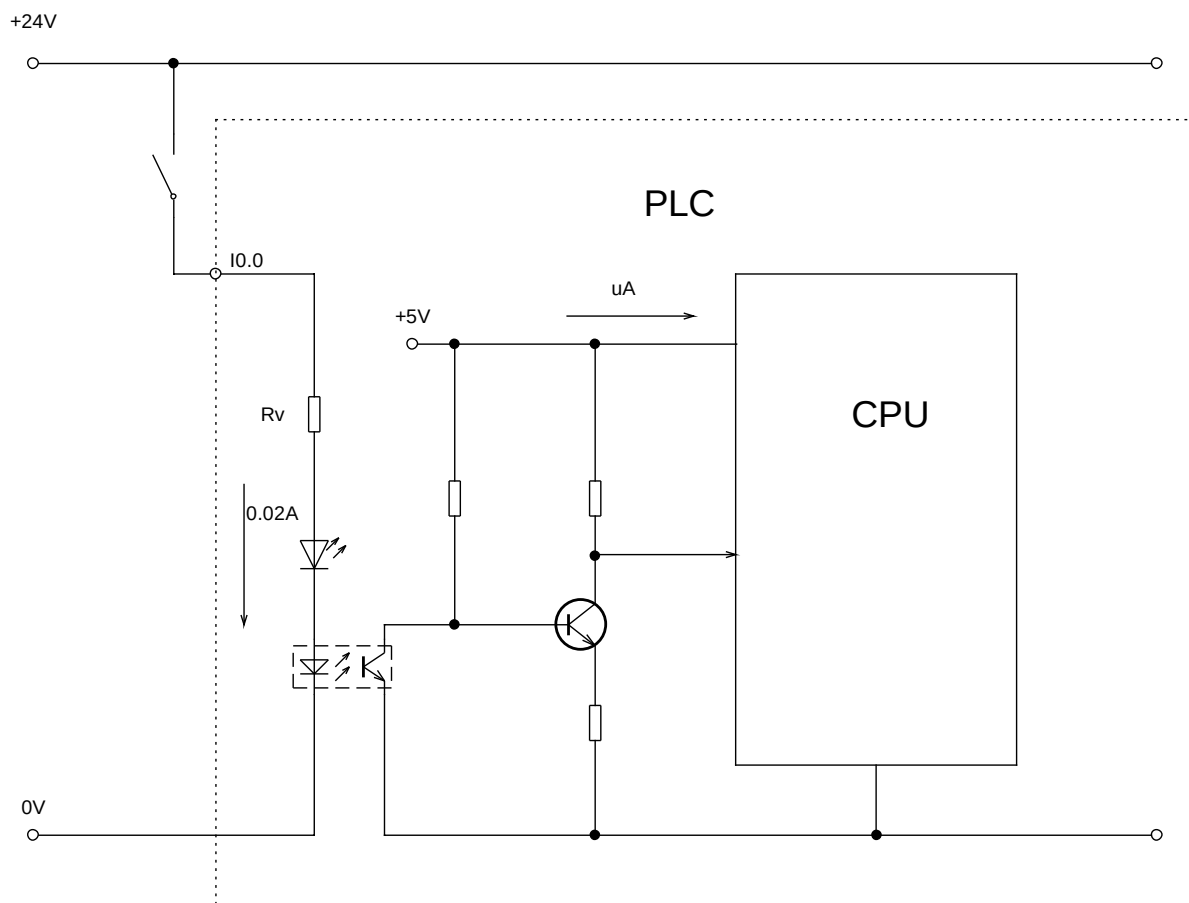
4.2 Zapojení reléových výstupů

Obr. č.14 Elektrické zapojení reléových výstupů. Jsou vyráběny ve dvou variantách. Se společným kladným napájecím napětím, nejčastěji pro čtyři výstupy anebo každý kontakt je možné připojit na samostatné napájecí napětí, ale při dvojnásobném počtu výstupních svorek. Proudová zatížitelnost reléových kontaktů může být až 10A při 230V.



Obr. č.14

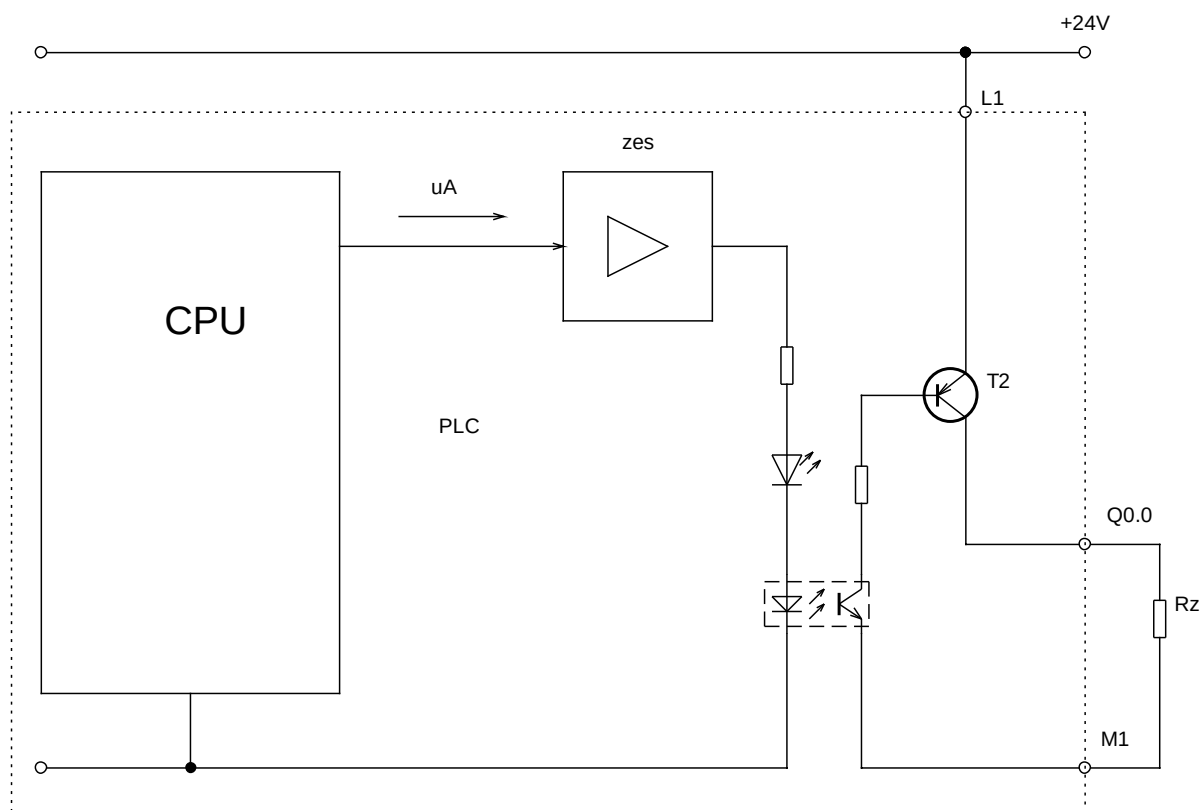
4.3 Vstupní obvody PLC



Obr. č.15

Na Obr.15 jsou blokově znázorněny vstupní obvody PLC automatu. Jednotlivé vstupy jsou optoelektronicky odděleny, jednak z důvodů rušení, ale hlavně z důvodů ochrany vnitřních obvodů. Kontakt na vstupu I0.0 připojuje kladné napětí k vstupu PLC automatu. Proud teče zatěžovacím odporem R_v a signalizační Led diodou umístěnou na panelu PLC automatu a dále vlastním optoelektronickým článkem. Proud tekoucí vstupním obvodem bývá řádově desítky miliampér. Takto relativně vysoká hodnota proudu je zvolena hlavně z důvodů, aby se pokud možno co nejvíce zvýšil odstup od rušivých proudů a napětí. Vlastní CPU je napájeno napětím 5V s proudy řádově jednotek případně desítek mikroampér. Potom podle počtu vstupů a výstupů je možné navrhnout proudovou náročnost PLC automatu a zvolit příslušný napájecí zdroj.

4.4 Výstupní obvody PLC automatu s tranzistorem

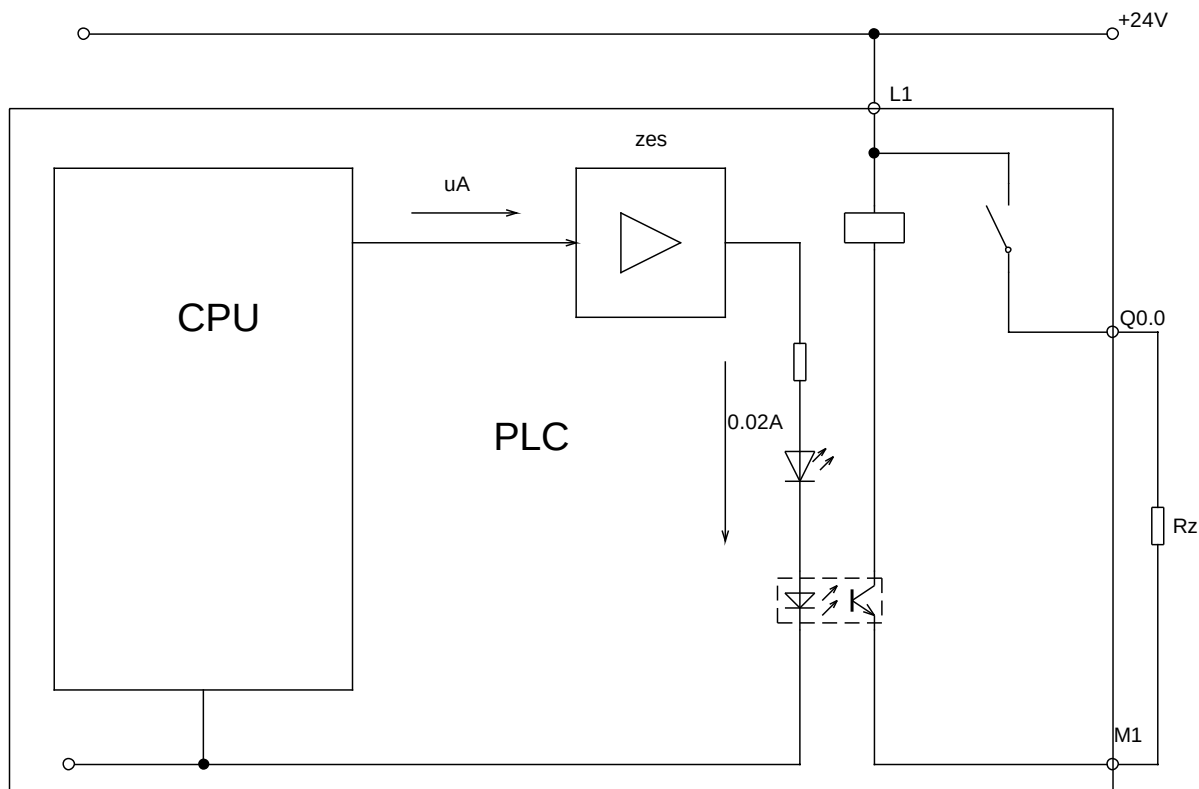


Obr. č.16

Na obr. č.16 je blokové schéma zapojení výstupu PLC automatu s tranzistorem. PLC automaty fi Siemens pracují se společným záporným pólem, tudíž výstupní tranzistor musí být vodivosti PNP a na výstup Q0.0 spíná kladné napětí.

U tranzistorových výstupů bývá proudová zatížitelnost tranzistorů do 1A. V případě CPU 222 je to 750mA. Výstupní obvody hlavně z důvodů bezpečnosti jsou galvanicky odděleny od CPU optoelektronickým obvodem.

4.5 Blokové schéma PLC automatu s reléovým výstup



Obr. č.17

Na obr. č.17 je blokové schéma zapojení výstupu PLC automatu s reléovým výstupem. PLC automaty fi. Siemens pracují se společným záporným pólem, tudíž kontakt výstupního relé spíná na výstup Q0.0 kladné napětí. U reléových výstupů bývá proudová zatížitelnost až 10A. PLC automaty s reléovými výstupy mohou být v dvojím provedení. Na obrázku je případ, kdy kontakty jednotlivých relé jsou připojeny na společný kladný pól uvnitř PLC automatu. Je možná ještě jedna varianta, kdy oba konce kontaktu jsou vyvedeny na svorky automatu. Výhodné je to v případě, kdy potřebují na jednotlivých výstupech rozdílné napájení, ale na PLC automatu musím mít dvojnásobný počet svorek, což jednak prodražuje PLC automat a zvětšuje rozměry. U PLC automatů s velkým počtem výstupů se proto tato varianta nepoužívá.

4.6 Rozsahy paměti a vybavení CPU 222

velikost uživatelského programu	4096bytu
registr obrazu vstupů	I0.0 – I15.7
registr obrazu výstupů	Q0.0 – Q15.7
analogové vstupy	AIW0 – AIW30
analogové výstupy	AQW0 – AQW30
paměť pro proměnné (V)	VB0 – VB2047
lokální paměť (L)	LB0 – LB63
bitová paměť (M)	M0.0 – M31.7
speciální paměť (SM)	SM0.0 – SM299.7
časovače	T0 – T255
čítače	C0 – C255
sekvenční řídicí relé	S0.0 – S31.7
registry akumulátoru	AC0 – AC3
skoky/návěští	0 – 255
volání / podprogramy	0 – 63
přerušovací podprogramy	0 – 127
náběžné / sestupné hrany	256
smyčky PID	0 – 7
porty	port 0

4.7 Stavové bity

Stavové bity programu jsou bity, které plní speciální funkce programu. Například hlásí určitý stav, v kterém se program nachází nebo plní speciální funkce programu. Operandy stavových bitů jsou v rozsahu SM0.0 - SM299.7.

Ukázka nejpoužívanějších stavových bitů

- SM0.0 tento bit má vždy hodnotu 1
- SM0.1 tento bit je v log.1 v prvním programovém cyklu
- SM0.4 tento bit generuje hodinový pulz, který je po dobu 30s v log1 a 30s v log.0
- SM0.5 tento bit generuje hodinový pulz, který je 0.5s v log.1 a 0.5s v log.0
- SM0.7 tento bit je v log.1 je-li přepínač na CPU v poloze RUN a v log.0 je-li přepínač v poloze TERM

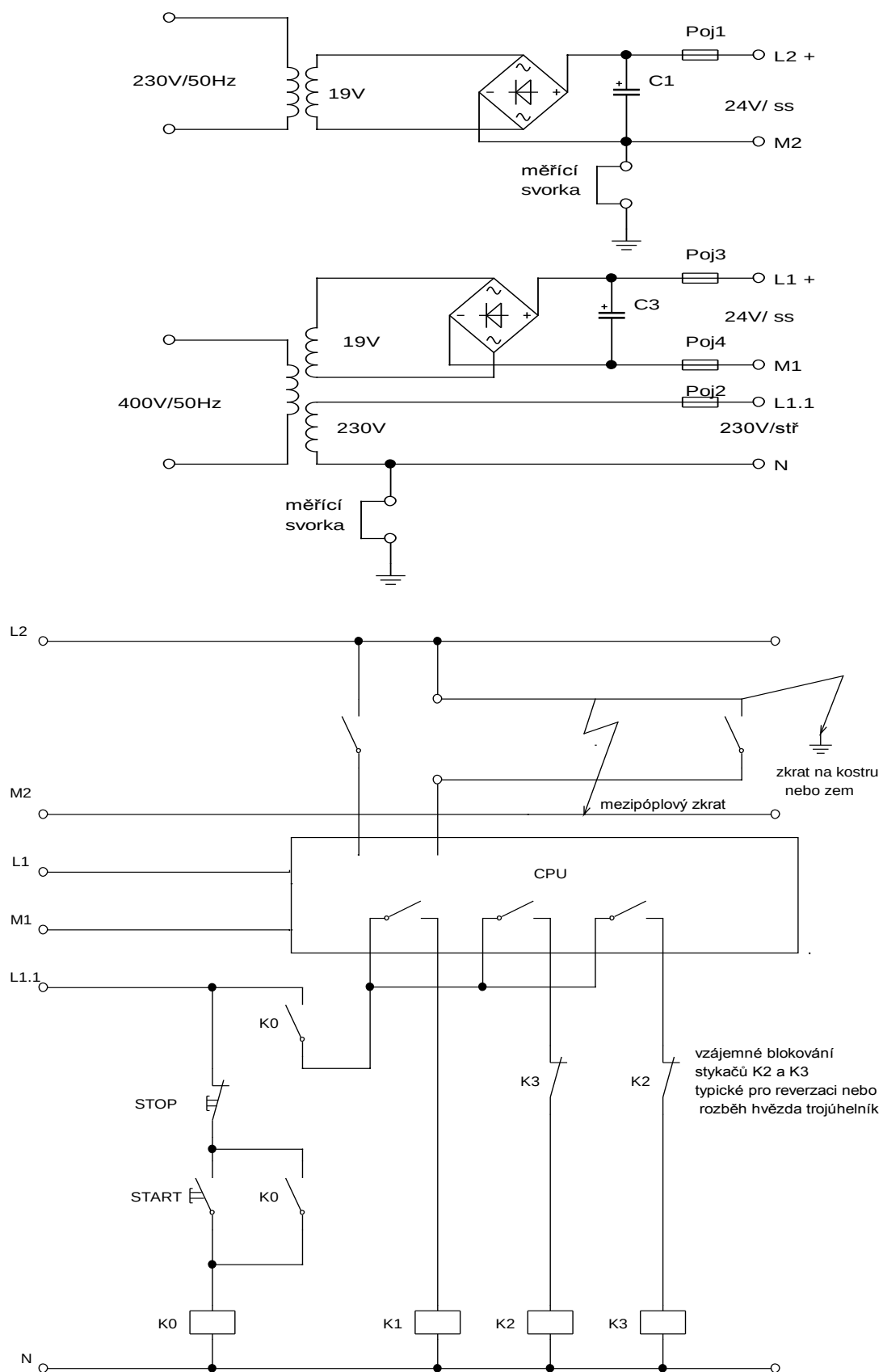
5. Nouzové stop

Na obr. č.18 jsou nakresleny určité bezpečnostní prvky, které jsou předepsané pro provozování technických zařízení a strojů s PLC automaty. PLC automat na obrázku je napájen z více zdrojů. Napájecí napětí L2/M2 má napětí 24V a je určeno pro napájení vstupů PLC automatu. Pól M2 je uzemněn, a potom v tomto vodiči nesmí být pojistka. Na obrázku je znázorněn zkrat na zem přírodních vodičů snímače. Případný zkrat má za následek přepálení pojistky č.1 a následné odpojení vstupů od napětí. Dojde-li k tomu je možné program PLC automatu tak ošetřit, aby výstupy PLC automatu se nastavily do takových stavů, které neohroží bezpečnost. Záporný pól je uzemněn přes měřicí svorku. To je z toho důvodu, aby bylo možné měřit a kontrolovat ohmickou hodnotu uzemnění. Napájecí zdroj L1/M1 má napájecí napětí 24V a je určen pro napájení vlastního PLC automatu. Napájecí napětí není uzemněno, a proto se pojistkami jistí oba přívody napájecího napětí.

Výstupy PLC automatu jsou napájeny střídavým napětím 230V, jištěny pojistkou č. 4 s jedním pólem uzemněným. Napájecí napětí je galvanicky odděleno od napájecí soustavy 3*400V. Tento bezpečnostní prvek se nazývá Ochrana oddělením obvodů. Při případném zkratu zapojení reaguje obdobně jako v prvním případě přepálením pojistky a následným odpojením od zdroje.

Každý stroj musí být vybaven nouzovým tlačítkem Stop. Po jeho iniciování se musí stroj odpojit od napětí a nastavit do takového stavu, aby nemohlo dojít k úrazu. Funkci Nouzového stop splňuje relé K0, které po stisknutí tlačítka Nouzové stop odpadne a následně odpojí výstupy PLC automatu od napájecího napětí. Tlačítko Nouzové stop nesmí být vratné, musí mít aretaci v aktivní poloze a musí být červené. Po odstranění poruchy a vybavení tlačítka Nouzové stop se zařízení spustí stisknutím tlačítka Start. Toto zapojení je pouze demonstrační. Ve skutečnosti se nouzové stop realizuje pomocí speciálních relé, která jsou vyráběna s mimořádným důrazem na bezpečnost. Například zdvojené kontakty, nezávislé napájecí napětí a další prvky podporující bezpečnost. Většina strojů má ještě jedno tlačítko Stop, které je taky červené ale vratné. Rozdíl Mezi Stop a Nouzovým Stop spočívá v tom, že tlačítko Stop stroj zastaví, ale neodpojí od napětí. Obsluha toto tlačítko používá při běžném ovládání stroje. Nouzové stop stroj zastaví a odpojí stroj od napětí. Je určeno pro odvrácení hrozícího nebezpečí úrazu, případně kolize stroje. V případě, je-li stroj větších rozměrů, tlačítka Nouzové stop bývají rozmístěna tak, aby obsluha mohla stroj kdykoli a z kteréhokoliv místa zastavit.

Za předpokladu, že stykače K1, K2 a K3 plní funkci rozběhu asynchronního motoru hvězda - trojúhelník, musí být stykače K2 a K3, které přepínají zapojení motoru hvězda anebo trojúhelník vzájemně blokovány nejen programem, ale musí být vzájemně zablokovány rozpínacími kontakty. Obdobně musí být také blokovány například stykače realizující reverzaci asynchronního motoru, případně jiné funkce, které se vzájemně vylučují.

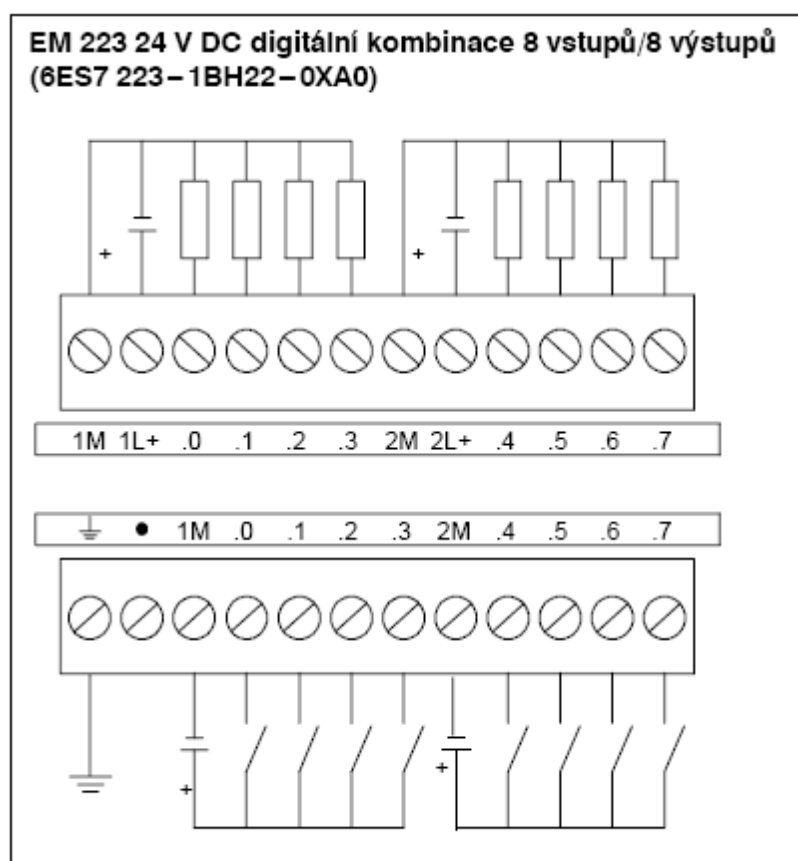


Obr. č.18

6. Rozšiřovací moduly

6.1 Rozšiřovací modul EM223

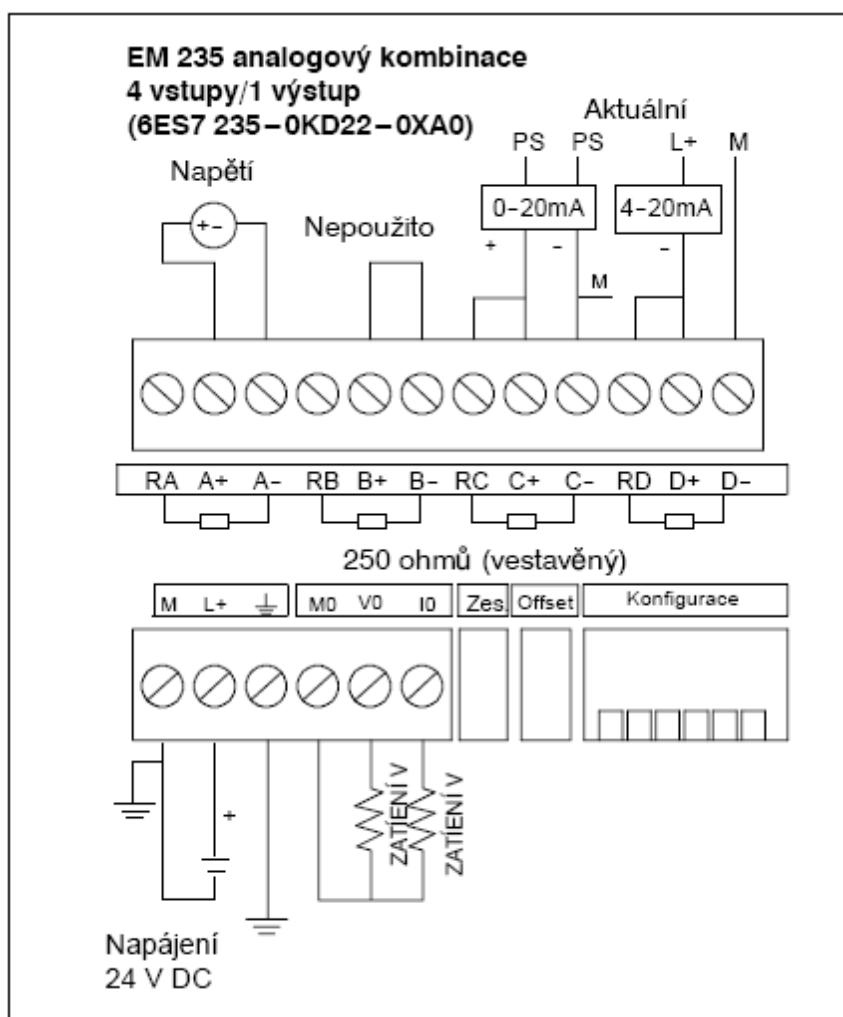
Na obr. č.19 je znázorněno elektrické zapojení vstupů a výstupů rozšiřovacího modulu EM 223. Rozšiřovací modul má osm digitálních vstupů a výstupů. Z blokového schématu je zřejmé, že vždy po čtyřech vstupech a výstupech je možné použít jiné galvanicky oddělené napájecí napětí. Svorky označené 1M, 1L a 2M, 1L. Oproti standardnímu kreslení schémat, kde vstupy PLC automatů se zakreslují nahoru a výstupy dolů, zde jsou výstupy nakresleny a i fyzicky na PLC automatu umístěny nahoře, jsou znázorněny symbolem odporu. Vstupy jsou zakresleny ve spodní části a jsou znázorněny symbolem kontaktu.



Obr. č.19

6.2 Rozšiřovací modul EM 235

Na obr. č.20 je znázorněno elektrické zapojení vstupů a výstupů rozšiřovacího modulu EM235. Rozšiřovací modul má čtyři analogové vstupy a jeden analogový výstup. Analogové vstupy jsou znázorněny v horní části schématu a mohou být napěťové, se symetrickým, případně nesymetrickým napájecím napětím, s několika možnými napěťovými úrovněmi v rozsahu 0 - 50mV až 0 – 10V. Nebo proudové s proudovou smyčkou 0 – 20mA nebo 4 – 40mA. Analogový výstup opět může být proudový a napěťový, ale s napěťovým rozsahem pouze 0 – 10V.



Obr. č.20

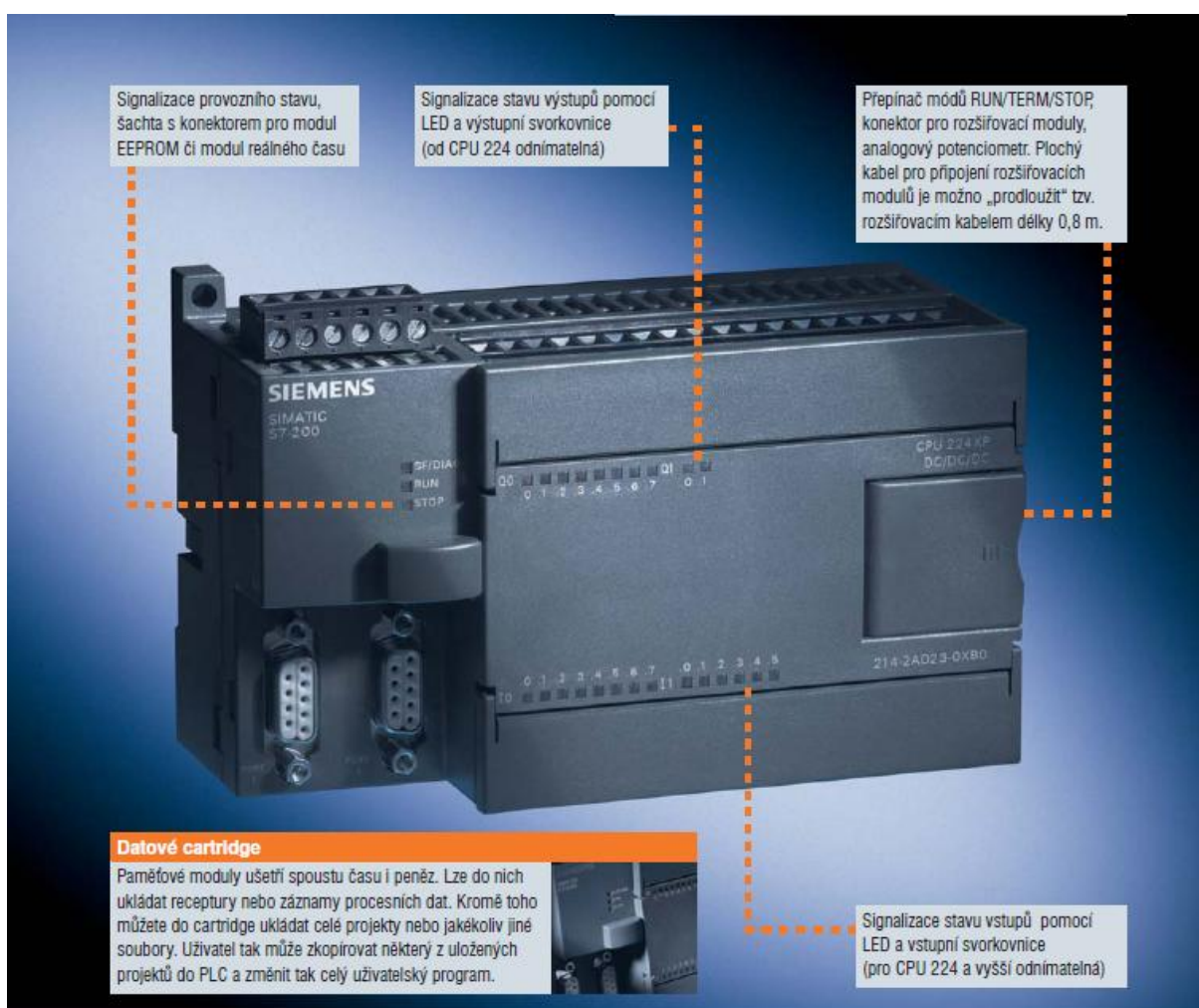
7. Ovládání PLC S7/200

PLC S7/200 má pro místní ovládání třípolohový přepínač. Obr. č.21

1. RUN - přepnutím do této polohy PLC začne vykonávat program
2. TERM - v této poloze je možné PLC programovat, mazat, ale i vykonávat program. Tato poloha je určena pro případ, kdy je PLC připojen k počítači
3. STOP - přepnutím do této polohy PLC přestane vykonávat program a všechny výstupy až na vybrané se nastaví do log. 0

PLC s PC komunikuje po sériové sběrnici RS 485. K propojení s PC je nutný převodník, a to buď RS 485 na sběrnici RS 232 nebo RS 485 na sběrnici USB.

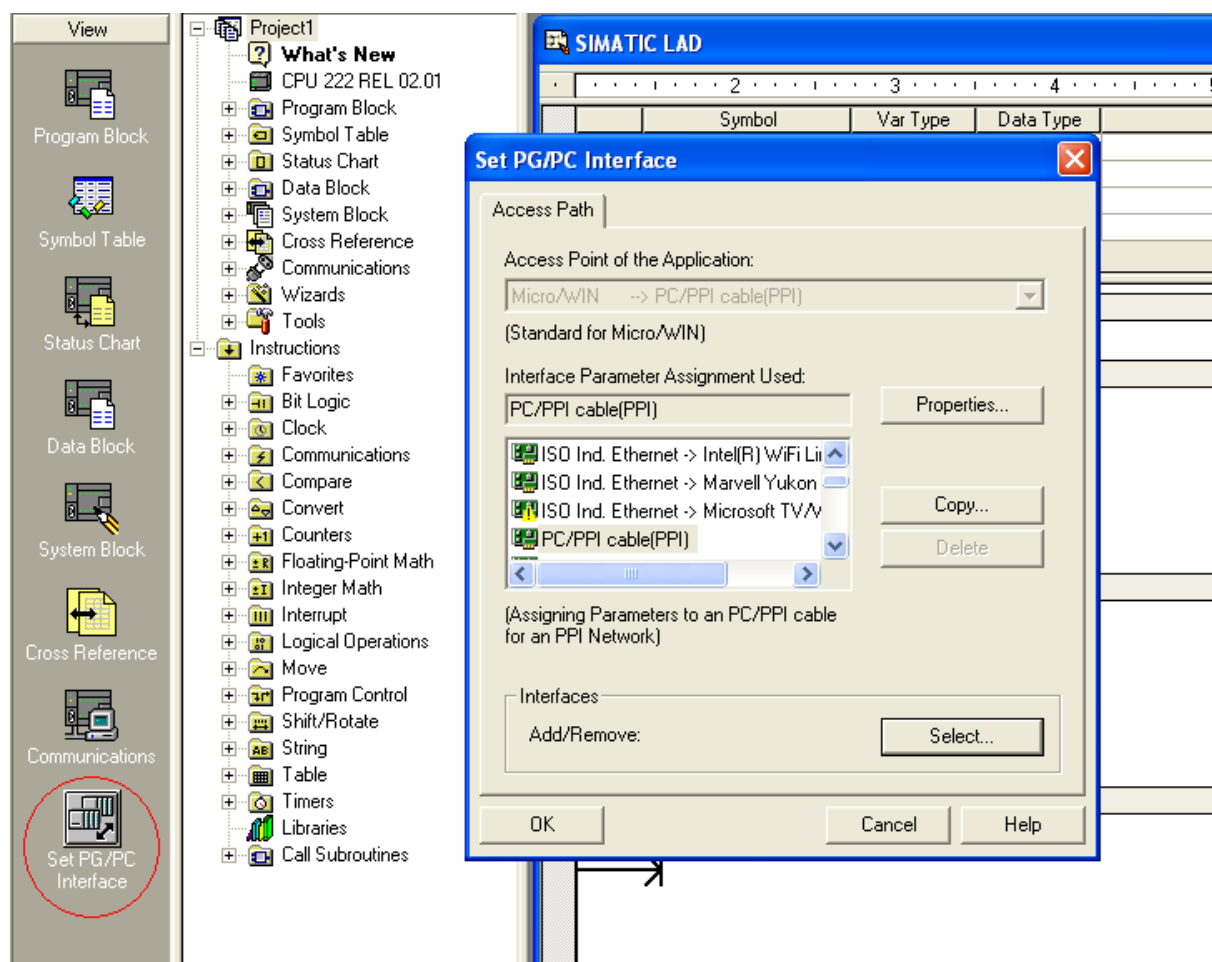
Na předním panelu jsou umístěny tři led diody znázorňující stav, ve kterém se nachází přepínač RUN/STOP případně znázorňují poruchová hlášení. Konektor k připojení externí paměti EEPROM, případně modul reálného času.



Obr. č.21

7.1 Připojení PLC k počítači

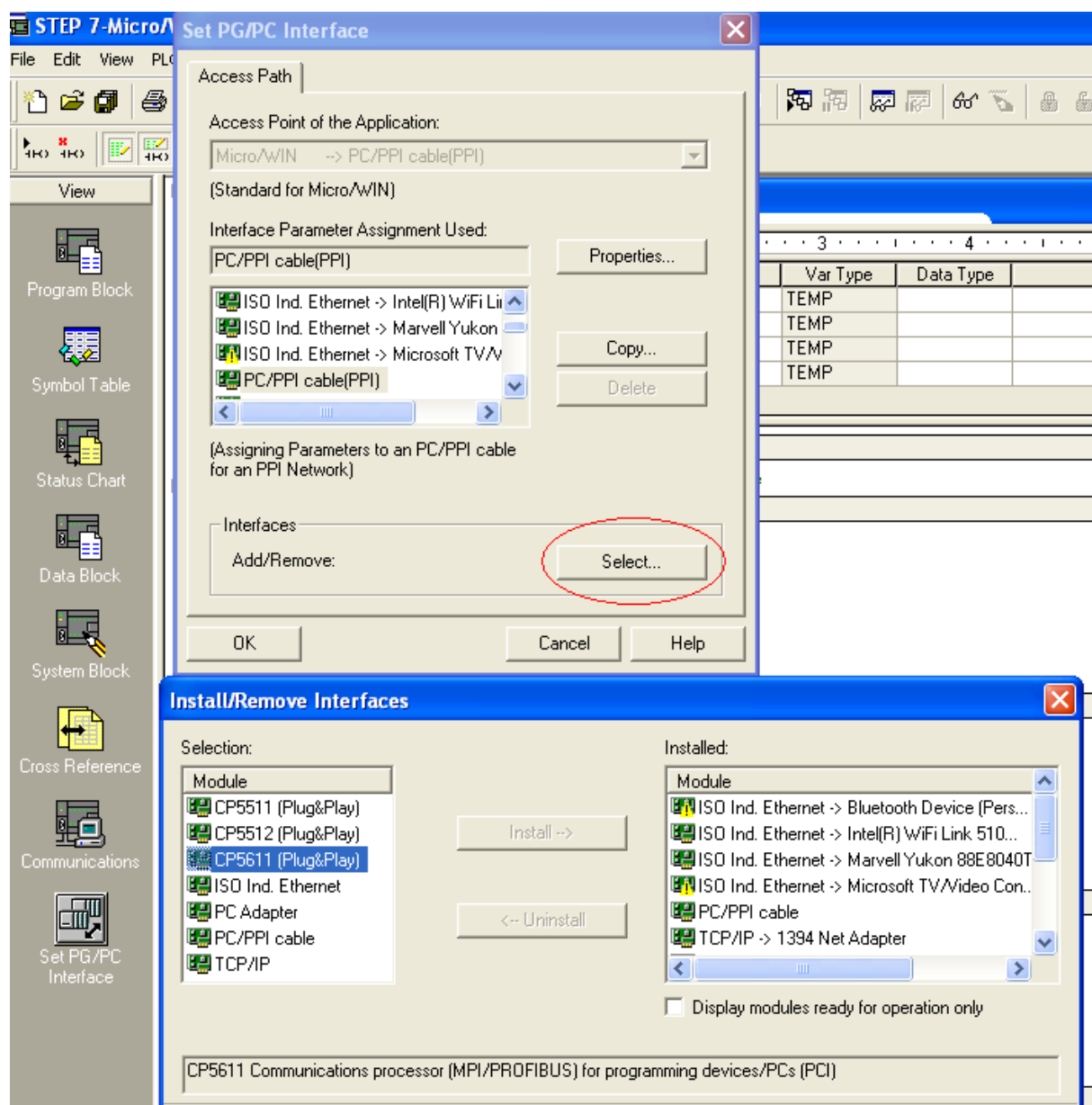
Nastavení rozhraní mezi PLC a PC. Obr. č.22



Obr. č.22

Klikněte na Set PB/PC interface a v otevřeném okně vyberte příslušný komunikační protokol. V našem případě PC/PPI cable(PPI).

