

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STROJNÍ



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**Aplikace PLC Simatic 1200 pro řízení
technologického přípravku v laboratoři 109**

Praha, 2011

Autor: Bezzubov Denis

Vysoká škola: ČVUT v Praze
Pracoviště:
Ústav přístrojové a řídicí techniky

Fakulta: strojní
Akademický rok: 2010/2011

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

pro:

Denise BEZZUBOVA

obor: Informační a automatizační technika

Název tématu:

**Aplikace PLC Simatic 1200 pro řízení technologického přípravku
v laboratoři 109**

Zásady pro vypracování:

- 1) Prostudujte úvodní firemní literaturu k s7-1200
- 2) Prostudujte HW, SW, řídicí aplikace Step 7 Basic a vizualizační aplikace WinCC
- 3) Proved'te analýzu požadovaného chování technologického přípravku
- 4) Navrhněte algoritmus řízení a jednoduchou vizualizaci
- 5) Odlad'te

Rozsah grafických prací: Dle pokynů vedoucího BP.

Rozsah práce: cca 35 – 45 stran

Seznam odborné literatury:

1/ Ing. Marie Martinásková, Ing. Ladislav Šmejkal, CSc. Řízení Programovatelnými automaty I. (2004)

2/ Ing. Marie Martinásková, Ing. Ladislav Šmejkal, CSc. Řízení Programovatelnými automaty II. (2000)

3/ Ing. Marie Martinásková, Ing. Ladislav Šmejkal, CSc. Řízení Programovatelnými automaty III. (2003)

4/ Manuály k Simatic s7-1200 ze stránek výrobce www.siemens.com

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Marie Martinásková, Ph.D.

Recenzent bakalářské práce: Ing. Ladislav Šmejkal, CSc.

Datum zadání bakalářské práce: 25. 3. 2011

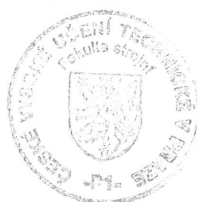
Termín odevzdání bakalářské práce: 10. 6. 2011

Jan Chyský

Vedoucí ústavu: doc. Ing. Jan Chyský, CSc.

Děkan: prof. Ing. František Hrdlička, CSc.

V Praze dne : 17. 3. 2011



Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou diplomovou práci vypracoval samostatně s tím, že její výsledky mohou být dále použity podle uvážení vedoucího bakalářské diplomové práce jako jejího spoluautora. Souhlasím také s případnou publikací výsledků bakalářské diplomové práce nebo její podstatné části, pokud budu uveden jako její spoluautor.

Datum.....

Podpis.....

Poděkování

Chtěl bych tímto poděkovat všem, kteří mi při vytváření této práce pomáhali. Především děkuji své vedoucí bakalářské diplomové práce, Ing. Marii Martináskové, Ph.D. za cenné rady a věnovaný čas, dále spolupracovníkům z laboratoře č. 109 za pomoc při realizaci této práce.

Abstrakt

Bakalářská diplomová práce obsahuje popis nejnovějšího HW a SW firmy Siemens Simatic S7-1200 a TIA Portál. Tento popis slouží jako návod pro další generace studentů, kteří budou realizovat různé druhy úloh pomocí tohoto HW a SW. Součástí této práce je také popis realizace řešení zadaných úloh.

Klíčová slova: TIA Portál, PLC, HMI, Step 7 Basic, WinCC Basic, vizualizace

Abstract

Bachelor thesis describes the latest hardware and software from Siemens Simatic S7-1200 and TIA Portal. This description serves as a guide for the next generation of students who will implement various tasks with this hardware and software. Part of this work is a description of the implementation of the assigned tasks.

Key words: TIA Portal, PLC, HMI, Step 7 Basic, WinCC Basic, visualization

Obsah

ÚVOD.....	1
1 POPIS VÝROBY PIVA	2
2 ZADÁNÍ, ANALÝZA, SIMULACE	4
2.1 Úloha č. 1 - Procesní tank.....	4
2.1.1 Popis zadaného procesu.....	4
2.1.2 Podmínky realizace.....	6
2.1.3 Přehled operací	6
2.1.4 Krokový diagram.....	6
2.1.5 Analýza vstupů/výstupů.....	8
2.1.6 Analýza krokového diagramu.....	9
2.1.7 Simulace úlohy	10
2.2 Úloha č. 2 - Čisticí jednotka CIP	14
2.2.1 Popis zadaného procesu.....	14
2.2.2 Podmínky realizace.....	16
2.2.3 Přehled operací	16
2.2.4 Krokový diagram.....	16
2.2.5 Analýza vstupů/výstupů.....	18
2.2.6 Analýza krokového diagramu.....	19
2.2.7 Simulace úlohy	22
3 POUŽITÉ HW A SW PROSTŘEDKY	26
3.1 Hardware SIMATIC	26
3.1.1 Simatic S7-1200.....	26
3.1.2 Simatic HMI Basic.....	28
3.2 Software TIA Portál.....	29
3.2.1 Projektové zobrazení.....	29
3.2.2 Start.....	30

3.2.3 Portálové zobrazení.....	31
3.2.4 Projektový strom.....	33
3.2.5 Programování PLC	35
3.2.5.1 Programové bloky.....	35
3.2.5.2 Editor tvorby programu	36
3.2.5.3 Hlavní ikonky	37
3.2.5.4 PLC Tagy.....	39
3.2.5.5 Sledovací okno.....	40
3.2.6 Vizualizace.....	40
3.2.6.1 Nástroj WinCC	40
3.2.6.2 Tvorba obrazovky	41
3.2.6.3 Vlastnosti	42
3.2.7 Kroky před uvedením zařízení do provozu.....	45
3.2.7.1 Kompilace.....	45
3.2.7.2 Nahrání programu do zařízení	46
4 IMPLEMENTACE	47
4.1 Využití HW PLC S7 - 1200.....	47
4.2 Program pro PLC	47
4.2.1 Programovací metoda	47
4.2.2 Použité instrukce.....	50
4.3 Vizualizace pro HMI	51
4.3.1 Tvorba vizualizace.....	51
4.3.2 Použité funkce a animace	51
4.3.3 Výsledná vizualizace úlohy č. 1	52
4.3.4 Výsledná vizualizace úlohy č. 2	53
4.4 Simulace.....	54
ZÁVĚR	54
LITERATURA A ZDROJE.....	55

SEZNAM OBRÁZKŮ.....	56
SEZNAM TABULEK.....	58
SEZNAM PŘÍLOH.....	58

Seznam použitých zkratk v angličtině

PLC	Programmable Logic Controller
HMI	Human Machine Interface
CPU	Central Processing Unit
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition
TIA	Totally Integrated Automation
IP	Internet Protocol
FBD	Function Block Diagram
LAD	Ladder Diagram
IEC	International Electrotechnical Commission
HW	Hardware
SW	Software
TON	Time On Delay
CIP	Cleaning In Place
SCL	Structured Control Language
LED	Light Emitting Diode



Úvod

Úkolem této práce je seznámit se s nejnovějším softwarem a hardwarem společnosti Siemens Simatic S7-1200 a TIA Portál. Hardware patří do třídy malých PLC (Programmable Logic Controller). TIA Portál v sobě obsahuje nástroje potřebné jak pro tvorbu aplikačních programů pro řídicí systémy tvořené programovatelnými automaty PLC, tak i pro tvorbu operátorských rozhraní pro stroje a zařízení s použitím operátorských panelů HMI. Pomocí tohoto softwaru je zadáno simulování jedné z částí procesu na výrobu piva za pomoci řídicího systému PLC Simatic S7-1200, a k této části pak vytvořit jednoduchou vizualizaci za použití operátorského panelu HMI. Tato bakalářská práce se dělí na několik kapitol. V první kapitole je popsán celý proces výroby piva. V další kapitole je uvedeno podrobné zadání jedné z částí procesu na výrobu piva. K tomuto zadání je provedena analýza a simulace pomocí softwaru Festo FluidSIM. Ve třetí kapitole je vytvořena dokumentace s popisem dostupného HW a SW. Tento popis slouží jako návod pro další generace studentů, kteří budou realizovat školní úlohy pomocí tohoto SW (Software) a HW (Hardware) bez nutnosti delšího studování rozsáhlých dokumentací a manuálů. V závěrečné části je popsána realizace řešení zadaných úloh. Realizace je provedena ve školní laboratoři č. 109 s využitím prvků stavebnice FESTO Didactic.



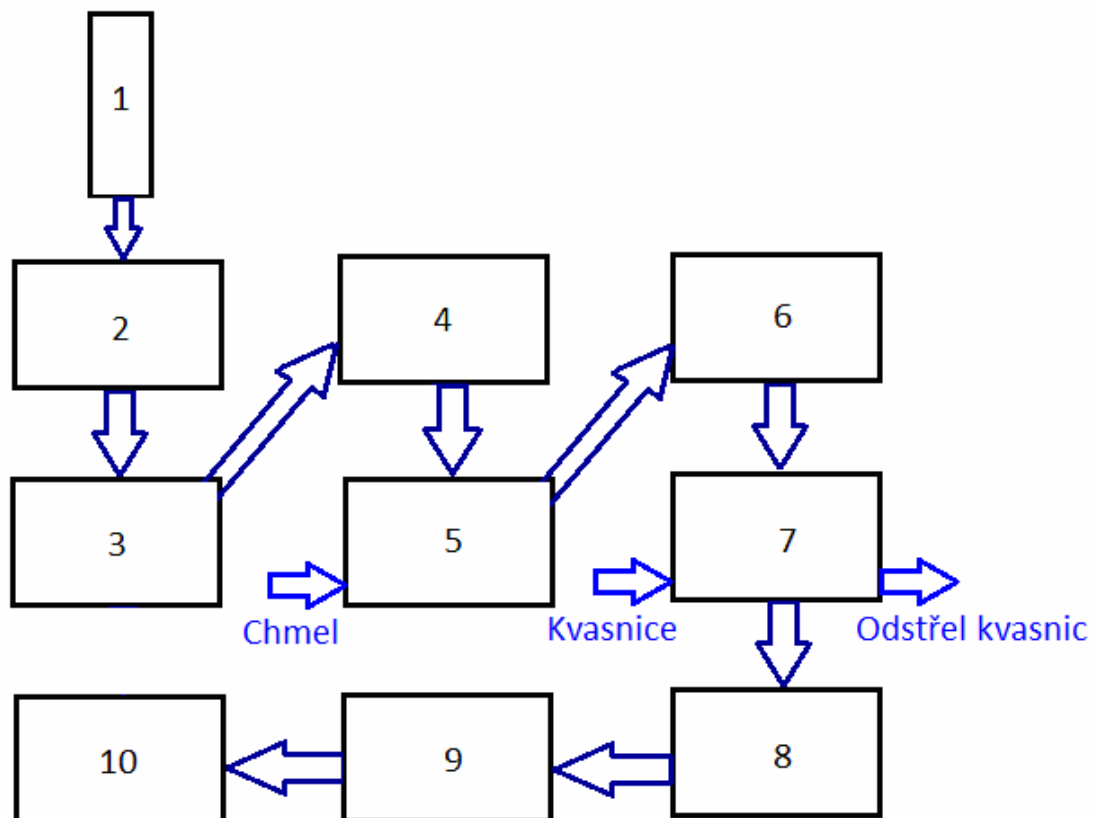
1 Popis výroby piva

Výroba piva je technologicky náročný proces, jehož cílem je „uvařit“ pivo specifických vlastností při zachování technologických, hygienických a potravinářských norem.

Výroba piva začíná procesem „Šrotování“, proces probíhá ve šrotovně. Při tomto procesu je provedeno důkladné mletí sladu za účelem zpřístupnění obsahu zrna. Rozemletý slad se následně míchá s vodou ve vystírací kádi, tento proces se nazývá „Vystírání“ a probíhá za teplot okolo 53°C. Při tomto procesu dochází ke štěpení škrobu obsaženého ve sladu na jednodušší sacharidy. Směs je dále přečerpána do rmutovací pánve, kde za ještě vyšších teplot probíhá proces „Rmutování“, ve kterém dochází ke štěpení zbylého škrobu, neboli převedení všech potřebných složek ze sladu do roztoku. Výsledkem těchto dvou procesů je rmut, který se dále přečerpá do scezovací kádě, ve které probíhá proces „Scezování“. Při tomto procesu se na dně scezovací kádě usazují zbytky sladových zrn a tím vzniká vrstva, přes kterou se profiltruje celý obsah kádě. Vzniká tak sladina, která je při procesu „Vaření“ ve chmelovaru uvedena do varu, který trvá určitou dobu. V této době je do sladiny přidáván chmel, který dodá sladince hořkost a tím vznikne sladkohořká tekutina neboli mladina. Mladina se následně přečerpá do vířivé kádě, ve které dojde k procesu „Sedimentace“, při kterém dochází k odstranění všech chmelových zbytků. Mladina se poté musí zchladit na zákvasnou teplotu. Zchlazená mladina je poté přečerpána do tzv. procesního tanků. Současně jsou do procesního tanku vpuštěny kvasnice a po naplnění procesního tanku začne proces „Kvašení“. Při tomto procesu se na určitou dobu spustí chlazení, v této době musí dojít několikrát k odstřelu neboli odstranění kvasnic. Po ukončení kvašení vzniká mladé pivo, které je připraveno pro transfer do ležáckých tanků, ve kterých dochází k procesu „Dokvašování“. Po ukončení doby ležení následuje „Filtrace“, cílem je odstranění zbylých kvasných buněk. Hotové pivo je připraveno pro transfer do stáčírny, kde probíhá proces „Stáčení“, při kterém je pivo plněno do lahvi, plechovek nebo sudů.

Přehled technologických procesů v pivovaru:

1. Šrotování
2. Vystírání
3. Rmutování
4. Scezování
5. Vaření
6. Sedimentace
7. Kvašení
8. Dokvašování
9. Filtrace
10. Stáčení

Označení a význam zkratk:

- | | |
|---------------------|-------------------|
| 1 - Šrotovna | 6 - Vířivá kád' |
| 2 - Vystírací kád' | 7 - Procesní tank |
| 3 - Rmutovací pánev | 8 - Ležácké tanky |
| 4 - Scezovací kád' | 9 - Filtr |
| 5 - Chmelovar | 10 - Stáčírna |

Obr. 1.1: Blokové schéma technologických procesů výroby piva



2 Zadání, analýza, simulace

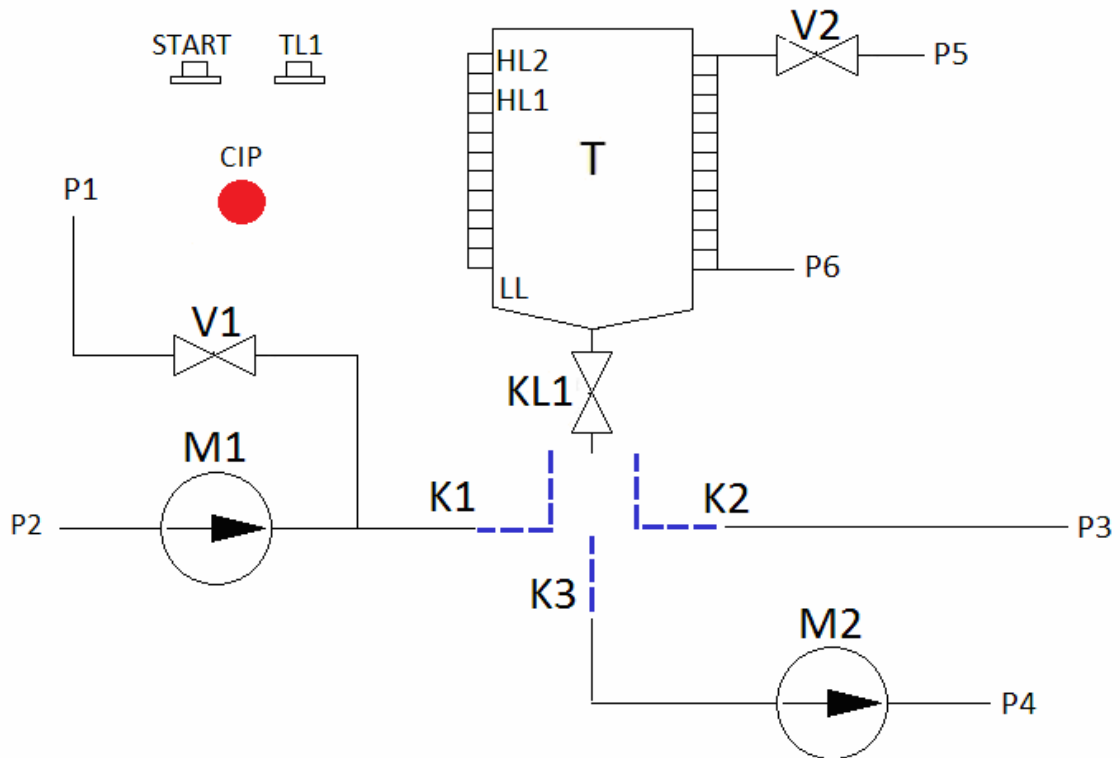
V této kapitole je provedena analýza zadaných úloh. Po analýze úloh se provede simulace těchto úloh v softwaru FESTO FluidSIM[®]. Popis technické realizace je uveden v kapitole 4.

2.1 Úloha č. 1 - Procesní tank

Navrhnete model řízení procesního tanku za stanovených podmínek, včetně technické realizace laboratorní úlohy pomocí programovatelného automatu PLC Simatic S7-1200 s využitím prvků stavebnice FESTO Didactic. Následně navrhnete vizualizaci dané úlohy pomocí operátorského panelu Simatic HMI. Před technickou realizací proveďte simulaci funkce úlohy v programu FESTO FluidSIM[®].

2.1.1 Popis zadaného procesu

Výsledným produktem procesu „Sedimentace“, kterému předcházejí procesy „Šrotování“, „Vystírání“, „Rmutování“, „Scezování“, „Vaření“ je mladina. Mladina je vysoce energetický extrakt, bez obsahu alkoholu. Mladina se po zchlazení na zákvasnou teplotu cca 3°C musí přečerpát do tzv. procesního tanku, (Obr 2.1). Přečerpání mladiny se provádí připojením kolena K1, které připraví transferové potrubí pro mladinu. Současně jsou do procesního tanku po stejném transferovém potrubí vpuštěny pivovarské kvasnice a to otevřením ventilu V1. Po naplnění procesního tanku se tank uzavře pomocí klapky KL1 a je spuštěn proces kvašení. Při procesu kvašení je nutné spustit chlazení, protože při kvašení vzniká teplo, CO₂ atd., to se provádí otevřením ventilu V2. Proces chlazení trvá po dobu cca 300s. Během této doby musí dojít k tzv. odstřelu neboli odstranění kvasnic pomocí připojení kolena K2, které vytvoří cestu pro transfer kvasnic do odpadu. Odstřel kvasnic provádí obsluha pomocí tlačítka TL1, odstřel se musí provést asi 3x. Po stisku tlačítka TL1 se otevře klapka KL1 na dobu 10s, tím se vypustí část mladého piva (kvasnice + mladé pivo). Po ukončení procesu kvašení se vypne chlazení a připojením kolena K3 se připraví potrubí pro transfer mladého piva do ležáckých tanků, tato operace se nazývá sudování.



Označení a význam zkratk:

T - Procesní tank

P1 - Potrubí pro přívod kvasnic

P2 - Potrubí pro přívod mladiny

P3 - Odpadní potrubí

P4 - Potrubí pro transfer piva

P5 - Potrubí pro vodu určenou k chlazení

P6 - Potrubí pro odvod vody určené k chlazení

M1 - Motor čerpadla pro čerpání mladiny

M2 - Motor čerpadla pro čerpání mladého piva

K1 - Koleno pro transfer mladiny a kvasnic do procesního tanků kvasnic

K2 - Koleno pro odstřel kvasnic

K3 - Koleno pro transfer piva do ležáckých tanků

V1 - Ventil ovládající přívod kvasnic

V2 - Ventil ovládající přívod vody pro chlazení

KL1 - Klapka procesního tanků

HL1, HL2, LL - Snímače hladin

START - Startovací tlačítko

TL1 - Tlačítko pro odstřel kvasnic

CIP - LED signalizace

Obr. 2.1: Blokové schéma úlohy č. 1



2.1.2 Podmínky realizace

1. Procesní tank nelze plnit, pokud neproběhl proces CIP (Cleaning In Place). Proces CIP slouží k čištění procesního tanku. Po ukončení sudování se musí dát požadavek na CIP pomocí signalizace LED diodou.
2. Motory čerpadel M1 a M2 jsou pomocné a mohou být spuštěny jen tehdy, pokud je v příslušném potrubí nějaká kapalina.
3. Klapka KL1 otevírá/uzavírá procesní tank.

2.1.3 Přehled operací

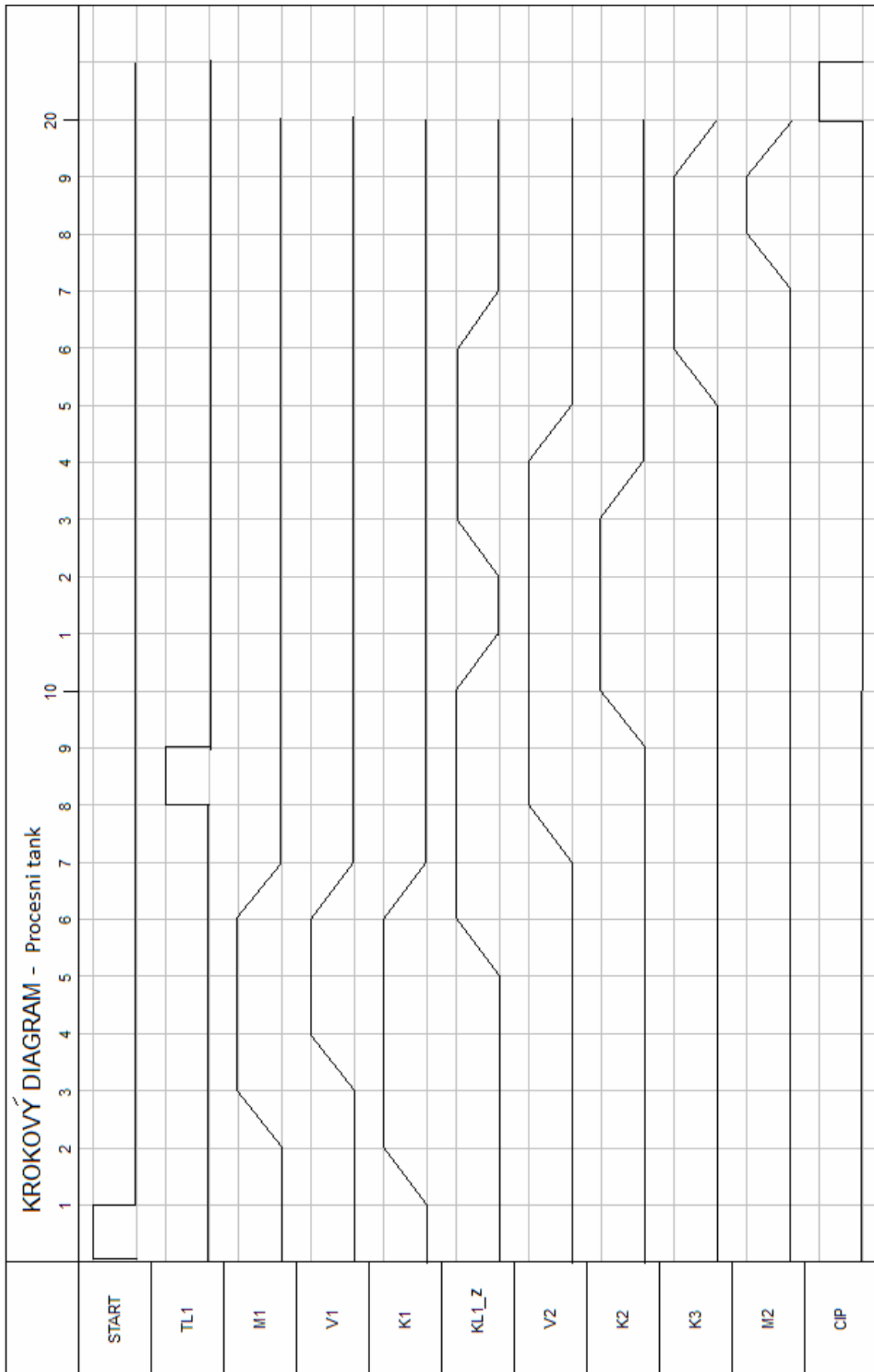
1. Zajistit zhasnutí signalizace CIP, pomocí tlačítka CIPreset.
2. Připojit koleno K1 a čerpat mladinu pomocí motoru čerpadla M1. Po dosažení dolní hladiny procesního tanku otevřít V1 a vpustit kvasnice.
3. Po naplnění procesního tanku uzavřít klapku KL1.
4. Při kvašení spustit chlazení otevřením ventilu V2 na dobu 300s.
5. Provést odstřel kvasnic v době kvašení pomocí tlačítka TL1.
6. Po ukončení kvašení připojit koleno K3 a začít odčerpávat mladé pivo pomocí motoru čerpadla M2.

Sestavení přehledu operací je provedeno na základě popisu procesu výroby piva, (kap. 2.1.1), a popisu výroby piva v pivovaru Gambrinus¹. Před uvedením procesního tanku do provozu musí být zhasnutá signalizace CIP. Signalizace CIP charakterizuje stav, ve kterém se nachází procesní tank. Pokud je signalizace CIP aktivní, je potřeba provést čištění tanku. Čištění tanku je samostatný proces, který je řešen v úloze č. 2 a proto bude signalizace CIP resetována pomocí tlačítka CIPreset.

2.1.4 Krokový diagram

Sestavení krokového diagramu je provedeno podle přehledu operací, (kap. 2.1.3). Z důvodu komplexnosti úlohy je simulován odstřel kvasnic pouze jednou, v praxi je odstřel kvasnic prováděn asi 3x. Výsledný krokový diagram, (Obr. 2.2), je sestaven pomocí programu FESTO FluidSIM[®] 4 Demo.

¹ <http://www.gambrinus.cz>



Obr. 2.2: Krokový diagram úlohy č. 1; [s1]



2.1.5 Analýza vstupů/výstupů

Podle krokového diagramu, (Obr. 2.2), je sestaven seznam všech prvků, (Tab. 2.1), potřebných pro simulaci úlohy v programu FESTO FluidSIM[®] 4 Demo. V tomto seznamu je provedeno jejich označení a přiřazení příslušných významů.

Analýza vstupů			
Prvek		Označení	Přiřazení významu
senzor	K1 je odpojeno	K10	K10=1, koleno K1 je odpojeno
senzor	K1 je připojeno	K11	K11=1, koleno K1 je připojeno
senzor	K2 je odpojeno	K20	K20=1, koleno K2 je odpojeno
senzor	K2 je připojeno	K21	K21=1, koleno K2 je připojeno
senzor	K3 je odpojeno	K30	K30=1, koleno K3 je odpojeno
senzor	K3 je připojeno	K31	K31=1, koleno K3 je připojeno
senzor	KL1 je otevřena	KL10	KL10=1, klapka KL1 je otevřena
senzor	KL1 je zavřena	KL11	KL11=1, klapka KL1 je zavřena
senzor	V1 je otevřen	V10	V10=1, ventil je otevřen
senzor	V1 je zavřen	V11	V11=1, ventil je zavřen
senzor	V2 je otevřen	V20	V20=1, ventil je otevřen
senzor	V2 je zavřen	V21	V21=1, ventil je zavřen
tlačítko	START - start tl.	START	START=0/1, tlačítko START nestis./stisknuto
tlačítko	TL1 - odstřel tl.	TL1	TL1=0/1, tlačítko TL1 nestis./stisknuto
senzor	LL - dolní hladina	LL	LL=0/1, hladina nedosažena/dosažena
senzor	HL1 - horní hl. 1	HL1	HL1=0/1, hladina nedosažena/dosažena
senzor	HL2 - horní hl. 2	HL2	HL2=0/1, hladina nedosažena/dosažena
tlačítko	CIPreset - tl.	CIPreset	CIPreset=0/1, tl. CIPreset nestis./stisknuto

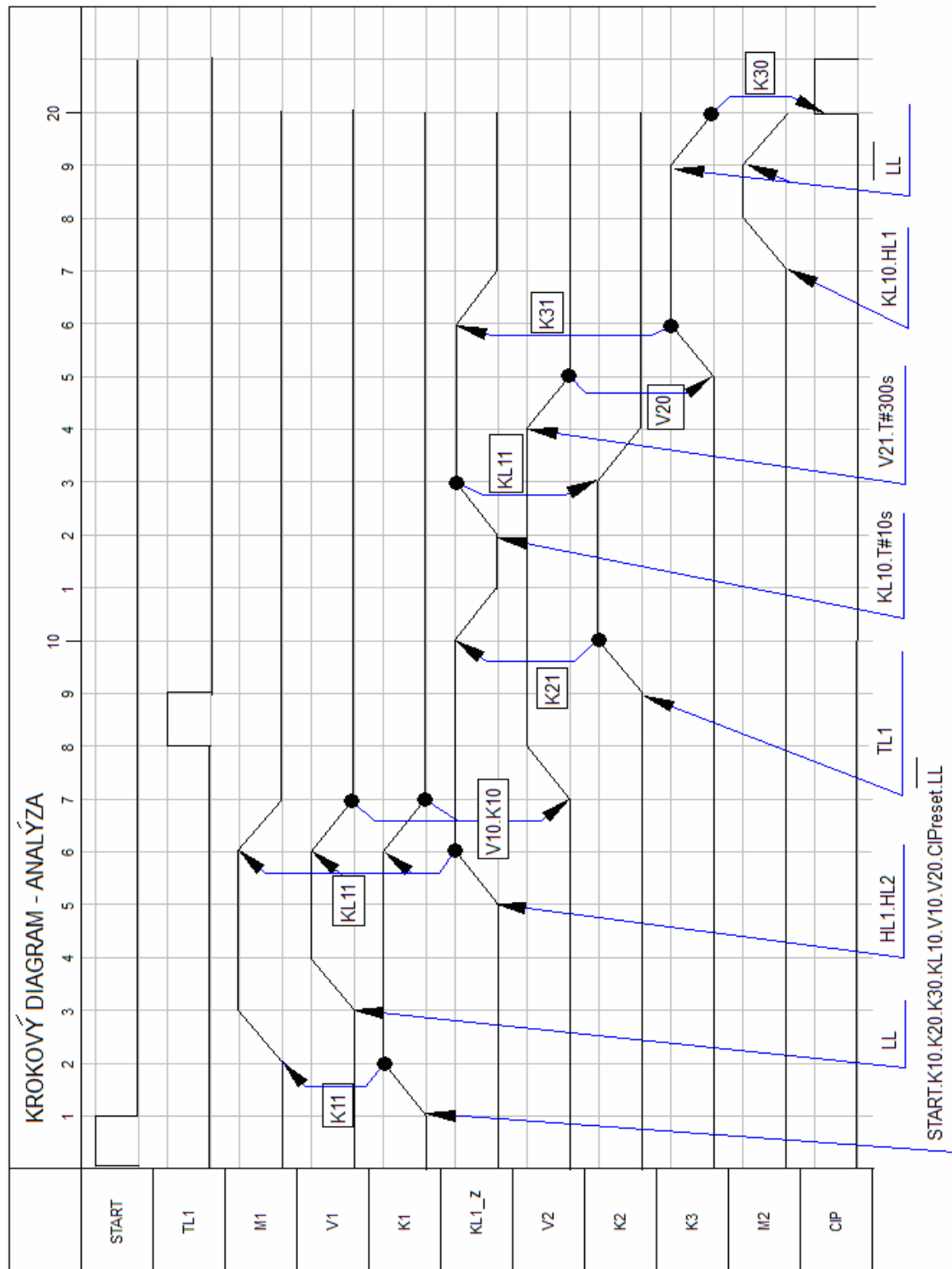
Analýza výstupů			
Prvek		Označení	Přiřazení významu
cívka rozvaděče	K1 odpojit	K1_Z	K1_Z=1, K1_P=0 - koleno K1 se odpojí
cívka rozvaděče	K1 připojit	K1_P	K1_Z=0, K1_P=1 - koleno K1 se připojí
cívka rozvaděče	K2 odpojit	K2_Z	K2_Z=1, K2_P=0 - koleno K2 se odpojí
cívka rozvaděče	K2 připojit	K2_P	K2_Z=0, K2_P=1 - koleno K2 se připojí
cívka rozvaděče	K3 odpojit	K3_Z	K3_Z=1, K3_P=0 - koleno K3 se odpojí
cívka rozvaděče	K3 připojit	K3_P	K3_Z=0, K3_P=1 - koleno K3 se připojí
cívka rozvaděče	KL1 otevřít	KL1_O	KL1_O=1, KL1_Z=0 - klapka KL1 se otevře
cívka rozvaděče	KL1 zavřít	KL1_Z	KL1_O=0, KL1_Z=1 - klapka KL1 se zavře
cívka rozvaděče	V1 je otevře	V1_O	V1_O=1, V1_Z=0 - ventil V1 se otevře
cívka rozvaděče	V1 je zavře	V1_Z	V1_O=0, V1_Z=1 - ventil V1 se zavře
cívka rozvaděče	V2 je otevře	V2_O	V2_O=1, V2_Z=0 - ventil V2 se otevře
cívka rozvaděče	V2 je zavře	V2_Z	V2_O=0, V2_Z=1 - ventil V2 se zavře
LED	CIP	CIP	CIP=0/1 - Led dioda CIP se zhasne/rozsvítí
motor čerpadla	M1	M1	M1=1/0 - motor čerpadla M1 zapnut/vypnut
motor čerpadla	M2	M2	M2=1/0 - motor čerpadla M2 zapnut/vypnut

Tab. 2.1: Seznam prvků úlohy č. 1



2.1.6 Analýza krokového diagramu

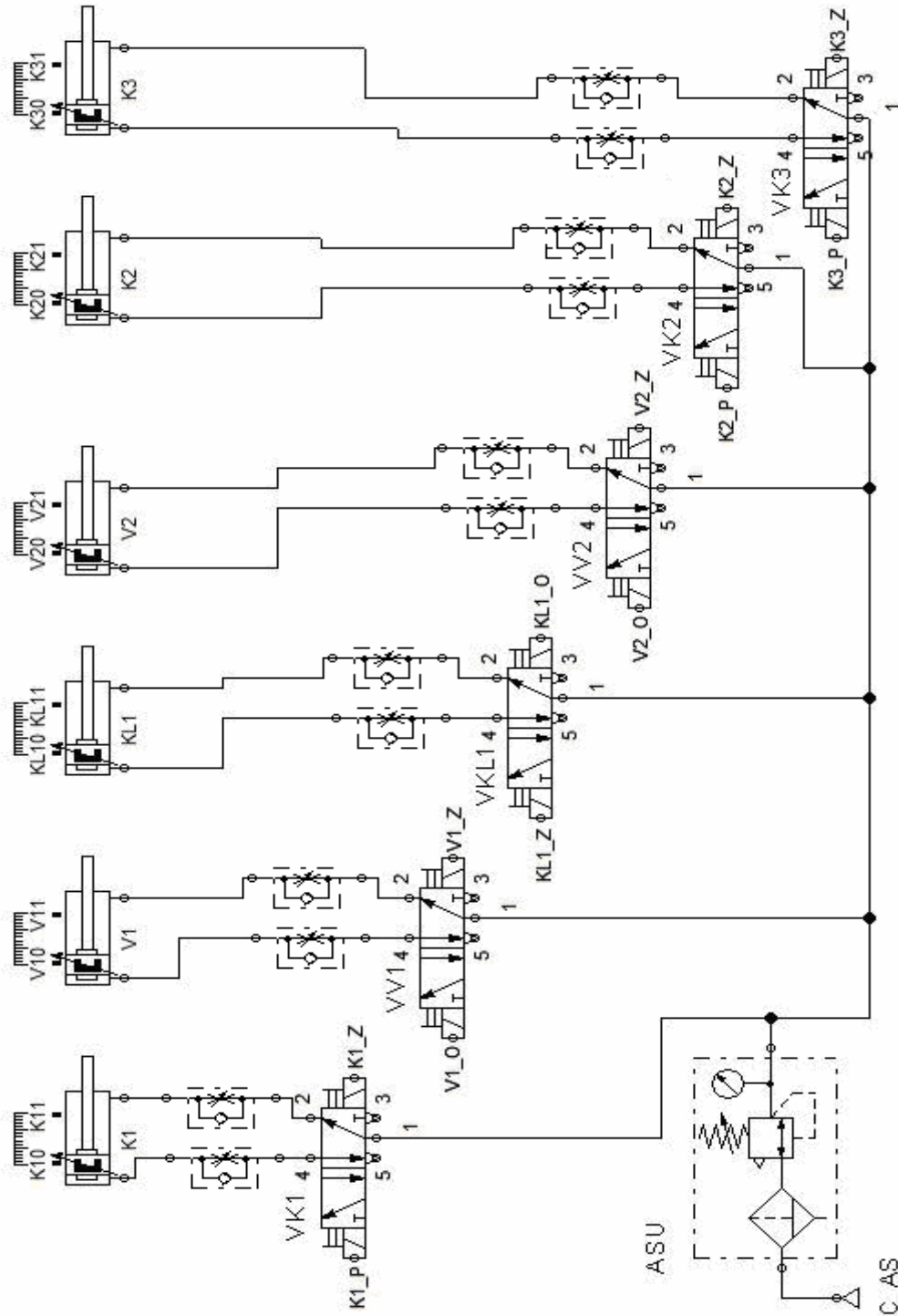
Pomocí seznamu všech prvku, (Tab. 2.1), je provedena analýza krokového diagramu. Analýza krokového diagramu, (Obr. 2.3), je sestavena v programu FESTO FluidSIM[®] 4 Demo.



