SLOVENSKÁ TECHNICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE

Fakulta chemickej a potravinárskej technológie

Evidenčné číslo: FCHPT-5415-61846

Laboratórny elektrický pohon z pohľadu priemyselného riadenia

Bakalárska práca

Zuzana Lacková

SLOVENSKÁ TECHNICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE Fakulta chemickej a potravinárskej technológie

Evidenčné číslo: FCHPT-5415-61846

Laboratórny elektrický pohon z pohľadu priemyselného riadenia

Bakalárska práca

Študijný program:

Číslo študijného odboru: Názov študijného odboru: Školiace pracovisko: Vedúci záverečnej práce: Konzultant: automatizácia, informatizácia a manažment v chémii a potravinárstve 2621 5.2.14 automatizácia, 5.2.52 priemyselné inžinierstvo Ústav informatizácie, automatizácie a matematiky Ing. Richard Valo, PhD. Ing. Martin Kalúz

Bratislava 2014

Zuzana Lacková

Slovenská technická univerzita v Bratislave Oddelenie informatizácie a riadenia procesov Fakulta chemickej a potravinárskej technológie 2013/2014

STU FCHPT

ZADANIE BAKALÁRSKEJ PRÁCE

Evidenčné číslo:	FCHPT-5415-61846
ID študenta:	61846
Autorka práce:	Zuzana Lacková (61846)
Študijný program:	automatizácia, informatizácia a manažment v chémii a potravinárstve
Študijné odbory:	5.2.14 automatizácia, 5.2.52 priemyselné inžinierstvo
Vedúci práce:	Ing. Richard Valo, PhD.
Konzultant:	Ing. Martin Kalúz

Názov témy: Laboratórny elektrický pohon z pohľadu priemyselného riadenia

Rozsah práce: 30

Špecifikácia zadania:

Na laboratórnom servopohone budete snímať jednu veličinu - rýchlosť (otáčky hriadeľa),

Riadiacou veličinou bude - hnacie napätie.

Servopohon bude riadený pomocou PLC triedy s7-200 od spoločnosti Siemens.

PLC je relatívne malý v priemysle používaný počítač na riadenie procesov v reálnom čase – riadenie strojov, alebo výrobných liniek v továrni. PLC sú odlišné od bežných počítačov nielen tým, že spracovávajú program cyklicky ale aj tým, že ich periférie sú priamo prispôsobené na pripojenie sa k technologickým procesom.

Na priblíženie a uľahčenie procesu riadenia sú k dispozícií priemyselné vizualizačné prostriedky tak na lokálnej(napr. Displej) ako aj vzdialenej úrovni(napr. web-stránky).

Úlohy:

1. Zoznámenie sa s procesom. Opis správania. Identifikácia. (riadené otáčky, riadiace napätie)

2. Prepojenie PLC so servopohonom.

3. Navrh riadiacich algoritmov a celkovej štruktúry režimov. (riadenie otáčok motora riadiacim napätím)

4. Vkladanie vybraných premenných PLC aj do priemyselného routra EWON.

5. Návrh a tvorba vizualizácie na priemyselnom paneli.

Zoznam odbornej literatúry:

- ORAVEC, J. -- BAKOŠOVÁ, M. PIDTOOL software for PID Controller Tuning. In Technical 1
- Computing Bratislava 2010 : 18th Annual Conference Proceedings. Bratislava, Slovak Republic,
- 20.10.2010. Bratislava: RT Systems, 2010, ISBN 978-80-970519-0-7.
- ORAVEC, J. -- BAKOŠOVÁ, M. PIDTOOL 2.0 Software for Identification and PID Controller Tuning. 2
- In Process Control 2011 : Proceedings of the 18th International Conference. Tatranská Lomnica, Slovakia, 14.-17.6. 2011. Bratislava: Nakladateľstvo STU, 2011, s. 125--130. ISBN 978-80-227-3517-9.
- 3
- ORAVEC, J. -- BAKOŠOVÁ, M. PIDTOOL 2.0 Software for Step- response-Based Identification and PID Controller Tuning. AT&P Journal Plus č. 2/2011 plus. s. 61--66. ISSN 1336-5010.
- AG, S. CP 243-1 Communications Processor for Industrial Ethernet and Information Technology
- 4 . [online]. 2002. URL: https://support.automation.siemens.com/WW/llisapi.dll/csfetch/13283549/CP243-1 e.pdf?func=cslib.csFetch&nodeid=13281796.
- AG, S. Manual Siemens k modulu cp 243. [online]. 2004. 5
- URL: https://support.automation.siemens.com/WW/llisapi.dll/csfetch/18975343/MN_CP243-1-
- IT 76.pdf?func=cslib.csFetch&nodeid=18973161.
- AG, S. S7-200 system manual. [online]. 2008. 6 URL: http://support.automation.siemens.com/WW/llisapi.dll/csfetch/1109582/s7200_system_manual_en-US.pdf?func=cslib.csFetch&nodeid=1113428&forcedownload=true.
- SIEMENS, S. Technicka podpora k HW a SW PLC + HMI (S7-200). [online]. 2005. 7
- URL: http://www.automation.siemens.com/mcms/programmable-logic-controller/en/simatic-s7-
- controller/s7-200/Pages/Default.aspx.
- AG, S. WinCC flexible 2007 user manual. [online]. 2008. 8
- URL: https://support.automation.siemens.com/WW/llisapi.dll/csfetch/18796010/Users Manual WinCC flexible en-US.pdf.
- 9 SUPPORT, E. eWON General Reference Guide(125-128). [online]. 2009.
- URL: http://wiki.ewon.biz/@api/deki/files/113/=IOServer_S7_200.pdf.

Dátum zadania bakalárskej práce: 17.02.2014

Termín odovzdania bakalárskej 24, 05, 2014 práce:

> Zuzana Lacková študentka

prof. Ing. Miroslav Fikar, DrSc. vedúci pracoviska

prof. Ing. Miroslav Fikar, DrSc. garant študijného programu

POĎAKOVANIE

Týmto by som sa chcela poďakovať vedúcemu práce pánovi Ing. Richardovi Valovi za pripomienky a odborné rady pri vypracovaní danej práce. Taktiež by som sa chcela poďakovať pánovi Ing. Martinovi Kalúzovi za vytvorenie vzdialeného systému na webovej stránke.

ABSTRAKT

Cieľom práce "Laboratórny elektrický pohon z pohľadu priemyselného riadenia" bolo zoznámiť sa s riadením reálneho procesu, programovaním v Step7- Micro/WIN, vytvoriť program pre PLC S7-200 pre rôzne typy riadenia. Tento program potom použil pán Ing. Martin Kalúz na tvorbu vzdialeného systému prostredníctvom modemu od eWON-u, ktorý zabezpečuje vzdialenú správu. Tým sme chceli prispieť k lepšiemu vzdelaniu študentov, ktorý sa môžu bližšie oboznámiť s riadením reálneho procesu aj z pohodlia domova a to prostredníctvom internetovej stránky na ktorej sa nachádza náš vzdialený systém. Tu môžu jednotlivé typy riadenia porovnávať, sťahovať si dáta, vytvárať z nich vlastné grafy, skúšať navrhovať vlastné regulátory a podobne. Naše ciele sa podarilo splniť a tým teda aj prispieť k zvyšovaniu kvality výučby, využitím vzdialeného systému.

Kľúčové slová: PLC S7-200; Step7- Micro/WIN; elektromotor; eWON, vizualizácia

ABSTRACT

The aim of our bachelor's thesis " A laboratory electrical drive from the point of view of industrial proceedings" was to acquaint ourselves with the proceedings of the real process, with programming in Step7- Micro/WIN, to make a program for PLC S7- 200 for different kinds of proceedings. This program was subsequently used by Mr Marián Kalúz for a production of far- off system. It was used by means of the eWON modem which ensures a far- off message. Thereby we wanted to contribute to better education for students at school. We meant to familiarize them with the real process proceedings and this everything would be made from home via the webside where our far- off system is situated. Students can compare individual types of proceedings there, download data, make their own diagrams, try to design their own regulators and so on. Our objectives have been completed and with it we contributed to move the quality of education up by using the far- off system.