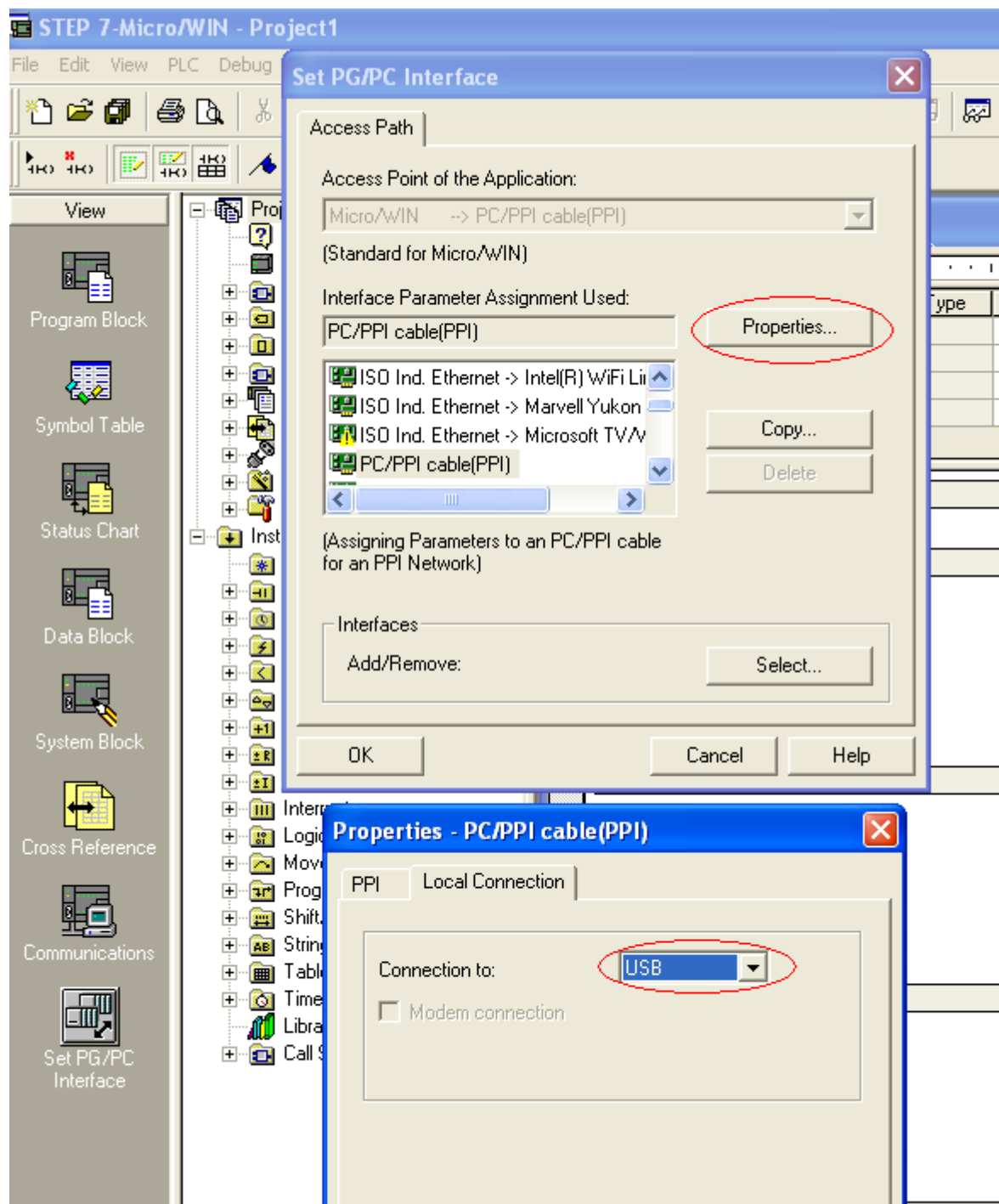
7.2 Nastavení komunikace mezi PC a PLC.



Obr. č.23

Klikněte na ikonu Selekt a vyberte příslušný komunikační prostředek. V našem případě CP5611 (Plug and Plug). Obr. č.23

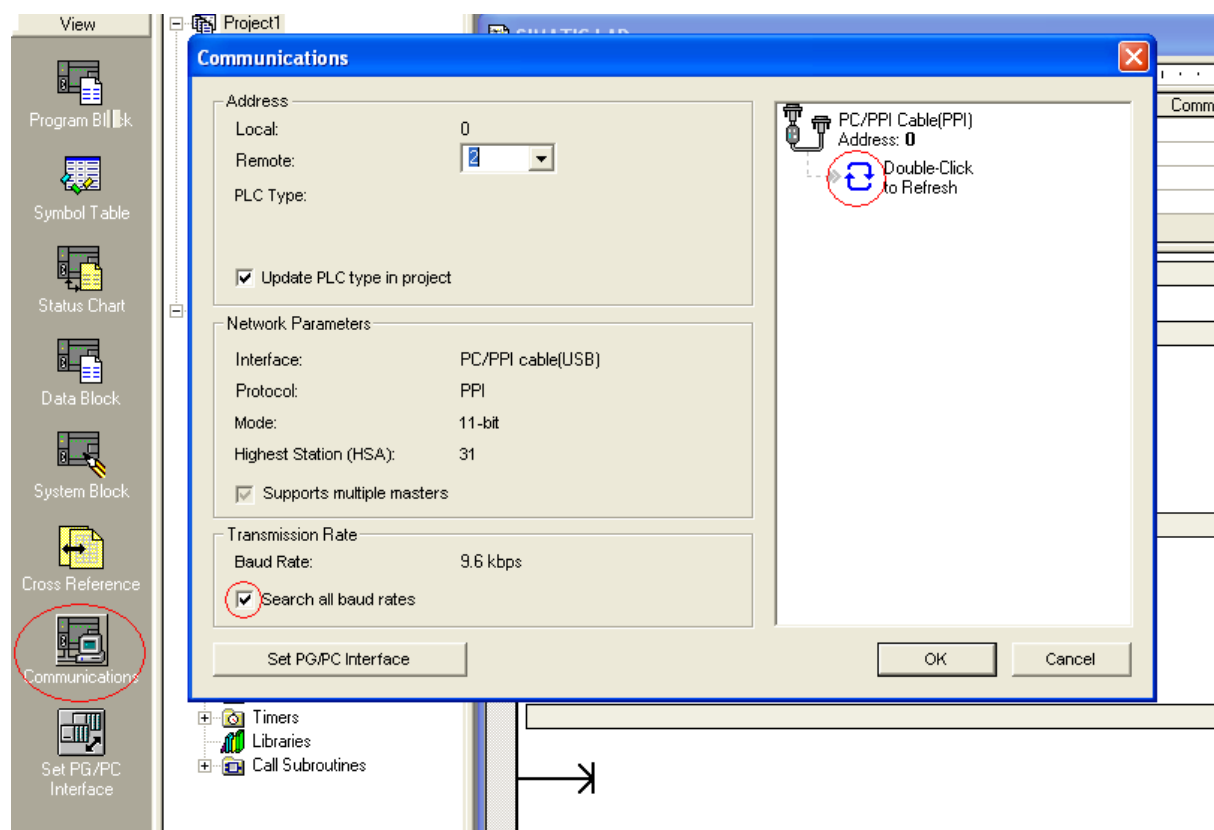
7.3 Nastavení komunikačního portu PC.



Obr. č.24

Klikněte na PG/PC interface v následujícím okně klikněte na ikonu Properties a vyberte příslušný komunikační port. V našem případě USB. Obr. č.24

7.4 Navázání komunikace mezi PC a PLC.



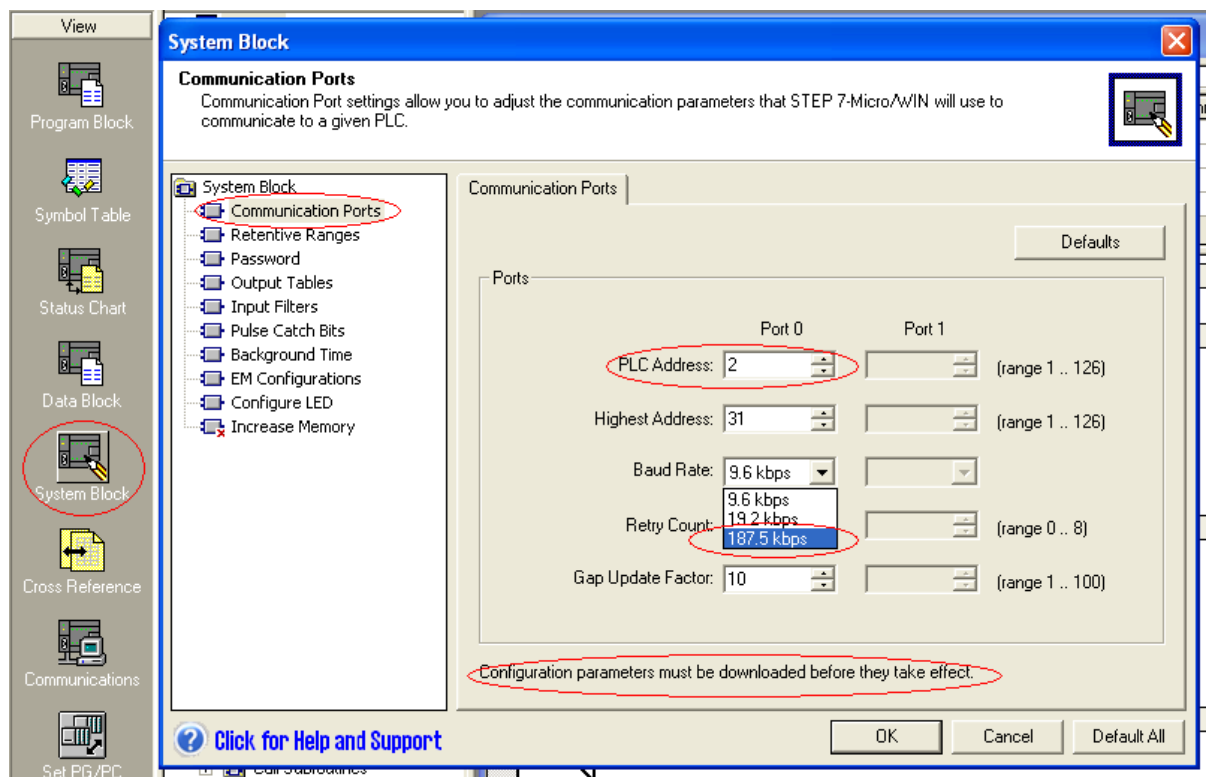
Obr. č.25

Klikněte na ikonu Komunikace, v okně označte „Search all baud rates“ – vyhledávej všemi přenosovými rychlostmi a dvojklikem na modré šipky začne navazování komunikace.

Za povšimnutí stojí, že pod symbolem Network Parameters jsou vypsány nastavení interface a protokol. Adresa lokální, to je adresa PC, je vždy 0. Adresa remonte, je adresa PLC, lze ji nastavit a může být v rozsahu 1 – 31.

Jestliže dojde k navázání komunikace, program vypíše s jakým PLC automatem se spojil, jakou komunikační rychlostí a na jaké adrese. Obr. č.25

7.5 Nastavení adresy a komunikační rychlosti.



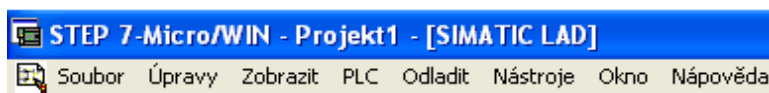
Obr. č.26

Nastavení adresy PLC a komunikační rychlosti se provádí ikonou „System Block“. Kliknutím na „Communication Ports“. Červeně zakroužkovaný text v dolní části obrázku znamená v překladu: Aby se projevil změny v nastavení PLC je nutné provést „Download“, to znamená nahrát změny do PLC. Adresa může být v rozsahu 1 – 31, to znamená, že PC může komunikovat s 31 PLC řady S/200. CPU 222 umožňuje komunikovat třemi přenosovými rychlostmi a to 9,6kb/s, 19,2kb/s, případně 187.5kb/s. Obr. č.26

7.6 Prvky oken

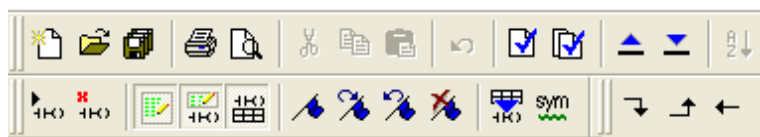
Titulní lišta a hlavní menu. Obr. č.27

Obr. č.27



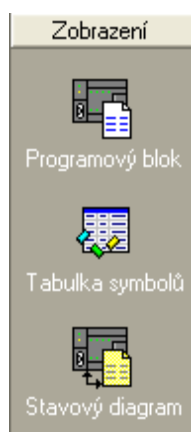
Funkční lišta. Obr. č.28

Obr. č.28

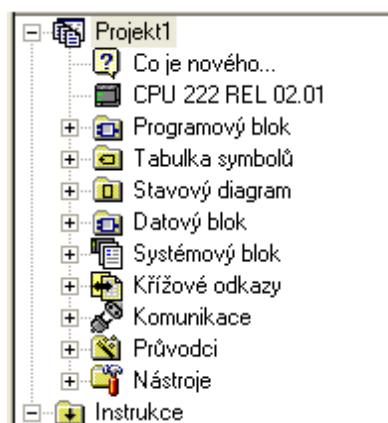


Navigační lišta a stromová struktura operací. Obr. č.29, Obr. č.30

Obr.č.29

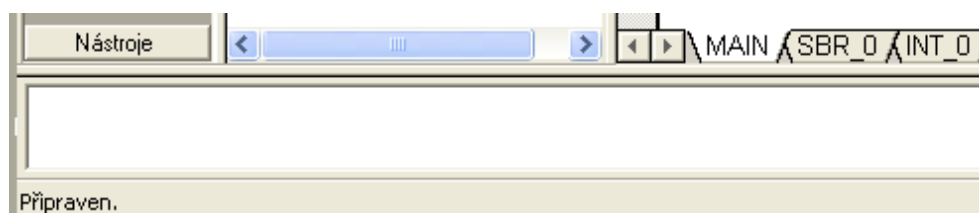


Obr. č.30



Zadávací okno a stavová řádka. Obr. č.31

Obr. č.31

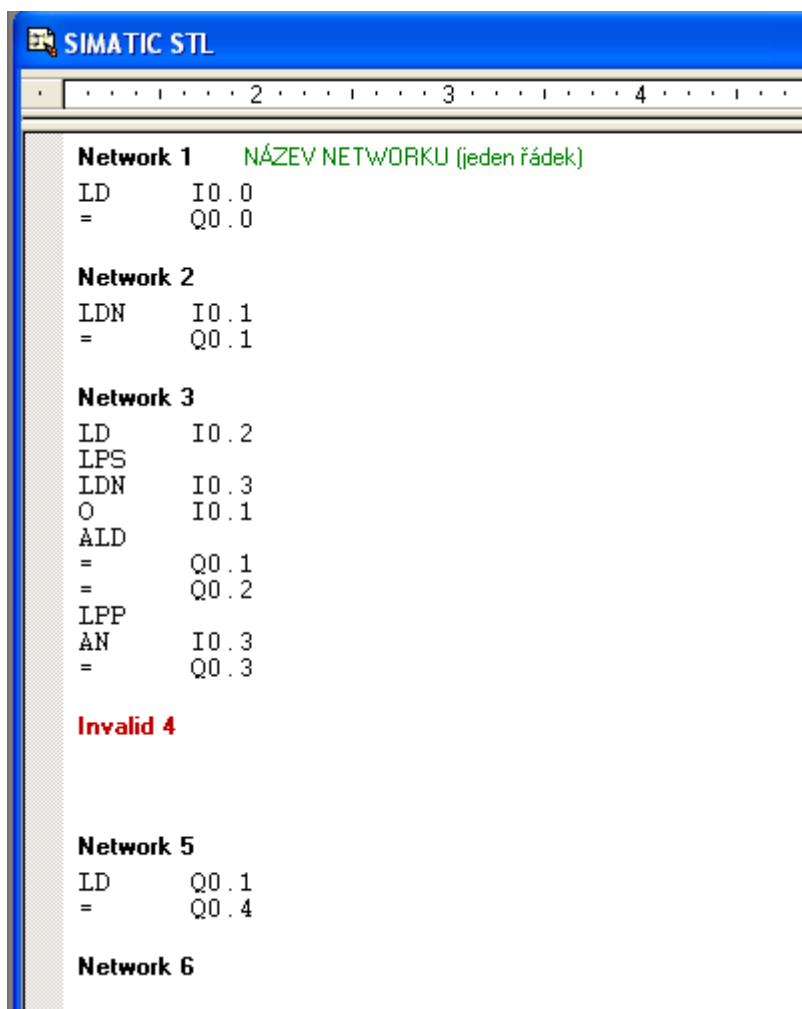


8. Program STEP 7

Pro programování Simatiků S7/200, S7/300, a S7/400 se používá program STEP7, ale pro každou řadu je jiná varianta programu STEP 7. Pro Simatiky S7/200 je určen program STEP7 Micro/Win. STEP7 Micro/Win umožňuje programovat ve třech různých programovacích prostředích.

- STL - soubor textových příkazů, vývojově je nejstarší, je vhodný pro programátory profesionály
- FBD - programovací prostředí odpovídající logice hradel v číslicové technice, vývojově je nejmladší
- LAD - prostředí odpovídající kontaktním elektrickým schémátům, nejznámější a také nejpoužívanější, je blízké lidem s elektrotechnickým vzděláním

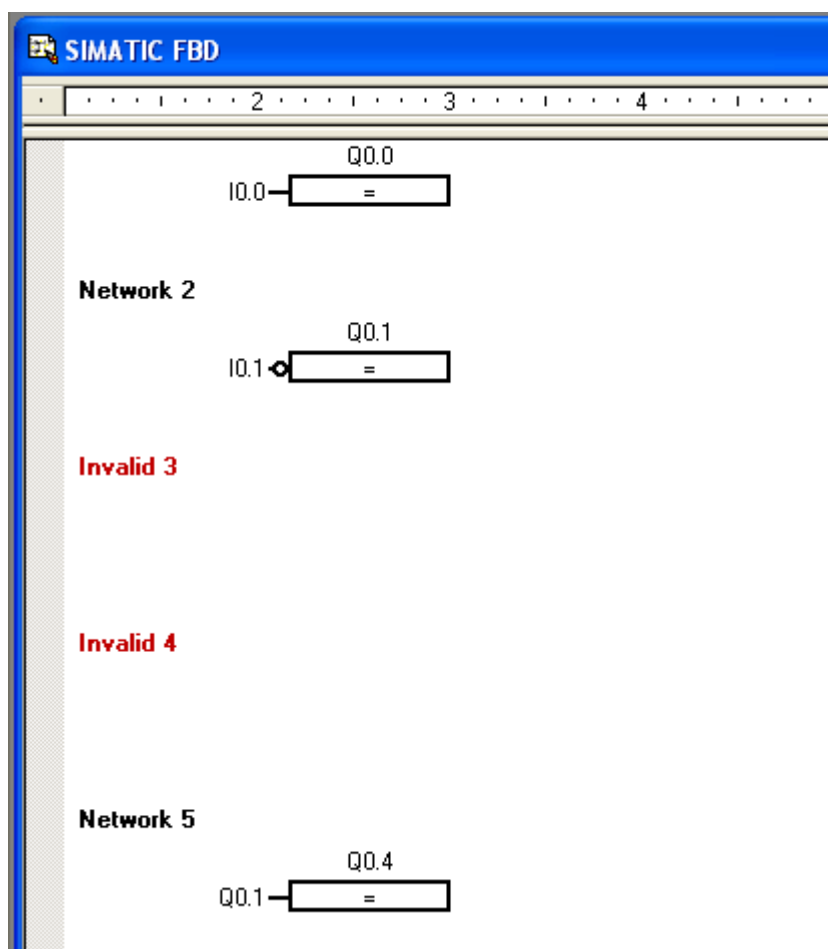
V průběhu programování je možné libovolně přecházet z jednoho programovacího prostředí do druhého, ale s určitým omezením. Program napsaný v FBD nebo v LAD, lze vždy prohlédnout v prostředí STL, ale program napsaný v STL, nejde vždy znázornit v prostředí LAD nebo FBD.



Obr. č.32

Program napsaný v prostředí STL poznal, že ve čtvrtém network je chyba a taky proto ho neznázornil. Obr. č.32

Tentýž program napsaný v prostředí FBD. Obr. č.33

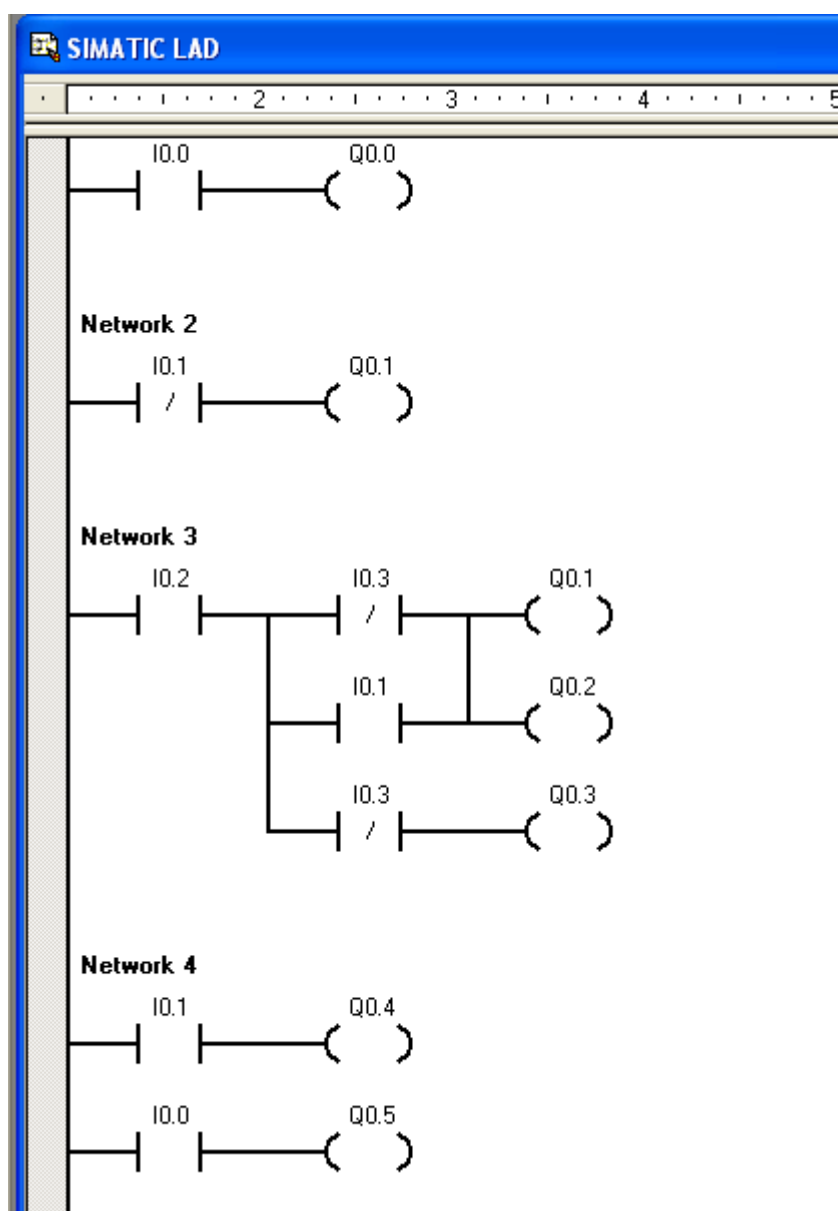


Obr. č.33

Program v prostředí FBD jednak poznal, že ve čtvrtém network je chyba, ale nebyl schopen převést poměrně složitý třetí network.

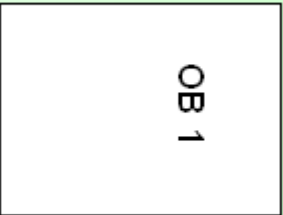
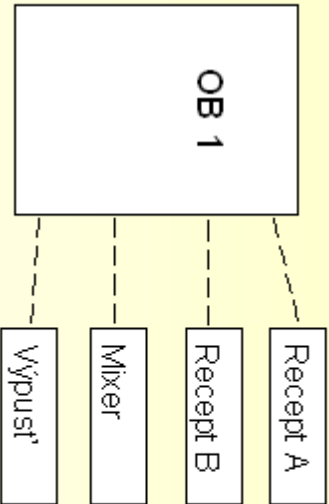
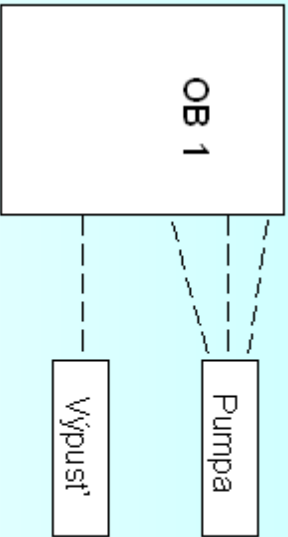
Tentýž program napsaný v prostředí LAD. Obr. č.34

Prostředí LAD je asi nejnázornější a nejpoužívanější, i když na obrazovce zabírá největší místo, je delší než obě předchozí prostředí a tím může být méně přehledné. Ve čtvrtém networku je úmyslně udělaná chyba. Takto napsaný program musí být rozepsán do dvou networků.

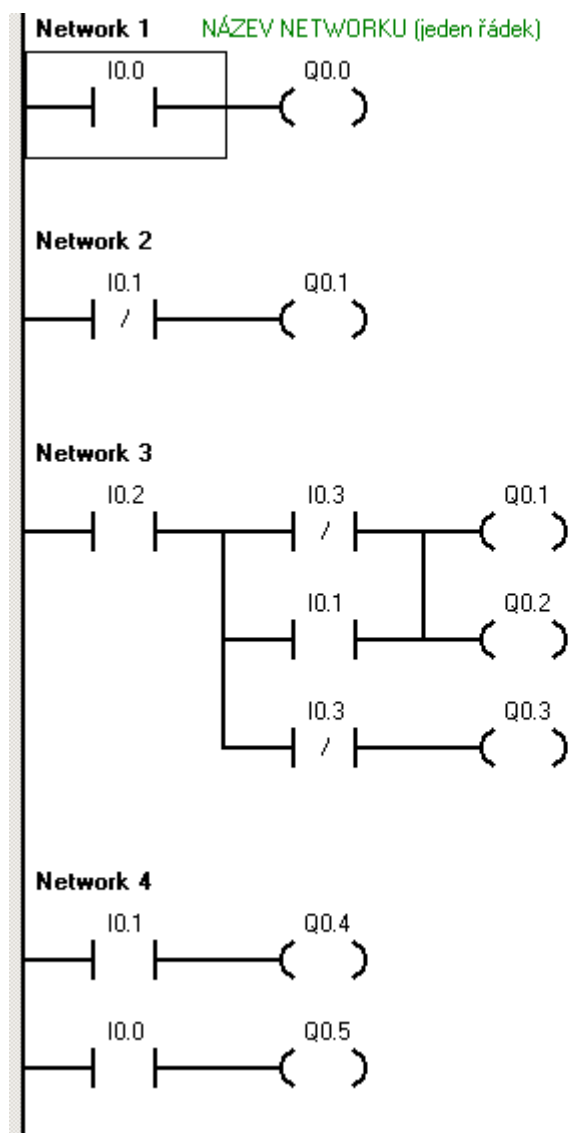


Obr. č.34

Struktura programu

Lineární program	Program rozčleněný na oblasti	Strukturovaný program
Všechny instrukce se nacházejí v jednom bloku (obvykle v organizačním bloku OB 1) 	Instrukce jednotlivých funkcí se nacházejí v jednotlivých blocích. OB 1 volá jednotlivé bloky jeden po druhém. 	Znovu použitelné funkce jsou nahrány do jednotlivých bloků. OB 1 (nebo jiný blok) tyto bloky volá a předává patřičná data. 

9. Instrukce sepnuté , rozepnuté kontakty a cívky



Obr. č.35

9.1 Komentář networků

Network 1

- Instrukce rozepnutý kontakt, není-li napětí na vstupu I0.0, potom není napětí ani na výstupu Q0.0
- Symboly I0.0 nebo Q0.0 a další se nazývají adresy nebo operandy

Network 2

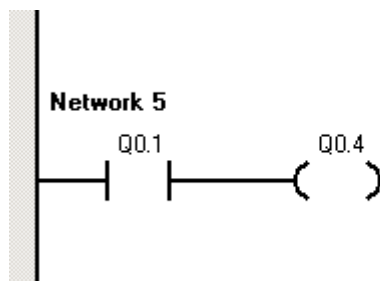
- Instrukce sepnutý kontakt, není-li napětí na vstupu I0.1, potom na výstupu Q0.1 je napětí

Network 3

- V jednom network může být víc výstupů. Program je možné různě větvit, ale v jednom network může být pouze jeden elektrický obvod
- Tento network je správně

Network 4

- Tento obvod je špatně, při kompilaci dojde k nahlášení chyby . Obr. č.35

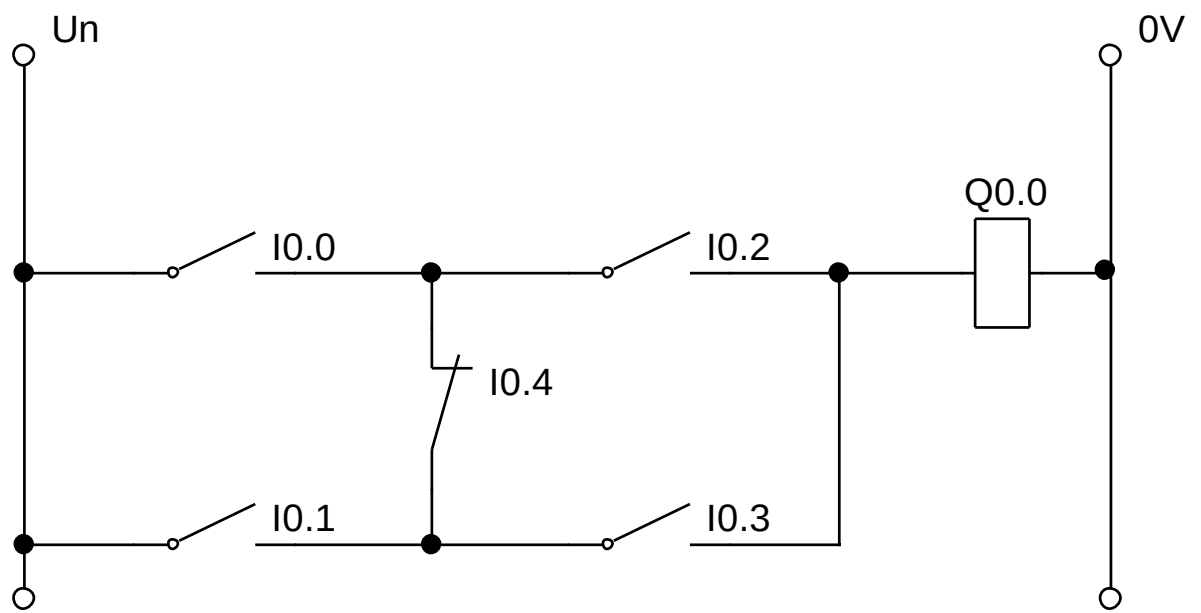


Obr. č.36

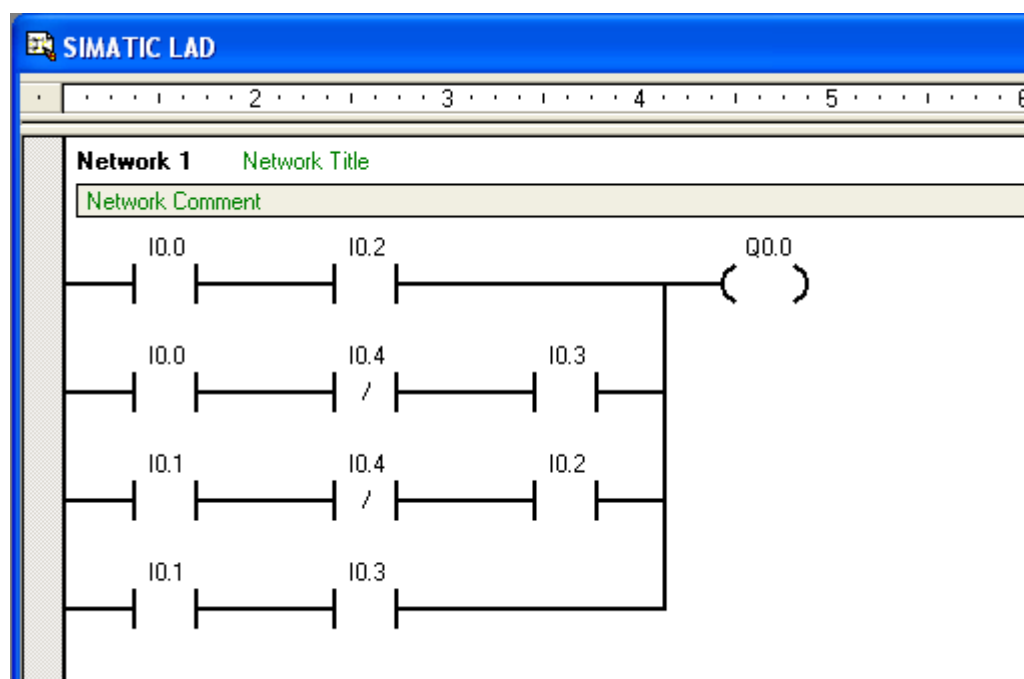
Network 5

- K instrukci sepnuté nebo rozepnuté kontakty lze přiřadit operand výstupu
- Bude-li napětí na výstupu Q0.1, potom bude i na výstupu Q0.4. Obr. č.36

Na obr. č.37 je elektrický obvod složený z spínacích a rozpínacích kontaktů. Na obr. č.38 podle elektrického obvodu napsaný program se stejnou logickou funkcí. Při porovnání elektrického obvodu a programu, je vidět, že například instrukci I0.0 mohou na rozdíl od elektrického obvodu použít neomezeně. Totéž platí o počtu networků v programu. Není nijak omezen. PLC automat je limitován pouze velikostí operační paměti. U CPU 222 je to 4096 bytu.