Obr. 2.3: Analýza krokového diagramu úlohy č. 1; [s1]

2.1.7 Simulace úlohy

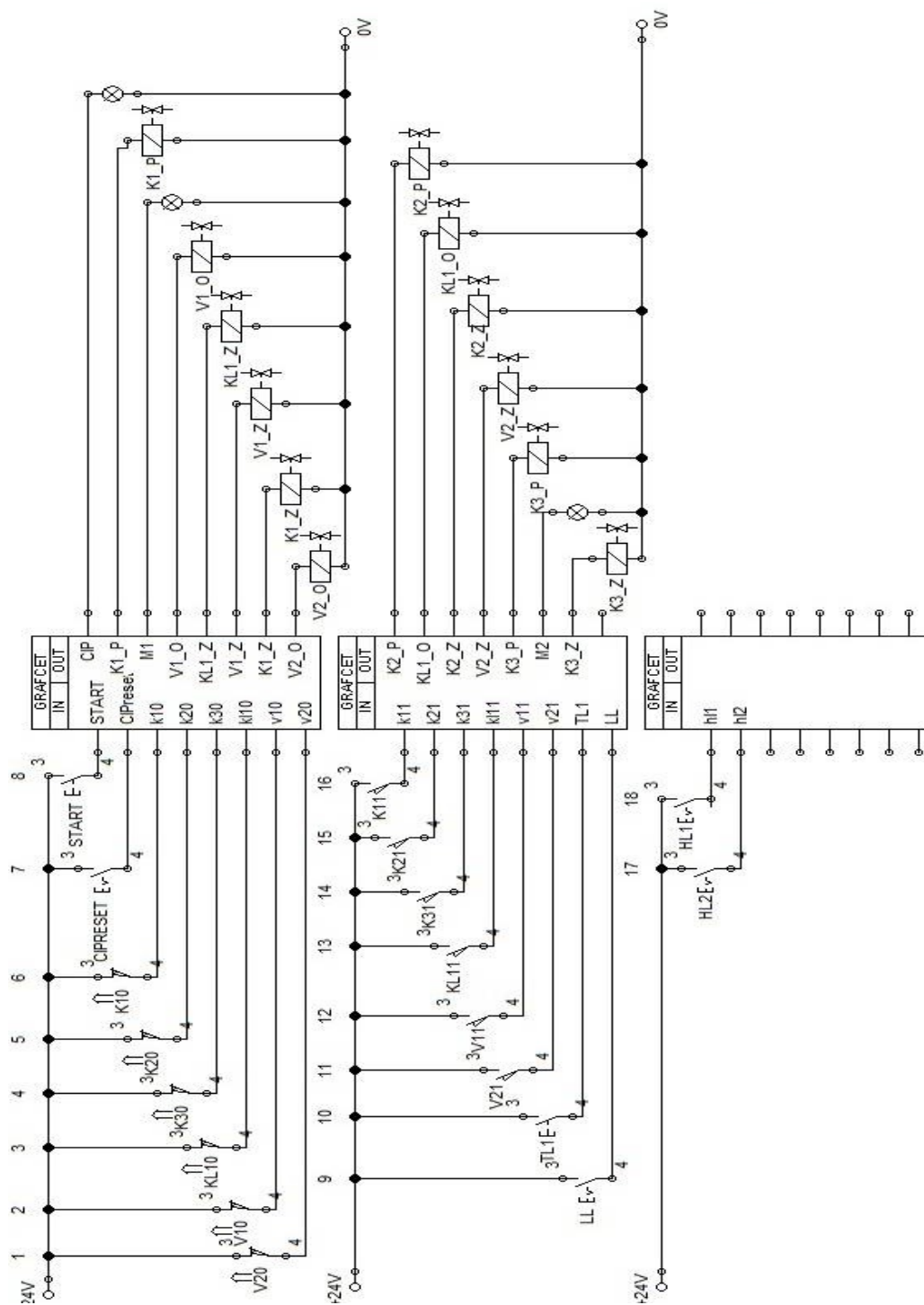
Sestavení elektropneumatického schématu, (Obr. 2.4), je provedeno v programu FESTO FluidSIM® 4 Demo. Toto schéma obsahuje bistabilní rozvaděče a dvojčinné motory. V tomto schématu se také nacházejí zpětné a škrťací ventily, které řídí rychlost vysunutí a zasunutí dvojčinných motorů.



Obr. 2.4: Elektropneumatické schéma úlohy č. 1; [s1]



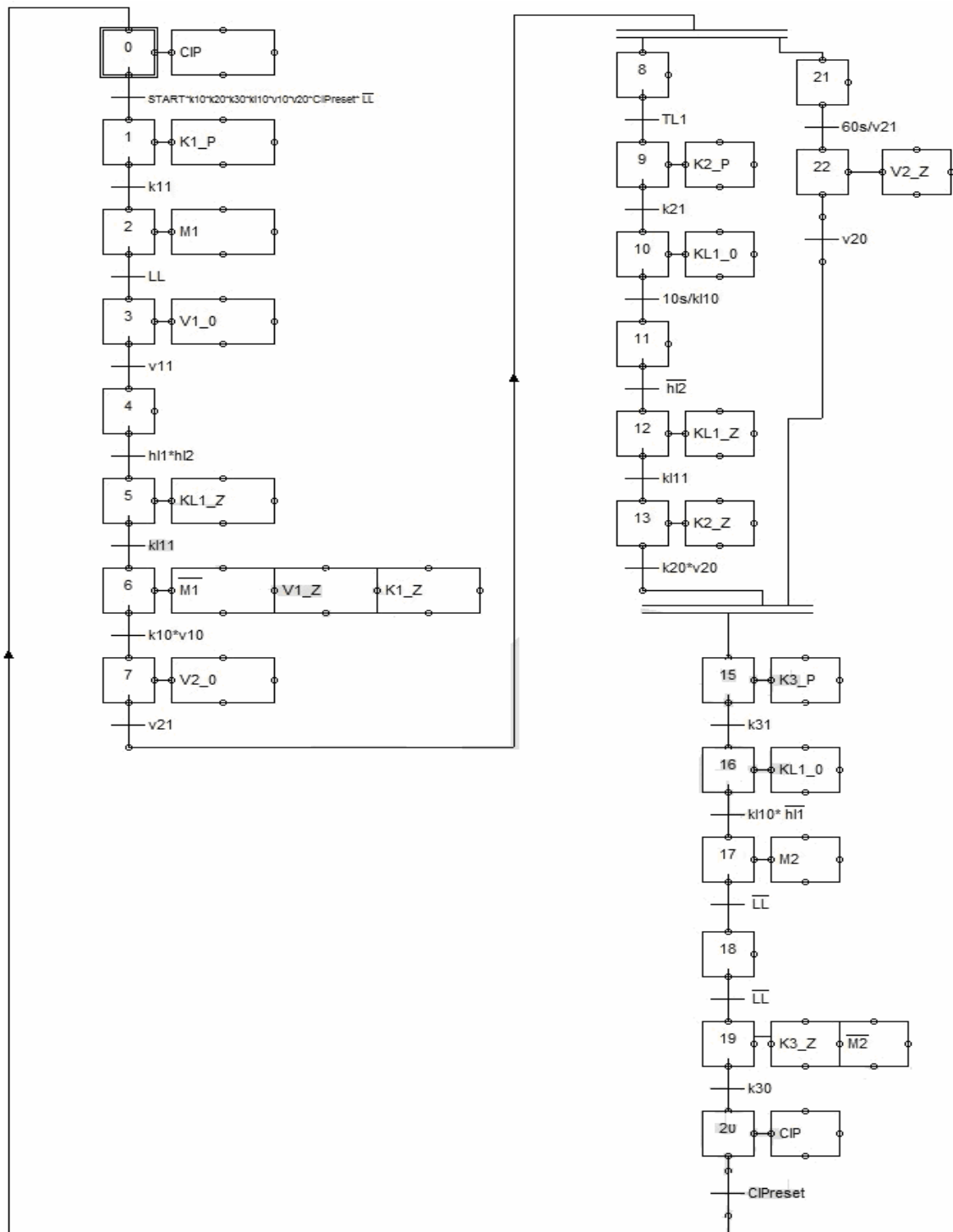
Umístění vstupních a výstupních prvků virtuálního PLC je znázorněno v obvodovém schématu, (Obr. 2.5). Mezi vstupní prvky patří ovládací tlačítka a snímače polohy dvojčinných motorů. Kolena a ventily jsou simulovány pneumatickými motory, ovládanými bistabilními rozvaděči. Motory čerpadel jsou simulovány LED diodami.



Obr. 2.5: Obvodové schéma úlohy č. 1; [s1]



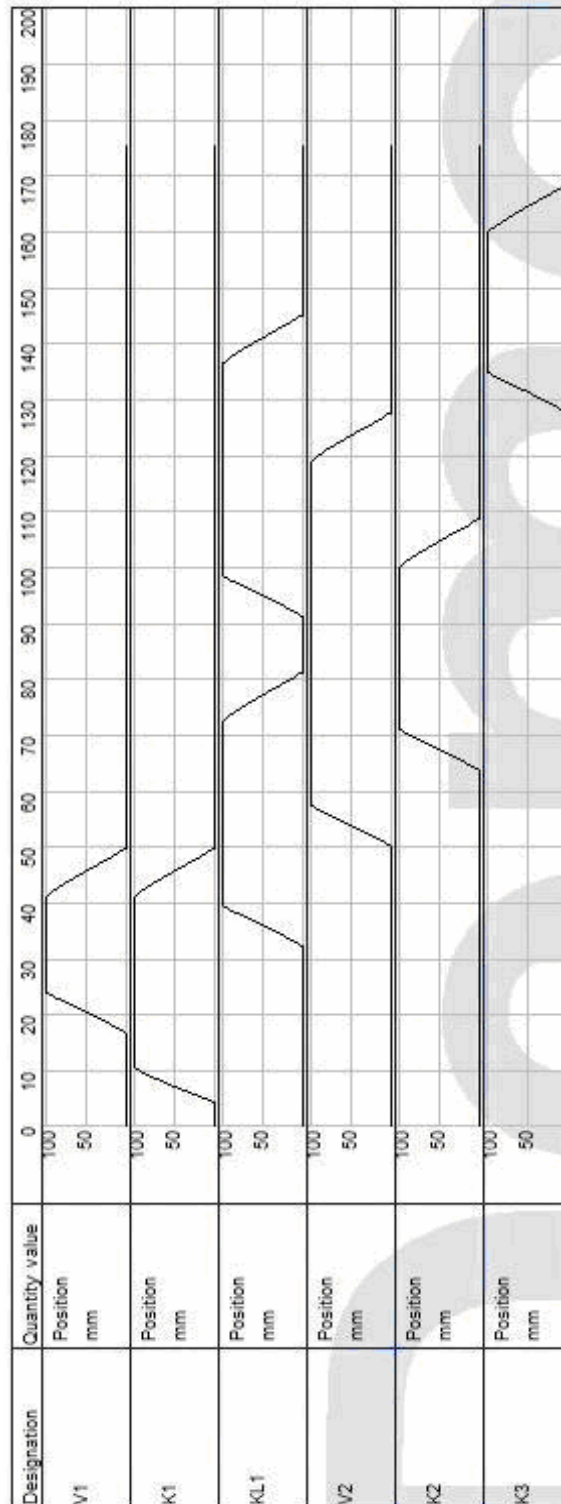
Simulace řízení procesního tanků je provedena pomocí jazyka Grafset, (Obr. 2.6), v programu FESTO FluidSIM® 4 Demo.



Obr. 2.6: Program v jazyku Grafset úlohy č. 1; [s1]



Reálný krokový diagram, (Obr. 2.7), je vytvořen v programu FESTO FluidSIM® 4 Demo pomocí nástroje State diagram. Reálný krokový diagram odpovídá krokovému diagramu, (Obr. 2.2), který je sestaven podle zadání. Tímto porovnáním je ověřena správnost simulace řízení úlohy č. 1.



Obr. 2.7: Reálný krokový diagram úlohy č. 1; [s1]

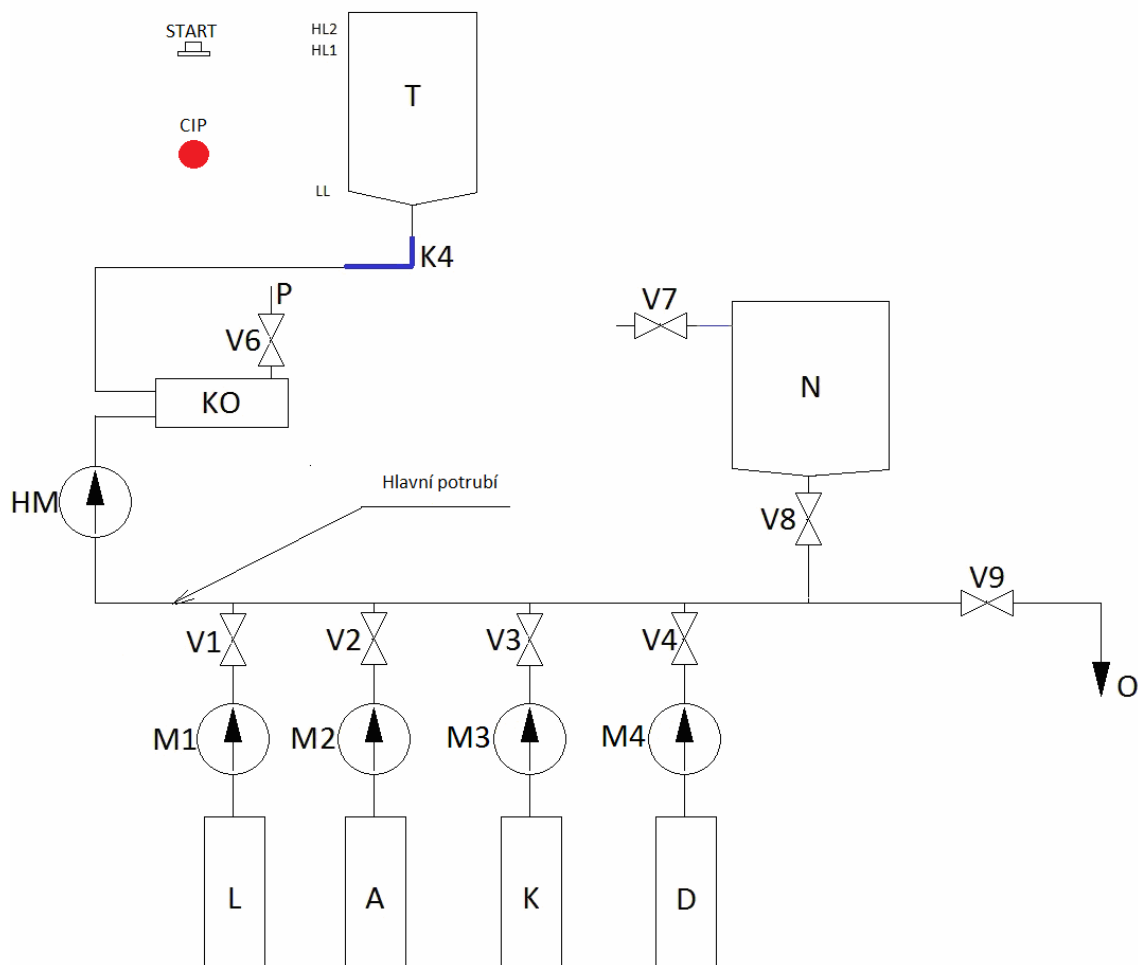


2.2 Úloha č. 2 - Čisticí jednotka CIP

Navrhněte model řízení čištění procesního tanků za stanovených podmínek, včetně technické realizace laboratorní úlohy pomocí programovatelného automatu PLC Simatic S7-1200 s využitím prvků stavebnice FESTO Didactic. Následně navrhněte vizualizaci dané úlohy pomocí ovládacího panelu Simatic HMI. Před technickou realizací proveďte simulaci funkce úlohy v programu FESTO FluidSIM®.

2.2.1 Popis zadaného procesu

Čisticí jednotka CIP, (Obr. 2.8), je systém, který slouží pro čištění procesních tanků a potrubí. Tento systém obsahuje hlavní motor čerpadla HM, který zajišťuje tlakovou cirkulaci čisticích médií a mycí vody. Dalšími motory čerpadel jsou M1, M2, M3 a M4. Tyto motory čerpadel čerpají ze zásobníků čisticí média do společného hlavního potrubí, přičemž je nutné mít otevřený právě používaný ventil čisticího media. Aplikování jednotlivých čisticích médií je dáno pořadím: voda, kyselina, voda, kyselina, voda, louh, voda, aditivum, voda, desinfekce, voda. Vždy je využíváno po daný okamžik jen jedno čisticí médium a po něm je aplikována mycí voda. Veškeré kapaliny jsou po použití čerpány do odpadu, kde jsou dále zpracovány. K ohřátí čisticího média je použit kondenzant, přes ventil V6 je přiváděna do kondenzantu horká pára.



Označení a význam zkratk:

T - Procesní tank

P - Pára

HM - Motor hlavního čerpadla

KO - Kondenzant

N - Nádrž s vodou

O - Odpad

L - Louh

A - Aditivum

K - Kyselina

D - Dezinfekce

K4 - Koleno pro připojení čistícího potrubí.

M1 - Motor čerpadla pro čerpání z nádrže s louhem

M2 - Motor čerpadla pro čerpání z nádrže s aditivem

M4 - Motor čerpadla pro čerpání z nádrže s dezinfekcí

M3 - Motor čerpadla pro čerpání z nádrže s kyselinou

V1 - Ventil od nádrže s louhem

V2 - Ventil od nádrže s aditivem

V3 - Ventil od nádrže s kyselinou

V4 - Ventil od nádrže s dezinfekcí

V6 - Ventil pro přívod páry

V7 - Ventil pro přívod vody

V8 - Ventil od nádrže s vodou

V9 - Odpadní ventil

CIP - LED signalizace

HL1, HL2, LL - snímače hladin

START - Startovací tlačítko

Obr. 2.8: Blokové schéma úlohy č. 2



2.2.2 Podmínky realizace

1. Motor hlavního čerpadla HM nesmí být spuštěn, pokud v CIP potrubí není jedno z čisticích medií nebo voda (došlo by k jeho zničení).
2. Nádrž s vodou N musí být v průběhu CIPování alespoň jednou doplněna, otevřením ventilu V7.
3. Ventil V6 je otevřen vždy, když je spuštěn motor hlavního čerpadla HM.

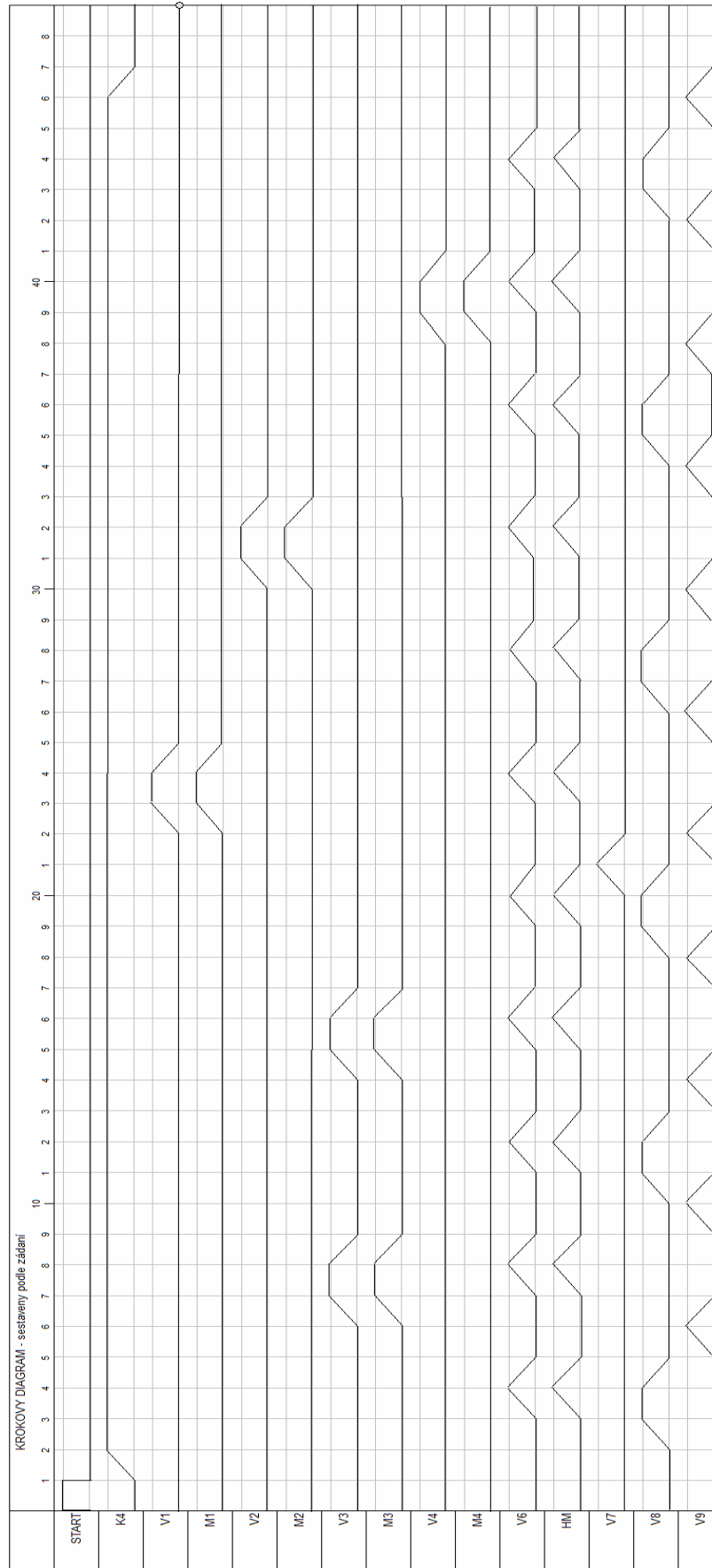
2.2.3 Přehled operací

1. Po zmáčknutí tlačítka START se má připojit koleno K4, které spojí potrubí CIP s procesním tankem.
 2. Po otevření ventilu od zásobníku čisticího media a zapnutí jeho motoru čerpadla dojde k aktivování motoru hlavního čerpadla HM a otevření ventilu V6. Deaktivování motoru hlavního čerpadla a uzavření ventilu V6 se provede až v případě, kdy je aplikace čisticího media je dokončena.
 3. Po aplikaci čisticího média musí vždy následovat proplach mycí vodou.
- Operace č. 2 a č. 3 se opakují v závislosti na druhu čisticího media.

Sestavení přehledu operací je provedeno na základě popisu procesu CIP, (kap. 2.2.1). Před zahájením procesu CIP musí být aktivní signalizace CIP. Signalizace CIP charakterizuje stav, ve kterém se nachází procesní tank. Pokud je signalizace CIP aktivní, je potřeba provést čištění tanku. Signalizace CIP se vypne po dokončení procesu.

2.2.4 Krokový diagram

Sestavení krokového diagramu je provedeno podle přehledu operací, (kap. 2.2.3), a popisu procesu CIP, (kap. 2.2.1). Výsledný krokový diagram, (Obr. 2.9), je sestaven pomocí programu FESTO FluidSIM[®] 4 Demo.



Obr. 2.9: Krokový diagram úlohy č. 2; [s1]



2.2.5 Analýza vstupů/výstupů

Podle krokového diagramu, (Obr. 2.9), je sestaven seznam všech prvků, (Tab. 2.2), potřebných pro simulaci úlohy v programu FESTO FluidSIM[®] 4 Demo. V tomto seznamu je provedeno jejich označení a přiřazení příslušných významů.



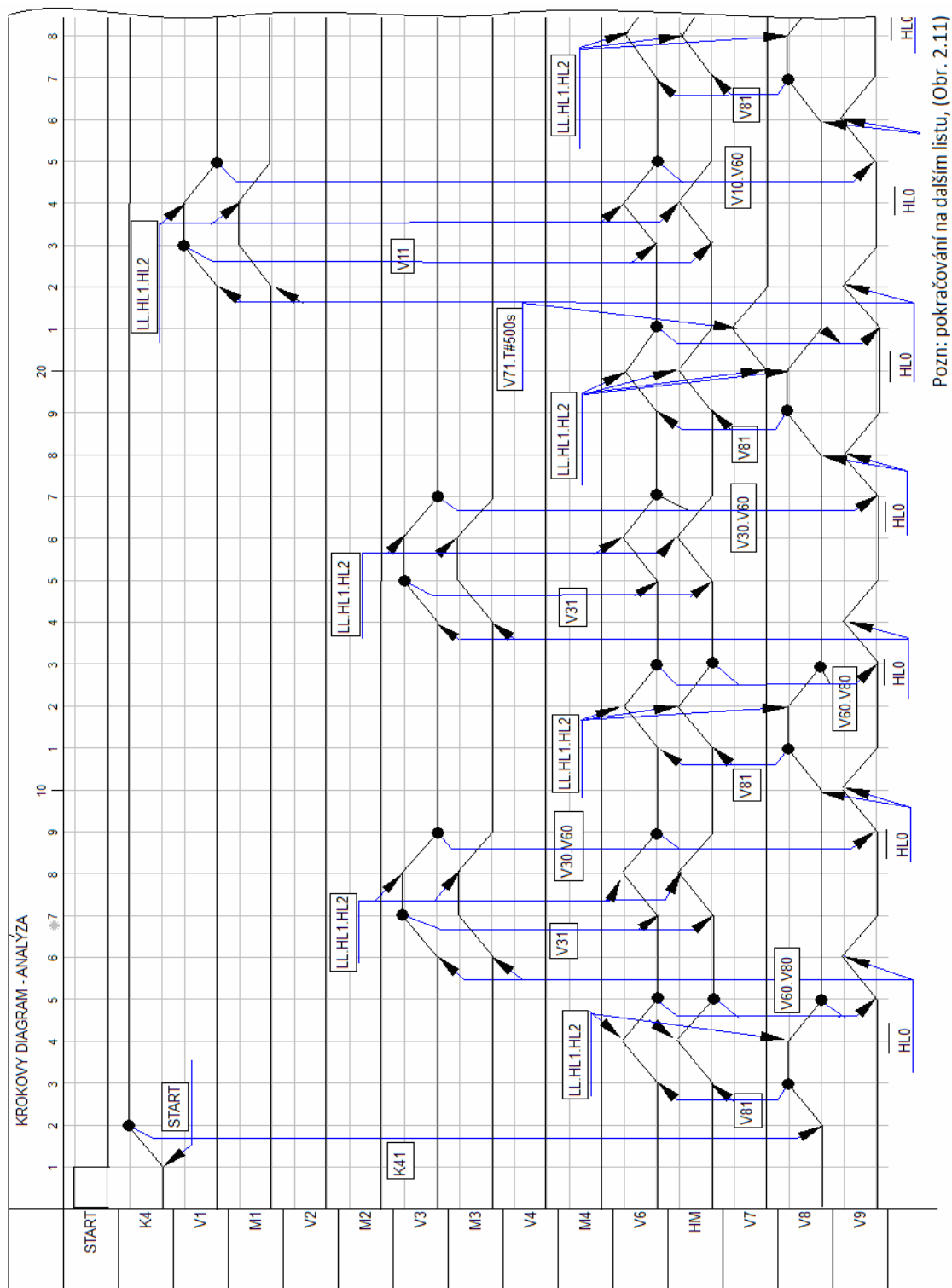
Analýza vstupů			
Prvek		Označení	Přiřazení významu
senzor	K4 je odpojeno	k40	k40=1, koleno K4 je odpojeno
senzor	K4 je připojeno	k41	k41=1, koleno K4 je připojeno
senzor	V1 je zavřen	v10	v10=1, ventil V1 je zavřen
senzor	V1 je otevřen	v11	v11=1, ventil V1 je otevřen
senzor	V2 je zavřen	v20	v20=1, ventil V2 je zavřen
senzor	V2 je otevřen	v21	v21=1, ventil V2 je otevřen
senzor	V3 je zavřen	v30	v30=1, ventil V3 je zavřen
senzor	V3 je otevřen	v31	v31=1, ventil V3 je otevřen
senzor	V4 je zavřen	v40	v40=1, ventil V4 je zavřen
senzor	V4 je otevřen	v41	v41=1, ventil V4 je otevřen
senzor	V6 je zavřen	v60	v60=1, ventil V6 je zavřen
senzor	V6 je otevřen	v61	v61=1, ventil V6 je otevřen
senzor	V7 je zavřen	v70	v70=1, ventil V7 je zavřen
senzor	V7 je otevřen	v71	v71=1, ventil V7 je otevřen
senzor	V8 je zavřen	v80	v80=1, ventil V8 je zavřen
senzor	V8 je otevřen	v81	v81=1, ventil V8 je otevřen
senzor	V9 je zavřen	v90	v90=1, ventil V9 je zavřen
senzor	V9 je otevřen	v91	v91=1, ventil V9 je otevřen
tlačítko	START - start tl.	start	start=0/1, tlačítko START stisk./nestisknuto
senzor	LL-dolní hladina	LL	LL=0/1, hladina nedosažena/dosažena
senzor	HL1 - horní hl. 1	HL1	HL1=0/1, hladina nedosažena/dosažena
senzor	HL2 - horní hl. 2	HL2	HL2=0/1, hladina nedosažena/dosažena
senzor	HL0 - hl. 0	HL0	HL0=0/1, hladina nedosažena/dosažena
Analýza výstupů			
Prvek		Označení	Přiřazení významu
cívka rozvaděče	K4 odpojit	K4_Z	K4_Z=1,K4_P=0 - koleno K4 se odpojí
cívka rozvaděče	K4 připojit	K4_P	K4_Z=0,K4_P=1 - koleno K4 se připojí
cívka rozvaděče	V1 se otevře	V1_O	V1_O=1,V1_Z=0 - ventil V1 se otevře
cívka rozvaděče	V1 se zavře	V1_Z	V1_O=0,V1_Z=1 - ventil V1 se zavře
cívka rozvaděče	V2 se otevře	V2_O	V2_O=1,V2_Z=0 - ventil V2 se otevře
cívka rozvaděče	V2 se zavře	V2_Z	V2_O=0,V2_Z=1 - ventil V2 se zavře
cívka rozvaděče	V3 se otevře	V3_O	V3_O=1,V3_Z=0 - ventil V3 se otevře
cívka rozvaděče	V3 se zavře	V3_Z	V3_O=0,V3_Z=1 - ventil V3 se zavře
cívka rozvaděče	V4 se otevře	V4_O	V4_O=1,V4_Z=0 - ventil V4 se otevře
cívka rozvaděče	V4 se zavře	V4_Z	V4_O=0,V4_Z=1 - ventil V4 se zavře
cívka rozvaděče	V6 se otevře	V6_O	V6_O=1,V6_Z=0 - ventil V6 se otevře
cívka rozvaděče	V6 se zavře	V6_Z	V6_O=0,V6_Z=1 - ventil V6 se zavře
cívka rozvaděče	V7 se otevře	V7_O	V7_O=1,V7_Z=0 - ventil V7 se otevře
cívka rozvaděče	V7 se zavře	V7_Z	V7_O=0,V7_Z=1 - ventil V7 se zavře
cívka rozvaděče	V8 se otevře	V8_O	V8_O=1,V8_Z=0 - ventil V8 se otevře
cívka rozvaděče	V8 se zavře	V8_Z	V8_O=0,V8_Z=1 - ventil V8 se zavře
cívka rozvaděče	V9 se otevře	V9_O	V9_O=1,V9_Z=0 - ventil V9 se otevře
cívka rozvaděče	V9 se zavře	V9_Z	V9_O=0,V9_Z=1 - ventil V9 se zavře
motor čerpadla	M1	M1	M1=1/0 - motor M1 zapnut/vypnut
motor čerpadla	M2	M2	M2=1/0 - motor M2 zapnut/vypnut
motor čerpadla	M3	M3	M3=1/0 - motor M3 zapnut/vypnut
motor čerpadla	M4	M4	M4=1/0 - motor M4 zapnut/vypnut
motor čerpadla	HM	HM	HM=1/0 - motor HM zapnut/vypnut

Tab. 2.2: Seznam prvků úlohy č. 2

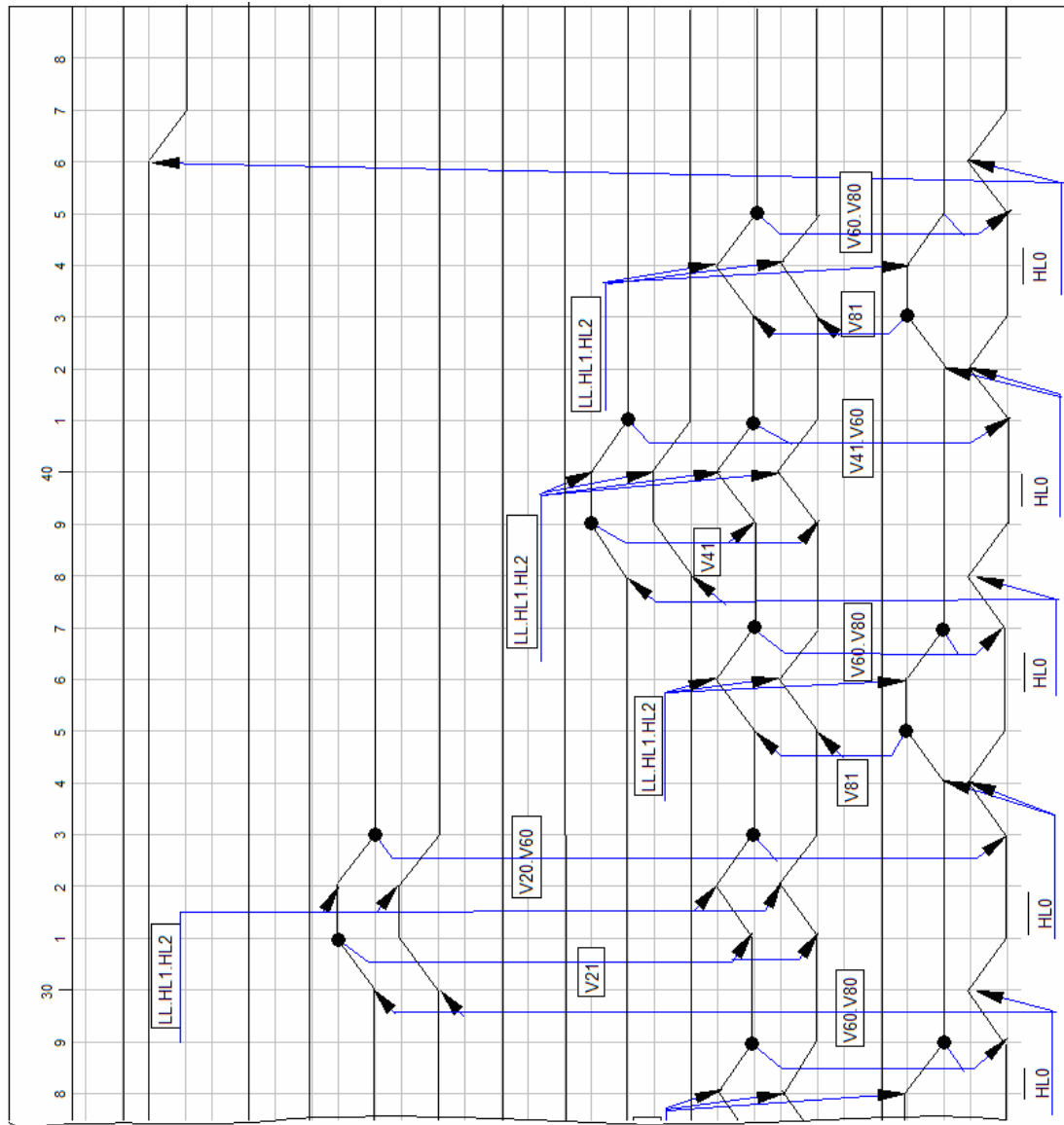


2.2.6 Analýza krokového diagramu

Pomocí seznamu všech prvku, (Tab. 2.2), je provedena analýza krokového diagramu. Analýza krokového diagramu, (Obr. 2.10, Obr. 2.11), je sestavena v programu FESTO FluidSIM® 4 Demo.