Key words: PLC S7- 200; Step7- Micro/ WIN; electric motor; eWON, visualization

OBSAH

ÚVOD.		11
1 TEOR	ETICKÁ ČASŤ	12
1.1 Har	dwarové vybavenie	12
1.1.1	Laboratórny elektrický pohon (servopohon)	12
Pouz	žitie elektrických pohonov	13
1.1.2	Programovateľný logický regulátor PLC S7-200	13
1.1.2	2.1 Rozširovacie moduly S7-200	15
Ana	lógový rozširovací modul EM235	15
Ethe	rnetový modul CP 243-1	15
Nap	ájací zdroj Siemens LOGO!Power	15
1.1.2	2.2 Programovací balík Step7- Micro/WIN	16
Prac	ovné prostredie Step 7-Micro/WIN	17
Blok	xy použité v programe:	18
Mož	nosti komunikácie	19
Spoj	enie uloženého programu pomocou s7-200 s fyzickými vstupmi a výstupmi	19
Príst	up k dátam	20
Dow	nload projektu	22
1.1.2	Human Machine Interface- HMI panel	23
1.1.4	Modem eWON	24
2 PRA 2.1 De	AKTICKÁ ČASŤownload na memory kartu	25 25
2.2 Pr	epojenie PLC so servomotorom	27
2.3 R	òzne typy riadenia	
2.3.1	Manuálne riadenie	
2.3.2	Relé riadenie	30
2.3.3	Inverzné riadenie	32
2.3.4	Hybridné riadenie	33
2.3.5	Riadenie pomocou vhodne zvoleného regulátora	34
2.4 PI	LC vizualizácia (WinCC flexible)	38
25 IE	řívateľské prostredie eWON-u	41
2.5 01	Definovanie Tonicu a prenojenie eWON-u s PI C	41
2.5.1 2.5.2	Vkladanie premenných do eWON-u	
2.5.2	Tyorba grafov v eWON-e	
2.0.0		
ZÁVER		46
PRÍLO	HY	49

ZOZNAM ILUSTRÁCIÍ

Obr. 1 Bloková schéma riadenia so spätnou väzbou	12
Obr. 2 Popis zloženia centrálnej procesorovej jednotky CPU	13
Obr. 3 Programovateľný logický regulátor (PLC S7-200)	16
Obr. 4 Pracovné prostredie Step 7-Micro/WIN	17
Obr. 5 PC/PPI kábel na prepojenie počítača s PLC S7-200	19
Obr. 6 Schéma cyklu CPU	20
Obr. 7 Adresovanie byte.bit [1]	21
Obr. 8 Porovnanie prístupu do rovnakej oblasti pamäte k byte, word a double word [1]	21
Obr. 9 HMI panel OP 177B 6'' color PN/DP	23
Obr. 10 Modem eWON 2005CD/4005C [13]	24
Obr. 11 Memory karta	25
Obr. 12 Časť programu pre zápis na memory kartu	25
Obr. 13 Prístup k dátam, ktoré sa nachádzajú na memory karte	26
Obr. 15 Prechodová charakteristika manuálneho riadenia	28
Obr. 16 Skokové zmeny napätia	29
Obr. 17 Časový priebeh relé riadenia (histeréza je 200 otáčok za minútu, žiadaná hodnota	
1000 otáčok za minútu)	31
Obr. 18 Časový priebeh správania napätia pri relé riadení	31
Obr. 19 Časový priebeh inverzného riadenia (žiadaná hodnota 1500 otáčok za minútu)	32
Obr. 20 Časový priebeh napätia pri inverznom riadení	32
Obr. 21 Časový priebeh hybridného riadenia (histeréza je 500 otáčok za minútu, žiadaná	
hodnota 2000 otáčok za minútu)	33
Obr. 22 Časový priebeh napätia pri hybridnom riadení	34
Obr. 23 Časť programu pre riadenie pomocou PID regulátora	35
Obr. 24 Prostredie pre vygenerovanie automatických hodnôt PID regulátora	36
Obr. 25 Časový priebeh riadenia pomocou PI regulátora (žiadaná hodnota otáčok 1500	
otáčok za minútu)	36
Obr. 26 Časový priebeh správania napätia pri riadení pomocou PI regulátora	37
Obr. 27 Užívateľské prostredie WinCC flexible	38
Obr. 28 Časť tagov použitých vo vizualizácii	39
Obr. 29 Vizualizácia na HMI panely	40
Obr. 30 Časť programu pre manuálne riadenie	41

Obr. 31	Definovenie Topicu	41
Obr. 32	Identifikácia premenných v eWON-e	42
Obr. 33	Premenné použité v eWON-e, kde môžeme meniť aj ich hodnoty	43
Obr. 34	Graf vytvorený v prostredí eWON-u	44
Obr. 35	Webová stránka vytvorená pre riadený systém	45

ZOZNAM TABULIEK

Tab. 1	Parametre centrálnej procesorovej jednotky CPU 222 [1]	14
<i>Tab. 2</i>	Tabuľka premenných (Symbol Table)	18
Tab. 3	Desiatkové a šestnástkové rozsahy pre rôzne veľkosti dát [1]	20

ZOZNAM SKRATIEK A ZNAČIEK

PLC- (z anglického Programable Logic Contoller) programovateľný logický automat HMI- (z anglického Human- Machine Interface) rozhranie človek-stroj CPU- (z anglického Central Processing unit) centrálna procesorová jednotka LAD- (z anglického Ladder diagram) rebríkový diagram AZ- akčný zásah PV- (z anglického process value) meraná hodnota SP- (z anglického setpoint) žiadaná hodnota

I/O- (z anglického Input/Output) vstup/výstup

Úvod

Automatizované riadenie v procesnom priemysle je stále viac žiadanejšie, hlavne kvôli kvalite riadenia, úspore času a hlavne kvôli úspore financií, ale len v tom prípade ak je pre riadený systém správne navrhnutý program. Vstupné náklady na automatizované riadenie sú síce vyššie, ale tieto náklady sa nám v priebehu pár rokov vrátia. Takýmto riadením sa dá zlepšiť kvalita, čiže ušetríme napríklad aj na reklamáciách, ktoré sú vo väčšej miere spôsobené chybnými zásahmi ľudí do procesu výroby, tým sa zlepší aj reputácia, dobré meno firmy. Tému laboratórny elektrický pohon z pohľadu priemyselného riadenia som si vybrala, lebo je to reálny proces na ktorom sa dajú veľmi ľahko pochopiť základy, logika riadenia a hlavne preto, lebo v priemysle je automatizácia čoraz viac používaná.

Laboratórny elektrický pohon (servopohon) je zariadenie pri ktorom môžeme sledovať ako sa správajú veličiny ako sú rýchlosť (otáčky hriadeľa) a uhol otočenia pri určitom napätí (volty) v reálnom čase. Servopohon je možné riadiť viacerými spôsobmi, jedným z nich je riadenie pomocou PLC triedy S 7-200 od spoločnosti Siemens, ktoré som použila aj ja, práve preto, že som skúmala len jednu veličinu rýchlosť (frekvenciu otáčok hriadeľa) a náš systém je teda jednoduchý SISO systém (system input system output) – s jedným vstupom , jedným výstupom a pomalým priebehom. Preto nám stačilo použiť PLC triedy S7-200 (namiesto PLC vyšších tried, výkonnejších), ktoré sa v priemysle už tak často nevyužíva ale stále sa s ním môžeme ešte stretnúť a stačí na vysvetlenie danej problematiky.

V prvej časti Vás oboznámim s riadeným procesom, zariadením PLC S 7-200 od spoločnosti Siemens, jeho jednotlivých súčastí a poviem pár slov o vzdialenej správe a načo sa využíva HMI panel.

V druhej častí rozoberiem jednotlivé typy riadenia, ich výhody a nevýhody, vytvorenie vizualizácie na HMI panely, a vkladanie jednotlivých premenných na e-WON, prostredníctvom ktorého sa vytvára vzdialená správa.

Cieľom mojej práce je zostaviť program pre rôzne typy riadenia, z ktorých nakoniec vyberiem najlepšie, zhodnotím výhody a nevýhody týchto riadení. Pre lepšie pochopenie zostrojím vizualizáciu na dotykovom HMI panely. A tento program budem prezentovať pomocou vzdialenej správy na webovej stránke, ktorú vytvoril pán Ing. Martin Kalúz.

11

1 Teoretická časť

1.1 Hardwarové vybavenie

1.1.1 Laboratórny elektrický pohon (servopohon)

Elektromotor je elektrické zariadenie, ktoré premieňa elektrický prúd na mechanickú prácu, respektíve na mechanický pohyb (otáčky). Opačným zariadením k elektromotoru je dynamo a alternátor, ktoré premieňajú mechanickú prácu na elektrickú energiu. Konštrukčné sú si dynamá, alternátory a elektromotory veľmi podobné. Každý elektromotor pozostáva z dvoch častí:

- stator- statická (nepohybujúca sa) časť, býva ním obvykle vonkajšia časť motora
- rotor- rotujúca (pohyblivá) časť, uložená na ložiskách, ktorá sa vo vnútri statora otáča

Servopohon (servomechanizmus) pozostáva z motora (väčšinou elektrického), senzora a regulačného obvodu so spätnou väzbou. Poznáme dva druhy a to rýchlostné servo, ktoré obsahuje senzor a regulátor rýchlosti alebo polohové servo, ktoré obsahuje senzor a regulátor polohy. My sme sa zaoberali reguláciou rýchlosti. Táto sústava sa používa na dosiahnutie a udržanie žiadanej hodnoty (rýchlosti alebo polohy). Servomotor je teda motor použitý v tejto sústave, niekedy sa ale týmto výrazom označuje aj celá sústava (obr. 1).



Obr. 1 Bloková schéma riadenia so spätnou väzbou

Použitie elektrických pohonov

My sme používali jednosmerný (DC) motor, ktorý sa zaraďuje medzi historicky prvé motory používané v elektrických pohonoch. Výhodou týchto motorov je cena a jednoduchosť riadenia. Nevýhodou je kratšia životnosť a údržba. Jednosmerné motory sa používajú hlavne tam, kde potrebujeme regulovať otáčky. Má obrovské využitie ako napríklad v CNC sústruhoch a frézach, obrábacích strojoch v automobilových priemysloch a podobne.

1.1.2 Programovateľný logický regulátor PLC S7-200

Programovateľný logický automat PLC (Programable Logic Contoller) sa skladá z centrálnej procesorovej jednotky (CPU), integrovaných vstupov a výstupov. Po downloade správne naprogramovaného programu bude S7-200 obsahovať logiku potrebnú na monitorovanie a riadenie vstupných a výstupných zariadení aplikácie [1].



Obr. 2 Popis zloženia centrálnej procesorovej jednotky CPU [1]

Existujú rôzne modely S7-200 s rôznymi schopnosťami a parametrami na vytvorenie efektívneho riešenia aplikácie. Nasledujúca tabuľka (tab. 1) ukazuje niektoré parametre centrálnej procesorovej jednotky CPU 222, ktorú sme použili.

Parameter	CPU 222	
Rozmery (mm)	90x80x62	
Pamäť pre		
program:		
S ukladaním	4096 bytov	
v režimu RUN		
Bez ukladania	4096 bytov	
v režimu RUN		
Pamäť pre dáta	2048 bytov	
Zálohovanie dát	štandardne 50hodín	
Integrované I/O		
Digitálne	8vst./6výst.	
Analógové	-	
Rozširovacie	2 moduly	
moduly		
Vysokorýchlostné		
čítače	4 pri 30 kHz	
Jednofázové	2pri 20 kHz	
Dvojfázové		
Pulzné výstupy	2 pri 20 kHz	
(DC)		
Analógové	1	
potenciometre		
Hodiny reálneho	Zásuvný modul	
času		
Komunikačné	1 RS-485	
porty		
Matematika	Áno	
s pohyblivou		
rádovou čiarkou		
Veľkosť registra	256 (128 vst., 128 výst.)	
obrazu		
digitálnych I/O		
Rýchlosť	0,22 mikrosekúnd/ inštrukcia	
booleovských		
inštrukcii		

Tab. 1 Parametre centrálnej procesorovej jednotky CPU 222 [1]

1.1.2.1 Rozširovacie moduly S7-200

Pre lepšie riešenie požiadaviek obsahuje rada S7-200 širokú škálu rozširovacích modulov. Týmito modulmi môžeme pridať do PLC ďalšie funkcie. Sú to napríklad digitálne moduly, analógové moduly, komunikačné moduly (polohovací, modemový, PROFIBUS, Ethernetový, Internetový). K centrálnej procesorovej jednotke CPU222, ktorú sme použili je možné pripojiť len dva rozširovacie moduly, použili sme analógový rozširovací modul EM235 a ethernetový modul CP 243-1.

Analógový rozširovací modul EM235

Ako sme videli v tabuľke parametrov (tab. 1) centrálna procesorová jednotka CPU222 obsahuje len digitálne vstupy a výstupy. Pre náš systém ale potrebujeme jeden analógový vstup a jeden analógový výstup. Preto je nutné k PLC pripojiť analógový rozširovací modul. Obsahuje štyri analógové vstupy a jeden analógový výstup. Jeho rozmery sú 71,2 mm x 80 mm x 62 mm a jeho hmotnosť 186 g. Tento modul má možnosť prúdového alebo napäťového vstupu a aj výstupu. Vstupy sú označené od AIW0 do AIW6 (4 analógové vstupy typu word) a výstup je označený AQW0 (1 analógový výstup typu word).

Ethernetový modul CP 243-1

Aby PLC mohlo komunikovať po ethernete je potrebné ho rozšíriť o modul CP 243-1 IT. Tento modul obsahuje všetko potrebné pre komunikáciu po ethernete resp. internete. Vie komunikovať cez FTP protokol, obsahuje HTTP server spolu s predpísanými Java appletmi. Pomocou tohto modulu je možne aj odoslať e-mail. Pomocou CP 243-1 je taktiež možné k S7-200 pripojiť cez ethernet programovacie prostredie Step 7-Micro/WIN. Užívateľ tak môže upravovať užívateľský program, alebo sledovať stav PLC, ktorý môže byť aj niekoľko kilometrov vzdialený.

Napájací zdroj Siemens LOGO!Power

Rozširujúce moduly a PLC majú napájacie napätie 24V. Tento zdroj od firmy Siemens má výstup 24V/ 2,5A, prúdové obmedzenie 2,8A, ochranu proti skratu, rozmery 55mm x 90mm x 55mm a hmotnosť 300g.



Obr. 3 Programovateľný logický regulátor (triedy S7-200)

1.1.2.2 Programovací balík Step7- Micro/WIN

Programovací balík Step7-Micro/WIN poskytuje užívateľské prostredie pre vytváranie, editovanie a monitorovanie logiky na riadenie aplikácie. Toto prostredie podporuje niekoľko programovacích jazykov, pomocou ktorých sa vytvára riadiaci program. Riadiaci program je možné vytvoriť pomocou rebríkového diagramu (LAD), strojového jazyka (STL), alebo pomocou funkčných blokov (FBD). Medzi kódmi napísanými v jednotlivých jazykoch je možné jednoducho prepínať, lebo toto prostredie dokáže z programu napísaného v jednom z typov jazykov automaticky vygenerovať kód pre zvyšné dva jazyky.

My sme použili programovací jazyk Ladder diagram (LAD)- rebríkový diagram založený na grafickej prezentácii reléovej logiky. Táto logika predstavuje reálne obvodové zapojenie do ktorého je možné vložiť vstupy a výstupy riadeného systému, funkcie a funkčné bloky. Rebríkový diagram sa používa pri jednoduchom logickom riadení. Pri zložitejšom riadení sa program písaný v rebríkovej logike stáva neprehľadný.

Pracovné prostredie Step7-Micro/WIN



Obr. 4 Pracovné prostredie Step7-Micro/WIN

Pracovné prostredie Step 7-Micro/WIN (obr. 4) obsahuje:

- *Titulnú lištu s hlavným menu-* na tejto lište sa nachádzajú aj funkcie ako download, RUN, STOP, a spustenie simulácie. Funkcia download slúži na nahranie programu do PLC. Tlačidlom RUN spustíme vykonávanie programu. Stlačením tlačidla simulácie môžeme sledovať s malým oneskorením, spôsobením vplyvom komunikácie, jednotlivý priebeh stavov označených modrou farbou. Vykonávanie programu zastavujeme tlačidlom STOP.
- Navigačnú lištu- na ktorej sa nachádzajú ikony pre rýchly prístup k rôznym, často používaním programovacím prvkom programu.
- Stromovo usporiadané inštrukcie- nachádzajúce sa hneď vedľa navigačnej lišty, ktoré nám poskytuje všetky možné objekty projektu a inštrukcie pre tvorbu riadiaceho programu.
- Programový editor- obsahuje písaný program a tabuľku premenných, v ktorej môžeme priradiť symbolické názvy (tab. 2) dočasným premenným. Pomocou týchto symbolických názvov je možné pristupovať odkiaľkoľvek z programu. Takýchto tabuliek je možné vytvoriť viac, napríklad pre rôzne časti programu.

