

SLOVENSKÁ TECHNICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE

Fakulta chemickej a potravinárskej technológie

DIPLOMOVÁ PRÁCA

Vytvorenie softwerovera pre riadenie tlakových zásobníkov plynu pomocou
riadiaceho počítača fy. Siemens.

Vedúci projektu: Doc. Ján Danko . Csc
Vypracoval : bc. Peter Blach

2004

PodĎakovanie

Rad by som sa poĎakoval docentoci Janovi Dankovi, Csc za pomoc a cenné rady pri vypracovaní diplomovej práce, ako aj Ing. Lukašovi Dermiškovi. Hlavné poĎakovanie však patrí mojím rodičom a súrodencom, ktorí ma počas celého štúdia podporovali.

Obsah

Podakovanie	2
Úvod	4
Elektrický model sústavy	5
Návod na použitie	6
2.1.1 Postup pri nastavovaní konštánt :	7
2.1.2 Postup pri meraní	7
3. Riadiaci systém SIMATIC S7 - 300	9
3.1 Hlavné kroky pri vytváraní riadiaceho projektu a pripojenie zariadení k pracovnej stanici	10
4. Programový a konfiguračný software STEP7	13
4.1 Vytvorenie projektu	13
4.2 Konfigurácia siete	13
4.3 Hardware (konfigurácia I/O modulov)	14
4.4 Programovanie logických blokov a konfigurácia premenných	18
OB	19
FB	19
FC	19
DB	19
4.5 Spustenie programu a jeho diagnostika	21
Vizualizačný software WinCC a prepojenie so STEP7	23
Vytvorenie projektu a práca s tágmi	23
Vytvorenie vizualizačnej obrazovky a ovládacích prvkov.	26
Objekty ovplyvňujúce udalosti.	29
5.4 Tvorba trendov	32
5.5 Aktivácia projektu.	34
6. Navrch zvoleného regulátora pre riadenie troch zásobníkov plynu.	36
6.1 Výpočet PID – regulátora pre sústavu tretieho rádu.	37
7. Záver	42
8.Summary	43
9. Literatúra	44
10.Príloha	45

□ Úvod

V súčasnosti sa prejavuje čoraz väčšia potreba dokonalejšieho zvládnutia vedy, v súvislosti s nárastom spotreby energie, zvyšovaním nárokov na kvalitu a využitie surovín. Pri využívaní nových možností pohľadu na staré problémy dôjdeme často na prekvapivo jednoduché a pritom elegantné riešenia.

Jednou z možností riešenia týchto problémov je optimalizácia výrobného procesu, ktorá nie je možná bez kvalitného riadenia. Pri aplikáciách riadenej techniky vo výrobe je nutné riešiť hlavné problémy spojené so snímaním, prevodom nastavovaním veličín.

V súčasnosti je mnoho zariadení, ktoré majú ako výstupnú veličinu unifikované jednosmerné napätie (0 – 10 V). Ak aj má iný výstup (prúd, tlak ...), existuje veľké množstvo zariadení, ktoré slúžia na prevod a následnú unifikáciu daného výstupu na unifikovaný napäťový signál. Ak chceme tento signál využiť použijeme počítač na snímanie údajov. Týmto údajmi môžeme pohodlne pracovať.

Práca sa zaoberá tromi samostatnými časťami. V prvej časti je stručný popis zariadenia ako aj obsluha daného prístroja. V druhej časti je postup vytvorenia programu v STEP7 a vo vizualizačnom software WinCC. Ďalej prepojenie STEP7 s týmto vizualizačným programom. V tretej časti sú výsledky merania a ich spracovanie.

Hlavnou úlohou bolo vytvoriť program na ovládanie troch zásobníkov plynu. Ich otestovanie a riadenie.

□ Elektrický model sústavy

Elektrický model pozostáva z troch navzájom nezávislých RC-členov, ktorý sa správa ako zásobníky plynu zapojené bez interakcie. RC-členy boli zvolené, pretože nabíjanie kondenzátora C cez odpor R je možné popísať diferenciálnou rovnicou 1. rádu :

$$U_0 = U_R + U_C \quad 1$$

kde $U_R = i * R$ a $U_C = \frac{1}{C} \int_0^t i * dt$

odkiaľ $i = C \frac{dU_C}{dt}$

a po dosadení do (1) :

$$U_0 = RC \frac{dU_C}{dt} + U_C \quad 2$$

ak zvolíme $RC = T$ dostaneme:

$$T \frac{dU_C}{dt} + U_C = U_0 \quad 3$$

kde T je časovou konštantou sústavy

Na to aby bol jednoduchší spôsob nastavovania časových konštánt sme použili vhodnú analógiu nastavovania časových konštánt pri pneumatických systémoch. Odpor R_k bol zvolený na hodnotu 6 k Ω , pretože potom platí :

$$T_{RK} = R_k \cdot C = 6000 \, \Omega \cdot 0,01 \, F = 60 \, s = 1 \, \text{min}$$

Potom sa časové konštanty nastavujú podľa vzťahu :

$$U_v = U_0 \frac{1 [\text{min}]}{T + 1 [\text{min}]} \quad 4$$

kde T je v minútach a U_0 , U_V vo voltoch.

Nastavenie je pomerne jednoduché a pri konkrétnom zapojení ($U_0 = 5$ V) sa pre správne nastavenie časových konštánt použije vzťah :


$$U_V = \frac{5}{T + 1} \quad 5$$

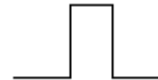
o Návod na použitie

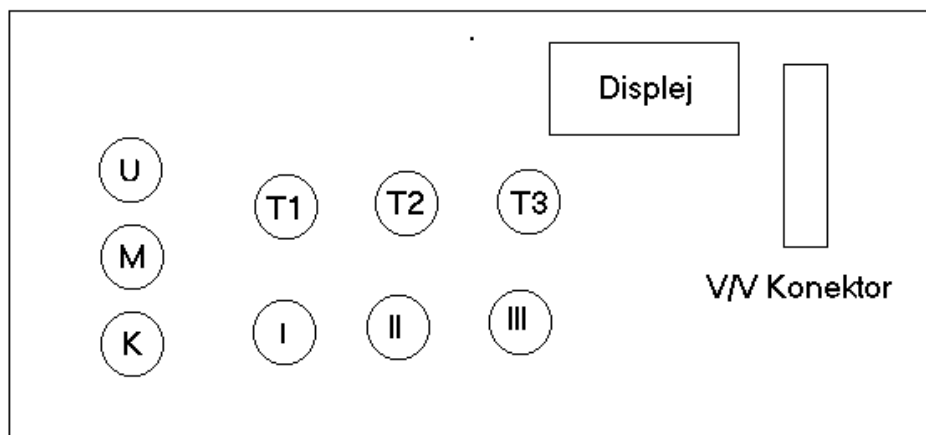
Prístroj má okrem hlavného vypínača (na zadnej strane skrinky) niekoľko ovládacích tlačidiel na čelnom paneli prístroja rozmiestnených podľa obrázka 1.

Význam tlačidiel :

- U – prepínanie vstupného napätia
- M – meranie
- K – nastavovanie časových konštánt a nulovanie
- V – prepínanie vstupu do multimetra
- I, II, III – prepínanie rádu sústavy
- T_1, T_2, T_3 – nastavovanie časových konštánt

Polohy tlačidiel : zapnuté : 

vypnuté : 



Obr. 1 Čelný panel prístroja.

2.1.1 Postup pri nastavovaní konštant :

- Tlačidlá V a U prepne do polohy 0
- Tlačidlo K prepne do polohy 1
- Stlačíme tlačidlo pre I (II, III) rád a potenciometrom T_1 (T_2 , T_3)

nastavíme časovú konštantu podľa vzťahu :

$$U_v = \frac{5}{T + 1} \quad [V]$$

kde T je časová konštanta v min pre I (II, III) rád.

Pozor : pri nastavovaní konštant prebieha súčasne nulovanie kondenzátorov.

2.1.2 Postup pri meraní

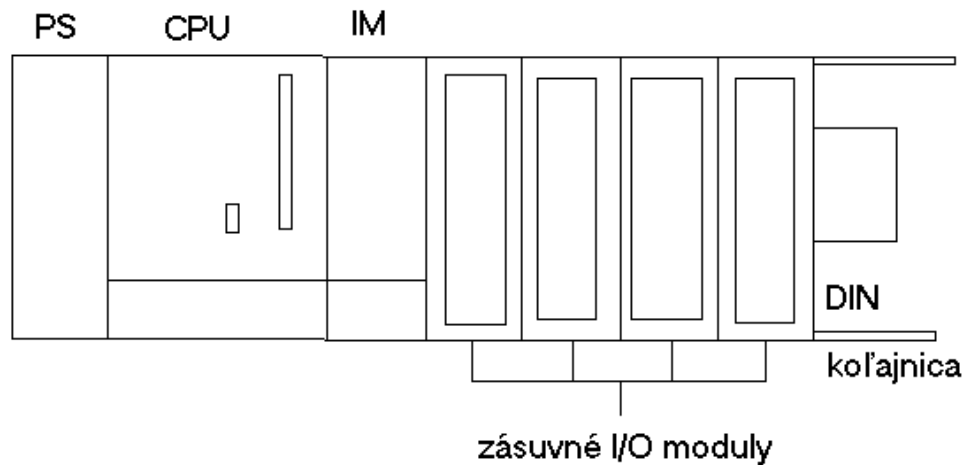
- Pripojíme správne prístroj k počítaču
- Tlačidlo V dáme do polohy vypnuté
- Tlačidlo U dáme do polohy zapnuté
- Tlačidlami I, II alebo III vyberieme rád sústavy
- Stlačíme tlačidlo M do polohy zapnuté a meriame

□ Ak potrebujeme vynulovať všetky sústavy urobíme to stlačením tlačidla K do polohy zapnuté asi na 5 s a potom môžeme ďalej pokračovať v meraní po stlačení M do polohy zapnuté.

3. Riadiaci systém SIMATIC S7 - 300

Celý riadiaci systém pozostáva zo štyroch hlavných častí, ktoré spolu tvoria kompaktný celok.

- o **Priemyselný Rack PC 830** patrí do strednej triedy PC, postavených na báze technológie od Intelu, vhodný pre používanie v priemyselnom prostredí, ktoré znemožňuje použitie štandardných PC kvôli požiadavkám na odolnosť voči teplotám, vibráciám atď.
- o **Pracovná stanica SIMATIC S7-300** je univerzálny PLC schopný pôsobiť v širokom spektre aplikácií automatizačného inžinierstva s dôrazom na produkciu, ekonomické a praktické riešenia v rôznych odvetviach priemyslu. Pracovná stanica obsahuje :
 - *Napájací modul PS 307 5A*
 - *CPU 315 – 2 DP* je centrálna procesová jednotka s prostredím pre veľkú programovú pamäť a MPI, PROFIBUS interfacom.
 - *Modul rozhrania IM 360* umožňuje prenos procesných dát, operátorskú kontrolu a monitoring
 - *Zásuvné vstupno – výstupné I/O moduly* (maximálny počet I/O modulov na jednu stanicu S7-300 je osem).



Obr. 2 Pohľad na pracovnú stanicu.

o Prepojenie PC a pracovnej stanice

SIMATIC pomocou MPI

(Multi Point Interface) kábla, PROFIBUS-u, INDUSTRIAL ETHERNET-u resp. PTP. Taktiež je možné kombinovať jednotlivé spôsoby a tým vytvoriť sieť, ktorá umožní prenos dát medzi jednotlivými pracovnými stanicami a PC.

- o **STEP7 a WinCC** je programátorský a vizualizačný software, ktorý slúži k programovaniu PLC, sprístupňuje dáta užívateľovi a je komfortnou alternatívou monitoringu a riadenia procesov.