Obr. 2.10: Analýza krokového diagramu úlohy č. 2 - část první; [s1]



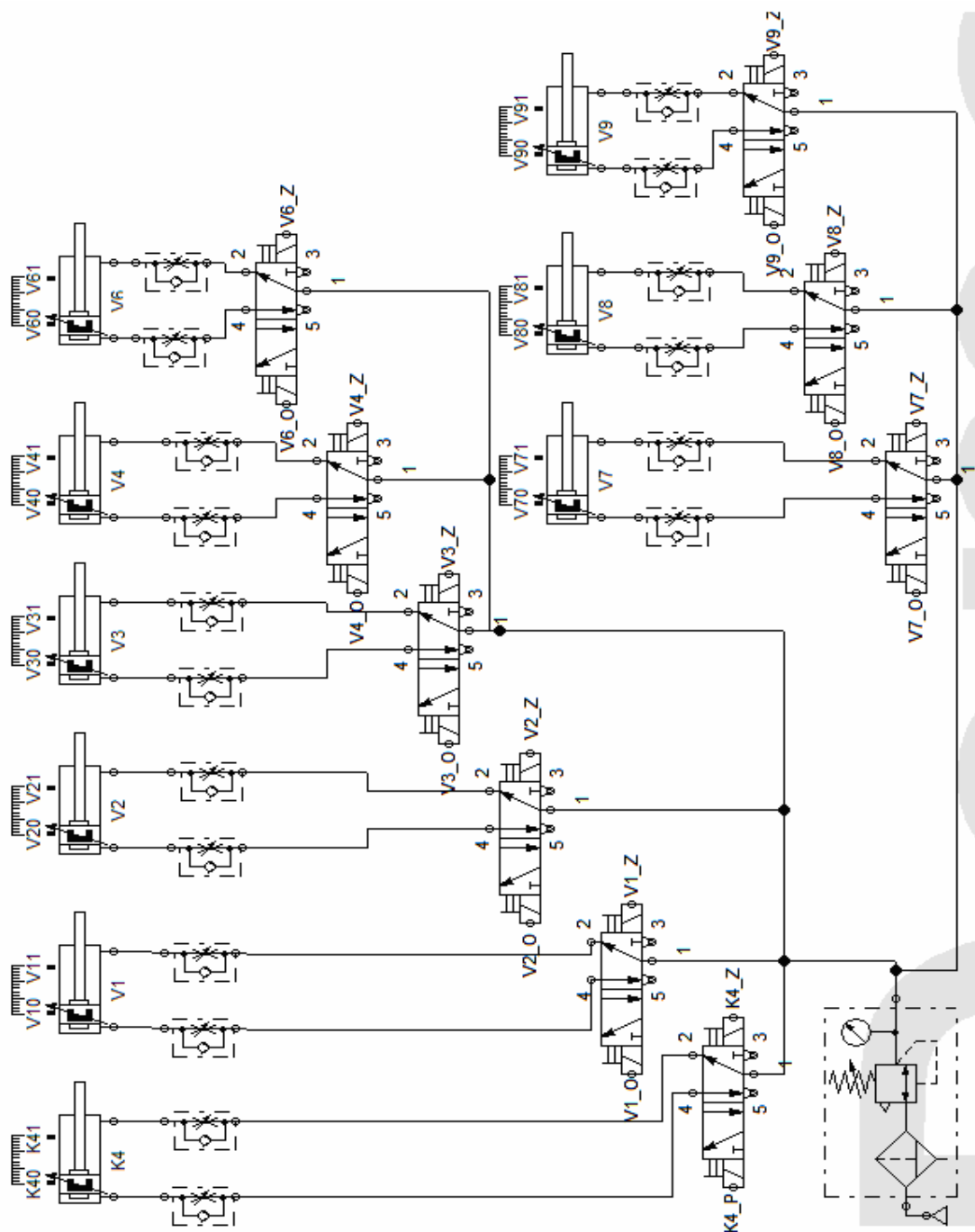
Pozn: první část na předchozím listu, (Obr. 2.10)

Obr. 2.11: Analýza krokového diagramu úlohy č. 2 - část druhá; [s1]



2.2.7 Simulace úlohy

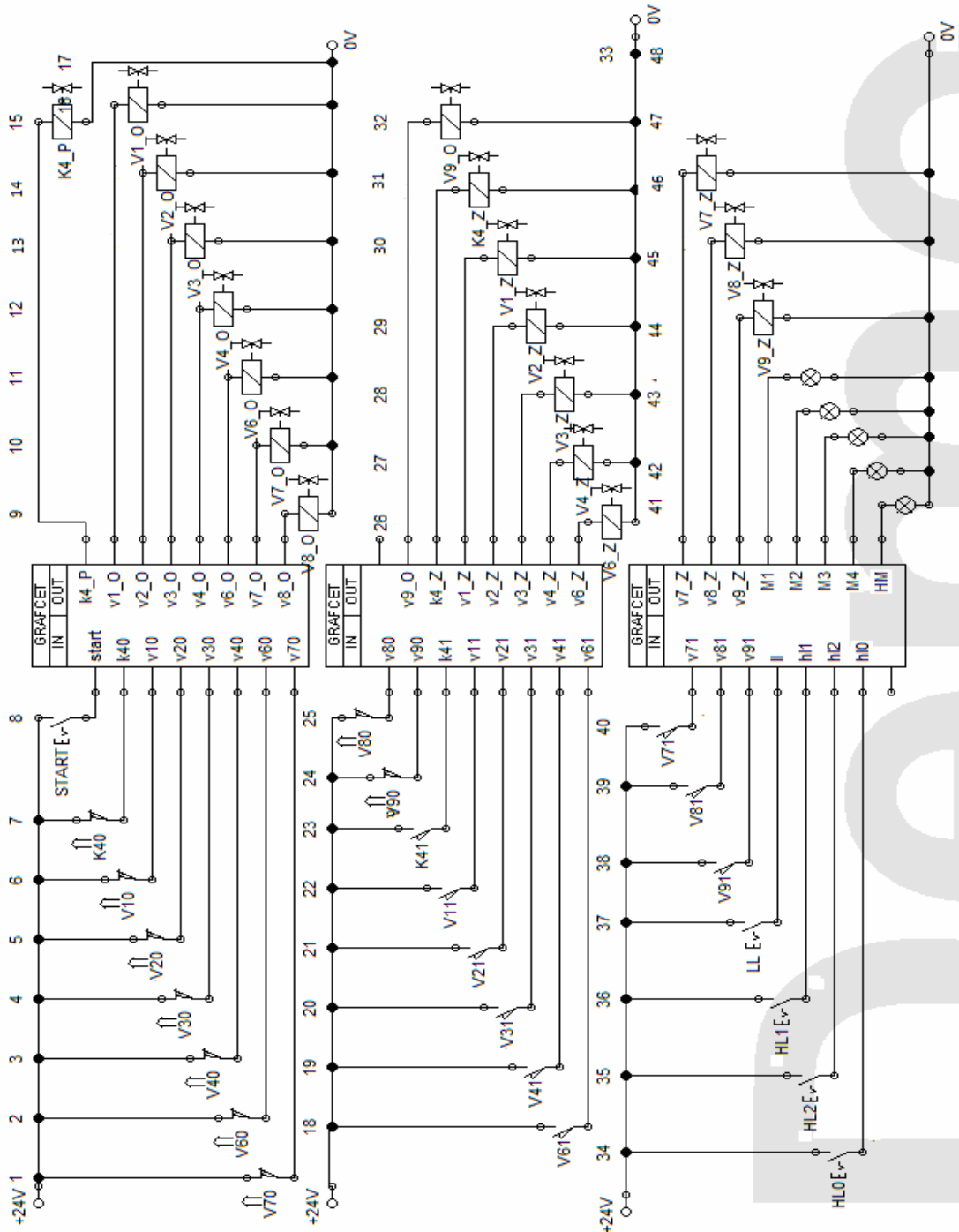
Sestavení elektropneumatického schématu, (Obr. 2.12), je provedeno v programu FESTO FluidSIM[®] 4 Demo. Toto schéma obsahuje bistabilní rozvaděče a dvojitěnné motory. V tomto schématu se také nacházejí zpětné a škrťací ventily, které řídí rychlost vysunutí a zasunutí dvojitěnných motorů.



Obr. 2.12: Elektropneumatické schéma úlohy č. 2; [s1]



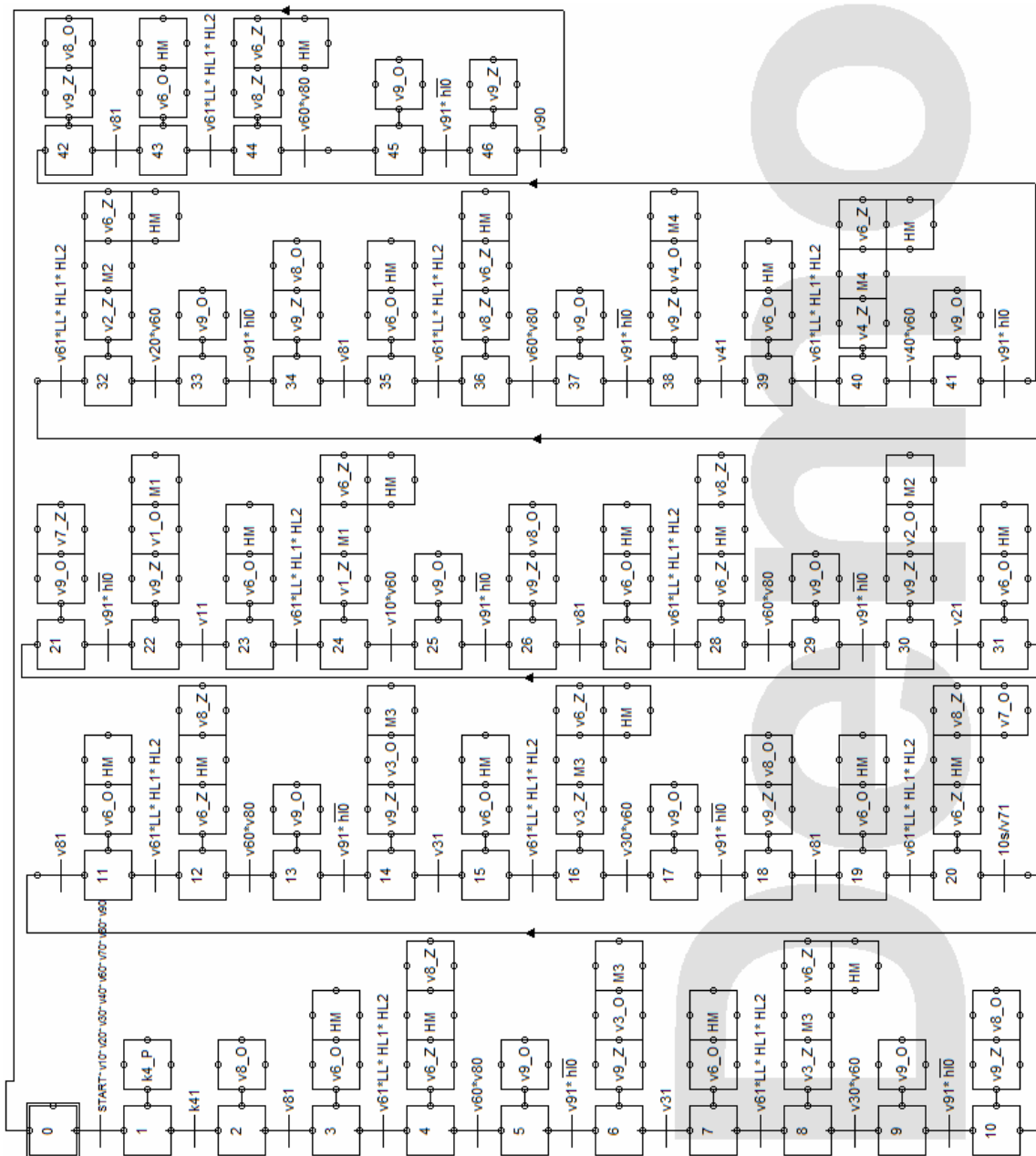
Umístění vstupních a výstupních prvků virtuálního PLC je znázorněno v obvodovém schématu, (Obr. 2.13). Mezi vstupní prvky patří ovládací tlačítka a snímače polohy dvojčinných motorů. Kolena a ventily jsou simulovány pneumatickými motory, ovládanými bistabilními rozvaděči. Motory čerpadel jsou simulovány LED diodami.



Obr. 2.13: Obvodové schéma úlohy č. 2; [s1]



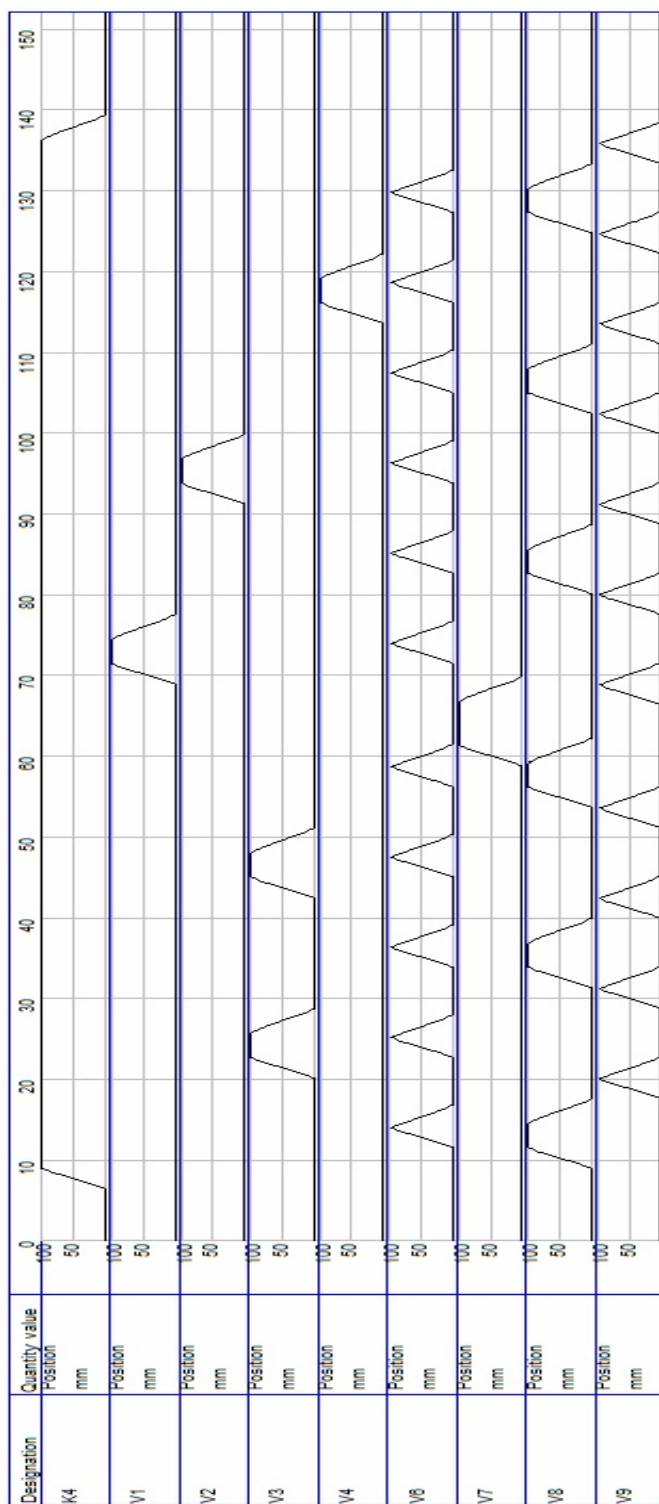
Simulace řízení čističky jednotky CIP je provedena pomocí jazyka Grafcet v programu FESTO FluidSIM® 4 Demo. Pomocí tohoto programu je vytvořeno virtuální PLC a jeho ovládání jazykem Grafcet, (Obr. 2.14).



Obr. 2.14: Program v jazyku Grafcet úlohy č. 2; [s1]



Reálný krokový diagram, (Obr. 2.15), je vytvořen v programu FESTO FluidSIM® 4 Demo pomocí nástroje State diagram. Reálný krokový diagram odpovídá krokovému diagramu, (Obr. 2.9), který je sestaven podle zadání. Tímto porovnáním je ověřena správnost simulace řízení úlohy č. 2.



Obr. 2.15: Reálný krokový diagram úlohy č. 2; [s1]



3 Použité HW a SW prostředky

Tato část je věnována popisu hardwarových a softwarových prostředků, které budou použity pro implementaci zadaných úloh.

3.1 Hardware SIMATIC

V této kapitole je proveden popis hardwaru, který je k dispozici pro řešení této bakalářské diplomové práce.

3.1.1 Simatic S7 - 1200

Simatic S7-1200, (Obr. 3.1), je víceúčelová řídicí jednotka vhodná jak k efektivní automatizaci menších strojů a dopravníkových systémů, tak i jako distribuovaná komponenta s funkcí regulátoru v rozlehlějších automatizačních systémech.



Obr. 3.1: Řídicí jednotka S7 - 1200; [5]

Simatic S7-1200 je nabízen ve třech různých variantách. Vybrat je možné ze tří typu centrální procesorové jednotky, a to CPU (Central Processing Unit) 1211C, 1212C



a 1214C. Jednotka k dispozici pro bakalářskou diplomovou práci nese označení CPU 1212C, (Obr. 3.1). Základní parametry udávané výrobcem Siemens jsou obsaženy v tabulce, (Tab. 3.1). Podrobnější informace lze nalézt v [5].

Typ	CPU 1212C
Rozměry	90x100x75
Paměť	
-pracovní	25Kb
-stálá (permanentní)	1Mb
-remanentní	2Kb
Vstupy/Výstupy	
-Digitální	8vstupu/6výstupu
-Analogové	2 vstupy
Rozšíření	
-signálové moduly	je možné přidat 2 moduly
-signálové desky	je možné přidat 1 desku na CPU
-komunikační moduly	je možné přidat 3 moduly
Vysokorychlostní čítače	
-samotný	3x 100kHz a 1x 30kHz
-kvadraturní	3x 100kHz a 1x 30kHz
Impulzní výstupy	2
Paměťová karta	paměťová karta SIMATIC
Realný platný čas	10 dnů
Profinet	1 port
Rychlost vykonání instrukci	
-matematické	18 μ s/instrukce
-booleovské	0,1 μ s/instrukce

Tab. 3.1: Přehled základních parametrů CPU 1212C

Pro rozšíření počtu vstupů a výstupů slouží signálové moduly, (Obr. 3.2), které je možné přidat na pravou stranu od CPU. Do centrální procesorové jednotky typu CPU 1212C je možné přidat dva signálové moduly.



Obr. 3.2: Signálové moduly; [1]

3.1.2 Simatic HMI Basic

Operátorské panely Simatic HMI jsou určeny pro tvorbu vizualizací technologických procesů. Tyto operátorské panely se dělí podle velikosti grafického dotykového displeje. Grafický dotykový displej je nabízen ve čtyřech velikostech a to 4", 6", 10" a 15". Operátorské panely nabízejí dotykové ovládání z plochy obrazovky displeje a hardwarové funkční klávesy, nacházející se pod displejem. Pro bakalářskou diplomovou práci je k dispozici operátorský panel Simatic HMI KTP600 Basic Color PN, (Obr. 3.3). Tento panel je osazen grafickým dotykovým displejem o velikosti 6", který má rozlišení 320x240, zobrazuje 256 barev a má k dispozici 6 hardwarových funkčních kláves. Podrobnější informace o tomto panelu lze nalézt v [6].



Obr. 3.3: Simatic KTP600 Basic Color PN; [1]



3.2 Software TIA Portál

Software použitý v této bakalářské diplomové práci je nejnovějším produktem firmy Siemens a jmenuje se Siemens Totally Integrated Automation Portal, stručně TIA Portál. Koncepce TIA nabízí řešení s jednotnou hardwarovou i softwarovou základnou pro různé druhy automatizační úloh ve všech průmyslových odvětvích. Tento koncept je charakteristický svým propojením jednotlivých dílčích oblastí, mezi které patří zejména projektování řídicích systémů, komunikační techniky, diagnostiky, funkční i informační bezpečnosti. Úplné a jednotné prostředí umožňuje ušetřit mnoho času a peněz.

TIA portál je jednotné vývojové prostředí pro přípravu, realizaci a údržbu automatizačních projektů. V tomto prostředí se nacházejí pod jednou střešou veškeré nástroje potřebné pro projektování a konfigurování řídicích systémů a operátorských rozhraní. TIA Portál jako první přináší společné prostředí pro tvorbu aplikačních programů pro řídicí systémy tvořené programovatelnými automaty (PLC) a dále pro tvorbu buď operátorských rozhraní pro stroje a zařízení s použitím operátorských panelů HMI (Human Machine Interface) nebo pro dispečerské systémy SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition). Mezi výhody tohoto softwaru patří rychlá tvorba aplikačních programů, zajištění konzistence dat v celém automatizačním projektu a transparentnosti jeho struktury, kterou lze velmi snadno měnit nebo doplňovat. V prostředí softwaru TIA Portál V10.5, kterým disponuje Ústav přístrojové a řídicí techniky v laboratoři 109, se nacházejí inženýrské nástroje Simatic Step 7 Basic V10.5 a WinCC Basic V10.5. Tyto nástroje slouží pro tvorbu aplikačních programů pro řídicí systém Simatic S7-1200 a pro tvorbu vizualizací operátorských panelů HMI. V této sekci je proveden obecný popis postupů tvorby prvního projektu v prostředí TIA Portál.

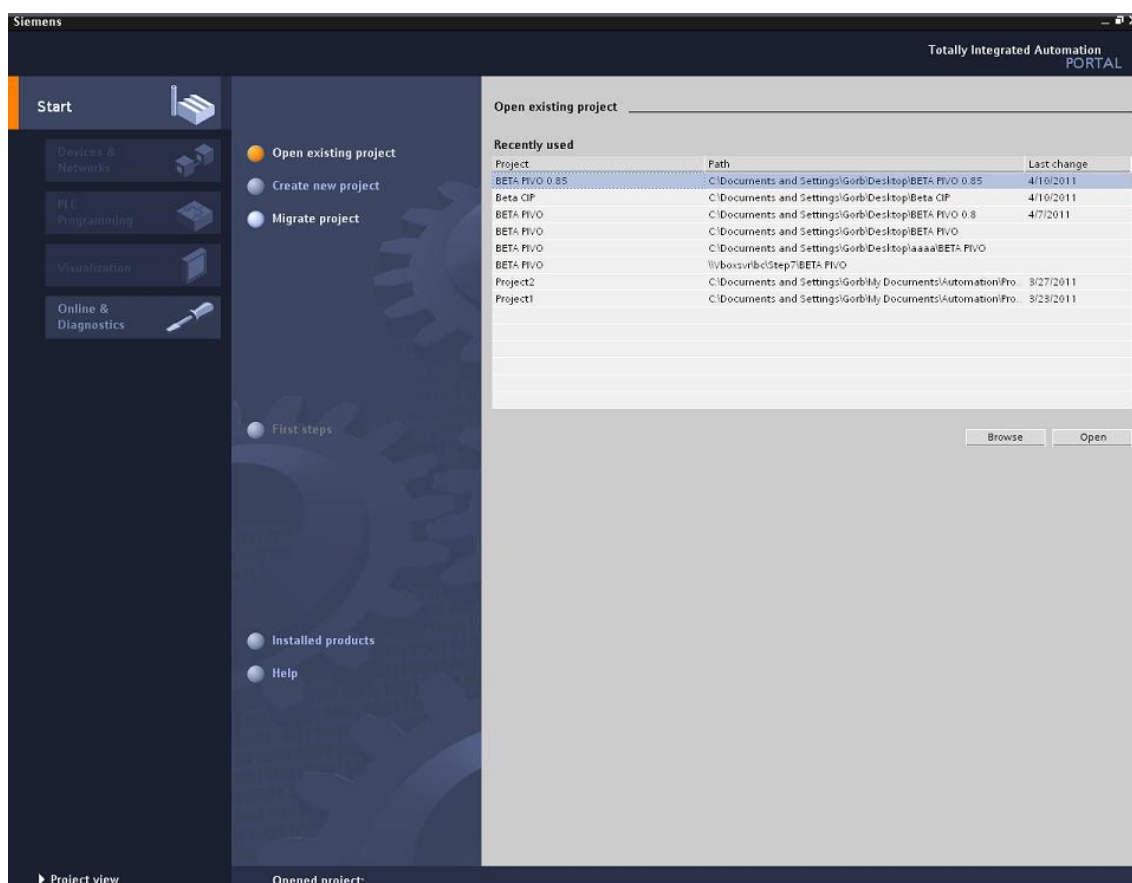


3.2.1 Projektové zobrazení

Projektové zobrazení je vždy spuštěné při startu prostředí TIA Portál. Toto zobrazení poskytuje celkový přehled projektu. Výhodou tohoto zobrazení je možnost skoku do jednotlivých částí projektu. V tomto zobrazení se nachází úvodní obrazovka „Start“.

3.2.2 Start

Na úvodní obrazovce „Start“ je možné buď vytvořit nový projekt, otevřít existující projekt nebo migrovat projekt z více předchozích projektů.



Obr. 3.4: TIA Portál - Start; [s2]

Po vytvoření nového projektu je možné zvolit mezi čtyřmi položkami nabídky „Start“.

V položce „Zařízení a sítě - Devices and Networks“, (Obr. 3.5), je možné vybrat typ řídicí jednotky Simatic PLC a typ operátorského panelu Simatic HMI. Řídicí

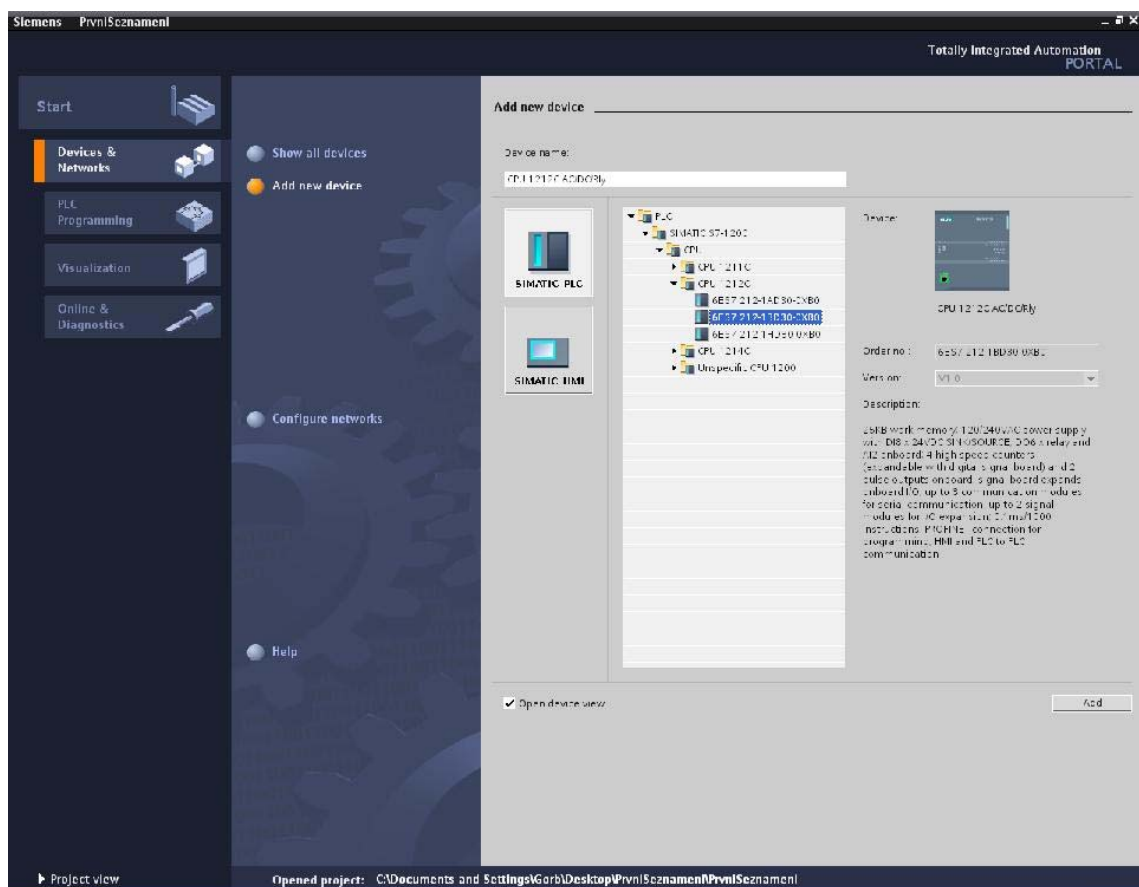


jednotka k dispozici pro bakalářskou diplomovou práci je CPU 1212C AC/DC/Rly a operátorský panel je HMI KTP600 Basic Color PN. Nejdříve je nutno vybrat centrální řídicí jednotku jakožto hlavní hardware, na který se váže ovládací panel.

V položce „Programování PLC - PLC Programming“ je možné vytvořit SW pro zvolenou PLC.

V položce „Vizualizace - Visualization“ je možné vytvořit vizualizační aplikaci pro zvolený operátorský panel.

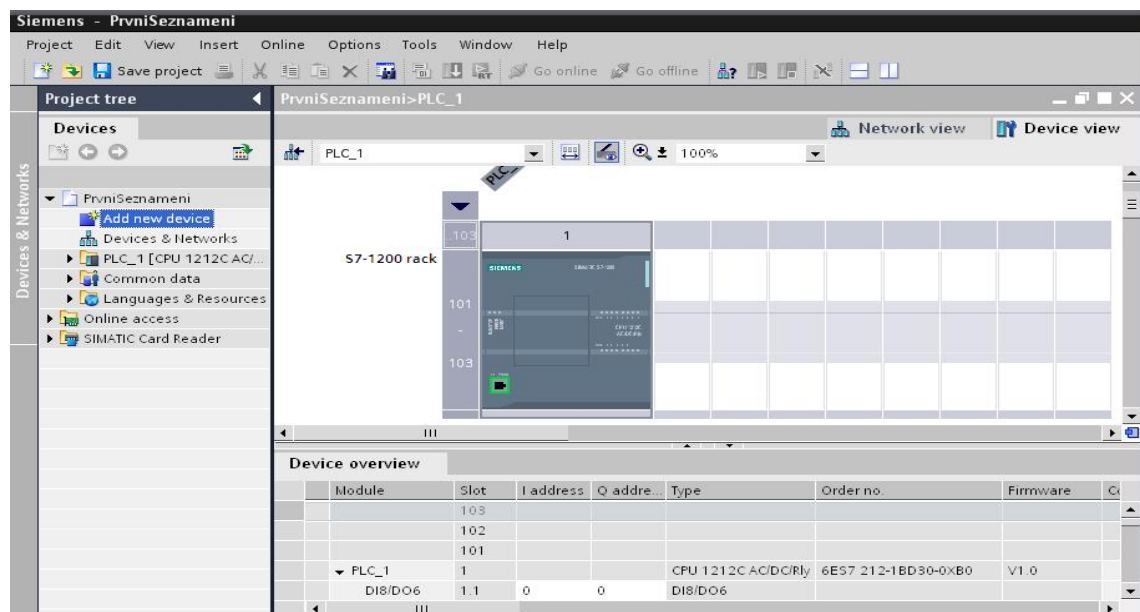
V položce „Diagnostika - Online & Diagnostics“ je možné v režimu online sledovat chod aplikace a provádět diagnostiku.



Obr. 3.5: TIA Portál - Zařízení a sítě; [s2]

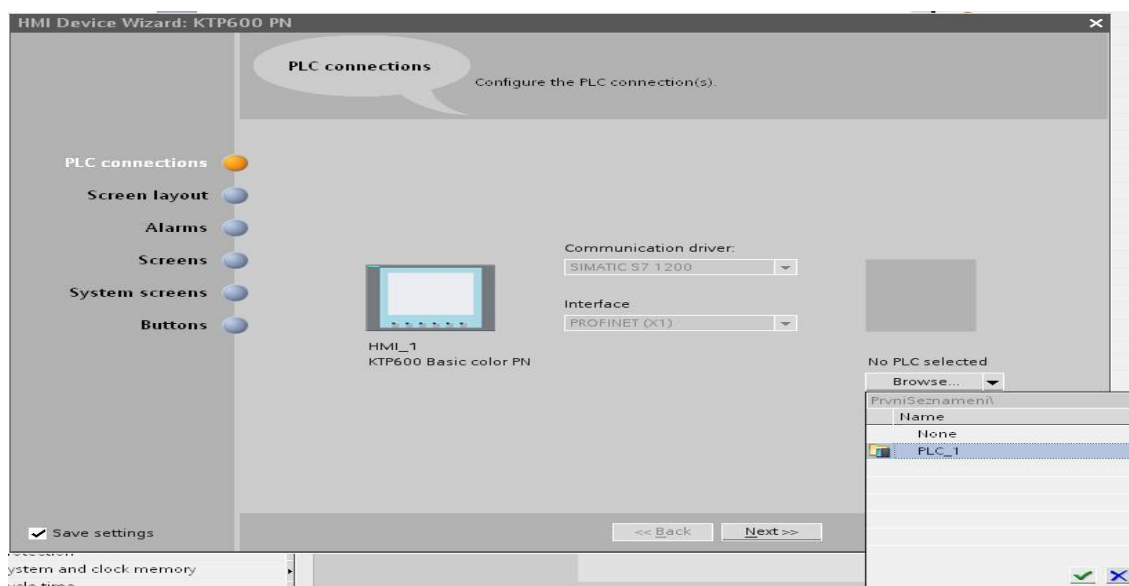
3.2.3 Portálové zobrazení

Po výběru centrální řídicí jednotky se TIA Portál automaticky přepne do portálového zobrazení, (Obr. 3.6). Portálové zobrazení je detailní zobrazení projektu. V tomto zobrazení je dostupný úplný přístup do všech nástrojů a funkcí prostředí TIA Portál. I v tomto zobrazení lze přidávat další hardware, a proto je nutno v tomto kroku přidat operátorský panel Simatic HMI KTP600 Basic Color PN.