 Podprogramy- sú umiestnené v spodnej časti okna programovacieho editora ako záložky, tu sa nachádza aj záložka hlavného programu MAIN, pomocou ktorého sa potom volajú ostatné podprogramy

0	💭 Symbol	Address	Comment	
1	tachometer	AIW0	Fyzicky vstup z tachometra v integeroch	
2	pohon	AQW0	Fyzicky vystup do motora v integeroch	
3	SP_int	VW4	SP v integeroch	
4	Н	VW6	H v integeroch	
5	jkk	VW8		
6	sdgs	VW10		
7	rele_control	V14.0	STAV pre rele riadenie (treba nastavit na 1 ak chceme aktivovat toto riad.)	
8	inv_control	V14.1	STAV pre NVerzne riadenie (treba nastavit na 1 ak chceme aktivovat toto riad.)	
9	comb_control	V14.2	STAV pre rele+inv riadenie (treba nastavit na 1 ak chceme aktivovat toto riad.)	
10	H2	VW15	H2 v integeroch	
11	PID_control	V14.3	STAV pre PID riadenie (treba nastavit na 1 ak chceme aktivovat toto riad.)	
12	pohon_real	VD21	Akony zasah vo Voltoch	
13	tachometer_real	VD25	Otacky hriadela za minutu.	
14	SP_real	VD29	nascalovany SP ako realne cislo	
15	MAN_control	V14.4	STAV pre MANualne riadenie (treba nastavit na 1 ak chcerr aktivovat toto riad.)	
16	H_real	VD33	Histerezia pre rele riadenie	
17	H2_real	VD37	Histerezia pre kombinowane rele+inv riadenie.[Zona kedy funguje inv.]	

Tab. 2 Tabuľka premenných (Symbol Table)

Bloky použité v programe:

- MOV_R slúži na presunutie hodnoty reálneho čísla na určitú adresu premennej do ktorej chceme túto hodnotu vložiť
- ADD_R slúži na sčítanie dvoch reálnych čísel
- SUB_R slúži na odčítanie dvoch reálnych čísel
- DATx_WRITE slúži na zápis štruktúry dátových záznamom do pamäťového modulu (memory karta)
- TON časovač, funguje tak, že po uplynutí určitého času sa zapne, má dva vstupy a to povel pre zapnutie časovača a čas po ktorom sa má aktivovať
- PIDx_INIT slúži pre nastavenie zvoleného regulátora

Možnosti komunikácie

Siemens má 2 možnosti prepojenia počítača s PLC S7-200:

- priame pomocou PPI Multi-Master káblu (obr. 5)- najbežnejší a najekonomickejší
- kartou komunikačného procesoru (CP) a MPI káblom [1]



Obr. 5 PC/PPI kábel na prepojenie počítača s PLC S7-200

Spojenie uloženého programu pomocou s7-200 s fyzickými vstupmi a výstupmi

Základné spojenie je veľmi jednoduché:

- PLC S7-200 prečíta stav vstupov.
- Program uložený v S7-200 použije tieto vstupy pri spracovaní riadiaceho programu. Pri behu programu súčasne aktualizuje svoje dáta.
- PLC S7-200 zapíše dáta na výstup [1].

Počas každého cyklu CPU sa vykonáva program ako postupnosť inštrukcií, ktorá môže byť prerušená prerušovacími podprogramami. V časti cyklu CPU spracováva všetky správy, ktoré prijala z komunikačného rozhrania, vykonáva autodiagnostiku, kde kontroluje vlastné mikroprogramové vybavenie, pamäť programu a stavy všetkých modulov. Na konci

cyklu zapisuje hodnoty z registra obrazu výstupov na fyzické výstupy. V priemyselných aplikáciách sa na fyzické vstupy pripojujú snímače (senzory) a na výstupy akčné (výkonné) členy, ktoré podľa údajov na vstupoch riadia činnosť výstupov tak, aby zariadenie správne plnilo požadovanú funkciu. Do činnosti celého zariadenia môže vstupovať obsluha pomocou operátorských panelov, alebo aj z PC.



Obr. 6 Schéma cyklu CPU

Prístup k dátam

Programovateľný automat PLC S7-200 uchováva informácie v rôznych pamäťových oblastiach, ktoré majú jedinečné adresy. Môžeme explicitne určiť konkrétnu adresu pamäti. To programu umožní priami prístup k informáciám. Tabuľka (tab. 3) ukazuje rozsahy, ktorými môžu byť reprezentované dáta rôznych veľkostí [1].

Reprezentace	Byte (B)	Word (W)	Double word (D)
Unsigned integer	0 až 255 0 až FF	0 až 65 535 0 až FFFF	0 až 4 294 967 295 0 až FFFF FFFF
Signed integer	– 128 až +127 80 až 7F	–32 768 až +32 767 8000 až 7FFF	–2 147 483 648 až +2 147 483 647 8000 0000 až 7FFF FFFF
Real IEEE 32bitová pohyblivá řádová čárka	Nelze	Nelze	+1.175495E-38 až +3.402823E+38 (kladné) -1.175495E-38 až -3.402823E+38 (záporné)

Tab. 3 Desiatkové a šestnástkové rozsahy pre rôzne veľkosti dát [1]

Keď chceme pristúpiť k nejakému bitu v pamäťovej oblasti, špecifikujeme adresu, ktorá sa skladá z identifikátora pamäťovej oblasti, adresy bytu a čísla bitu. Obrázok (obr. 7) ukazuje príklad prístupu k bitu (často sa nazýva adresovanie "byte.bit"). V tomto príklade nasleduje za pamäťovou oblasťou a adresou bytu (I = vstup a 3=byte 3) nasleduje čiarka ("."), ktorá oddeľuje bitovu adresu (bit 4) [1].



Obr. 7 Adresovanie byte.bit [1]

K dátam vo väčšine pamäťových oblastiach (V, I, Q, M, S, K, a SM) typu byte, word alebo double word môžeme pristupovať v tzv. bytovom adresovom formáte. Pre prístup k bytu, word alebo double word v pamäti je nutné vytvoriť adresu podobne, ako bola vytvorená adresa pre prístup k bitu. Adresa sa skladá z identifikátora oblasti, z označenia veľkosti dát a z adresy počiatočného bytu hodnoty bytu, word alebo double word, ako to ukazuje obrázok (obr. 8). K dátam v iných pamäťových oblastiach (ako sú T, C, HC a v akumulátoroch) sa pristupuje s použitím formátu adresy s identifikátorom oblasti a číslom zariadenia [1].



Obr. 8 Porovnanie prístupu do rovnakej oblasti pamäte k byte, word a double word [1]

Download projektu

Každý projekt sa skladá z rôznych častí:

- Programový blok
- Dátový blok (voliteľný)
- Systémový blok (voliteľný)
- Receptúry (voliteľné)
- Konfigurácia dátového záznamu (voliteľné)

Keď uskutočňujeme download projektu, programový blok, dátový blok a systémový blok sa ukladajú bezpečne do trvalej pamäti. Receptúry a konfigurácia dátových záznamov sa ukladajú do pamäťového modulu a nahrádzajú už existujúce receptúry a dátové záznamy. Programové prvky, ktoré nie sú zahrnuté v downloade, sú ponechané bez zmeny v trvalej pamäti a pamäťovom module [1].