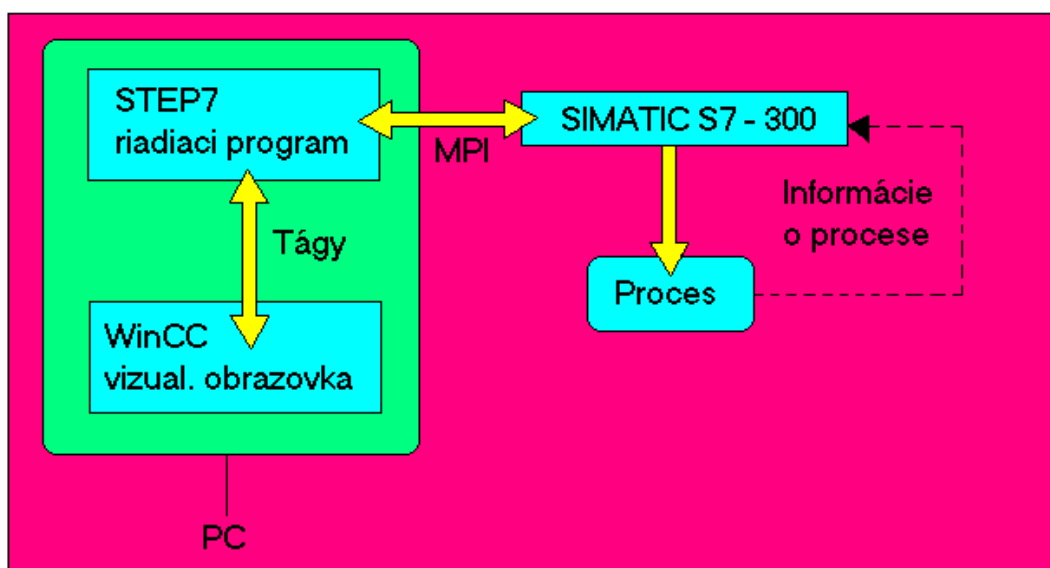
3.1 Hlavné kroky pri vytváraní riadiaceho projektu a pripojenie zariadení k pracovnej stanici

Hlavnými krokmi, ktoré sú potrebné k vytvoreniu kompaktného riadiaceho systému, tak aby plnil kritéria a ciele sú nasledovné :

- **Vytvorenie nového projektu v programe STEP7** ,
v ktorom sú uložené všetky programy a dáta potrebné k riadeniu.
- **Konfigurácia siete**, ktorá umožňuje prepojenie PC s pracovnou stanicou SIMATIC, pomocou zvoleného rozhrania. V tomto projekte, ktorý riadi elektrický model troch plynových zásobníkov je zvolené prepojenie pomocou MPI rozhrania.
- **Konfigurácia I/O modulov** umožňuje prepojenie medzi pracovnou stanicou a reálnym procesme. Tento krok bol pre mňa najdôležitejší, pretože jednou z mojich úloh diplomovej práce, bolo pripojenie modelu k riadiacemu systému.
- **Konfigurácia premenných** umožňuje definovať a modifikovať jednotlivé premenné, ktoré sú potrebné k správne chodu riadiaceho programu.
- **Napísanie riadiaceho programu.** Programovací jazyk STEP7 umožňuje riadiaci program napísať pomocou klasických príkazov, programovaním funkčných blokov alebo kombináciou obidvoch typov. Vytvorený program po nakopírovaní do RAM pamäte CPU možno kedykoľvek diagnostikovať a logicky testovať aj bez priebehu reálneho procesu.

□ **Vytvorenie vizualizačného prostredia** umožňuje užívateľovi definovať si vlastné vizualizačné prostredie pre daný proces pomocou programu WinCC, ktorého súčasťou je grafický editor. WinCC umožňuje rozmiestnenie jednotlivých ovladacích prvkov, vstupno – výstupných polí a monitorovacích okien na obrazovke užívateľa tak, aby mal neustály prehľad nad priebehom procesu a rýchlymi zásahmi ho mohol aktívne ovplyvňovať.

□ **Prepojenie riadiaceho programu a vizualizačného prostredia.** Vizualizačné prostredie a riadiaci program je potrebné prepojiť. Prepojenie sa uskutočňuje prostredníctvom tágov. Tag je virtuálny dátový kanál, cez ktorý prechádzajú dáta. Jeden „koniec“ tágu je napojený na určitú pamäťovú adresu (ta slúži ako zásobník dát) a druhý koniec tágu tieto dáta sprístupňuje užívateľovi.



Obr.3 Komunikácia medzi jednotlivými zložkami riadiaceho systému.

4. Programový a konfiguračný software STEP7

4.1 Vytvorenie projektu

STEP7 sa používa na realizáciu relatívne rozsiahlych a komplexných aplikácií, kde sa vyžaduje pre programovanie, funkcie alebo komunikačné moduly použitie jazykov vyššej úrovne a jazykov grafických návrhov. STEP7 je zlučiteľný s doplnkovým programovým balíkom Engineering tools.

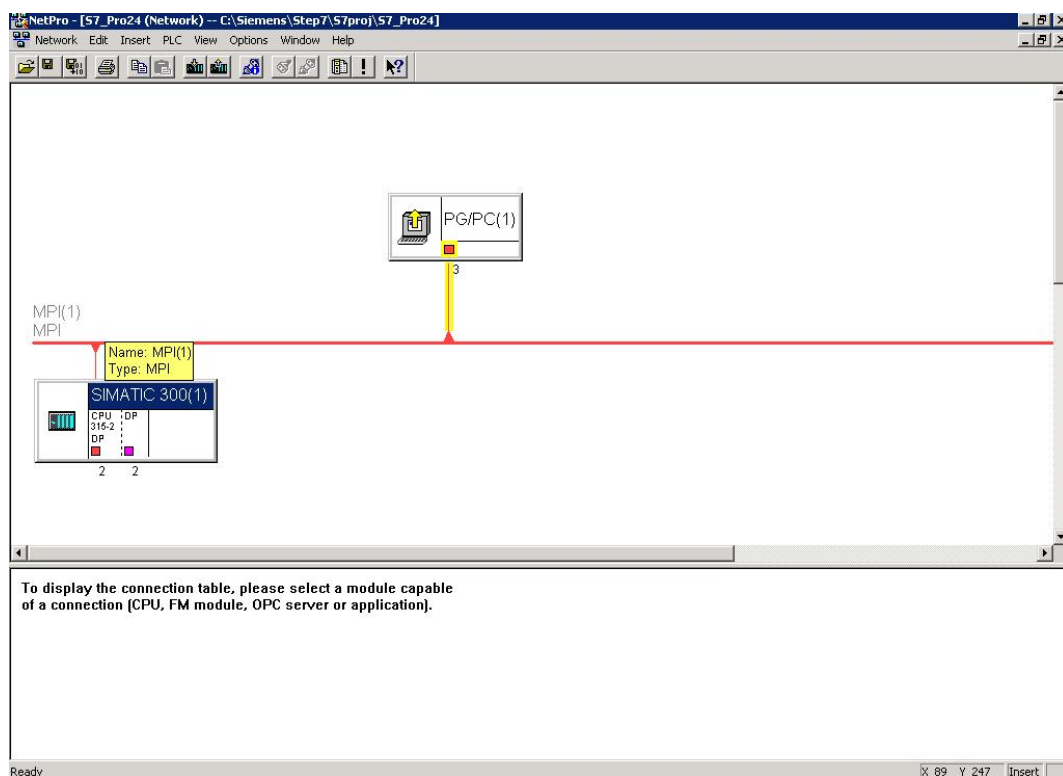
Prvotnou úlohou je vytvorenie nového projektu, najlepšie za pomoci Project Wizard, ktorý po zadaní niekoľko atribútov (meno projektu, použitá CPU, typ spojenia,...) automaticky vygeneruje podložky projektu. Po tomto kroku je možné začať jednotlivé zložky modifikovať a dopĺňať o potrebné informácie.

4.2 Konfigurácia siete

Ako sme už povedal prvým krokom je vytvorenie siete, kde sa urobí prepojenie počítača s pracovnou stanicou. V tomto prípade sa zvolil typ spojenia pomocou MPI rozhrania (MPI kábla), ktoré umožňuje pripojenie štyroch pracovných staníc, alebo ho možno použiť na jednoduchú sieť maximálne so 16 – tými CPU na „dátovú komunikáciu“.

Pravidlá pri konfigurácii siete :

- Každý objekt musí mať rozdielny NOD
- CPU má rezervovaný NOD 2
- PG/PC má rezervovaný NOD 0



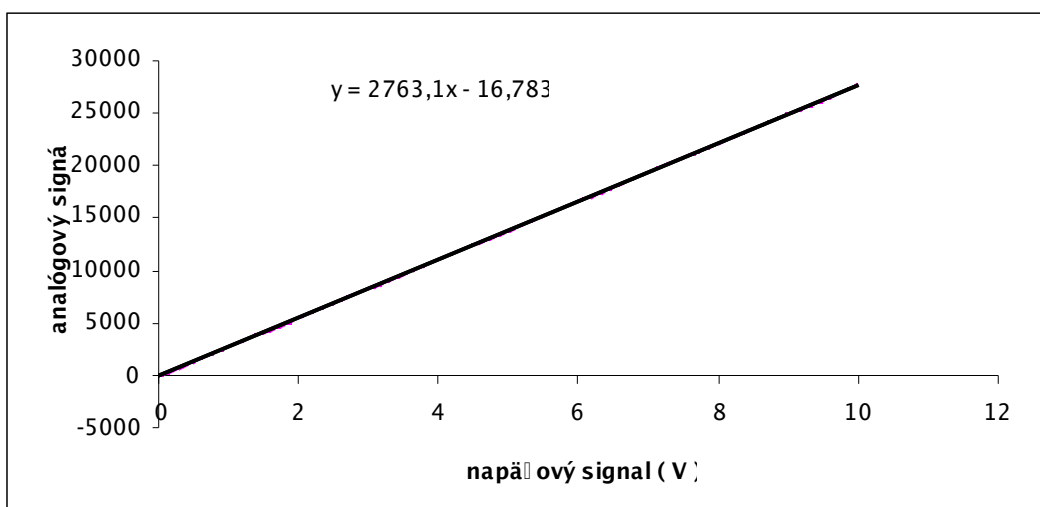
Obr. 4 Nakonfigurovaná sieť

4.3 Hardware (konfigurácia I/O modulov)

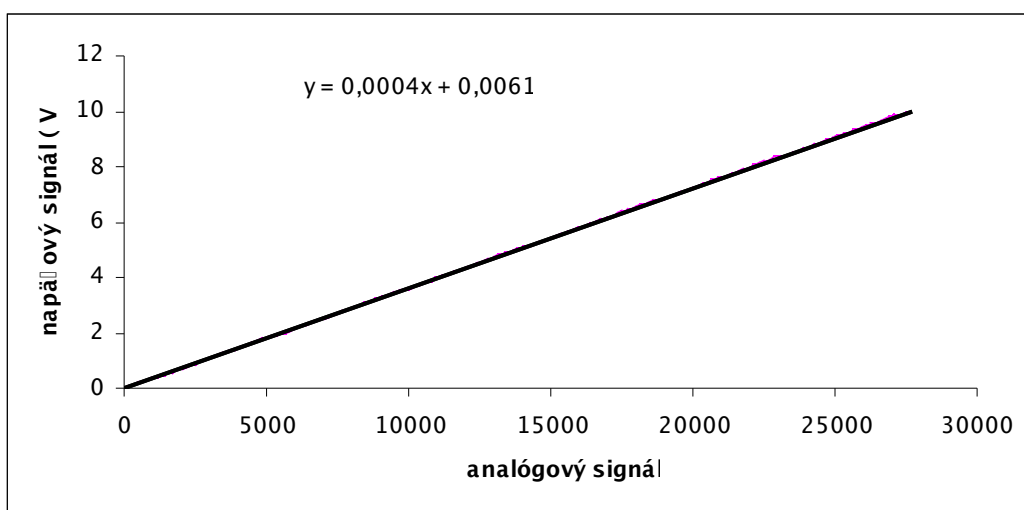
Prepojenie snímačov a akčných členov s PC je zabezpečené pomocou riadiacej stanice SIMATIC S7 – 300. Do riadiacej stanice sú zapojené zásuvné analógové vstupno – výstupné I/O moduly, ktoré sú schopné spracovať prúdový, napäťový alebo odporový signál. K I/O modulom sa pripájajú jednotlivé zariadenia, ktoré sa majú pomocou SIMATICU monitorovať, ovládať a riadiť. I/O moduly sú vymeniteľné a poskytujú široký rad typov, z ktorých treba vybrať také, aby zodpovedali technickým možnostiam pripojených zariadení.