Obr. 3.6: TIA Portál - Portálové zobrazení; [s2]

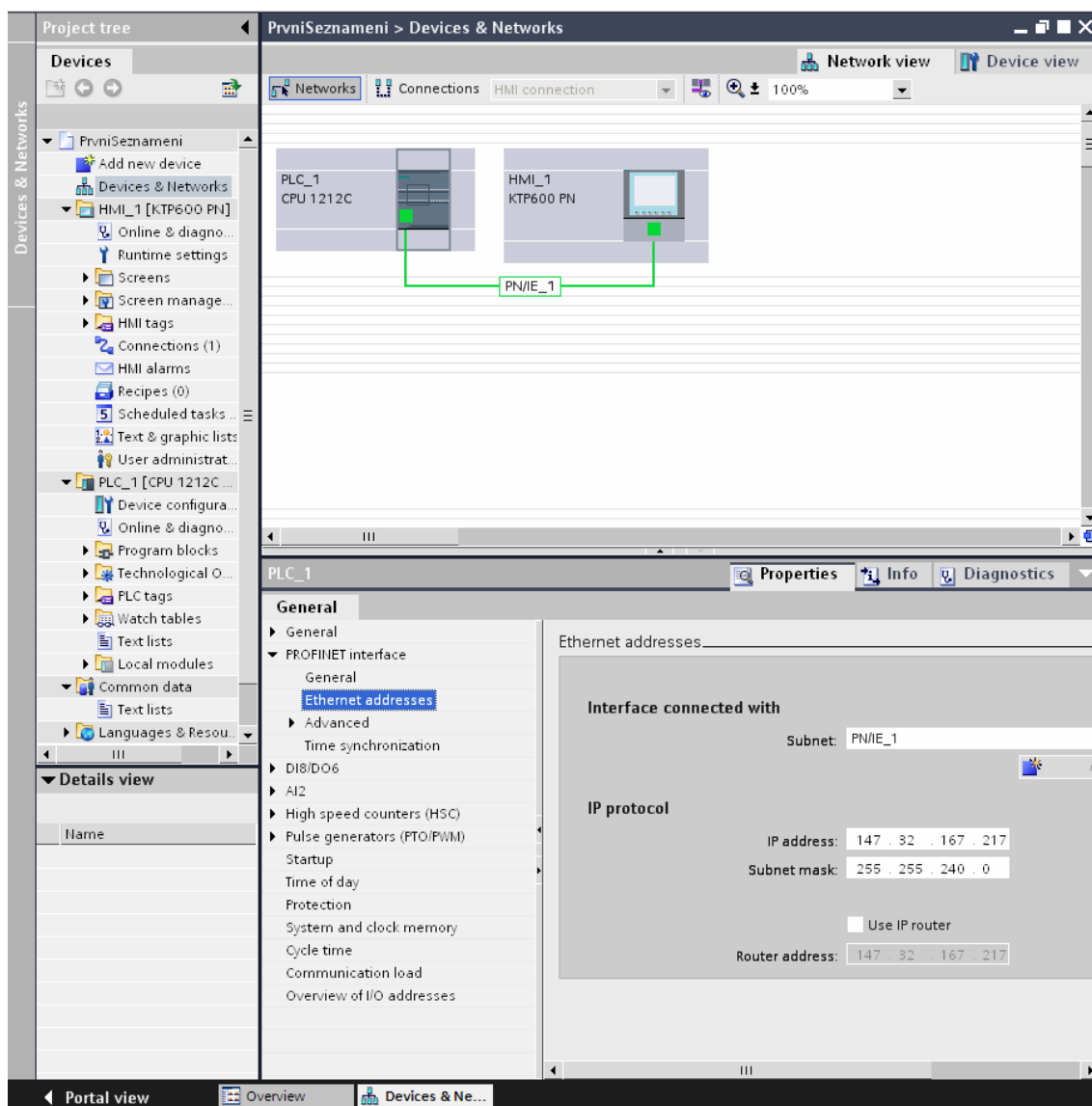
Po přidání ovládacího panelu se zobrazí speciální okno s průvodcem HMI zařízení, (Obr. 3.7), určené pro konfiguraci Simatic HMI. V tomto okně je možné nastavit komunikaci mezi PLC S7-1200 a Simatic HMI, navrhnout rozvržení obrazovky, navrhnout alarmy, nastavit funkce hardwarových tlačítek a dalších obrazovek. V okně pro komunikaci mezi PLC S7-1200 a Simatic HMI je nutno nastavit komunikaci operátorského panelu s PLC, které bylo vybráno pro projekt. Tuto komunikaci je možné také nastavit v části projektového stromu „Zařízení a sítě - Devices and Networks“.



Obr. 3.7: TIA Portál - Průvodce HMI zařízení; [s2]

3.2.4 Projektový strom

Na levé straně portálového zobrazení se nachází vedlejší okno „Projektový strom - Project tree“, (Obr. 3.8). Toto okno poskytuje kompletní obsah projektu. Pomocí tohoto okna je možné se snadno dostat do jakéhokoliv části projektu. Přesuneme-li se do části „Zařízení a sítě - Devices and Networks“, objeví se hlavní okno se zobrazením všech zařízení existujících v projektu. Pod tímto oknem se nachází vedlejší okno „Vlastnosti - Properties“, v něm je možné nastavovat všechny parametry těchto zařízení. Nejdůležitějším parametrem je nastavení způsobu síťové komunikace.



Obr. 3.8: TIA Portál - Projektový strom; [s2]

V našem projektu jsou obě zařízení, jak PLC, tak operátorský panel připojena na školní síť a každé musí mít vlastní pevnou IP adresu přidělenou správcem sítě Strojní Fakulty. Aby zařízení správně komunikovalo, je nutné ručně nastavit IP adresu v nastaveních daného zařízení. Pro centrální řídicí jednotku PLC S7-1200 je určena adresa 147.32.167.217 a pro operátorský panel KTP600 PN je určena adresa 147.32.167.216. Obě adresy musí mít stejnou školní masku sítě a to 255.255.240.0.



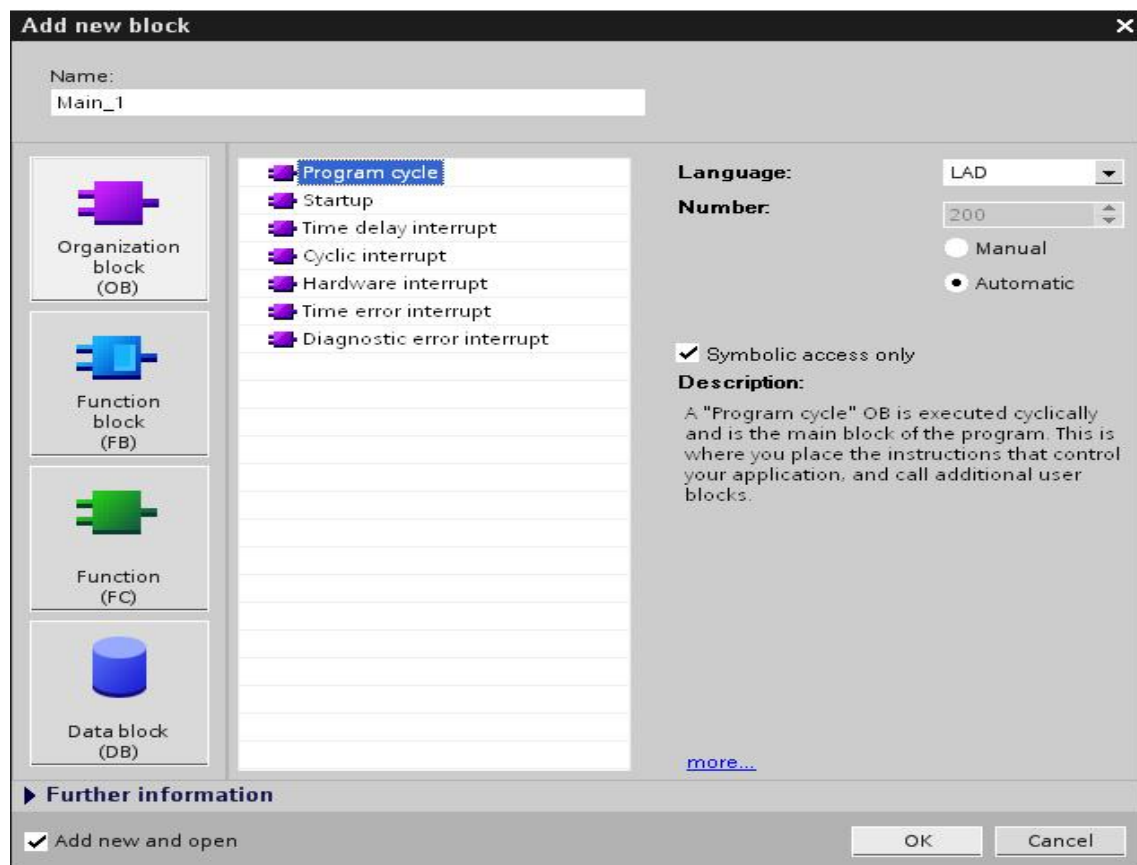
3.2.5 Programování PLC

Pro programování centrální řídicí jednotky SIMATIC S7-1200 je použit nástroj Simatic Step 7 Basic, který představuje integrované softwarové prostředí pro tvorbu uživatelských programů. Verze Simatic Step 7 Basic V10.5 s integrovaným softwarem WinCC Basic podporuje uživatele nabídkou aplikačně orientovaných a intuitivně ovladatelných editorů. Tyto editory nabízejí vysoký uživatelský komfort a umožňují rychlejší a přehlednější tvorbu programu. V této sekci je popsán postup tvorby prvního programu.

3.2.5.1 Programové bloky

V záložce „Programové bloky - Program blocks“ je možné vytvořit programový blok, ve kterém bude probíhat program, určený k řízení procesu pomocí PLC SIMATIC S7-1200. Na obr. 3.9 vidíme průvodce vytvoření programového bloků.

Step 7 Basic obsahuje dva programovací jazyky podle nejnovější normy IEC 1131-3. Program je možné psát v jazyku funkčních bloků FBD nebo v jazyku kontaktních schémata LAD.



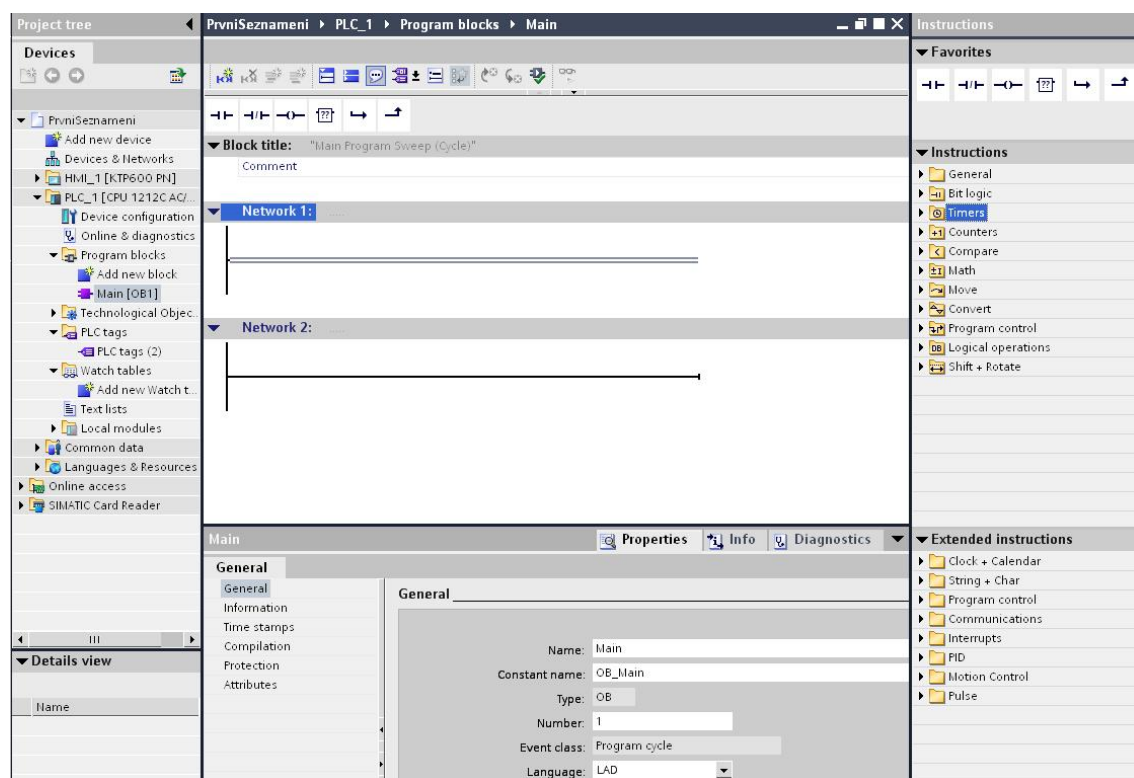
Obr. 3.9: TIA Portál - Průvodce vytvoření programového bloku; [s2]



Je možné vybrat z několika typu programových bloků, hlavním blokem je „Organizační blok - Organization block“, v tomto bloku se definuje, jak se má určitý programový blok chovat. Například programový blok, který se vykoná pouze v začátku, kdy PLC změní status ze „Stop“ do „Start“ modu, se jmenuje „Startovní - Startup“. Programový blok, který je možné vykonávat cyklicky se jmenuje „Programový cyklus - Program cycle“.

3.2.5.2 Editor tvorby programu

Po vytvoření programového bloku typu „Programový cyklus - Program cycle“ v jazyku LAD se zobrazí editor tvorby programu, (Obr. 3.10).



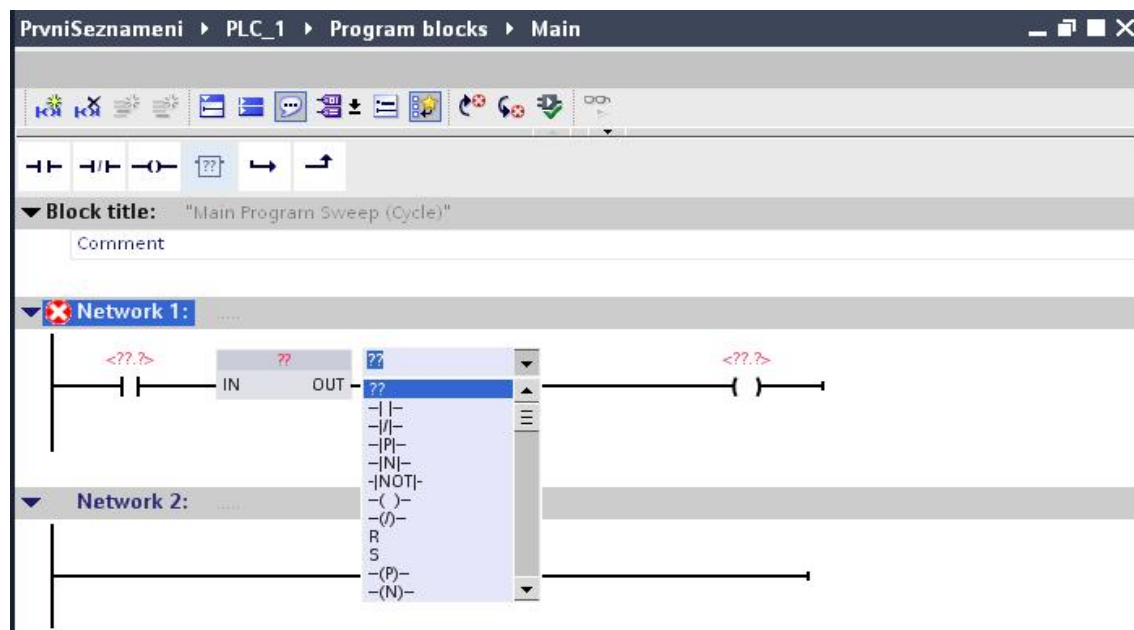
Obr. 3.10: TIA Portál - Editor tvorby programu; [s2]

V hlavním okně vidíme jednotlivé příčky, pomocí kterých se tvoří program. Na pravé straně se nacházejí vedlejší okna „Instrukce- Instructions“ a „Rozšířené instrukce - Extended Instructions“, které obsahují instrukce potřebné pro tvorbu programu.

Do okna „Oblíbené - Favorites“ je možné vložit nejčastěji využívané instrukce, jako jsou „Zapínací kontakt - Normally open contact“ nebo „Výstupní cívka - Output coil“. Tyto instrukce je pak možné najít v pomocné liště, která se nachází nad hlavním oknem editoru. V této liště je také možné použít blok „Prázdný blok - Empty box“, kterým se



mohou vytvořit další instrukce. Tento blok částečně nahrazuje vedlejší okno s obsahem instrukcí a urychluje tím práci v editoru tvorby programu. Kliknutím na pravý roh tohoto bloku se zpřístupní celý obsah instrukcí, (Obr. 3.11).



Obr. 3.11: TIA Portál - Obsah instrukcí prázdného bloku; [s2]

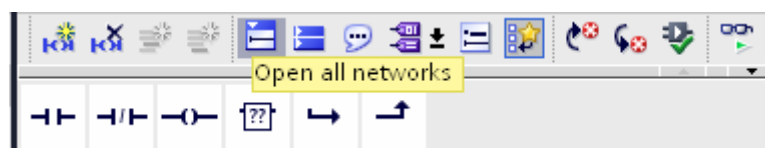
3.2.5.3 Hlavní ikony

Na hlavní obrazovce je možné využívat hlavní ikony, které se nacházejí nad pomocnou lištou instrukcí. Pomocí ikony „Vložit příčku - Insert network“, (Obr. 3.12), je možné do programu vložit další příčku. Tuto příčku je možné smazat pomocí ikony „Smazat příčku - Delete network“.



Obr. 3.12: TIA Portál - Hlavní ikony 1; [s2]

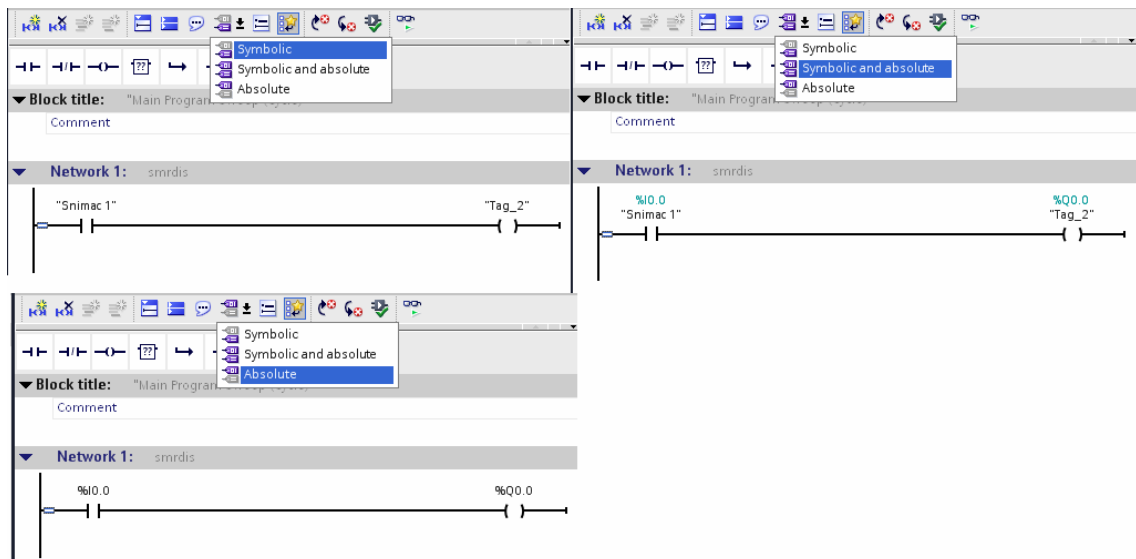
Pomocí ikony „Otevřít všechny příčky - Open all networks“, (Obr. 3.13), je možné zobrazit všechny příčky. Schovat všechny příčky je možné ikonkou „Zavřít všechny příčky - Close all networks“.



Obr. 3.13: TIA Portál - Hlavní ikony 2; [s2]

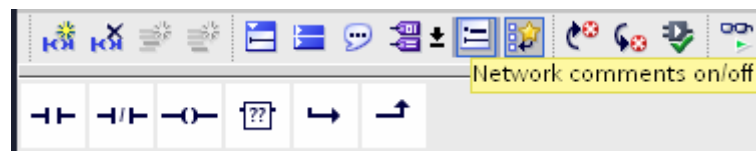


Pomocí ikonky „Úplný operandy zap./vyp. - Absolute operands on/off“, (Obr. 3.14), je možné přepínat mezi zobrazením, ve kterém se nachází buď symbolický popis nebo úplný popis.



Obr. 3.14: TIA Portál - Hlavní ikonky 3; [s2]

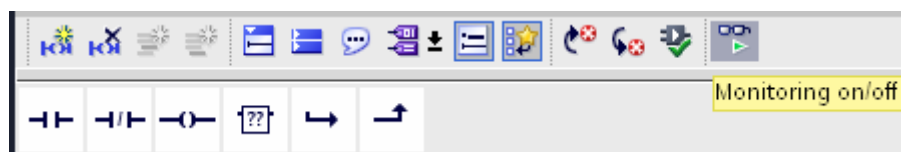
Pomocí ikonky „Komentář příček zap./vyp. – Network comments on/off“, (Obr. 3.15), je možné zapnout nebo vypnout zobrazení komentářů příček.



Obr. 3.15: TIA Portál - Hlavní ikonky 4; [s2]

Mezi další ikonky patří ikonka „Zobraz oblíbené - Display favorites“, tuto ikonkou je možné zobrazit nebo schovat pomocnou lištu instrukcí.

Hlavní ikonkou je ikonka „Monitorování zap./vyp. - Monitoring on/off“, (Obr. 3.16), touto ikonkou je možné přepnout do zobrazení, kde se dá sledovat průběh změn hodnot proměnných v programu. Aby bylo možné zapnout monitorování je nutno nahrát program do PLC a být v online modu.

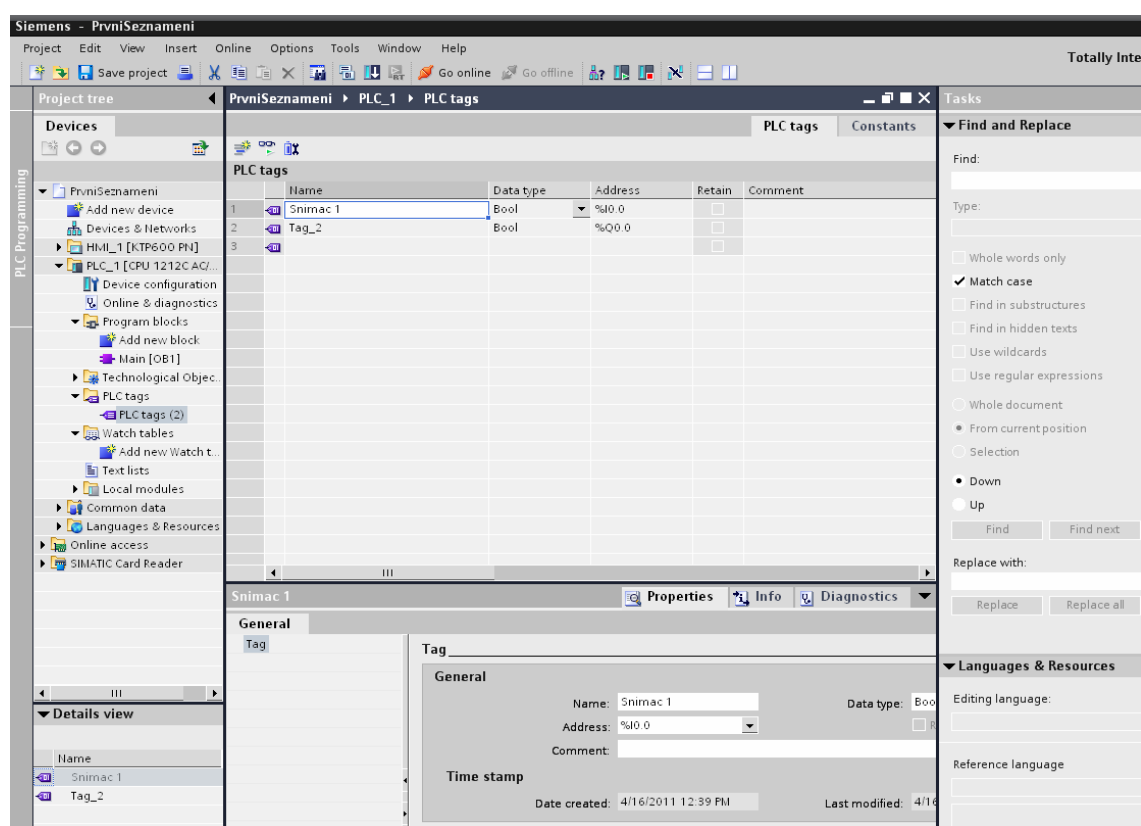


Obr. 3.16: TIA Portál - Hlavní ikonky 5; [s2]



3.2.5.4 PLC Tagy

Pro deklarování PLC Tagu je k dispozici editor „PLC Tagy - PLC Tags“, (Obr. 3.17), ve kterém je možné upravovat parametry proměnných. Těmito parametry jsou: jméno, datový typ a adresa proměnné. Dále je možné k proměnným připsat poznámku. Všechny proměnné se ukládají do vnitřní databáze softwaru TIA Portál a je k nim stálý přístup z kteréhokoliv místa v daném projektu. Příkladem je použití PLC Tagu při tvorbě vizualizací operátorského panelu HMI.



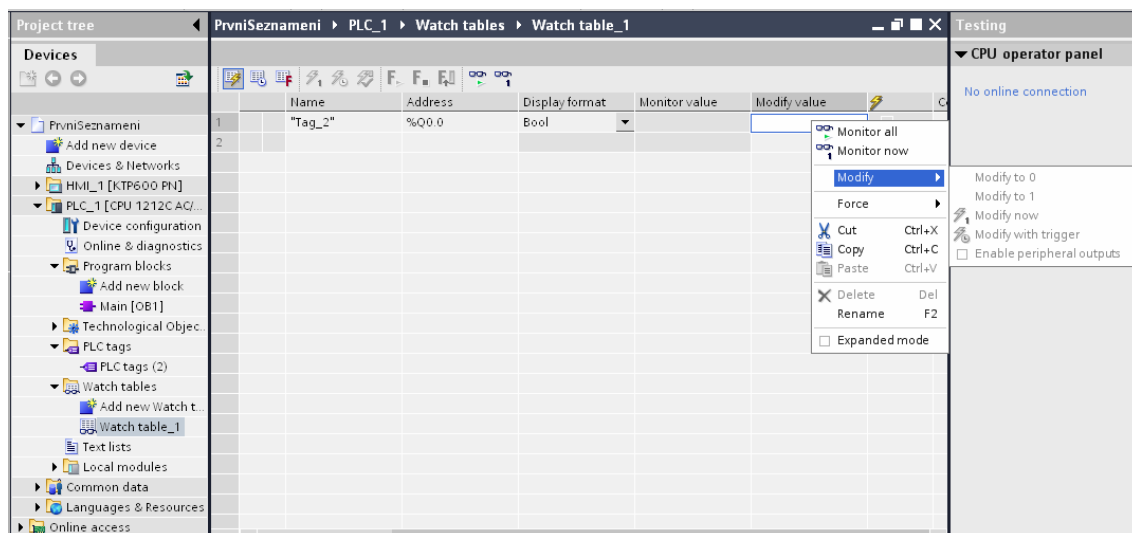
Obr. 3.17: TIA Portál - PLC Tagy; [s2]

V projektu je možné využít okno, sloužící pro vyhledávání proměnných podle nastavených parametrů. Toto okno se jmenuje „Úlohy - Tasks“, a nachází se na pravé straně v obr. 3.12.



3.2.5.5 Sledovací okno

K monitorování proměnných je možné použít editor „Monitorovací - tabulky Watch tables“, (Obr. 3.18). V tomto editoru je možné měnit hodnotu určité proměnné a tím testovat její funkčnost.



Obr. 3.18: TIA Portál - Monitorovací okno; [s2]

3.2.6 Vizualizace

Pro tvorbu vizualizací technologických procesů je možné použít operátorské panely Simatic HMI, (Obr. 3.19). Tyto operátorské panely se dělí podle velikosti grafického dotykového displeje. Grafický dotykový displej je nabízen ve čtyřech velikostech a to 4", 6", 10" a 15". Operátorské panely nabízejí dotykové ovládání z plochy obrazovky displeje a hardwarové funkční klávesy, nacházející se pod displejem. V této sekci je popsán nástroj Simatic WinCC V10.5.



Obr. 3.19: Ovládací panely KTP400 a KTP600; [1]

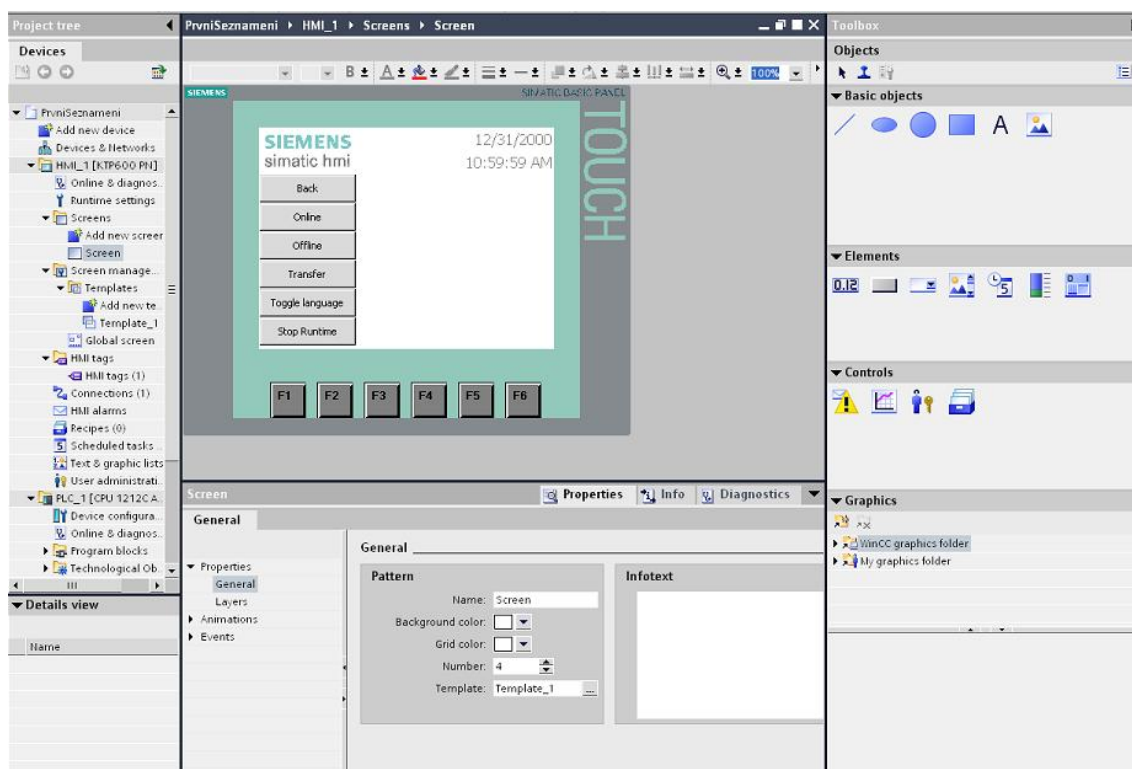


3.2.6.1 Nástroj WinCC

Do grafického editoru nástroje Simatic WinCC je možné přejít pomocí vedlejšího okna „Projektový strom - Project tree“. V tomto vedlejším okně se pod složkou HMI nachází záložka „Obrazovka - Screen“. Přesun do tvorby vizualizace operátorského panelu HMI je možné uskutečnit dvojitým kliknutím na tuto záložku.

Hlavní obrazovka, (Obr. 3.20), obsahuje půdorys zvoleného operátorského panelu KTP600 Basic Color PN, do kterého se vkládají grafické prvky. Tyto grafické prvky je možné nalézt ve vedlejším okně „Nástrojová sada - Toolbox“, nacházejícím se na pravé straně hlavní obrazovky. Toto okno je rozdělené do čtyř kategorií. V první kategorii se nacházejí základní objekty (Basic Objects). Ve druhé kategorii se nacházejí základní ovládací elementy (Elements). Ve třetí kategorii se nacházejí pokročilé funkce (Controls) a ve čtvrté další grafické prvky (Graphics).

Parametry všech grafických prvků je možné měnit pomocí vedlejšího okna „Vlastnosti - Properties“, v tomto okně je také možné nastavovat události a animace, které přísluší k jednotlivým objektům.



Obr. 3.20: TIA Portál - Vizualizace 1; [s2]

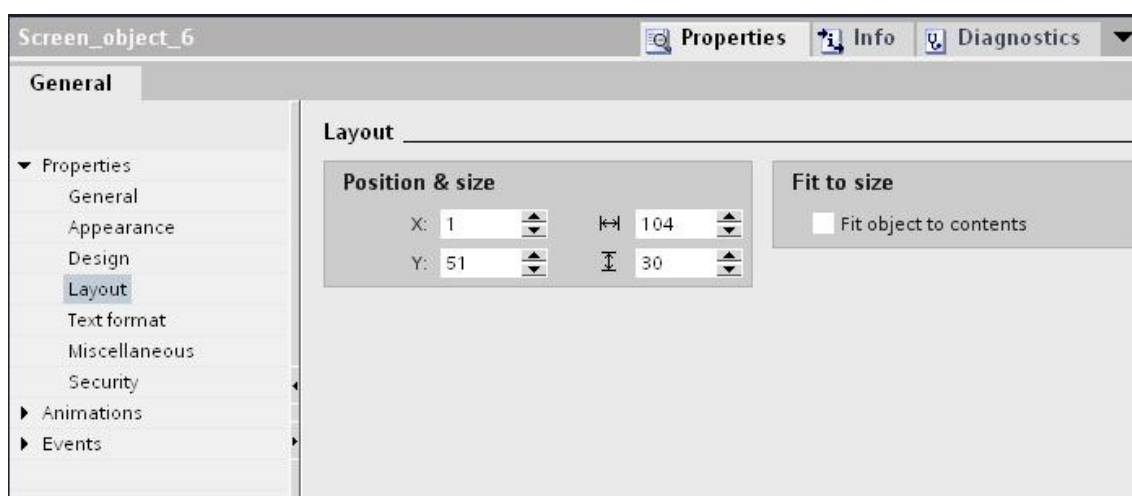
3.2.6.2 Tvorba obrazovky

Pro tvorbu vizualizace slouží grafické editory „Obrazovky - Screens“ a „Šablony - Templates“. Editor „Obrazovky - Screens“ je určen pro tvorbu hlavní obrazovky panelu HMI KTP600. V editoru „Šablony - Templates“ je možné vytvořit šablonu, která bude vždy zobrazena na pozadí hlavní obrazovky. Šablona se může skládat z grafických prvků, které obsahuje nástroj WinCC.

Jednoduchý příklad šablony je na Obr. 3.20. V tomto příkladě je vytvořena hlavní obrazovka „Obrazovka - Screen“ a k ní je přiřazená šablona „Šablona 1 - Template_1“. Tato šablona obsahuje datum, čas a logo Siemens simatic HMI.

3.2.6.3 Vlastnosti

Nastavování parametrů grafických prvků je možné provádět ve vedlejším okně „Vlastnosti - Properties“, (Obr. 3.21). Lze zde měnit například základní parametry týkající se vzhledu, velikosti a umístění grafického prvku.

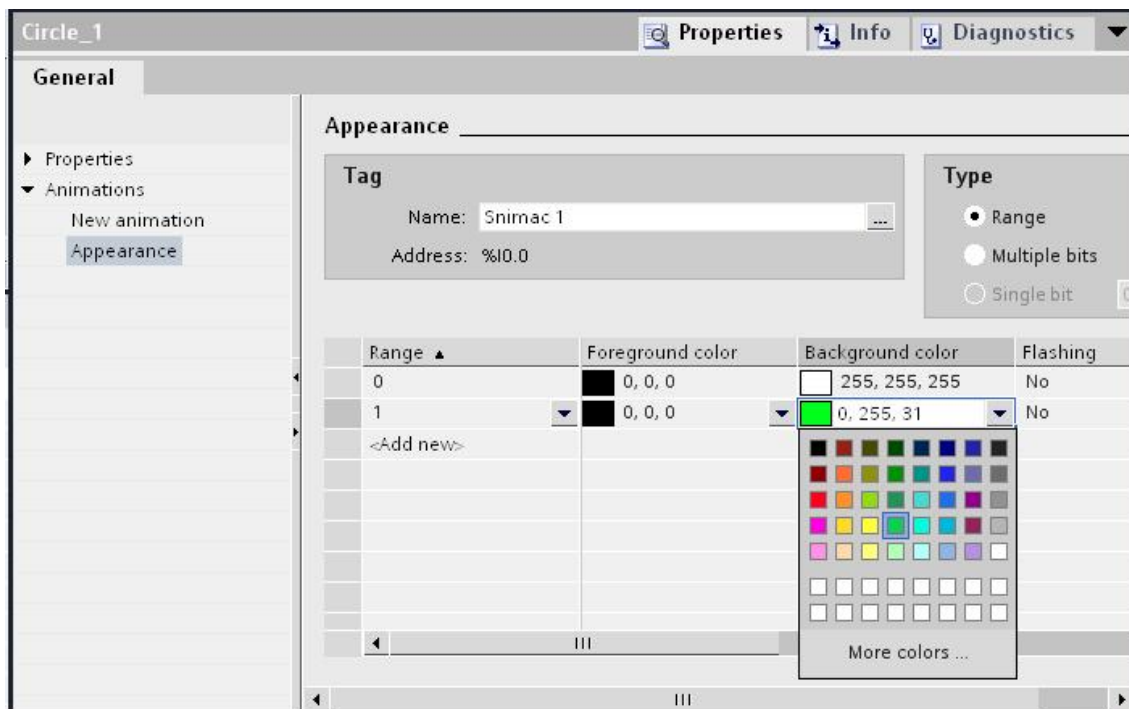


Obr. 3.21: TIA Portál - Vizualizace 2; [s2]

V záložce „Animace - Animations“ je možné vytvořit základní animace. První nejčastěji využívanou animací je animace typu „Vzhled - Appearance“, (Obr. 3.22), která provádí změnu vzhledu grafického prvku v závislosti na změně rozsahu proměnné. Nejčastěji je využívána proměnná typu „Bool“, která nabývá dvou hodnot, a to „0“ nebo „1“. Každé hodnotě této proměnné lze přiřadit jinou barvu. Grafický prvek,

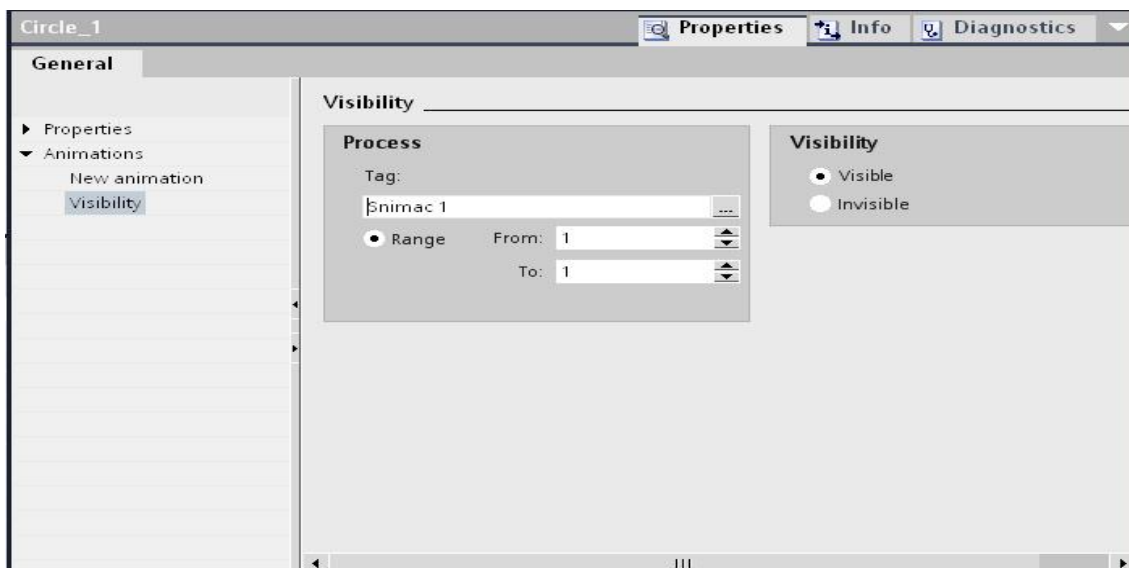


ke kterému je přiřazena tato animace, tedy bude měnit barvu v závislosti na změně hodnoty proměnné.