1.1.2 Human Machine Interface- HMI panel



Obr. 9 HMI panel OP 177B 6" color PN/DP

HMI z anglického Human Machine Interface (rozhranie človek- stroj), stretáva sa tu technológia s človekom. HMI je operátorské rozhranie, ktoré slúži na vizualizáciu technologických procesov. Jeho úlohou je urobiť danú úlohu prehľadnú, jasnú a pochopiteľnú pre užívateľa. Zabezpečuje príjemné užívateľské prostredie. Zabezpečuje kontrolu a dohľad nad riadeným systémom. Operátor môže prostredníctvom HMI vykonávať rôzne úlohy ako napríklad zastavenie a štart riadeného systému a rôzne iné v závislosti od riadeného procesu.

1.1.4 Modem eWON

Modem eWON slúži na bezpečné a jednoduché pripojenie priemyselného zariadenia k internetu, s ktorým môžeme komunikovať a získavať všetky typy údajov nachádzajúcich sa v PLC.

Prepojenie modemu eWON a PLC je možné cez MPI/PROFIBUS/PPI port, sériový (RS232, RS422, RS485) alebo ethernetový port.

Prostredníctvom modemu eWON môžeme naraz vzdialeno programovať PLC, konfigurovať operátorský panel a k tomu ešte aj sledovať riadený proces cez internetovú kameru. Okrem vzdialenej správy vie tento modem odoslať SMS správu alebo email v prípade alarmu vybranej hodnoty v PLC, archivovať dáta a aj vizualizovať dáta z PLC na webovej stránke.

Modem eWON (obr. 10) je vybavený:

- Sériovým portom- vyrába sa v dvoch variantoch, MPI/PROFIBUS/PPI alebo RS232/485/422. Pre určité typy sú už predpripravené konfigurácie na pripojenie.
- Portom LAN- konkrétne sa tu nachádzajú 4 LAN porty, ktorých počet sa dá ešte rozšíriť. Pripojujú sa sem napríklad PLC s ethernetovým rozhraním, operátorské panely, webové kamery, počítače a podobne.
- *Portom WAN* modem sa ním pripája do verejnej siete rovnakým spôsobom ako je pripojený bežný počítač s prístupom na internet.



Obr. 10 Modem eWON 2005CD/4005C [13]

2 Praktická časť

2.1 Download na memory kartu



Obr. 11 Memory karta

PLC S7-200 má možnosť ukladania dát na memory kartu. Ako vidíme v našom prípade (obr. 12) potrebujeme k tomu bloky MOV_R, ktorý slúži na presunutie hodnoty reálneho čísla na určitú adresu a blok časovača TON, ktorý udáva v akých periódach sa majú zvolené dáta ukladať v našom prípade to je (300 x 10ms) čiže každé tri sekundy. Blok DAT0_WRITE slúži na zápis štruktúry dátových záznamov do pamäťového modulu (memory karty). Najprv sme teda vybrali hodnoty, ktoré chceme ukladať na memory kartu, pomocou blokov MOV_R sme ich previedli na príslušne adresy, ktoré sme priviedli na vstup do bloku DAT0_WRITE, ktorý zabezpečil zapísanie týchto dát na memory kartu.



Obr. 12 Časť programu pre zápis na memory kartu

Zapnutie a vypnutie ukladania na memory kartu sme vyriešili cez vizualizáciu na HMI panely (zelené a červené tlačidlo). Dáta, ktoré sme uložili na memory kartu môžeme stiahnuť cestou *Step7-Micro/WIN – Tools – S7-200 Explorer – CPU222 – Memory card - Upload* (obr. 13) do poznámkového bloku (Notepad) odkiaľ ich môžeme použiť na ďalšie spracovanie ako napríklad na tvorbu grafov v MATLAB-e alebo Exceli.



Obr. 13 Prístup k dátam, ktoré sa nachádzajú na memory karte

2.2 Prepojenie PLC so servomotorom



Obr. 14 Schéma zapojenia

Servomotor je prepojený s PLC tak, že PLC posiela AZ- akčný zásah (napätie) a servomotor vygeneruje pre PLC PV- proces value (otáčky hriadeľa). Čiže vstupom do riadeného procesu je riadiace napätie a výstupom sú riadené otáčky. PLC je prepojené pomocou PPI kábla aj s HMI displejom, ktorý slúži na vizualizáciu riadeného procesu. Taktiež je PLC prepojené aj s eWON-om, pomocou ethernetového pripojenia, ktorý slúži na vytvorenie vzdialenej správy cez internet (obr. 14). Dá sa povedať, že je to tiež vizualizácia prostredníctvom vzdialeného systému, takže všade kde je internet sa vieme na tento vzdialený systém kde sa nachádza vizualizácia napojiť.

2.3 Rôzne typy riadenia

Typy riadenia, ktoré sme použili na riadenie nášho procesu:

- manuálne riadenie manuálne nastavujeme určité napätie, pri ktorom nám servomotor vygeneruje prislúchajúce otáčky hriadeľa, človek sa stáva súčasťou regulačného systému
- relé riadenie volíme si žiadanú hodnotu otáčok hriadeľa (SP-setpoint) a histerézu,
 čiže v akom rozmedzí môže kmitať riadená veličina, pretože toto riadenie pracuje na princípe zapnutý/vypnutý
- inverzné riadenie taktiež si volíme žiadanú hodnotu otáčok hriadeľa, toto riadenie sme získali otočením osí prevodovej charakteristiky
- hybridné riadenie vzniklo spojením relé riadenia a inverzného riadenia
- riadenie pomocou vhodne zvoleného regulátora

2.3.1 Manuálne riadenie

Pri tomto type riadenia sa človek stáva riadiacim mechanizmom, manuálne nastavuje hodnotu napätia, ku ktorému prislúcha určitá hodnota frekvencie otáčok. V našom prípade napríklad pri 2 voltoch to je frekvencia 199 otáčok za minútu, pri 5 voltoch frekvencia 800 otáčok za minútu a podobne.



Obr. 15 Prechodová charakteristika manuálneho riadenia.



Obr. 16 Skokové zmeny napätia

Identifikácia systému pre 2.skok (obr. 15):

Zosilnenie (Z)- kde: u- vstupná veličina (napätie)

y- výstupná veličina (otáčky)

$$Z = \frac{y_{\infty} - y_0}{u_{\infty} - u_0} = \frac{800min^{-1} - 200min^{-1}}{5V - 2V} = 200\frac{min^{-1}}{V}$$
(1)

Časová konštanta (T)- je to čas, za ktorý dosiahne výstupná veličina 63% svojej ustálenej hodnoty

$$y(t_1) = 0.63. (y_{\infty} - y_0) + y_0 = 0.63. (800min^{-1} - 200min^{-1}) + 200min^{-1}$$

= 578min^{-1} \gg t₁ = 36s
T = t₁ - t₀ = 36s - 30s = 6s (2)

Dopravné oneskorenie (D)- predstavuje čas oneskorenia reakcie na zmenu vstupnej veličiny

$$D = 30s - 30s = 0s$$

$$G(s) = \frac{Z}{Ts+1}e^{-Ds} = \frac{200}{6s+1}e^{-0s} = \frac{200}{6s+1}$$
(3)

Z prechodovej charakteristiky (obr. 15) môžeme usúdiť, že sa jedná o systém prvého rádu, lebo nemá inflexný bod a je bez dopravného oneskorenia.

Pre identifikáciu viacerých skokov sme použili v MATLAB-e PIDTOOL (pomocou pridaného toolboxu piddesigne). Do pidtool-u som najprv pomocou textového súboru vložili naše dáta z manuálneho riadenia vo forme (čas, napätie, otáčky hriadeľa), ktoré sme získali stiahnutím na memory kartu a pidtool nám už sám zidentifikoval náš proces. Túto identifikáciu môžeme považovať za lepšiu, lebo je tu zahrnutých viac skokov (zmien akčnej veličiny- napätia).

Vygenerovaný prenos systému z pidtool-u:

$$G(s) = \frac{Z}{Ts+1}e^{-Ds} = \frac{194,4138}{6,6728s+1}e^{-1,2506s}$$

Ako vidíme hodnoty zosilnenia, časovej konštanty a dopravného oneskorenia sa len nepatrne líšia. Preto môžeme považovať obidva prenosy za správne.