Z technických parametrov mojej sústavy vyplýva, že je schopná pracovať s napäťovým signálom v rozmedzí (0 – 10 V). Preto sme na pripojenie troch plynových zásobníkov k pracovnej stanici S7 – 300 použil 1 analógový I/O modul SM 334, AI 4/AO 2x8/8 Bit, ktorý má:

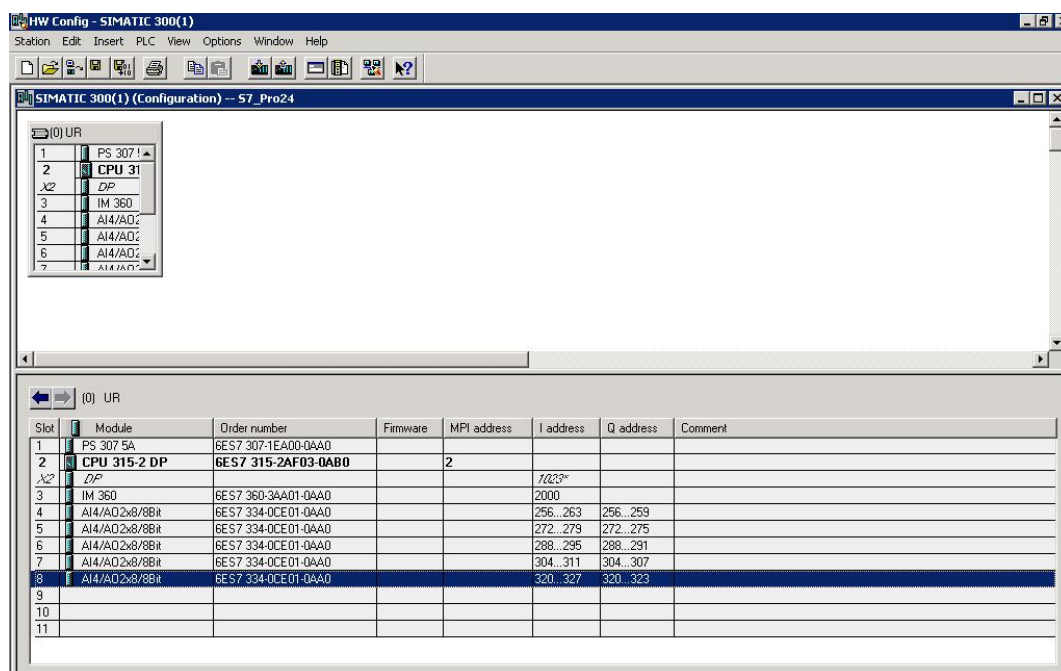
- štyri vstupné a dva výstupné kanále a rozlišovaciu schopnosť 8 bitov
- meraný rozsah (0 – 10 V) alebo (0 – 20 mA)
- výstupný rozsah (0 – 10 V) alebo (0 – 20 mA)
- napájacie napätie L+ je 24V
- digitalizácia hodnôt pre meraný aj výstupný rozsah (0 – 10 V) je (0 – 27648)



Obr. 5 Statická charakteristika pre digitalizovaný signál.



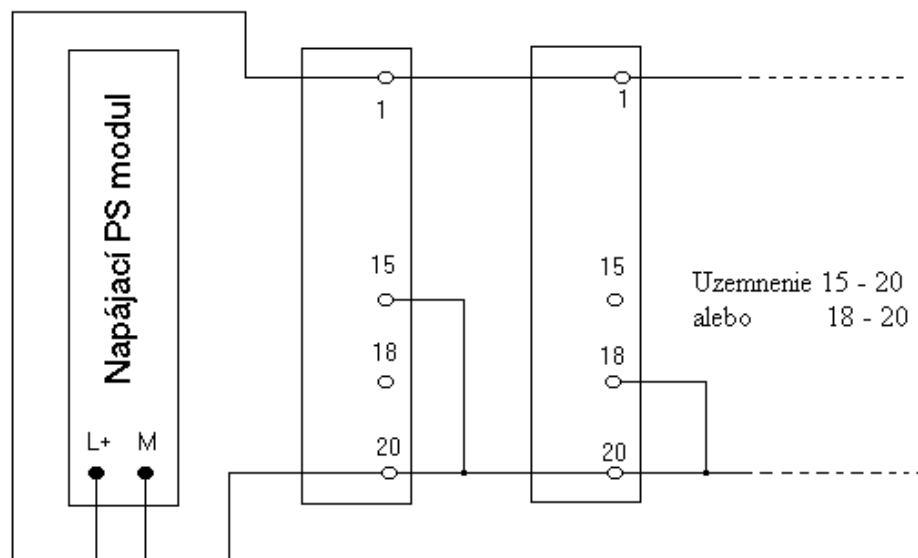
Obr. 6 Statická charakteristika pre napäťový signál.



Obr. 7 Nakonfigurovaný rail.

Na obr. 7 je zobrazené konfiguračné okno hardwaru, kde je možné vidieť obsadenie jednotlivých slotov daného railu. Rail predstavuje celú pracovnú stanicu a jeho riadky jednotlivé sloty, v ktorých sú obsadené jednotlivé moduly. Prvé tri sloty sú rezervované. Prvý pre napájací modul PS, druhý pre CPU. Ak CPU v danom RAIL-e nie je slot 2 zostáva prázdny. Tretí je rezervovaný pre IM moduly. Ak IM modul chýba, ostáva tretí slot neobsadený. Ďalšie sloty od 4 – 11 sú rezervované pre I/O moduly. Ako možno vidieť na obr. 7, zariadenie je pripojené k I/O modulom nachádzajúce sa na ôsmom slote railu. Zariadenie sa na I/O modulu pripojí tak, že sa mu priradí špecifická adresa.

Analógový I/O modul SM 334, AI 4/AO 2 x 8/8 Bit je neizolovaný modul a pri jeho zapájaní je nutné, aby uzemnenie M_{ANA} (jeho zakončenie je na zdierke 15 alebo 18 I/O modulu) bolo prepojené so zemou M (zdierka 20) od CPU alebo IM modulu. Ak je modul spustený bez uzemnenia, modul sa automaticky vypne.



Obr. 8 Napájanie I/O modulov.

Treba však dbať nato, aby bolo správne pripojené napájacie napätie pre CPU a IM moduly, pretože opačná polarita zapríčiní deštrukciu modulov, pretože M_{ANA} podlieha neprípustne vysokému napätiu (+ 24 V).

Po obsadení zvoleného slotu príslušným modulom sa tento modul objaví aj v konfiguračnej tabuľke, kde jednotlivé stĺpce majú nasledujúci význam :

Slot – číslo daného slotu.

Module – typ modulu.

Order number – objednávacie číslo.

MPI address – MPI adresa, ak je daný modul pripojený priamo na MPI kábel .

I address – adresy vstupov do daného modulu ak ich obsahuje.

Q address – adresy výstupov z daného modulu ak ich obsahuje.

Comment – komentár napísaný užívateľom.

4.4 Programovanie logických blokov a konfigurácia premenných

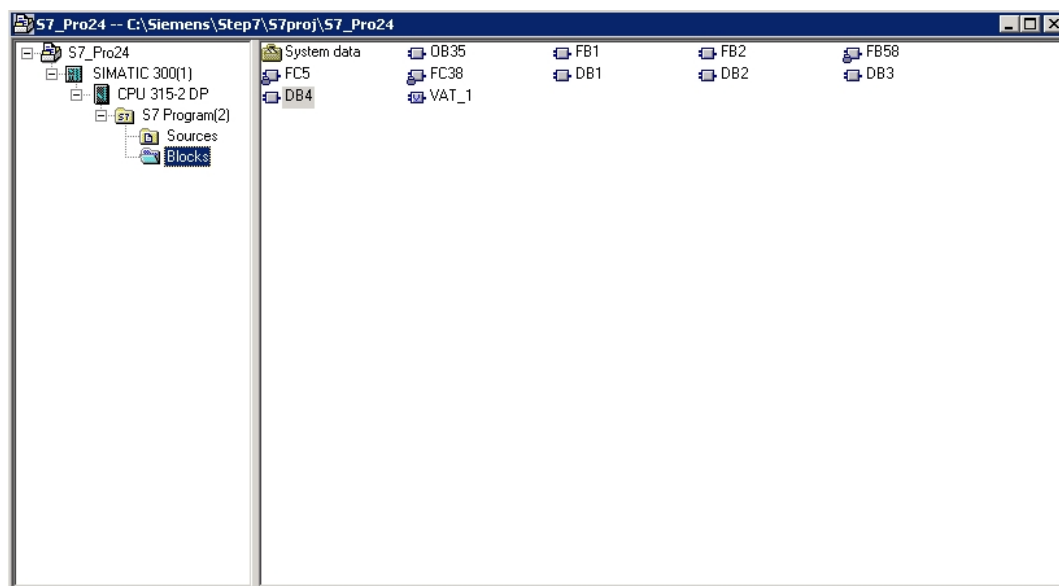
Programovanie možno vykonávať tromi možnými spôsobmi :

STL – Statment list. Umožňuje programovanie pomocou príkazov.

LAD – Lader logic. Umožňuje programovanie pomocou schematickeho zapojenia.

□ FBD – Function block diagram. Umožňuje programovanie pomocou blokovej schémy.

Všetky tri jazyky sú rovnocenné a možno ich aj vzájomne kombinovať priamo počas programovania. Riadiaci program pre tri zásobníky plynu je napísaný pomocou FBD, ktorý je prehľadný a ľahko sa v ňom orientuje.

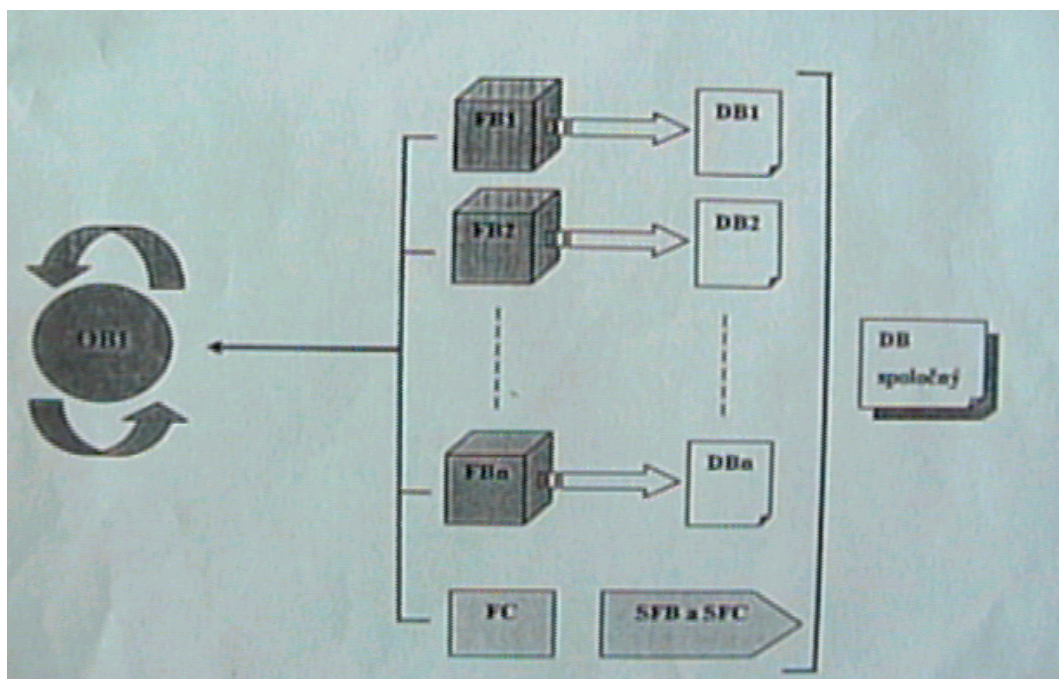


Obr. 9 Okno vytvoreného projektu s informáciou o použitých blokoch.

Na pravej strane obrázka 9 sú typy blokov, ktoré sú popísané v nasledujúcej tabuľke.

OB	Organizačné bloky. Udávajú štruktúru užívateľského programu. Blok OB1 reprezentuje hlavný program, ktorý pracuje v cyklickom režime tak, že si načítava jednotlivé FB bloky.
FB	Funkčné bloky. Sú samostatne programovateľné a obsahujú „pamäť“, ktorá ukladá vnútorné premenné do týchto blokov. To znamená, že logická operácia obsiahnutá v týchto blokoch sa vykonáva nezávisle na ostatných blokoch.
FC	Funkcie. Obsahujú rutiny pre najčastejšie používané funkcie (neobsahujú „pamäť“).
DB	Dátové bloky. Každý naprogramovaný FB blok musí mať k nemu asociovaný dátový blok DB, v ktorom sú uložené užívateľské dáta.
SFB, SFC	Systémové funkčné bloky a systémové funkcie. Sú integrované priamo v procese S7 (CPU) a umožňujú vstup do niektorých dôležitých systémových funkcií. Ak je potrebné s nimi manipulovať, tak len s veľkou opatrnosťou.