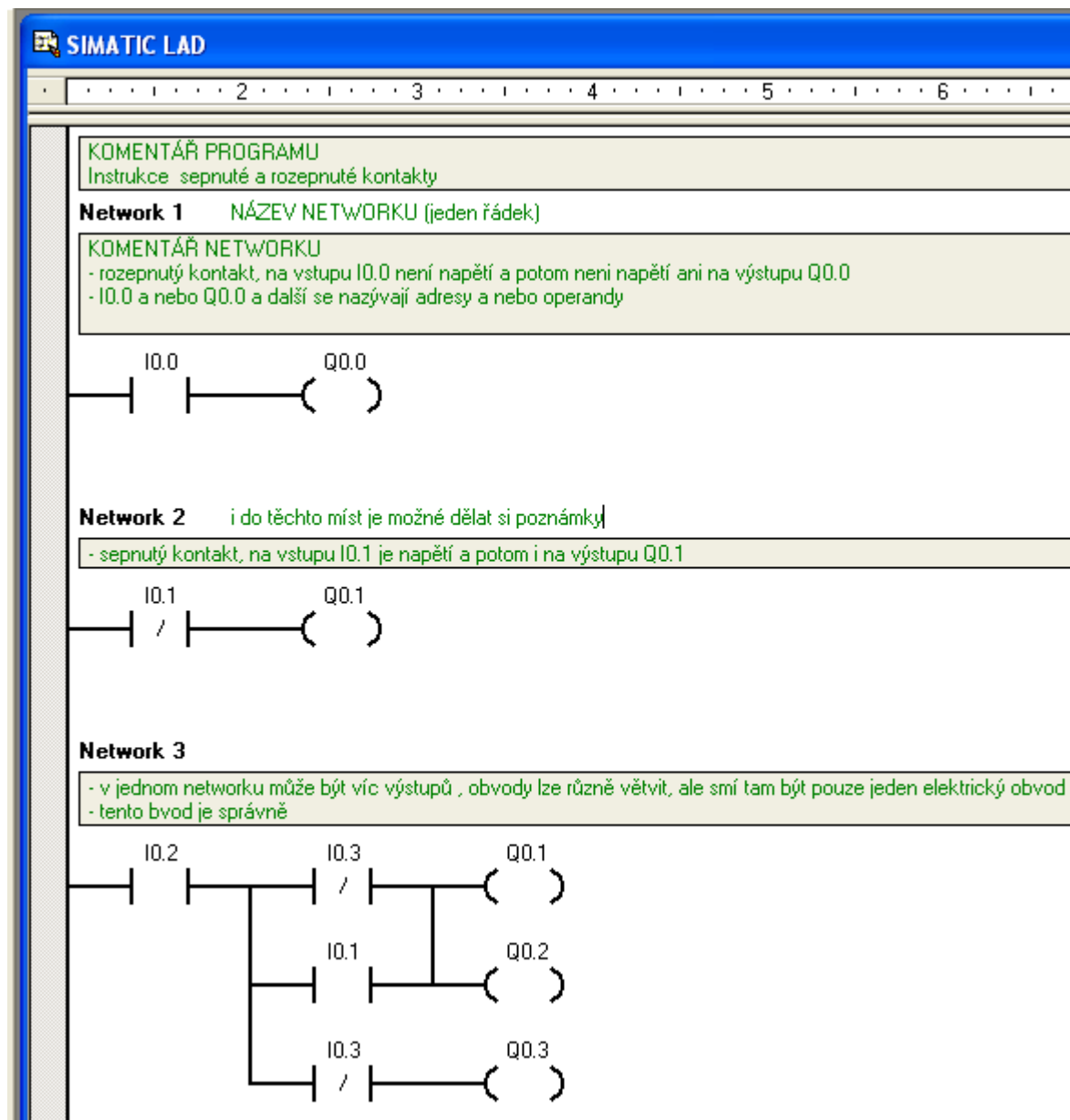


Obr. č.37



Obr. č.38

9.2 Komentář programu a komentář networku



Obr. č.39

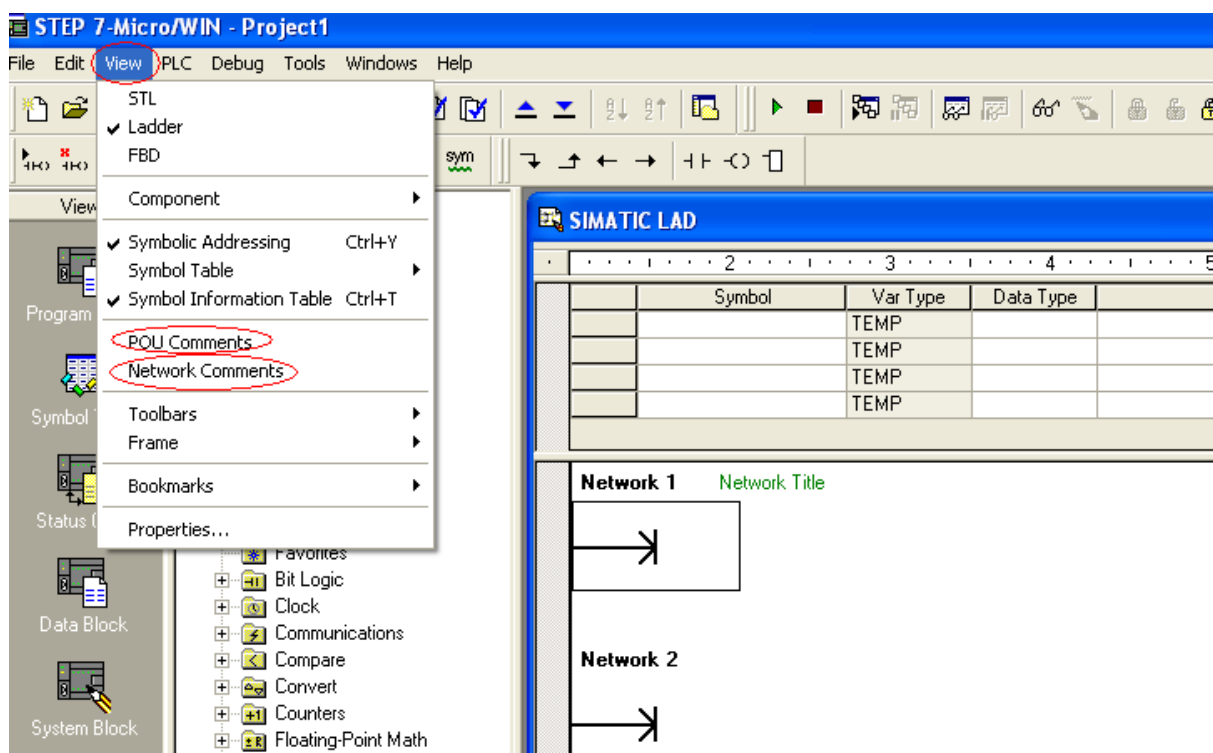
Pro lepší přehled programu je možné vpisovat text jak jako Komentář programu, případně Komentář networku. Dál je možné vpisovat text do jednotlivých networků.
Obr. č.39

9.3 Vypnutí, zapnutí zobrazování oken pro komentář programu a komentář networku

Postup:

- Klikněte na ikonu „View“ - zobrazení
- „POU Comments „ – zobrazování komentáře programu
- „Network Comments“ – zobrazování komentáře network
- V náhledu jsou obě okna vypnuta

Obr. č.40



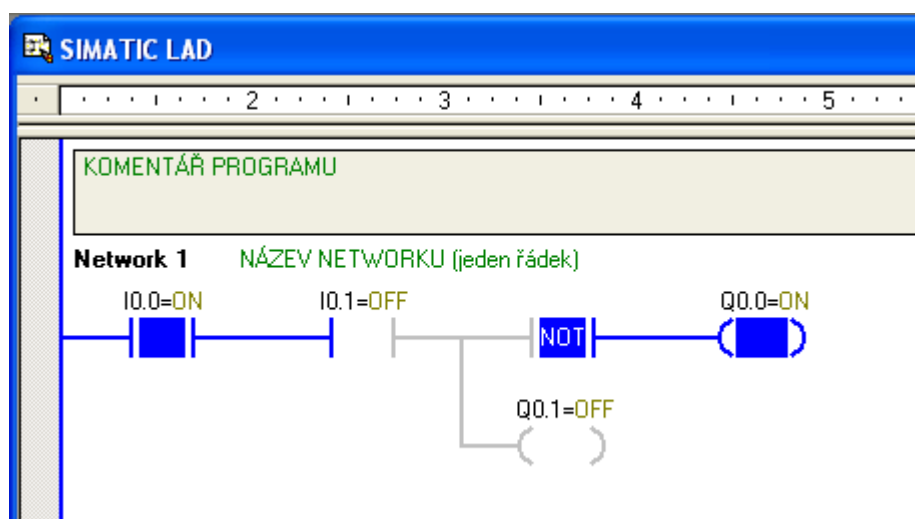
Obr. č.40

10. Instrukce NOT

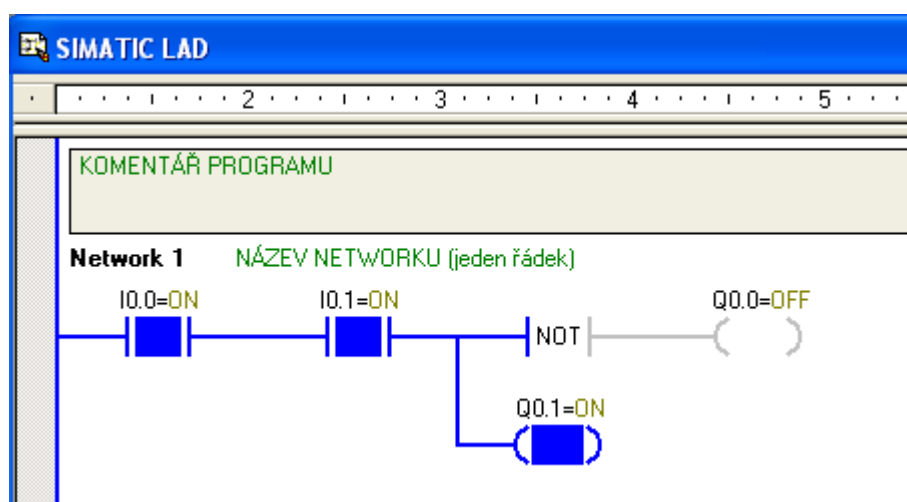
Instrukce NOT plní funkci negace. Mění stav vstupu signálového toku. To znamená, že mění hodnotu zásobníku z log.1 na log.0 a nebo z log.1 na log.0.

Názorná ukázka programu. Obr. č.41 a 42

- Pro aktivaci Q0.0 musí být v log.1 I0.0 a I0.1
- Instrukce NOT způsobí, že Q0.0 a Q0.1 budou vždy v opačném logickém stavu



Obr. č.41

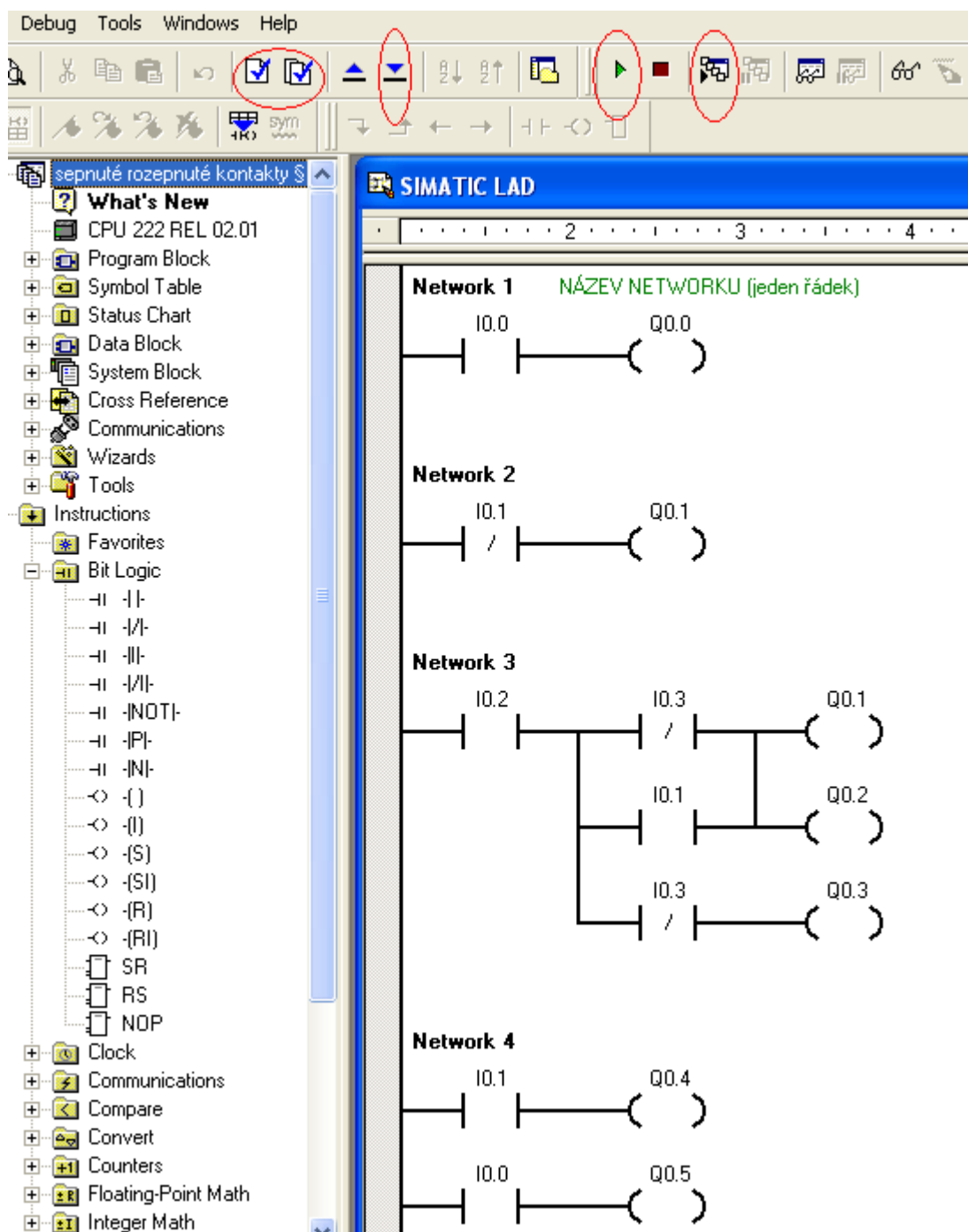


Obr. č.42

11. Spuštění programu

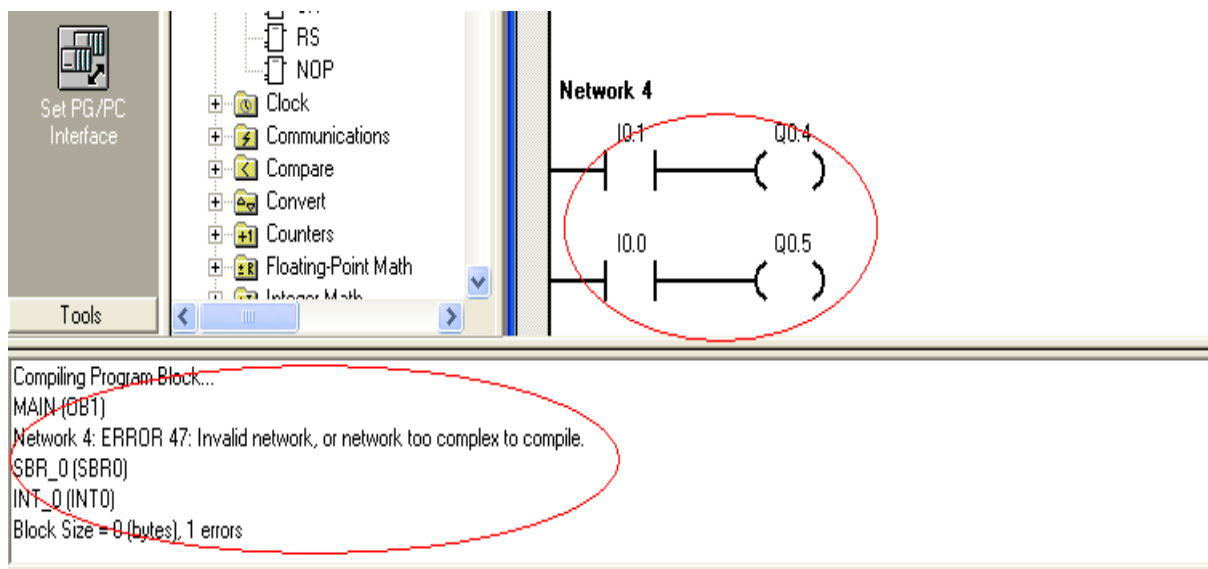
Instrukce sepnuté, rozepnuté kontakty jsou umístěny v stromové struktuře operací pod ikonou „Bit Logic“ bitová logika. Po napsání programu je vhodné zkontrolovat program ikonou „Compile“ - kompilace. Obr. č.43. V našem případě je v programu úmyslně udělaná chyba v networku číslo čtyři. Chybové hlášení se zobrazuje v levém spodním rohu.

Obr.
č.43



11.1 Chybové hlášení

Chybové hlášení vypisuje jednu chybu ve čtvrtém networku. Obr. č.44



Obr. č.44

Opravení chyby by spočívalo v rozepsání networku č.4 do dvou networků.

Kliknutím pravým tlačítkem na čtvrtý network v otevřeném okně označíme „Delete Network“ – smazání networku. Tím se z programu vymaže čtvrtý network.

Ikonou „Download“ – nahrání - nahrajeme program do PLC , kde je ho možné vyzkoušet a odladit. Ikonou „RUN“ - spuštění – program spustíme. Ikonou „STOP“ běh programu zastavíme.

11.2 Cyklické vykonávání programu

Po té, co se PLC uvede do provozu povelom RUN, ptá se procesor, který je mozkiem PLC, jestli na jednotlivých vstupech je napětí, či ne. Tento status pro vstupy se uloží do paměti. Je zde uložen signální stav všech vstupů. Přitom všem vstupům, které jsou pod napětím se přiřadí informaci log. 1 a pro vstupy, které jsou bez napětí informaci log. 0. Cyklické vykonávání programu se spustí povelom RUN a zastaví povelom STOP.

1. Přečtení aktuálních hodnot na analogových a digitálních vstupech
2. Zápis do registru obrazu vstupů
3. Vykonávání programu postupně po jednotlivých instrukcích a networkích až do konce programu
4. Zpracování požadavků komunikace
5. Provádění autodiagnostiky CPU a všech rozšiřovacích modulů
6. Výsledky vykonání programu se uloží do registru obrazu výstupů
7. Z registru obrazu výstupů se data přepíší na výstupy

I0.4

I označuje typ adresy jako vstup, 0 je byte – adresa a 4 je bit adresa

Byte adresa a bit adresa jsou vždy odděleny tečkou

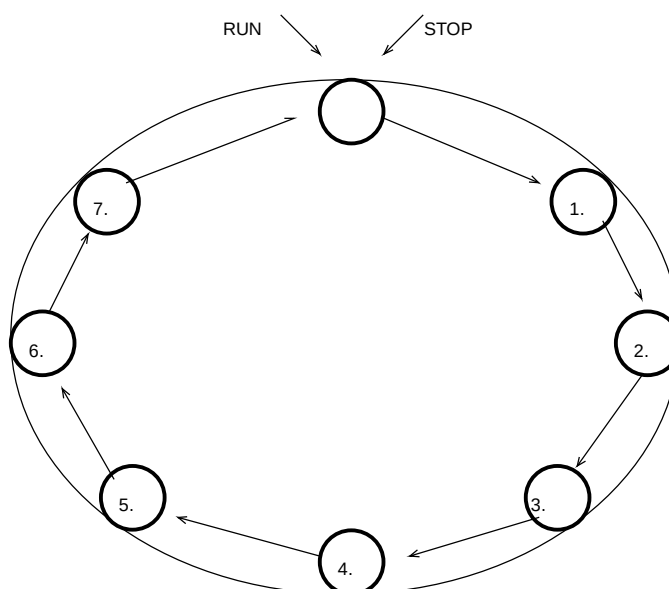
Pro bit - adresu stojí zde 4 pro pátý vstup, protože počítat se začíná od nuly.

Q1.2

Q označuje typ adresy jako výstup, 1 je byte adresa a 2 je bit adresa

Byte adresa a bit adresa jsou vždy odděleny tečkou

Schéma cyklického vykonávání programu. Obr. č.45



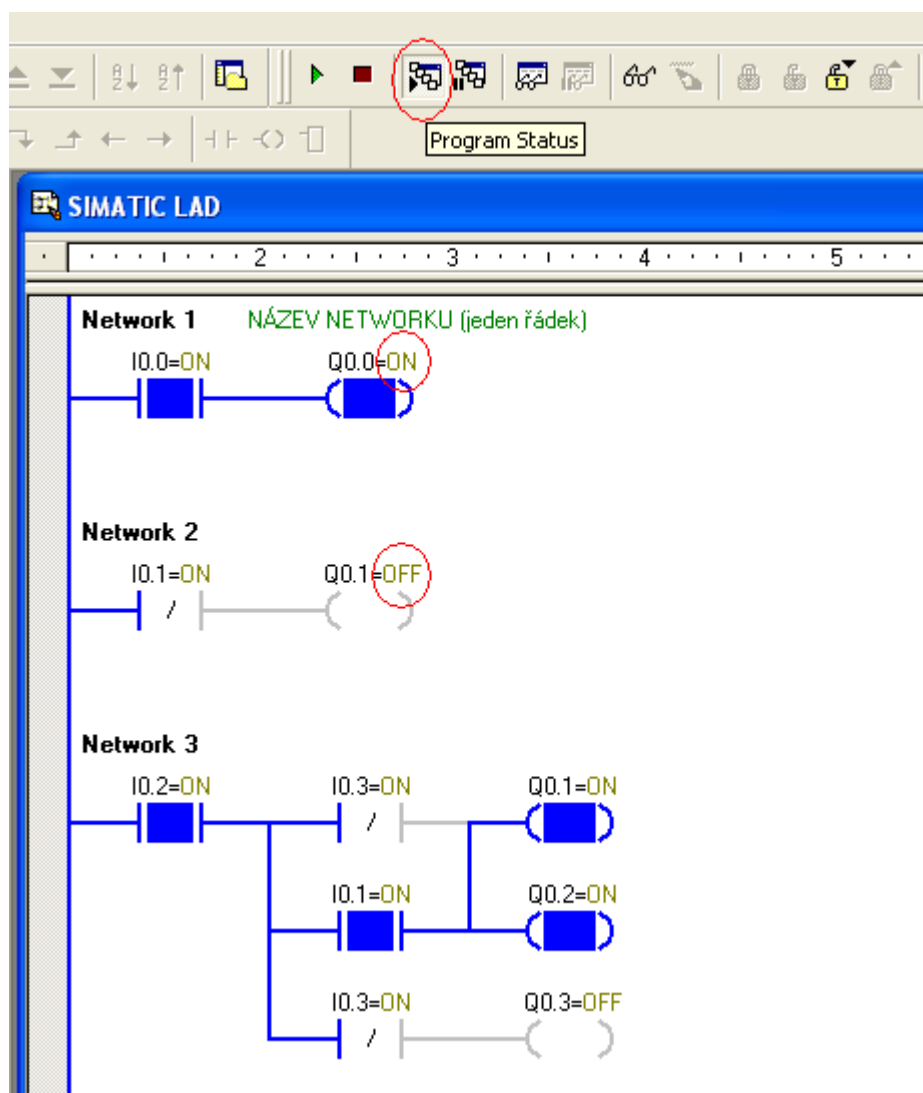
Obr. č.45

12. Stav programu

Zobrazení „Program Status“ - Stav programu je jeden z nejužitečnějších nástrojů programu STEP7 pro odlaďování programu. V tomto režimu je barevně a názorně znázorněno v jakém logickém stavu se nacházejí jednotlivé proměnné programu. U čítačů a časovačů a dalších instrukcí, které pracují s šestnáctibitovými anebo vícebitovými registry dále zobrazují počet bitů v registru, případně znaménko a další stavy.

Program STEP7 MicroWin získává hodnoty pro zobrazení stavu během více programových cyklů, pak aktualizuje zobrazení na obrazovce. Zobrazení stavu neodráží aktuální stav každého prvku v době provádění.

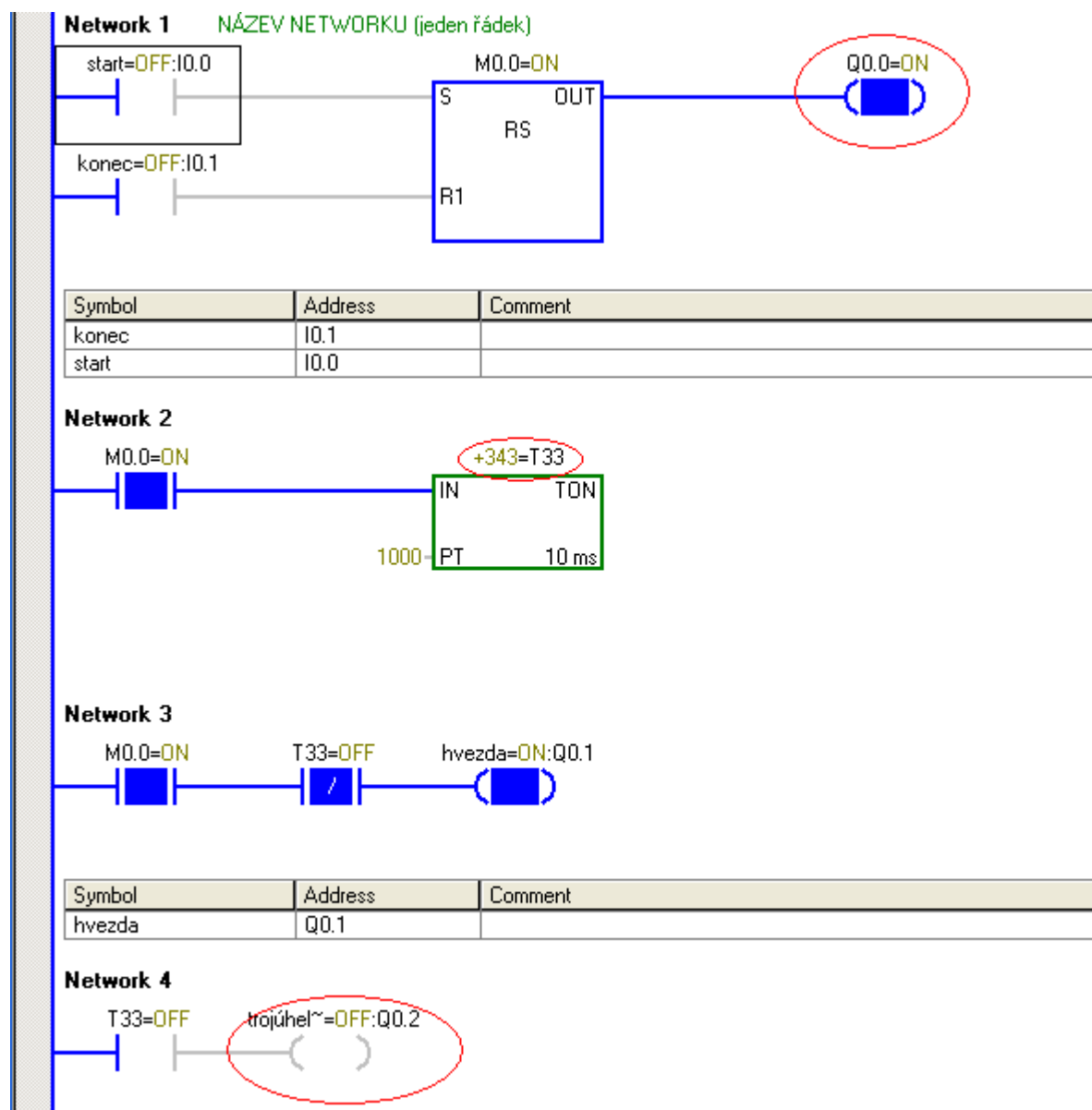
Stavové hodnoty pro stav provádění jsou aktualizovány pouze tehdy, je-li CPU v režimu RUN. Výstup Q0.0 je v log.1 a výstup Q0.1 v log.0



Obr. č.46

Stojí za povšimnutí: V prvním networku, je-li I0.0 „ON“ – zapnuto – potom je zapnuto i Q0.0 „ON“. Ve třetím networku. Je-li I0.3 „ON“, protože je instrukce rozpínací, tak potom Q0.3 bude OFF – vypnuto. Obr. č.46

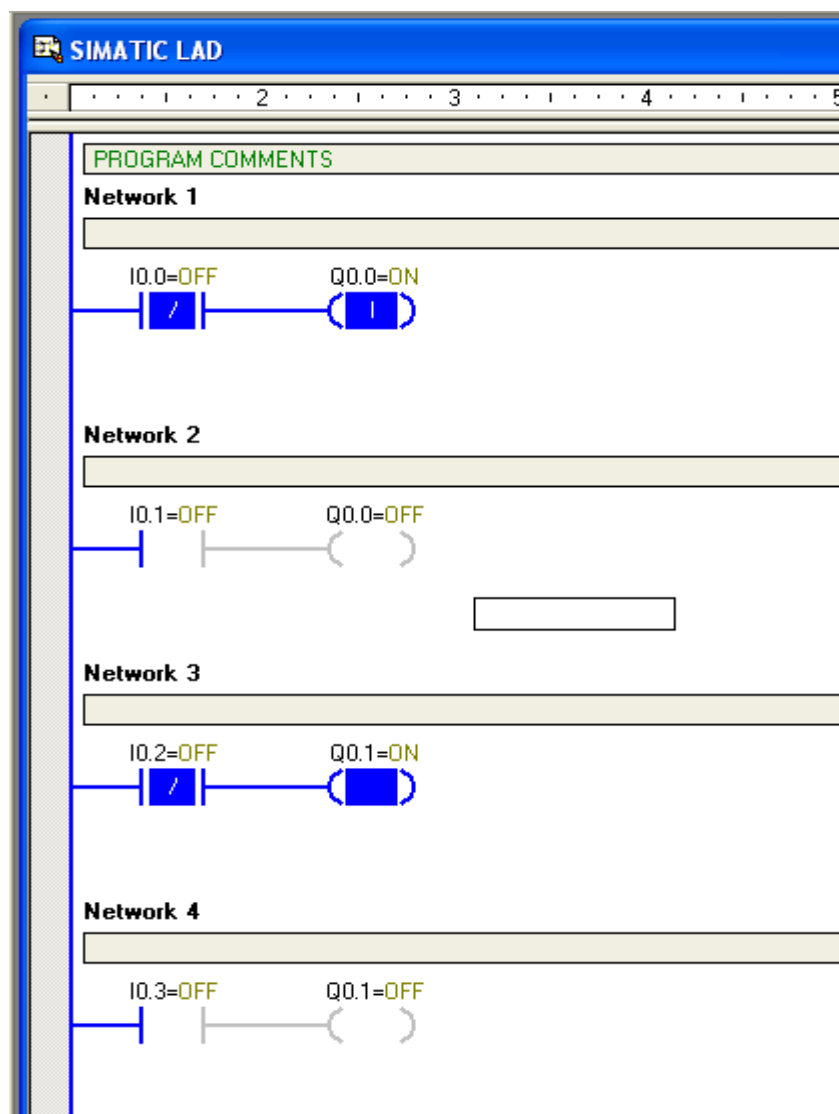
Na Obr. č.47 je ukázka programu v režimu Stav programu. Pro demonstraci byl vybrán program pro přepínání rozběhu asynchronního motoru hvězda trojúhelník. Q0.0 je označen modrou barvou znázorňující, že je v log.1 a dále označen symbolem ON zapnuto. Časovač T33 časuje a obrázek byl sejmut v okamžiku, kdy v registru T33 bylo 343 bitů. Výstup Q0.2 se nachází v log.0, - ukázka možností komentáře k jednotlivým instrukcím.



Obr. č.47

13. Instrukce okamžité vstupy a výstupy

Na rozdíl od instrukcí sepnuté a rozepnuté kontakty a cívky, kde změny na vstupech se projeví až po cyklickém vykonání programu, tak instrukce okamžité vstupy a výstupy se projeví na výstupech okamžitě, jakmile program na tuto instrukci narazí. Lze to snadno dokázat následujícím programem. Obr. č.48



Obr. č.48

V prvním networku je v programu použita instrukce okamžitého výstupu Q0.0, který je při log. 0 na vstupu v log. 1. V druhém network ale výstup Q0.0 je ošetřen log. 0. V networku tři a čtyři je napsán stejný program, ale bez instrukce okamžitého výstupu. Pokud pomocí multimetru změříme napětí na výstupech Q0.0 a Q0.1, tak potom Q0.0 bude v Log. 1, ale Q0.1 bude v log. 0. A pozor. V simulátoru „Stav programu“ tento stav není jasně zřejmý.

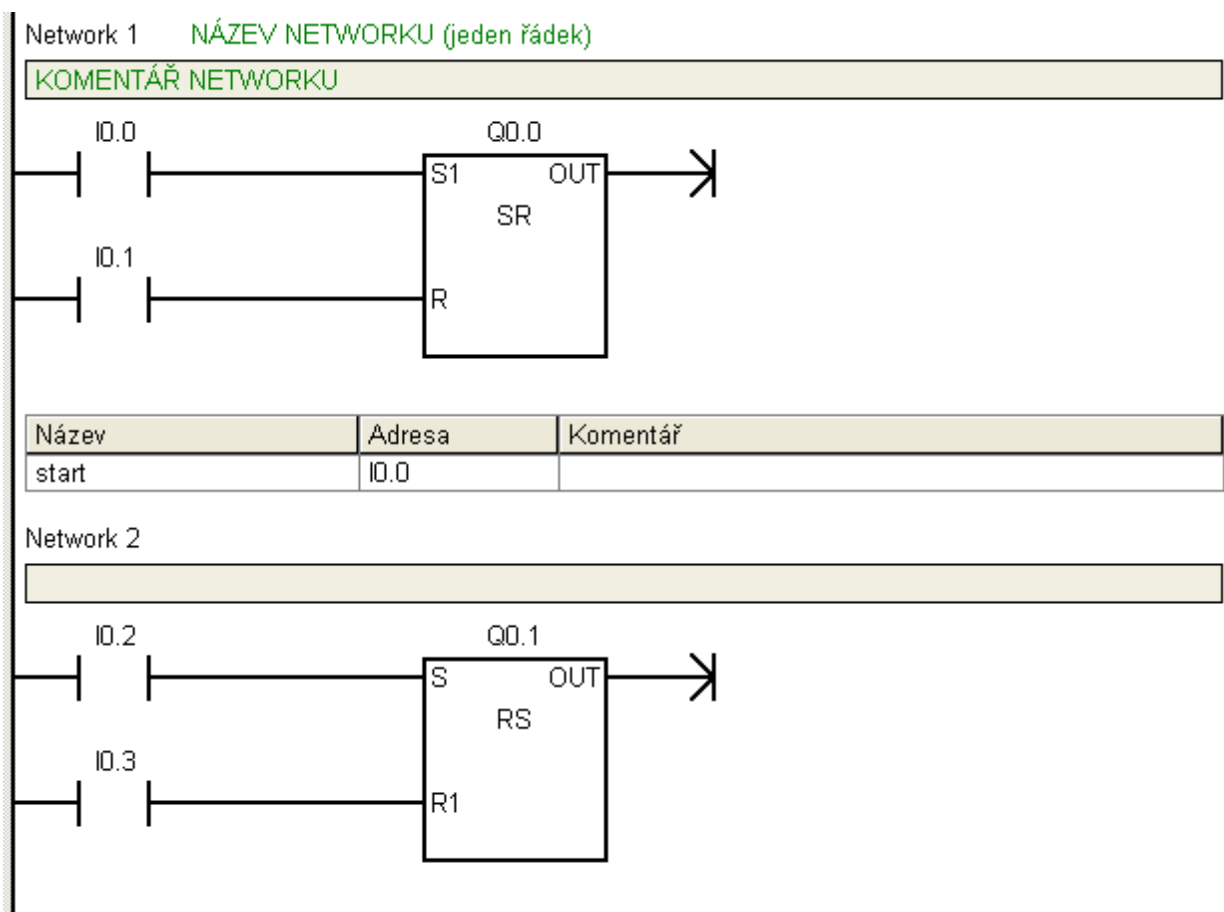
14. Bistabilní klopný obvod

14.1 Instrukce SR

Jestliže vložím na vstup S1 log. 1, tak s náběžnou hranou se výstup Q0.0 nastaví do log. 1 a zůstane v ní, i když na vstupu S1 bude log. 0. Jestliže vložím log. 1 na vstup R, s náběžnou hranou se výstup Q0.0 se nastaví do log. 0 a zůstane v ní, i když na vstupu R bude log. 0. Bude-li na obou vstupech log. 1 výstup Q0.0 bude v log. 1. Instrukce SR pracuje s předností nastavení

14.2 Instrukce RS

Instrukce RS má stejnou funkci, ale s tím rozdílem, že když budou oba vstupy v log.1 výstup Q0.1 bude v log.0. Instrukce RS pracuje s předností nulování. Obr. č.49

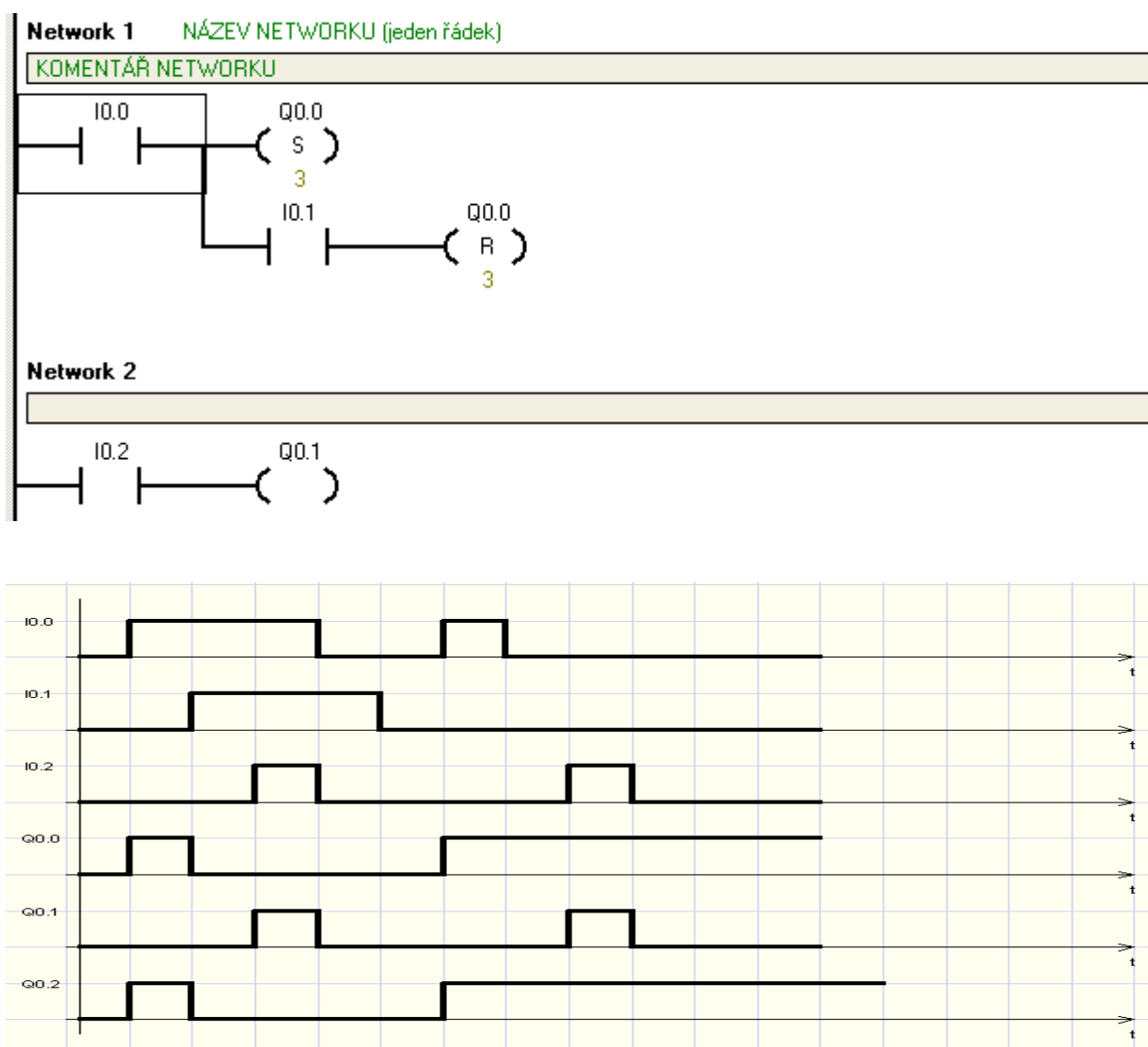


Obr. č.49

15. Instrukce SET a RESET

Instrukce SET a RESET má obdobnou funkci jako instrukce SR případně RS, ale umožňuje nastavit více výstupů současně jako skupinu. Počet výstupů je dán indexem pod instrukcí.

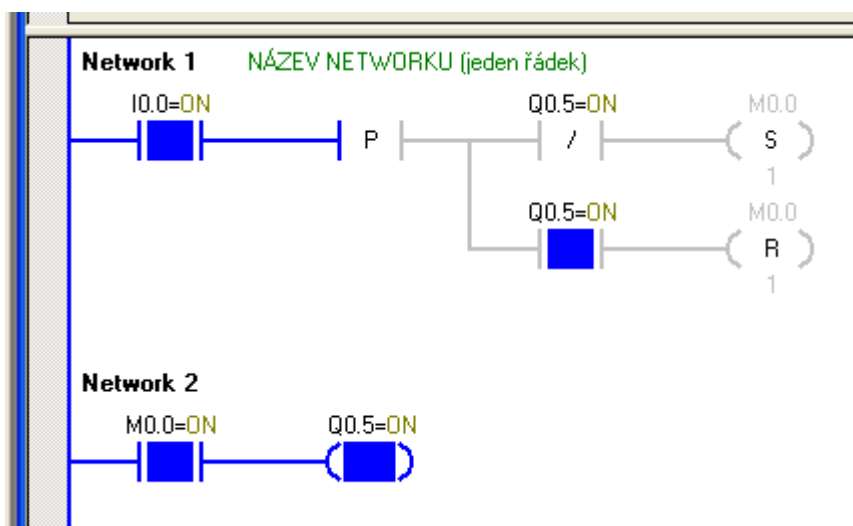
S náběžnou hranou log.1 na instrukci SET se nastaví tři další výstupy počínaje Q0.0 do log.1. S náběžnou hranou log.1 na instrukci RESET se nastaví tři další výstupy počínaje Q0.0 do log. 0, ale bude-li jeden z těch tří výstupů ošetřen dál v programu jiným vstupem, tak ten výstup na nastavení a nulování nebude reagovat. Je-li I0.2 a Q0.1 napsaný v networku nad instrukci SET, výstup se z nastavení nevyjme. Obr. č.50



Obr. č.50 Grafické znázornění programu set reset

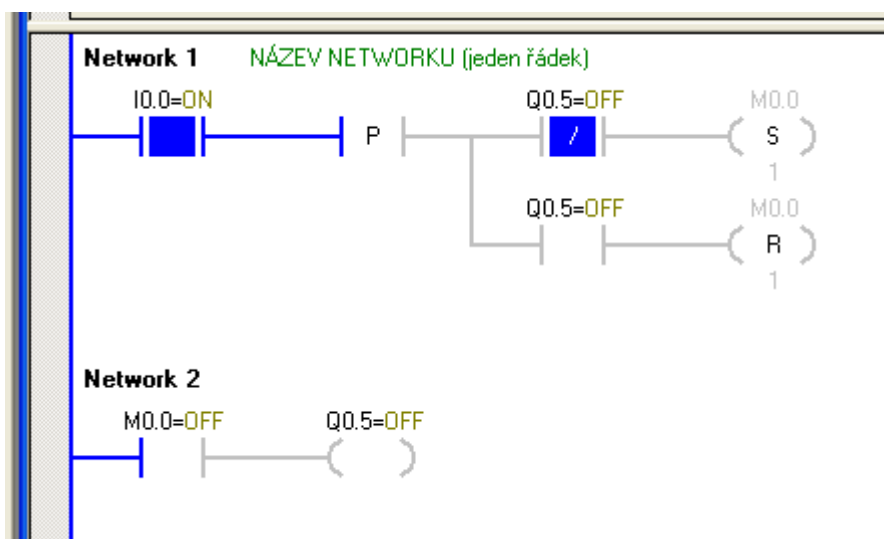
15.1 Názorná ukázka použití instrukce SET a RESET

Program plní funkci, kdy jedním vratným tlačítkem zařízení zapnu a opětovným stisknutím a uvolněním stejného tlačítka zařízení vypnu. Vypínání i zapínání se aktivuje vždy na náběžnou hranu. Na Obr. č.51 je znázorněn okamžik zapnutí zařízení, kdy instrukce P náběžnou hranou přes sepnutý Q0.5 nastaví instrukci SET do log.1 a tím se do log.1 nastaví i Q0.5.



Obr. č.51

Na Obr. č.51 je okamžik opětovného stisknutí I0.0, kdy náběžná hrana instrukce P přes sepnutý Q0.5 nastaví instrukci RESET do log.1.

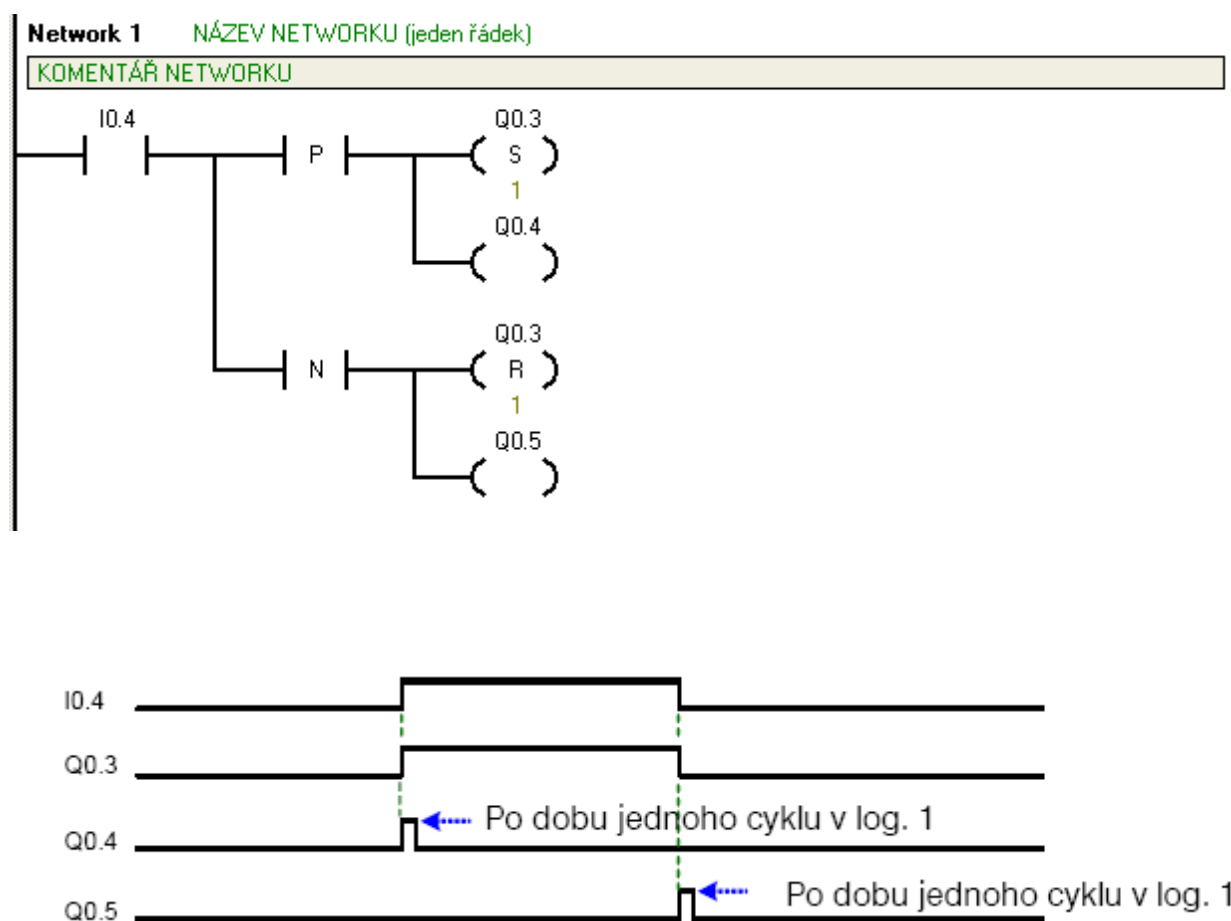


Obr. č.52

Za povšimnutí stojí okamžik generování pulsu instrukcí P. Děj je tak rychlý, že není znázorněn v „Stav programu“ Obr. č.52

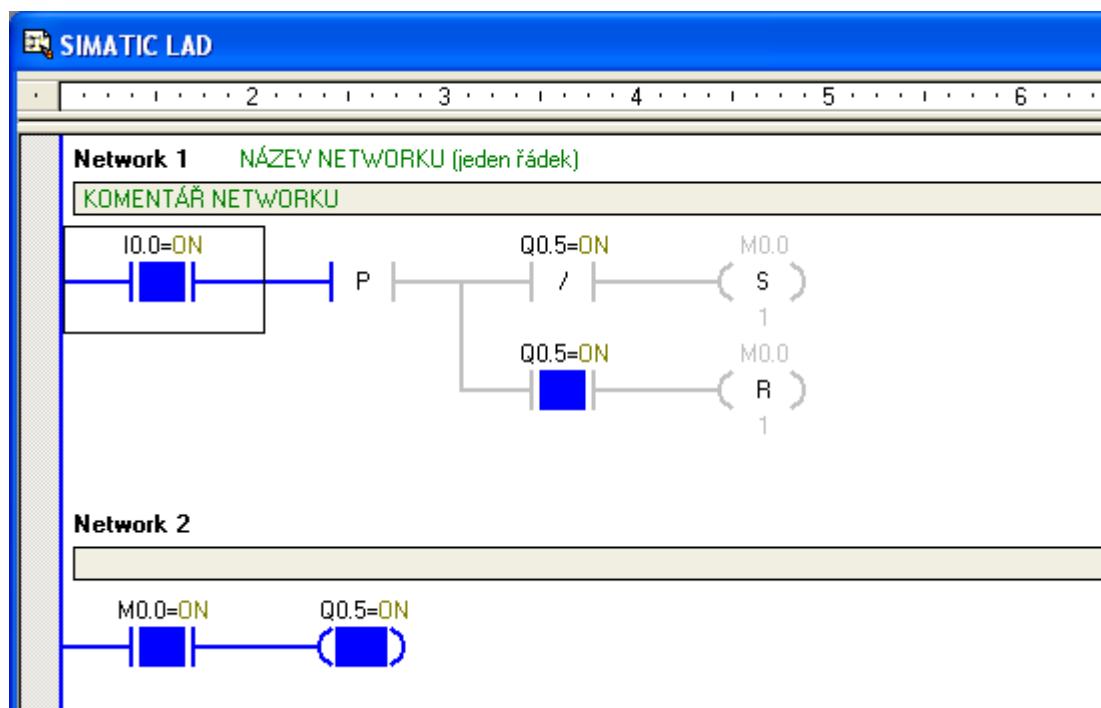
16. Instrukce P a N

Náběžná hrana log. 1 na instrukci „P“ nebo sestupná hrana log.1 na instrukci „N“ vygeneruje pulz o šířce jednoho programového cyklu. V režimu RUN jsou tyto změny příliš rychlé na to, aby byly viditelné v režimu „Stav programu“. Výstup Q0.3 se instrukcí SET nastaví do log. 1 a tam zůstane až do doby, kdy je resetován. Na výstupu Q0.4 s náběžnou hranou log. 1 se objeví pulz o šířce jednoho taktu. Na výstupu Q0.5 se sestupnou hranou log. 1 objeví pulz o šířce jednoho taktu. Obr. č.53



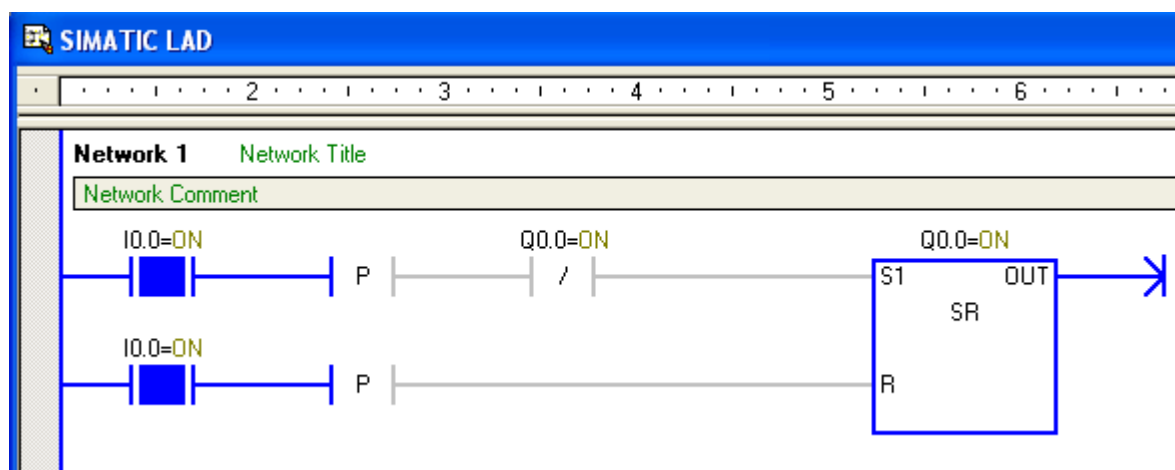
Obr. č.53

Na obr. č.54 je ukázka programu, kdy jedním tlačítkem po stisknutí a uvolnění výstup Q0.0 přejde do log.1 a při dalším stisknutí a uvolnění tlačítka IO.0 výstup Q0.0 přejde do log.0. Na obrázku je zachycen stav, kdy po první náběžné hraně Marker M0.0 a výstup Q0.5 přejde do log.1. S další náběžnou hranou se Marker M0.0 resetuje.



Obr. č.54

Na obr. č.55 je program stejné funkce jako předchozí program, ale je vyřešen pomocí instrukce „SR“



Obr. č.55

17. Časovače

Program STEP7 MicroWin má k dispozici tři typy časovačů. TON, časovač zpožděného zapnutí. TOF, časovač zpožděného vypnutí. TONR, remanentní časovač zpožděného zapnutí. K dispozici všech tří typů časovačů má program STEP7 MicroWin celkem 256. Pro operand bylo zvoleno velké písmeno „T“, v rozsahu T0 – T255.

Všechny tři typy časovačů TON, TOF, TONR mají tři základní časy. 1ms, 10ms, 100ms. Tak potom například časovač TON se základním časem 1ms má dva časovače s operandy T32 a T96. Se základním časem 10ms má osm časovačů s operandy T33 – T36 a T97 – T100. A se základním časem 100ms má 180 časovačů s operandy T37 – T63 a T101 – T255. Obdobně jsou řešeny časovače TOF a TONR. Není možné mít v jednom programu stejný operand pro rozdílné časovače. Není možné mít například TON T32 a TOF T32.

Časovače ukládají svoje data do šestnáctibitového registru s tím, že aktivně využívají pouze patnáct bitů. (Šestnáctý bit je určen pro znaménko). Potom $2^{15} = 32\,767$, což je maximální počet bitů v registru časovače. Výsledný čas časovače je potom základní čas krát počet bitů v registru časovače. Z toho vyplývá, že nejkratší dosažitelný čas je 1ms a nejdelší $100\text{ms} \cdot 2^{15} = 54,6\text{min}$.

Čísla a rozlišení časovačů. Obr. č.56

Typ časovače	Odstranění	Maximální hodnota		Číslo časovače
TONR remanentní	1ms	32 767	0,0546min	T0, T64
	10ms	32 767	5,46min	T1 až T4, T65 až T68
	100ms	32 767	54,6min	T5 až T31, T69 až T95
TON TOF Bez remanence	1ms	32 767	0,0546min	T32, T96
	10ms	32 767	5,46min	T33 až T36, T97 až 100
	100ms	32 767	54,6min	37 až T63, T101 až T255

Obr. č.56

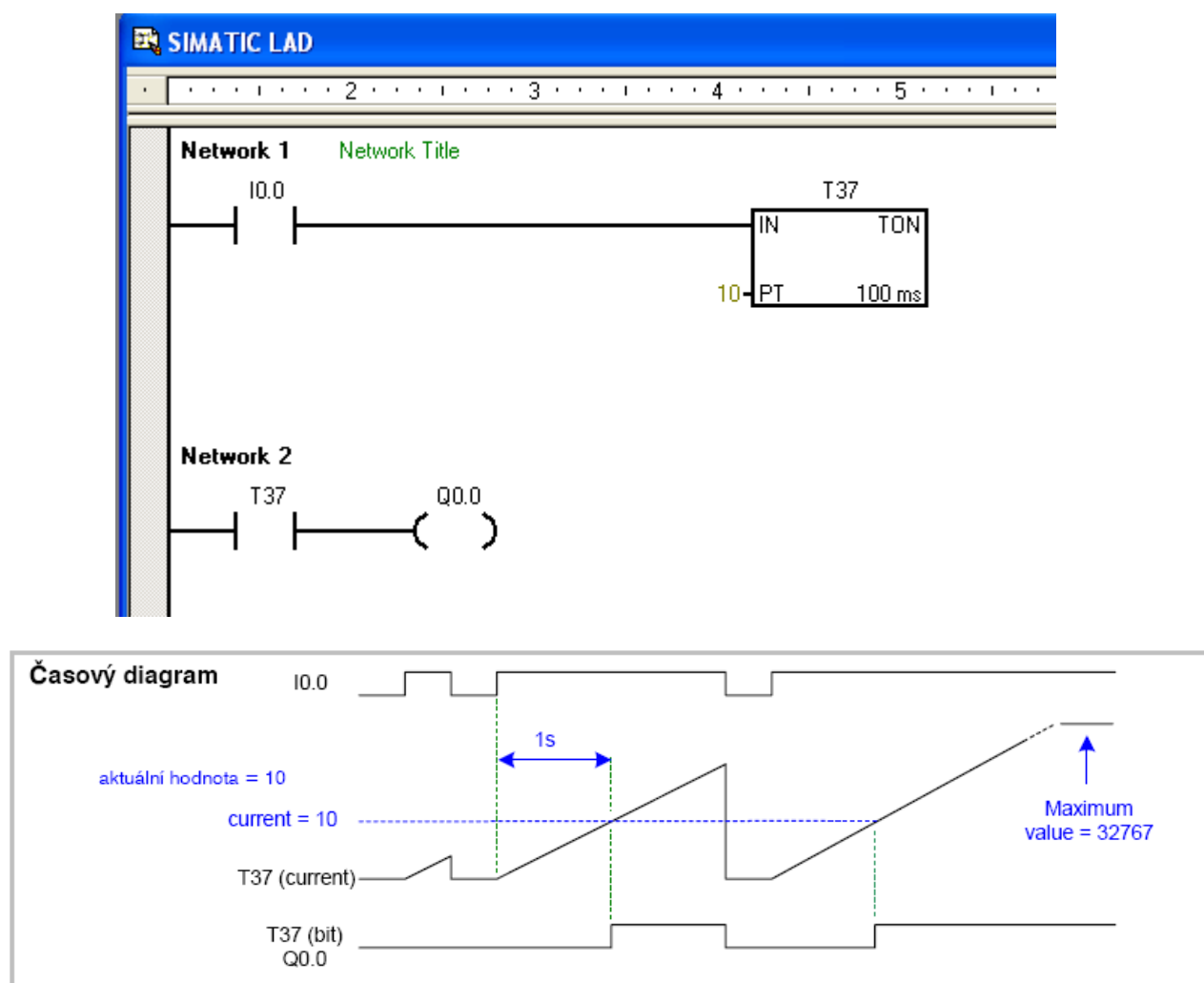
Poznámka:

Pro zaručení minimálního časového intervalu zvyšte požadovanou hodnotu PV o 1. Například pro zajištění intervalu nejméně 2100ms u 100ms časovače nastavte PV na 22.

17.1 Časovač TON

Časovač zpožděného zapnutí. Časovač TON je možné použít pro intervalové časování a další aplikace.

S náběžnou hranou log.1 na vstup IN časovače T37 začne časovač v rytmu 100ms plnit šestnáctibitový registr T37. Až dopočítá do nastavené hodnoty PT, zapne se bit T37 a výstup Q0.0 přejde do log.1. Je-li na vstupu IN dál log.1 počítá až do 32 767 bitů a potom se zastaví. Jakmile na vstupu IN se nastaví log.0, registr časovače TON se vynuluje. Obr. č.57

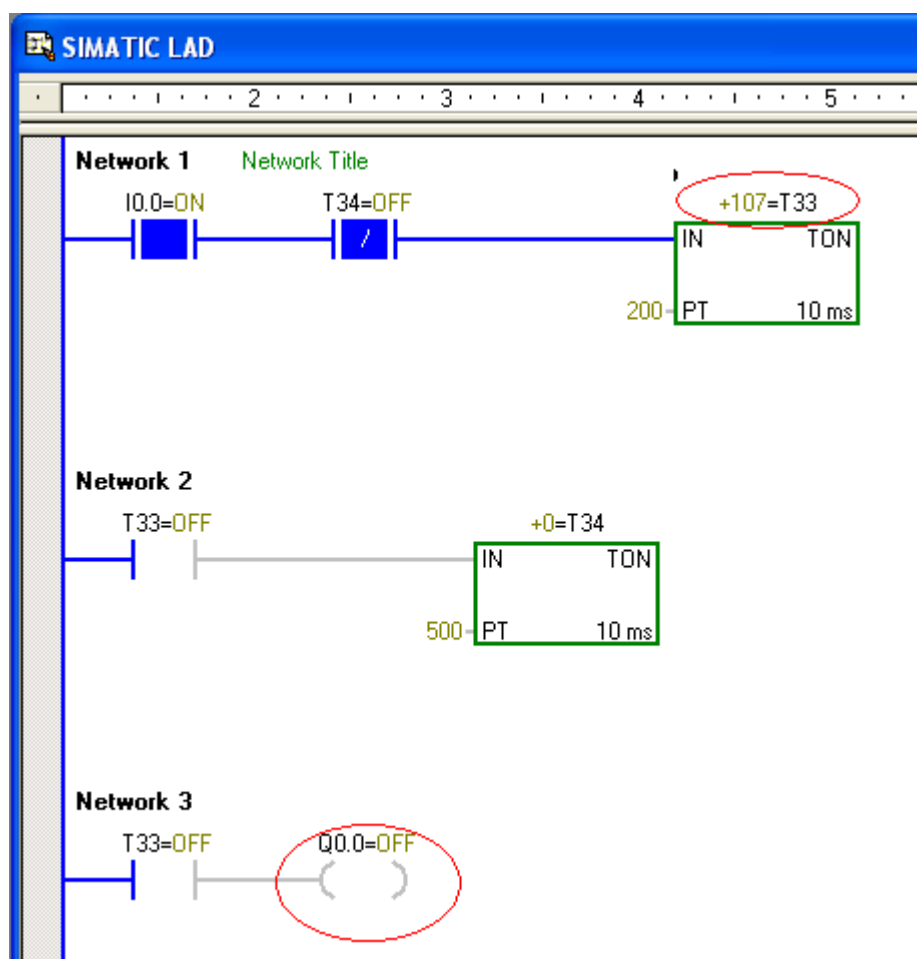


Obr. č.57

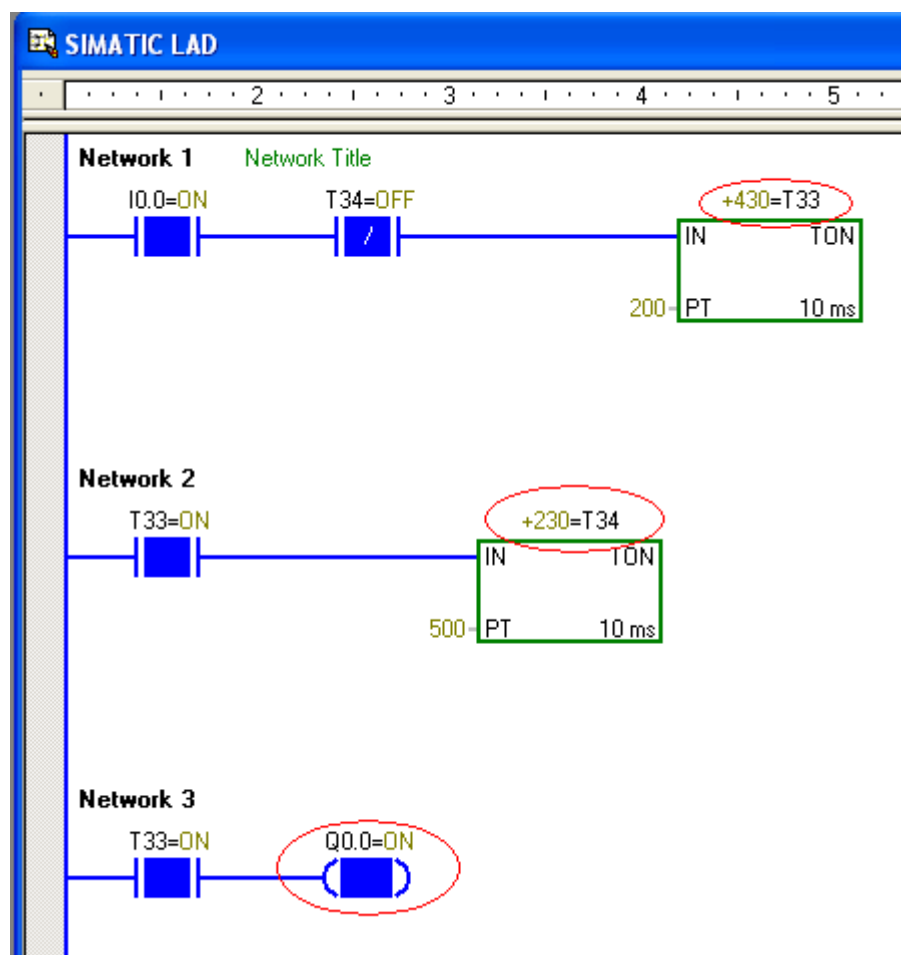
17.2 Ukázka programu s časovačem TON

Dva časovače TON T33 a T34 jsou zapojeny jako blikáč. Q0.0 je střídavě 2s v log.0 a 5s v log.1

Po zapnutí I0.0 náběžná hrana log.1 spustí časovač T33. V režimu Stav programu je znázorněn okamžik, kdy v časovači T33 je 107 bitů, tudíž bit T33 je v log.0. Obr. č.***. Po dosažení 200 bitů v registru T33 se zapne bit časovače T33, ten uvede výstup Q0.0 do log.1 a spustí časovač T34. Obr. č.58 a 59. Až v registru T34 bude 500 bitů, bit T34 odpojí vstup IN časovače T33 od log.1, tím se registr vynuluje, výstup Q0.0 přejde do log.0, vynuluje se registr T34 a celý proces se opakuje.



Obr. č. 58

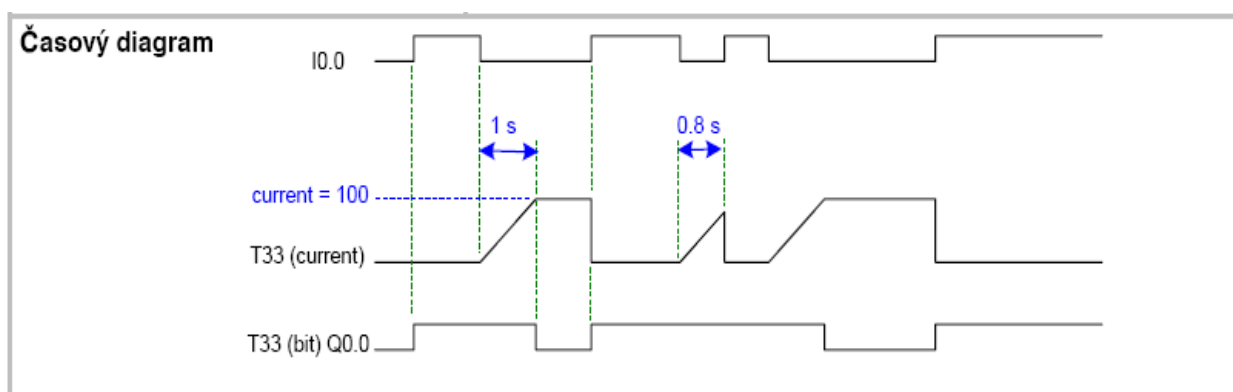
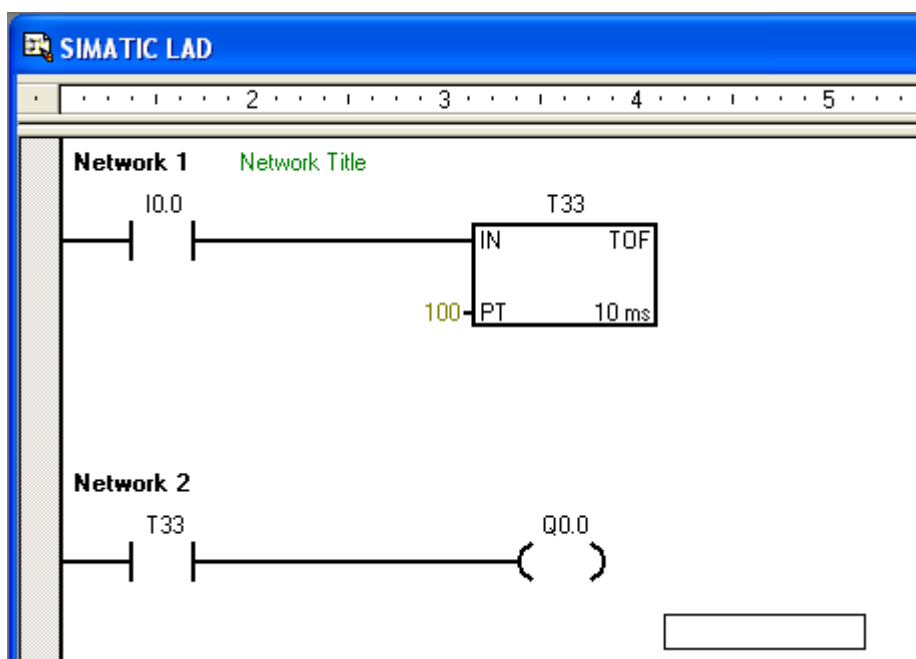


Obr. č.59

17.3 Časovač TOF

Časovač zpožděného vypnutí. Časovač TOF je možné použít pro prodloužení času po vypnutí, například pro vychlazení motoru po jeho vypnutí. Obr. č.60.

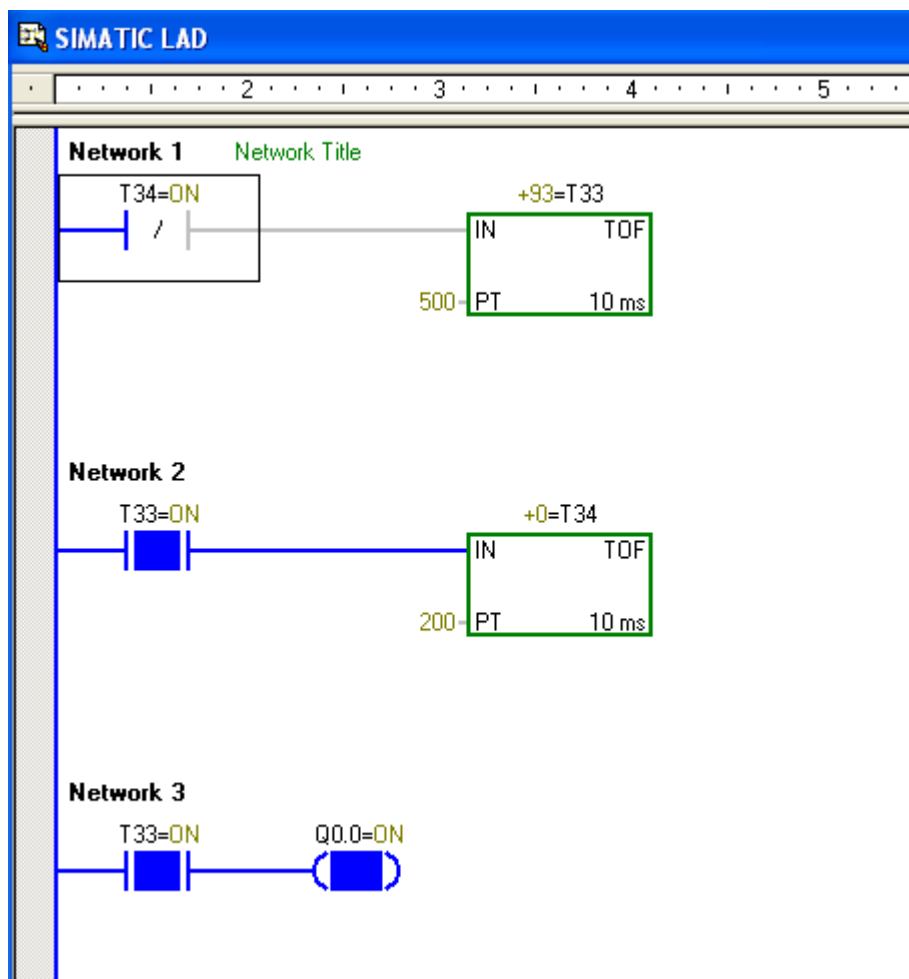
S náběžnou hranou na vstup IN časovače T33 výstup Q0.0 přejde do log.1, ale čas se začne odpočítávat až od sestupné hrany na vstupu IN časovače T33. Až stav v registru T33 se bude stejný s nastavenou hodnotou PT zapne se bit T33 a výstup Q0.0 přejde z log. 1 do log.0, ale když se na vstupu IN nastaví log.1 dřív, než se hodnota v registru T33 rovná nastavené hodnotě PT registr T33 se vynuluje, ale Q0.0 zůstane v log.1.



Obr. č.60

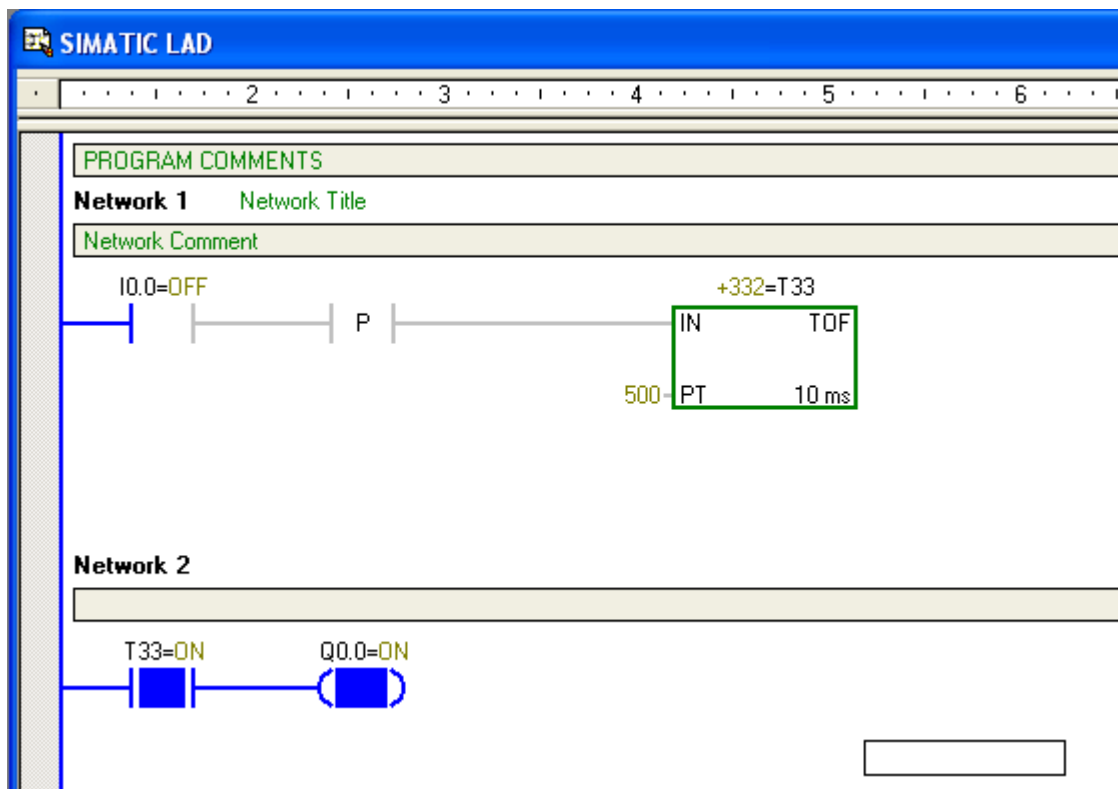
..

Obr. č.61. Ukázka programu s časovači TOF zapojeného ve funkci blikáče, kdy výstup Q0.0 je 5s v log.1 a 2s v log.0. Funkce je obdobná jako u blikáče s časovači TON, kdy se vzájemně dva časovače spouští a zastavují. Časovače začnou časovat po uvedení PLC automatu do stavu RUN.

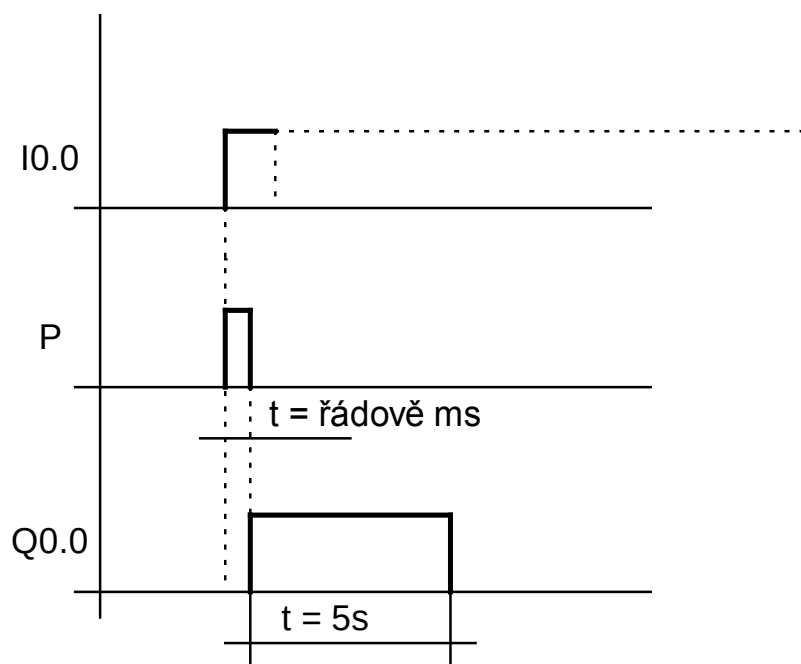


Obr. č.61

Velice častým úkolem v automatizaci je potřeba vyrobit impulz o určité přesně definované délce. Na Obr. č.62 a 63 je ukázka velice jednoduchého programu, kdy s náběžnou hranou na instrukci „P“ se vygeneruje pulz o délce jednoho cyklu, jehož sestupná hrana spustí časování časovače TOF a bit časovače TOF T33 přejde do log.1. Jakmile časovač T33 dosáhne nastavené hodnoty PT , bit časovače přejde zpět do log. 0. Vyrobený pulz není závislý na stavu I0.0, jestli zůstane v log.1 nebo se vrátí zpět do log.0. Funkce programu je znázorněna na časovém diagramu. Obr. č.62,63



Obr. č.62

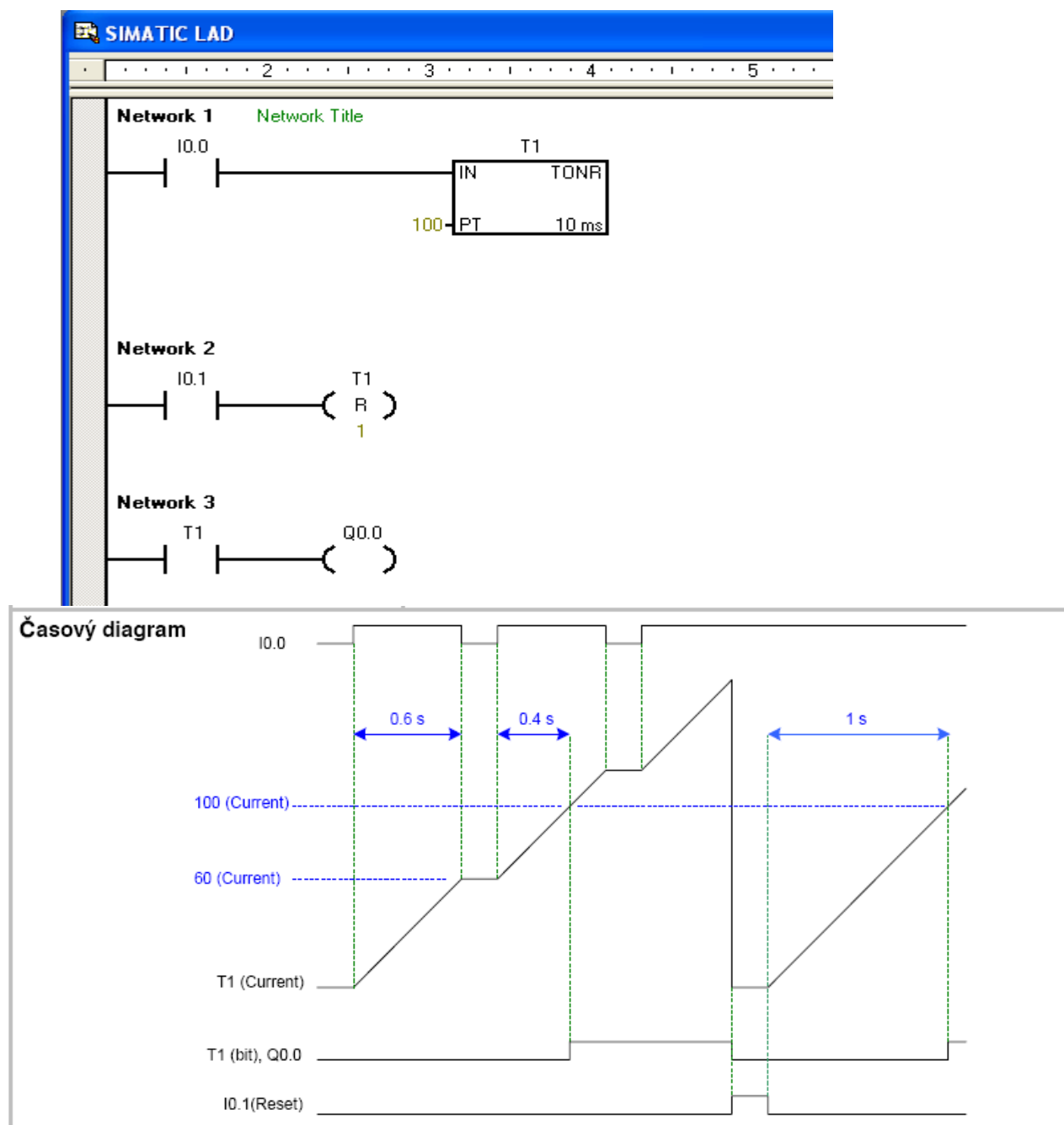


Obr. č.63

17.4 Časovač TONR

Remanentní časovač zpožděného zapnutí. Časovač TONR je možné použít pro akumulaci více časových intervalů.