2.3.2 Relé riadenie

Pri relé riadení si určujeme žiadanú hodnotu otáčok hriadeľa (setpoint) a histerézu, čiže v akom rozmedzí môže kmitať, lebo relé riadenie je založené na princípe zapnuté/vypnuté respektíve maximum/minimum, čiže ako dvojpolohový regulátor. Tým pádom sa ani nikdy neustáli v setpointe (žiadaná hodnota otáčok hriadeľa) len kmitá pri jeho hodnote (čo je jeho nevýhodou- napr. zničenie mechanických častí) ale je to riadenie ktoré sa dostane do okolia žiadanej hodnoty otáčok hriadeľa veľmi rýchlo (čo je jeho výhodou). Pri voľbe histerézi si musíme dávať pozor aby sme ju nezvolili príliš vysokú, aby nedošlo k pretečeniu riadeného systému, lebo rozsah integeru je -32768 až 32767 a ak by sme setpoint, teda žiadanú hodnotu zvolili napríklad 32767 a histerézu 1, tak súčet setpointu a histerézi by prekročil maximum rozsahu integeru, tým pádom by došlo k pretečeniu systému. Tak isto môže dôjsť aj k podtečeniu systému ak by sme mali žiadanú hodnotu napríklad -32768 a histerézu 1, tak rozdiel žiadanej hodnoty a histerézi je -32769, čiže prišlo k podtečeniu systému z dôvodu prekročenia minima rozsahu integera.



Obr. 17 Časový priebeh relé riadenia (histeréza je 200 otáčok za minútu, žiadaná hodnota 1000 otáčok za minútu).



Obr. 18 Časový priebeh správania napätia pri relé riadení

Na grafoch (obr.17, obr.18) môžeme vidieť ako pracuje relé riadenie, v našom prípade sme zvolili histerézu 200 otáčok za minútu to znamená, že riadená veličina otáčok kmitá okolo žiadanej hodnoty otáčok v rozmedzí plus, mínus 200 otáčok za minútu. Napätie ide raz do maxima a raz do minima, keďže je to reálny systém vyskytuje sa tu aj šum preto to nie sú vždy presné hodnoty -10 voltov a +10 voltov ako by to bolo pri ideálnom riadení. Čas regulácie, čiže čas kým sa dosiahne žiadaná hodnota otáčok do okolia (ak by sme za okolie počítali plus mínus 200 otáčok) je približne (47s - 42s = 5s) 5 sekúnd. Toto riadenie je teda rýchle lebo čas kým sa dosiahne do okolia žiadanej veličiny je krátky, čo je jeho výhodou ale má kmitavý priebeh čo nie je pre riadený systém dobré z dôvodu napríklad ničenia mechanických častí ako som spomínala už vyššie.

2.3.3 Inverzné riadenie

Pri tomto riadení si taktiež volíme žiadanú hodnotu otáčok hriadeľa (setpoint). Inverzné riadenie vzniklo otočením osí prevodovej charakteristiky. Čiže je to vlastne opak manuálneho riadenia. Ako vidíme je to veľmi pomalé riadenie (čo je jeho nevýhodou) ale za určitý (dlhší) čas sa dosiahne setpoint -žiadaná hodnota otáčok hriadeľa (čo je jeho výhodou oproti relé riadeniu). Nevýhodou tohto riadenie je, že pri zmene podmienok sa stane celé riadenie nepresnejším.



Obr. 19 Časový priebeh inverzného riadenia (žiadaná hodnota 1500 otáčok za minútu).



Obr. 20 Časový priebeh napätia pri inverznom riadení.

Žiadanou hodnotou otáčok bolo 1500 otáčok za minútu, ako vidíme (obr. 19) čas regulácie, čiže čas dosiahnutia okolia žiadanej hodnoty je (330s - 300s = 30s) približne 30 sekúnd, čo môžeme považovať za veľmi dlhú dobu oproti iným riadeniam.

2.3.4 Hybridné riadenie

Hybridné riadenie respektíve kombinované riadenie vzniklo kombináciou relé riadenia a inverzného riadenia. Je založené na tom, že na začiatku je aktívne relé riadenie aby sme sa rýchlo dostali do okolia žiadanej hodnoty otáčok a keď sme už v okolí tak sa aktivuje inverzné riadenie, ktoré zabezpečí aby sa systém ustálil na žiadanej hodnote.



Obr. 21 Časový priebeh hybridného riadenia (histeréza je 500 otáčok za minútu, žiadaná hodnota 2000 otáčok za minútu).



Obr. 22 Časový priebeh napätia pri hybridnom riadení.

Ako možno vidieť na grafe hybridného riadenia (obr. 21), tak toto riadenie spája výhodu relé riadenia, čiže to, že toto riadenie je rýchle a výhodu inverzného riadenia, čiže to že riadená veličina sa ustáli na žiadanej hodnote. Týmto riadením sme zároveň odstránili nevýhodu relé riadenia, čiže to, že pri riadení systém kmitá a tým, že sme spojili relé s inverzným riadením, tak riadená veličina sa ustáli na žiadanej hodnote skôr ako pri samotnom inverznom riadení, vďaka využitiu rýchleho relé riadenia na začiatku.

Na grafe časového priebehu napätia (obr. 22) pri hybridnom riadení vidno, ako sa správa napätie ako vidíme na začiatku je maximum, čiže 10 voltov a ako náhle sa dostane do okolia histerézy tak sa aktivuje inverzné riadenie, čiže sa zmení aj hodnota napätia v tomto prípade na 8,6 voltov.

2.3.5 Riadenie pomocou vhodne zvoleného regulátora

Regulátor je zariadenie, ktoré sa stará, aby daný systém automaticky pracoval a fungoval v požadovanom rozsahu hodnôt. Regulátory sa zostavujú preto, aby riadenie procesu nevyžadovalo nepretržitú pozornosť a ručné zásahy operátora. Riadeným systémom je servomotor a úlohou regulácie je nastaviť určité žiadané hodnoty veličín (v našom prípade sú to otáčky motora) a udržiavať ich pri pôsobení poruchovej veličiny. Táto, reguláciou upravovaná hodnota otáčok podľa stanovených podmienok sa nazýva regulovaná veličina. Okrem regulovanej veličiny potrebujeme na vykonanie regulácie ďalšiu veličinu, pomocou ktorej môžeme ľahko ovplyvňovať hodnotu regulovanej veličiny. Táto pomocná veličina sa nazýva akčná veličina (v našom prípade napätie).

Poznáme 3 typy regulátorov:

- P regulátor (proporcionálny)
- PI regulátor (proporcionálno- integračný)
- PID regulátor (proporcionálno- integračno- derivačný)
- PD regulátor (proporcionálno- derivačný)

Proporcionálna časť P je zosilnenie regulačnej odchýlky. Integrálna zložka I je priamo úmerná dobe po ktorú existuje regulačná odchýlka. Derivačná zložka D je úmerná rýchlosti zmene derivačnej odchýlky. Čím rýchlejšie sa teda zmenšuje (zväčšuje) regulačná odchýlka tým menšia (väčšia) je táto zložka.

Keďže I-zložka odstraňuje trvalú regulačnú odchýlku a náš proces nemá dopravné oneskorenie (len minimálne) tak sme použili PI regulátor.

PLC S7-200 má možnosť vygenerovať automaticky regulátor (obr. 24). Slúži na to blok PIDx_INIT, kde zadávame ako vstupné parametre PV (otáčky) v integeroch a SP (žiadanú hodnotu otáčok) a ako výstup sme použili premennú pohonpredschváleným (napätie), ktorý je tiež v integeroch, preto sme ho potom previedli na reálne číslo. Bit SM0.0 dáva vždy hodnotu 1 (obr. 23). Naše PLC S7-200 nám po zadaní týchto hodnôt vygeneruje automaticky hodnoty regulátora v našom prípade bolo zosilnenie Z=11,2123 a integrálna zložka I=0,06.