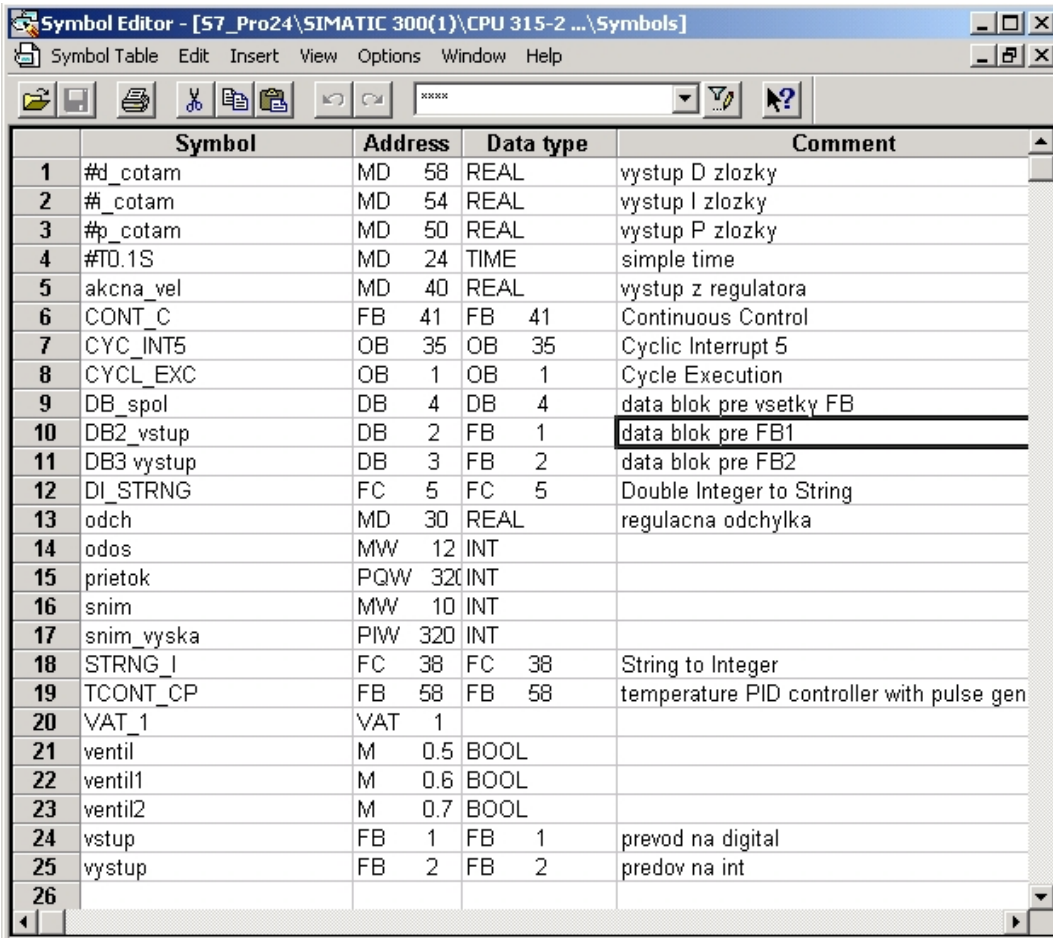
Tabuľka 1 Typy blokov.



Obr. 10 Štruktúra a hierarchia blokov.

Pomocou týchto blokov je možné naprogramovať všetky potrebné logické operácie ako aj riadenie daného reálneho procesu. V prípade, že nie je dostatok CPU pamäte na nahranie všetkých dát, je možné tieto dáta ukladať v spoločných dátových blokoch. Údaje o týchto DB blokoch sú okamžité prístupné a použiteľné pre všetky FB bloky. Naopak DB asociovaný s príslušným FB blokom poskytuje údaje len pre daný FB blok.

Pre ľahšiu orientáciu medzi použitými typmi blokov sa používa Symbols Editor, v ktorom možno danému typu bloku priradiť symbolický názov ako to ukazuje nasledujúci obrázok.



Symbol Editor - [S7_Pro24\SIMATIC 300(1)\CPU 315-2 ...\Symbols]

Symbol Table Edit Insert View Options Window Help

	Symbol	Address	Data type	Comment
1	#d_cotam	MD 58	REAL	vystup D zlozky
2	#_cotam	MD 54	REAL	vystup I zlozky
3	#p_cotam	MD 50	REAL	vystup P zlozky
4	#TD.1S	MD 24	TIME	simple time
5	akcna_vel	MD 40	REAL	vystup z regulatora
6	CONT_C	FB 41	FB 41	Continuous Control
7	CYC_INT5	OB 35	OB 35	Cyclic Interrupt 5
8	CYCL_EXC	OB 1	OB 1	Cycle Execution
9	DB_spol	DB 4	DB 4	data blok pre vsetky FB
10	DB2_vstup	DB 2	FB 1	data blok pre FB1
11	DB3_vystup	DB 3	FB 2	data blok pre FB2
12	DI_STRNG	FC 5	FC 5	Double Integer to String
13	odch	MD 30	REAL	regulacna odchylka
14	odos	MW 12	INT	
15	prietok	PQW 32	INT	
16	snim	MW 10	INT	
17	snim_vyska	PIW 320	INT	
18	STRNG_I	FC 38	FC 38	String to Integer
19	TCONT_CP	FB 58	FB 58	temperature PID controller with pulse gen
20	VAT_1	VAT 1		
21	ventil	M 0.5	BOOL	
22	ventil1	M 0.6	BOOL	
23	ventil2	M 0.7	BOOL	
24	vstup	FB 1	FB 1	prevod na digital
25	vystup	FB 2	FB 2	predov na int
26				

Number of symbols: 25/25

CAPS NUM

Obr. 11 Príklad Symbols editor-u pre tri zásobníky plynu.

Vytvorený program je možné otestovať tým, že sa testujú jednotlivé funkčné bloky. To znamená, že sa testujú jednotlivé logické operácie v nich obsiahnuté. Ak pri testovaní funkčných blokov logická operácia prebieha, je oblok vysvietený zelenou farbou. Ak logická operácia neprebieha, je vysvietený modrou prerušovanou čiarou. Ak je blok zle prepojený, prípadne je nesprávne definovaná určitá premenná k nemu prislúchajúca je vysvietený červenou farbou. Testovanie sa uskutočňuje tak, že sa vytvorí on – line spojenie medzi pracovnou stanicou SIMATIC 300 a počítačom. Existujúci program sa nakopíruje do RAM pamäte procesora.

4.5 Spustenie programu a jeho diagnostika

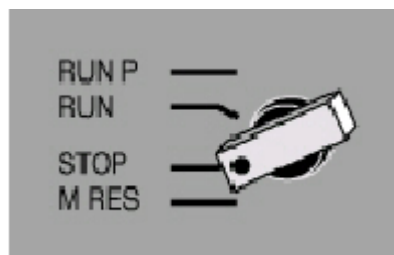
Najprv treba zapnúť zdroj pracovnej stanice do polohy ON a otočiť kľúč CPU315 – 2DP do polohy STOP. Pracovná stanica má 4 pracovné módy.



Obr. 12 Zapnutie pracovnej stanice do polohy ON.

RUN P	Umožňuje testovať program pomocou tabuľky premenných, monitorovaním a zmenou ich hodnôt za chodu.
RUN	Normálny pracovný režim.
STOP	Tento mód slúži na dočasné zastavenie bežiaceho programu
M RES	Tento mód na resetovanie pamäte procesorovej jednotky.

Tabuľka 2 Vysvetľujúca tabuľka k jednotlivým pracovným módom.



Obr. 13 Pracovné módy SIMATIC – u.

Ak je všetko v poriadku tak svieti zelená LED dióda zapnutého zdroja, ďalej zelená LED dióda (DC5V) a oranžová LED dióda STOP módu na module CPU315 – 2DP. Potom sa označia bloky, ktoré je potrebné prekopírovať do RAM pamäte a voľbou PCL Download sa dané bloky nakopírujú do pamäte procesora. Ak sa teraz otočí kľúč do polohy RUN program sa spustí . Ak je potrebné program dočasne pozastaviť, zmení sa poloha kľúča späť do polohy STOP. Po vypnutí zdroja a jeho opätovnom zapnutí je program z RAM pamäte CPU vymazaný a treba ho znovu nahráť. Aby bol program prekopírovaný natrvalo, je ho treba presunúť z RAM do ROM pamäte. Po opätovnom zapnutí zdroja je obsah ROM automaticky kopírovaný do RAM pamäte. Niekedy je potrebné RAM pamäť vymazať. Na to slúži mód M RES. Resetovanie je možné realizovať otočením kľúča do pozície M RES a držať ho v nej minimálne 3s. Potom sa kľúč pustí a maximálne do troch sekúnd sa otočí späť do pozície M RES. Program je možné ovplyvňovať za chodu pomocou bloku Variable Table (tabuľka premenných), do ktorej sa definujú premenné, ktoré je potrebné monitorovať, prípadne modifikovať. Na tento účel slúži mód RUN P. Treba však poznamenať, že premenné typu PQW nemôžu byť monitorované a premenné typu PIW modifikované.

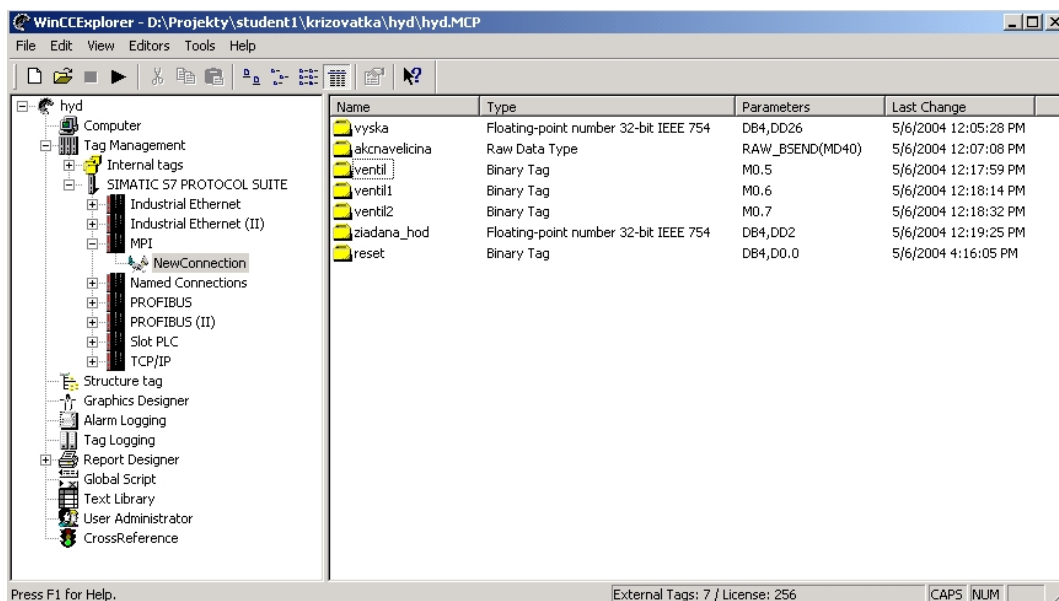
▣ Vizualizačný software WinCC a prepojenie so

STEP7

Program WinCC slúži na vytvorenie vizualizačných okien, pomocou ktorých je možné bežiaci proces monitorovať a aktívne do neho zasahovať. Všetky dôležité dáta z programu STEP7, s ktorým je prepojený prostredníctvom tágov.

o Vytvorenie projektu a práca s tágmí

Nový projekt sa vytvorí voľbou File – New – Single – User Project. Zadá sa meno projektu a nadefinuje sa rozhranie, pomocou ktorého bude WinCC komunikovať s PLC. Po tomto kroku WinCC automaticky vygeneruje okno s jednotlivými modulmi ako vidieť na obr. 14.