S náběžnou hranou na vstup IN časovače T1 se začne plnit šestnáctibitový registr T1. Jakmile vstup IN přejde do log. 0, registr se přestane plnit, ale nevynuluje. S další náběžnou hranou na vstup IN se činnost opět obnoví. Rovná-li se obsah registru nastavené hodnotě PT, potom výstup Q0.1 přejde do log.1. Pokud je na vstupu IN log.1 registr se bude plnit až do své maximální hodnoty 32767 a potom se zastaví. Vynulování registru T1 lze provést pouze pomocí instrukce Reset. Obr. č.64



Obr. č.64

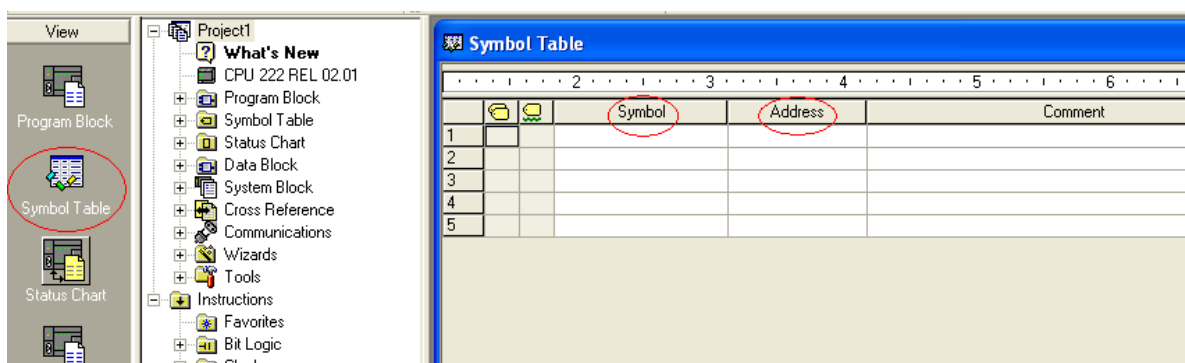
18. Tabulka symbolů

Pro demonstraci možností odlaďování programů je připraven program, který plní funkci: Jedním tlačítkem zařízení zapnout a opětovný stlačením stejného tlačítka zařízení vypnout. Ovládací tlačítko je připojeno na vstup I0.0 a ovládané zařízení je připojeno na výstup Q0.0. Obr. č.65 a 66.

Tabulka symbolů

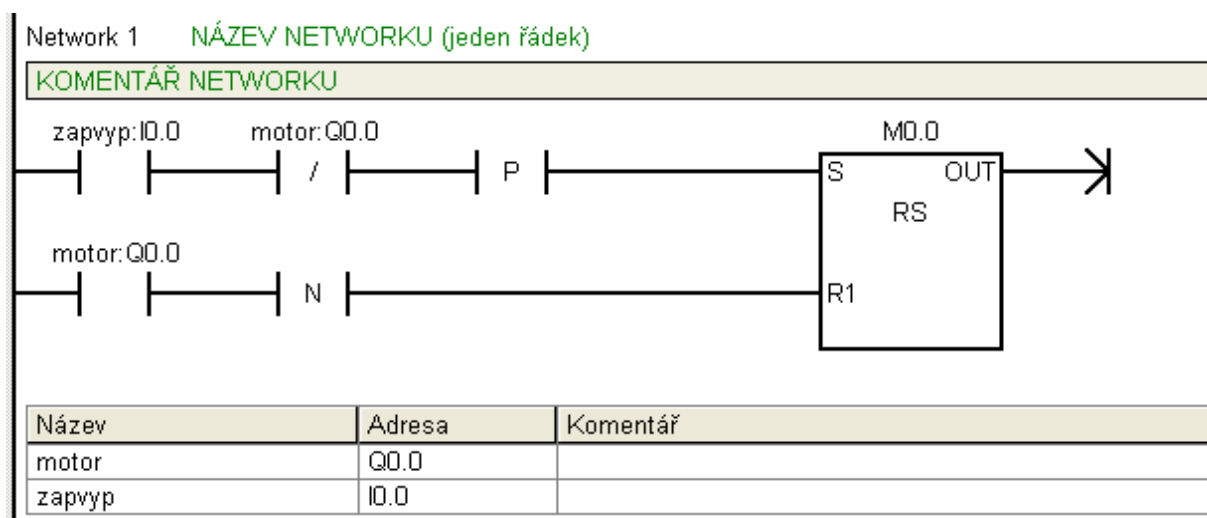
Tabulka symbolů umožňuje přidávat komentář k jednotlivým operandům v programu
Postup:

- kliknutím na ikonu „Symbol Table“ - tabulku symbolů, se otevře tabulka, kde lze k jednotlivým operandům přímo v programu přiřadit jednoduchý text
- do sloupce „Symbol“ se wpisuje text, do sloupce „Adress“ příslušný operand
- aby se změny programu projevíly, je nutné provést „Kompilaci“



Obr. č.65

Ukázka programu s poznámkami u jednotlivých operandů

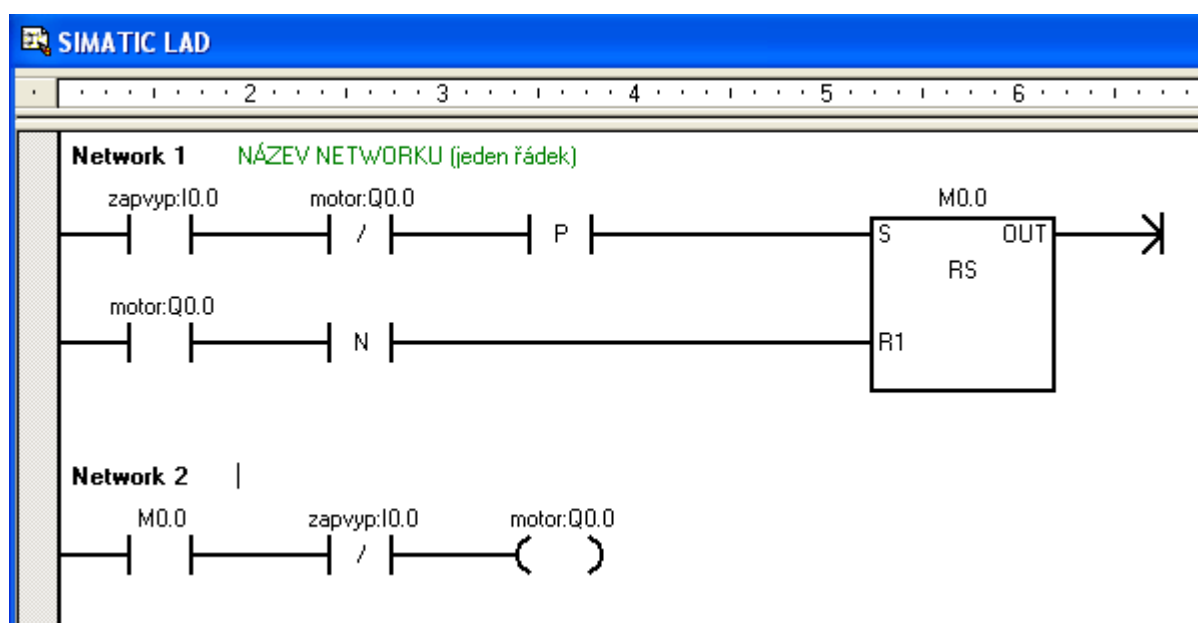
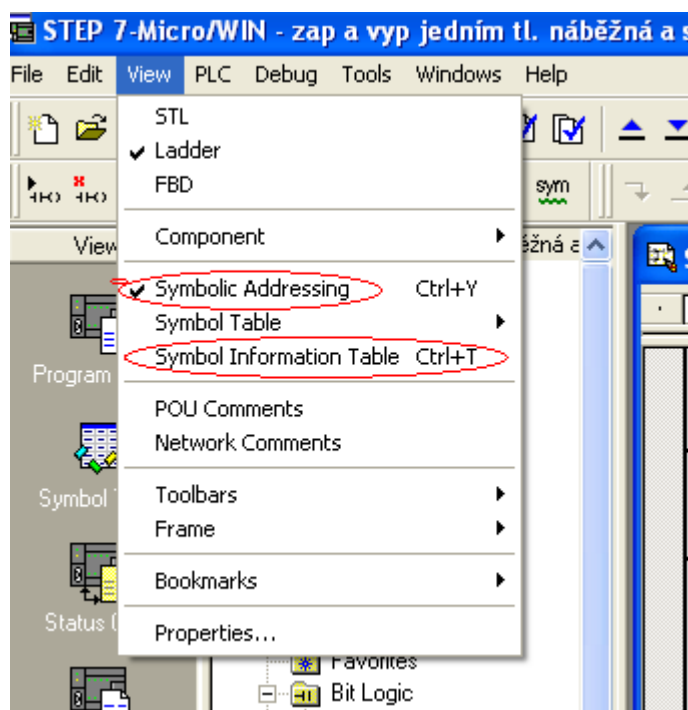


Obr. č.66

18.1 Ovládání komentáře jednotlivých operandů

Postup:

„Wiew“ - Zobrazení a pod nápisem „Symbolic Addressing“ – Symbolická adresace lze vypnout nebo zapnout zobrazování symbolů nastavených v tabulce. Případně pod nápisem „Symbol Information Table“ – Informační tabulka symbolů lze vypnout nebo tabulku znázorňovat. Obr. č.67



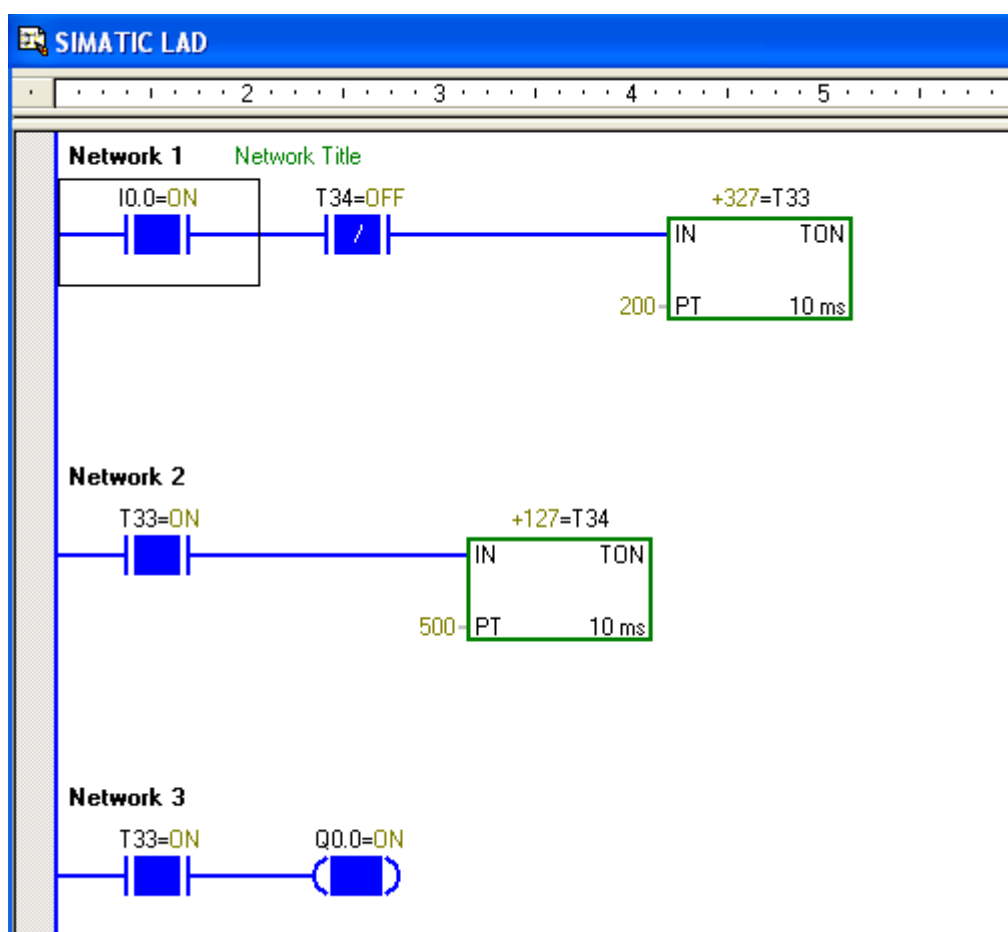
Obr. č.67

19. Stavový diagram

Pro demonstraci byl vybrán program časovače, kdy výstup Q0.0 je 2s v log.0 a 5s je v log.1. (PC musí být spojen s PLC)

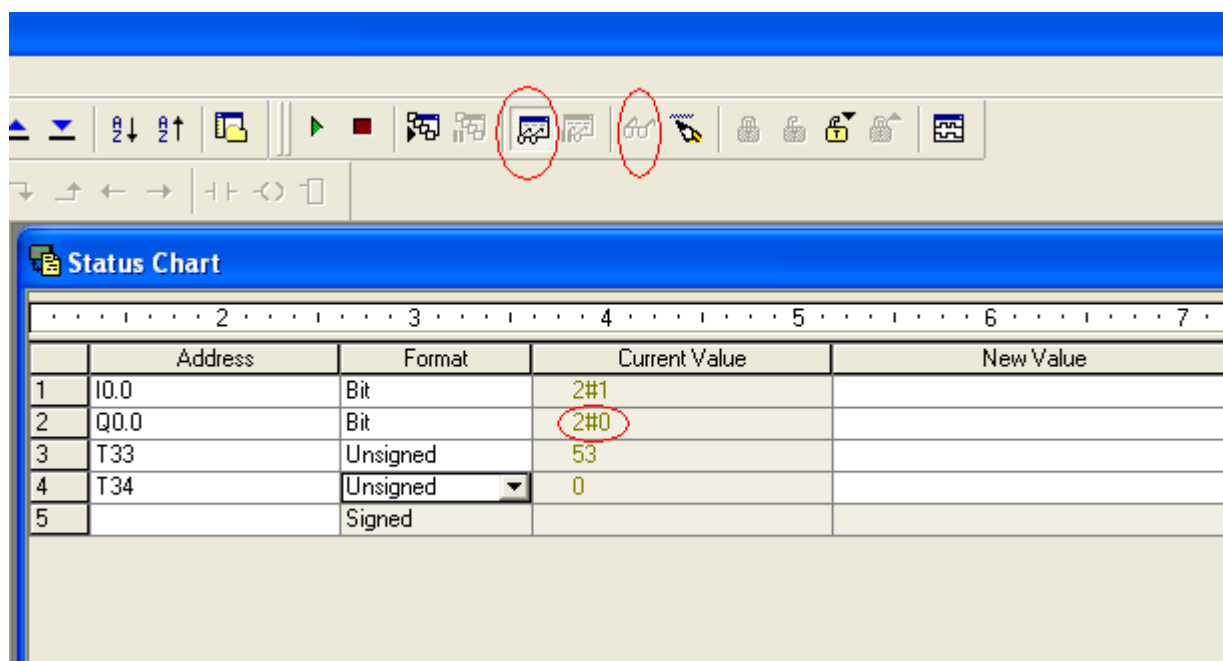
Funkce:

S náběžnou hranou log1 na vstupu IN časovače T33 časovač začne časovat. Jakmile obsah registru T33 dosáhne úrovně PT časovače T33, zapne se bit T33 a začne časovat T34. Až dočasuje, odpojí od log.1 od vstupu IN časovače T33, ten se vynuluje a cyklus začne znova od začátku. Obr. č.68



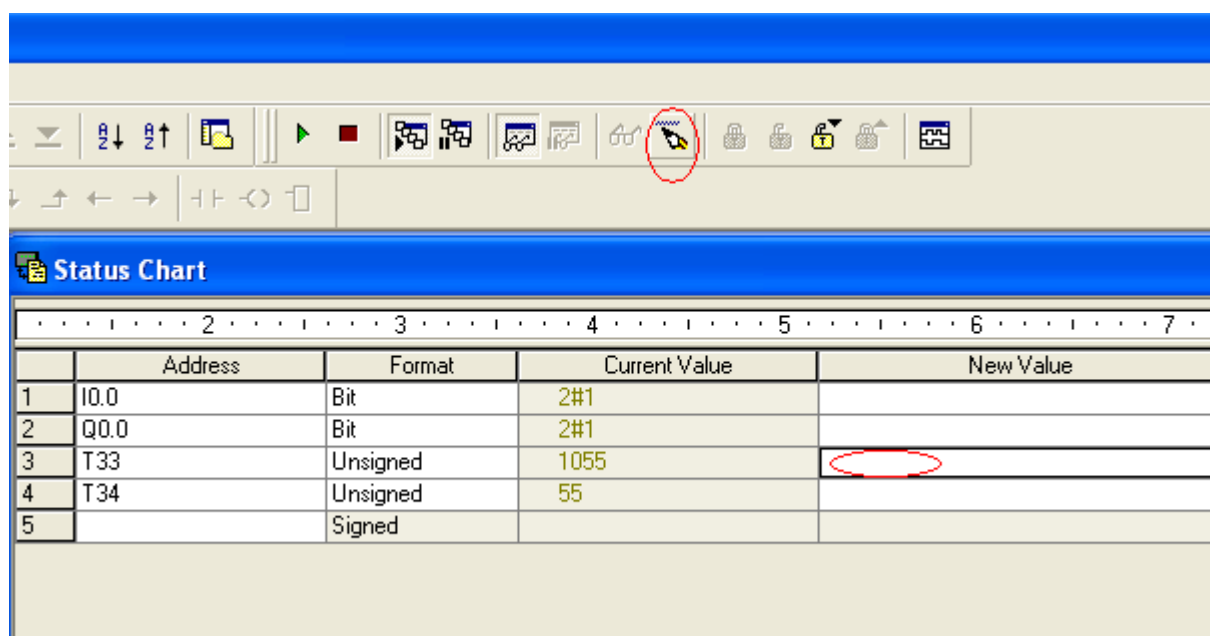
Obr. č.68

Stavový diagram umožňuje prohlížet stav jednotlivých proměnných v různých soustavách, například desítkové, dvojkové, hexadecimální a v dalších soustavách. Pomocí stavového diagramu lze vnutit určitému operandu jakoukoliv bitovou hodnotu v daném rozsahu určitého operandu. Stavový diagram umožňuje prohlížet stavy proměnných průběžně, tlačítko „Chart Status“ – Stavový diagram - anebo je možné na proměnné nahlédnout jednorázově, „Pause Trend View“ – Jednorázové čtení - s tím, že stav proměnných se zobrazí, dál nemění a zůstane uložen. Na obrázku je počet bitů v registru časovačů znázorněn v desítkové soustavě bez znaménka. Vstup a výstup jsou zaznamenány jako bit. Výstup Q0.0 je v log.0. Obr. č.69.



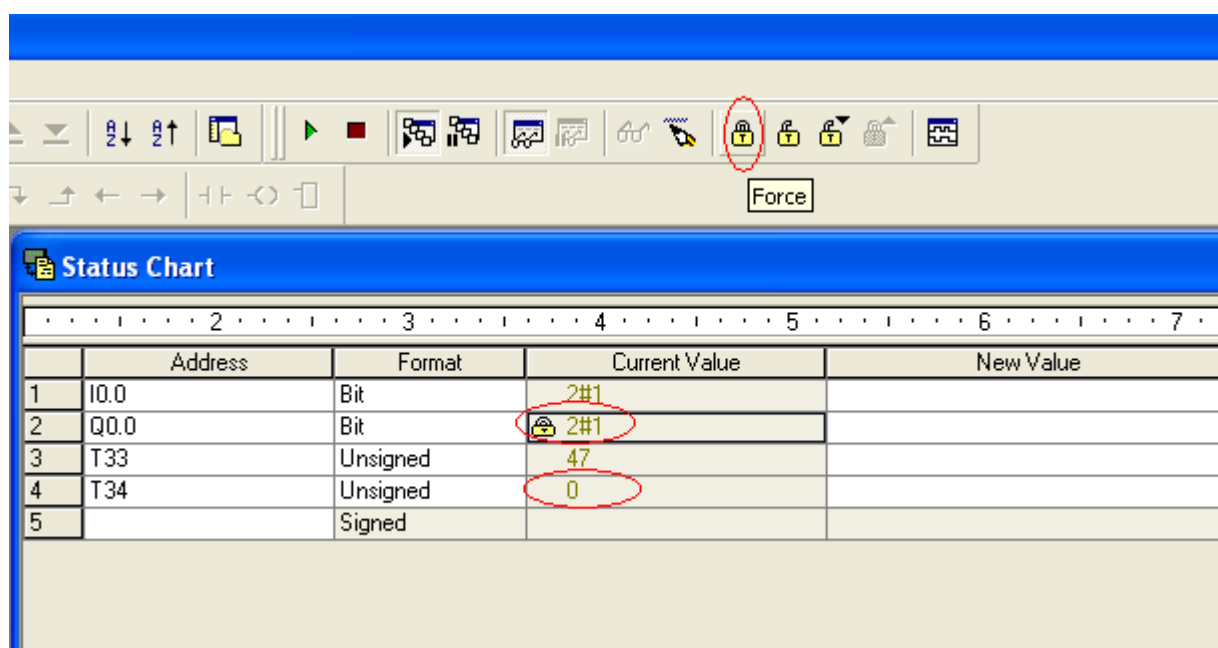
Obr. č.69

Write All“ –, Zápis všeho. Do tabulky „New Value“ – Nová hodnota, bylo zapsáno klávesnicí číslo 1000. Na obrázku je zachycen okamžik, kdy pomocí tlačítka Zápis všeho bylo do registru časovače T33 nuceně zapsáno 1000 bitů. Při běžném provádění programu z obr. č.68 v registru T33 může být maximálně 700bitů. Obr. č.70



Obr. č.70

Tlačítko „Force“ – Zámek. Lze uzamknout jak instrukci vstupu, tak instrukci výstupu, a to jak v log.1 nebo v log.0. Na obrázku je zachycen okamžik, kdy výstup Q0.0 je trvale uzamknut v log.1, bez ohledu na to, že při běžném vykonávání programu na obr. č.71 je-li v časovači T34 0 bitů, tak je výstup Q0.0 v log.0.

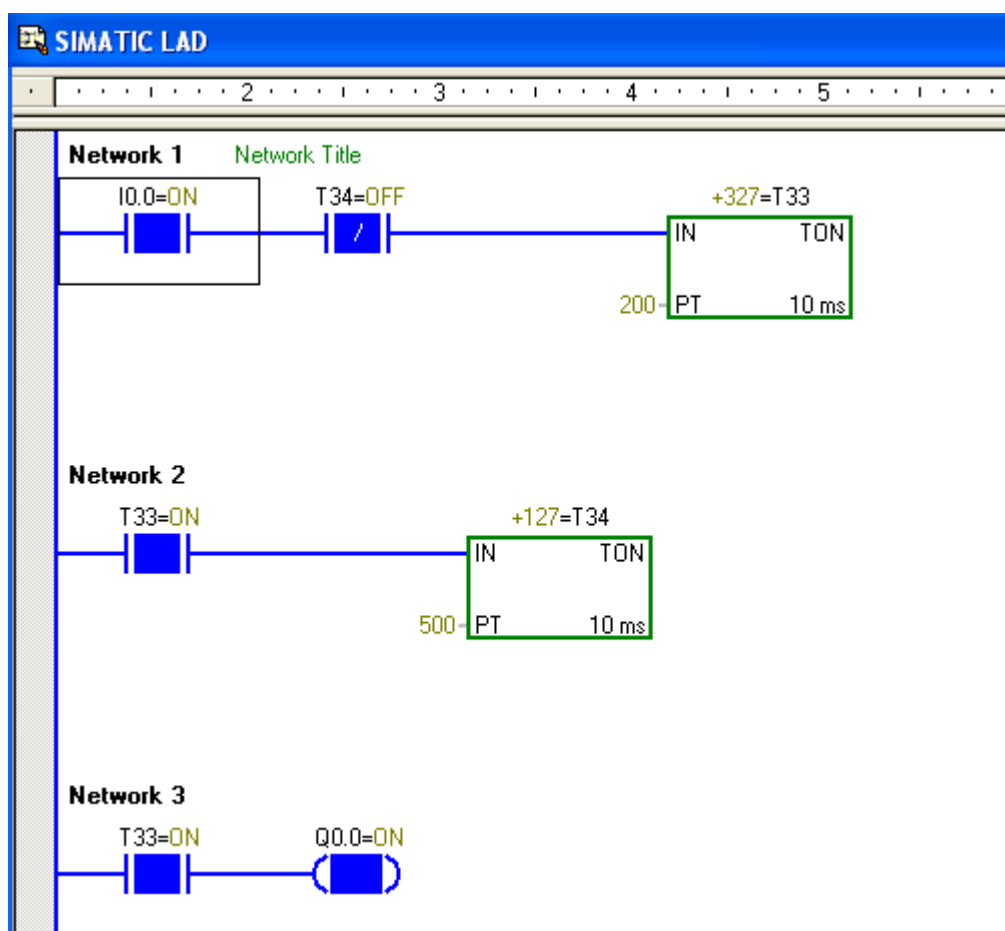


Obr. č.71

20. Zobrazení trendu

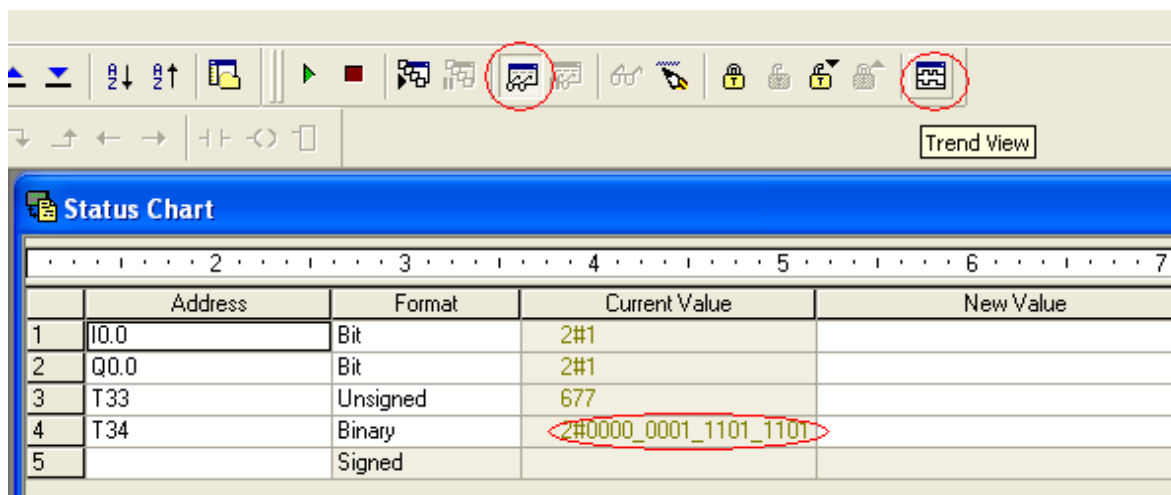
„Trend Wiew“ -Zobrazení trendu – pomocí této ikony je možné zobrazit stav proměnných ve vzájemné závislosti na čase. Funkce úzce souvisí se Stavovým diagramem, kde je možné si stavy jednotlivých proměnných prohlížet v různých číselných soustavách. Je-li prohlížeč ve stavu „Chart Status“ - Stavový diagram a klikneme na ikonu „Trend Wiew“ - Zobrazení trendu, je možné si prohlížet časovou závislost jednotlivých proměnných.

Pro demonstraci byl vybrán program časovače, kdy výstup Q0.0 je 2s v log.0 a 5s je v log.1. Obr. č.72



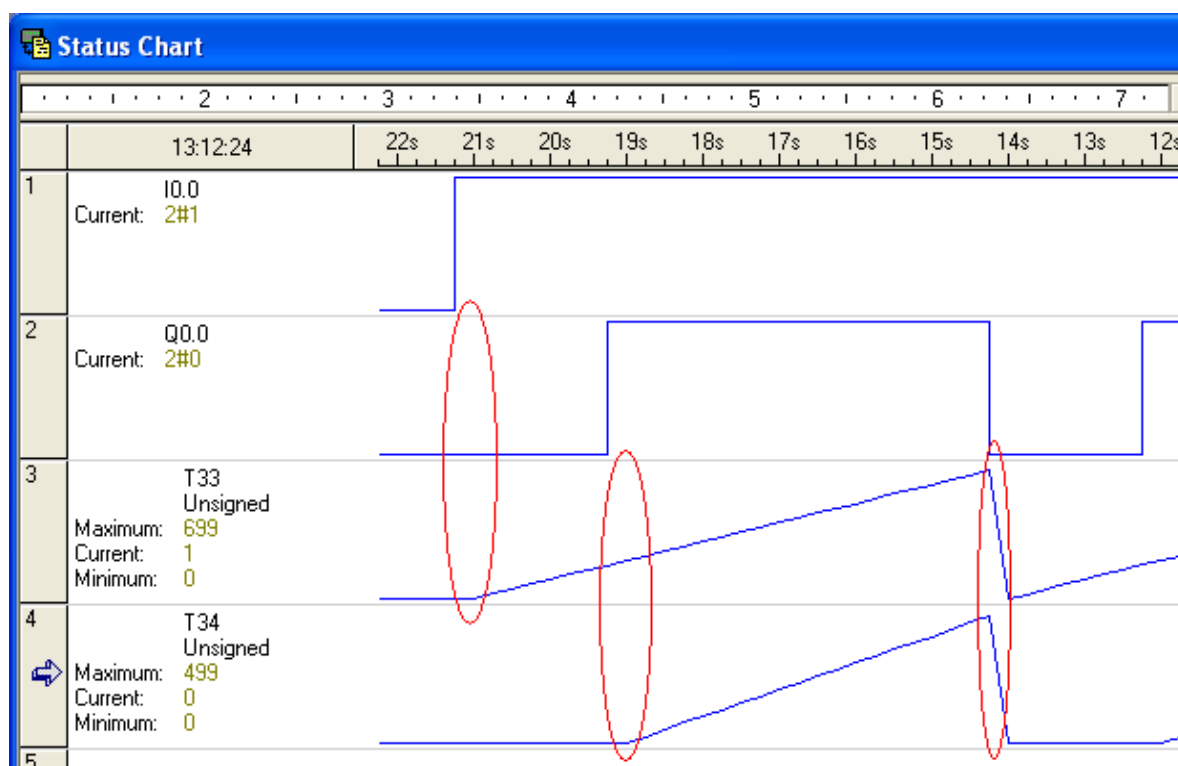
Obr. č.72

Za povšimnutí stojí ukázka na obr. ---- kde aktuální hodnota v registru T33 je zobrazena v desítkové číselné soustavě bez znaménka, ale stav registru T34 je znázorněn ve binární soustavě. Obr. č.73.



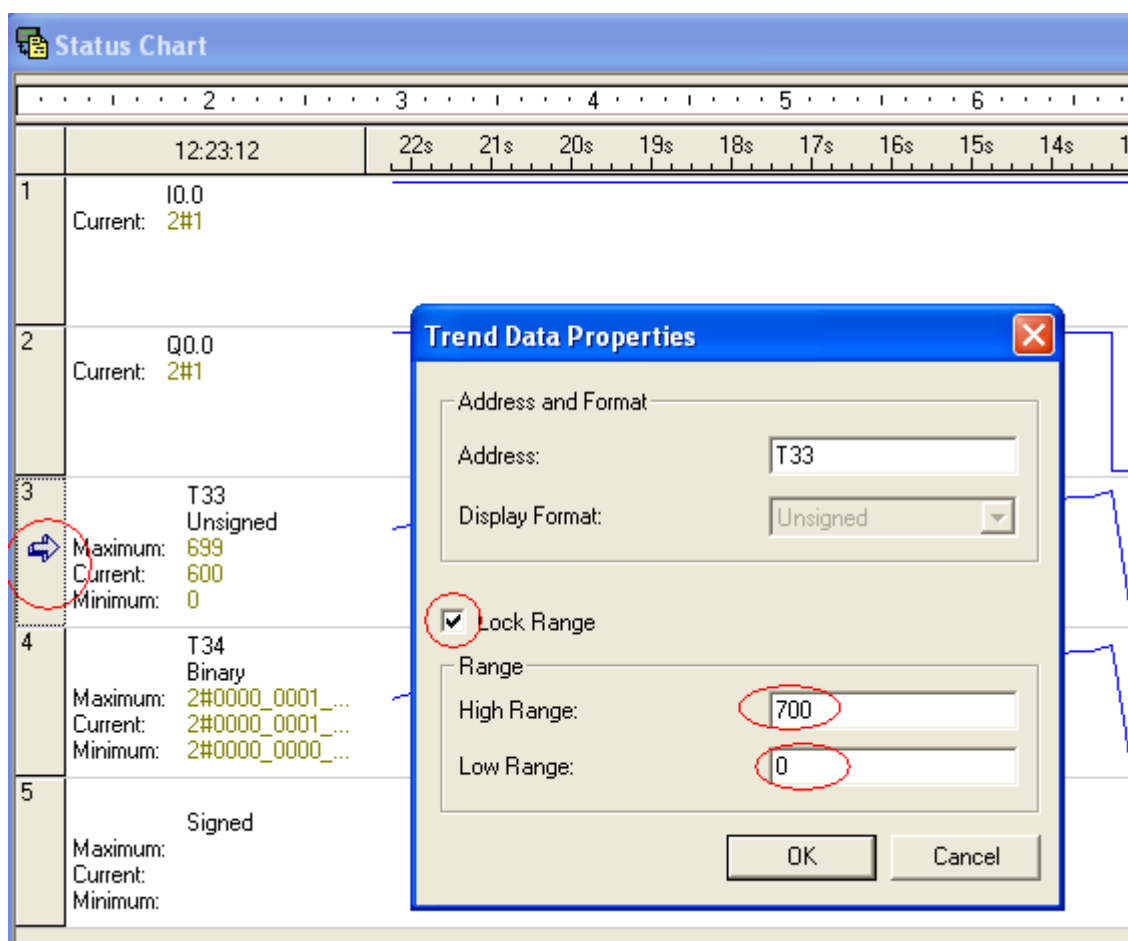
Obr. č.73

Na obrázku č.74 je vidět funkce Zobrazení trendu. Červeně jsou zakroužkovány vzájemné časové vazby mezi jednotlivými proměnnými.



Obr. č.74

V některých případech je nutné nastavit rozsah při zobrazování určité veličiny. Je to obdoba vstupního děliče u osciloskopu. Kliknutím do příslušného pole dané veličiny se otevře tabulka, kde je nutné označit „Lock Range“ – Uzamknout rozsah – do oken zapsat nejnižší a nejvyšší zobrazovanou hodnotu. „Current“ – Aktuální hodnota. Obr. č.75.



Obr. č.75

21. Čítače

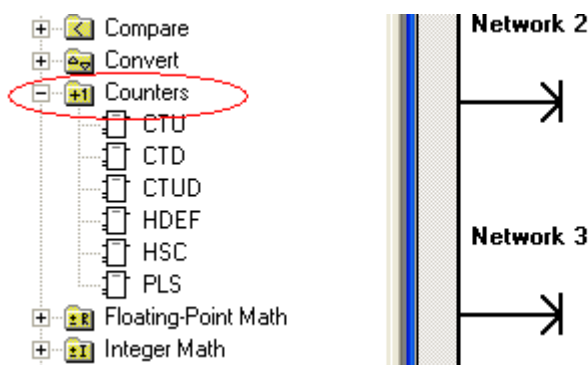
Program STEP7 MicroWin má k dispozici tři typy čítačů.

1. Instrukci CTU čítač nahoru.
2. Instrukci CTD, čítač dolů.
3. Instrukci CTUD, čítač nahoru i dolů. Za operand čítačů bylo vybráno velké písmeno „C“.

K dispozici je celkem 256 čítačů s operandy v rozmezí C0 – C255. Čítače ukládají svoje data do šestnáctibitového registru s tím, že aktivně je využito pouze 15 bitů. Šestnáctý bit určuje znaménko. Potom v registru čítače může být maximálně 2^{15} bitů což je 32 767 bitů.

Protože má každý čítač jen jednu aktuální hodnotu, nepřirazuje stejný operand více než jednomu čítači. Čítače nahoru, dolů, nahoru /dolů se stejným číslem přistupují na stejnou aktuální hodnotu. Při vynulování čítače pomocí instrukce „Reset“ se vynuluje bit čítače a aktuální hodnota čítače se nastaví na nulu. Číslo čítače použijte pro přístup k aktuální hodnotě i k bitu daného čítače.

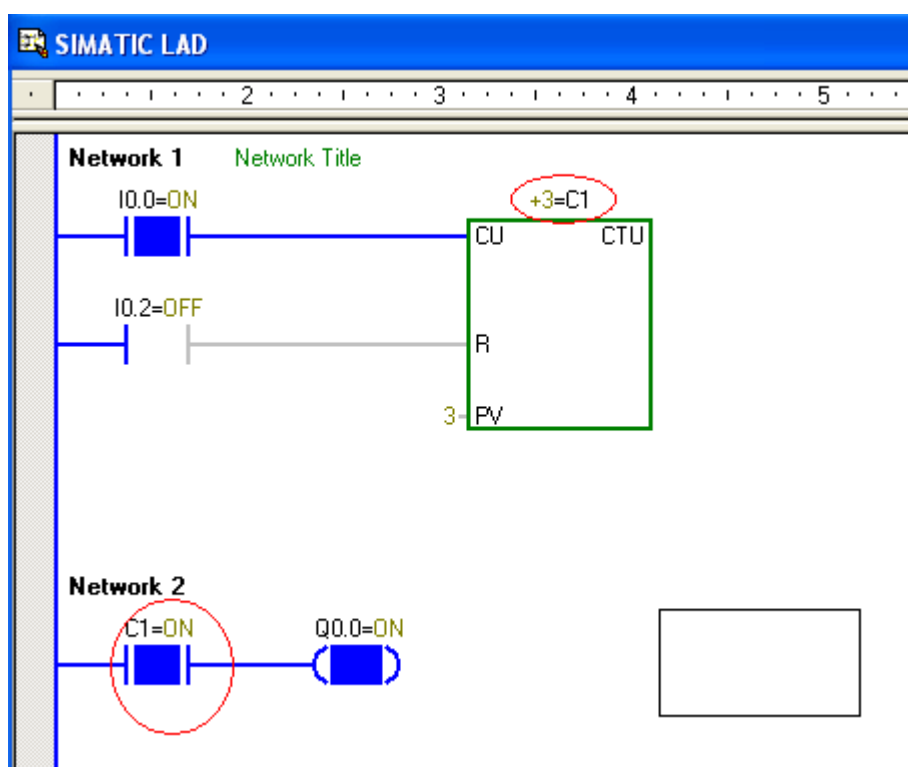
Obr.č.76. V instrukčním stromu jsou čítače pod ikonou „Counters“ – Čítače. Instrukce „HDEF, HSC“ jsou vysokorychlostní čítače a instrukce PLS je instrukce pro pulzní výstup.