Obr. 23 Časť programu pre riadenie pomocou PID regulátora

PID Tuning Control Panel			×		
PID Tuning Control Panel Select a PID loop or configuration to tune from the Current PID drop-down list. Click the Start Auto Tune button to begin the tuning algorithm. Click the Close button to exit.					
Remote Address:	2		CPU 222 REL 02.00		
Process Variable Cu 27700 Se Sa Ga Int De -27700 Value: 0.0	rrent Values tpoint: 0.0 mple Time: 1.0 sin: 11.2123 Minutes egral: 0.06 rrivative: 0.0 0.00 16000.00 0.00 16000.00	60s 55s 50s 45s 40s 35s 30s 25s 20s 15s 10s 16620.00	5s 0s 16000.00 		
Scaled: 0.0 Va	lue: 9452.00	-27700.00 SP 14:06:09	0.00		
Tuning Parameters (Minutes) Gain Integra 11.2123 Integra C Auto Tune C Manual	I Time Derivative Time 0.06 0.0 Start Auto Tune Advanced Update PLC	Current PID Sampling Rate (Seconds/Sample)	Legend PV: SP: Out		
Click for Help and Support					

Obr. 24 Prostredie pre vygenerovanie automatických hodnôt PID regulátora



Obr. 25 Časový priebeh riadenia pomocou PI regulátora (žiadaná hodnota otáčok 1500 otáčok za minútu).



Obr. 26 Časový priebeh správania napätia pri riadení pomocou PI regulátora.

Vidíme (obr. 25), že tento typ riadenia je najlepší pretože čas kým sa dosiahne setpoint (žiadaná hodnota otáčok hriadeľa) je malý v našom prípade to je (30s - 19s = 11s) 11 sekúnd, týmto riadením sa umožní aj to, že sa riadená veličina otáčok ustáli na žiadanej hodnote, a jeho výhodou je aj to, že má nekmitavý priebeh.

Celý program so všetkými spomenutými riadeniami a s vizualizáciou sa nachádzajú v prílohe, kde sú popísané aj jednotlivé použité premenné v programe.

2.4 PLC vizualizácia (WinCC flexible)



Obr. 27 Užívateľské prostredie WinCC flexible

Prostredie WinCC flexible (obr. 27) sa skladá z titulnej lišty s hlavným menu, naľavo sa nachádza okno so stromovou štruktúrou, uprostred náhľad HMI obrazovky, pod ktorým sa nachádzajú detailné vlastnosti každého vybraného objektu. Vpravo sa nachádza okno s nástrojmi pre vkladanie jednotlivých objektov (texty, schwiche, slidre a pod.). Stromová štruktúra zabezpečuje prehľadné zatriedenie všetkého, čo sme použili a čo máme v projekte (napr. použité tagy, spojenie s PLC, alarmy, texty a grafiku).

Predtým ako nahráme aplikáciu do HMI panela, musíme v ňom nastaviť spojenie s PLC. Klikneme v ľavej časti na pripojenia (Conections), vyberieme si naše PLC S7-200. V Step7 Micro/WIN nájdeme nastavenia komunikácie (System Block- Comumunication Ports) a odpovedajúce parametre komunikácie nastavíme vo WinCC flexible a potvrdíme. Premenné z PLC, ktoré chceme použiť vo vizualizácii vložíme do tagov (Comunication-Tags), musíme ich všetky manuálne prepísať (obr. 28). Tag je virtuálny dátový kanál, cez ktorý prechádzajú dáta. Jeden "koniec" tagu je pripojený na určitú pamäťovú adresu (tá slúži ako zásobník dát) a druhý koniec tagu tieto dáta sprístupňuje užívateľovi. Tagy môžu byť dvojaké [2]:

- interné- slúžia na uchovávanie interných premenných
- externé- slúžia na komunikáciu s PLC

Rele 🗖 Template	🗖 comb 🔲 graf 🔲 inv	v 🗖 man 🗖 pid 📲 Ta	gs
Name	Connec 🛆 Data type	Address	Acquisition cycle Comment
PID0_Gain	spojenie s PLC Real	VD 171	100 ms
tachometer_real	spojenie s PLC Real	VD 25	100 ms
SP_int	spojenie s PLC Int	VW 4	100 ms
SP_real	spojenie s PLC Real	VD 29	100 ms
H2	spojenie s PLC Int	VW 15	100 ms
rele_control	spojenie s PLC Bool	V 14.0	100 ms
v_limite	spojenie s PLC Bool	Q 0.0	100 ms
PID0_D_Time	spojenie s PLC Real	VD 183	100 ms
MAN_control	spojenie s PLC Bool	V 14.4	100 ms
tachometer_int	spojenie s PLC Int	VW 0	100 ms
comb_control	spojenie s PLC Bool	V 14.2	100 ms
PID_control	spojenie s PLC Bool	V 14.3	100 ms

Obr. 28 Časť tagov použitých vo vizualizácii

Každá obrazovka má vo vlastnostiach svoj názov, číslo a farebné pozadie. Obrazovka Template, je vlastne šablóna, na ktorú umiestňujeme všetko, čo chceme mať na každej ďalšej obrazovke. Je to v podstate spoločná obrazovka pre všetky sreeny.

A teraz k samotnému umiestneniu objektov na obrazovku. Začneme umiestnením textu. Robí sa to pretiahnutím textového poľa (TextField) z pravej časti okna WinCC flexible na náhľad HMI obrazovky. Textové pole má vo svojich vlastnostiach ďalšie možnosti rozširujúceho nastavenia ako farba textu, rámčeku, animácie a pod. Ďalším vložením objektom môže byť tlačidlo (button), ktorý vkladáme rovnako ako textové pole. Opäť obsahuje ďalšie rozširujúce nastavenia. Je to jeden z najviac používaných prvkov v HMI aplikáciách, dá sa mu priradiť veľké množstvo funkcií. Napríklad je možnosť nastaviť text pre tlačidlo vypnuté a iný text pre stlačené tlačidlo. Ďalšími objektmi sú rôzne slidery, trendy (grafy) a ďalšie iné, ktoré sa umiestňujú rovnako ako predchádzajúce objekty a taktiež obsahujú ďalšie rozširujúce nastavenia.



Obr. 29 Vizualizácia na HMI panely

Download projektu do HMI panelu sa uskutočňuje kliknutím na modrú šípku smerujúcu kolmo na zem.

Prepínanie medzi jednotlivými riadeniami je vyriešené cez vizualizáciu tak, že keď zapneme konkrétne riadenie, zvyšné riadenia sa vypnú, čo zabezpečuje napísaný program (príloha) pomocou setových a resetových logických bitových funkcií. Funkcia set znamená aktivovanie vybraného riadenia a funkcia reset deaktivovanie vybraných riadení .



Obr. 30 Časť programu pre manuálne riadenie

Na obrázku (obr. 30) teda vidíme, že ak je aktívne manuálne riadenie (MAN_control) tak nábežnou hranou sa pomocou funkcie reset (R) resetuje, čiže vypne bit, ktorý reprezentuje relé riadenie (rele_control) a po ňom nasledujúce tri bity, ktoré reprezentujú zvyšné riadenia.

2.5 Užívateľské prostredie eWON-u

2.5.1 Definovanie Topicu a prepojenie eWON-u s PLC

I/O server má tri Topicy (A, B, C), ktoré sa používajú na vytvorenie spoločných vlastností do skupiny. Každý Topic je definovaný pomocou:

- Topic Name (meno Topicu)- v našom prípade A
- *Global Device Address (Globálna adresa zariadenia)* skladá sa z troch parametrov ISOTPC, IP adresa PLC a TSAP
- Poll Rate (perióda vzorkovania)- určuje obnovovaciu frekvenciu tagu

Topic A :	C Enabled			
Topic Name:	А			
Global Device Address:	ISOTCP,147.16	58.50.9,4D.57	PPI, destination node or ISOTCP, destination TSAP	
Poll Rate	250 MS		Default: 2000	
Торіс В :	Enabled			
Topic Name:	В			
Global Device Address:			PPI, destination node or ISOTCP, destination TSAP	
Poll Rate	MS		Default: 2000	
Topic C :	Enabled			
Topic Name:	c			
Global Device Address:			PPI,destination node or ISOTCP, destination TSAP	
Poll Rate		MS	Default: 2000	

Obr. 31 Definovenie Topicu

2.5.2 Vkladanie premenných do eWON-u

Keď chceme vložiť premenné do eWON-u musíme v užívateľskom prostredí vyplniť niekoľko políčok obr.:

- *Tag Name (meno Tagu)* napr. mc_man (reprezentuje manuálne riadenie), nemusí sa zhodovať s menom premennej v Step7- Micro/WIN
- *Page (strana)* zabezpečuje zatriedenie jednotlivých premenných do určitých skupín v tomto prípade (DC motor)
- Server Name (meno serveru)- ako vidíme S7200,čiže naše PLC
- *Topic Name (meno Topicu)* meno Topicu sme zvolili A, lebo pre prepojenie eWON-u s našim PLC sme zvolili v nastaveniach Topic A
- Address- zadávame adresu, ktorá sa zhoduje s adresou premennej uvedenej v Step7, ale má inú formu zápisu napr. v našom prípade adresa v Step7 pre manuálne riadenie je V14.4 a v eWON-e sa namiesto bodky píše mriežka čiže V14#4
- *Type (typ premennej)* tu sa volí typ premennej
- Ostatné políčka sú preddefinované

Identification					
Tag Name:	mc_man	Page: DC motor			
Tag Description:			A		
I/O Server Setup					
Server Name:	S7200 ▼	Topic Name:	A		
Address:	V14#4	Туре:	Boolean 🔻		
eWON value = IO Server Value * 1 + 0					

Obr. 32 Identifikácia premenných v eWON-e

Hodnoty premenných môžeme meniť aj priamo v tomto užívateľskom prostredí. Vzájomným prepojením je dosiahnuté to, že keď zmeníme hodnotu určitej premennej zmení sa táto hodnota aj v PLC, HMI a vo vzdialenom systéme.