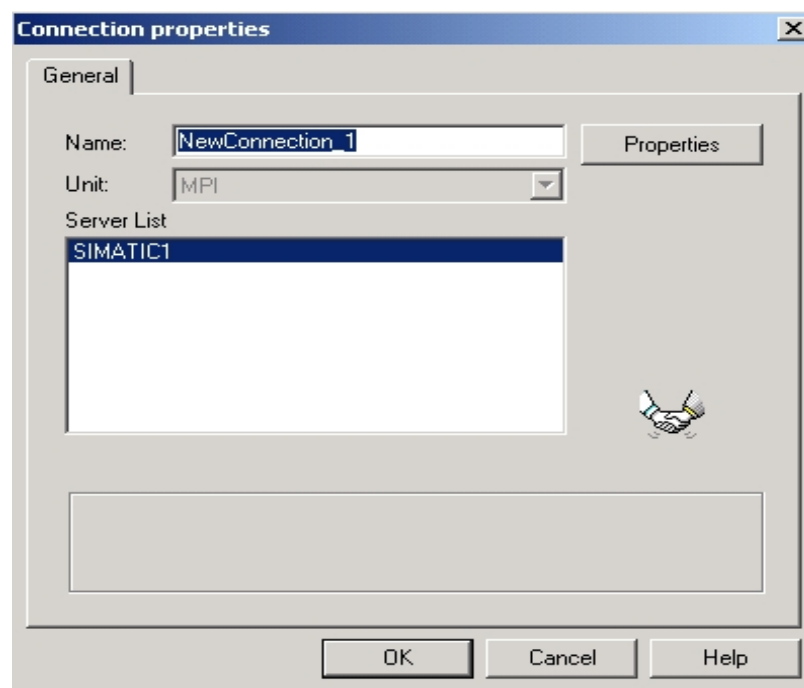


Obr. 14 Vytvorený projekt

Okno sa skladá z troch hlavných častí :

- Menu a lišta nástrojov
- Stromová štruktúra dostupných modulov
- Vlastnosti jednotlivých modulov

Na to aby vytvorený projekt fungoval s počítačom musíme spojiť WinCC so stanicou. Urobíme to tak, že na ľavej strane vytvoreného projektu v položke MPI vytvoríme spojenie. Ako to viedť na obrázku :

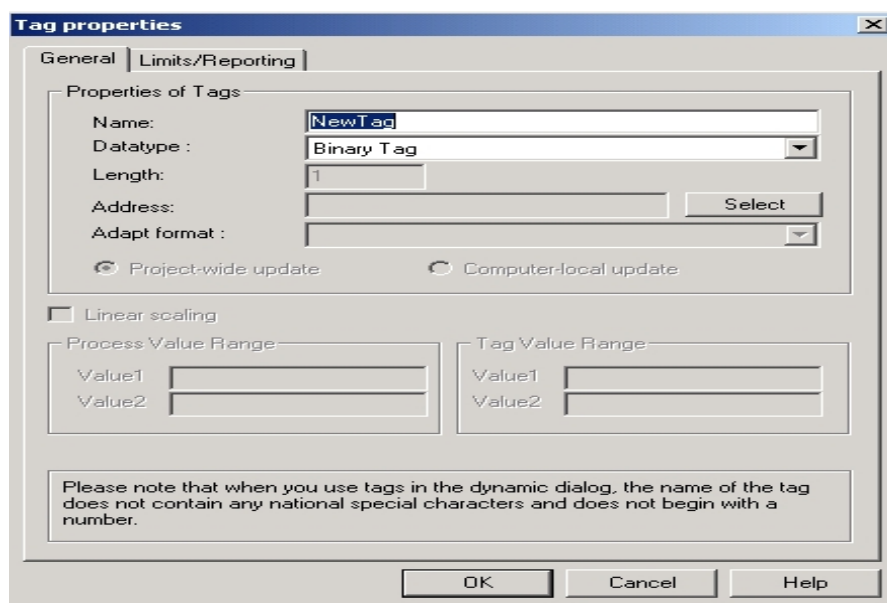


Obr. 15 Spojenie WinnCC s počítačom.

Ďalšou úlohou je vytvoriť tágy. Na pravej strane vytvoreného projektu klikneme pravým tlačidlom myši a otvorí sa nám okno, ako vidieť na obrázku 16.

Tu je potrebné do kolónky *Name* vložiť názov tágu (napr. ventil) a zvoliť jeho bitovú veľkosť. Keďže identifikátor zapnutia alebo vypnutia ventilu

nadobúda hodnoty (0 / 1), stačí zvoliť *Datatype* - Binary Tag. Ak by tág udával napr. výšku, bolo by potrebné zvoliť iný typ, napr. 32- bitový Floating Point. Následne je potrebné kliknúť na tlačidlo Select. V otvorenom okne sa zvolí pamäťová adresa, z ktorej daný tág bude čerpať informácie.



Obr. 16 Vytvorenie tágu.

Najdôležitejšie moduly sú popísané v nasledujúcej tabuľke.

Tág Management	Slúži na definovanie a správu jednotlivých tágov.
Graphics Designer	Grafický editor, ktorý umožňuje vytvoriť vizuálnu stránku procesu formou obrazoviek, na ktorých sú zobrazené zariadenia vrátane ovládacích prvkoch, alarmov, monitorovacích okien, Je stopercentne konfigurovateľný.
Alarm Logging	Slúži na tvorbu výstražných znamení, definovanie podmienok, pracovných rozsahov, hraničných hodnôt,
Tág Logging	Je určený na tvorbu trendov t.j. sledovanie veličín v čase. Vytvára archívy, do ktorých sú snímané údaje ukladané a ktoré sú zobrazované pomocou trendových okien vytvorených v Graphics Designer – i.

Tabuľka 3 Najdôležitejšie moduly WinCC.

Ako sme už viackrát spomenul WinCC je prepojený s riadiacim programom napísaným v programe STEP7 prostredníctvom tágov. Tátag je virtuálny dátový kanál, cez ktorý prechádzajú dáta. Jeden „koniec“ tágu je pripojený na určitú pamäťovú adresu (tá slúži ako zásobník dát) a druhý koniec tágu tieto dáta sprístupňuje užívateľovi. Tátagy sú dvojakého typu:

- **Interné tátagy** – slúžia na uchovavanie interných premenných (napr. viditeľnosť okna a podobne).
- **Externé tátagy** – slúžia na komunikáciu s PLC.

Externé tátagy sa definujú v Tag Management – e a pre mňa sú najdôležitejšie externé tátagy, pomocou ktorých ovládam zariadenie. Sú to tátagy pre snímanie vstupujúceho a vystupujúceho prietoku.

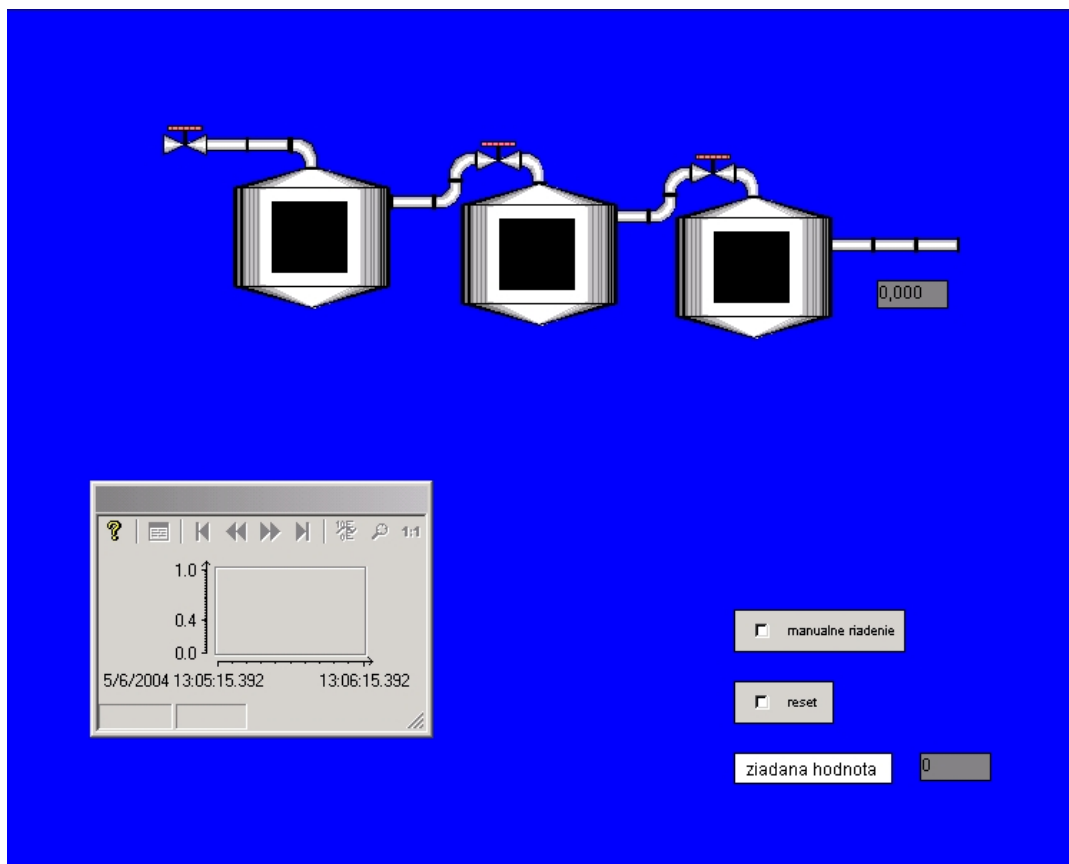
o Vytvorenie vizualizačnej obrazovky a ovládacích prvkov.

Pre zásobníky plynu sme vytvoril jednu vizualizačnú obrazovku. Na nej je zobrazený model troch zásobníkov plynu vrátane ovládacích prvkov. Jednotlivé objekty si môže užívateľ vytvoriť individuálne pomocou vektorovej grafiky alebo môže použiť objekty z bohato predefinovanej knižnice. Zásobníky sme si vytvoril z už spomínanej knižnice.

Graphics Designer je vektorový editor, to znamená že každý objekt môžeme ľubovoľne zväčšovať, zmenšovať a presúvať. Objekty sa delia na dve hlavné skupiny :

- Statické objekty
- Dynamické objekty

Základné statické objekty sa nachádzajú na palete v strome *Standard Objects* . Vyspelejšie grafické objekty (zásobníky, potrubia, ventily, atď.) sa nachádzajú v tzv. knižnici. Tá sa dá otvoriť pomocou menu *View – Library*. Otvorí sa hierarchicky členená ponuka, z ktorej je možné objekty presunúť na hlavnú kresliacu plochu. Statické objekty tvoria „ pozadie “ každej schémy. Ide hlavne o text, armatúry a podobne.



Obr. 17 Vizualizačné okno s tromi zásobníkmi plynu.

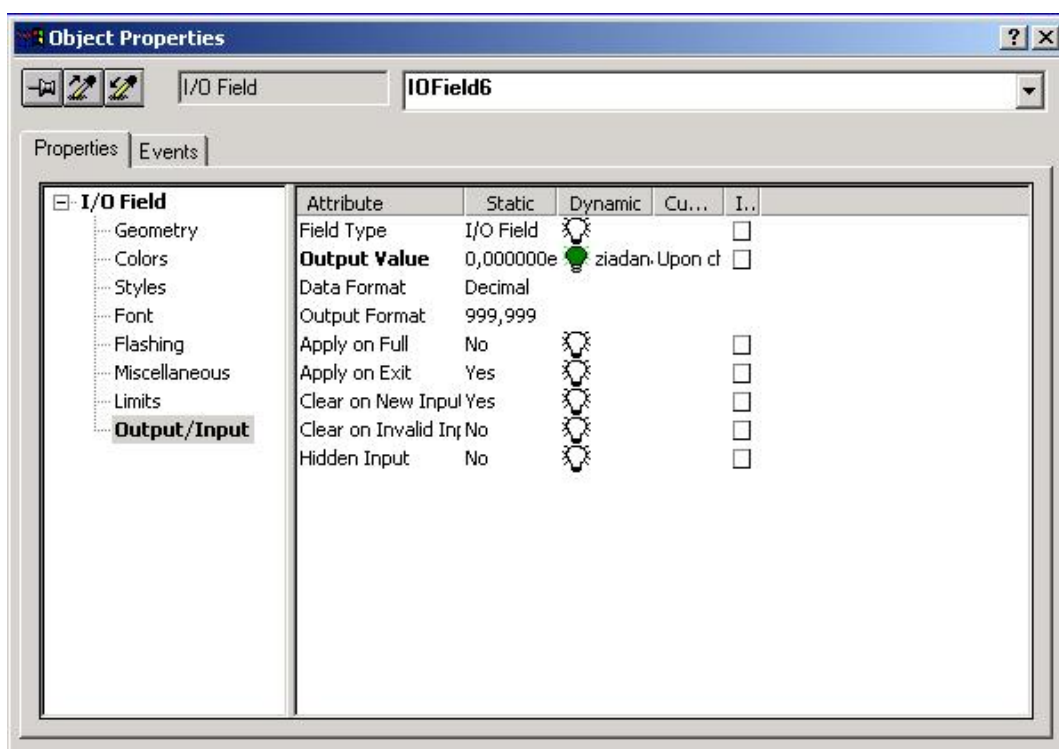
Na tomto obrázku sa nachádzajú ovládacie prvky, ktoré sa vyznačujú tým, že môžu ovplyvňovať alebo byť ovplyvňované vznikajúcimi udalosťami. Pod udalosťou sa rozumie akákoľvek zmena, či už hodnoty tágu (napr. zmena teploty) alebo zásah užívateľa (napr. kliknutie myšou, vloženie požadovanej hodnoty, ...). Ovládacie prvky sú teda dynamické objekty a sú umiestnené na palete objektov *Smart Objects*. Najjednoduchším príkladom je *I/O Field*. Jedná sa o objekt vo

forme textového poľa, ktorého hodnota je závislá na hodnote pripojeného tágu.

