

VYŠŠÍ ODBORNÁ ŠKOLA, STŘEDNÍ ŠKOLA,
CENTRUM ODBORNÉ PŘÍPRAVY



ABSOLVENTSKÁ PRÁCE

Procesní výukový simulátor řízený PLC
Tecomat

Sezimovo Ústí, 2014

Autor: Jaroslav Šlégr



ZADÁNÍ ABSOLVENTSKÉ PRÁCE

Student: **Jaroslav Šlégr**
Obor studia: **26-41-N/01 Elektrotechnika – mechatronické systémy**
Název práce: **Procesní výukový simulátor řízený PLC Tecomat**
Anglický název práce: **The process training simulator controled by PLC Tecomat**

Zásady pro vypracování:

1. Navrhnete uspořádání procesního simulátoru, vytvořte technickou dokumentaci k jeho výrobě.
2. Realizujte fyzicky bod 1 s programovatelným automatem PLC Tecomat Foxtrot CP-1004.
3. Realizujte zapojení zadaných vzorových příkladů.
4. Vytvořte ve vývojovém prostředí Mozaic LITE vzorové příklady.
5. Absolventskou práci vypracujte problémově ve struktuře odpovídající vědecké práci.


Doporučená literatura:

- [1] ROUBAL, J., HUŠEK, P. a kol. (2010) *Regulační technika v příkladech*. Praha: BEN – technická literatura, 2010, ISBN 978-80-7300-260-2.
- [2] ŠMEJKAL, L., MARTINÁSKOVÁ, M (2002) *PLC a automatizace 1 – základní pojmy, úvod do programování*. Praha: BEN – technická literatura, 2002, ISBN 80-86056-58-9.
- [3] ŠMEJKAL, L (2005) *PLC a automatizace 2 – Sekvenční logické systémy a základy fuzzy logiky*. Praha: BEN – technická literatura, 2005, ISBN 80-7300-087-3.


Vedoucí práce: **Ing. Václav Šedivý, VOŠ, SŠ, COP, Sezimovo Ústí**
Odborný konzultant práce: **Ing. Ladislav Šmejkal, Csc., Teco a.s., Kolín**
Oponent práce: **Ing. Jan Fuka, VOŠ, SŠ, COP, Sezimovo Ústí**

Datum zadání absolventské práce: **2.9.2013**

Datum odevzdání absolventské práce: **30.4.2014**


.....
Ing. Václav Šedivý
(vedoucí práce)




.....
Ing. František Kamlach
(ředitel školy)

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou absolventskou práci vypracoval samostatně a použil jsem pouze podklady (literaturu, projekty, SW atd.) uvedené v příloženém seznamu..

V Sezimově Ústí dne 14. 4. 2014



_____ podpis

Poděkování

Absolventská práce byla zpracována v rámci řádného ukončení VOŠ oboru mechatronik. Vedoucím práce byl Ing. Václav Šedivý, kterému děkuji za poskytnutí pravidelných odborných konzultací, rad a technickoekonomických informací týkající se struktury a obsahu absolventské práce. Chtěl bych také poděkovat odbornému konzultantu práce, kterým byl Ing. Ladislav Šmejkal, CSc. za pomoc při realizaci mé absolventské práce.

Anotace

Hlavní téma absolventské práce je realizace procesního výukového simulátoru, který je řízený pomocí PLC Tecomat. Základním cílem je pochopení systémového řízení reálného procesu prostřednictvím základního automatizačního prostředku a to volně programovatelného počítače pracujícího v reálném čase (dále jen PLC – Programmable Logic Controller).

Reálný technologický proces není možné umístit do školní laboratoře, proto se pro výuku použije simulátor.

Simulátor jako takový nahrazuje reálný technologický proces, neboť obsahuje reálná vstupní a výstupní data. Z tohoto důvodu tvoří tedy nedílnou součást komplexního výukového procesu, to nejen ve škole ale i v celoživotním mimoškolním vzděláváním.

Klíčová slova: PLC, Tecomat, simulátor, automatizace, proces.

Annotation

Prozessual Trainingsimulator. Das Simulator bietet eine Lösung zu den angegebenen Problematik an. Die Arbeit setzt sich zum Ziel, den durch das System gesteuerten realen Prozess zu hervorzurufen, mit Hilfe von dem Automatisierungsmittel und zwar mit dem in der realen Zeit arbeitenden frei programmierbaren Computer (weiter nur als PLC - Programmable Logic Controller genannt).

Es ist nicht möglich, den tatsächlichen Prozess ins Schullabor zu simulieren, darum wurde ein Simulator dazu benutzt.

Das Simulator ersetzt den realen technologischen Prozess, denn er enthält die realen Eingangs- und Ausgangsdaten. Aufgrund dieser Tatsache bildet das Simulator einen untrennbaren Bestandteil des Ausbildungsprozesses, nicht nur in der Schule sondern auch bei den außerschulischen Aktivitäten.

Die Stichwörter: PLC, Tecomat, Simulator, die Automatisierung, die Procezz

Obsah

Seznam použitých symbolů	vii
Seznam obrázků	viii
Seznam tabulek	ix
1 Úvod	1
1.1 Hlavní cíl projektu	2
1.2 Struktura práce	2
2 Teoretická část	3
2.1 Historie projektu	3
2.2 Analýza vybraných informačních zdrojů	4
2.3 Možnosti řešení	6
3 PLC a Mosaic	7
3.1 Historie PLC Teco	7
3.2 Foxtrot	8
3.2.1 Vstupy, výstupy	8
3.2.2 Komunikace	9
3.2.3 Hlavní přednosti systému Tecomat Foxtrot	9
3.2.4 Aplikační možnosti systému Tecomat Foxtrot	10
3.3 Srovnání PLC a PC	11
3.4 Mosaic	13
3.4.1 Instalace programu	13
3.4.2 Spuštění Mosaic	14
3.4.3 Založení nového projektu	14

4 Praktická část	16
4.1 Použitá technická zařízení	16
4.2 Vlastní řešení	17
4.3 Návrh simulátoru	19
4.4 Začátek výroby simulátoru	20
4.5 Propojení PC s PLC	25
4.6 Odladování	25
5 Závěr	27
Literatura	29
A Obsah příloženého CD/DVD	I
B Použitý software	II
C Časový plán absolventské práce	III
D Časový plán práce	IV
E Rozpočet projektu	V
F Maily pro objednání materiálu	VII

Seznam použitých symbolů

Symbol	Význam	Jednotka
$i(t)$	elektrický proud	A
$u(t)$	elektrické napětí	V
R	elektrické odpor	Ω

Seznam obrázků

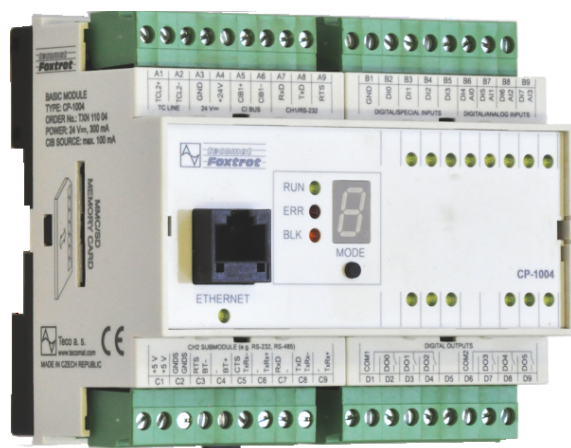
1.1	Svorkovnice wago	2
2.1	Simulátor s Aminy 2D	4
2.2	Kniha PLC a automatizace 1	5
2.3	Kniha PLC a automatizace 2	5
3.1	Foxtrot základní modul	8
3.2	Port RS 232	9
3.3	Průmyslový PC	11
3.4	Scan PLC	12
3.5	HW klíč	14
3.6	Nový projekt	15
4.1	Napájecí zdroj PULS 24VDC	17
4.2	Stav objednávky	18
4.3	Přeměření hodnot rezistorů	19
4.4	Přeměření rozměru potenciometru	21
4.5	Rozměry potenciometru	21
4.6	Montážní objímka pro leddiodu 3 mm	21
4.7	Montážní objímka pro leddiodu 5 mm	22
4.8	Modelářská vrtačka	22
4.9	Výstupy simulátoru před pájením	23
4.10	Strana vstupů simulátoru	24
4.11	Strana výstupů simulátoru	24
4.12	Zapojení kabelu RJ45	25