	Show Graph For Selection	Historical Logging Table		Page: DC moto	or 🔻
4	Tag Name		Value	New Value	
	mc_comb		0	0 🔻	Update
	mc_hyst_comb		80	80	<u>Update</u>
	mc_hyst_relay		80	80	<u>Update</u>
	mc_inv		0	0 🔻	Update
	mc_man		1	1 🔻	<u>Update</u>
	mc_pid		0	0 🔻	<u>Update</u>
	mc_pid_kp		11.2123	11.2123	Update
	mc_pid_td		0	0	Update
	mc_pid_ti		0.06	0.06	Update
	mc_pid_Tvz		1	1	Update
	mc_relay		0	0 🔻	Update
	mc_sp		0	0	Update
	motor_voltage 🍋		0	5	Update
	tacho_rpm 🏷		0		

Obr. 33 Premenné použité v eWON-e, kde môžeme meniť aj ich hodnoty

2.5.3 Tvorba grafov v eWON-e

Ikona *Show Graph For Selection (Vytvorenie grafu pre výber)* slúži na tvorbu grafov vybraných premenných.



Obr. 34 Graf vytvorený v prostredí eWON-u

Využitím tohto vzdialeného systému, na ktorom sa nachádzajú všetky premenné použité v programe na riadenie systému, vytvoril pán Ing. Martin Kalúz webovú stránku na ktorej sa nachádza tento riadený systém (obr. 35). Prehľadne sú tu zobrazené jednotlivé typy riadenia, grafy časových priebehov otáčok a napätia. Môžeme tu meniť hodnoty jednotlivých premenných a teda aj porovnávať jednotlivé riadenia. A pomocou kamery, ktorá je napojená taktiež na eWON, môžeme vidieť ako sa v skutočnosti správa riadený systém.



Obr. 35 Webová stránka vytvorená pre riadený systém

Záver

Vďaka teito bakalárskej práci sme sa naučili základy programovania programovateľných logických regulátorov (PLC). Vytvorili sme program pre rôzne typy riadenia. Zistili sme, že pri manuálnom riadení je človek riadiacim mechanizmom, čo je nevýhodou. Relé riadenie je rýchle, čo je jeho výhodou ale len kmitalo okolo žiadanej hodnoty na ktorej sa neustálilo, čo považujeme za nevýhodu z dôvodu ničenia mechanických častí motora. Inverzné riadenie bolo veľmi pomalé. Spojením inverzného a relé riadenia vzniklo hybridné riadenie, ktoré vykompenzovalo nevýhody týchto riadení. Ako posledné sme vyskúšali riadenie pomocou PID regulátora, ktoré bolo najlepšie, z dôvodu krátkeho času regulácie a nekmitavého priebehu. Týmto sme dokázali, že v priemysle sa oplatí využívať tento typ riadenia.

Program sme využili ako podklad pre tvorbu vizualizácie na HMI panely, vďaka ktorému si vieme aj graficky zobraziť správanie riadeného systému a tým aj uľahčiť nastavovanie konkrétnych parametrov riadenia.

Oboznámili sme sa s eWON-om, ktorý poskytuje vzdialenú správu, naučili sme ako sa vkladajú jednotlivé premenné použité v programe do eWON-u, ako je možné v prostredí eWON-u vytvárať grafy a sťahovať údaje.

Túto vzdialenú správu využil pán Ing. Martin Kalúz, ktorý vytvoril webovú stránku, kde sa nachádza náš riadený systém. Prostredníctvom webovej stránky má každý človek prístup k tomuto riadenému systému aj z pohodlia domova všade tam, kde sa nachádza internet. Webová stránka sa môže ďalej používať pri výučbe, na lepšie pochopenie a predstavenie si ako sa správa reálny systém pri rôznych typoch a parametroch riadenia. Väčšinou sa vyučuje na modelových situáciách, týmto sme ukázali ako to vyzerá v praxi a prispeli k rozšíreniu prehľadu riadenia reálnych systémov.

46

POUŽITÁ LITERATÚRA

[1] SIEMENS. Simatic Programovatelný automat S7-200 Systémový manuál. [online]. 2004.
[cit. 2014-5-1]. Dostupné na internete: http://www.jork.cz/katalog/microsystemy/S7-200_cz.pdf>.

[2] KOŽKA, Š. –KVASNICA, M. Programovanie PLC SIMATIC 300 (Základná príručka).
Bratislava: STU, 2001. Dostupné na internete: http://files.3titt.webnode.sk/200000017-4a6714b61a/Simatic_manual.pdf.

 [3] ORAVEC, J. -BAKOŠOVÁ, M. PIDTOOL - software for PID Controller Tuning.
 In Technical Computing Bratislava 2010 : 18th Annual Conference Proceedings. Bratislava, Slovak Republic, 20.10.2010. Bratislava: RT Systems, 2010, ISBN 978-80-970519-0-7.

[4] BAKOŠOVÁ, M. – FIKAR, M. Riadenie procesov. 2. vyd. Bratislava: STU, 2012. 193s.ISBN 978-80-227-3763-0.

[5] AG, S. CP 243-1 Communications Processor for Industrial Ethernet and Information Technology. [online]. 2002. [cit. 2014-3-15]. Dostupné na internete:
< https://support.automation.siemens.com/WW/llisapi.dll/csfetch/13283549/CP243-1_e.pdf?func=cslib.csFetch&nodeid=13281796>.

[6] AG, S. WinCC flexible 2007 - user manual. [online]. 2008. [cit. 2014-3-15]. Dostupné na internete:<https://support.automation.siemens.com/WW/llisapi.dll/csfetch/18796010/Users_M anual_WinCC_flexible_en-US.pdf>.

[7] SUPPORT, E. eWON General Reference Guide(125-128). [online]. 2009. [cit. 2014-3-13]. Dostupné na
internete: http://wiki.ewon.biz/@api/deki/files/113/=IOServer_S7_200.pdf>.

[8] Mechanik elektrotechnik 3. Ročník. [online]. [cit. 2014-4-18]. Dostupné na internete: http://ssmt.sk/projekty/sous/zavadzanie%20it/studijne_materialy/Kniha%203r%20ME.pdf>. [9] Prehľadová štúdia. Rozhranie človek-stroj. In AT&P Journal Plus máj 2009. [cit. 2014-4-20]. Dostupné na internete:
http://www.kasr.elf.stuba.sk/predmety/dasr/viz/Studia_200902.pdf>.

[10] Prednáška Základy automatického riadenia. [online]. 2013. [cit. 2014-4-10]. Dostupné na internete: http://www.sjf.tuke.sk/seminsky/APT/Tema03.pdf>.

[11] PLC AUTOMAT SIEMENS SIMATIC S7-200. [online]. Dostupné na internete: http://sstzr.cz/projekty/mechatronika/dokumenty/ucebni-texty/plc-siemens-s7-200.pdf>.

[12] Dostupné na internete: http://automatizace.hw.cz/modemy-ewon>.

[13] Dostupné na internete: <http://www.ewon.biz/en/ewon-2005cd-4005cd.html?ewp=4>.

Prílohy

Príloha A: CD médium – program napísaný v Step7-Micro/WIN, vizualizácia vo WinCC