Obr. č.76

21.1 Instrukce CTU – čítač nahoru

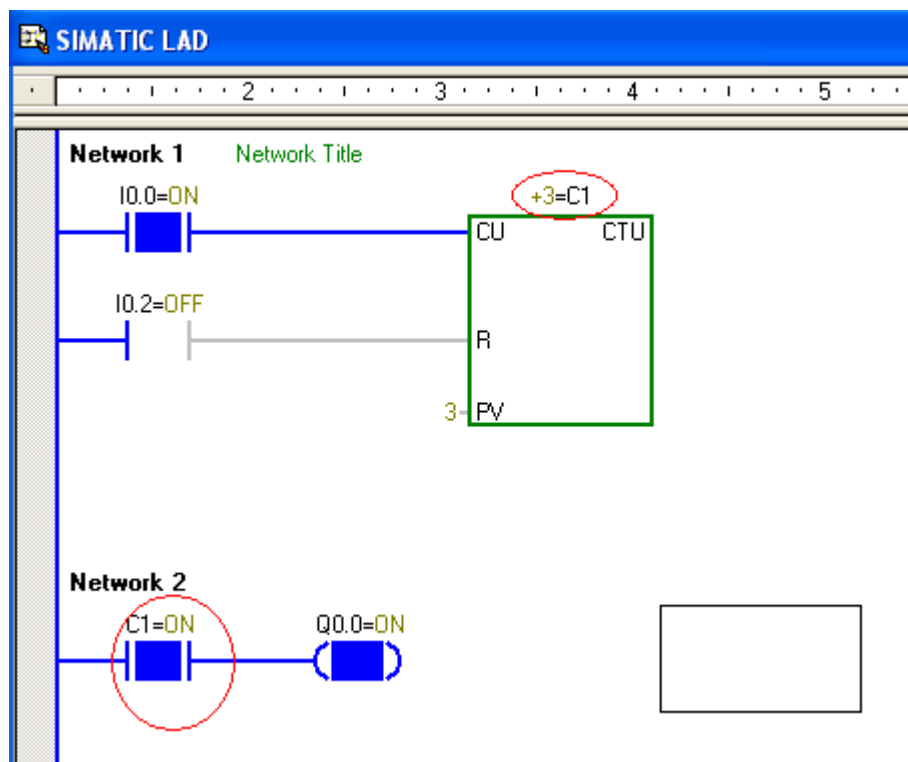
S náběžnou hranou log.1 na vstup CU čítače C1 se hodnota v registru čítače zvýší o jeden bit. Jakmile počet bitů v registru čítače C1 je roven nastavené hodnotě PV bit čítače C1 přejde do log.1. S další náběžnou hranou log.1 na vstup CU čítače C1 se bude registr dál zvyšovat vždy o jeden bit až dosáhne maximální hodnoty 32 767 a potom se zastaví. S náběžnou hranou log.1 na vstup R se registr čítače vynuluje a bit čítače C1 přejde do log.0. Obr. č.77.



Obr. č.77

21.2 Instrukce CTD - Čítač dolů

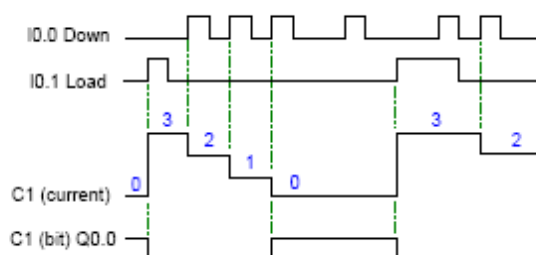
S náběžnou hranou log.1 na vstup LD se registr čítače naplní na nastavenou hodnotu PV. Přejde-li náběžná hrana log.1 na vstup CD obsah registru čítače C1 se sníží o jeden bit. Bit čítače C1 je v log.1 pouze v případě, jestliže je obsah registru čítače C1 roven log.0. Po nahrání programu do PLC má registr čítače nulovou hodnotu, ale výstup Q0.0 je v log.0. Obr. č.78.



Obr. č.78

Časový diagram instrukce CTD - čítače dolů. Obr. č.79.

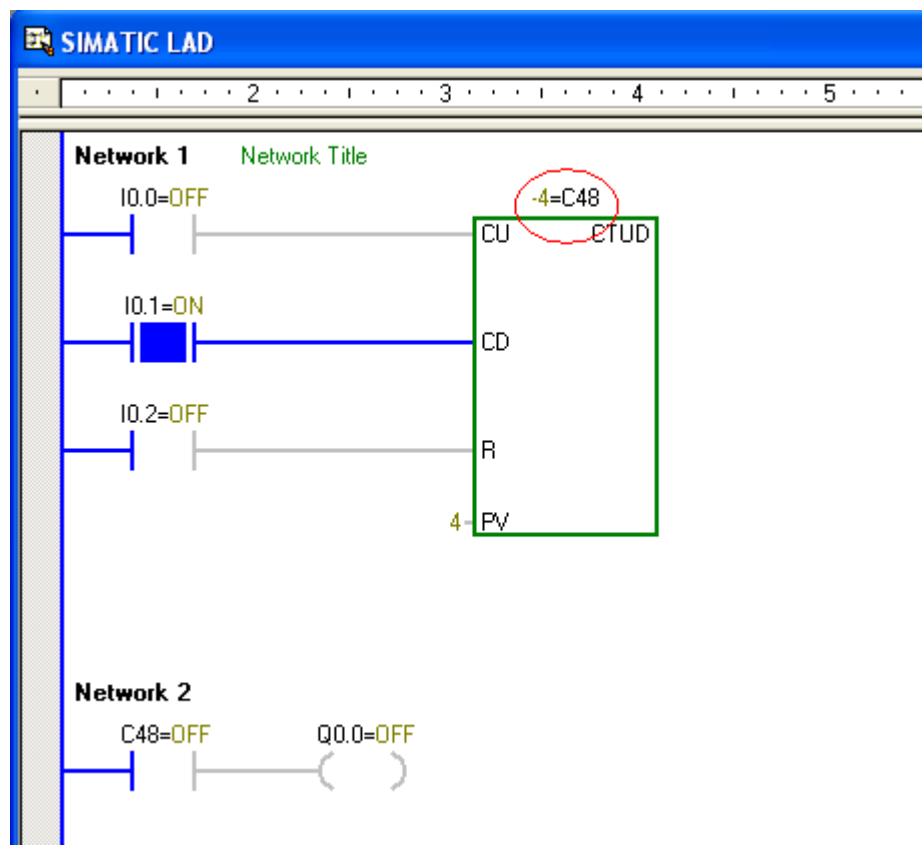
Časový diagram



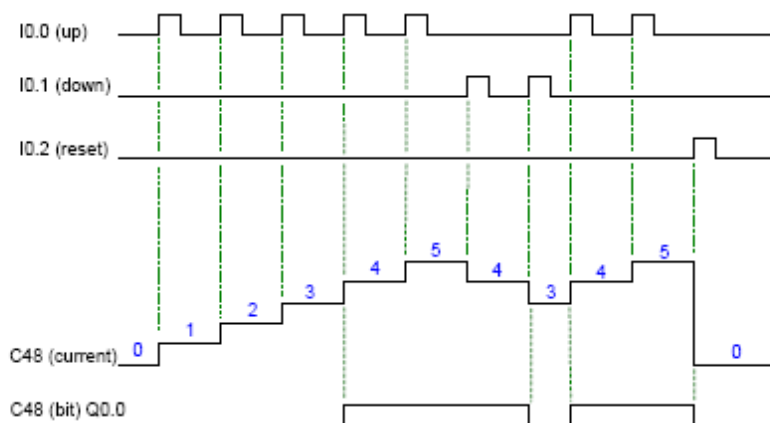
Obr. č.79

21.3 Obousměrný čítač

Instrukce CTUD. Po čtvrté náběžné hraně na vstup CU výstup Q0.0 přejde do stavu log.1. Další pulzy na vstup CU počítá dál, ale bit čítače C48 se nemění. S každou náběžnou hranou na vstup CD se odečte jeden bit z registru čítače C48. Změní-li se stav registru ze čtyř bitů na tři bity, bit čítače C48 a s ním i výstup Q0.0 přejde do log.0. Náběžná hrana na vstup R registr čítače vynuluje. Čítač CTUD může počítat i do záporných hodnot. V případě log.1 na více vstupech čítač CTUD má přednost resetu. Obr. č.80



Časový diagram

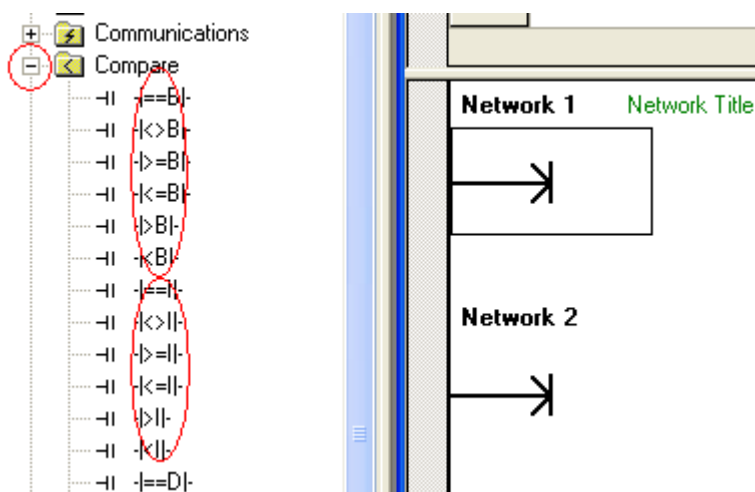


Obr. č.80

22. Instrukce porovnání

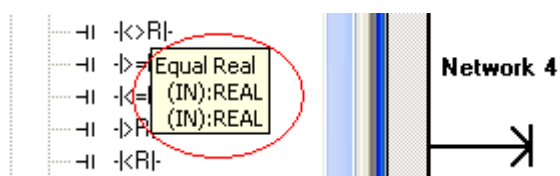
Program STEP7 Micro/Win umožňuje porovnávat velikost dvou registrů, ale pouze v případě, jsou-li ve stejném formátu a stejné velikosti. Program STEP7 má k dispozici několik instrukcí. Například „je-li rovno“, „menší nebo větší“, „nerovná se“, a další. Porovnávat dva registry může ve čtyřech formátech a velikostech registrů. Osmibitová slova – Byte – označená indexem „B“. Šestnáctibitová slova znázorňující celá čísla (i záporná) – Integer – označená indexem „I“. Dvaatřicetibitová slova znázorňující celá čísla (i záporná) – Double integer – označená indexem „D“. Dvaatřicetibitová slova znázorňující všechna čísla, tedy i s desetinnou tečkou – Real – označená indexem „R“.

V instrukčním stromu pod ikonou „Compare“ – Porovnání – jsou jednotlivé instrukce. Na obr. č.90 jsou označeny instrukce pro porovnání osmibitových „B“ a šestnáctibitových „I“ registrů.



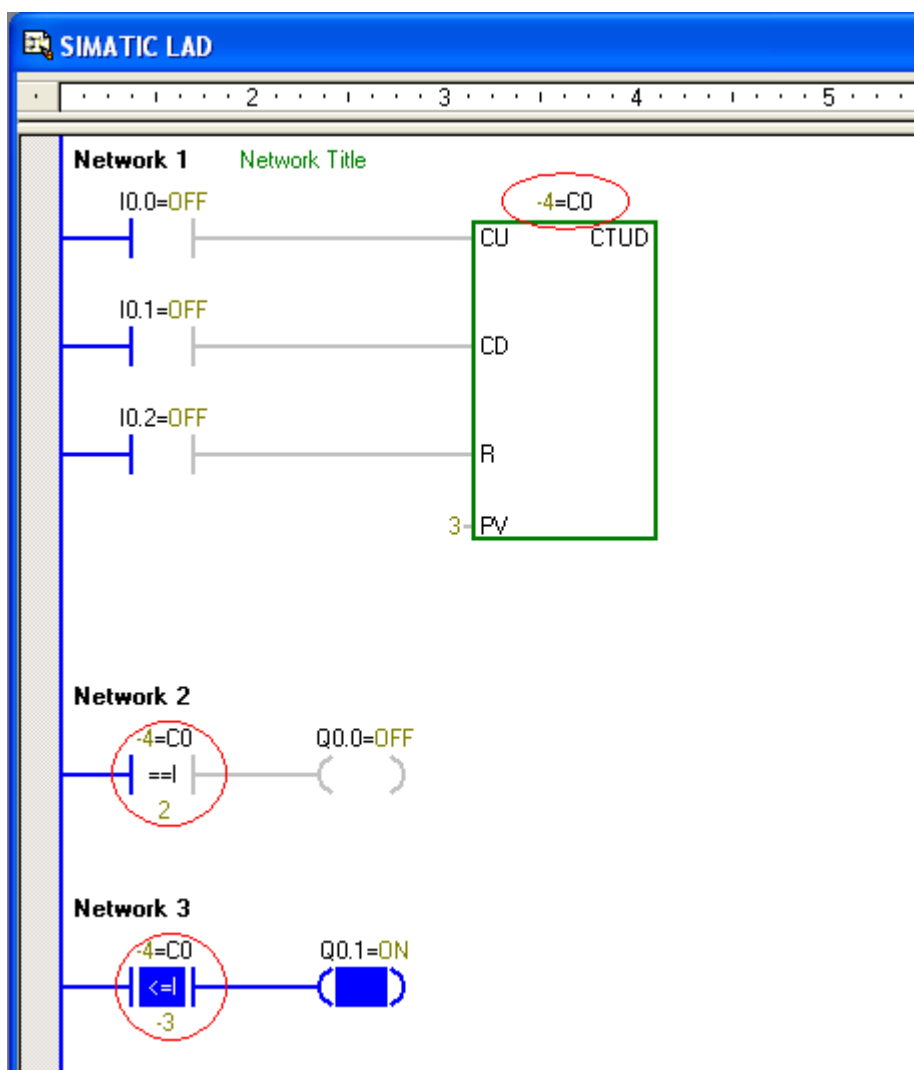
Obr. č.90

Najetím myši na určitou instrukci program vypíše funkci instrukce. Na obr. č.91 se jedná o instrukci „Rovná se R“.



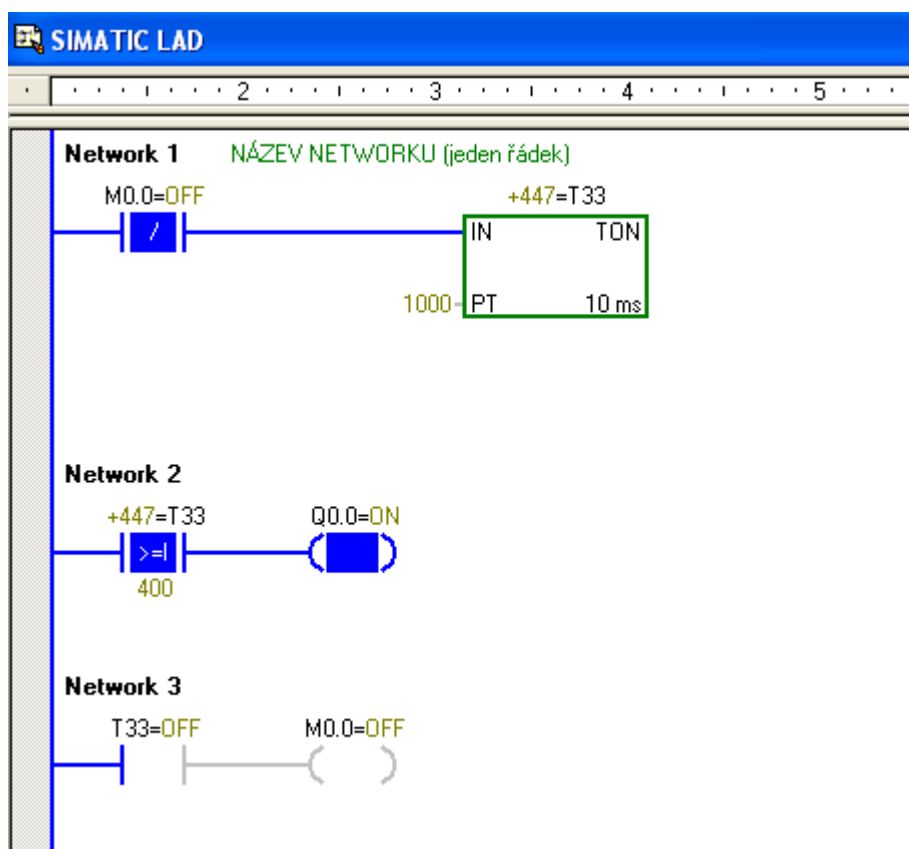
Obr. č.91

Pro demonstraci instrukce „Porovnání“, obr.č.92, byl vybrán program s obousměrným čítačem CTUD. Čítač CTUD může počítat jak do kladných, tak i záporných hodnot. Čítače ukládají svoje data do šestnáctibitového registru, proto byla vybrána instrukce „Rovná se 1“ a instrukce „Roven anebo větší 1“. Q0.0 bude v log.1 pouze v případě, kdy budou v registru čítače C0 dva bity. Na obrázku je zachycen okamžik, kdy v registru jsou minus čtyři bity, tudíž výstup Q0.1 je v log.1, protože instrukce „Roven anebo větší“ je v log.1 od minus tří a zápornějších čísel.



Obr. č.92

Ještě jedna zajímavá ukázka použití instrukce porovnání. Velmi častým případem bývá řešení blikáčů, časovačů a podobných stavů. Na obr. č.93 je jednoduchý program splňující podmínky nepravidelného blikáče pouze s jedním časovačem TON, kdy výstup Q0.0 je 4s v log.0 a 6s v log.1. Protože časovače ukládají data do šestnáctibitového registru, musí být použita instrukce pro porovnání „Integer“. Je-li v časovači T33 více jak 400 bitů instrukce porovnání a tím i Q0.0 v log.1. Do 400 bitů je Q0.0 v log.0. Až T33 dopočítá do nastavené hodnoty PT, sepne se bit časovače T33, a tím přijde sestupná hrana log.1 přes M0.0 na vstup IN časovače T33, registr T33 se vynuluje a cyklus začíná znova.

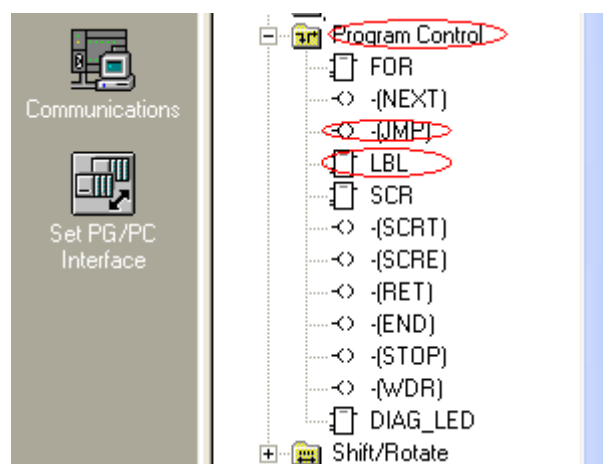


Obr. č.93

23. Instrukce skok na návěští

Přijde-li náběžná hrana log.1 na instrukci „JMP“ – Skok, všechny další networky až k instrukci „LBL“ – Návěští, jsou neaktivní.

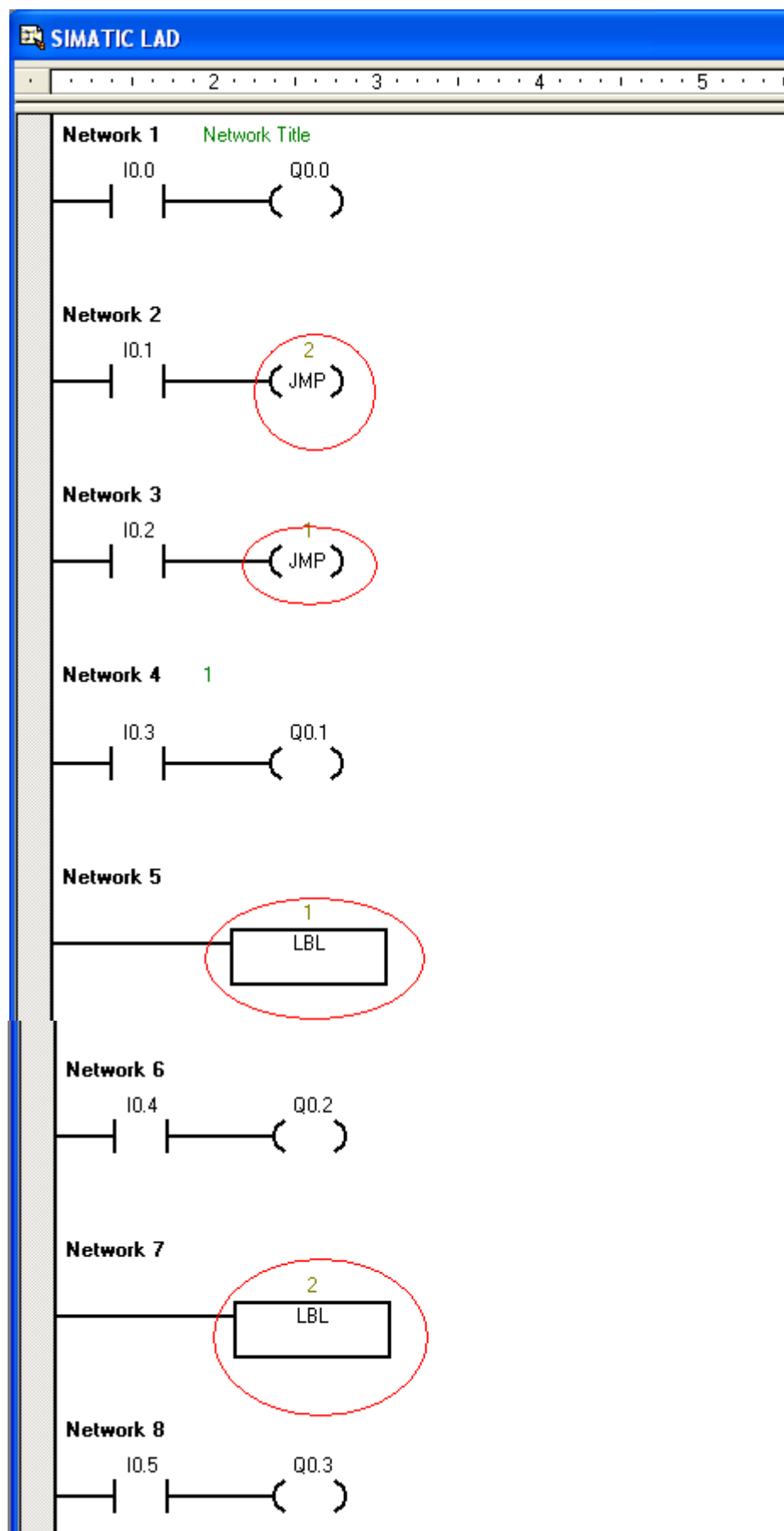
Program STEP7 má k dispozici až 256 skoků a mohou se vzájemně přeskakovat. Operand je v rozsahu 0 – 255. Instrukce Skok na návěští je v stromové struktuře operací pod ikonou „Program Control“ – Řízení programu. Obr. č.94.



Obr. č.94

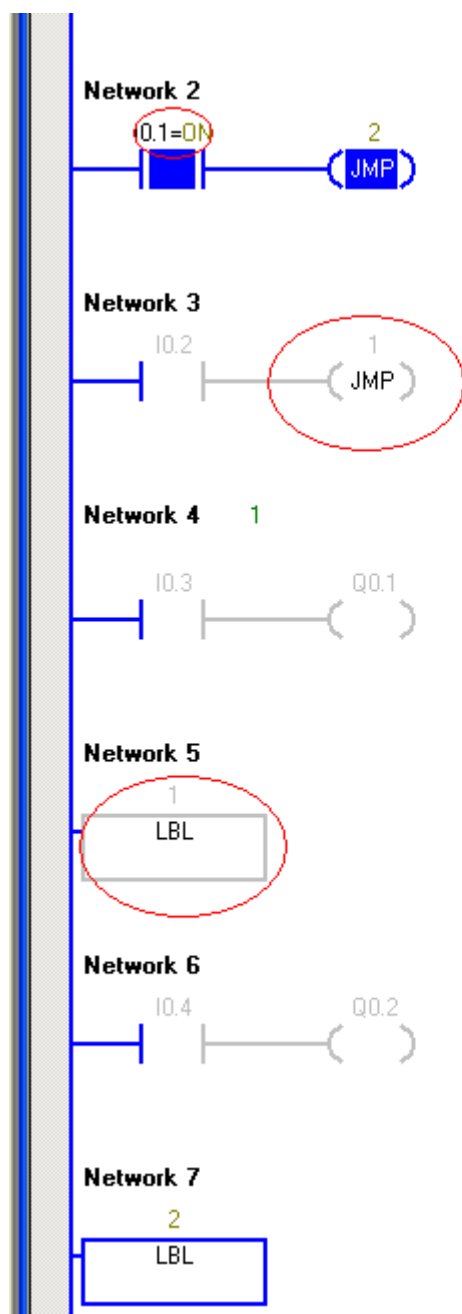
Pro demonstraci byl vybrán následující program. Výstupy Q0.0 a Q0.3 půjdou po spuštění programu aktivovat kdykoli, bez jakéhokoliv omezení, protože jsou vně instrukcí Skok na návěští. Výstup Q0.2 nepůjde uvést do aktivního stavu při aktivování instrukce Skok na návěští č.2, ale při aktivování instrukce Skok na návěští č.1 bude možné ho aktivovat kdykoli. Bude-li aktivovaný Skok na návěští č.1 nebo č.2 výstup Q0.1 nebude možno aktivovat.

Bude-li například Q0.1 v log.1 a následně přijde log.1 na instrukci Skok na návěští č.1, Q0.1 nebude možné ovládat, ale Q0.1 se nevrátí do log.0, ale zůstane v log.1, a to i přes to, že v režimu Stav programu se bude jevit jako neaktivní.



Obr. č.95

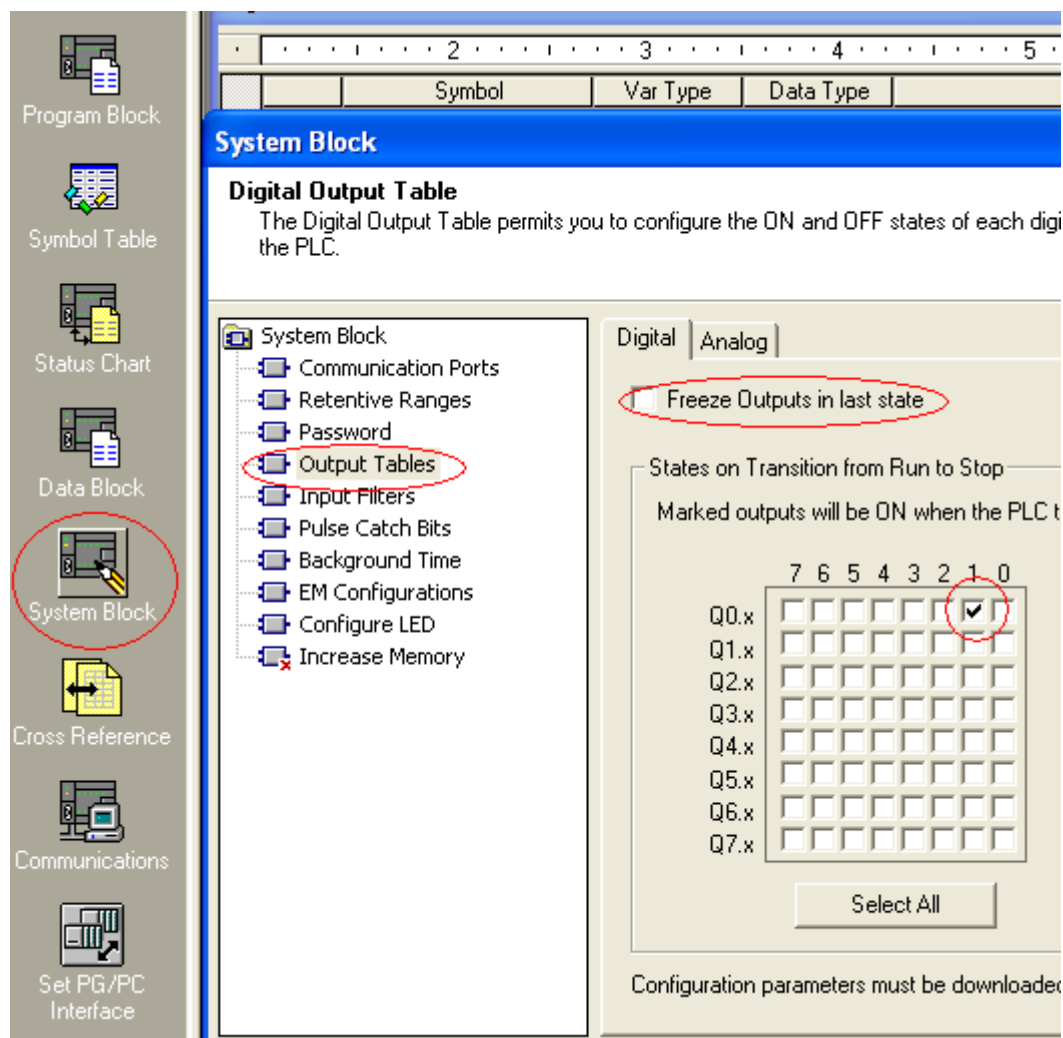
Na obr.č.96 je zachycen okamžik, kdy je aktivována instrukce Skok na návěští č.2. Je zřejmé z obrázku podle zbarvení, že všechny instrukce uvnitř skoku č.2 jsou neaktivní, včetně skoku č.1. Q0.1 zůstane v takovém logickém stavu, v jakém byl naposledy před aktivováním instrukce Skok na návěští č.2.



Obr. č.96

24. Tabulka výstupů

Přejde-li PLC ze stavu RUN do stavu STOP všechny výstupy se nastaví do logické nuly bez ohledu v jakém stavu byly před vypnutím a bez ohledu na logiku programu. Někdy je ovšem nutné, například z důvodů chlazení, aby určitý výstup zůstal v log.1 i když je PLC automat ve stavu Stop. Tato funkce lze nastavit pomocí ikony „Output Tables“ – Tabulka výstupů. Obr. č.97.

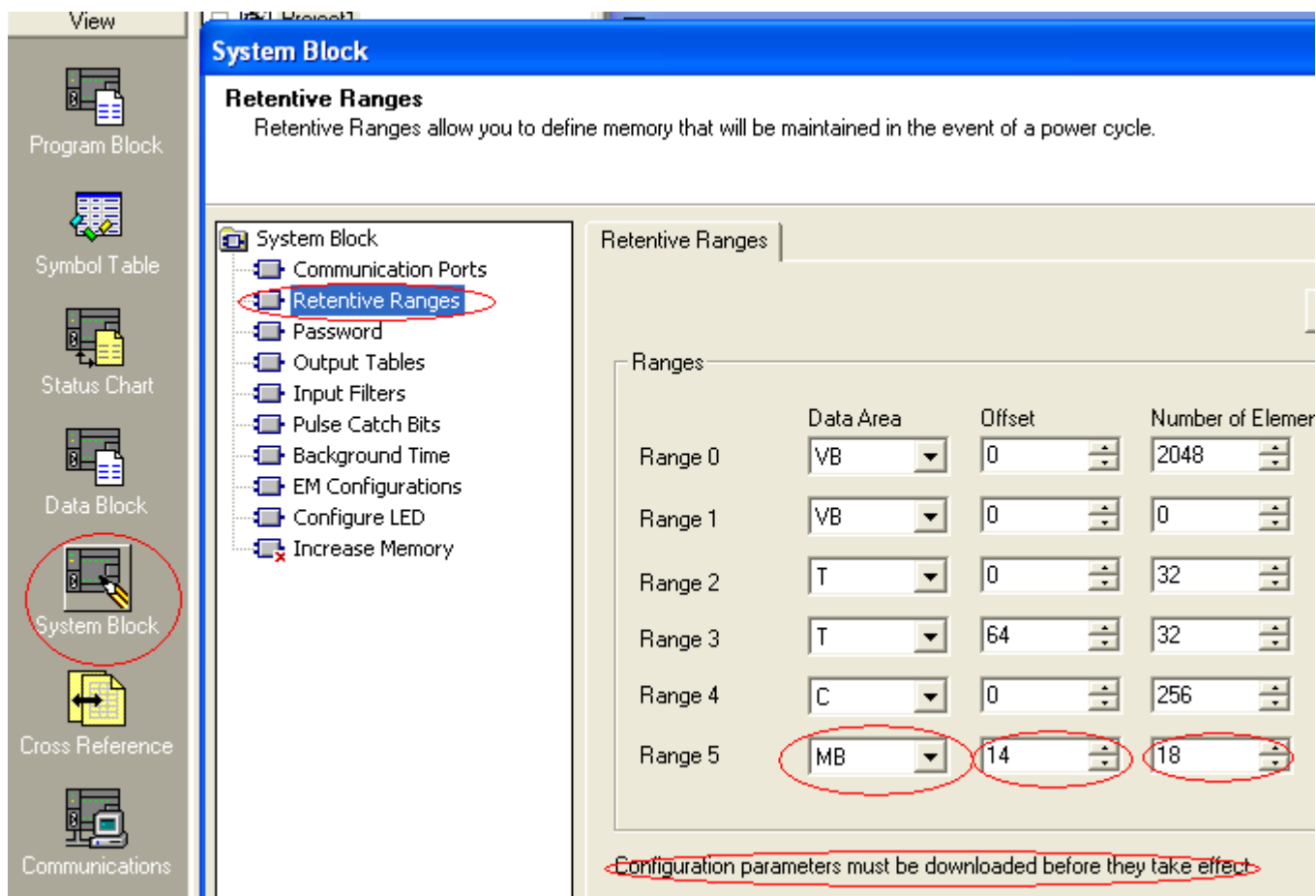


Obr.č.97

Po kliknutí na ikonu „Systém Blok“ - Systémový blok, se otevře tabulka, kde je možné vybrat příslušný výstup. V našem případě při přechodu ze stavu RUN do stavu STOP se do jedničky nastaví výstup Q0.1. Aby se zněna nastavená v tabulce projevila, je nutné provést „Download“ – Nahrání programu. Označením okénka je případně možné zmrazit poslední stav výstupů před přechodem ze stavu RUN do stavu STOP. Podobným způsobem je možné nastavit do určitého stavu také analogové výstupy.

25. Remanentní oblasti

PLC ukládá vlastní program do paměti EEPROM, to znamená, že i po vypnutí napájení program zůstane uložen. Ale data, stavy jednotlivých vstupů a výstupů se ukládají do paměti RAM. To znamená, že po ztrátě napájecího napětí se data ztratí. Program STEP7 umožňuje data vybraných registrů při ztrátě napájecího napětí zálohovat pomocí velkokapacitního kondenzátoru. Zálohovat data pomocí velkokapacitního kondenzátoru umožňují registry typu: VB, VW, T, C, MB. Obr. č.98.



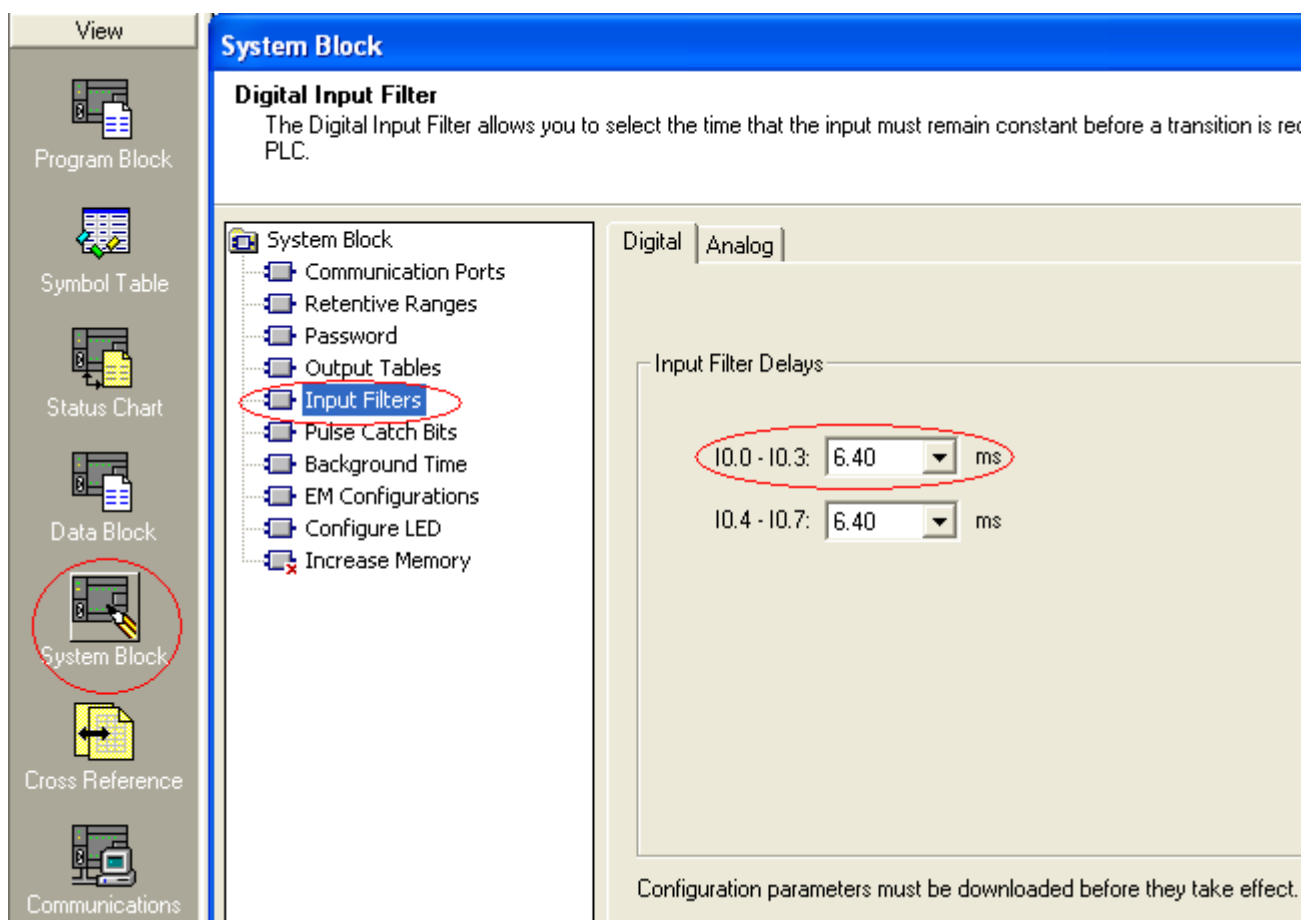
Obr. č.98

Postup nastavení. Systémový blok „Retentive Ranges“ - Remanentní oblasti. V tabulce je možné natavit, která data se v případě ztráty napájecího napětí budou anebo nebudou ukládat. V základním nastavení se například data M0.0 – M13.7 při ztrátě napětí neukládají, M14.0 – M18.7 ukládají a M19.1 – M31.7 se neukládají. Obr.č.98. Aby se změna nastavení projevila, je nutné provést Download. Časovače a čítače mohou mít remanentní pouze aktuální hodnoty. Bity časovače a čítače nejsou remanentní.

26. Filtrace vstupů a zachycení pulzů

26.1 Filtrace digitálních vstupů

S7/200 umožňuje použít vstupní filtr, který definuje čas zpoždění (volitelný od 0.2 ms do 12.8ms) pro některé nebo pro všechny vstupy PLC automatu. Toto zpoždění pomáhá filtrovat šum z kabeláže, který by mohl způsobit nepředpokládanou změnu stavu vstupu. Základní nastavení zpoždění vstupů je 6.4ms. Obr. č.99.



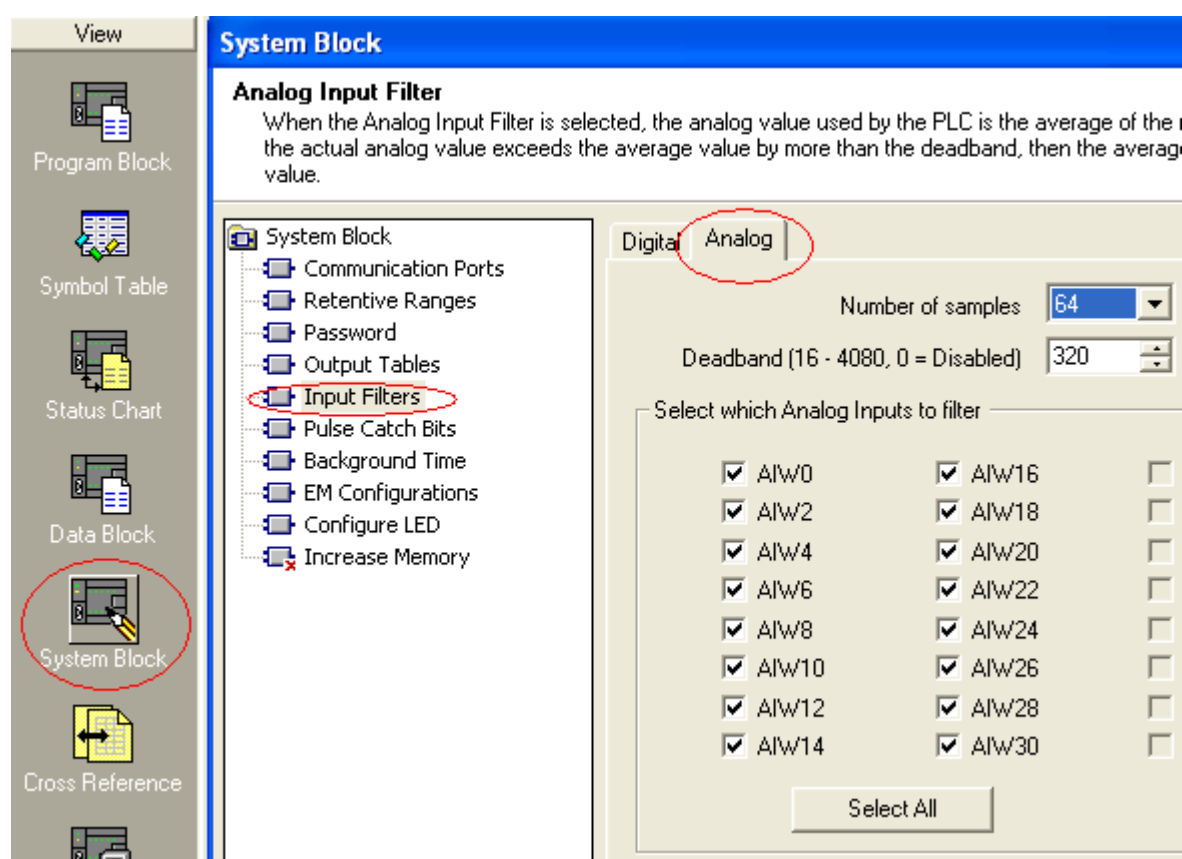
Obr. č.99

Postup nastavení. Vyberte příkaz Systémový blok, „Input Filters“ – Filtry vstupů, Digital. Aby se změny projeví, je nutné provést Download. Obdobně je možné nastavit vstupní citlivost i u analogových vstupů.

26.2 Filtrace analogových vstupů

Jak Step7 umožňuje filtrovat digitální vstupy, tak obdobným způsobem je možné filtrovat analogové vstupy. Filtrovaná hodnota je průměr ze součtu zvoleného počtu vzorků analogového vstupu. Specifikace filtru (počet vzorků a mrtvé pásmo) je stejná pro všechny filtrované analogové vstupy.

Filtr má velmi rychlou odezvu a umožňuje, aby se rychle promítly i velké změny ve vstupním signálu. Filtr provádí skokovou změnu na poslední hodnotu analogového vstupu, když vstup překročí specifikovanou změnu aktuální hodnoty. Tato změna se nazývá mrtvé pásmo a je dána počtem jednotek digitální hodnoty analogového vstupu. Obr. č.100



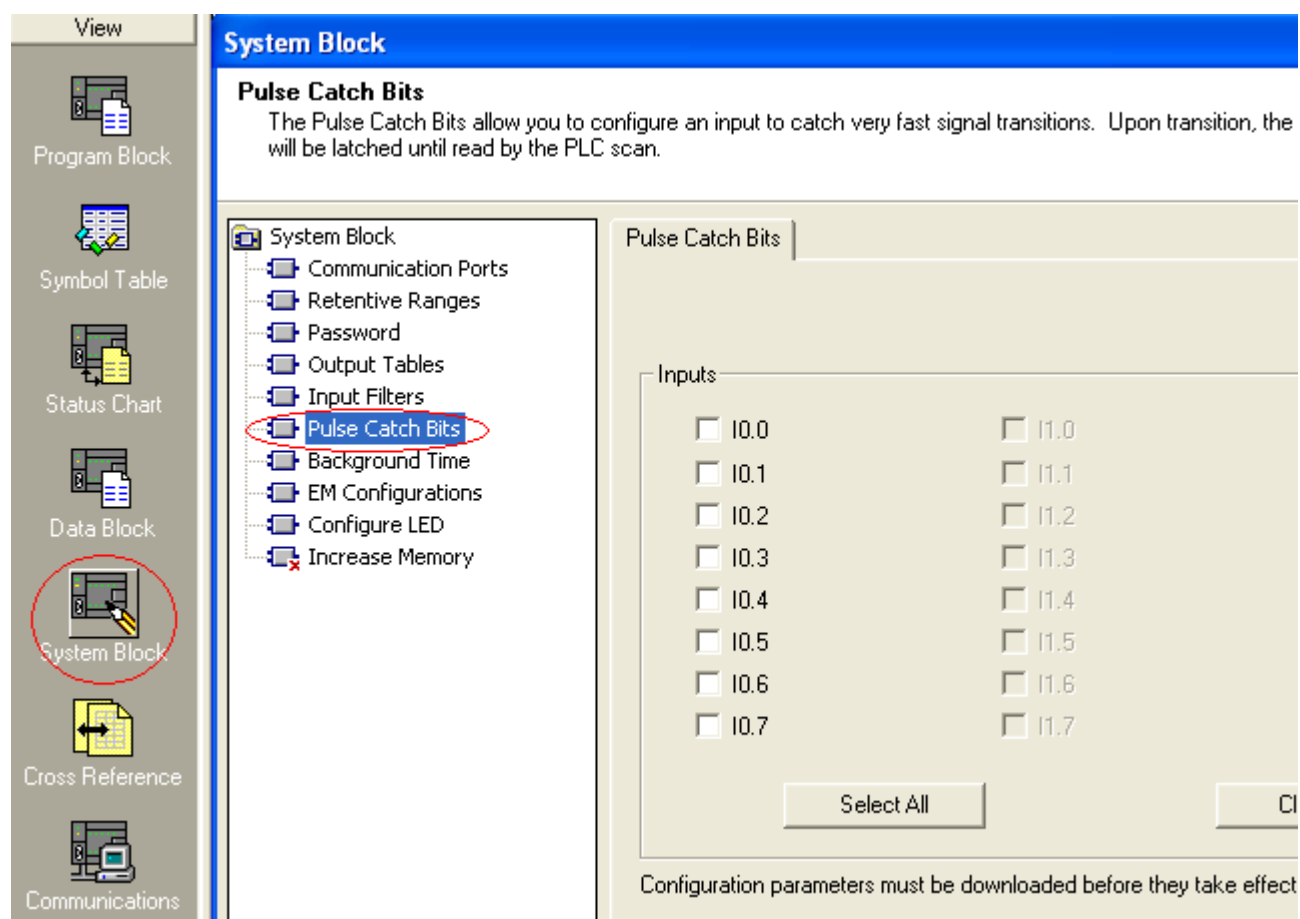
Obr. č.100

Postup nastavení. Příkaz: Systémový blok, „Input Filters“ Filtry vstupů, Analogové. V otevřené tabulce je možné nastavit příslušná konfigurace. „Number of samples“ – Počet vzorků. „Deadband“ – Mrtvé pásmo.

26.3 Zachycení krátkých pulzů

Program Step/7 nabízí pro některé nebo pro všechny digitální vstupy funkci zachycení pulzů. Tato funkce umožňuje zachytit pulzy, které jsou natolik krátké, že je S7/200 na začátku programového cyklu při čtení digitálních vstupů nezaregistruje. Pokud je zvolena funkce zachycení impulsu na určitém vstupu, potom bude změna stavu na vstupu podržena až do příštího cyklu aktualizace.

Funkci zachycení pulzů je možné povolit pro každý digitální vstup jednotlivě.
Obr. č.101



Obr. č.101

Postup nastavení zachycení pulzů. Systémový blok „Pulse Catch Bits“ – Bity pro zachycení pulzů. V tabulce je možné vybrat příslušné vstupy. Aby se změna nastavení projevila, je nutné provést Download.

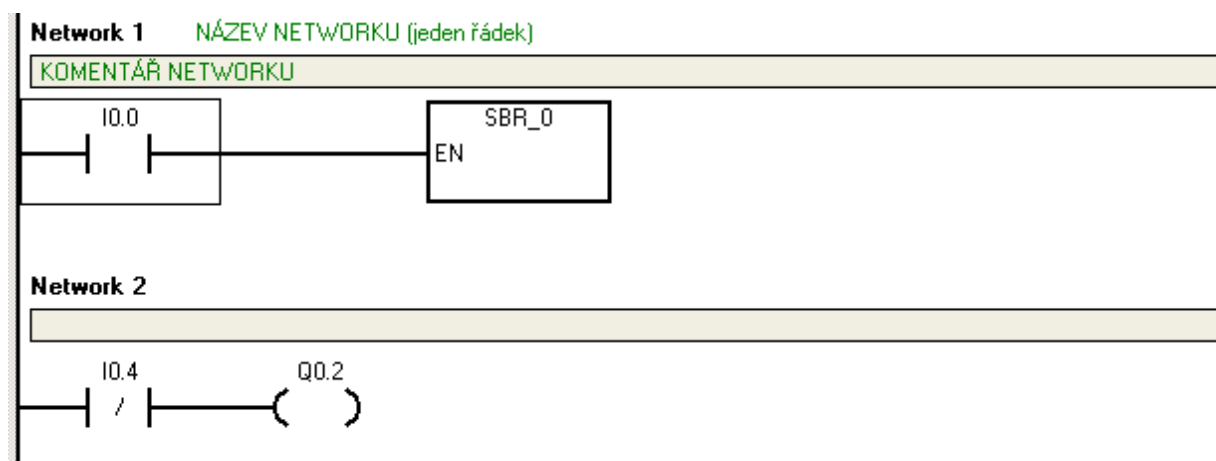
27. Instrukce podprogramy

Program může být sestaven různými postupy. Všechny programy, které jsme doposud prezentovali, byly napsány v jednom programu, hlavním, který se nejčastěji nazývá OB1. S7/200 umožňuje programování pomocí podprogramů případně přerušení programu. Pro zpřehlednění řídicího programu je možné použít organizační prvky. Hlavní program, podprogram a přerušení. Tyto volitelné prvky uživatelského programu jsou prováděny pouze tehdy, jsou-li volány hlavním programem, případně jiným podprogramem. Podprogramy jsou užitečné v případě, kdy je potřeba nějakou funkci provádět opakovaně.

S náběžnou hranou log.1 na vstup EN SBR-0 se vyvolá podprogram, do té doby je podprogram neaktivní. Jakmile se na vstupu EN objeví log.0, podprogram se zruší, i když se celý podprogram nedokončil. Jestliže se aktivuje s náběžnou hranou log.1 instrukce RET, všechny další networky v podprogramu jsou neaktivní, a to i v případě, že na vstupu EN SBR-0 je log. 1. V době, kdy je spuštěn podprogram, jsou networky v hlavním programu aktivní. Po ukončení podprogramu se řízení vrací na instrukci, která následuje po volání podprogramu. Lze umístit podprogram do podprogramu, a to do hloubky vnoření až osmi podprogramů. CPU 222 může mít v jednom programu maximálně 63 podprogramů v rozsahu SBR-0 až SB - - 62. Další podprogram se přidá příkazem „Edit „ – Úpravy, „Insert“ – Vložit, „Subroutine“ – Podprogram. Případně kliknutím pravým tlačítkem myši na pracovní plochu a dál je postup obdobný.

Hlavní program „MAIN“, OB1

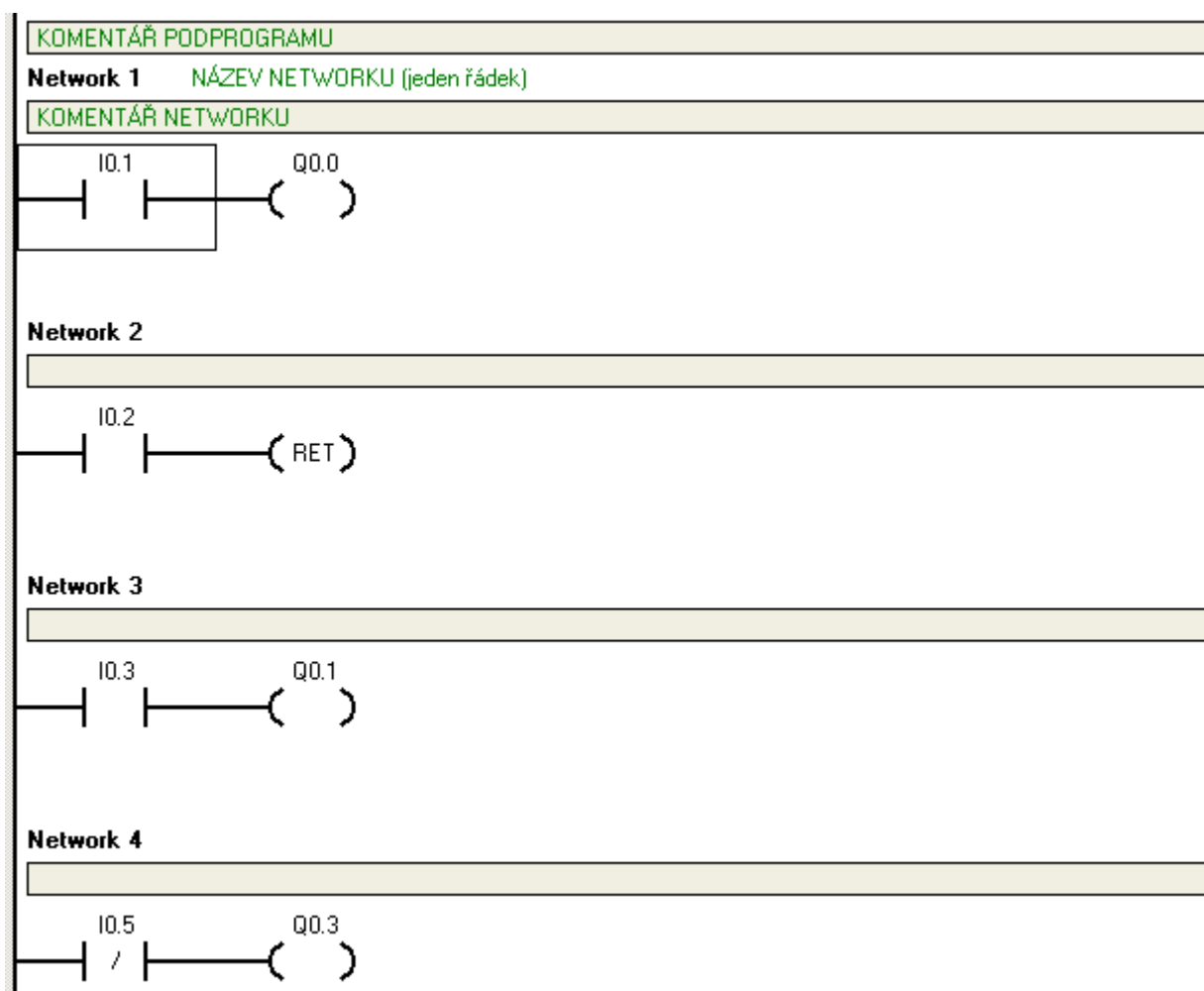
Obr. č.102. Část hlavního programu OB1, kde je volán podprogram SBR-0. V době, kdy je podprogram aktivní, tak je možné ovládat výstup Q0.2, nebo-li OB1 je aktivní, i když se vykonává podprogram.



Obr. č.102

Podprogram „SBR-0“

Tyto networky jsou aktivní pouze v případě volání podprogramu SBR-0. S náběžnou hranou log.1 na instrukci RET budou všechny networky pod touto instrukcí, to znamená network 3 a 4 neaktivní. Obr. č.103.



Obr. č.103

28. Matematické operace

28.1 Instrukce pro matematické operace celých čísel

Pomocí této sady instrukcí je možné sčítat, odčítat, násobit a dělit celá čísla, tedy i čísla záporná. Tyto matematické operace lze provádět v 16-ti nebo 32 bitových registrech. Matematické operace lze provádět pouze se dvěma čísly na vstupech IN1 a IN2. Výsledek matematické operace se uloží do registru na výstupu OUT. Pro data matematických operací je určena paměť „V“. Potom registr VW je 16-ti bitový („W“ Word 16-ti bitové slovo) a registr VD je 32 bitový („D“ Doubleword 32 bitové slovo). Rozsah paměti V je VB0 – VB2047. („B“ Byte 8 bitové slovo. Organizace paměti V PLC automatu je osmi bitová. Z toho například vyplývá, že registr VW1 zabírá v paměti dvě osmibitová slova, dva Byty. Potom v jednom programu nemohu například použít operandy VW1 a VW2. Jestliže použiju VW1, tak nejbližší volný operand je VW3. Obdobné je to u 32 bitových registrů. Jestliže použiju operand VD1, potom nejbližší volný je operand VD5. Do vstupů IN1 a IN2 jednotlivých matematických operací je možné vepsat přímo konkrétní číselnou hodnotu. Je možné provádět matematické operace například s registry čítačů nebo časovačů. Protože čítače ukládají svoje data do 16-ti bitového registru, proto například při sčítání musím použít instrukci ADD-I. Pro instrukci SUB-I, odčítání, platí $IN1 - IN2 = OUT$. Stavové bity sledují určité stavy programu. Stavový bit SM 1.3 je v log.1 dojde-li k pokusu o dělení nulou. Je-li matematická operace záporná, je v log.1 stavový bit SM 1.2.

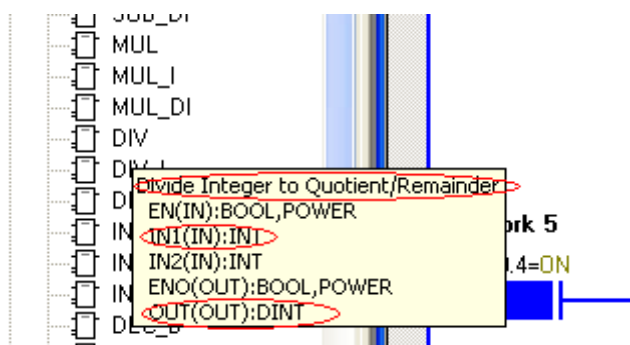
S náběžnou hranou na vstupu EN se provede příslušná matematická operace dvou registrů na vstupech IN1 a IN2, a výsledek se uloží do registru na výstupu OUT. Po provedení matematické operace výstup ENO přejde do stavu log.1. Jednotlivé matematické operace je možné řadit za sebou.

Obr. č.104. Pod ikonou „Integer Math“ – Matematika celých čísel, jsou jednotlivé instrukce pro dělení, násobení, odčítání a sčítání, a to vždy pro 16-ti bitové registry a 32 bitové registry. Výjimkou je instrukce MUL a DIV, násobení a dělení 16-ti bitových registrů, ale data se ukládají do 32 bitového registru.

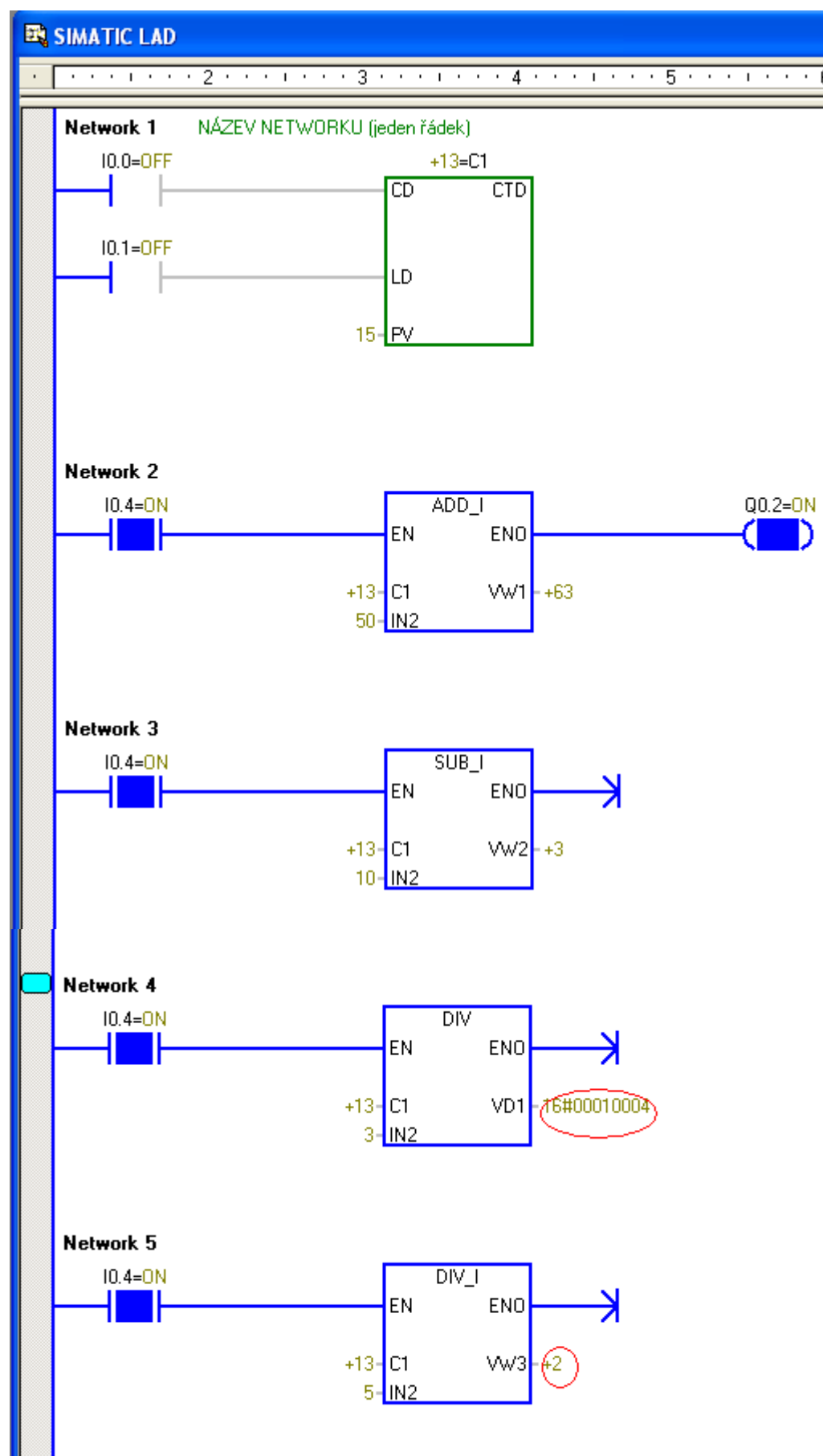
Instrukce DIV vydělí dva šestnáctibitové registry se zbytkem a uloží je do dvaatřicetibitového registru

Instrukce DIV-I vydělí dva šestnáctibitové registry, podíl zaokrouhlí a uloží je do šestnáctibitového registru. Obdobné je to pro instrukci MUL a MUL-I

Najetím myši na instrukci DIV se znázorní tabulka, kde jsou znázorněny vlastnosti vstupů a výstupů. (INT, integer 16 bitů, DINT doubleinteger 32bitů)



Obr. č.104



Obr. č.105

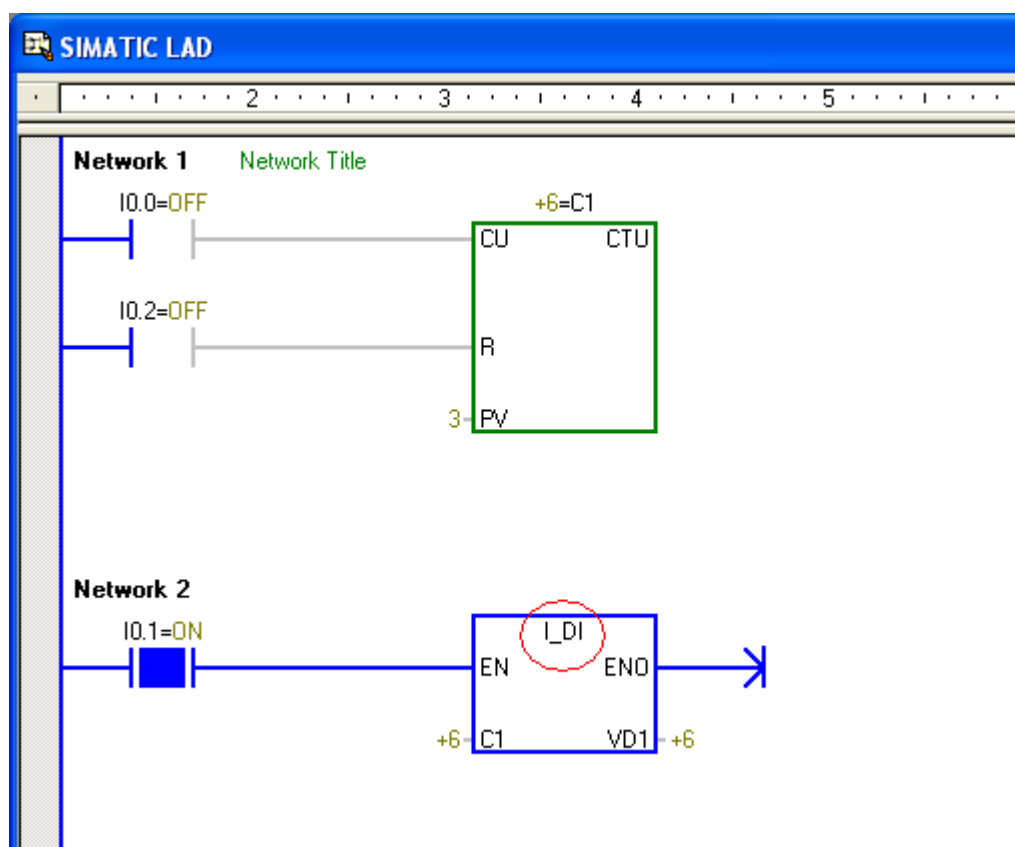
Na Obr. č.105 je ukázka programu s matematickými operacemi celých čísel. Jako zdroj numerické hodnoty je použit jednak čítač, ale na vstupu IN 2 je číslo vepsáno z klávesnice PC. Například je možné, že po vykonání určité matematické instrukce přejde výstup do log.1, v našem případě Q0.2

Instrukce DIV provede dělení se zbytkem a data uloží do 32 bitového registru. Počet bitů v registru je znázorněn v Hexadecimální matematické soustavě.

Instrukce DIV-I provede dělení beze zbytku a výsledek zaokrouhlí.

28.2 Konverze

V instrukčním stromu je sada instrukcí „Convert“ - Konverze. Tyto instrukce umožňují převádět data v určitém formátu do jiného formátu. Na Obr. č.106 je ukázka převodu dat čítače C1, tudíž data v 16-ti bitovém registru do 32 bitového registru VD1. Ne všechny instrukce je možné provádět v registrech o určitých velikostech. Z toho důvodu je nutné převést data do registru o té správné velikosti, tam provést patřičné programové kroky a případně je převést zpět do původní.

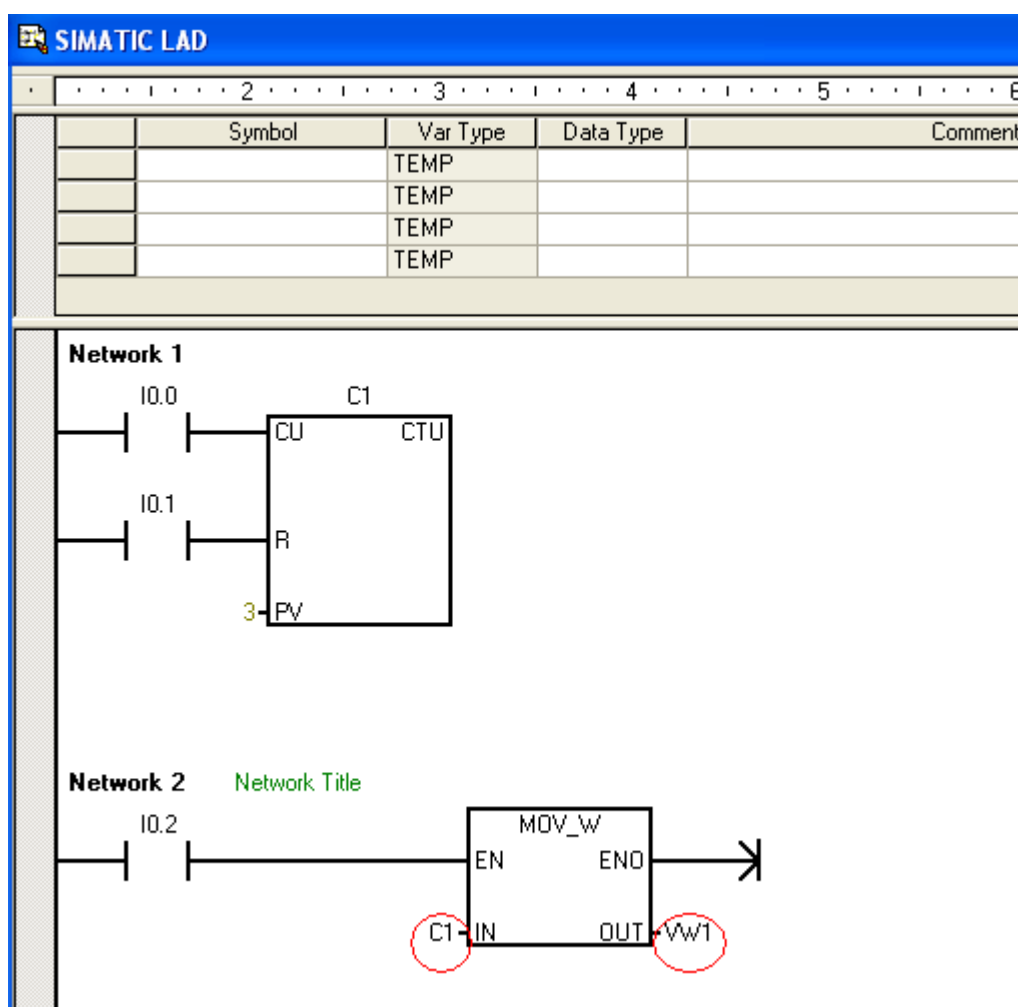


Obr. č.106

28.3 Přesun

V instrukčním stromu je sada instrukcí „Move“ – Přesun. Tyto instrukce umožňují převádět data z jednoho registru do druhého registru, ale stejné velikosti a stejného formátu. Hlavní oblast využití je v oblasti analogových vstupů a výstupů. Na vstup IN je možné uložit ale i data čítačů, časovačů. Dál program umožňuje do vstupu IN vepsat libovolnou numerickou hodnotu.

Na Obr. č.107 je ukázka programu k převedení dat čítače C1 do registru VW1. Protože čítače ukládají svoje data do 16-ti bitového registru, musí být použita instrukce MOV-W. Instrukce „Přesun“ se provede s náběžnou hranou log.1 na vstup EN. Až bude instrukce provedena, výstup ENO přejde do log.1.

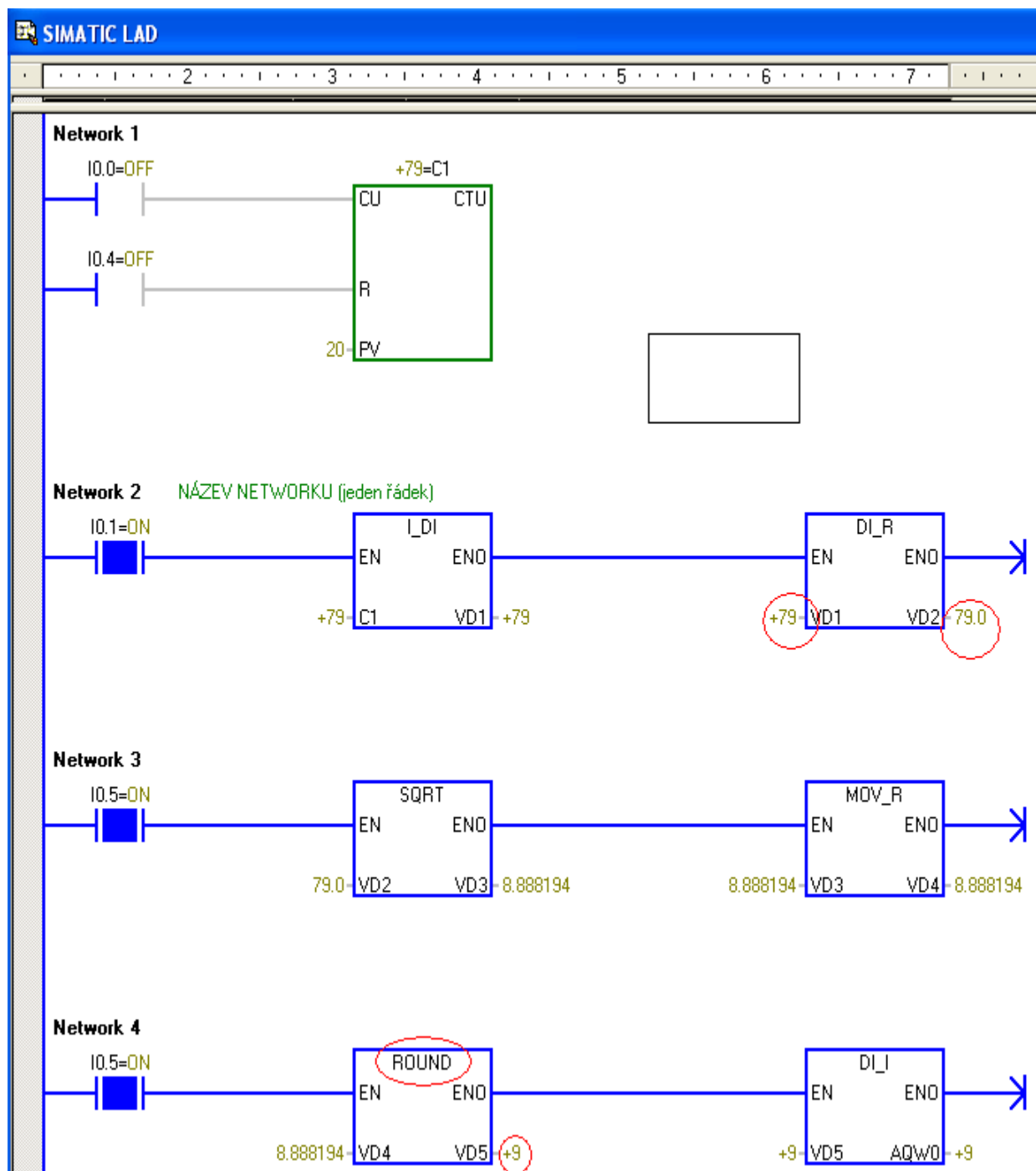


Obr. č.107

28.4 Matematické operace plovoucí desetinné čárky

Pro práci s desetinnými čísly je v instrukčním stromu sada instrukcí „Floating – Point Math“ – Matematika plovoucí desetinné čárky. Tyto instrukce jsou určeny pro práci s reálnými čísly a využívají pouze 32 bitové registry. Je možné kromě základních matematických operací dále provádět goniometrické funkce (úhel je nutné zadávat v radiánech), odmocniny, přirozené logaritmy a další matematické operace.

Na Obr. č.108 je ukázka programu, práce s registry a matematikou plovoucí desetinné čárky. Předpokládejme, že z technologických důvodů je nutné provést odmocninu z registru čítače C1 a výsledek uložit na analogový výstup AQW0. Odmocnina, instrukce SQRT, lze provádět pouze pomocí instrukcí reálných čísel, a to ve 32 bitových registrech. Z toho důvodu je nutné data v čítači C1, které jsou uloženy v 16-ti bitovém registru převést do 32 bitového a následně data převést do instrukcí pro reálná čísla. Instrukcí I-DI, což je konverze dat Integer na Double Integer se data převedou do 32 bitového registru a instrukcí DI-R, což je konverze dat Double Integer na Real do registrů pro práci s reálnými čísly. Teprve potom je možné provést instrukci odmocniny. Analogový výstup používá 16-ti bitové registry a proto je nutné data převést zpět do 16-ti bitového registru. Ale protože výsledek odmocniny je se zbytkem a 16-ti bitové registry neumí pracovat s desetinnou čárkou, je nutné nejdříve výsledek zaokrouhlit, instrukce ROUND a teprve potom je možné data převést na analogový výstup AQW0.



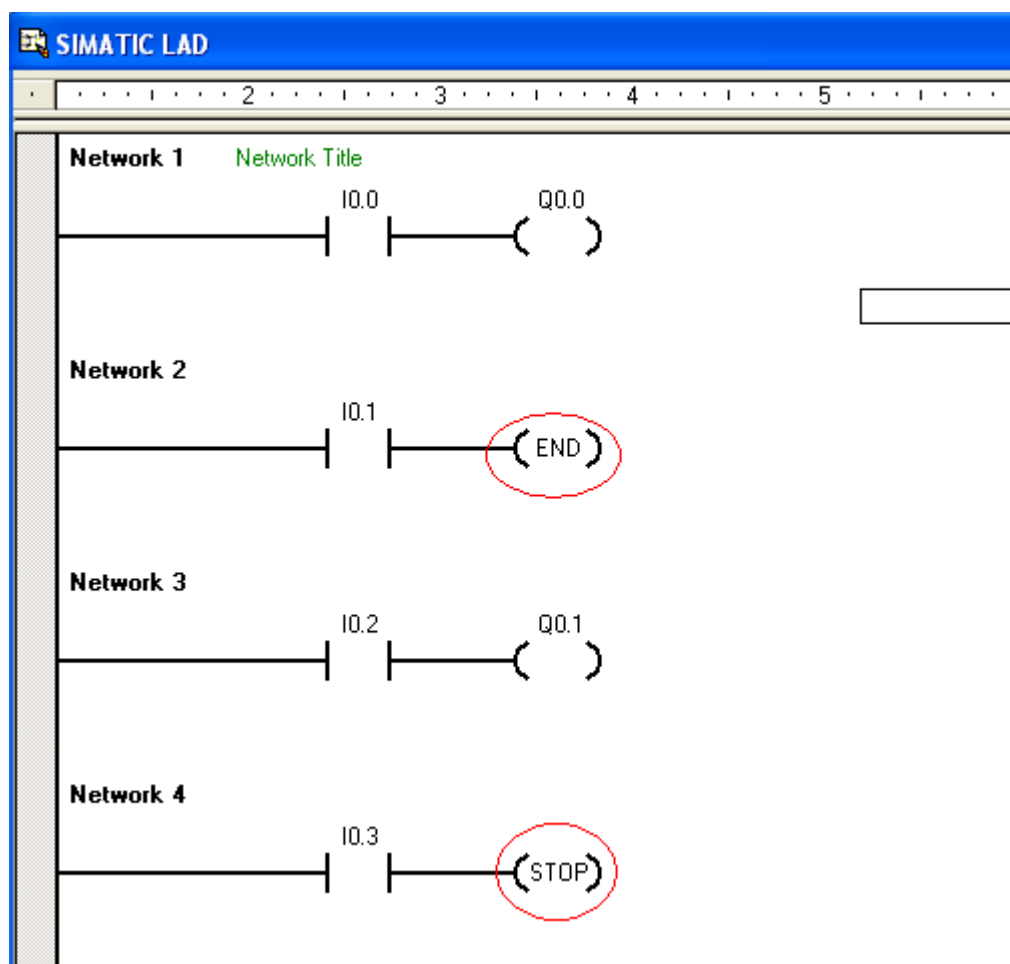
Obr. č.108

29. Instrukce Stop a END

Instrukce STOP a END jsou v instrukčním souboru umístěny pod ikonou „Program Control“ – Řízení programu. S náběžnou hranou log.1 na instrukci Stop přejde PLC automat z režimu RUN do režimu STOP. Všechny výstupy až na vybrané pomocí funkce „Tabulky výstupů“ přejdou do stavu log.0. Činnost programu se opět obnoví uvedením programu do stavu RUN.

S náběžnou hranou log.1 na instrukci END budou všechny networky v programu uvedené pod instrukcí END budou neaktivní. Networky nad instrukcí END budou a aktivním stavu. Činnost celého programu se obnoví log.0 nulou na instrukci END.

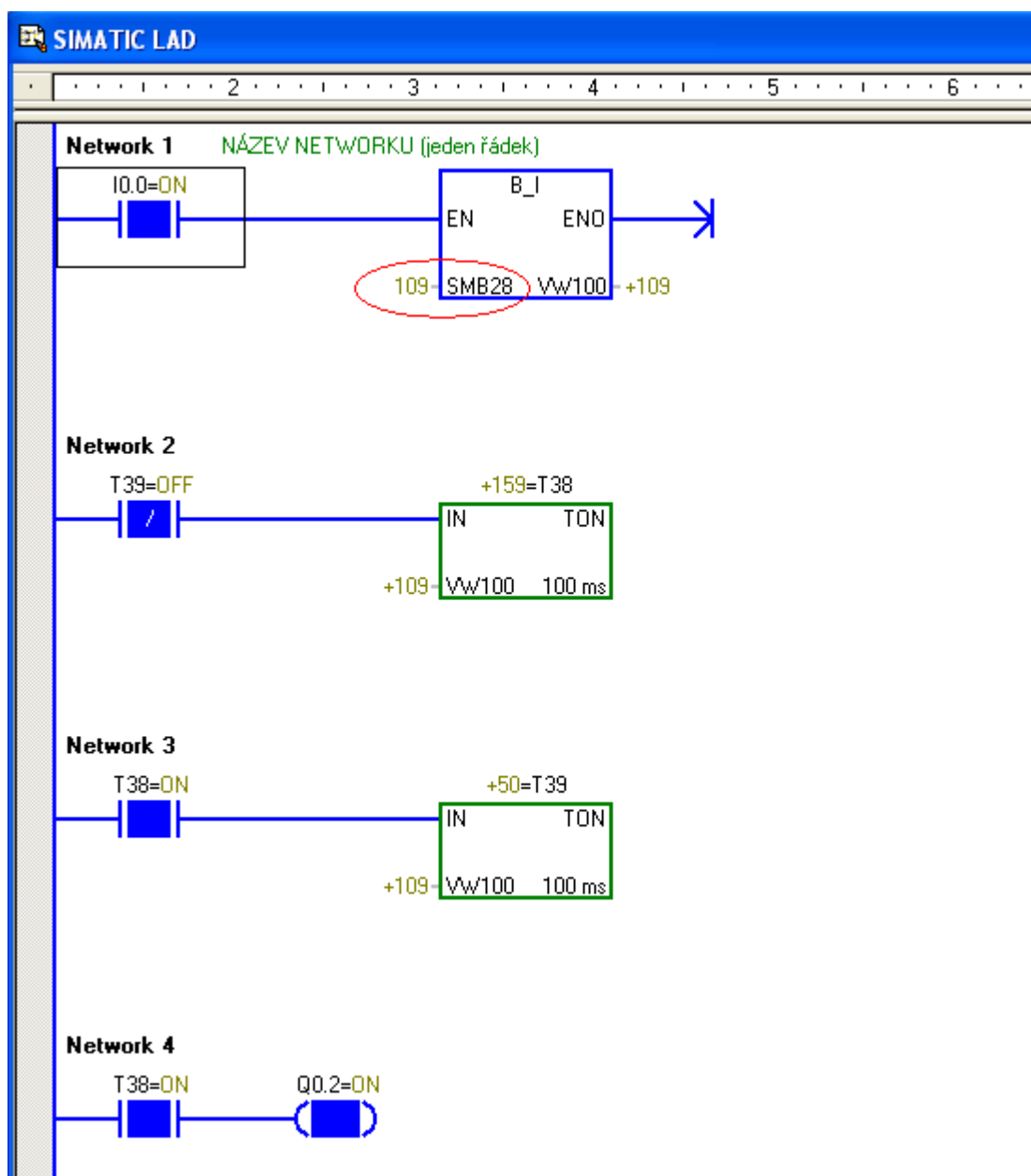
Obr. č.109 Ukázka programu s instrukcí STOP a END. Bude-li I0.1 v log.1, nebude možné ovládat Q0.1. V případě, že výstup Q0.1 byl v log.1, potom po aktivaci instrukce END v log.1, výstup Q0.1 zůstane. Instrukce STOP uvede všechny výstupy (až na ty vybrané) do log.0 a tam i zůstanou po opětovném spuštění programu funkcí RUN.



Obr. č.109

30. Analogový potenciometr SMB 28

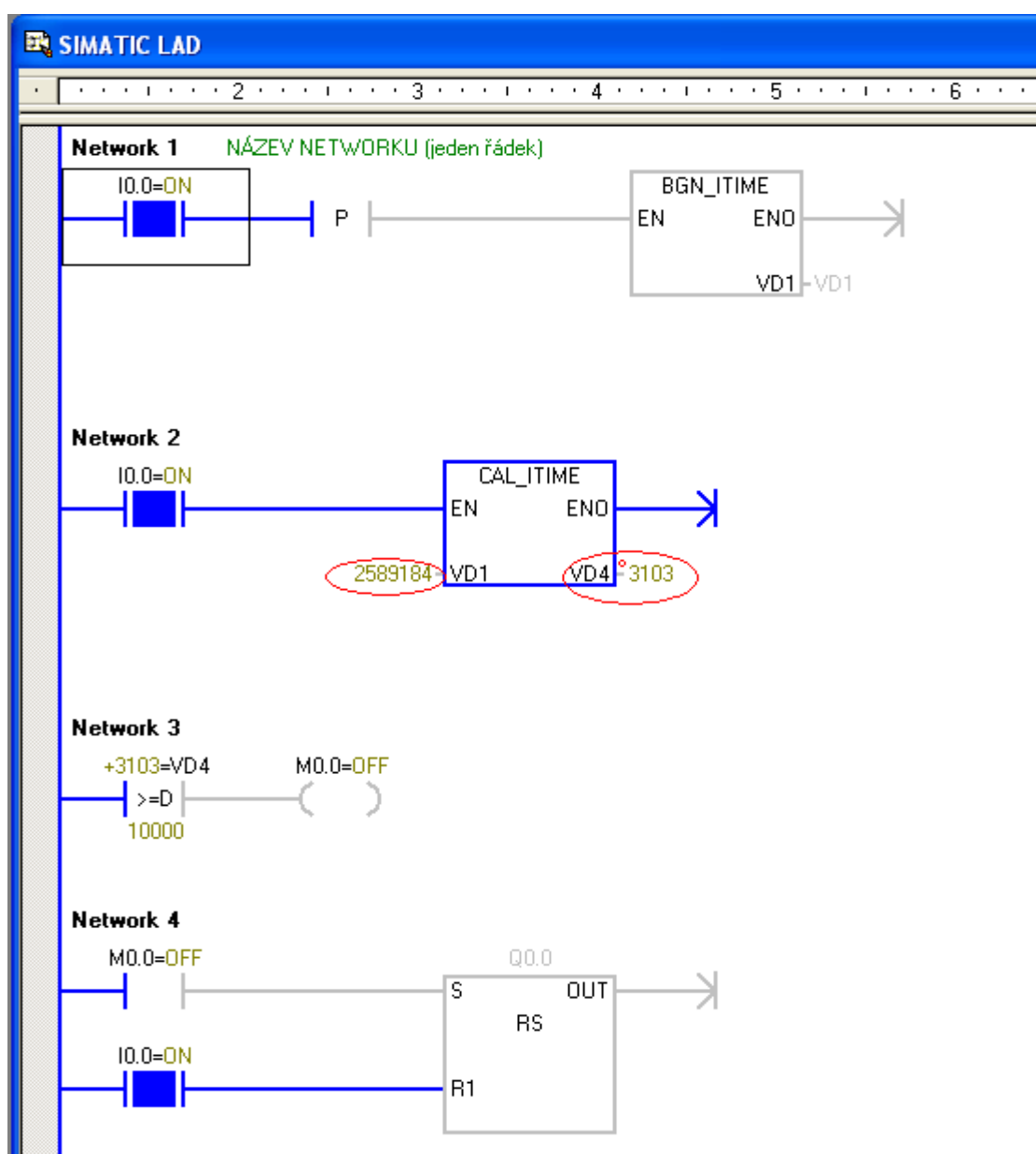
Analogový potenciometr je umístěn pod předním otevíracím krytem vedle přepínače RUN – STOP. Tímto potenciometrem je možné zvýšit nebo snížit bitovou hodnotu osmibitového registru SMB 28. Hodnoty jsou určeny pouze pro čtení. V programu mohou být použity pro různé funkce, například pro nastavení hodnot čítače nebo časovače případně libovolného registru. Na Obr.110 je ukázka nastavení hodnoty PT u dvou časovačů TON. Jelikož SMB 28 je v osmibitovém formátu, je nutné ho převést instrukcí B-I do šestnácti bitového registru VW100. Demonstrační program je znázorněn ve stavu, kdy časovač T38 dosáhl hodnoty nastavené trimrem SMB 28 a časuje časovač T39.



Obr.
č.110

31. Intervalové hodiny

Tato instrukce je schopna měřit určitý časový úsek, v našem případě dobu sepnutí vstupu I0.0. Obr. č.111. Náběžná hrana I0.0 spustí časovač BGN-ITIME s krokem 1 ms a data ukládá do dvaatřicetibitového registru VD1. Časovač pracuje i v případě, je-li program ve stavu STOP, a i když je I0.0 v log.0. Pracuje do té doby, dokud program není vymazán, případně vypnuto napájecí napětí. K naplnění registru VD1 je potřeba $2^{32} \times 1\text{ms}$, což je přibližně 47 dní. Instrukce CAL-ITIME změří dobu intervalu po kterou byl vstup I0.0 v log.1 a data uloží do registru VD4. Je-li vstup I0.0 v log.1 déle než 10s, výstup Q0.0 přejde do stavu log.1. Na obrázku je zachycen stav, kdy I0.0 je v log.1, přibližně 3.1s



Obr. č.111

32. Analogové vstupy a výstupy

Digitální vstupy a výstupy mají základní vlastnost, a to že rozlišují pouze dva stavy. Stav, kdy na vstupu napětí je, tento stav PLC automat vyhodnotí jako log.1 nebo stav, kdy na vstupu napětí není a potom tento stav PLC automat vyhodnotí jako log.0.

Analogové vstupy a výstupy nemají přesně definovaný počet stavů. Na daném vstupu, případně výstupu může být nekonečné množství stavů, ale v určitém daném rozsahu, který velmi často bývá volitelný. Vstupy PLC automatu, případně výstupy PLC automatu mohou být napěťové nebo proudové.

Řada PLC automatů S7/200 má k dispozici několik analogových modulů. Modul EM 235 má čtyři analogové vstupy označeny písmeny A, B, C, D. Operandů jednotlivých vstupů jsou: AIW0, AIW2, AIW4, AIW6. A jeden analogový výstup s operandem AQW0. Vstupy i výstupy mohou být jak napěťové, tak proudové.

Napěťové vstupy mohou být bipolární, to znamená symetrické okolo společné svorky M a nebo unipolární. Vůči společné svorce M kladné. Lze zvolit sedm napěťových rozsahů od 50mV až do 10V. V případě bipolárních vstupních napětí $\pm 25\text{mV}$ až $\pm 10\text{V}$.

Napěťové výstupy mají jeden rozsah, a to unipolární napětí 10V. Výstupní napětí je mezi svorkou M_0 a V_0 .

Proudové vstupy pracují v proudové smyčce 0 až 20mA. Proudová smyčka se v praxi používá častěji. Hlavně je výhodná z hlediska rušení, kde je daleko odolnější vůči rušivým napěťovým signálům než napěťové vstupy. Případně lze použít proudovou smyčku 4 až 20mA. Touto proudovou smyčkou při nulové hodnotě dané veličiny teče ne nulový proud, ale 4mA. V případě přerušení proudové smyčky proud zanikne a PLC automat zaznamená chybu a může na ni reagovat.

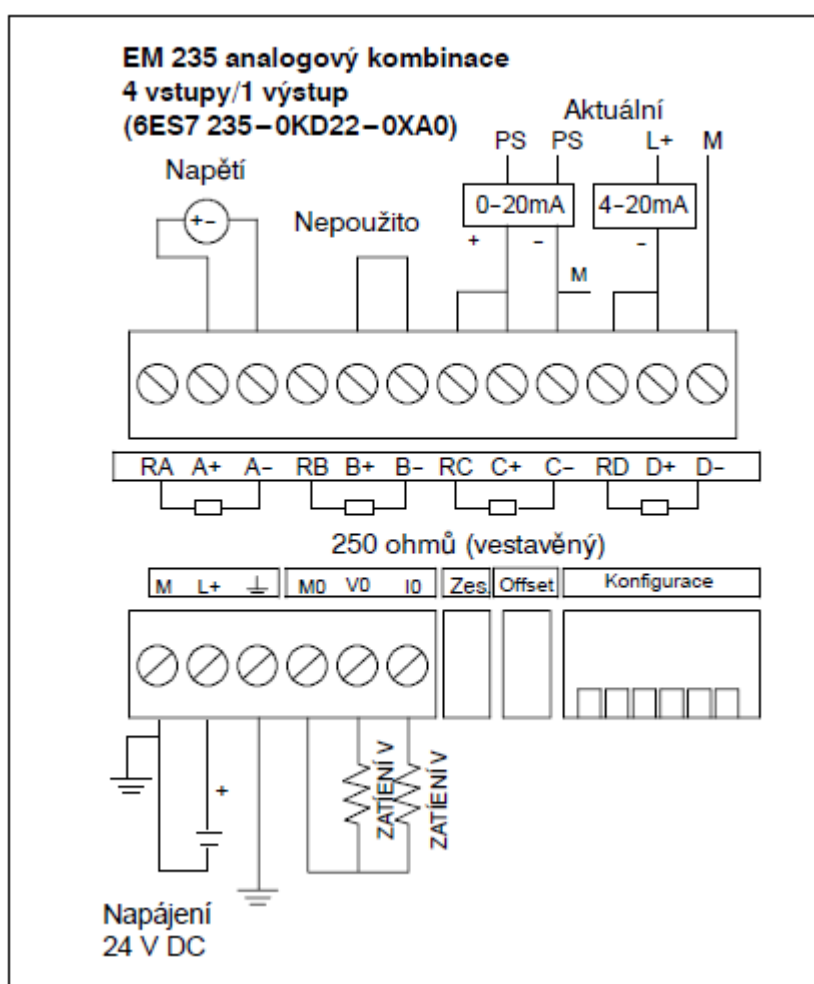
Proudový výstup má jednu hodnotu 0 až 20mA a je mezi svorkou M_0 a I_0 .

32.1 Modul EM 235

Na Obr. č.112 je znázorněno zapojení svorkovnice analogového modulu EM235. Na vstupu A je ukázka připojení napěťového snímače. Na vstupy C a D jsou připojeny proudové snímače. Snímací odpor proudové smyčky je 250Ω . Při 20mA je potom na něm úbytek napětí 5V. Není-li vstup analogového modulu zapojen, je nutné z hlediska rušivých signálů svorky B+ a B- propojit.

Výstupní svorky jsou označeny M0, V0 a IO., kde M0 je společná svorka, V0 napěťová a IO proudová.

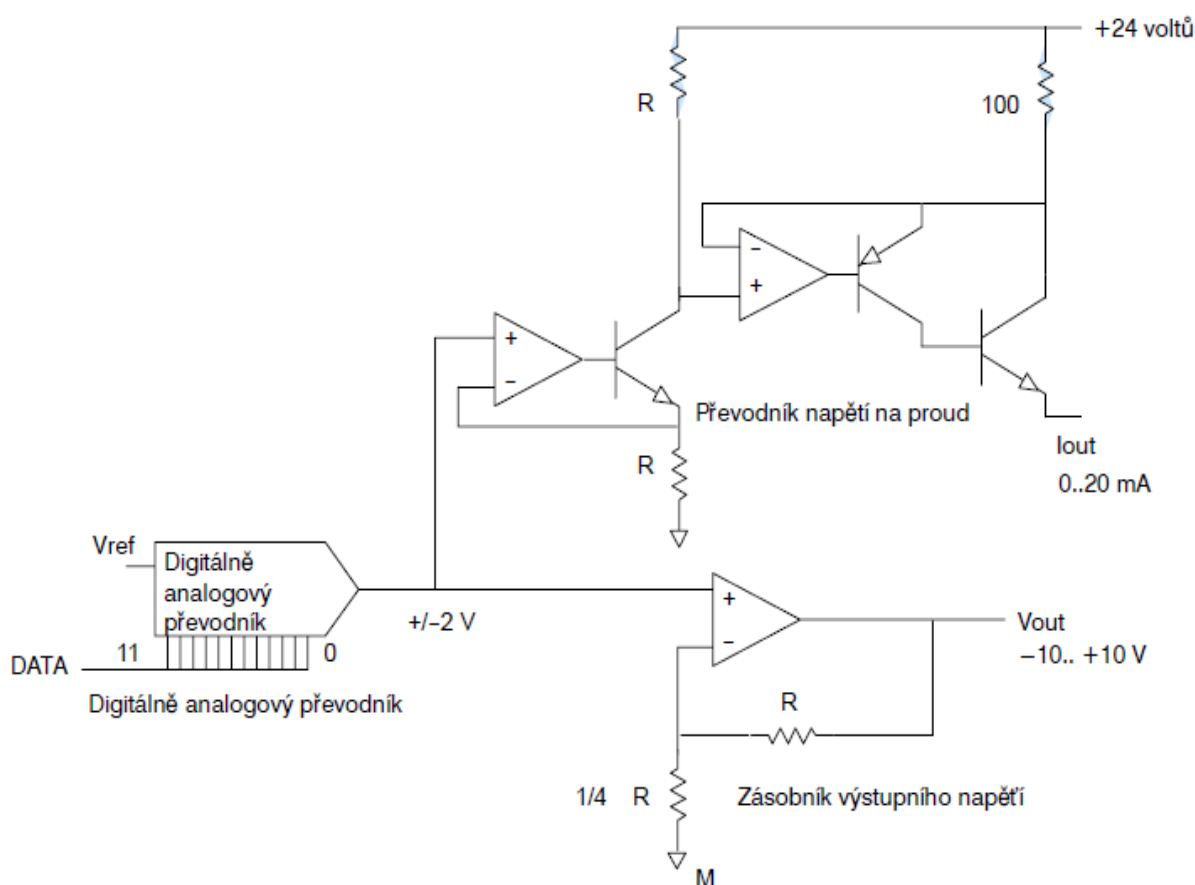
Vlastní modul EM235 je napájen z CPU. Napájecí svorky M a L+ jsou určeny pro napájení analogového výstupu. Trimry „Zes a Offset“ jsou určeny pro kalibraci vstupů. Přepínači „Konfigurace“ je možné zvolit typ a velikost vstupního napětí. Všechny vstupy musí mít jedno zvolené stejné vstupní napětí.



Obr. č.112

32.2 Blokové schéma analogového výstupu

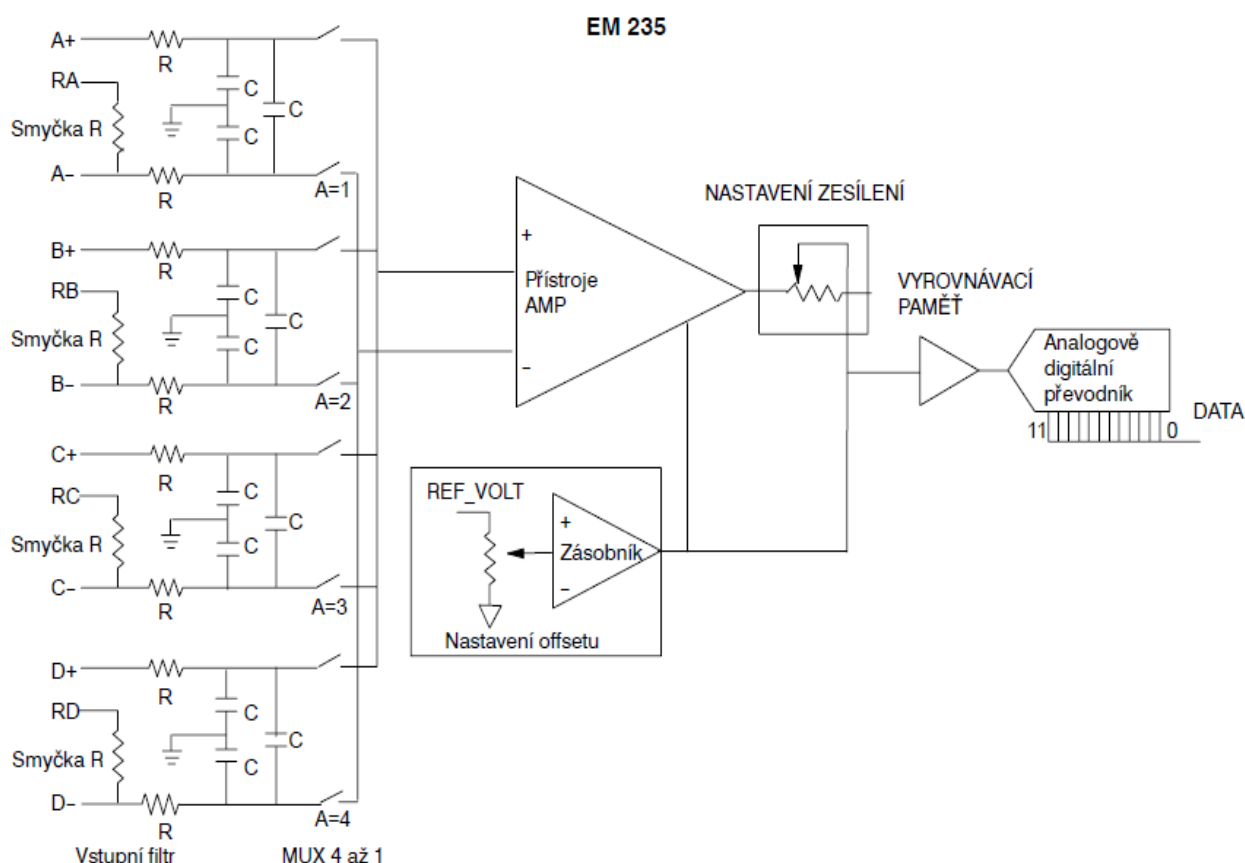
Obr. č.113. Blokové schéma výstupů analogového modulu. Výsledná hodnota logických operací CPU v D/A převodníku je převedena z digitální formy na analogovou o velikosti $\pm 2\text{V}$. Dále je zpracována ve dvou samostatných elektrických obvodech. Převodníkem napětí proud je vyvedena na proudovou svorku I_0 . Operačním zesilovačem je napětí ověřováno a vyvedeno na napěťovou svorku V_0 . Výstupní obvody jsou napájeny 24V napájecím napětím ze svorek M a L+.



Obr. č.113

32.3 Blokové schéma analogového vstupu

Obr.č.114. Blokové schéma vstupů analogového modulu. Tři vstupní svorky jsou zapojeny tak, aby jednoduchým způsobem bylo možné vstup zapojit jak jako napěťový nebo proudový vstup. Vstupní napětí snímá rozdílový zesilovač, jehož zesílení a drift je možné korigovat trimry „Gain“ – Zesílení a „Offset“ - Posunutí. Výsledné napětí v A/D převodníku převedeno na digitální hodnotu a v té je dále zpracováváno PLC automatem. A/D převodník používá 16-ti bitový registr, z nichž využívá 12bitů. Jedenácti bity je definována absolutní hodnota veličiny a dvanáctý bit udává znaménko. Jedenácti bity je definována absolutní hodnota veličiny a dvanáctý bit udává znaménko.



Obr.č.114

32.4 Kalibrace vstupů analogového modulu

Nastavení kalibrace ovlivňuje zesílení přístrojového zesilovače, který se nachází za analogovým multiplexerem. Proto ovlivňuje kalibrace všechny vstupní signály.

1. Vypněte napájení modulu. Vyberte požadovaný vstupní rozsah.
2. Zapněte napájení CPU a vstupního modulu. Nechejte modul stabilizovat 15 minut.
3. Pomocí vysílače, zdroje napětí nebo zdroje proudu připojte nulový signál na jeden ze vstupních konektorů.
4. Přečtěte hodnotu poslanou CPU příslušným vstupním kanálem.
5. Otáčejte potenciometrem Offset, dokud je odečet nerovná nule nebo požadované hodnotě číselného údaje.
6. Na jeden ze vstupních konektorů připojte signál s maximální hodnotou. Přečtěte hodnotu poslanou CPU.
7. Otáčejte potenciometrem Gain, dokud není odečet 32 000 nebo požadovaná hodnota.
8. Kalibraci Gain a Offset opakujte podle potřeby.

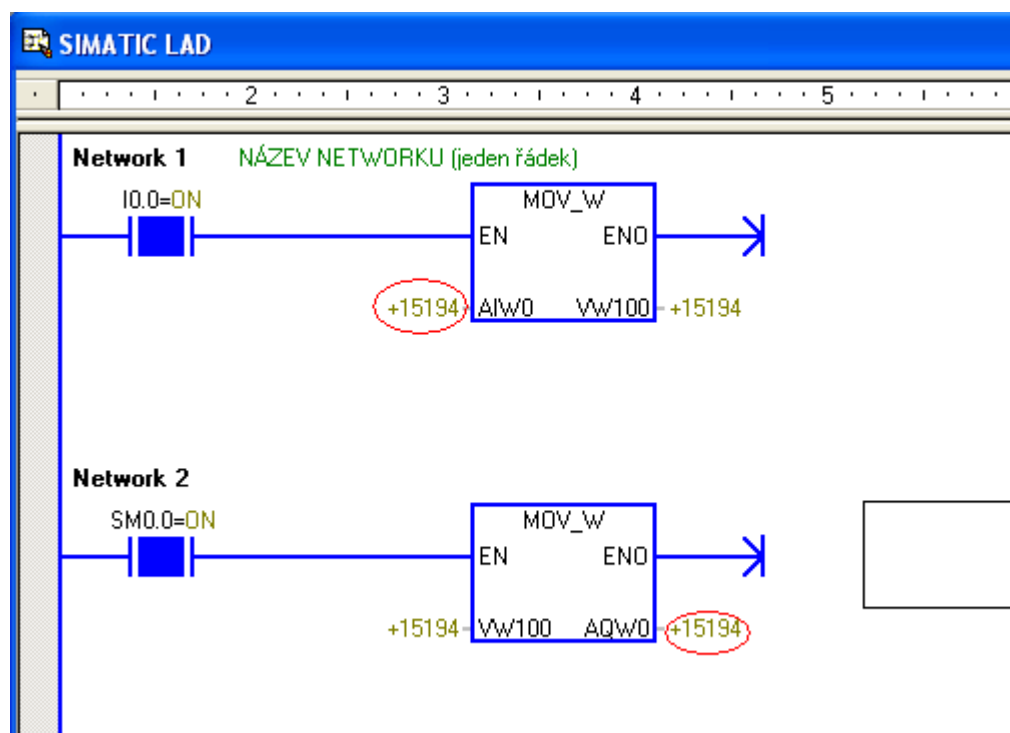
Konfigurace analogového modulu EM235 pomocí konfiguračních DIP přepínačů. Obr. č.115. Přepínače 1 až 6 volí rozsah a rozlišení analogového vstupu. Všechny vstupy se nastavují na stejný rozsah a formát analogového vstupu. V těchto tabulkách znamená ON sepnutý, OFF rozepnutý. Nastavení přepínačů je možné číst pouze při zapnutém napájení.

Unipolární						Plný rozsah vstupu	Odstranění
SW1	SW2	SW3	SW4	SW5	SW6		
ON	OFF	OFF	ON	OFF	ON	0 až 50 mV	12,5 μ V
OFF	ON	OFF	ON	OFF	ON	0 až 100 mV	25 μ V
ON	OFF	OFF	OFF	ON	ON	0 až 500 mV	125 μ V
OFF	ON	OFF	OFF	ON	ON	0 až 1 V	250 μ V
ON	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	0 až 5 V	1,25 mV
ON	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	0 až 20 mA	5 μ A
OFF	ON	OFF	OFF	OFF	ON	0 až 10 V	2,5 mV
Bipolární						Plný rozsah vstupu	Odstranění
SW1	SW2	SW3	SW4	SW5	SW6		
ON	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	$\pm$ 25 mV	12,5 μ V
OFF	ON	OFF	ON	OFF	OFF	$\pm$ 50 mV	25 μ V
OFF	OFF	ON	ON	OFF	OFF	$\pm$ 100 mV	50 μ V
ON	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	$\pm$ 250 mV	125 μ V
OFF	ON	OFF	OFF	ON	OFF	$\pm$ 500 mV	250 μ V
OFF	OFF	ON	OFF	ON	OFF	$\pm$ 1 V	500 μ V
ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	$\pm$ 2,5 V	1,25 mV
OFF	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	$\pm$ 5 V	2,5 mV
OFF	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	$\pm$ 10 V	5 mV

Obr.č.115

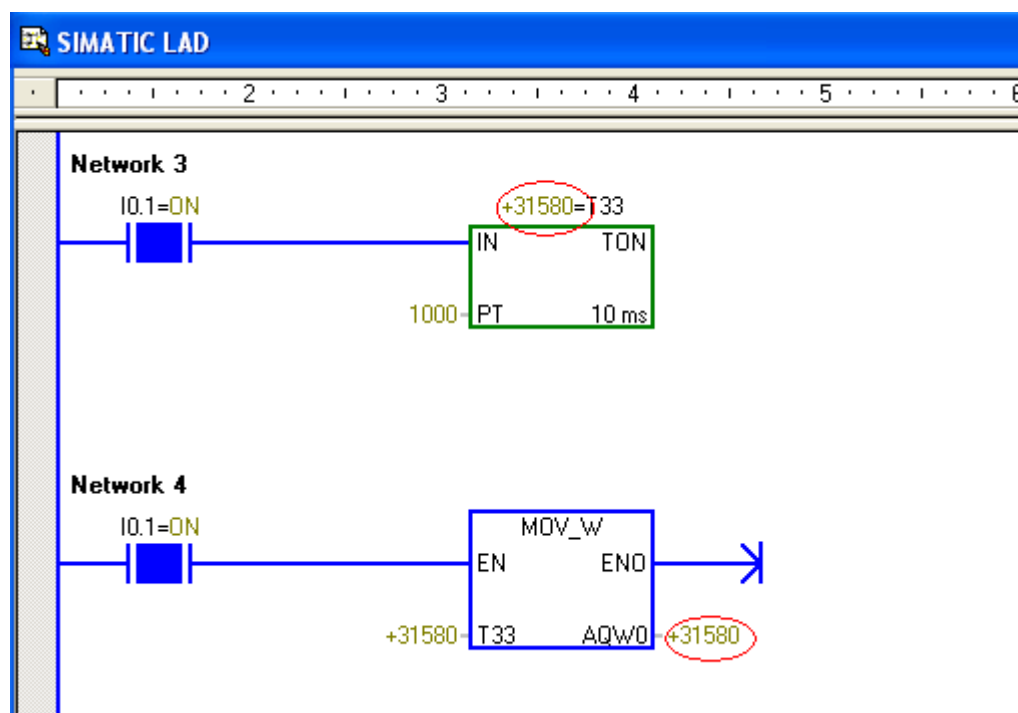
32.5 Ukázka použití analogových vstupů a výstupů

Program má za úkol sejmout z analogového vstupu určitou úroveň napětí a přenést ji na analogový výstup. Obr. č.116. Vstup AIW0 je nakonfigurován na vstupní bipolární napětí 0 až 5V. Analogový výstup AIW0 je kalibrován při plném vstupním napětí na hodnotu 32 000 bitů. Je-li v registru analogového vstupu 15 000 bitů potom na vstupu AIW0 je 2.5V. Instrukce MOV-W přenesení data na analogový výstup AQW0. Protože na výstupu AQW0 je 15 194 bitů, potom výstupní napětí bude přibližně poloviční. To znamená, že na výstupu AQW0 bude 5V. Ale pozor, v případě že IO.0 půjde do log.0 napětí na výstupu AQW0 zůstane, protože stavový bit SM0.0 je trvale v log.1. Na výstupu tím bude trvale držena poslední načtená hodnota. Ta v registru zůstane i v případě, přejde-li PLC automat ze stavu RUN do stavu STOP.



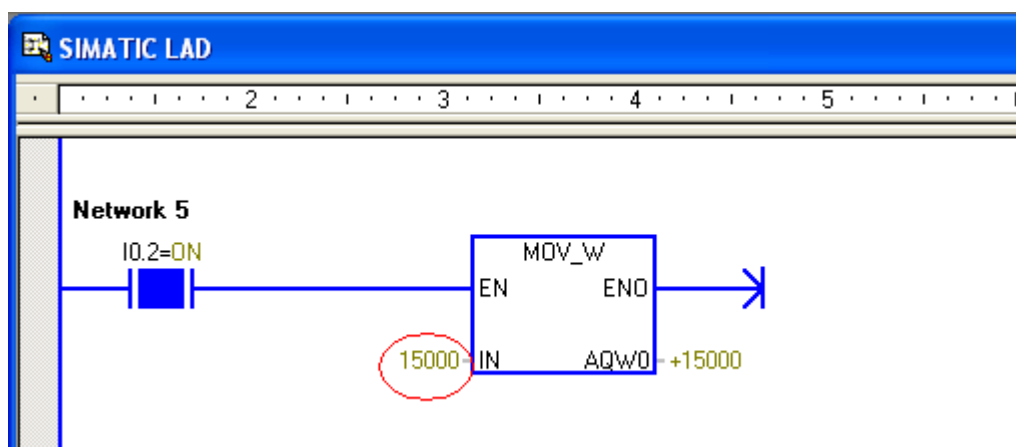
Obr.č.116

Na Obr. č.117 je ukázka programu postupného narůstání napětí na výstupu AQW0 v rytmu 10ms. Až bude v registru AQW0 32000, bude výstupní napětí 10V. To je za $32000 \times 0.01s = 5\text{minut}$.



Obr.č.117

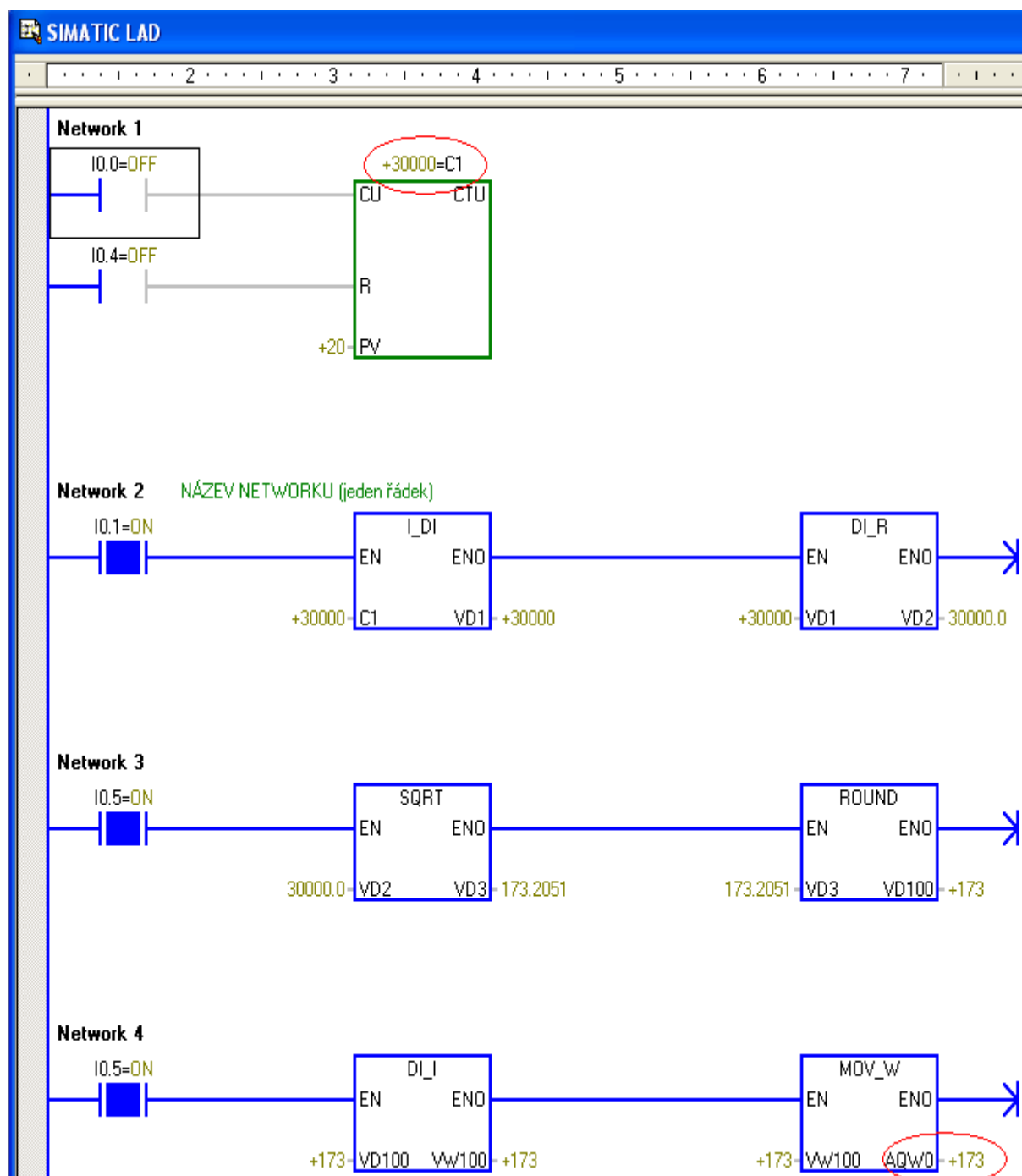
Výstupní napětí na analogovém výstupu je možné případně pevně nastavit vepsáním numerické hodnoty přímo na vstup IN instrukce MOV-W. Obr. č.118.



Obr.č.118

32.6 Výsledek matematické operace uložen na analogový výstup

Ukázka programu, kdy výsledek matematické operace je uložen na analogový výstup AQW0. Obr. č.119. Jednotlivé matematické instrukce a instrukce pro konverzi dat byly podrobně popsány v kapitole matematické operace plovoucí desetinné čárky. Na výstupu AQW0 po provedených operacích je 173 bitů. Registr analogového výstupu je nastaven na maximální počet bitů 30 000. Potom na výstupů AQW0 je přibližně napětí o úrovni 60mV.



Obr. č.119

33.Seznam literatury

1. Katalog fi Siemens Simatic S7/200