Vstuno – výstupné pole môže byť :

- Vstupné (*Input*) – je možné do neho zapisovať a tým je vlastne vložená nová hodnota do daného tágu. (napr. žiadaná hodnota).
- Výstupné (*Output*) – jeho hodnota sa mení na základe aktuálnej hodnoty tágu (napr. meraná výška prietoku).
- Kombinované (*Both*) – je možné do daného tágu zapisovať a zároveň sledovať jeho aktuálnu hodnotu.

Hneď po umiestnení *I/O Field* na pracovnú plochu sa otvorí okno (je možné ho vyvolať aj voľbou *Configuration Dialog*), kde sa v kolónke tág určí, na aký tág bude dané vstupno – výstupné pole napojené. Položka *Update* určuje, s akou frekvenciou budú dáta obnovované. Je dôležité pokiaľ je to možné, aby mali všetky objekty túto položku nastavenú na rovnakú hodnotu (napr. 2s). Vlastnosti daného objektu je možné vyvolať voľbou *Properties* a otvorí sa okno na obr.18.



Obr. 18 Vlastnosti zvoleného dynamického objektu.

V ľavej časti sa nachádza strom s kategóriami vlastností, v pravej časti potom jednotlivé vlastnosti a ich nastavené hodnoty. Najdôležitejšími vlastnosťami vstupno – výstupného poľa sú :

- o **Field Type** – typ poľa (Input, Ouput, Both). Ak chceme v danom poli sledovať aktuálnu hodnotu alebo do neho vkladať, musí byť k tejto vlastnosti vždy pripojený tag.
- o **Data Format** – formát výpisu (decimálne, hexadecimálne, reťazec).
- o **Ouput Format** – udáva formát čísla pre dané pole.
- o **Apply on Exit** – aby bola vložená hodnota do daného poľa akceptovaná musí byť táto vlastnosť nastavená na YES (štandardne je nastavená ako NO).

Každá vlastnosť môže byť statická alebo dynamická. Statická vlastnosť sa dá meniť iba v *Graphics Designer* – i, zatiaľ čo hodnotu dynamickej vlastnosti ovplyvňuje hodnota tagu. O tom, či je vlastnosť dynamická je užívateľ informovaný pomocou zelenej žiarovky pri príslušnej vlastnosti.

o Objekty ovplyvňujúce udalosti.

Sú umiestnené na palette Standart – Windows Objects. Ide o tlačidlá a iné ovládacie prvky. V nasledujúcej tabuľke sú vypísané najdôležitejšie objekty ovplyvňujúce udalosť.

Objekt	Vlastnosť	Popis
--------	-----------	-------

I/O Field	Display	Ak 1 tak je viditeľný, ak 0 tak nie je
	Field Type	Typ poľa (vstupné, výstupné, both)
	Output Value	Sem treba pripojiť daný tág
	Data Format	Bin/ hex / dec / string
Option Group	Number of Boxes	Počet prepínacích možností
	Display	Ak 1 tak je viditeľný, ak 0 tak nie je
	Selected Box	Číslo určujúce, ktorá z možností bude pri štarte označená
Check Box	Number of Boxes	Počet prepínacích možností
	Display	Ak 1 tak je viditeľný, ak 0 tak nie je
	Selected Box	Číslo určujúce, ktorá z možností bude pri štarte označená (binarne 11 znamená, že budú aktívne možnosti 1 a 2)

Tabuľka 4 Najdôležitejšie objekty ovplyvňujúce udalosti.

Objekt	Vlastnosť	Popis
Static Text	Display	Ak 1 tak je viditeľný, ak 0 tak nie je
	Flashing Text Active	Ak 1 tak bude blikať text (farby ako nastavené v Flashing Text Color On/Off)
	Flashing Background Active	Ak 1 tak bude blikať text (farby ako nastavené v Flashing Background Color On/Off)
Bar	Bar Direction	Orientácia ukazovateľa na výšku alebo na šírku.
	Process Diver Connection	Sem sa napojí príslušný tag
	Maximum Value	Udáva maximálny rozsah ukazovateľa.
	Zero Point Value	Udáva nulu na ukazovateľovi
	Minimum Value	Určuje minimálnu hodnotu ukazovateľa

Gauge Control	Display	Ak 1 tak je viditeľný, ak 0 tak nie je
	Delta	Udáva krok medzi jednotlivými dielikami na ukazovateli.
	Value	Sem sa napojí tág, ktorého hodnota sa má zobrazíť.
	ValueMax/ValueMin	Horný a dolný rozsah ukazovateľa
	Caption	Sem sa vloží text, ktorý sa zobrazí na ukazovateli.
	WarningColor/ DangerColor/ NormalColor	Udáva akú farbu budú mať jednotlivé pásma na ukazovateli.
	Warning	Číslo udávajúce začiatok vzniku tzv. warning situácie (normal – warning-damger).

Tabuľka 4 Najdôležitejšie objekty ovplyvňujúce udalosti.

5.4 Tvorba trendov

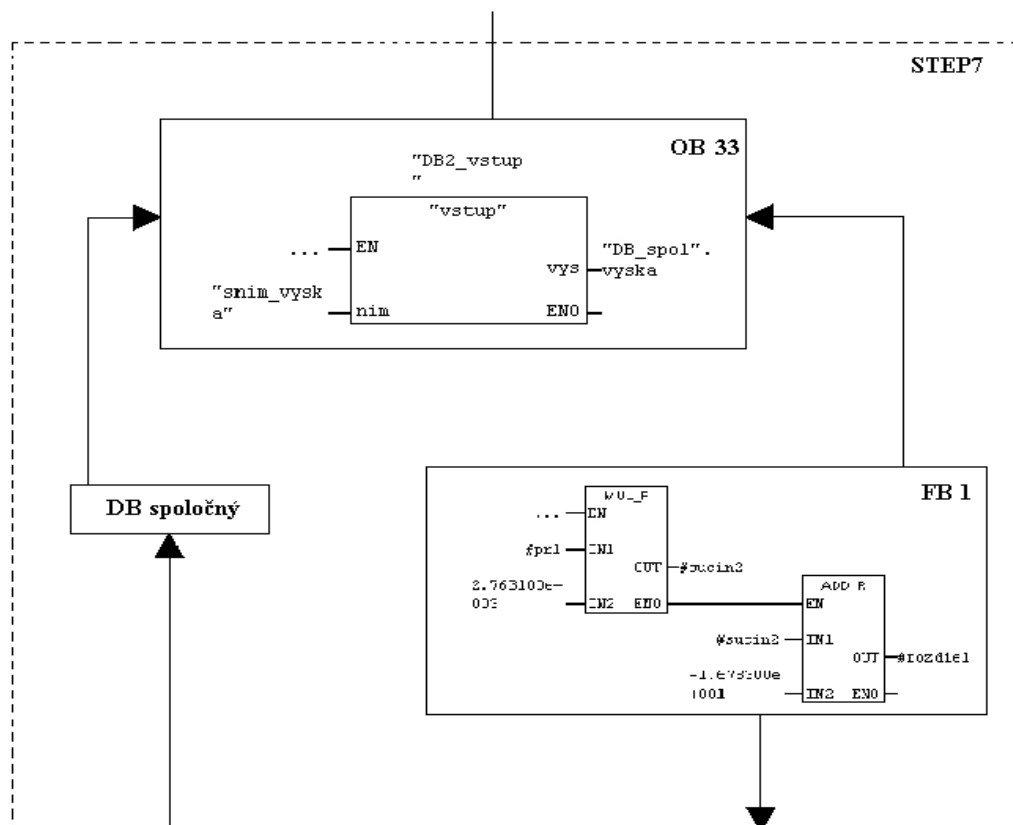
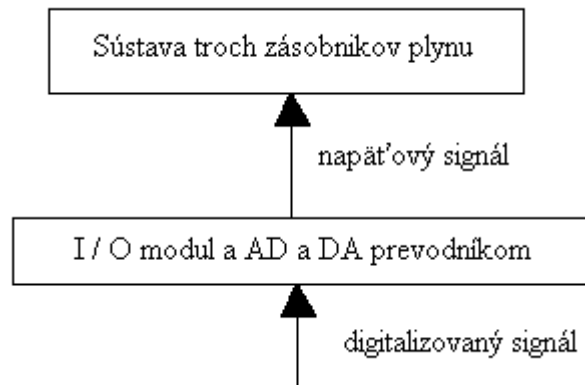
Trendy slúžia na vizualizáciu minulých a aktuálnych hodnôt procesných veličín. Ide vlastne o grafické zobrazenie údajov zaznamenaných za určitý časový limit. Práca s trendami sa dá rozdeliť na dve hlavné činnosti:

- Vytvorenie a správa archívov
- Vlastné nastavenie vizualizačného prvku

Archív je súbor uložený na pevnom disku s príponou .DBF (v adresári Process Value Archive) alebo v pamäti, do ktorého sa permanentne ukladá isté množstvo nameraných údajov. Na prácu s archívmi slúži modul Tag Logging. Po otvorení tohto modulu sa spustí modulový Wizard, kde treba zvoliť názov archívu, v ďalšom kroku sa vyberú tágy, ktoré majú byť archivované. Treba tiež zvoliť počet meraní (napr. 10 000, po dosiahnutí tejto hodnoty sa začne archív prepisovať) a interval hodnôt (napr. každú sekundu). Podrobné informácie o konfigurácii Tag Logging možno nájsť v Help – e programu WinCC. Týmto sú základné parametre archívu nastavené.

Ako vizualizačný prvok v prostredí Graphics Designer – a slúži WinCC Trend Control (paleta Controls). Po jeho umiestnení na pracovnú plochu je potrebné nastaviť jeho pripojenie na archívny súbor. V položkách Online Trend Control je potom možné za chodu nastavovať parametre zobrazovania podľa požiadaviek užívateľa (formát osí, časový rozsah,).

Ako teda celý systém funguje a ako spolupracujú jednotlivé zložky systému je možné vidieť na obr.19 , kde je zobrazená príkladová schéma pre výstup z počítača a vstup do zariadenia.



Obr. 19 Príklad priebehu signálu celým systémom.

5.5 Aktivácia projektu.

Po vytvorení grafického rozhrania ešte treba zabezpečiť aby WinCC komunikovalo s PLC. Aby program mohol prijímať signály z PLC, musí sa projekt najskôr skompilovať a aktivovať. Dôležitým faktorom je nastavenie parametrov výsledného modulu. Tie sa nastavujú vo vlastnostiach vetvy Computer v hlavnom okne WinCCExplorer, kde najdôležitejšou je záložka Startup. Tu sa nastavujú moduly, ktoré sa majú spustiť pri štarte projektu. Treba mať zaškrtnutý modul Graphics Runtime, ktorý zabezpečuje obsluhu grafického rozhrania a modul Tag Logging Runtime, ktorý slúži na správu trendových archívov. Ostatné položky môžu mať aktivovaný príslušný Runtime. Na záložke Graphics Runtime je najdôležitejšia kolónka Start Picture, do ktorej sa vloží názov súboru grafickej schémy, ktorá sa ako prvá ukáže pri aktivácii projektu. Ak sú všetky nastavenia hotové môže sa projekt aktivovať. Kompletne spustenie projektu možno vykonať v nasledujúcich krokoch :

- Zapnúť tlačítko ON na pracovnej stanici. Kľúč je v polohe STOP.
- Aktivovať riadiaci program v STEP7 jeho nakopírovaním do RAM pamäte CPU.
- Aktivovať vizualizačné prostredie WinCC stlačením Play na hlavnom paneli programu.
- Otočiť kľúč na pracovnej stanici do polohy RUN.