Obr. 3.22: TIA Portál - Vizualizace 3; [s2]

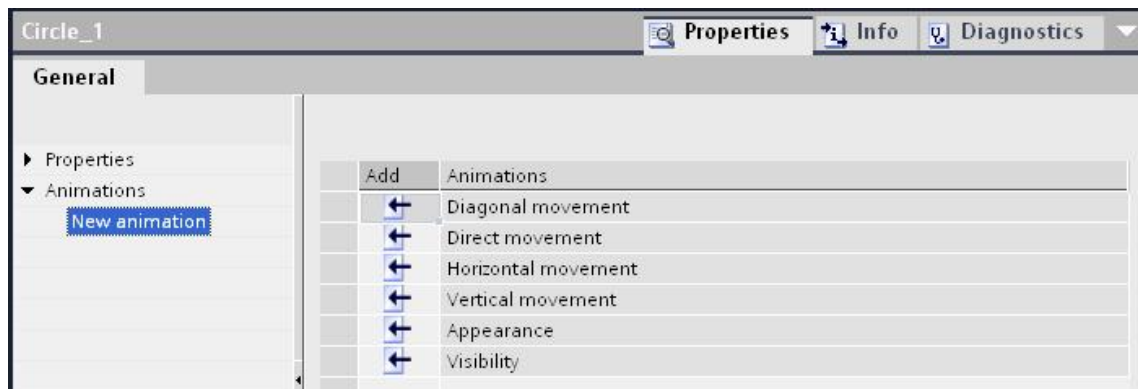
Na stejném principu pracuje animace typu „Viditelnost - Visibility“, (Obr. 3.23), kde pomocí hodnoty proměnné je nastavována viditelnost objektu. Objekt, který má nastavenou viditelnost na hodnotu „1“ bude vidět pouze v době, kdy proměnná nabude hodnoty „1“.



Obr. 3.23: TIA Portál - Vizualizace 4; [s2]

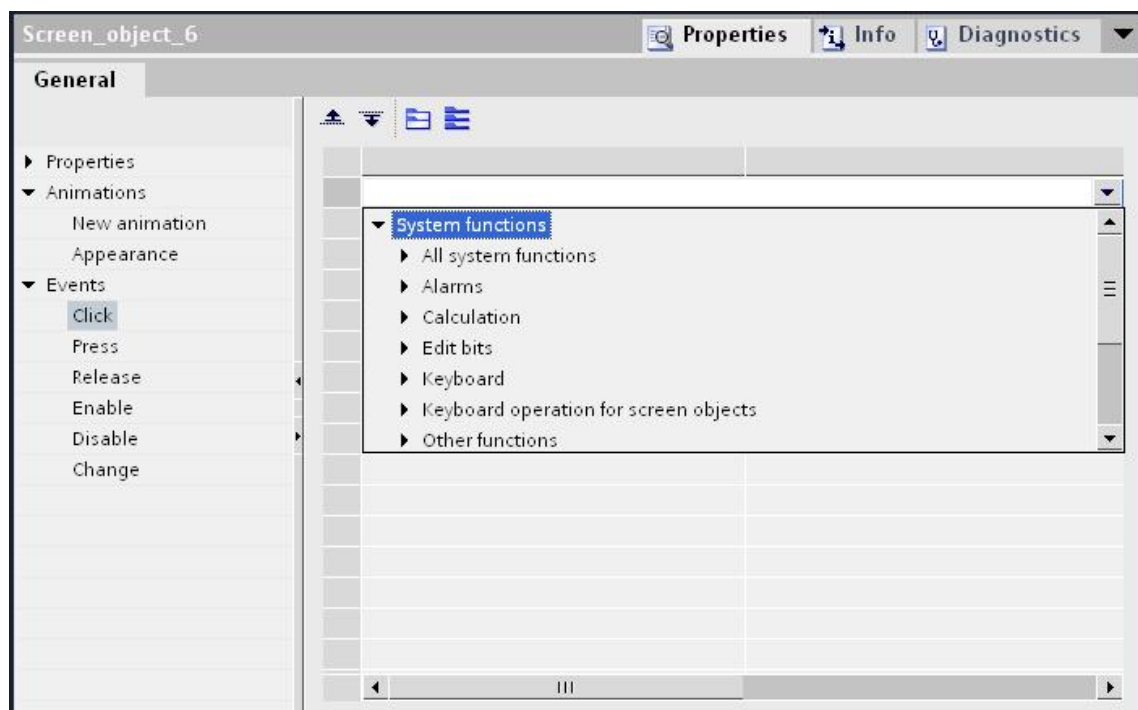


Grafické prvky mohou obsahovat pouze jednu animaci od každého typu. K dispozici je výběr ze šesti různých animací, (Obr. 3.24).



Obr. 3.24: TIA Portál - Vizualizace 5; [s2]

V záložce „Události - Events“, (Obr. 3.25), je možné nastavovat systémové funkce a akce. Tato záložka je dostupná pouze pro ovládací prvky. Nejčastějším ovládacím prvkem je grafické tlačítko, dalšími jsou např. displej nebo přepínač. V této záložce se podle způsobu ovládní tlačítka může přiřadit tlačítku libovolná systémová funkce.



Obr. 3.25: TIA Portál - Vizualizace 6; [s2]



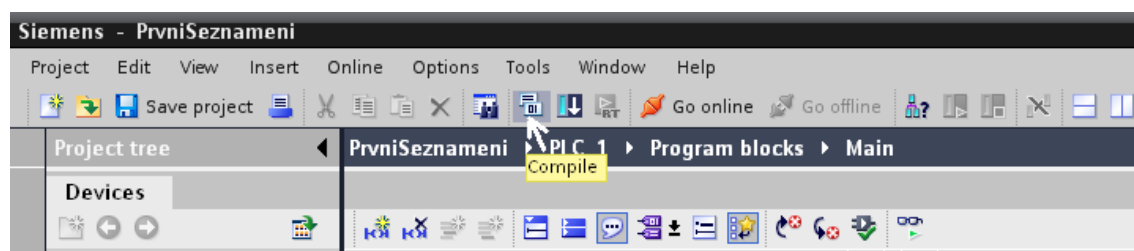
Nejčastější funkce jsou funkce týkající se editování bitu. Například je možné přiřadit ovládacímu prvku funkci, která nastaví bit určité proměnné na hodnotu „1“.

3.2.7 Kroky před uvedením zařízení do provozu

Aby bylo možné uvést zařízení do provozu, je nutno nejprve provést syntaktickou kontrolu programu a vizualizace. V dalším kroku následuje nahrání programu a vizualizace do zařízení.

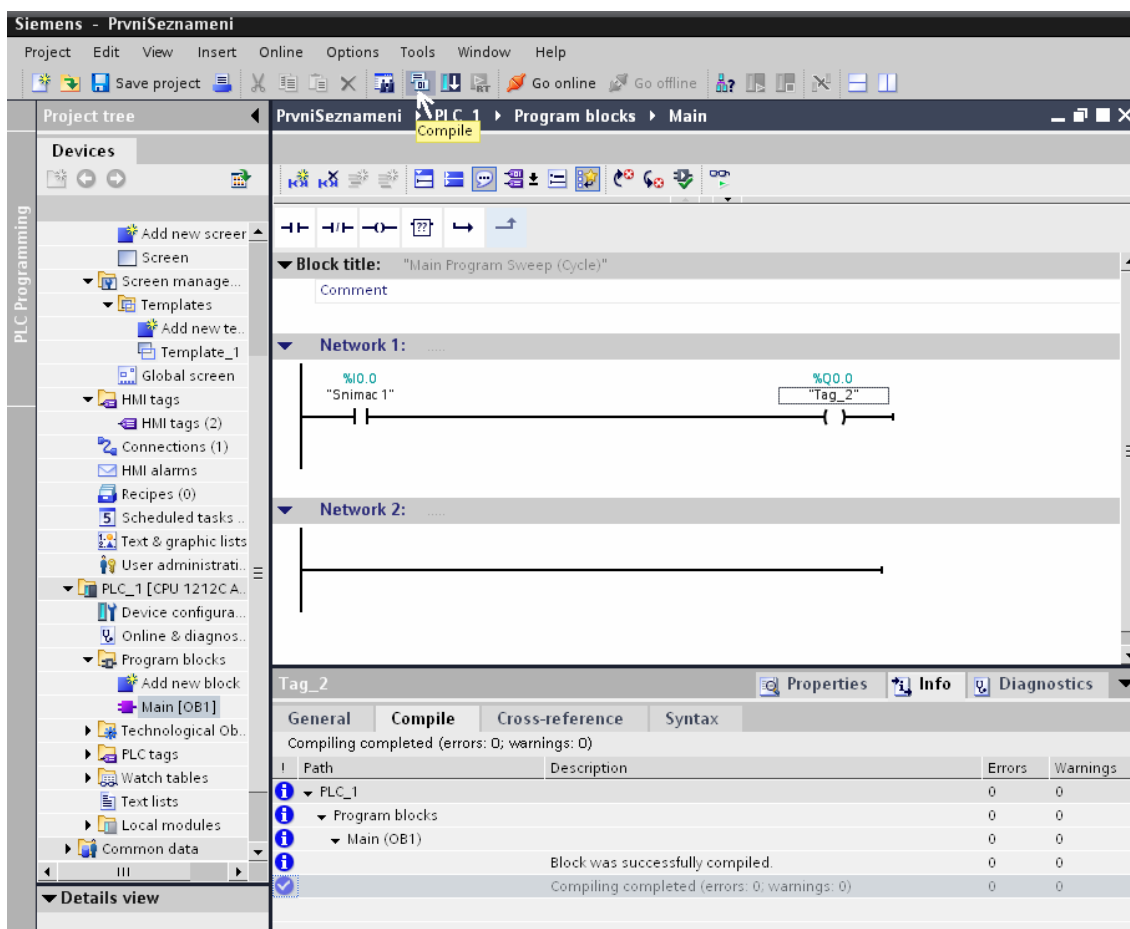
3.2.7.1 Kompilace

Syntaktickou kontrolu je možné provést pomocí funkce „Kompilace - Compile“, (Obr. 3.26). Tato funkce se nachází na hlavní liště programu TIA Portal.



Obr. 3.26: TIA Portal - Kompilace 1; [s2]

Výsledek kompilace je zobrazen v okně „Informace - Info“, (Obr. 3.27), které se aktivuje po kompilaci.



Obr. 3.27: TIA Portal - Kompilace 2; [s2]

3.2.7.2 Nahrání programu do zařízení

Po úspěšné kompilaci je možné nahrát program do zařízení pomocí funkce „Nahrát do zařízení - Download to device“. Tato funkce se nachází na hlavní liště, (Obr. 3.27), vedle funkce „Kompilace - Compile“.



4 Implementace

Tato část je věnovaná popisu řešení zadaných úloh za použití HW a SW prostředků, (kap. 3), které jsou k dispozici pro řešení této bakalářské diplomové práce.

4.1 Využití HW PLC S7-1200

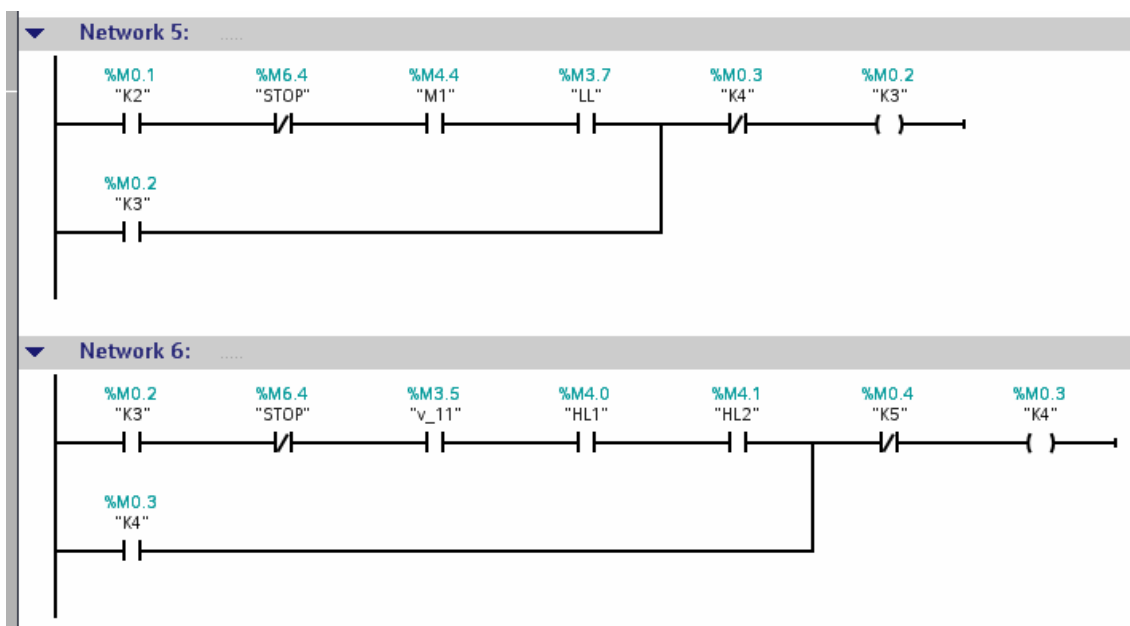
Pro realizaci zadaných úloh je možné využít 8 vstupů a 6 výstupů programovatelného automatu S7-1200 typu CPU 1212C. Jako vstupy byly použity snímače koncových poloh dvojčinných motorů a jako výstupy byly použity cívky bistabilních rozvaděčů, které řídily tyto dvojčinné motory. V první úloze jsou tyto dvojčinné motory využity pro simulaci připojení a odpojení kolen potrubí K1, K2 a K3. Ve druhé úloze jsou tyto dvojčinné motory využity pro simulaci připojení a odpojení kolena potrubí K4 a pro simulaci ovládní ventilu V6, V9. Celkově je využito 6 vstupů a 6 výstupů. Dva zbylé vstupy je možné využít pro zapojení dalších ovládacích prvků.

4.2 Program pro PLC

V této kapitole je proveden popis tvorby programu pro řízení zadaných úloh. Programy vytvořené v softwarovém prostředí Siemens TIA Portál pomocí nástroje STEP 7 Basic jsou součástí příloh.

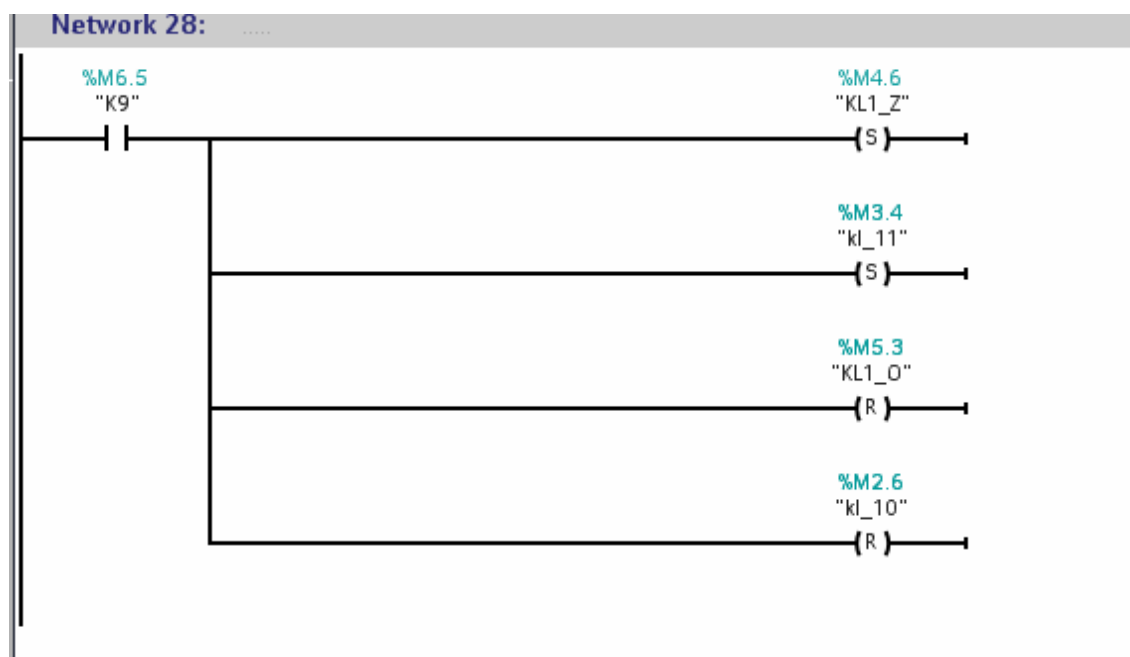
4.2.1 Programovací metoda

Pro programování úloh je použito systematické metody, která je založena na způsobu kódování vnitřních proměnných, tzv. paměti kroků. Tato metoda se nazývá „Mazající se taktovací řetězec“ a používá se pro vytvoření sekvenčního programu v jazyku LAD. Program vytvořený pomocí této metody se dále dělí na dvě části, a to část řídicí a část výkonovou. Řídicí část programu, (Obr. 4.1), obsahuje vztahy mezi aktuálním krokem, vstupními podmínkami a krokem následujícím. V každé přičce řídicí části se tedy vyskytují podmínky obsahující vstupní proměnné a paměti kroků (jejich aktuální hodnoty).



Obr. 4.1: TIA Portál - Programování 1; [s2]

Výkonná část, (Obr. 4.2), programu obsahuje podmínky, kde jsou pouze paměti kroku. Cívky pak slouží pro nastavování výstupů programovatelného automatu.



Obr. 4.2: TIA Portál - Programování 2; [s2]

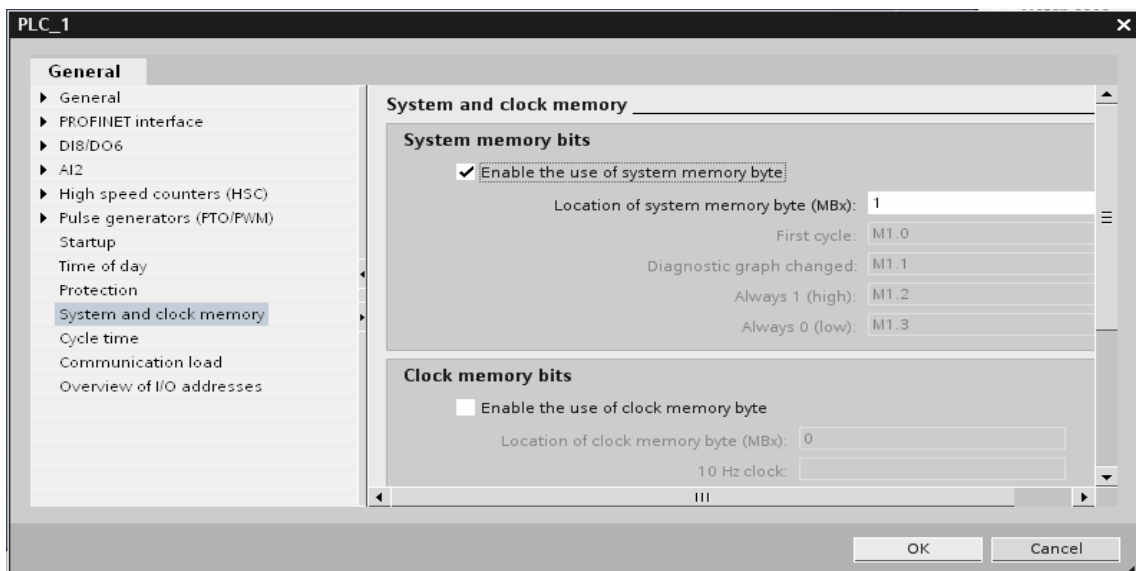
U této metody musí být na počátku vynulovány všechny proměnné paměti kroků kromě poslední, která musí být nastavena na jedničku. Způsob kódování paměti kroku je takový, že v prvním kroku se nastaví první proměnná paměti kroku na jedničku a ostatní zůstávají nulové. V dalším kroku se nastaví druhá proměnná paměti kroků na



jedničku a tím vynuluje předcházející paměť kroku. Tento postup je stejný v každém kroku.

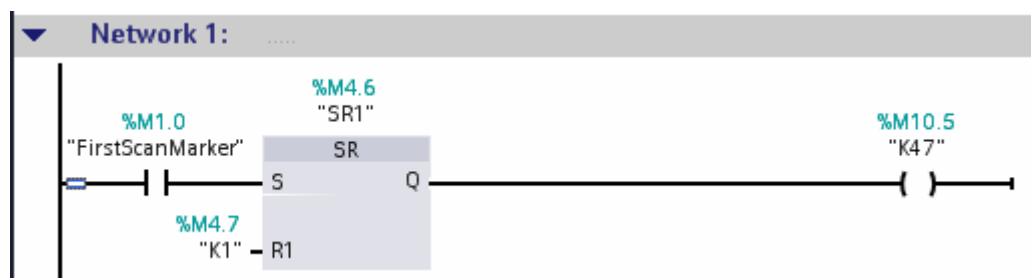
Tato metoda je zvolena z důvodu použití bistabilních rozvaděčů. Tyto rozvaděče využívají dva řídicí signály, které jsou impulsní a nesmějí být nastavené na jedničku současně. Podrobnější informace o dalších systematických metodách je možné nalézt v [4].

V této metodě musí být poslední paměť kroku nastavena na jedničku pouze v době prvního cyklu. To se provede pomocí speciálního flagu, který se nachází v oblasti systémové paměti a je aktivní pouze v době prvního cyklu. Tento flag je nutno povolit v nastaveních řídicí jednotky, (Obr. 4.3). Do těchto nastavení se dá dostat pomocí vedlejšího okna „Projektový strom - Project tree“, a to pravým kliknutím na řídicí jednotku.



Obr. 4.3: TIA Portál - Programování 3; [s2]

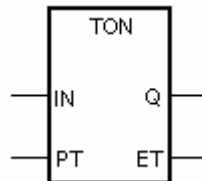
Aby bylo možné udržet hodnotu jedničky na poslední paměti kroků, je nutno použít klopný obvod RS, (Obr. 4.4).



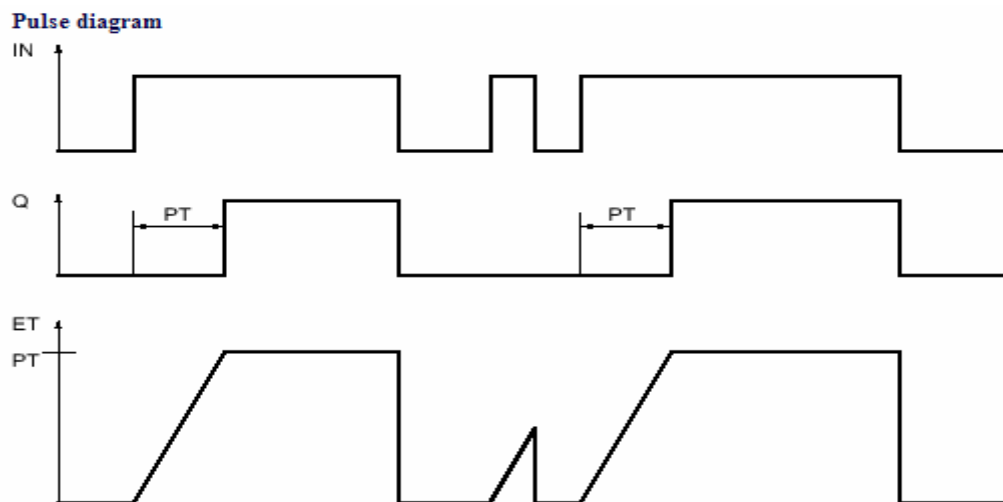
Obr. 4.4: TIA Portál - Programování 4; [s2]

4.2.2 Použité instrukce

Program se skládá ze základních elementů jako jsou např.: spínací kontakt (normally open contact), rozpínací kontakt (normally closed contact), cívky (output coil). V programu je také využít časovač typu TON, (Obr. 4.5). Chování časovače TON je dáno jeho časovým diagramem, (Obr. 4.6).



Obr. 4.5: TIA Portál - Časovač TON; [s2]



Obr. 4.6: TIA Portál - Časový diagram časovače TON; [s2]

Vstup časovače musí být aktivní minimálně po celou dobu předvolby časovače. To zamezí resetování počítání času časovače a umožní dokončení časování a aktivaci výstupu.

Tyto časovače se vyskytují jak v první, tak i v druhé úloze bakalářské diplomové práci.



4.3 Vizualizace pro HMI

V této kapitole je proveden popis tvorby vizualizací zadaných úloh. Pro tvorbu vizualizace je použit nástroj WinCC Basic, který je součástí softwaru Siemens TIA Portál.

4.3.1 Tvorba vizualizace

Vizualizace je vytvořena na základě blokových schémat zadaných úloh. Při tvorbě vizualizace se využilo grafických prvků nástroje WinCC Basic.

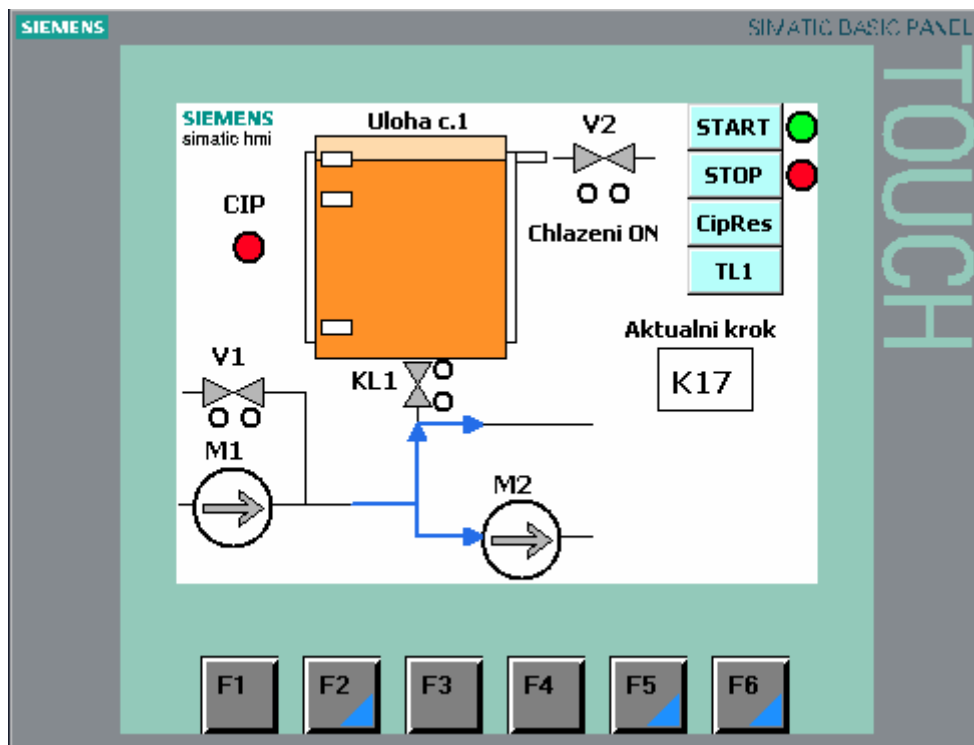
4.3.2 Použité funkce a animace

Aby bylo možné využívat operátorský panel k řízení úloh, je nutné přiřadit ovládacím prvkům jejich funkce. Nejčastěji využívanou funkcí je nastavování bitů (edit bits). Příkladem této funkce je tlačítko Start, které při stisku nastaví bit proměnné Start na hodnotu „1“ a tím odstartuje celý proces.

Znázornit změny v procesu je možné pomocí různých animací. Pomocí animace typu viditelnost (visibility), je na hlavní obrazovce úlohy č.1, (Obr. 4.7), vytvořeno okno pro sledování aktuálního kroku v programu. Sledovat změny stavu ventilů a motorů čerpadel je možné pomocí animace typu vzhledu (appearance), kde ke každému stavu je možné přiřadit jinou barvu.

4.3.3 Výsledná vizualizace úlohy č. 1

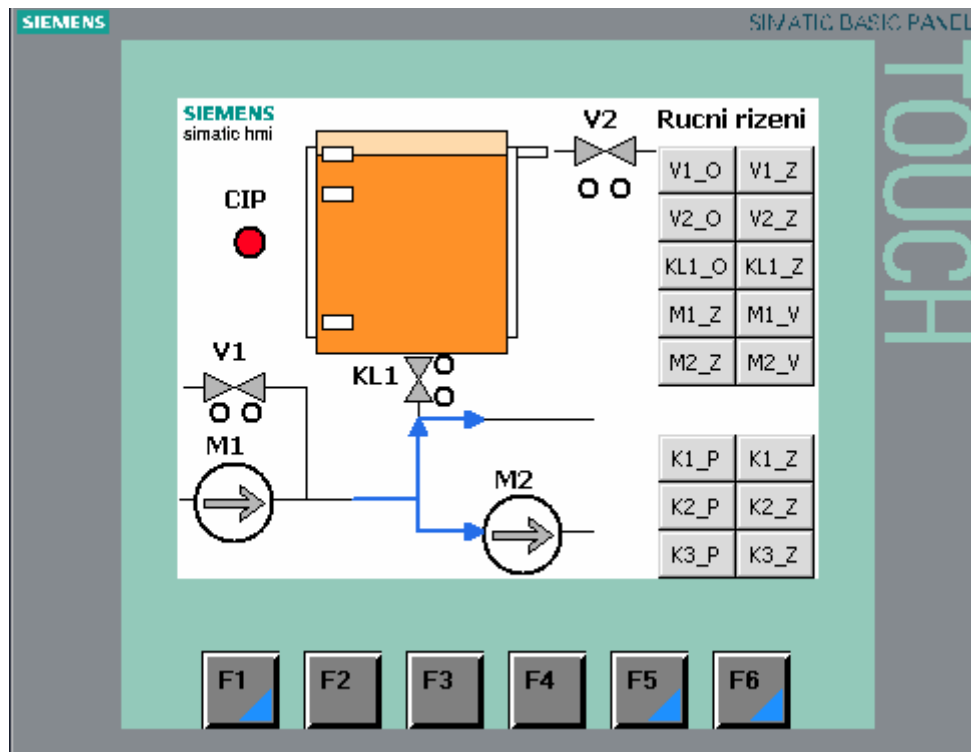
Výsledná vizualizace se skládá ze dvou obrazovek. První obrazovka, (Obr. 4.7), je hlavní a slouží pro sledování i řízení procesu v automatickém modu. Na této obrazovce je znázorněn procesní tank, který je složen z grafických prvků typu obdélník (rectangle). Po obvodu procesního tanku se nachází chladičí plášť, který je taktéž složen z grafických prvků typu obdélník. Uvnitř procesního tanku jsou také znázorněny snímače hladin. Řídit proces je možné pomocí ovládacích grafických prvků typu tlačítko (button), tyto prvky je možné vidět na pravé straně hlavní obrazovky. Pro znázornění grafických prvků ventilů a motorů čerpadel je využito knihoven různých technologických schémat a elementů nástroje WinCC Basic. Pro další ovládaní je možné využít funkční klávesy F1, F2, F3, F4, F5 a F6. Funkční klávesou F2 je možné přejít na druhou obrazovku. Funkční klávesou F5 je možné vypnout vizualizaci a funkční klávesa F6 slouží pro navrácení do předchozí obrazovky. Další funkční klávesy jsou na této obrazovce neaktivní.



Obr. 4.7: TIA Portál - Vizualizace úlohy č. 1; [s2]



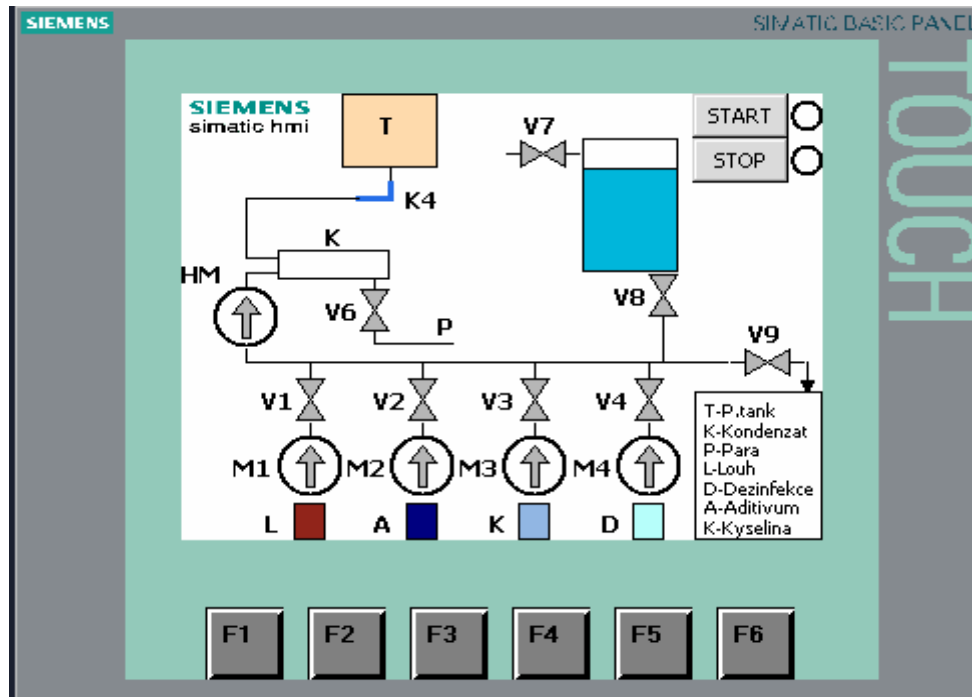
Druhá obrazovka, (Obr. 4.8), je určena pro ruční řízení všech prvků procesu. Tyto prvky se ovládají pomocí ovládacích grafických prvků typu tlačítko (button), tyto prvky se nacházejí na pravé straně obrazovky.