Seznam tabulek

E.1	Finanční rozpočet projektu	V
E.2	Hodinový rozpočet projektu	VI

Kapitola 1

Úvod



Ve světě kolem nás jsou různé technické možnosti, ve kterých probíhají různé procesy. Například každé ráno vstaneme, a když si rozsvítíme žárovku v lampičce, tak odebíráme elektrický proud ze zásuvky. Do zásuvky je proud přiveden přes různé kabely a vedení z elektrárny, kde probíhá spousta procesů. Samozřejmě není možné si tyto procesy jen tak zkusit na elektrárně, protože by to zanechalo někdy

až neopravitelné škody, nebo si není možné postavit vlastní obrovskou elektrárnu na pokusy. Jsou však simulátory reálných procesů, na kterých si můžeme tyto procesy naučit nebo vyzkoušet. Dále je možné samozřejmě simulovat vodní elektrárny, řídicí jednotky v automobilech nebo například budovu s plynovým či elektrickým regulovatelným vytápěním. Z předchozího textu je patrná vysoká univerzálnost simulátoru, jež je plně využitelný jak ve škole, školeních, ale i při odlaďování technologie v praxi. Takový simulátor řeší má absolventská práce Procesní výukový simulátor řízený PLC Tecomat.

Téma a širší charakteristika problematiky

Jak bylo uvedeno v předchozím textu, bude simulátor sloužit dalším studentům, posluchačům školení a vývojovým pracovníkům, kteří se zabývají projektováním reálných technologií a tvorbou jejich aplikačních softwarů.

1.1 Hlavní cíl projektu

Hlavním cílem projektu je realizace univerzálního simulátoru technologických procesů, jejichž příklady jsou uvedeny v úvodu této absolventské práce, včetně výukového manuálu o programovacím nástroji Mosaic, kde budou základní informace o programu.

První krok

Nejdříve si musím zjistit, co všechno budu k vytvoření simulátoru potřebovat. Budou to rezistory, leddiody, diody, potenciometry, svorkovnice, přepínače, pojistky apod. Tento materiál dodá škola, protože simulátor zůstane ve škole pro výuku především předmětu PGS, At apod.



Obrázek 1.1: Svorkovnice wago

Druhý krok

Budu potřebovat řídicí systém včetně zdroje k jeho napájení, tím je Foxtrot a programovací SW Mosaic, který dodá škola.

1.2 Struktura práce

Struktura této práce, která je napsaná v \LaTeX (SCHENK, C., 2014), je následující: Kapitola jedna zahrne širší charakteristiku problematiky a hlavní cíl projektu. V kapitole 2 je popsána historie problematiky projektu a různé možnosti řešení. Ve třetí kapitole se dozvíme informace o historii PLC, Foxtrotu ale například i programovacímu jazyku Mosaic, jeho instalaci a prvotní nastavení. Čtvrtou částí je praktická část, ve které uvedu použité technické zařízení a vlastní řešení problematiky.

Kapitola 2

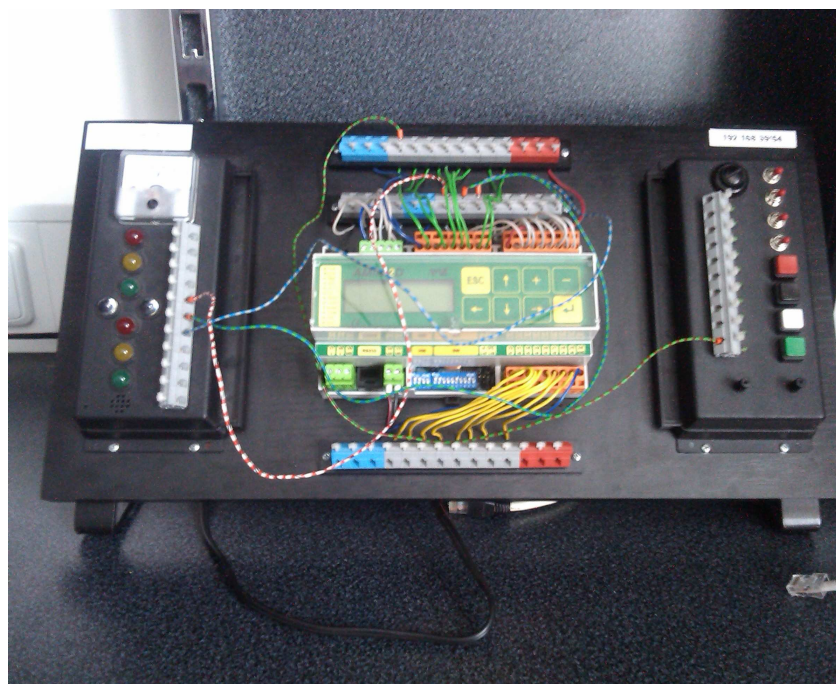
Teoretická část

V této kapitole bude uvedena historie mého projektu, kde bude uvedeno jak a jestli se vůbec řešily simulátory na škole VOŠ SŠ Centrum odborné přípravy. Tyto informace budou získány od zaměstnanců školy a v neposlední řadě ze svých zkušenostech při výuce, především v předmětech PGS (Programování řídicích systémů) a PTZ (Provoz technických zařízení). Dále budou uvedeny zdroje, ze kterých byly čerpány informace, nebo které mi byly doporučeny. Některé zdroje byly v knižní podobě, jiné byly na stránkách společnosti Teco a.s. (návod na Mosaic, technické informace o Tecomat Foxtrot atd.). Ke konci této kapitoly budou způsoby řešení problematiky mého projektu, jak byl řešen dříve a jak jsem ho řešil já.

2.1 Historie projektu

Na základě získaných zkušeností při předmětech týkajících se automatizace (respektive řízení s PLC - předmět programování řídicích systémů) byl zjištěn v metodických pomůckách nedostatek a to univerzální simulátor s PLC typu Tecomat Foxtrot.

Univerzální simulátor byl řešen na škole VOŠ SŠ Centrum odborné přípravy pouze pro PLC Amini 2D (obrázek 2.1). Na základě analýzy plánu výuky a školení, výuky automatizace a následných školení týkající se PLC vznikl požadavek univerzálního simulátoru na bázi Tecomat Foxtrot. Vzhledem ke skutečnosti, že podobu cca šesti let byl simulátor s PLC aminy 2D hodnocen vyučujícími, studenty a v neposlední řadě pracovníky z praxe velmi pozitivně, je na této platformě řešen i můj simulátor.



Obrázek 2.1: Simulátor s Aminy 2D

Je vhodné aby nedílnou součástí tohoto simulátoru byla i možnost tzv. „velké vizualizace“ na PC prostřednictvím profesionálního vizualičního nástroje, který vlastní škola a to Reliance Controlweb. K tomuto je nutno dodat, že tato velká vizualizace není předmětem této absolventské práce ale byla by vhodným doplňkem této práce. Proto vzniklo z historického hlediska doporučení pro další studenty k příslušné absolventské práci týkající se vizualizace.

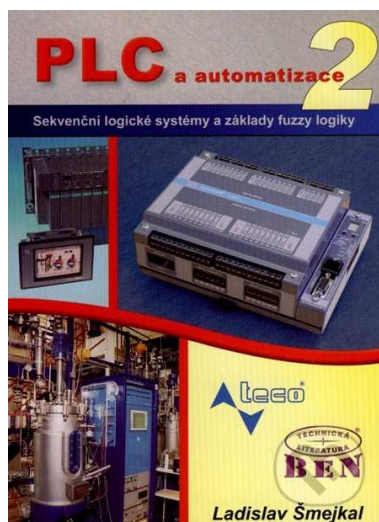
2.2 Analýza vybraných informačních zdrojů

Základní dokumentaci tvoří manuál k Mozaicu, který je nedílnou součástí vlastního vývojového prostředí mosaic od firmy Teco a.s. Nedílnou součástí informačního zdroje je vlastní výuka PGS ve škole VOŠ, SŠ, Centrum odborné přípravy, která přináší systémový pohled na tuto problematiku. K základním informačním zdrojům lze považovat knihu (ŠMEJKAL, L., 2005) PLC a automatizace 1 – základní pojmy, úvod do programování. Praha: BEN – technická literatura, 2002, ISBN 80-86056-58-9 (viz obrázek 2.2).



Obrázek 2.2: Kniha PLC a automatizace 1

a druhý díl ŠMEJKAL, L (2005) PLC a automatizace 2 – Sekvenční logické systémy a základy fuzzy logiky Praha: BEN – technická literatura, 2005, ISBN 80-7300-087-3 , kde je uvedeno mnoho řešení a neřešených příkladů včetně rozsáhlé analýzy projektování PLC v souladu En-ČSN 61 111-117 (viz. obrázek 2.3).



Obrázek 2.3: Kniha PLC a automatizace 2

Současně základním informačním zdrojem jsou webové stránky Teco a.s. a to včetně jejich současných aktualizací.

2.3 Možnosti řešení

Obecně výuku s PLC je možné řešit využitím pouze tzv. „křídly a tabule“. Jedná se o metodu, která je z didaktického hlediska absolutně nepoužitelná, trvala by dlouhou dobu a nebyla by přínosem pro studující.

Další možností je využití PLC Tecomat Foxtrot a to přímým propojením s PC. V tomto případě se jedná o vyšší stupeň předcházející metodiky a dle zkušeností studujících a vyučujících také nevhodná. Nejvhodnější dle vyučujících, metodiků a správnou metodou je možnost využití navrhovaného simulátoru, kde si studující ověří jak HW zapojení, tak i aplikaci řídicího SW. Simulátor jako takový představuje reálnou technologii pracující v reálném čase kde velký vliv mají především zpětné vazby a jejich časová zpoždění. Jak bylo uvedeno v předchozích kapitolách jedná se o hlavní realistický cíl absolventské práce.

Kapitola 3

PLC a Mosaic

V této kapitole se zaměřím na informace ohledně PLC a Mosaicu. Nejdříve se zaměřím na historii PLC a poté na konkrétní PLC Tecomat Foxtrot, na který dělám simulátor. Dále provedu srovnání PLC a PC, samozřejmě budou představeny jenom hlavní rozdíly. Poslední částí této kapitoly budou informace o programovacím jazyku Mosaic. Budou tu informace z jeho historie, kde se dá stáhnout do PC a za jakých finančních podmínek apod.

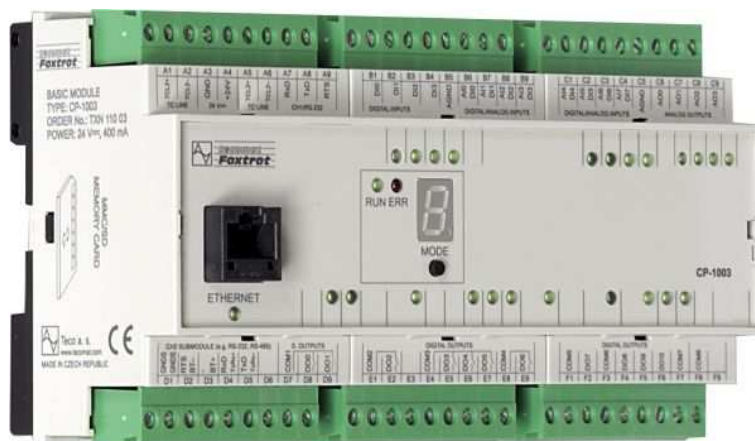
3.1 Historie PLC Teco

Dle ČSN název programovatelné automaty, značka PA vzniknul v TESLE Kolín v 70. letech jako doplněk anglického PLC - Programmable logic controller nebo německého SPS Speicherprogramierbare Steuerung.

V České republice firma Tesla vlastním vývojem uvedla na trh NS-910, první řídicí systém v této kategorii, která již tehdy měla ve světě své označení a některé psané i nepsané standardy. Psané standardy vyústily nakonec do světového standardu IEC-61131, který do svého systému harmonizovaných norem zahrnuje i EU jako EN 61131 a Česká republika jako ČSN EN 61131. V současné době jsou z produkce Teco a.s aktuálními představiteli této kategorie Tecomat TC700, velký modulární systém a Tecomat Foxtrot - malý modulární systém.

3.2 Foxtrot

Tecomat Foxtrot je nový malý modulární řídicí a regulační systém od společnosti Teco a.s. Díky výkonné procesorové jednotce s bohatými komunikačními schopnostmi, promyšlenému systému vstupně/ výstupních periférií či originálnímu propojení se světem inteligentních elektroinstalací může být Tecomat Foxtrot právem označován za řídicí systém "nové generace"



Obrázek 3.1: Foxtrot základní modul

3.2.1 Vstupy, výstupy

Na základních a rozšiřovacích modulech najdete vstupy a výstupy pro 24V DC a 230 V AC napěťové úrovně binárních (digitálních) vstupů a výstupů. K dispozici jsou varianty s polovodičovými výstupy a reléovými výstupy. Rychlé čítačové vstupy s vyhodnocením např. snímače polohy jsou součástí základního i rozšiřujících modulů. Analogové vstupy mají přizpůsobení na standardní napěťové rozsahy počínaje 0-10V, proudové rozsahy 4-20 mA, Najdete moduly s přímým připojením odporových snímačů teploty nebo termočlánků. Analogové výstupy s napěťovými rozsahy 0-10V.

Všechny diskrétní i analogové signály rozšiřujících modulů jsou galvanicky odděleny, převodníky A/D většinou 16bitové.

Všechny diskrétní vstupy výstupy mají samozřejmě indikaci svého stavu pomocí svítící LED.

3.2.2 Komunikace

U PLC běžný sériový port (Tecomaty mají a měly vždy minimálně dva), který se používá pro programování najdete i zde. Počet sériových kanálů Foxtrotu může být zvýšen až na celkové 4. V různých kombinacích RS-232/485. Ve standardní výbavě přibyl konektor RJ-45 se standardním Ethernet portem. Mimo jiné i proto, že v dnešních notebookech už sériový port není zdaleka standardní, a kdo by dnes komunkoval s počítačem rychlostí nějakých 57kbit/s, když může třeba 100Mbit/s. Zbývá poznamenat, že všechny porty sériové i ethernet jsou programátorovi přístupné jako volně programovatelné. A naopak. Na všechny kanály se může připojit svým notebookem a Foxtrot naprogramovat.



Obrázek 3.2: Port RS 232

3.2.3 Hlavní přednosti systému Tecomat Foxtrot

Vyšší výkon- Jádro systému Tecomat Foxtrot tvoří výkonná procesorová jednotka s 32 bitovým RISC procesorem a rychlostí až 0,2 ms/1k instrukcí. Větší paměť-Tecomat Foxtrot obsahuje slot pro vyjímatelnou paměťovou flash kartu (SDHC, SD, MMC) pro ukládání webových stránek vytvořených nástrojem Web Maker, který je součástí programovacího prostředí Mosaic. Data jsou ukládána do struktury souborů (File system).

Propracované komunikace- vedle rychlého 100Mb Ethernetu a dvou komunikačních

kanálů disponuje Tecomat Foxtrot zcela unikátní sběrnici CIB (Common Installation Bus). Díky ní je možné k řídicímu systému připojit libovolně distribuované inteligentní elektroinstalační prvky CFox.

Mechanické provedení- Modulové provedení rozměrově kompatibilní se standardizovanými elektroinstalačními výrobky nabízí úspory i komfort při montáži systému.

Promyšlená modularita-Základní modul má vlastnosti kompaktního systému - vedle komunikačních rozhraní obsahuje vstupy, výstupy a displej tlačítka. Periferní moduly mohou být připojeny k základnímu modulu systémovou sběrnici (TCL2) až na vzdálenost 1,700 m.

Programování v prostředí Mosaic-Tvorba a ladění programů pro systémy Tecomat. Respektuje normu IEC61131-3. 4 druhy jazyků. Nástroje pro snadnou a intuitivní tvorbu programů: nastavení parametrů regulačního obvodu, on-line programování, archivace projektu v paměti systému nebo Web Maker pro tvorbu systémového webového rozhraní.

Bezdrátový systém RFox- Tecomat Foxtrot se stává více univerzální díky plně duplexnímu bezdrátovému systému RFox, který umožňuje bezdrátové připojení prvků inteligentní elektroinstalace.

3.2.4 Aplikační možnosti systému Tecomat Foxtrot

Technické zařízení budov představuje především: 1) Integrace řízení vytápění, vzduchotechniky a klimatizace (HVAC), Měření a řízení spotřeby všech typů energií (Energy management), 2) Integrace bezpečnostních prvků budovy (EVS/EPS), 3) Integrace přístupových systémů - dveře, brány, průchody (Access control), 4) Dokonalá koordinace procesů budovy, 5) Optimalizace řízení zabezpečující vyšší úspory spotřeby médií Strojírenství. 6) Vysoký výpočetní výkon, Řada protokolů průmyslových sběrnic (Profibus DP, CAN, Modbus), 7) Rychlé vstupy pro připojení více inkrementálních snímačů polohy, Měření periody a fázového posuvu pro přifázování generátoru Řízení průmyslových procesů. 8) Komfortní ožívání a servis aplikace prostřednictvím programování za chodu (On-line programming), Webové rozhraní pro parametrizaci i servisní účely.

Vyjímatelná flash paměťová karta slouží: 1) pro uchování archivních dat, receptur a stránek webového rozhraní, 2) Vzdálený přístup, 3) Zálohování napájení přídatnými akumulátory, 4) Zálohování paměti systému, 5) Standardní měřicí rozsahy vstupů včetně termočlánků, 6) Decentralizace I/O až na vzdálenost 1,700 m pomocí optického propojení.

3.3 Srovnání PLC a PC

Vzhledem ke skutečnosti, že odborným technickým pracovníkům není zcela jasný rozdíl mezi PLC a PC, doplňuji do textu v kapitole.

PC (z anglického Personal Computer)

- a) **HW PC** PC je zkratka počítačů nebo notebooků, které většina lidí používá v kanceláři nebo v domácnosti. Na první pohled PC vypadá jako „krabička“ různých rozměrů, ve které je ukryt HW počítače procesor, harddisk, RAM paměti a je k němu připojen barevný displej a klávesnice s myší či touchpadem apod. PC bylo svou konstrukcí a původem vytvořeno ke zpracovávání textů a grafiky, databází nebo komunikačních úloh.
- b) **Činnost PC** Pokud PC vykoná z nějakého důvodu úlohu o minutu déle, nic vážného se nestane, např. účetní úlohy apod. Představme si ale, že by například řídicí systém u letadla opozdil úlohu o jednu minutu, následky by byly katastrofální (řízení v reálném čase).

Samozřejmě najdeme i průmyslová PC někdy pod zkratkou IPC Industrial Personal Computer, která minimalizují nebo eliminují nevýhody původní konstrukce a program, který na nich vykonává řídicí funkci se nazývá SoftPLC.



Obrázek 3.3: Průmyslový PC

PLC (z anglického Programmable Logic Controller)

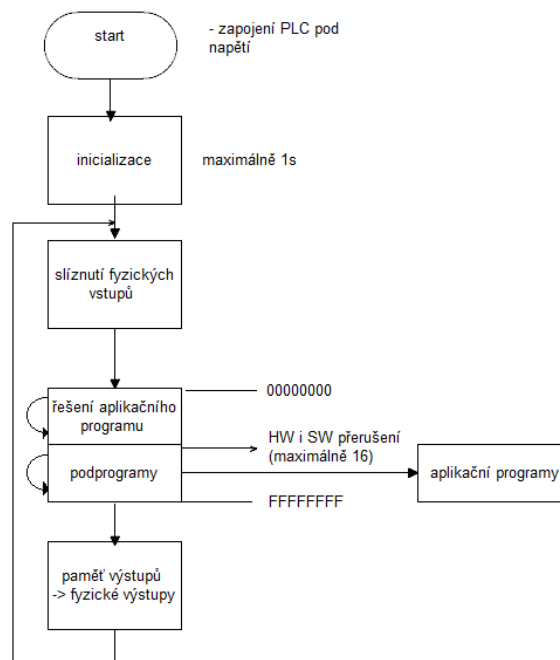
Dle provedení se jedná opět o malou „krabičku“, která se snadno vejde do dlaně, nebo velký systém v rámu, který má řadu modulů. Moduly jsou jeden vedle druhého zasunuty v rámu. PLC je svojí konstrukcí orientován na řízení strojů a procesů, všechny logické úlohy se vykonávají v reálném čase. Systém změří všechny veličiny a podle toho vykoná akci, například se motor zrychlí nebo zpomalí, čerpadlo se spustí nebo vypne, vyvrtá se díra. PLC pracuje cyklicky a je volně programovatelné.

Jak bylo uvedeno v předchozím textu, řídicí systémy PLC jsou určeny pouze k řízení procesů v reálném čase. Naopak počítače typu PC řeší řadu obecně rozsáhlých úloh od zpracování hromadných dat (ekonomické, účetní, skladové apod.) k vizualizačním řešením technologických procesů.

Hlavní rozdíl tedy vidím ve funkci činnosti a to že PLC pracuje jak bylo uvedeno v rotujícím cyklu tj. scan a PC především v cyklu dávkovém.

Scan

Protože technické obci pojem scan není dostatečně znám, vysvětlím ho v následujícím obrázku 3.3. Obrázek byl vytvořen v programu Diagram Designer, který je volně stažitelný na internetu ve verzi free, která je zdarma.



Obrázek 3.4: Scan PLC

3.4 Mosaic

Mosaic je vývojové prostředí, ve kterém se dají vytvářet a ladit programy pro PLC Tecomat a Tecoreg, které vyrábí firma Teco a.s. z Kolína. Program byl uveden na trh v roce 2 000. Vývojové prostředí Mosaic splňuje normu IEC EN-61131-3, která přesně udává strukturu programů a programovací jazyky pro PLC.

3.4.1 Instalace programu

Program Mosaic si můžeme stáhnout zcela zdarma ze stránek www.tecomat.com (TECO., 2014). Mosaic má k dispozici více jazyků, samozřejmě je i čeština. Veškeré aktualizace poskytuje výrobce zdarma. Aktualizace obsahují především nové typy PLC, které Teco a.s. vyrobilo. Výrobce umožňuje plnou zpětnou kompatibilitu, čili co vytvoříme ve starší verzi, je možno bez problémů otevřít a upravovat v nové verzi. K nainstalování je třeba PC s windows 2000 a novější.

Pokud nemáme HW klíč, tak Mosaic pracuje ve verzi Lite. Program však pro výuku a mou absolvenskou práci stačí bez HW klíče, protože i tak jsou k dispozici všechny vlastnosti programu včetně plné simulace. Pro nejmenší PLC Tecomat je umožněno bez omezení programovat, pouze pokud používáme větší PLC, kde je potřeba větší počet I/O modulů je nutný HW klíč.

Úvodní popis Mosaic

Mosaic umožňuje programovat jakýkoli PLC od firmy Teco a.s. Foxtrot se programuje dle normy IEC EN 61131-3. Máme zde textové jazyky IL a ST a grafické jazyky LD a FBD.

POU

Program dle výše uvedené normy se musí skládat z elementů nazývaných programové organizační jednotky POU (Program Organisation Unit). Těmito jednotkami jsou funkce a funkční bloky. Nejvyšší jednotkou je program. Každý projekt je tvořen samostatnou složkou, ve které najdeme všechny soubory a informace pro programování určitého systému.

3.4.2 Spuštění Mosaic

Po nainstalování programu máme na ploše PC ikonu Mosaic. Po otevření programu se zobrazí úvodní obrazovka, na které bude informace, zda máme nebo nemáme HW klíč (viz obrázek 3.5).



Obrázek 3.5: HW klíč

(Protože já HW klíč nemám, mám zde napsáno HW klíč nenalezen a okno zavřeme). Poté „naběhne“ druhé okno, ve kterém si můžeme otevřít již existující projekt, nebo si založit úplně nový projekt.

3.4.3 Založení nového projektu

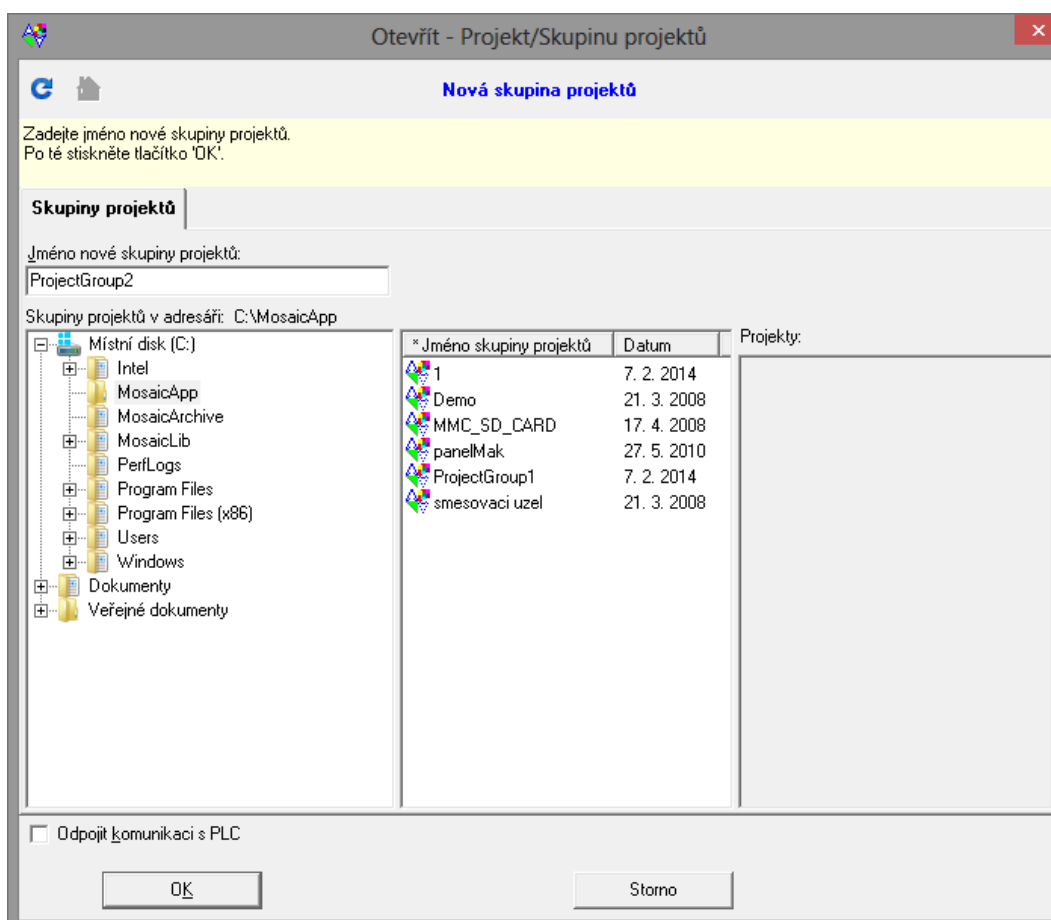
Pokud jsme postupovali podle výše uvedeného textu, tak máme otevřenou obrazovku pro výběr založení nového projektu nebo otevření existujícího projektu (viz obrázek 3.6).

Pokud chceme otevřít existující soubor, tak ho buď vidíme pod oknem Jméno skupiny projektů, nebo ho najdeme v adresáři na levé straně obrazovky.

Pro založení nového projektu stačí kliknout na ikonku v levém horním rohu „Nová skupina projektů“. Poté se otevře obrazovka Nový projekt, kde si zvolíme název projektu. Poté naběhne obrazovka Základní výběr řídicího systému. Toto je pro určení a výběr PLC od Teco a.s, na kterém program poběží. Zde zvolíme výběr řady PLC Foxtrot a dáme OK.

Dále nám vyběhne okno Deklarace programové organizační jednotky. Zde vyplníme jméno programu a vybereme si jazyk, ve kterém chceme programovat.

Poté stiskneme OK, naběhne další okno ve kterém dáme pouze OK a již se nám zobrazí Mosaic, ve kterém můžeme začít programovat.



Obrázek 3.6: Nový projekt

Kapitola 4

Praktická část

Jednou z nejdůležitější částí mé absolvenské práce je výroba simulátoru, která je do podrobnosti popsána v této praktické kapitole. Tato kapitola zahrne postup výroby simulátoru od jeho návrhu až po všechny kroky jeho výroby. Zároveň jsou zde uvedena všechna zařízení a nářadí, pomocí kterých jsem simulátor vyráběl.

4.1 Použitá technická zařízení

Zde jsou uvedena všechna zařízení a nářadí, které jsem při realizaci simulátoru potřeboval. Některé vlastním sám, jiné jsem si půjčoval ze školy.

Použito bylo:

- 1. kleště*
- 2. štípačky na zkracování vodičů*
- 3. šroubováky na přišroubování vodičů do simulátoru a PLC*
- 4. pilka na železo na drobné úpravy montážní krabičky*
- 5. PC s nainstalovaným Mosaicem*
- 6. zdroj pro napájení PLC*
- 7. multimetr pro kontrolování a měření hodnot*
- 8. mikropájka*

9. křížený kabel RJ45 pro propojení PLC s PC

10. vodiče pro propojení simlátoru s PLC.



Obrázek 4.1: Napájecí zdroj PULS 24VDC

4.2 Vlastní řešení

Výběr materiálu pro vytvoření simulátoru

Nejdříve jsem si musel určit, co všechno budu k výrobě simulátoru potřebovat. Byly to rezistory 1k0 a 1k2, potenciometry, leddiody, svorkovnice, trubičkovou pájku, vodič PVC, přepínače, montážní krabičky a napájecí zdroj k PLC Tecomat Foxtrot.

Objednání materiálu

Jelikož materiál stál více jak 500Kč, musel jsem v souhlasu s místními předpisy školy o jeho zakoupení požádat pana ředitele prostřednictvím mailu a čekat na jeho vyjádření.

Maily byly celkem dva, jeden na zdroj 24V a druhý na zbytek materiálu, protože zdroj pocházel z jiného obchodu než zbytek materiálu. Zdroj jsem se rozhodl objednat z internetového obchodu [www.http://eshop.technoline.cz/](http://eshop.technoline.cz/) a zbytek materiálu z obchodu [www.http://www.ges.cz/](http://www.ges.cz/). Oba obchody mají dobré ceny a uživatelské recenze, neměly by tedy být žádné problémy s dodáním zboží. Stav objednávky je možné sledovat přes internet (obrázek 4.1). Oba maily jsou uvedeny v příloze.

Objednávka číslo OBJ-12872014, vytvořena 2014-03-12 15:56:44

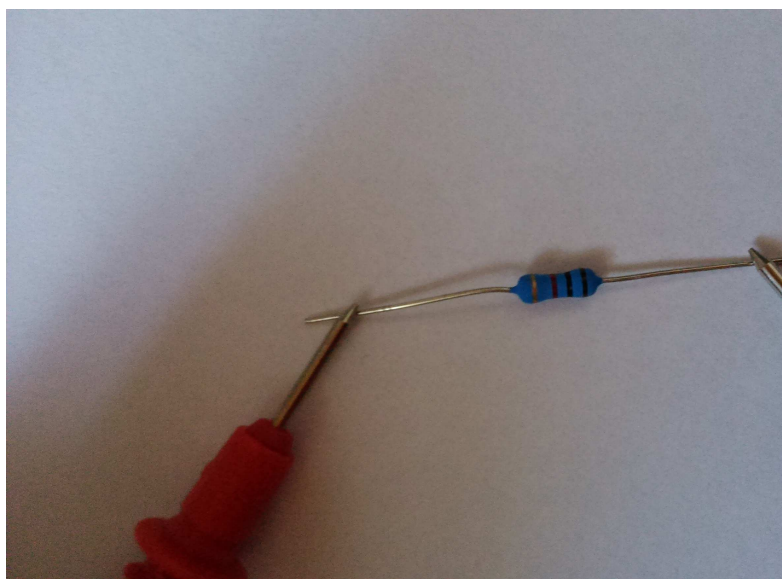
Informace o objednavce		Informace o zákazníkovi			
Datum objednávky:	2014-03-12	Jméno zákazníka:	Ing Jaroslav Svoboda		
Čas objednávky:	15:56:44	Firma:	VOŠ,SŠ Centrum odborné přípravy		
Stav:	Vyexpedována dne 2014-03-14	Přihlašovací email:	svoboda@copsu.cz		
Měna objednávky:	CZK	Email pro odesílání:	svoboda@copsu.cz		
IP objednavatele:	84.244.117.92	Telefon:	+420 381 407 153		
Doklady:	Dodací list: E1294/1 Faktura: 15042014	ID zákazníka:	3902		
Sledování zásilky:	80481882401				
Informační e-mail byl odeslán v pořádku.					
Fakturační údaje		Dodací údaje			
Ing Jaroslav Svoboda VOŠ,SŠ Centrum odborné přípravy 12907731 Budějovická, 421 Sezimovo Ústí 39102 Česká republika		Ing Jaroslav Svoboda VOŠ,SŠ Centrum odborné přípravy 12907731 Budějovická, 421 Sezimovo Ústí 39102 Česká republika			
Informace o typu dopravy a platby					
Typ dopravy:	Balík PPL	125,0 Kč			
Typ platby:	Dobírka PPL	25,0 Kč			
Popis	Počet	Cena	DPH	Bez DPH	Celkem
ML 15.241 PULS napájecí zdroj (24VDC/15W/0.63A)	1	1.266,1 Kč	21%	1.266,1 Kč	1.531,98 Kč
		Sazba	Základ	Daň	
		21%	1 390,07 Kč	291,91 Kč	
		CELKEM K ÚHRADĚ		1 682,0 Kč	

Zprávy odeslané uživateli

Obrázek 4.2: Stav objednávky

Kontrola materiálu

Před začátkem výroby simulátoru jsem si zkontroloval, zda je všechen materiál v pořádku. Montážní krabičky jsem sešrouboval ještě před pájením a vrtáním, zkontroloval svorkovnice a přeměřil hodnoty potenciometrů a rezistorů (obrázek 4.3) Všechen materiál byl v pořádku.



Obrázek 4.3: Přeměření hodnot rezistorů

4.3 Návrh simulátoru

Jednou z nejdůležitějších částí při výrobě simulátoru je jeho návrh, především rozložení součástek.

Strana vstupů a strana výstupů bude umístěna zvlášť do montážních krabiček. Rozmístění součástek musí být takové, aby se vše vešlo a nestalo se, že některé součástky kvůli nedostatku prostoru nebude možno upevnit nebo později zapojit.

Jedním z parametrů je i estetika. Simulátor musí být přehledný jak ze shora krabičky, tak i jeho zapojení uvnitř krabičky.

Vstupy

Vstupy simulátoru budou umístěny na samostatnou montážní krabičku o rozměrech 150x95x50mm. Krabička je rozebiratelná na tři části. Z vnějšku krabičky budou vidět pouze dvě svorkovnice wago a 8 leddiod. Každý kontakt na svorkovnici (svorkovnice má celkem 8 kontaktů) je zapojen zvlášť na předřadný odpor 1k0(1000 Ω), který je dále zapojen na leddiodu. Leddioda je pak zapojená na uzemnění, což je přivedeno na druhou svorkovnici wago. Jedna svorkovnice čili slouží na připojení vstupů z PLC a druhá na uzemnění.

Výstupy

Stejně jako vstupy, tak i výstupy mají samostatnou montážní krabičku o rozměrech 150x95x50mm. Strana výstupů je poněkud složitější na zapojení, než strana vstupů.

Na montážní krabičce budou tři svorkovnice wago, 8 leddiod a 4 potenciometry, 4 vypínače a 4 páčkové přepínače.

Výstup z PLC se zapojí na svorkovnici wago a dále se zapojení bude odvíjet podle toho, zda je výstup analogový nebo digitální.

U diditálních výstupů je svorkovnice připojena na vypínač. Vypínač má dvě polohy, v jedné poloze je rozepnutý (vypnutý), a v druhé seplý (zaplý). Pokud je vypínač seplý, tak je připojen na předřadný odpor $1k0(1000\Omega)$ a dále na leddiodu, která je uzemněna na samostatnou svorkovnici.

U analogového výstupu je u svorkovnice páčkový přepínač. V jedné poloze je vypínač připojen na předřadný odpor $1k0(1000\Omega)$ a na leddiodu, která je připojena na svorkovnici s uzemněním. V druhé poloze je přepínač připojen na odporový dělič, kde je rezistor $1k2(1200\Omega)$ a potenciometr, který je ukončen na svorkovnici.

4.4 Začátek výroby simulátoru

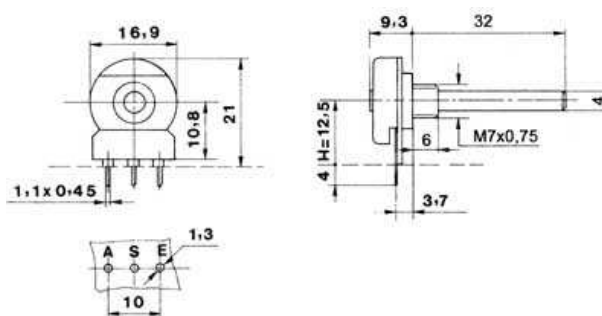
Zde budou uvedeny všechny kroky, které vedly k výrobě simulátoru.

Nákres na montážní krabičku

Před začátkem vrtání bylo třeba vědět, kde bude jaká součástka a jak velký bude mít otvor. Na krabičku byly nalepeny lepící štítky, na které jsem kreslil kde přesně mám vrtat. Každá svorkovnice má 16 pájecích hrotů, vrtal jsem tedy 16 děr o průměru 1mm. Dále jsem potřeboval díry pro potenciometry, které jsem si přeměřil posuvným měřítkem (obrázek 4.4) a zkontroloval z technického výkresu s rozměry (viz. obrázek 4.5).

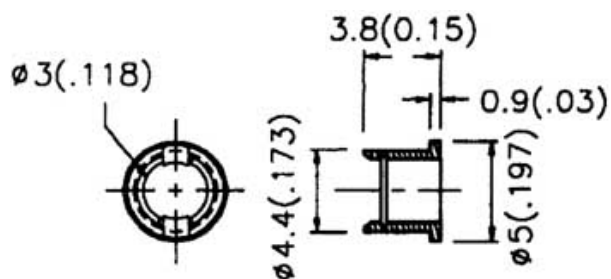


Obrázek 4.4: Přeměření rozměru potenciometru

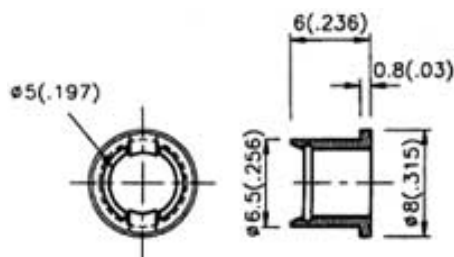


Obrázek 4.5: Rozměry potenciometru

Dále pak vypínače, přepínače a objímky pro leddiody. Každá leddioda má jiný rozměr, byly tedy dvě velikosti montážních objímek.



Obrázek 4.6: Montážní objímka pro leddiodu 3 mm



Obrázek 4.7: Montážní objímka pro leddiodu 5 mm

Leddida bude v krabičce držet pomocí montážní objímky, které budu muset doobjednat. Protože montážní objímky stojí méně než 500Kč, zakoupím je v obchodě a škola je uhradí. Nákras na montážní krabičku vstupů i výstupů je možné vidět na přiloženém CD.

Vrtání

Malé otvory byly vyvrtány malou vrtačkou, která se například používá pro modelářské účely (viz obrázek 4.8) Větší otvory byly vyvrtány „klasickou“ ruční vrtačkou nebo stojanovou vrtačkou, dle potřeby. Velikost vrtáků byla vhodně zvolena dle velikostí otvorů, které se nachází v předchozím textu.



Obrázek 4.8: Modelářská vrtačka

Pájení

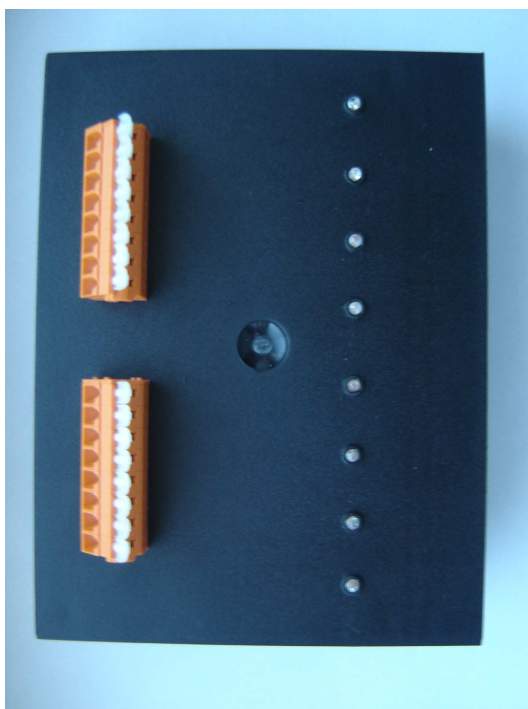
Pájení bylo provedeno mikropájkou a trafopájkou pomocí trubičkové pájky o průměru 1,5 mm se složením 60 procent Cínu, 40 procent olova a tavidla MTL468. S touto trubičkovou pájkou mám osobní zkušenosti a nikdy jsem s ní neměl žádné problémy. Stranu výstupů simulátoru připravenou k pájení vidíme na obrázku 4.9.



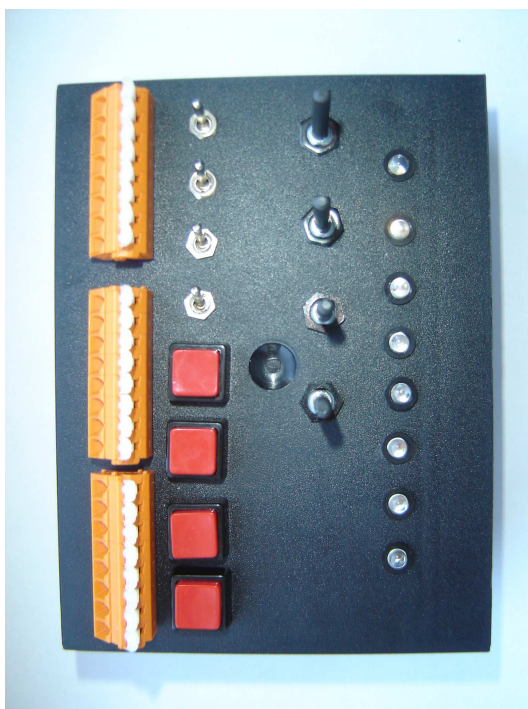
Obrázek 4.9: Výstupy simulátoru před pájením

Kompletní simulátor

Po nákresu na montážní krabici, následném vrtání a pájením byl již simulátor hotový a připraven k otestování na PLC Tecomat Foxtrot v programech vytvořených v Mosaicu. Stranu vstupů simulátoru vidíme na obrázku 4.10 Stranu výstupů simulátoru je vidět na obrázku 4.11.



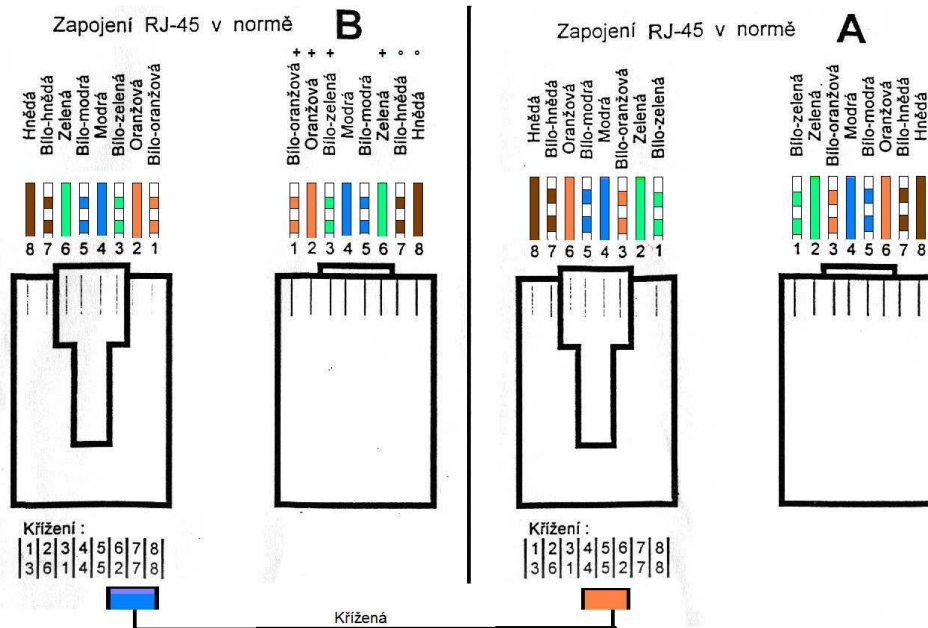
Obrázek 4.10: Strana vstupů simulátoru



Obrázek 4.11: Strana výstupů simulátoru

4.5 Propojení PC s PLC

Jednou z posledních činností, které jsou popsány v této kapitole je propojení PLC s PC. Nejdříve byl na PLC připojen zdroj, který byl později připojen do elektrické sítě. PLC s PC se propojuje pomocí kříženého kabelu RJ 45 (viz obrázek 4.6).



Obrázek 4.12: Zapojení kabelu RJ45

Jeden konec kabelu RJ45 se zapojí do konektoru umístěného na PLC Tecomat Foxtrot, druhý konec kabelu se zapojí do síťové karty PC. Dalším krokem je nastavení IP adresy v PC. Tento krok má každý operační systém jiný, proto se zde o něm nebudu dále rozepisovat. Většinou však toto nastavení najdeme v nastavení síť a internet, které se skrývá v ovládacích panelech.

4.6 Odlad'ování

K propojenému PC s PLC jsem připojil simulátor, který jsem vyrobil. Vstupy Foxtrotu jsem připojil na vstupy simulátoru a výstupy Foxtrotu jsem připojil na výstupy simulátoru. Kde jsou vstupy a kde výstupy jsem našel v manuálu, který je volně stažitelný na stránkách výrobce.

Dále následovalo „otestování“ funkčnosti simulátoru na jednoduchých programech. Šlo mi pouze o test, že každá leddioda se rozsvítí nebo zhasne, či půjde regulovat potenciometr apod. S otestováním simulátoru na „složitých“ programech nechávám prostor pro další studenty školy, mohou natom založit i absolventskou či maturitní práci.

Kapitola 5

Závěr

Nejdůležitější část mé absolventské práce bylo navrhnout a realizovat procesní výukový simulátor. Než jsem začal s návrhem, inspiroval jsem se již dříve vytvořeným simulátorem pro Amini 2D, ze kterého jsem čerpal inspiraci. Dále jsem čerpal ze svých zkušenostech v této problematice z výuky a v neposlední řadě v mnoha odborných konzultacích s vedoucím práce Ing. Václavem Šedivým, který mi po celou dobu vytváření simulátoru práci kontroloval a rozšiřoval mé znalosti.

Před návrhem simulátoru jsem si musel zjistit technické informace o Tecomatu Foxtrot, nejčastěji ze stránek výrobce. Na stránkách Tecomatu jsou veškeré důležité informace pro výběr PLC, návody a technické parametry PLC, programovací jazyky včetně návodů. Návod : Začínáme v prostředí Mosaic je uložen na příloženém CD. Technické rady mi také poskytoval Ladislav Šmejkal, se kterým jsem komunikoval prostřednictvím elektronické pošty. Tecomat foxtrot, který jsem pro otestování svého simulátoru potřeboval vlastní škola, která mi ho k vytvoření absolventské práce zapůjčila.

Když jsem měl již hotový návrh simulátoru, začal jsem shánět veškerý materiál na jeho výrobu. Začal jsem tím, že jsem zjišťoval jaké obchody materiál prodávají. Samozřejmě jsem chtěl kvalitní obchod, který mi materiál včas a v pořádku doručí s ohledem na přijatelnou cenu, neboť veškerý materiál hradila škola. Materiál na simulátor včetně zdroje stál 2 683Kč.

Po sehnání materiálu začala výroba simulátoru popsaná ve čtvrté kapitole. Doma jsem si na montážní krabičku nalepil lepící štítky, na které jsem nakreslil rozmístění součástek. Montážní krabičky měly černou barvu, proto jsem zvolil bílé lepící štítky pro dobrou viditelnost nákresu. Před nákresem na montážní krabičky jsem si udělal nákresy na papír a všechny součástky přeměřil, aby se vše vešlo a zapojení bylo přehledné. Ve školní dílně a doma jsem pak vyvrtal otvory pro součástky a doma simulátor pájel vlastní

mikropájkou a trafopájkou. Příložené CD obsahuje fotografie z výroby simulátoru.

Testování a odlad'ování simulátoru jsem provedl doma a ve škole. Bylo to na jednoduchém programu, který pouze prověřil, že simulátor je plně funkční a může se bez problému používat jako učební pomůcka v technických předmětech.

Na simulátoru se dají samozřejmě ještě některé věci změnit, nebo upravit. Montážní krabičky jsem zvolil větší velikosti pro případ, žeby někdo chtěl simulátor upravit a udělat si na něm svou maturitní nebo absolventskou práci. Bylo by vhodné, aby někdo vytvořil a následně testoval složitější programy na simulátoru, protože já otestoval pouze jeho funkčnost. Programování na simulátoru by také bylo vhodné téma pro maturitní nebo absolventskou práci. Veškeré potřebné technické parametry simulátoru včetně hodnot a parametrů všech součástí jsem uvedl ve čtvrté kapitole.

Podařilo se mi navrhnout, vyrobit a otestovat simulátor, což bylo hlavní náplní mé absolventské práce. Rozšířil jsem si znalosti z oblasti PLC, musel jsem se naučit programovat v programu Mosaic (v absolventské práci uvádím stručný jeho popis a instalaci) a v neposlední řadě jsem několik hodin strávil při vrtání, pájení a odlad'ování simulátoru.

Literatura

ŠMEJKAL, L. (2005), *PLC a automatizace 2 – Sekvenční logické systémy a základy fuzzy logiky*, Praha: BEN – technická literatura. ISBN 80-7300-087-3.

SCHENK, C. (2014), MiKTeX [online]. [cit. 2014-04-03], <http://www.miktex.org/>.

TECO. (2014), Tecomat [online]. [cit. 2014-04-03], <http://http://www.tecomat.com//>.

Příloha A

Obsah přiloženého CD/DVD

K této práci je přiloženo CD s následující adresářovou strukturou.

- Fotografie výroby simulátoru
 - Nákres na montážní krabičku
 - Vrtání
 - Simulátor před pájením
 - Hotový simulátor
- Návod na Mosaic
- Šlégr_AP_2013_2014.pdf – absolventská práce ve formátu PDF

Příloha B

Použitý software

L^AT_EX \langle <http://www.miktex.org/> \rangle

Matlab/Simulink R2006b \langle <http://www.mathworks.com> \rangle

Mosaic \langle <http://www.tecomat.com/> \rangle

WinEdt 6.0 \langle <http://www.winedt.com/> \rangle

Diagram Designer \langle <http://www.stahuj.centrum.cz/> \rangle

Software z výše uvedeného seznamu je buď volně dostupný, nebo je toho času jeho vlastníkem Vyšší odborná škola, Střední škola, Centrum odborné přípravy, Sezimovo Ústí, Budějovická 421, kde autor téhož času studoval a vytvořil tuto absolventskou práci.

Příloha C

Časový plán absolventské práce

Činnost	Časová náročnost	Termín ukončení	Splněno
Výběr součástek, vypočítání hodnot rezistorů a přesné určení dalších součástek	4 dny	05.09.2013	
AP: kapitola Úvod	1 měsíc	1.12.2013	
AP: kapitola Teoretická část	1 měsíc	1.01.2014	
AP: kapitola PLC a Mosaic	1 týden	1.02.2014	
AP: kapitola Praktická část	1 měsíc	1.03.2014	
Výroba simulátoru	2 týdny	14.03.2014	
AP: kompletní text	3 týdny	7.04.2014	

Příloha D

Časový plán práce

21.06.2013 Seznámení s programovým prostředím Mosaic

26.06.2013 Seznámení s programovatelným automatem PLC Tecomat

02.09.2013 Předání zadání Absolventské práce

14.10.2013 Konzultace s pracovníkem z praxe

29.11.2013 Závěrečná konzultace s pracovníkem z praxe

02.12.2013 Kompletizace hardwarových součástí

24.03.2014 Předání práce oponentovi ke konzultacím

25.03.2014 Kompletní HW část

08.04.2014 Odladění na Tecomatu

09.04.2014 Předání slovní části práce ke korekci Českého a Německého jazyka

14.04.2014 Předání práce k sešití

18.04.2014 Odevzdání Absolventské práce

Příloha E

Rozpočet projektu

Následující tabulka uvádí finanční rozpočet modelu zahrnující nákupy jednotlivých součástí a zakázky realizované mimo školu. Ceny jsou uvedeny včetně DPH a obvykle včetně poštovného a balného.

Tabulka E.1: Finanční rozpočet projektu

Komponenta	Kusů	Cena za kus	Cena celkem
Napájecí zdroj	1	1 682,-	1 682,-
rezistor	18	0.9,-	16.20,-
rezistor	10	4.5,-	45,-
potenciometry	4	31.25,-	125,-
leddiody 3mm	9	1.92,-	17.28,-
Montážní kroužek na leddiody 3mm	9	1	9,-
leddiody 5mm	9	2.32,-	20.88,-
Montážní kroužek na leddiody 5mm	9	1.5	13.5,-
svorkovnice	5	60.4,-	302,-
krabičky	2	78,-	156,-
trubičková pájka	1	99,-	99,-
vodiče PVC	2	31.9,-	63.8,-
přepínače	5	13,-	65,-
přepínače	5	10.9,-	54.5,-
pojistky	5	2.9,-	14.5,-
cena celkem			2683.66,-

Následující tabulka uvádí hodinový rozpočet práce na výrobě modelu realizované v rámci školy. Tabulka obsahuje zkratky, které znamenají: AP – absolventská práce, OV – úsek odborného výcviku, E – úsek elektro.

Tabulka E.2: Hodinový rozpočet projektu

Práce	Člověko- hodin	Pracovník
Návrh simulátoru	30	autor AP
Určení materiálu	10	autor AP
Příprava k vrtání	3	autor AP
Vrtání	3	autor AP
Upevnění součástek	2	autor AP
Pájení	10	autor AP
Odladění	20	autor AP
Konzultace	25	autor AP, vedoucí AP
Text AP	120	autor AP, vedoucí AP
Celkem	223	-

Příloha F

Maily pro objednání materiálu

První mail

Dobrý den,

žádám o zakoupení součástek, které budou sloužit k vytvoření absolventské práce (Procesní výukový simulátor řízený PLC Tecomat) , která zůstane na této škole jako učební pomůcka pro výuku PGS.

druh	množství	cena
rezistor	18	16.20
rezistor	10	45
potenciometr	4	125
leddiody	9	17.28
leddiody	9	20.88
svorkovnice	5	302
krabička	2	156
trubičková pájka	1	99
vodič PVC	2	63.80
přepínač	5	65
přepínač	5	54.5
pojistka	5	14.5

cena celkem je 979.80Kč

Internetové odkazy k nákupu:

rezistor 18Ks	http://www.ges.cz/cz/1w-1k00-mox-GES05313310.html
Rezistor 10ks	http://www.ges.cz/cz/ax5w-0r10-22k0-GES05301919.html
Potenciometr 4ks	http://www.ges.cz/cz/p4m-lin-1-0k-GES05303121.html
Leddiody 9Ks	http://www.ges.cz/cz/l-53ic-g-GES05100058.html
Leddiody 9Ks	http://www.ges.cz/cz/l-53ic-g-GES05100058.html
Svorkovnice 5Ks	http://www.ges.cz/cz/wago-256-408-000-012-GES06600676.html
Krabička 2ks	http://www.ges.cz/cz/km-50-GES07203763.html
Pájka trubičková 1ks	http://www.ges.cz/cz/s60p-468-15-100-GES07713684.html
Pájka trubičková 1ks	http://www.ges.cz/cz/s60p-468-15-100-GES07713684.html
Přepínač 5KS	http://www.ges.cz/cz/mts-244-GES06500069.html
Přepínač 5KS	http://www.ges.cz/cz/mts-244-GES06500069.html
Pojistky 5ks	http://www.ges.cz/cz/f-5-0-a-auto-6x25-GES07900321.html

Druhý mail

Dobrý den,

žádám o zakoupení součástek, které budou sloužit k vytvoření absolventské práce (Procesní výukový simulátor řízený PLC Tecomat) , která zůstane na této škole jako učební pomůcka pro výuku PGS.

druh	množství	cena
ML15.241 PULS napájecí zdroj (24VDC/15W/0.63A)	1	1682

internetová adresa pro nákup tohoto zdroje:

<http://eshop.technoline.cz/napajeci-zdroje-puls-24vdc/1225-ml15241-puls-napajeci-zdroj-24vdc15w063a>