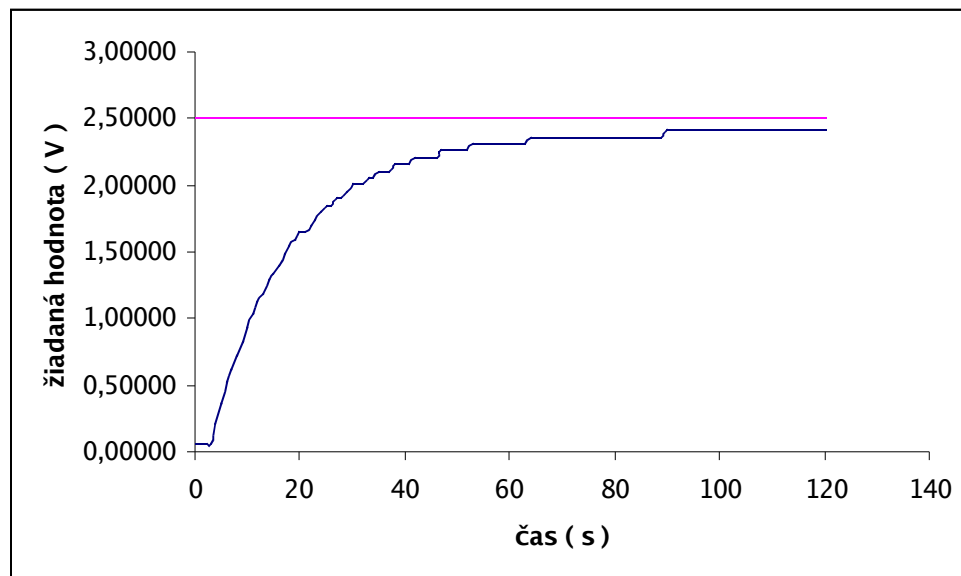
Po aktivácii projektu je možné z vizualizačných obrazoviek monitorovať a aktívne zasahovať do bežiaceho reálneho procesu.

6. Navrch zvoleného regulátora pre riadenie troch zásobníkov plynu.

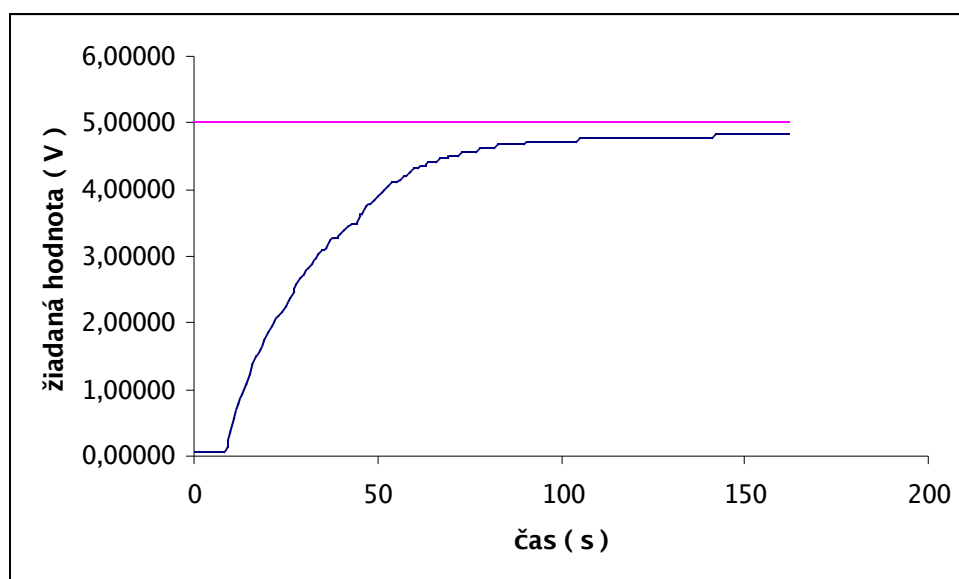
Cieľom riadenia zásobníkov je zabezpečiť ovládateľnosť tejto sústavy. Riadenou veličinou je výška prietoku plynu. Zvolená koncepcia riadenia ako systém s jedným vstupom a jedným výstupom, vyplýva z prítomného zariadenia. Akčnou veličinou je prietok plynu.

Mojou prvou úlohou bolo namerať prechodové charakteristiky prvého rádu pre žiadané hodnoty 2.5 , 5 a 7.5 V. Časové konštanty sme nastavil tak, aby ich hodnoty boli 0,5 min podľa vzťahu uvedenom v 2. kapitole. Pričom sme mal nastavený P – regulátor zosilením dva a periódou vzorkovania 3 sekundy.

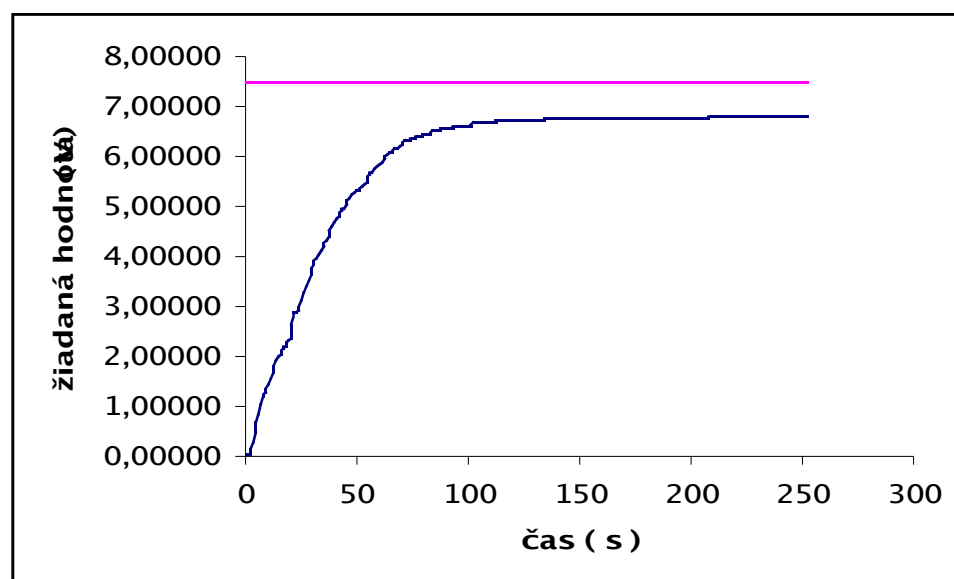
Tieto PCH sú zobrazené v nasledujúcich obrázkoch.



Obr.20 Prechodová charakteristika I. rádu pre žiadanú hodnotu 2,5 V.



Obr. 21 Prechodová charakteristika I. rádu pre žiadanú hodnotu 5 V.



Obr.22 Prechodová charakteristika I. rádu pre žiadanú hodnotu 7.5 V.

6.1 Výpočet PID – regulátora pre sústavu tretieho rádu.

Postupoval sme nasledovne. Mám prenos $\frac{1}{(0.5s + 1)^3}$ a k nemu sme vypočítal PID – regulátora Naslinovou metódou.

Vychádzam z charakteristickej rovnice :

$$1 + \frac{1}{(0,5s + 1)^3} * Z_R \left(1 + \frac{1}{T_i s} + Td s \right) = 0 \quad 6$$

$$1 + \frac{1}{0,125s^3 + 0,75s^2 + 1,5s + 1} * \frac{Z_R \left(s + \frac{1}{T_i} + Td s^2 \right)}{s} = 0 \quad 7$$

$$0,125s^4 + 0,75s^3 + 1,5s^2 + 1s + Z_R s + \frac{Z_R}{T_i} + Z_R Td s^2 = 0 \quad 8$$

$$0,125s^4 + 0,75s^3 + (1,5 + Z_R Td) s^2 + (1 + Z_R) s + \frac{Z_R}{T_i} = 0 \quad 9$$

Zvolil sme regulačnú odchýlku 5 %, ktorej zodpovedá $\sigma = 2$

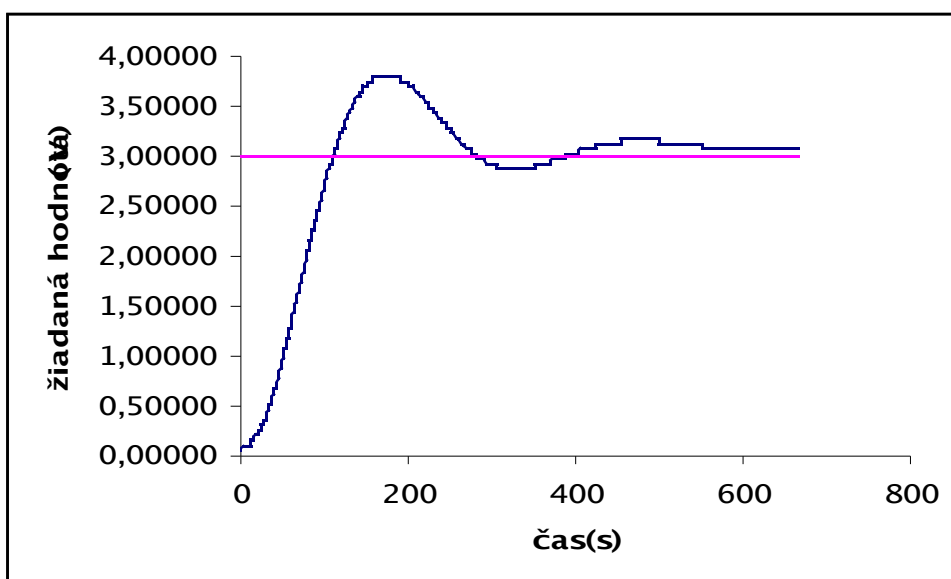
Podľa Naslina je vzorec : $a_{i,2} = \sigma * a_{i+1} * a_{i-1}$ 10

$$a_3 : \quad 0,75^2 = 2 * 0,125 * (1,5 + Z_R Td) \quad 11$$

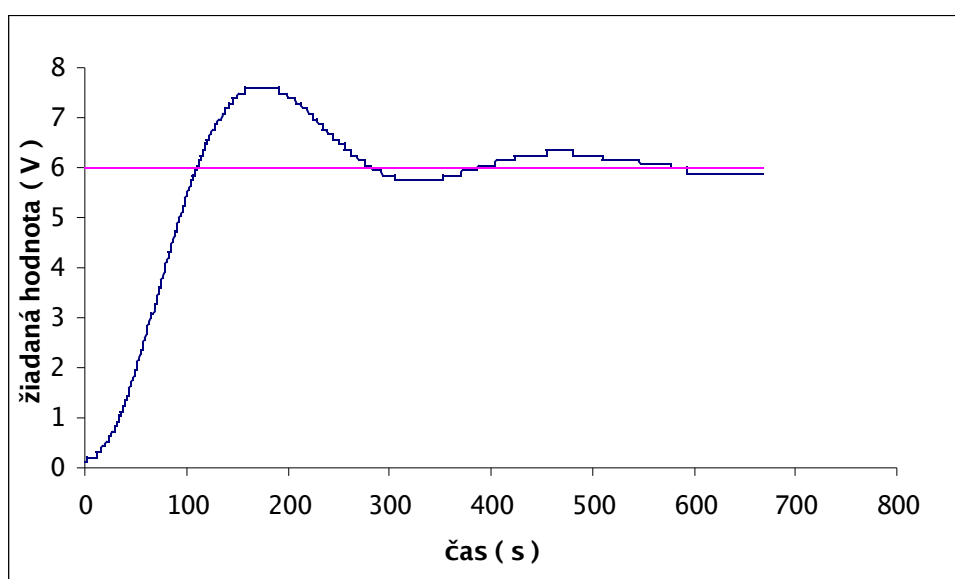
$$a_2 : \quad (1,5 + Z_R Td)^2 = 2 * 0,75 * (1 + Z_R) \quad 12$$

$$a_1 : \quad (1 + Z_R)^2 = 2 * (1,5 + Z_R Td) * \frac{5Z_R}{T_i} \quad 13$$

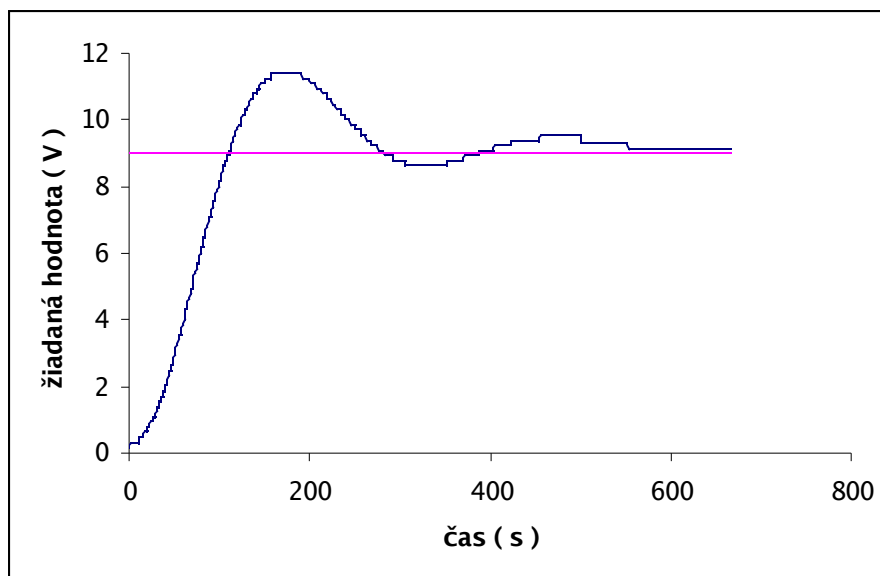
Kombináciou týchto rovníc 11 až 13 sme získal konštanty regulátora $Z_R = 2,42 \text{ min}$, $T_i = 0,3174 \text{ min}$ a $Td = 0,93 \text{ min}$. Nastavil sme tieto parametre do regulátora a žiadanú hodnotu na 3 V, 6 V a 9 V. Tieto merania sme urobil viackrát a vybral to najlepšie. Taktiež požadovaná regulačná odchýlka zodpovedá nameranej hodnote.



Obr.23 Riadenie troch zásobníkov plynu pomocou PID – regulátora so žiadanou hodnotou 3 V.

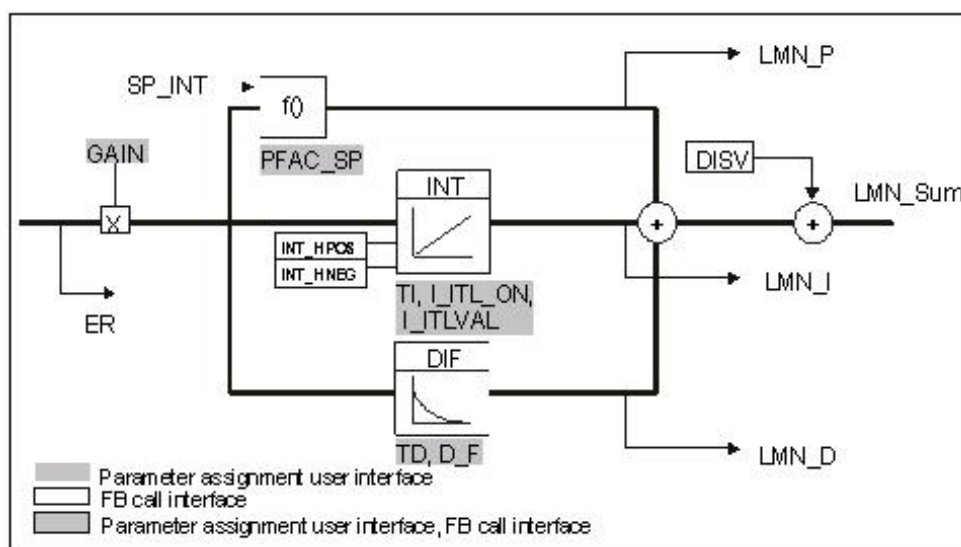


Obr. 24 Riadenie troch zásobníkov plynu pomocou PID – regulátora so žiadanou hodnotou 6 V.



Obr. 25 Riadenie troch zásobníkov plynu pomocou PID – regulátora so žiadanou hodnotou 9 V.

Na nižšie uvedenom obrázku sa nachádza schéma PID regulátora, ktorý sa vo forme funkčného bloku FB 58 nachádza v knižnici programu STEP7.



Obr.26 Schéma PID regulátora.

Regulátor má množstvo vstupov a výstupov, ktoré nemusia byť všetky obsadené. Najdôležitejšie vstupy a výstupy sú tieto :

MAN_ON	Prepínanie medzi manuálnym a automatickým riadením
SP_INT	Vstup žiadanej veličiny
LMN	Výstup z regulátora
COM_RST	Resetovanie
PV_IN	Vstup meranej veličiny

Tabuľka 5 Najdôležitejšie vstupy a výstupy funkčného bloku PID regulátora.

Nakoniec po obsadení vstupov a výstupov PID regulátora bolo ešte treba odskúšať jeho funkčnosť pri riadení troch zásobníkov plynu.

7. Záver

Úlohou tejto diplomovej práce bolo vytvorenie programu a overenie jeho činnosti na danom zariadení. Vytvorenie programu je opísané v 3, 4, 5 kapitole tejto práce.

V ďalšom kroku boli namerané prechodové charakteristiky 1. rádu pri nastavení časovej konštanty 0,5 min. Týmto meraniami bola overená správnosť nastavenia časovej konštanty. Ďalej boli vypočítané parametre PID – regulátora pomocou Naslinovej metódy. Tak isto sa overilo riadenie sústavy tretieho rádu v uzavretom regulačnom obvode, pre požadované hodnoty napätia 3 , 6 a 9 V. Ako je vidieť na obrázkoch 23 až 25.

Celý program so všetkými funkčnými blokmi a organizačným blokom sú uvedené v prílohe.

Na záver treba dodať, že táto práca nám pomohla k lepšiemu poznaniu s programom Siemens, ako aj k jeho ovládaniu a riadeniu daného procesu týmto programom.

8.Summary

The main task of this master thesis was creating of program and program verification of his running on computer numerical control. Creating of the program is nearly described in chapters 3, 4, 5 of master thesis.

In next step by the setting of time constant 0.5 minute were measured transitional characteristics of the first array. By these measurements was verified the program correctness of setting time constant. Next there were calculated parameters of PID-controller by the help of Naslin method. As well as there was verified actuating of arrangement of third array in closed control circumference for required values of intensity 3, 6 and 9 Volts. As is able to see on pictures 23, 24 and 25.

The program with all functioned blocks and organization block are in adding chapter.

On the end is needed to add, that this master thesis help us towards better knowledge about Siemens program, as well as how to control and run this process herewith program.

9. Literatúra

- [1] Ján Mikleš , Vlastimil Hutla : Teória Automatického riadenia
1986
- [2] Štefan Kožka, Michal Kvasnica : Programovanie PLC SIMATIC 300
Základná príručka 2001
- [3] M. Bakošová, M. Fikár, L. Čírka : Základy automatizácie : Laboratórne
cvičenia zo základov automatizácie 2003
- [4] Marek Čaran : Diplomová práca
2003
- [5] www.siemens.com

10.Príloha

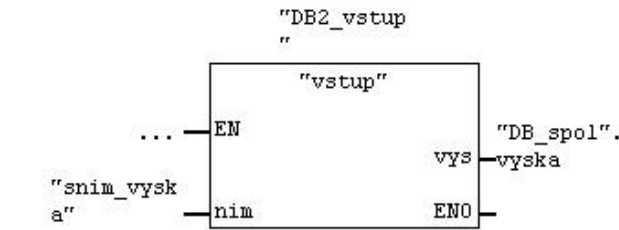
Príloha č 1 Organizačný blok:

OB35 : "Cyclic Interrupt"

Comment:

Network 1: Title:

Comment:

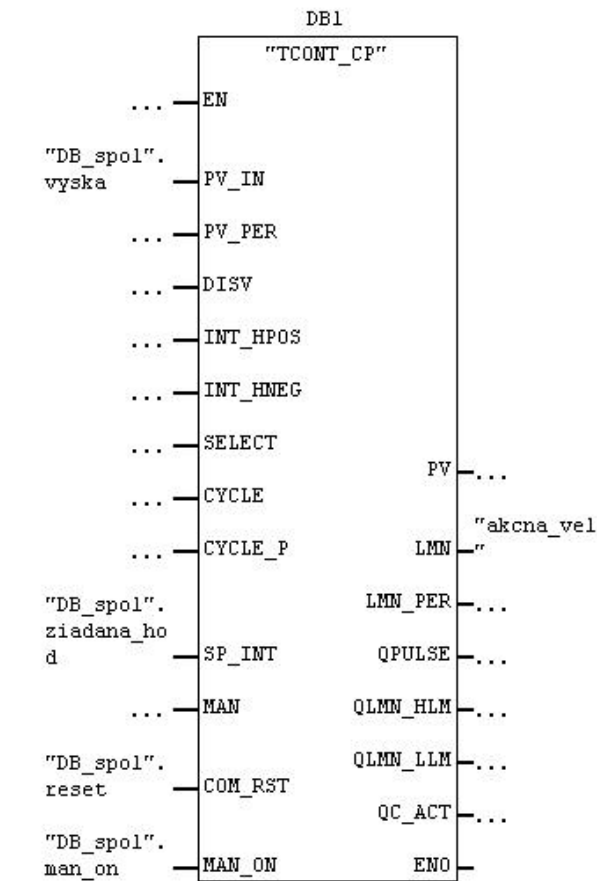


Symbol information:

FB1	vstup	prevod na digital
DB2	DB2_vstup	data blok pre FB1
PIW320	snim_vyska	
DB4.DBID26	"DB_spol".vyska	

Network 2 : Title:

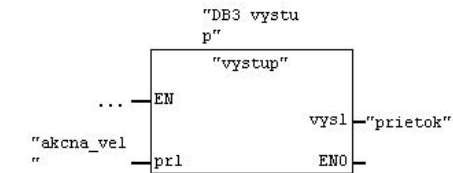
Comment:



Symbol information:		
FB58	TCONT_CP	temperature PID controller with pulse generator and self-tuning
DB4.DBD26	"DB_spol".vyska	
DB4.DBD2	"DB_spol".ziadana_hod	
DB4.DEX0.0	"DB_spol".reset	
DB4.DEX0.1	"DB_spol".man_on	
MD40	akcna_vel	vystup z regulatora

Network 3 : Title:

Comment:



Symbol information:		
FB2	vystup	predov na int
DB3	DB3 vystup	data blok pre FB2
MD40	akcna_vel	vystup z regulatora
PQW320	prietok	

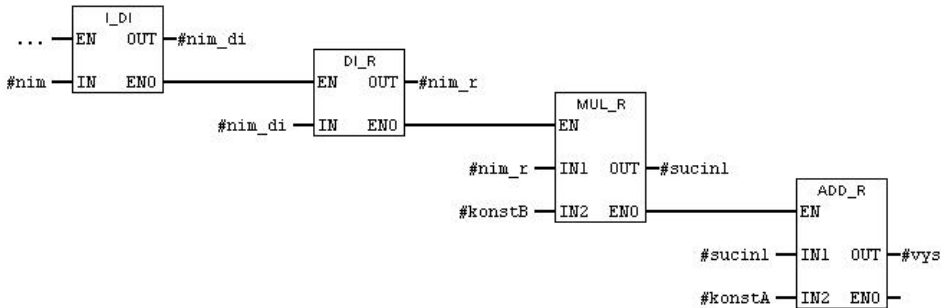
Príloha č 2 Funkčný blok: prepočet analógového signálu na napäťový

FB1 : Title:

Comment:

Network 1: prevod INT na REAL

funkcia Y = konstanta A + konstanta B * X



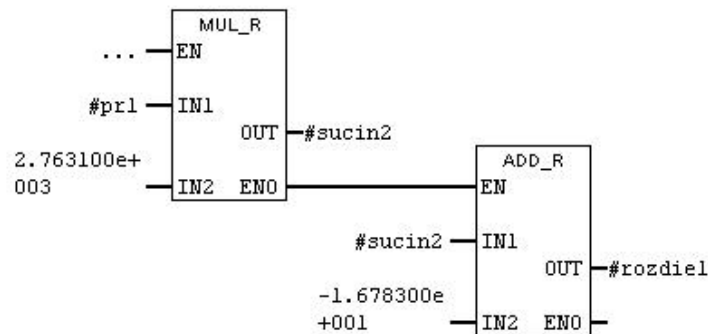
Príloha č 3 Funkčný blok: prepočet napäťového signálu na analógový

FB2 : Title:

Comment:

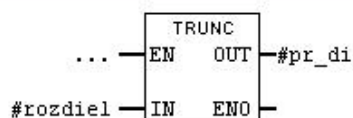
Network 1: Title:

Comment:



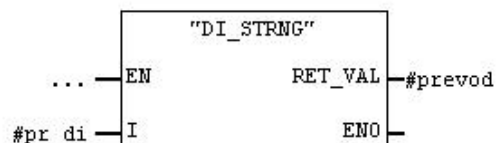
Network 2 : Title:

Comment:



Network 3 : Title:

Comment:

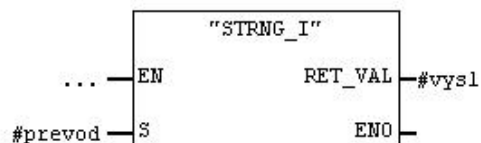


Symbol information:

FC5	DI_STRNG	Double Integer to String
-----	----------	--------------------------

Network 4 : Title:

Comment:



Symbol information:

FC38	STRNG_I	String to Integer
------	---------	-------------------