Obr. 4.8: TIA Portál - Vizualizace ručního řízení úlohy č. 1; [s2]

4.3.4 Výsledná vizualizace úlohy č. 2

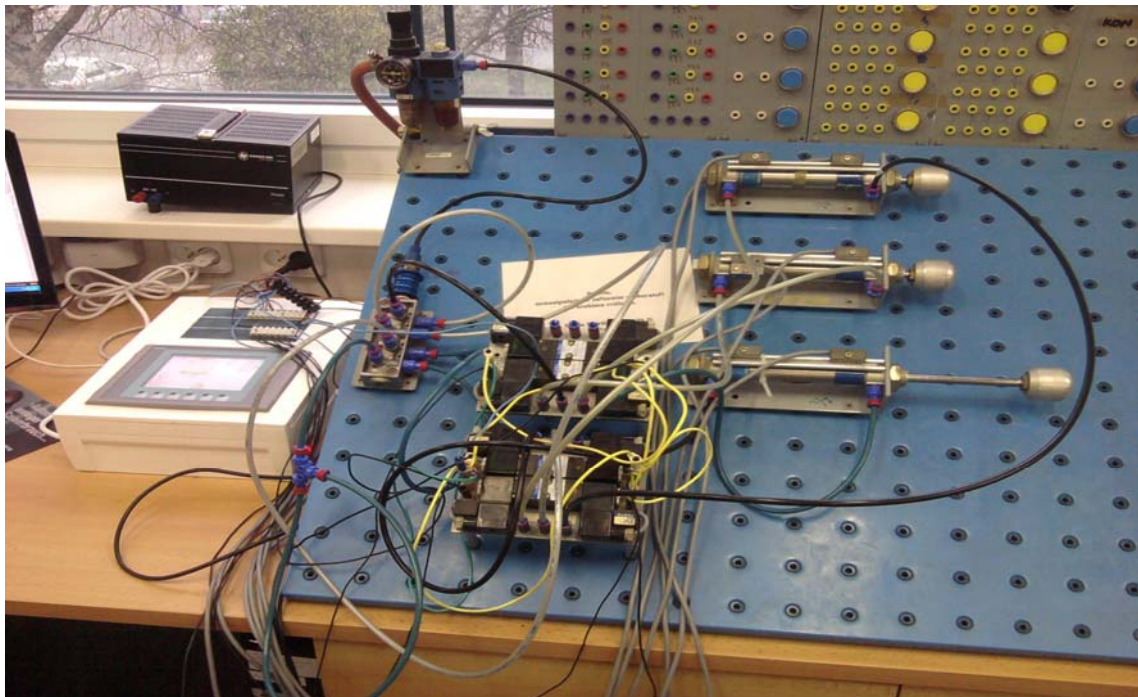
Z důvodu nedostatku času je pro tuto úlohu vytvořena pouze jedna obrazovka, (Obr. 4.9). V této úloze se vyskytují stejné grafické prvky, jako v úloze č. 1. Všechny funkční klávesy jsou v této úloze neaktivní.



Obr. 4.9: TIA Portál - Vizualizace úlohy č. 2; [s2]

4.4 Simulace

Pro simulaci řízení zadaných úloh byly použity prvky stavebnice firmy FESTO Didactic. Výsledné zapojení, (Obr. 4.10), je realizováno v laboratoři č. 109.



Obr. 4.10: Simulace řízení zadaných úloh



Závěr

V rámci této bakalářské práce jsem se seznámil s novými HW a SW nástroji firmy Siemens. Poznal jsem největší výhody prostředí TIA Portál, mezi které patří rychlost tvorby aplikačních programů, přehlednost struktury vytvořeného projektu a zajištění konzistence dat, ke kterým je přístup z kterékoliv části projektu. Toto prostředí je novinkou společnosti Siemens a je určeno pro průmyslové automatizační systémy. Pomocí PLC Simatic S7-1200, který spadá do oblasti malých řídicích systémů a je nástupcem úspěšné řady PLC Simatic S7-200, byly v kapitole 4 realizovány zadané úlohy. Pomocí nástroje Simatic STEP 7 Basic a programovacího jazyku LAD byla provedena implementace řídicího algoritmu. Další jazyk, který se vyskytuje v tomto prostředí, je jazyk funkčních bloků FBD. Pro operátorský panel Simatic HMI KTP600 Basic Color PN byla k zadaným úlohám vytvořena vizualizace pomocí nástroje Simatic WinCC. Správnost navržených algoritmů pro zadané úlohy byla odzkoušena v laboratoři č. 109.



Literatura a zdroje

Literatura

- [1] Prospekt Siemens TIA Portal, 2010
- [2] Martinásková, M., Šmejkal, L.: Řízení programovatelnými automaty I, skriptum ČVUT FS, Praha, 2004
- [3] Martinásková, M., Šmejkal, L.: Řízení Programovatelnými automaty II, skriptum ČVUT FS, Praha, 2000
- [4] Martinásková, M., Šmejkal, L.: Řízení Programovatelnými automaty III, skriptum ČVUT FS, Praha, 2003
- [5] Manuál k Simatic S7-1200, 2009
- [6] Manuál k Simatic HMI Basic, 2009

Software

- [s1] Festo FluidSIM[®] 4 - Demo V4.21/1.66, 2008
- [s2] Siemens TIA Portal V10.5, 2009

Internetové odkazy

- [i1] Internetové stránky firmy Festo
<http://www.festo.cz>
- [i2] Internetové stránky firmy Siemens
<http://www.siemens.cz>
- [i3] Prospekt Siemens TIA Portal
http://www1.siemens.cz/ad/current/index.php?ctxnh=2416f2e791&ctxp=doc_prospekty
- [i4] Festo FluidSIM[®] 4 - Demo
<http://www.festo-didactic.com/int-en/learning-systems/software-e-learning/fluidsim/>
- [i5] Manuály k Simatic S7-1200
http://www1.siemens.cz/ad/current/index.php?ctxnh=5dc8474325&ctxp=doc_manualy



Seznam obrázků

Obr. 1.1: Blokové schéma technologických procesů výroby piva	3
Obr. 2.1: Blokové schéma úlohy č. 1.....	5
Obr. 2.2: Krokový diagram úlohy č. 1; [s1].....	7
Obr. 2.3: Analýza krokového diagramu úlohy č. 1; [s1]	9
Obr. 2.4: Elektropneumatické schéma úlohy č. 1; [s1].....	10
Obr. 2.5: Obvodové schéma úlohy č. 1; [s1]	11
Obr. 2.6: Program v jazyku Grafcet úlohy č. 1; [s1]	12
Obr. 2.7: Reálný krokový diagram úlohy č. 1; [s1].....	13
Obr. 2.8: Blokové schéma úlohy č. 2.....	15
Obr. 2.9: Krokový diagram úlohy č. 2; [s1].....	17
Obr. 2.10: Analýza krokového diagramu úlohy č. 2 - část první; [s1]	20
Obr. 2.11: Analýza krokového diagramu úlohy č. 2 - část druhá; [s1].....	21
Obr. 2.12: Elektropneumatické schéma úlohy č. 2; [s1].....	22
Obr. 2.13: Obvodové schéma úlohy č. 2; [s1]	23
Obr. 2.14: Program v jazyku Grafcet úlohy č. 2; [s1]	24
Obr. 2.15: Reálný krokový diagram úlohy č. 2; [s1]	25
Obr. 3.1: Řídicí jednotka S7 - 1200; [5]	26
Obr. 3.2: Signálové moduly; [1]	28
Obr. 3.3: Simatic KTP600 Basic Color PN; [1]	28
Obr. 3.4: TIA Portál - Start; [s2].....	30
Obr. 3.5: TIA Portál - Zařízení a sítě; [s2].....	31
Obr. 3.6: TIA Portál - Portálové zobrazení; [s2]	32
Obr. 3.7: TIA Portál - Průvodce HMI zařízení; [s2].....	33
Obr. 3.8: TIA Portál - Projektový strom; [s2].....	34
Obr. 3.9: TIA Portál - Průvodce vytvoření programového bloku; [s2]	35
Obr. 3.10: TIA Portál - Editor tvorby programu; [s2]	36
Obr. 3.11: TIA Portál - Obsah instrukcí prázdného bloku; [s2]	37
Obr. 3.12: TIA Portál - Hlavní ikonky 1; [s2]	37
Obr. 3.13: TIA Portál - Hlavní ikonky 2; [s2]	37
Obr. 3.14: TIA Portál - Hlavní ikonky 3; [s2]	38
Obr. 3.15: TIA Portál - Hlavní ikonky 4; [s2]	38



Obr. 3.16: TIA Portál - Hlavní ikonky 5; [s2]	38
Obr. 3.17: TIA Portál - PLC Tagy; [s2].....	39
Obr. 3.18: TIA Portál - Monitorovací okno; [s2]	40
Obr. 3.19: Ovládací panely KTP400 a KTP600; [1]	40
Obr. 3.20: TIA Portál - Vizualizace 1; [s2]	41
Obr. 3.21: TIA Portál - Vizualizace 2; [s2]	42
Obr. 3.22: TIA Portál - Vizualizace 3; [s2]	43
Obr. 3.23: TIA Portál - Vizualizace 4; [s2]	43
Obr. 3.24: TIA Portál - Vizualizace 5; [s2]	44
Obr. 3.25: TIA Portál - Vizualizace 6; [s2]	44
Obr. 3.26: TIA Portál - Kompilace 1; [s2].....	45
Obr. 3.27: TIA Portál - Kompilace 2; [s2].....	46
Obr. 4.1: TIA Portál - Programování 1; [s2].....	48
Obr. 4.2: TIA Portál - Programování 2; [s2].....	48
Obr. 4.3: TIA Portál - Programování 3; [s2].....	49
Obr. 4.4: TIA Portál - Programování 4; [s2].....	49
Obr. 4.5: TIA Portál - Časovač TON; [s2]	50
Obr. 4.6: TIA Portál - Časový diagram časovače TON; [s2]	50
Obr. 4.7: TIA Portál - Vizualizace úlohy č. 1; [s2]	52
Obr. 4.8: TIA Portál - Vizualizace ručního řízení úlohy č. 1; [s2]	53
Obr. 4.9: TIA Portál - Vizualizace úlohy č. 2; [s2]	54
Obr. 4.10: Simulace řízení zadaných úloh.....	54

Seznam tabulek

Tab. 2.1: Seznam prvků úlohy č. 1	8
Tab. 2.2: Seznam prvků úlohy č. 2	19
Tab. 3.1: Přehled základních parametrů CPU 1212C	27



Seznam příloh

Příloha A: Obsah přiloženého CD

Příloha B: Seznam všech symbolů úlohy č. 1

Příloha C: Výpis programu úlohy č. 1

Příloha D: Seznam všech symbolů úlohy č. 2

Příloha E: Výpis programu úlohy č. 2

Příloha A: Obsah přiloženého CD

Dokumentace k PLC Simatic S7-1200

/doc-PLC S7-1200/

s7-1200.pdf

brochure S7-1200.pdf

Dokumentace k HMI Simatic KTP600 PN

/doc-HMI KTP600/

Basic panels.pdf

Dokumentace k Step 7 Basic

/doc-Step 7 Basic/

Step 7 Basic.pdf

Text bakalářské práce v elektronické podobě

/bdp.pdf








































Vypracované zadané úlohy ve formě projektu pro prostředí TIA Portál V10.5

/TIA Portal V10.5/

uloha1.rar

uloha2.rar

Příloha B: Seznam všech symbolů úlohy č.1

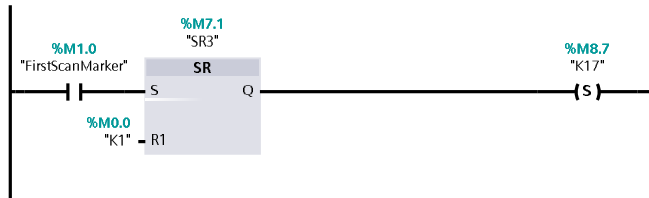
PLC tags				
		Name	Data type	Address
1		K1	Bool	%M0.0
2		K2	Bool	%M0.1
3		K3	Bool	%M0.2
4		K4	Bool	%M0.3
5		K5	Bool	%M0.4
6		K6	Bool	%M0.5
7		K7	Bool	%M0.6
8		K8	Bool	%M0.7
9		K9	Bool	%M6.5
10		K10	Bool	%M6.6
11		K11	Bool	%M6.7
12		K12	Bool	%M7.0
13		K13	Bool	%M8.3
14		K14	Bool	%M8.4
15		K15	Bool	%M8.5
16		K16	Bool	%M8.6
17		K17	Bool	%M8.7
18		Start	Bool	%M2.1
19		TL1	Bool	%M2.2
20		k_10	Bool	%I0.0
21		k_20	Bool	%I0.2
22		k_30	Bool	%I0.4
23		kl_10	Bool	%M2.6
24		v_10	Bool	%M2.7
25		v_20	Bool	%M3.0
26		k_11	Bool	%I0.1
27		k_21	Bool	%I0.3
28		k_31	Bool	%I0.5
29		kl_11	Bool	%M3.4
30		v_11	Bool	%M3.5
31		v_21	Bool	%M3.6
32		LL	Bool	%M3.7
33		HL1	Bool	%M4.0
34		HL2	Bool	%M4.1
35		Cipreset	Bool	%M4.2
36		K1_P	Bool	%Q0.0
37		M1	Bool	%M4.4
38		V1_O	Bool	%M4.5
39		KL1_Z	Bool	%M4.6

PLC tags			
	Name	Data type	Address
40	V1_Z	Bool	%M4.7
41	K1_Z	Bool	%Q0.1
42	V2_O	Bool	%M5.1
43	K2_P	Bool	%Q0.2
44	KL1_O	Bool	%M5.3
45	K2_Z	Bool	%Q0.3
46	V2_Z	Bool	%M5.5
47	K3_P	Bool	%Q0.4
48	M2	Bool	%M5.7
49	K3_Z	Bool	%Q0.5
50	CIP	Bool	%M6.1
51	SR1	Bool	%M6.2
52	SR2	Bool	%M6.3
53	STOP	Bool	%M6.4
54	FirstScanMarker	Bool	%M1.0
55	SR3	Bool	%M7.1
56	Rucni tlacitko K1_P	Bool	%M7.2
57	Rucni tlacitko K1_Z	Bool	%M7.3
58	Rucni tlacitko K2_P	Bool	%M7.4
59	Rucni tlacitko K2_Z	Bool	%M7.5
60	Rucni tlacitko K3_P	Bool	%M7.6
61	Rucni tlacitko K3_Z	Bool	%M7.7
62	koleno K1screen	Bool	%M8.0
63	koleno K2screen	Bool	%M8.1
64	koleno K3screen	Bool	%M8.2
65	Doba chlazení	Time	%MD10
66	Doba odstrelu	Time	%MD14
67	Prejit na rucni rizeni	Bool	%M9.0
68	Jump1	Bool	%M9.1
69	Prejit na automatiku	Bool	%M9.2
70	Jump2	Bool	%M9.3

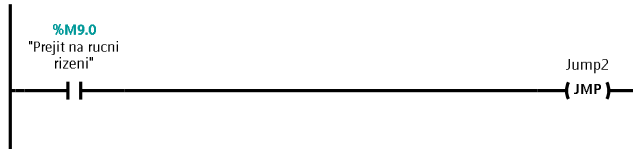
Main (OB1)

Block title: "Main Program Sweep (Cycle)"

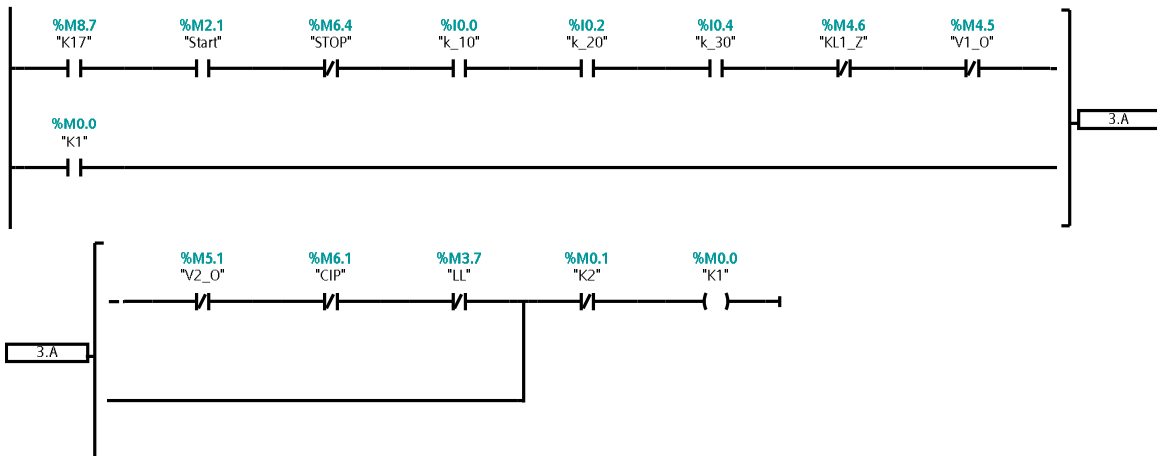
Network 1:



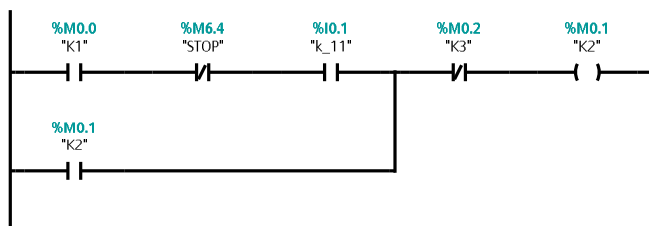
Network 2:



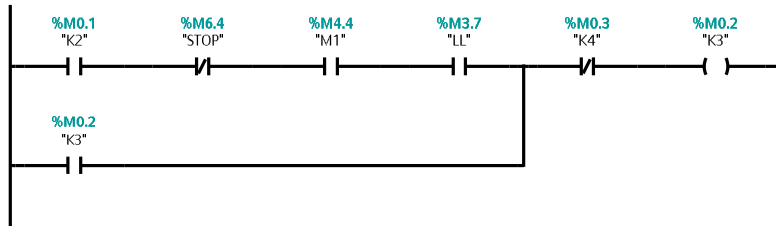
Network 3:



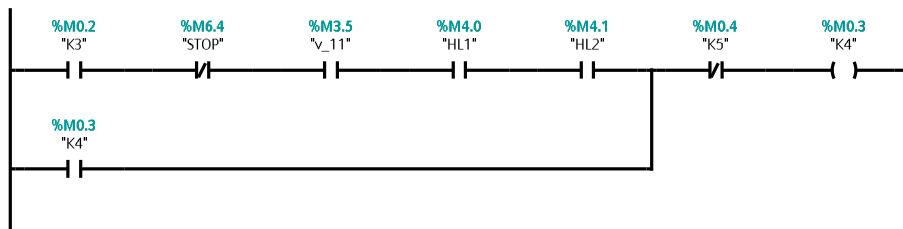
Network 4:



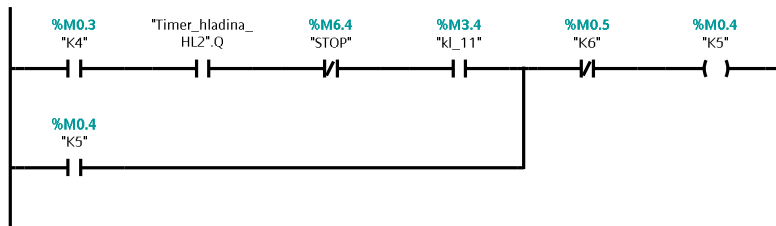
Network 5:



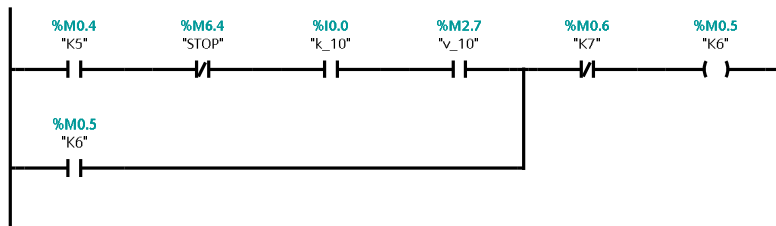
Network 6:



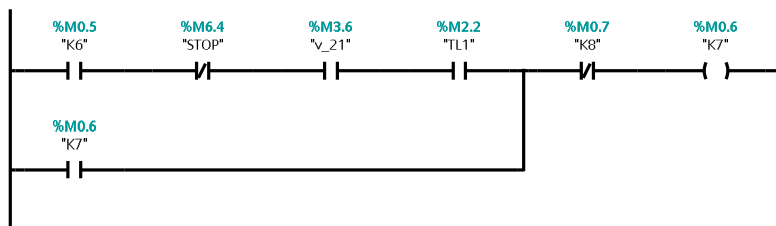
Network 7:



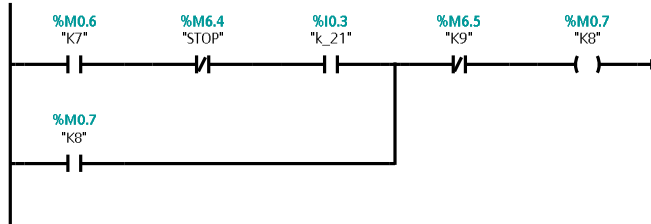
Network 8:



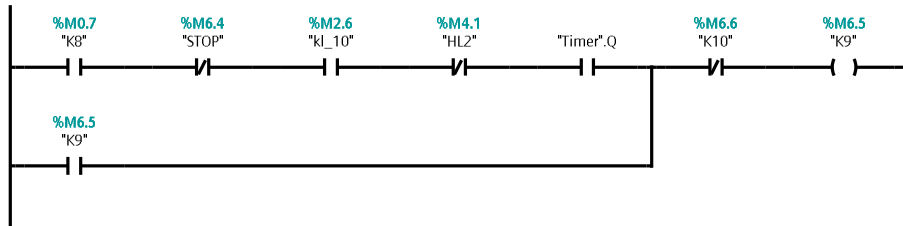
Network 9:



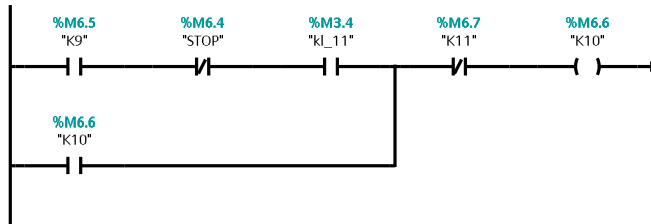
Network 10:



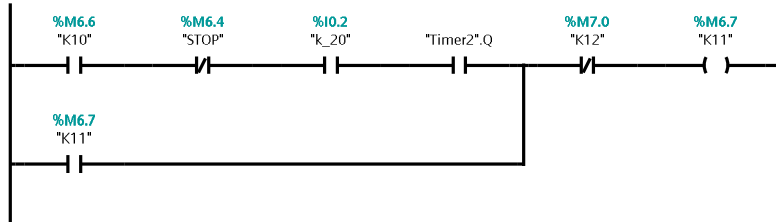
Network 11:



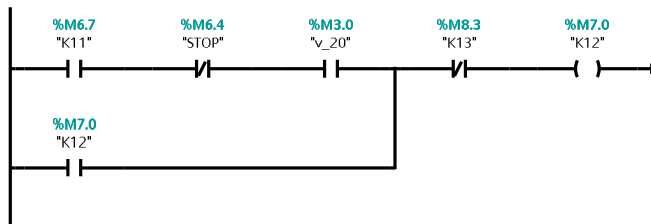
Network 12:



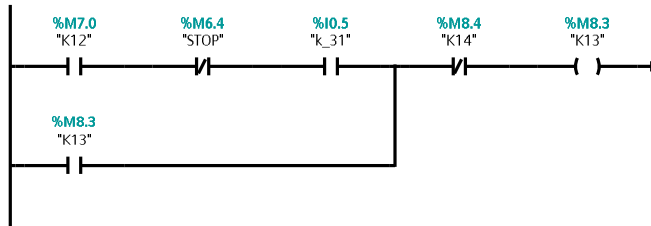
Network 13:



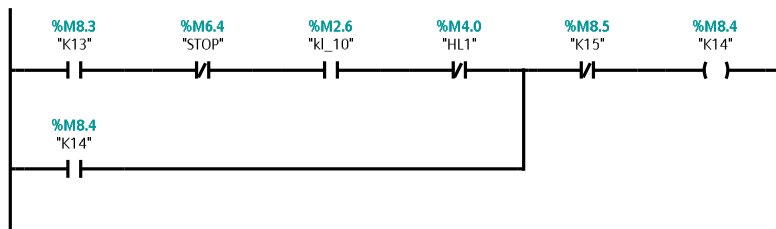
Network 14:



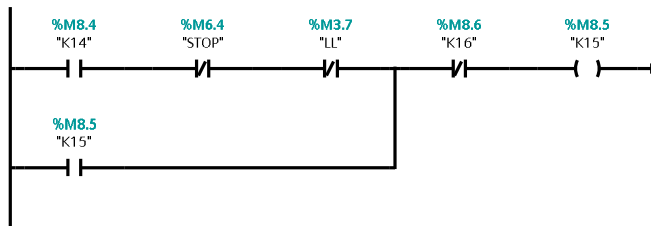
Network 15:



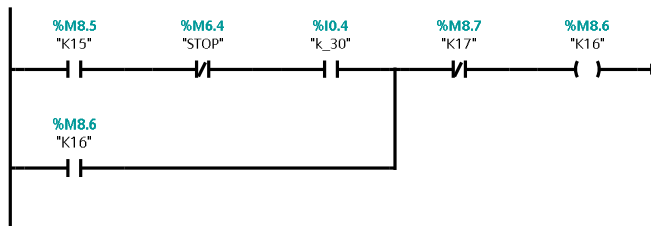
Network 16:



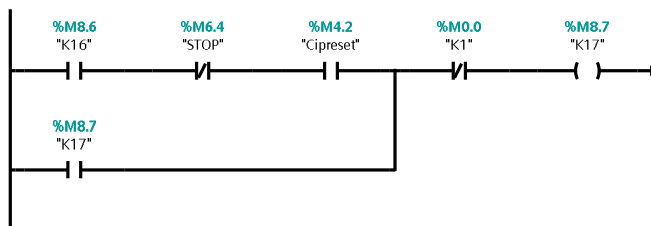
Network 17:



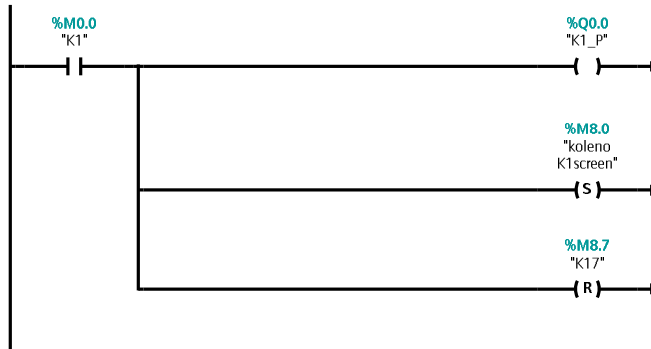
Network 18:



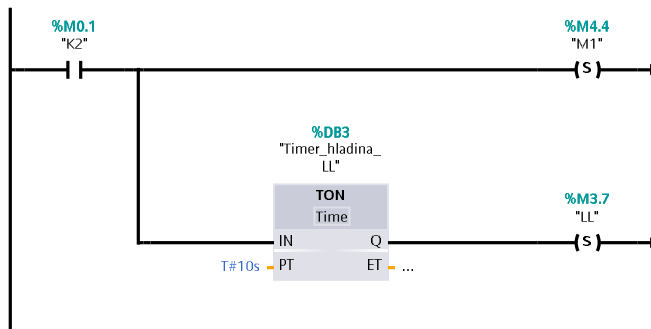
Network 19:



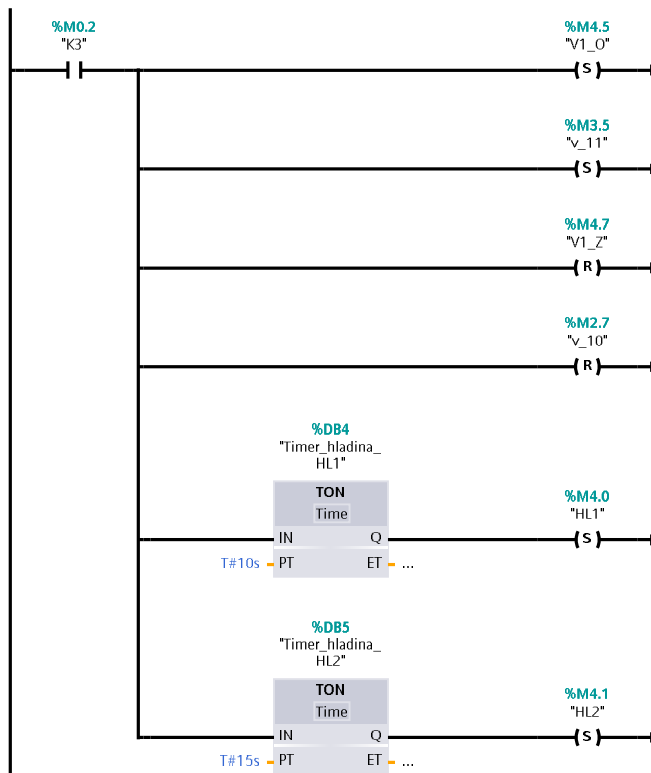
Network 20:



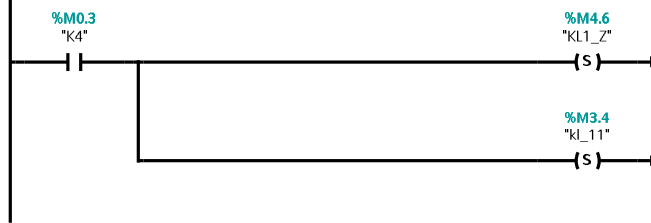
Network 21:



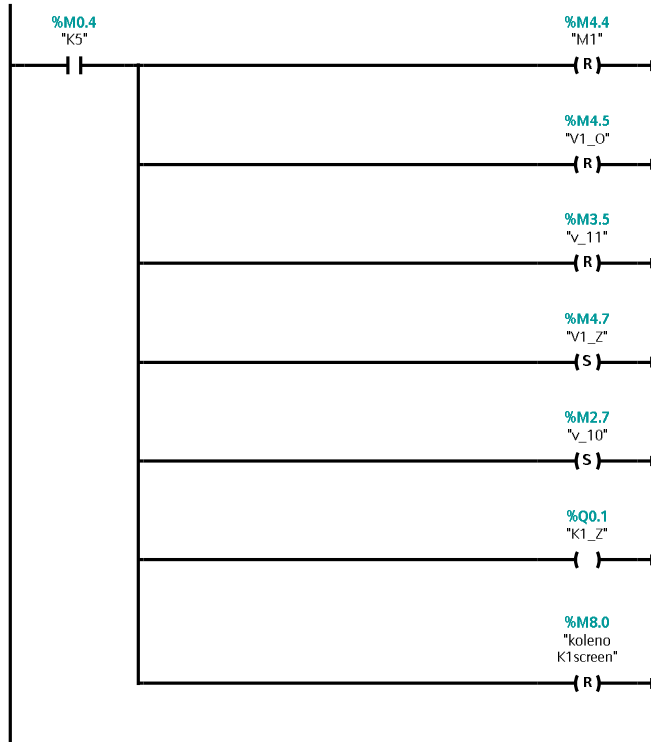
Network 22:



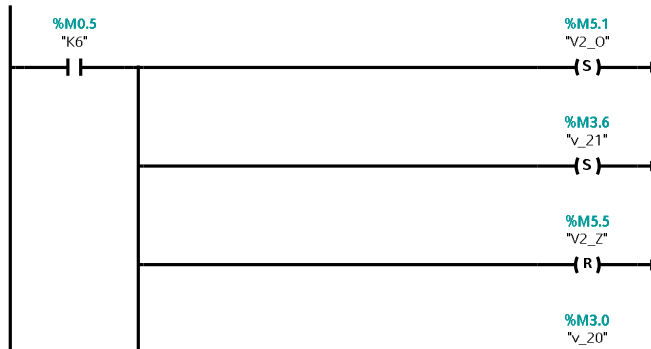
Network 23:

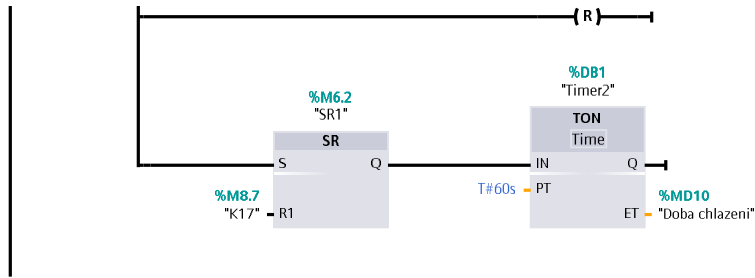


Network 24:

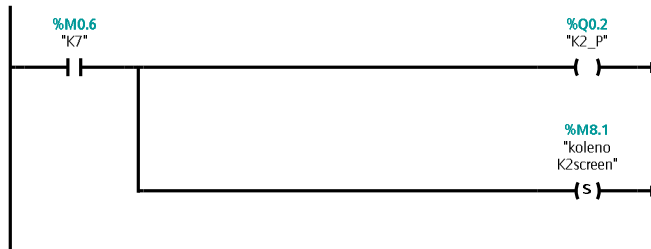


Network 25:

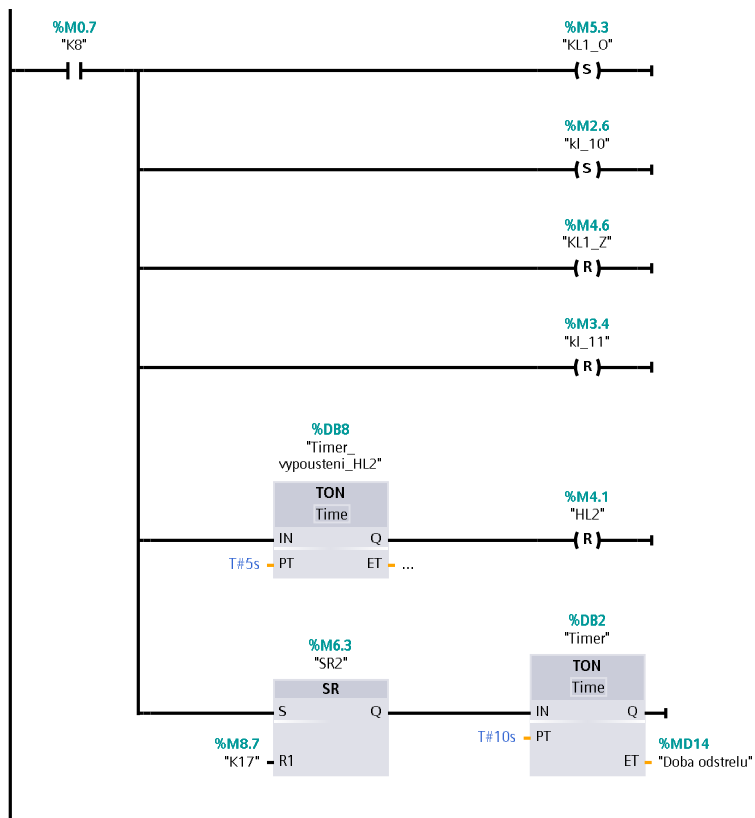




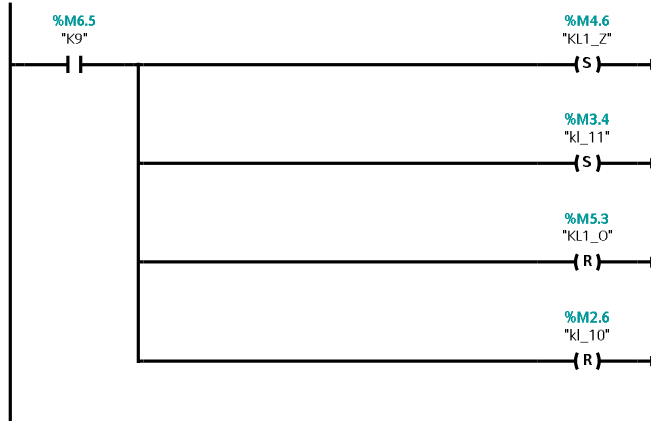
Network 26:



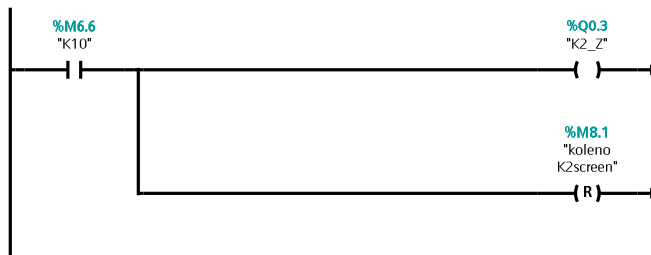
Network 27:



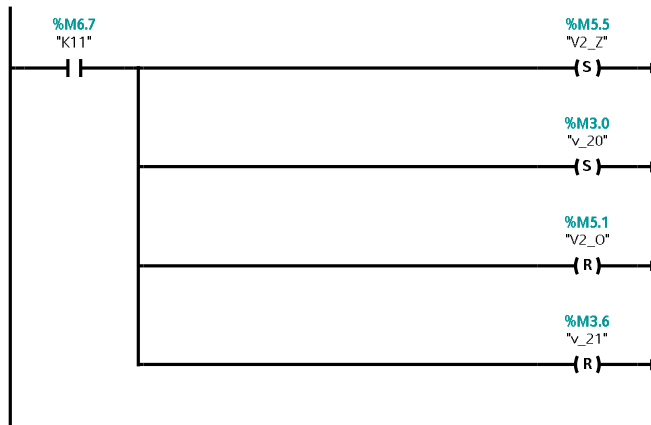
Network 28:



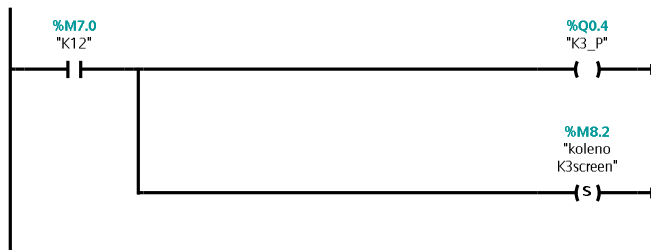
Network 29:



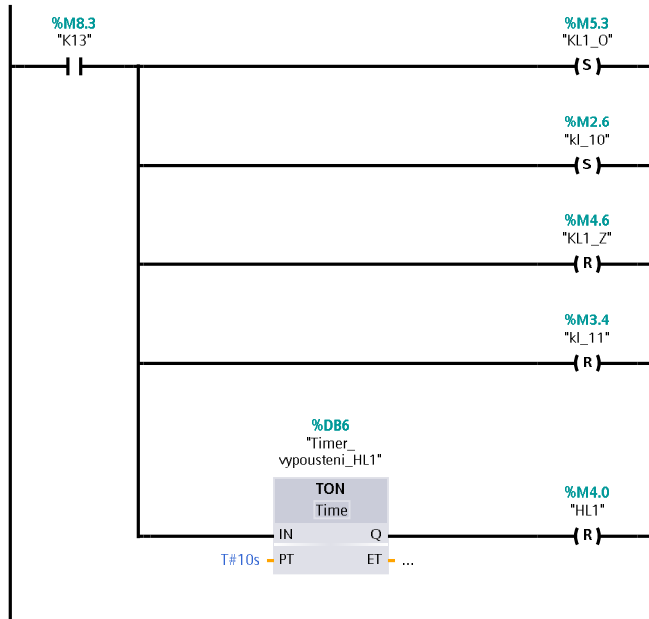
Network 30:



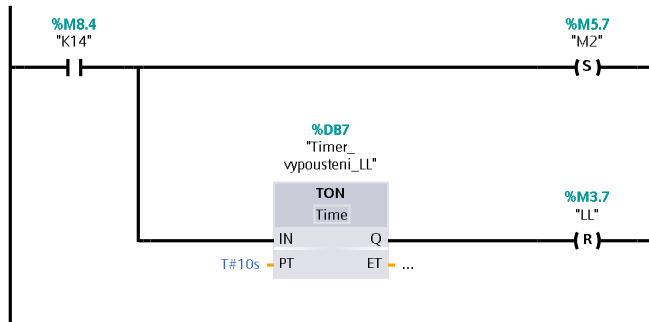
Network 31:



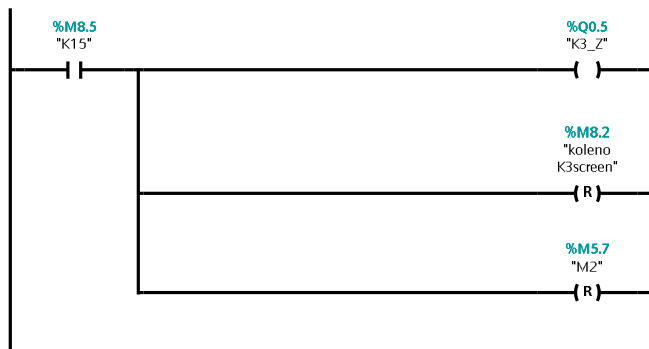
Network 32:



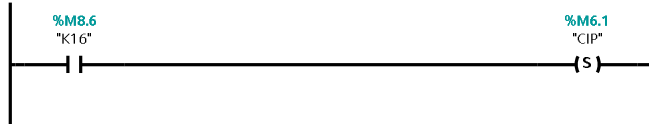
Network 33:



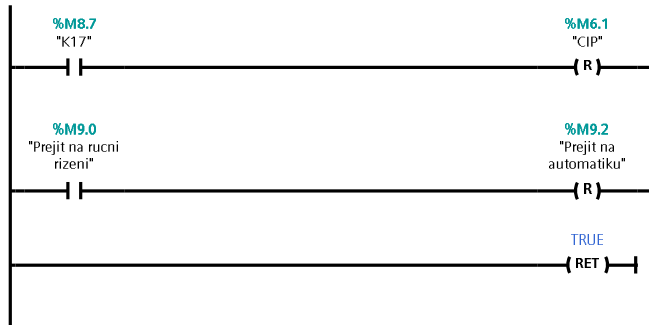
Network 34:



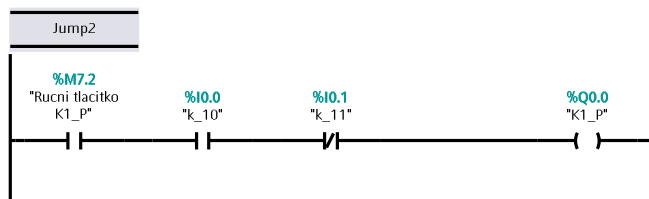
Network 35:



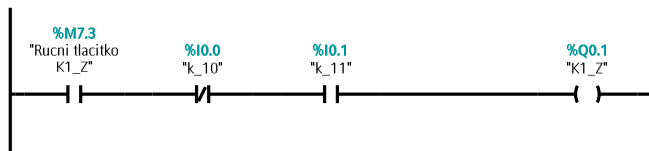
Network 36:



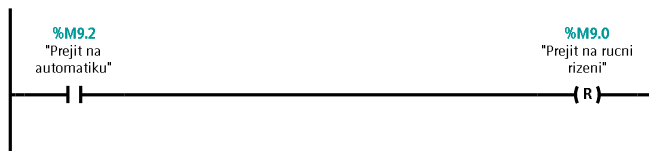
Network 37:



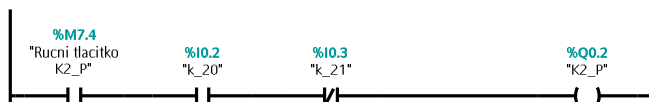
Network 38:



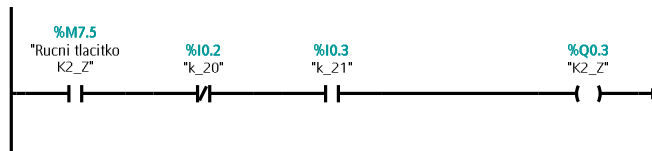
Network 39:



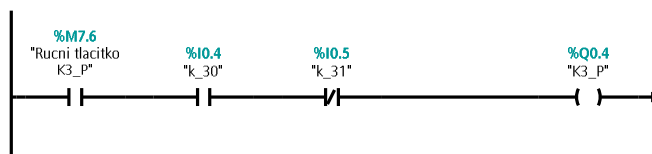
Network 40:



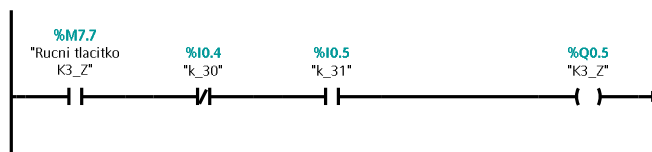
Network 41:



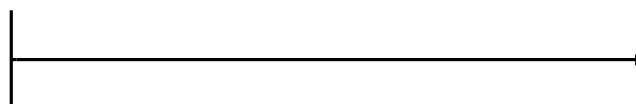
Network 42:










































Network 43:







































Network 44:



Příloha D: Seznam všech symbolů úlohy č.2

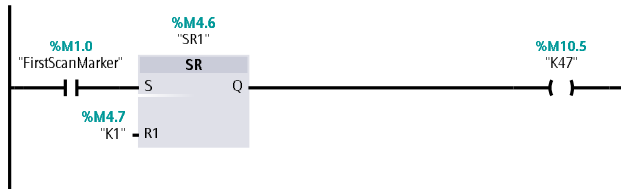
PLC tags				
		Name	Data type	Address
1		FirstScanMarker	Bool	%M1.0
2		Start	Bool	%M10.6
3		Stop	Bool	%M10.7
4		M1	Bool	%M11.0
5		M2	Bool	%M11.1
6		M3	Bool	%M2.0
7		M4	Bool	%M2.1
8		HM	Bool	%M2.2
9		V1	Bool	%M2.3
10		V2	Bool	%M2.4
11		V3	Bool	%M2.5
12		V4	Bool	%M2.6
13		V7	Bool	%M2.7
14		V8	Bool	%M3.0
15		v_60	Bool	%I0.2
16		v_61	Bool	%I0.3
17		k_40	Bool	%I0.0
18		k_41	Bool	%I0.1
19		v_90	Bool	%I0.4
20		v_91	Bool	%I0.5
21		V6_O	Bool	%Q0.2
22		V6_Z	Bool	%Q0.3
23		K4_P	Bool	%Q0.0
24		K4_Z	Bool	%Q0.1
25		V9_O	Bool	%Q0.4
26		V9_Z	Bool	%Q0.5
27		SR1	Bool	%M4.6
28		K1	Bool	%M4.7
29		K2	Bool	%M5.0
30		K3	Bool	%M5.1
31		K4	Bool	%M5.2
32		K5	Bool	%M5.3
33		K6	Bool	%M5.4
34		K7	Bool	%M5.5
35		K8	Bool	%M5.6
36		K9	Bool	%M5.7
37		K10	Bool	%M6.0
38		K11	Bool	%M6.1
39		K12	Bool	%M6.2

PLC tags				
		Name	Data type	Address
40		K13	Bool	%M6.3
41		K14	Bool	%M6.4
42		K15	Bool	%M6.5
43		K16	Bool	%M6.6
44		K17	Bool	%M6.7
45		K18	Bool	%M7.0
46		K19	Bool	%M7.1
47		K20	Bool	%M7.2
48		K21	Bool	%M7.3
49		K22	Bool	%M7.4
50		K23	Bool	%M7.5
51		K24	Bool	%M7.6
52		K25	Bool	%M7.7
53		K26	Bool	%M8.0
54		K27	Bool	%M8.1
55		K28	Bool	%M8.2
56		K29	Bool	%M8.3
57		K30	Bool	%M8.4
58		K31	Bool	%M8.5
59		K32	Bool	%M8.6
60		K33	Bool	%M8.7
61		K34	Bool	%M9.0
62		K35	Bool	%M9.1
63		K36	Bool	%M9.2
64		K37	Bool	%M9.3
65		K38	Bool	%M9.4
66		K39	Bool	%M9.5
67		K40	Bool	%M9.6
68		K41	Bool	%M9.7
69		K42	Bool	%M10.0
70		K43	Bool	%M10.1
71		K44	Bool	%M10.2
72		K45	Bool	%M10.3
73		K46	Bool	%M10.4
74		K47	Bool	%M10.5
75		SR2	Bool	%M11.2

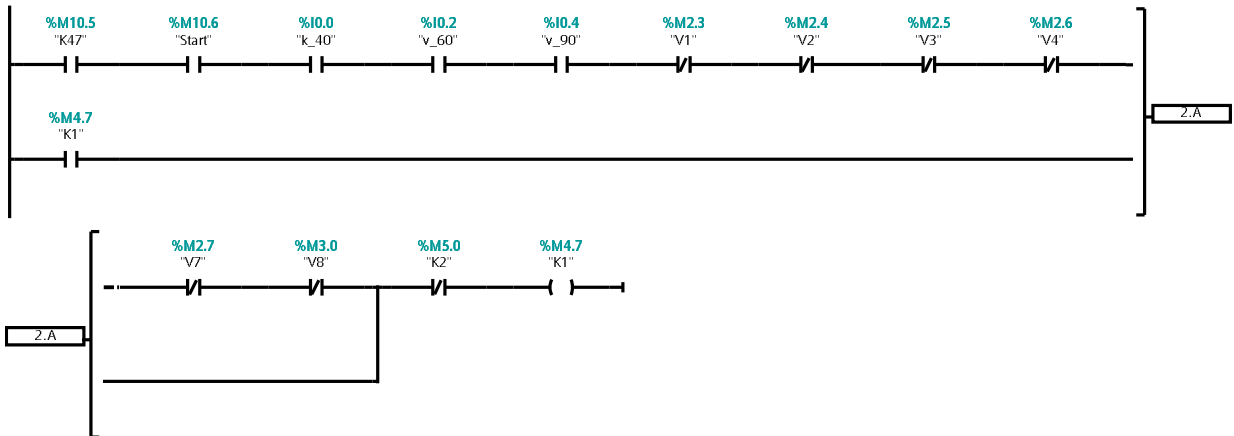
Main (OB1)

Block title: "Main Program Sweep (Cycle)"

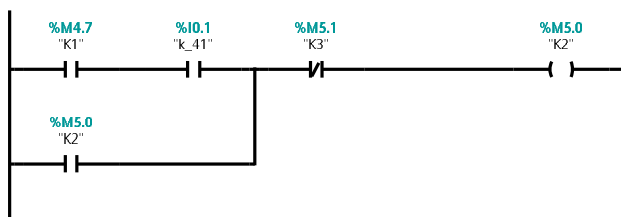
Network 1:



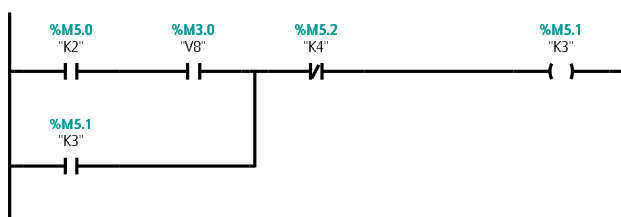
Network 2:



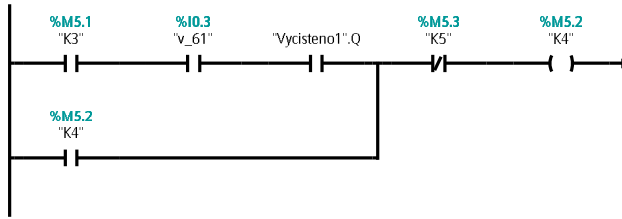
Network 3:



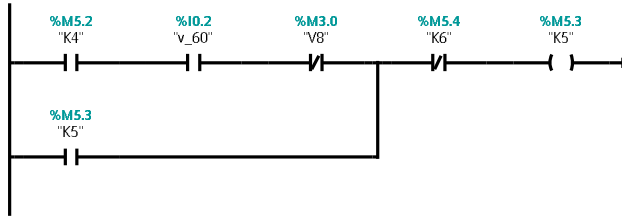
Network 4:



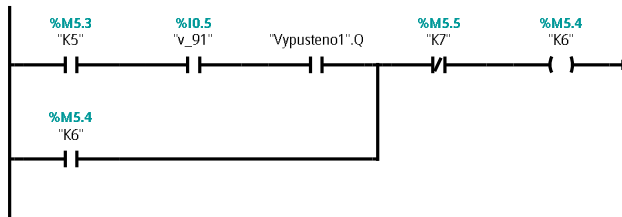
Network 5:



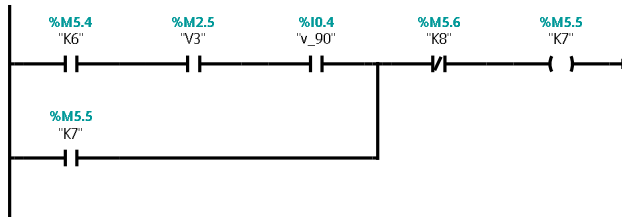
Network 6:



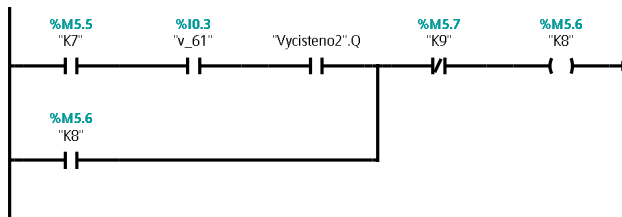
Network 7:



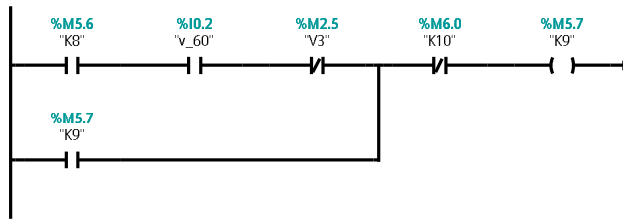
Network 8:



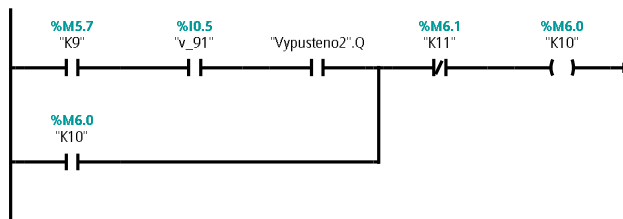
Network 9:



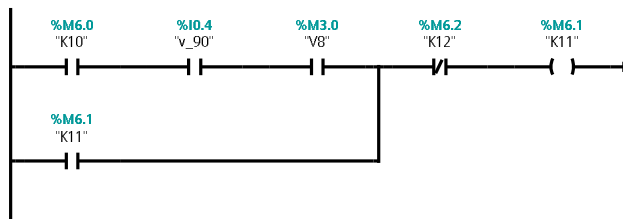
Network 10:



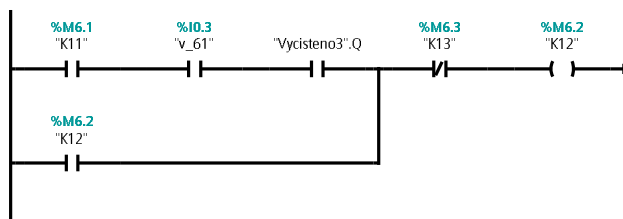
Network 11:



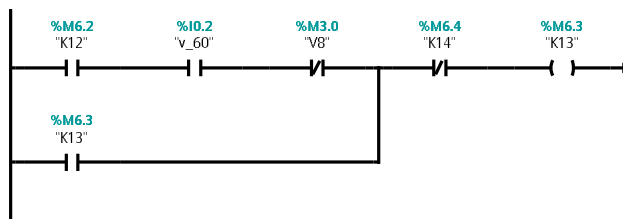
Network 12:



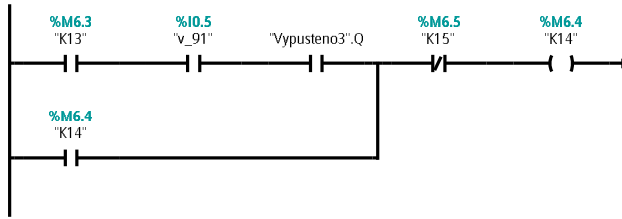
Network 13:



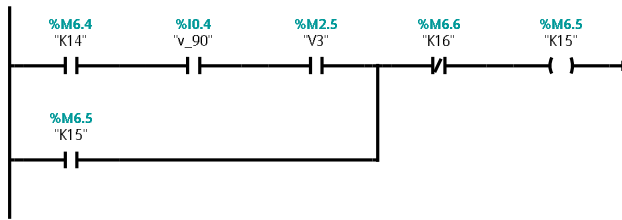
Network 14:



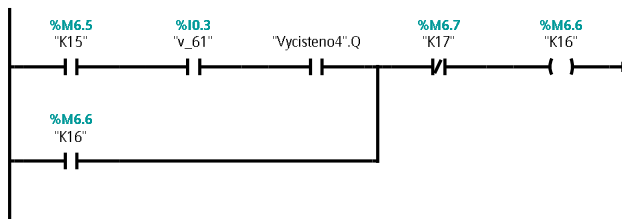
Network 15:



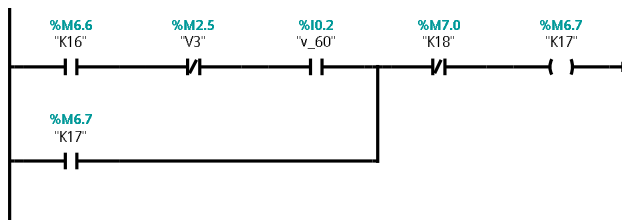
Network 16:



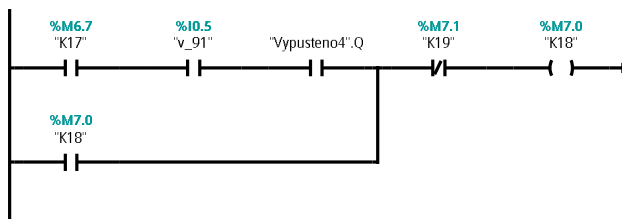
Network 17:



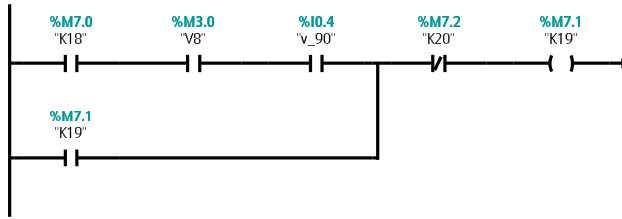
Network 18:



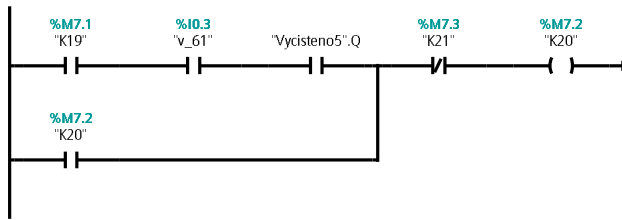
Network 19:



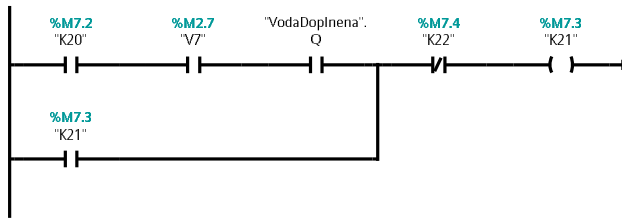
Network 20:



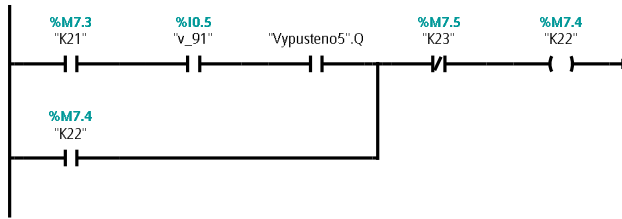
Network 21:



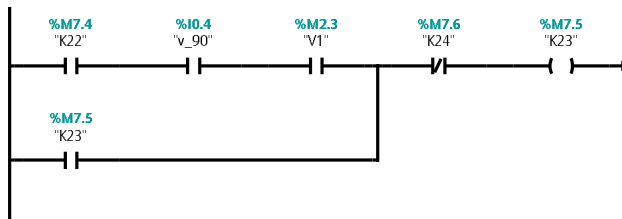
Network 22:



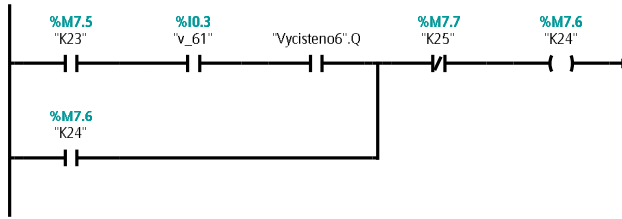
Network 23:



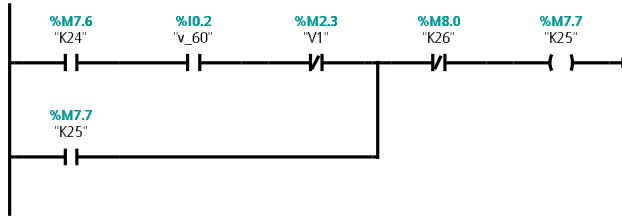
Network 24:



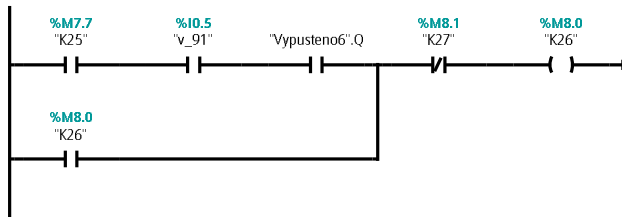
Network 25:



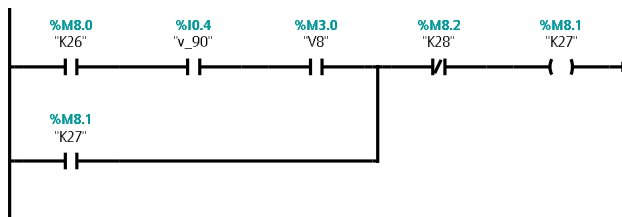
Network 26:



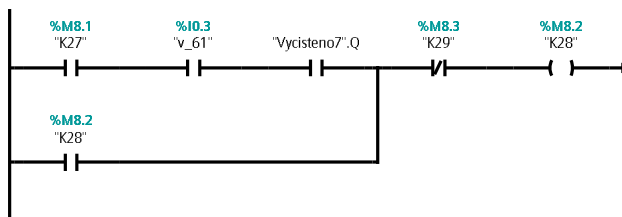
Network 27:



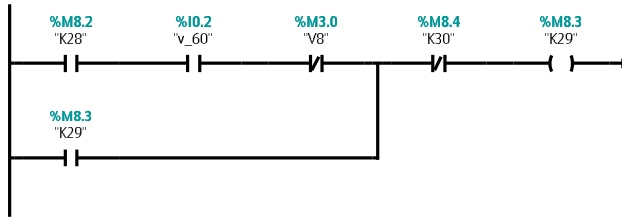
Network 28:



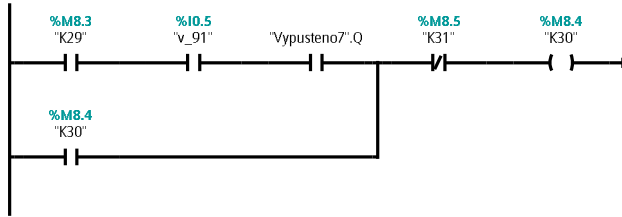
Network 29:



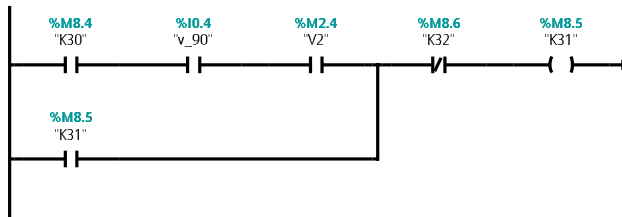
Network 30:



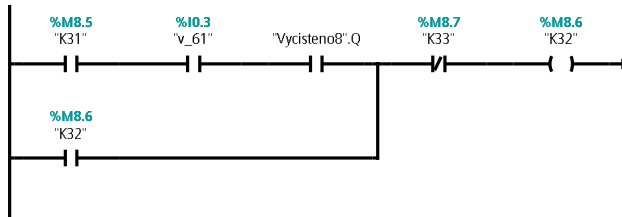
Network 31:



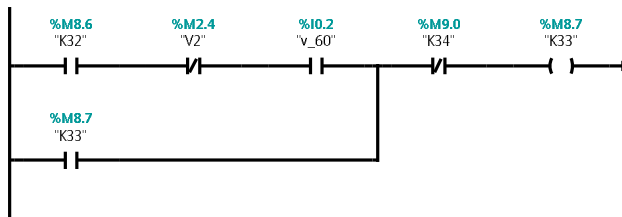
Network 32:



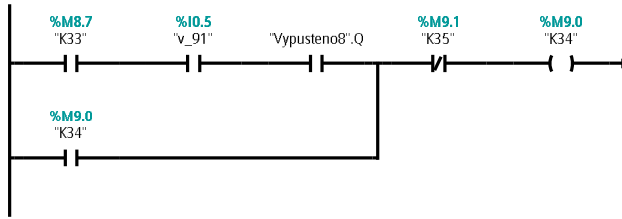
Network 33:



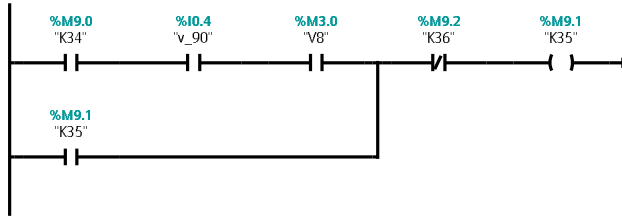
Network 34:



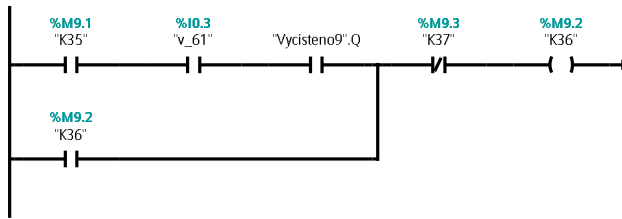
Network 35:



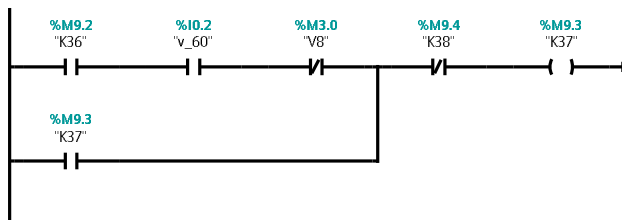
Network 36:



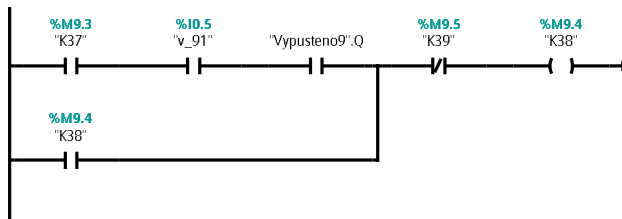
Network 37:



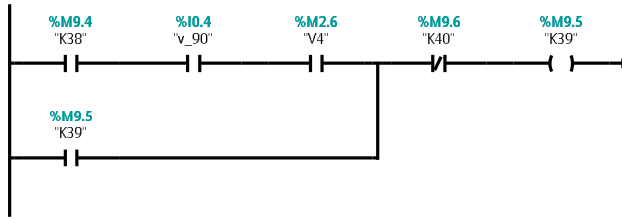
Network 38:



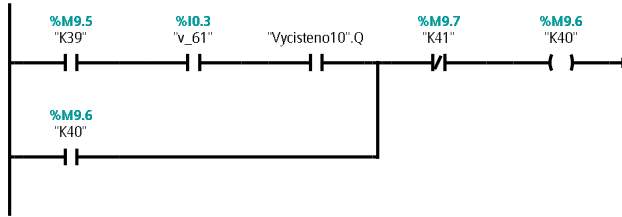
Network 39:



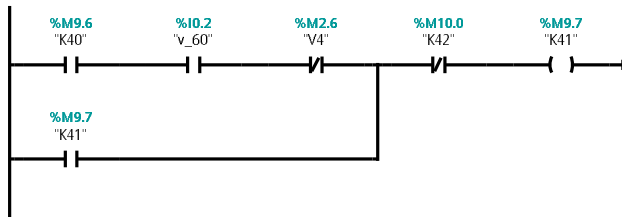
Network 40:



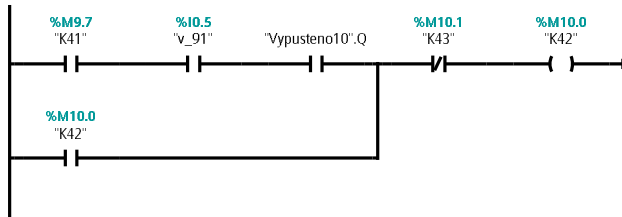
Network 41:



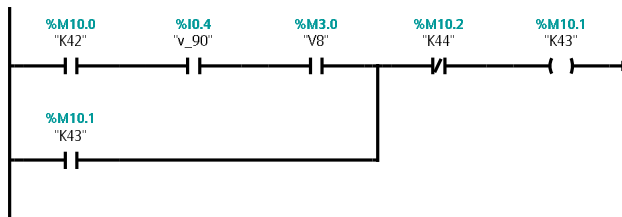
Network 42:



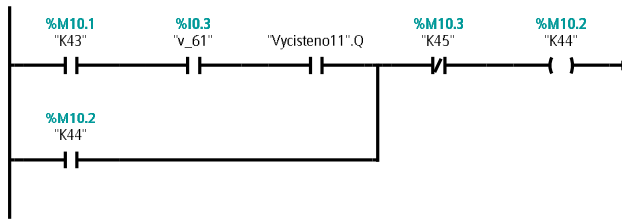
Network 43:



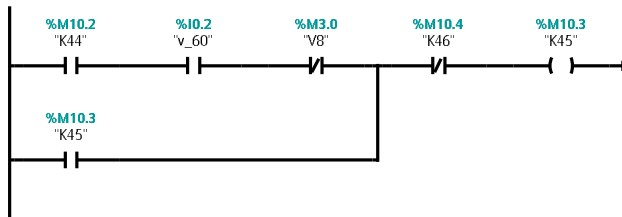
Network 44:



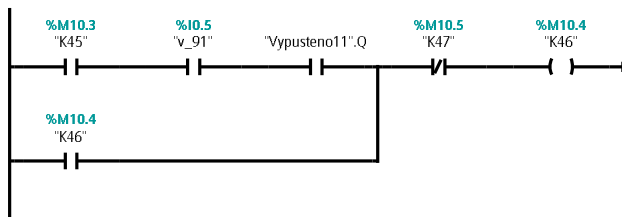
Network 45:



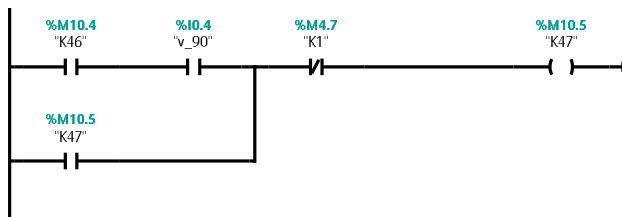
Network 46:



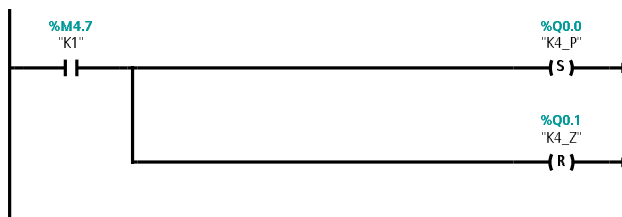
Network 47:



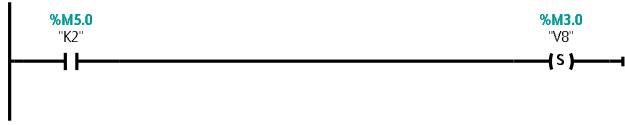
Network 48:



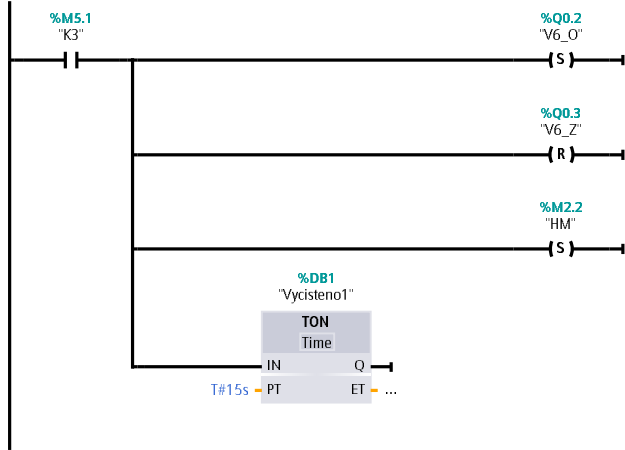
Network 49:



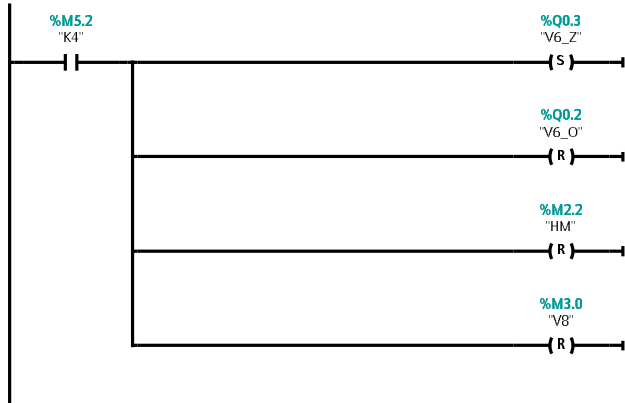
Network 50:



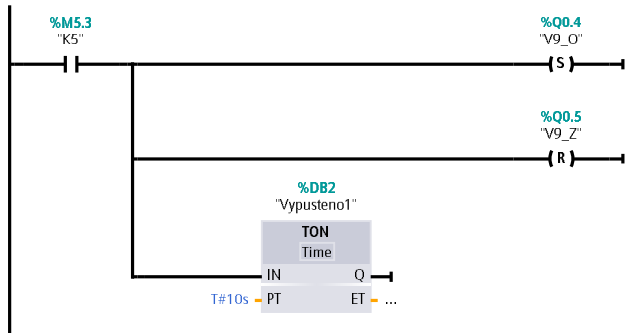
Network 51:



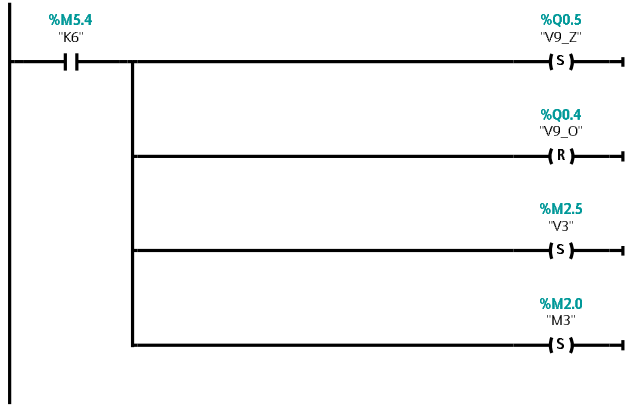
Network 52:



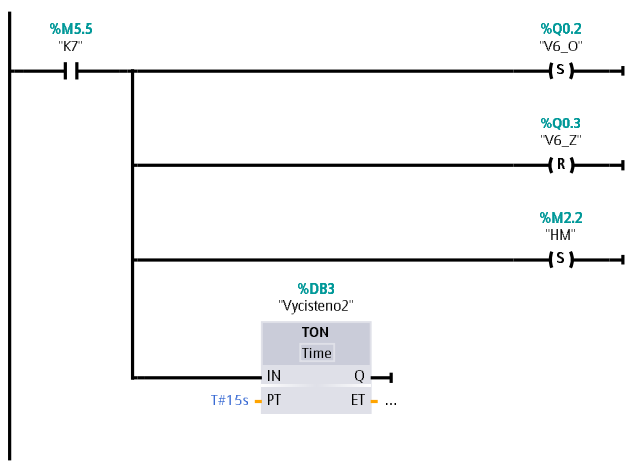
Network 53:



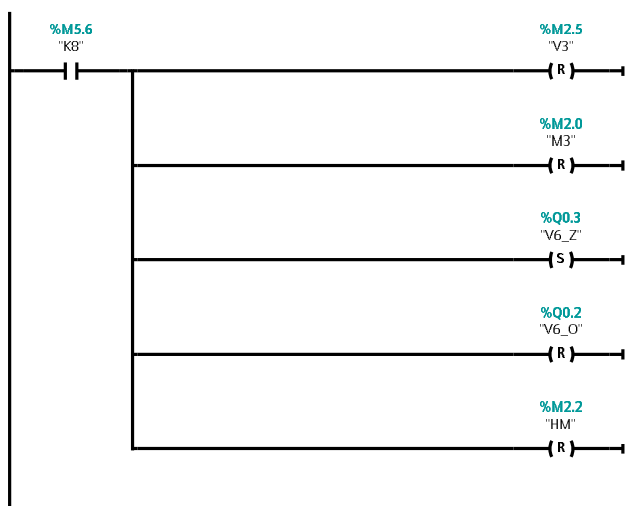
Network 54:



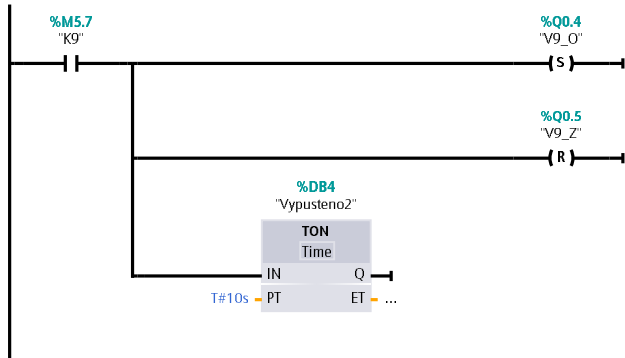
Network 55:



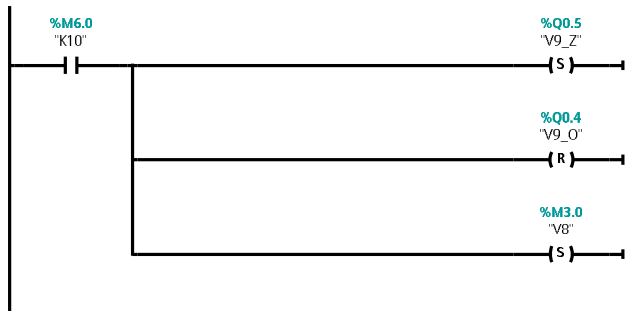
Network 56:



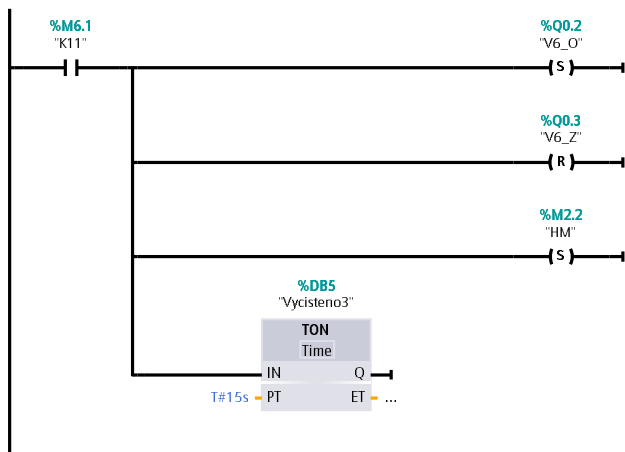
Network 57:



Network 58:

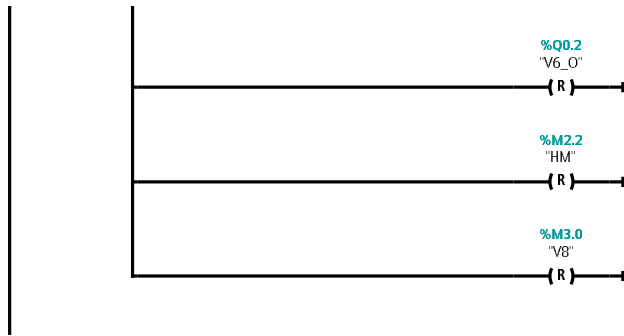


Network 59:

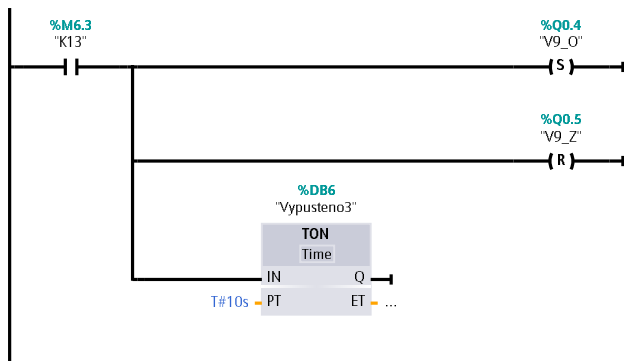


Network 60:

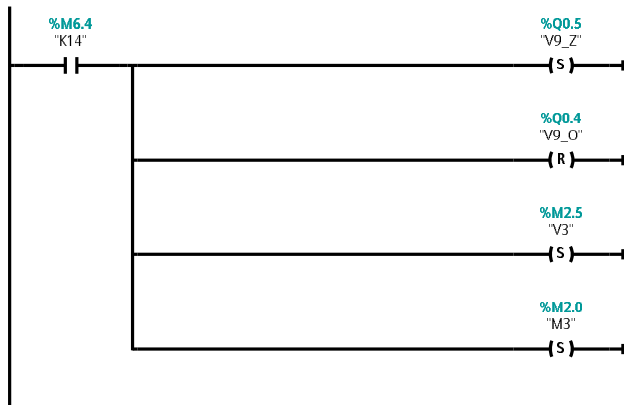




Network 61:

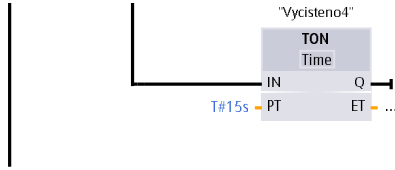


Network 62:

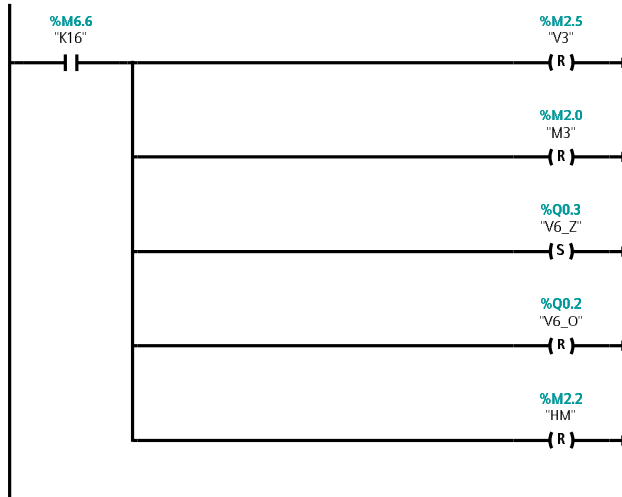


Network 63:

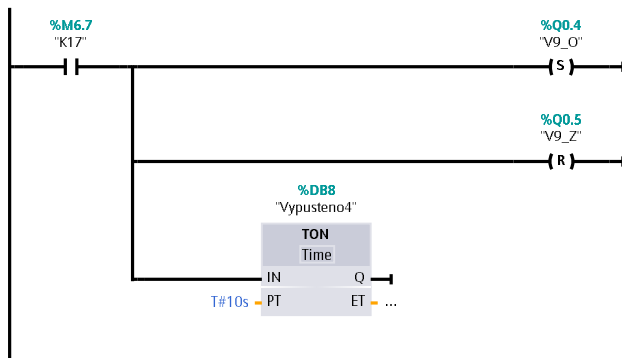




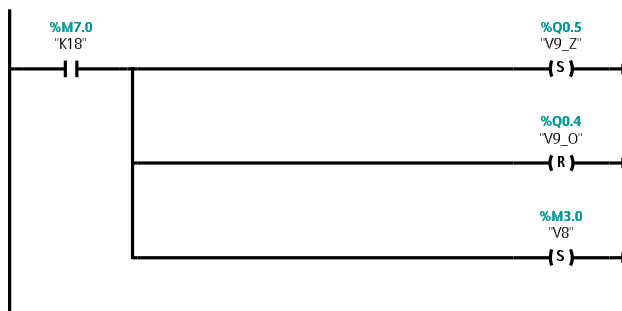
Network 64:



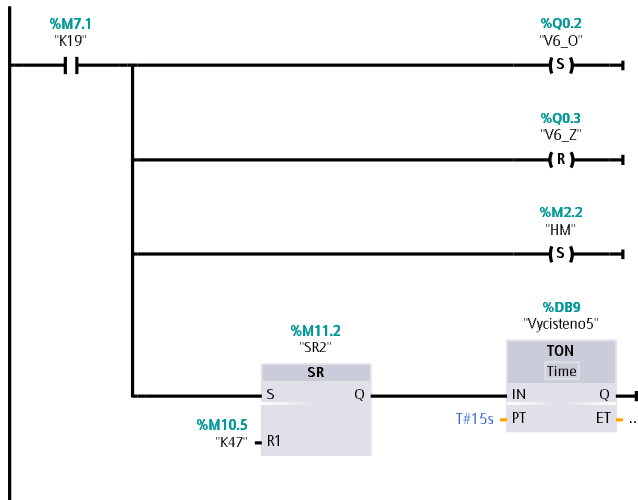
Network 65:



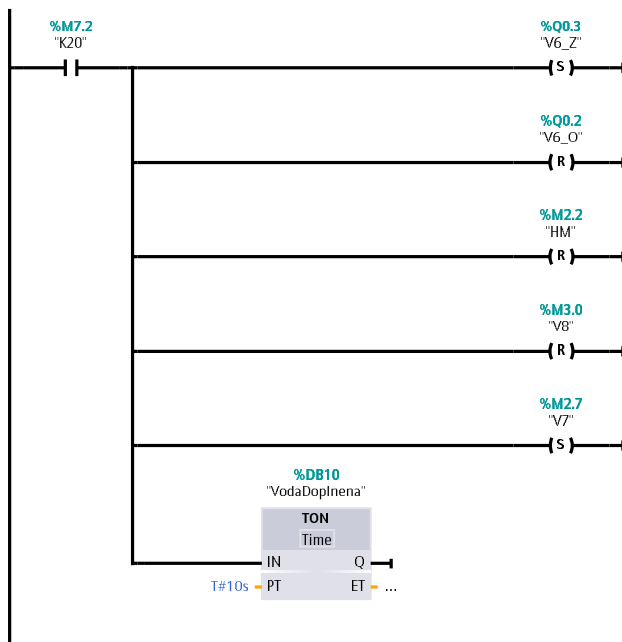
Network 66:



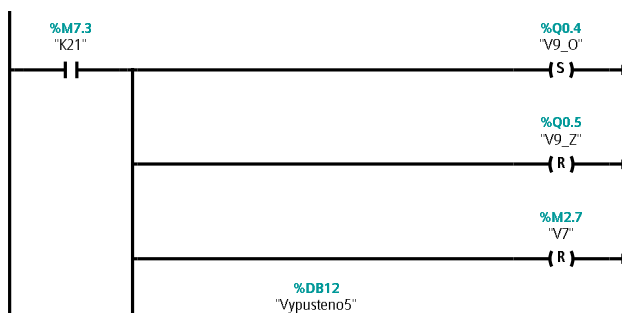
Network 67:

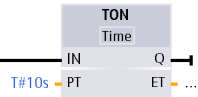


Network 68:

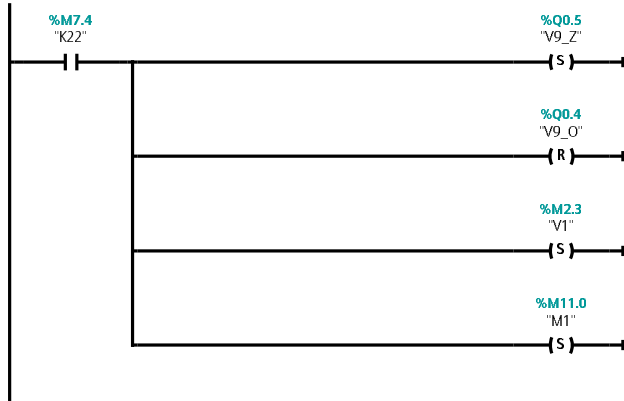


Network 69:

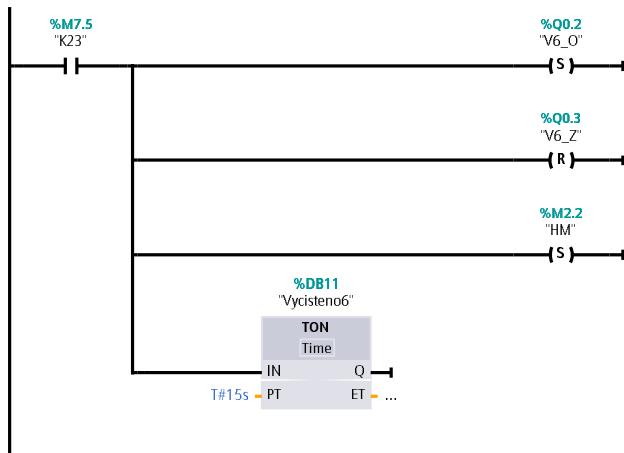




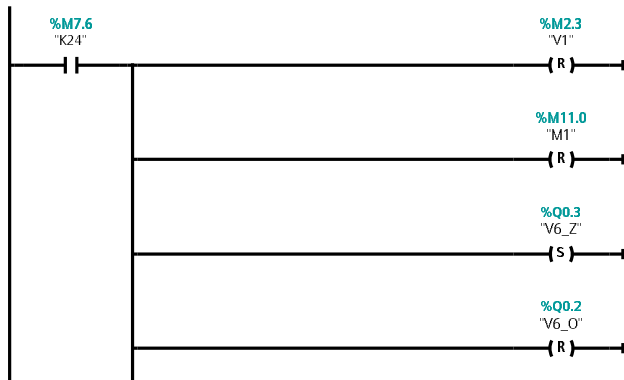
Network 70:

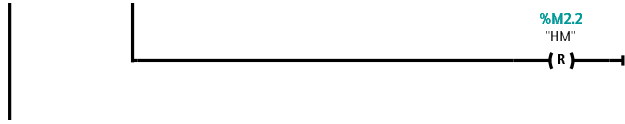


Network 71:

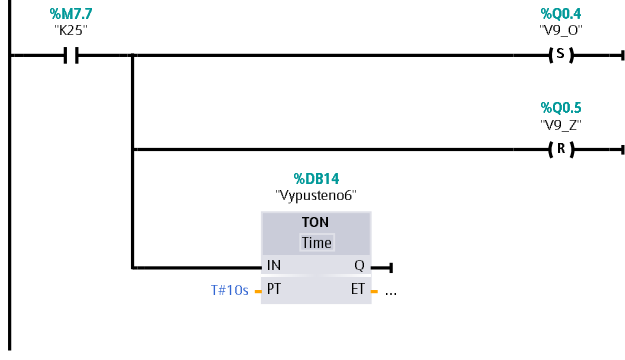


Network 72:

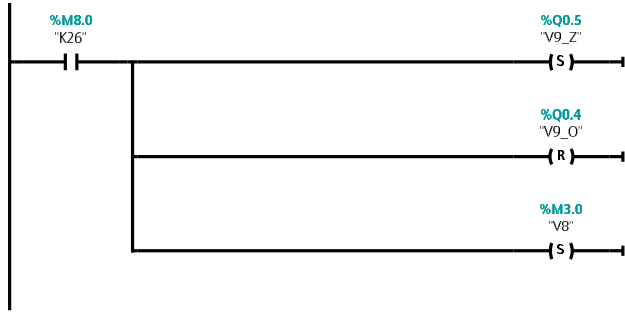




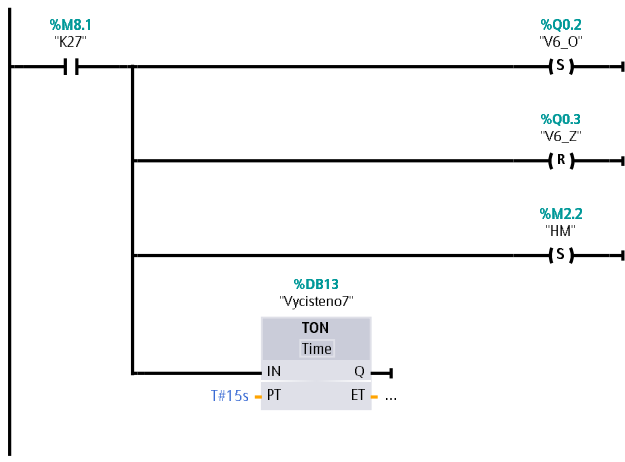
Network 73:



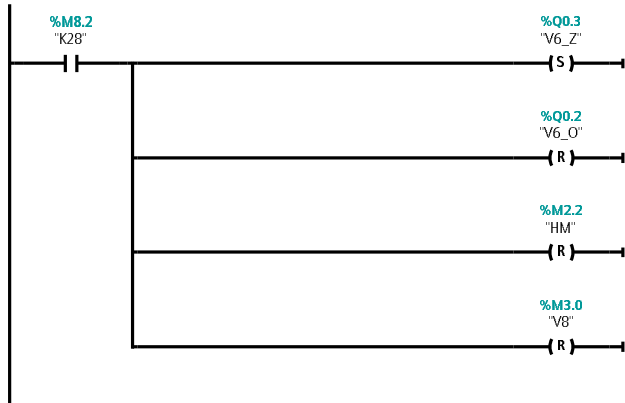
Network 74:



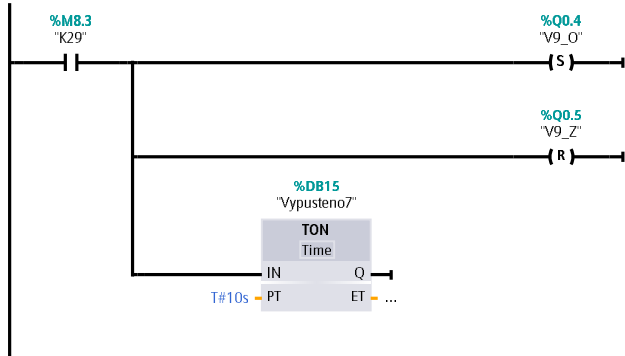
Network 75:



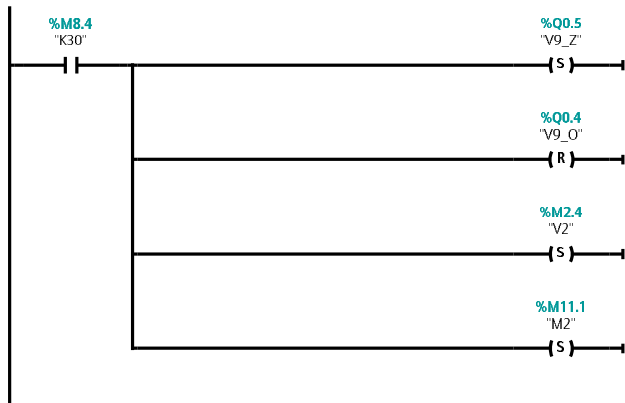
Network 76:



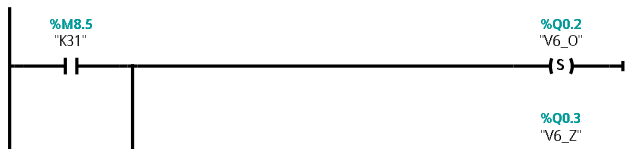
Network 77:

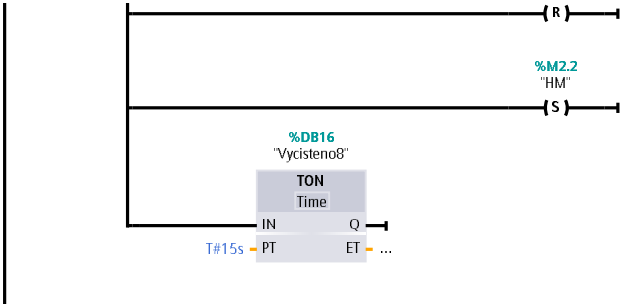


Network 78:

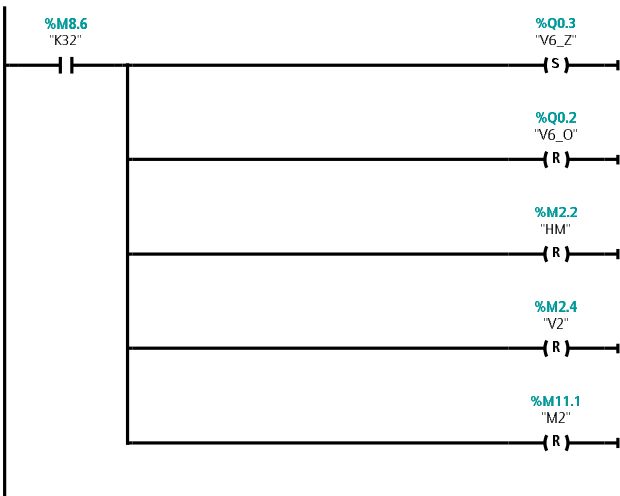


Network 79:

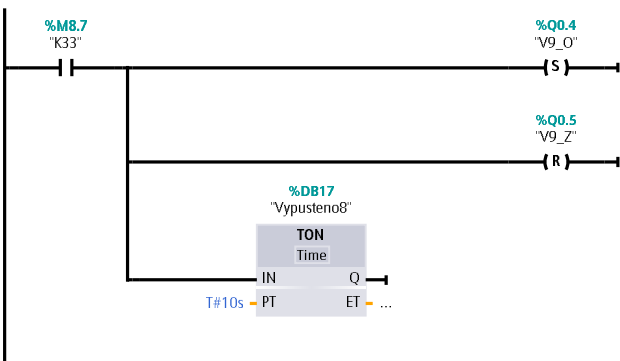




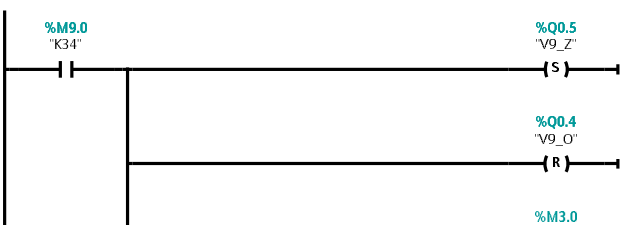
Network 80:

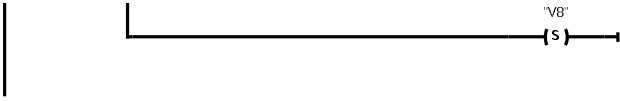


Network 81:

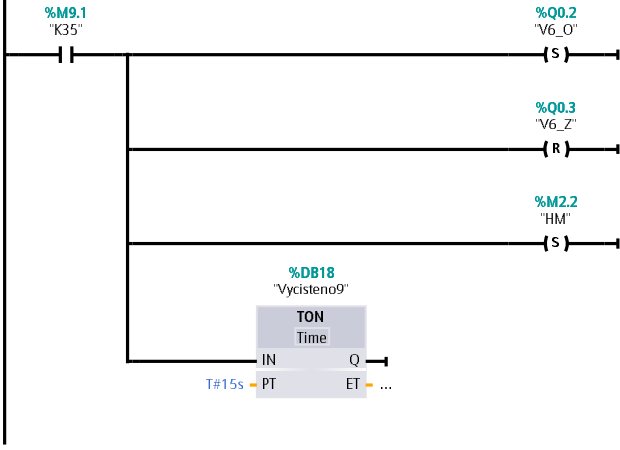


Network 82:

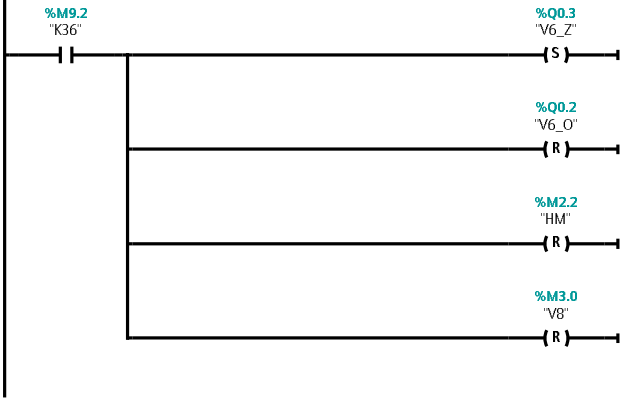




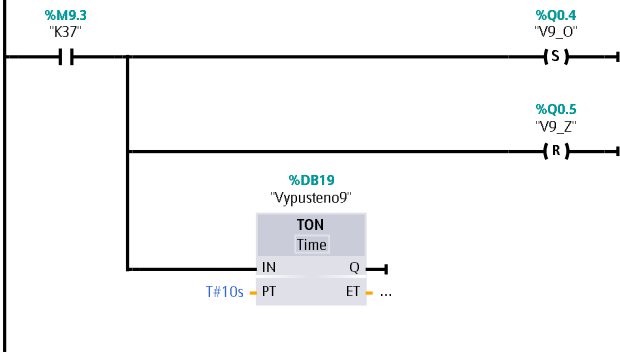
Network 83:



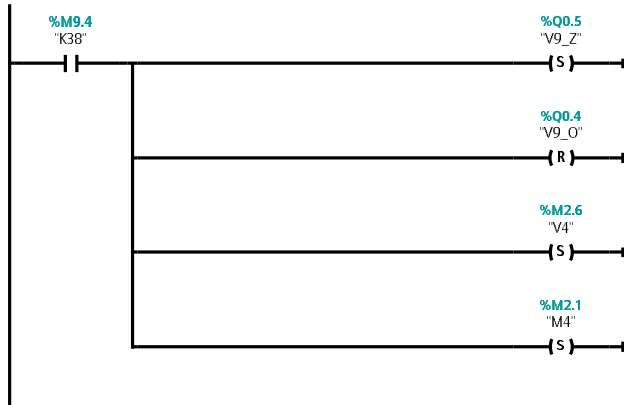
Network 84:



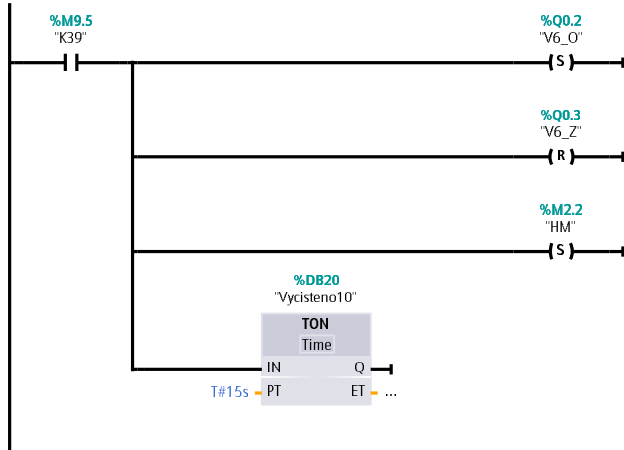
Network 85:



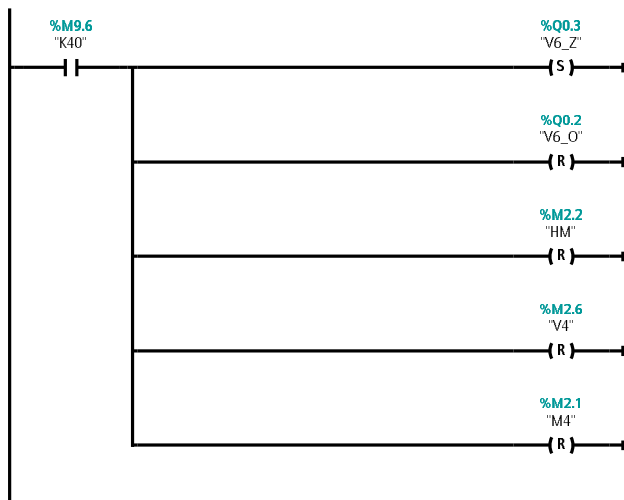
Network 86:



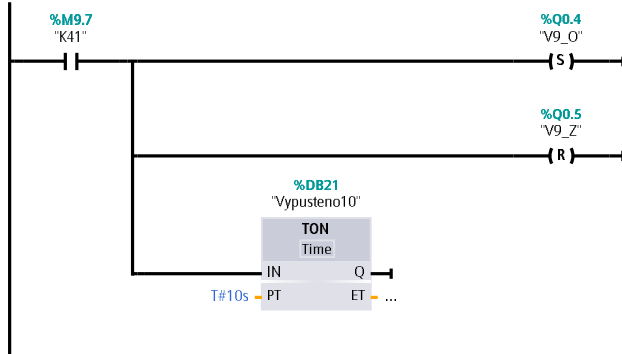
Network 87:



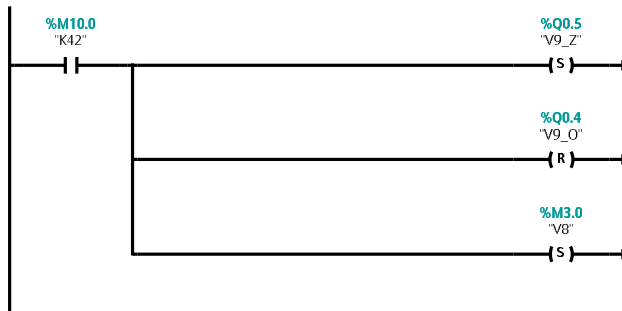
Network 88:



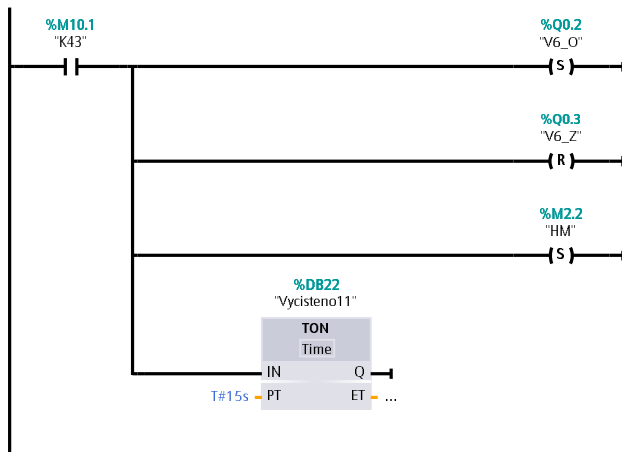
Network 89:



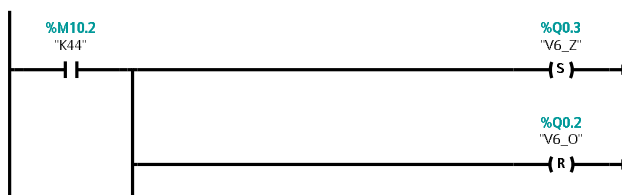
Network 90:

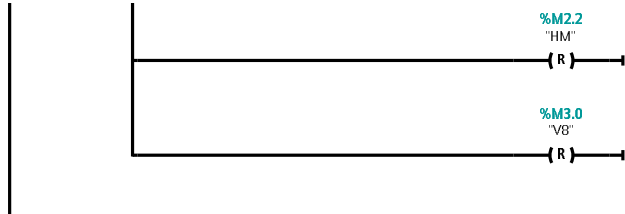


Network 91:

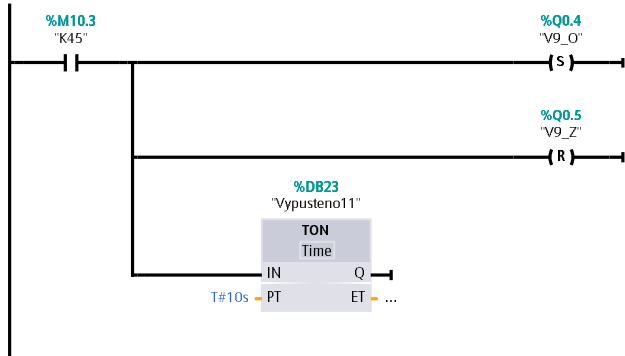


Network 92:

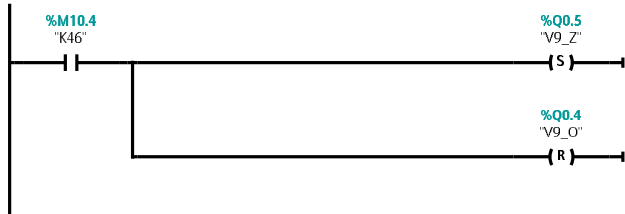




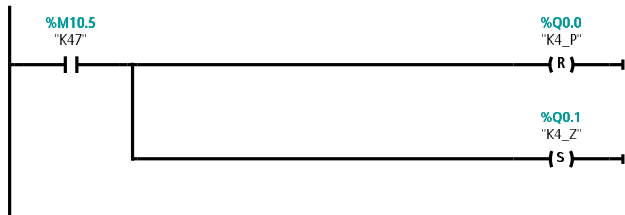
Network 93:



Network 94:



Network 95:



Network 96:

