

Model reálného zařízení realizovaný mikropočítačem ATMEL

Model of real device implemented by microprocessor
ATMEL

Jan Drahotuský

Bakalářská práce
2010



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky
akademický rok: 2009/2010

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jan DRAHOTUSKÝ**
Osobní číslo: **A07024**
Studijní program: **B 3902 Inženýrská informatika**
Studijní obor: **Informační a řídicí technologie**

Téma práce: **Model reálného zařízení realizovaný
mikropočítačem ATMEL**

Zásady pro vypracování:

1. Vypracujte literární rešerši na téma řízení technologických procesů (TP) pomocí mikropočítačů a PLC zaměřenou na komunikaci s TP.
2. Provedte návrh nového modelu připojitelné k PLC simulující reálný proces.
3. Model realizujte pomocí mikropočítače Atmel.
4. Vypracujte vzorové laboratorní úlohy zaměřené na řízení vytvořeného modelu pomocí PLC.
5. Proces řízení vizualizujte ve vybraném SCADA/HMI systému.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

1. **MARTINÁSKOVÁ, Marie, ŠMEJKAL, Ladislav. Řízení programovatelnými automaty. Praha : ČVUT, 1998. 160 s. ISBN 80-01-02925-5.**
2. **MARTINÁSKOVÁ, Marie, ŠMEJKAL, Ladislav. Řízení programovatelnými automaty II. Praha : ČVUT, 2000. 72 s. ISBN 80-01-02096-7.**
3. **ŠMEJKAL, Ladislav, MARTINÁSKOVÁ, Marie. PLC a automatizace. Praha : BEN – technická literatura, 1999. 223 s. ISBN 80-86056-58-9.**
4. **BURKHARD, Mann. C pro mikrokontroléry : ANSI-C, kompilátory C, spojovací programy – linkery, práce s ATMELE AVR a MSC-51, příklady programování v jazyce C, nástroje programování, tipy a triky. Václav Losík. Praha : BEN – technická literatura, 2003. 279 s. ISBN 80-7300-077-6.**
5. **MATOUŠEK, David. Vývojový kit USBmegaKIT : podrobný stavební návod s ovládacím programem. Praha : BEN – technická literatura, 2005. 27s. ISBN 80-7300-163-2.**
6. **KRAJČA, Martin. Model reálného zařízení realizovaný na bázi mikropočítače ATMEGA16. Is.I.I, 2007. 64 s. , 17. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Fakulta aplikované informatiky. Ústav automatizace a řídicí techniky. Vedoucí diplomové práce Sysala, Tomáš.**
7. **Firemní literatura k programovatelným automatům Teco.**
8. **Firemní literatura k programovatelným automatům Saia Burgess.**

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Tomáš Sysala, Ph.D.

Ústav automatizace a řídicí techniky

Datum zadání bakalářské práce:

5. března 2010

Termín odevzdání bakalářské práce:

1. června 2010

Ve Zlíně dne 5. března 2010

prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.

děkan



doc. Ing. Ivan Zelinka, Ph.D.

ředitel ústavu

ABSTRAKT

Práce pojednává o tvorbě modelu reálného zařízení, které lze řídit pomocí programovatelného automatu PLC. Model bude řešen pomocí mikropočítačem Atmel, který lze programovat pomocí vyššího programovacího jazyku např. C++. Model je navržen tak, aby byl snadno rozšiřitelný, nebo změnitelný. Bakalářská práce obsahuje teoretickou část, která se zabývá fyzickým i programovým vybavením, které byly při práci použity. Obsahuje tedy popis návrhu plošného spoje, popis programování mikropočítače, popis programování automatu PLC a hardwarem s tím spojeným.

Klíčová slova:

PLC, SAIA, TECOMAT, Mikropočítač, ATmega16, automat na kávu, deska plošného spoje,

ABSTRACT

Work deals with creating model of real device which can be drive by programmable PLC machine. The model will be managed by Atmel microprocessor, which can be programmed using a higher programming language such as C + +. The model is designed to be easily extensible or changeable. Thesis includes a theoretical part, which deals with physical and program feature that were used at work. It includes a description of the printed circuit design, microcontroller programming description, description of PLC programming and hardware associated with it.

Keywords:

PLC, SAIA, TECOMAT, Microcomputer, ATmega16, coffee machine, printed circuit boards,

Chci poděkovat vedoucímu práce panu Ing. Tomášovi Sysalovi, Ph.D. za odborné vedení, rady a připomínky, které mi pomohly k vytvoření práce.

Dále děkuji panu Ing. Aloisovi Mynaříkovi, panu Ing. Jiřímu Otahálovi a panu Ing. Michalu Brázdovi za pomoc při realizaci plošných spojů.

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

- že jsem na bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně

.....
podpis diplomanta

OBSAH

ÚVOD	10
I TEORETICKÁ ČÁST	12
1. EAGLE	13
2. MIKROPOČÍTAČ ATMEGA16	15
2.1. PARAMETRY MIKROPOČÍTAČE	15
2.2. CODEVISIONAVR	19
2.3. PONYPROG2000	19
3. PLC TECOMAT	21
3.1. POPIS PLC.....	22
3.2. ZPŮSOB PROGRAMOVÁNÍ.....	22
3.3. MOSAIC	23
4. PLC SAIA	26
4.1. SAIA [®] PG5 CONTROLS SUITE.....	27
II PRAKTICKÁ ČÁST	29
5. NÁVRH MODELU REÁLNÉHO ZAŘÍZENÍ	30
5.1. POPIS FUNKCE OBECNÉHO AUTOMATU NA KÁVU.....	30
5.2. NÁVRH MODELU AUTOMATU NA KÁVU	31
5.2.1. Vstupy a výstupy	31
5.2.2. Rozvržení portů mikropočítače	32
5.3. NÁVRH DESKY PLOŠNÝCH SPOJŮ	32
5.3.1. Základní deska s mikropočítačem	33
5.3.2. Vizualizační modul	37
5.3.3. Programovací modul	39
5.3.4. Komunikační modul.....	41
5.4. PODMÍNKY PRO ŘÍZENÍ REÁLNÉHO MODELU AUTOMATU NA KÁVU	41
6. PROGRAMOVÁNÍ	42
6.1. MIKROPOČÍTAČ	42
6.1.1. Postup při práci z CodeVisionAVR	42
6.1.2. Popis programu	43
6.1.3. Nahrávání programu do mikropočítače pomocí PonyProg2000	44
6.2. PLC TECO	45
6.2.1. Zadáání vzorového programu	46
6.2.2. Řešení vzorového programu.....	46
6.3. PLC SAIA.....	47
6.4. CONTROLWEB.....	47
ZÁVĚR	50

ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ.....	51
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	51
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	53
SEZNAM OBRÁZKŮ.....	54
SEZNAM TABULEK.....	56
SEZNAM PŘÍLOH.....	57

ÚVOD

Programovatelný automat je programovatelný řídicí systém, jehož uplatnění najdeme v průmyslu nebo u technologických procesů a strojů. Vývoj programovatelných automatů dnes zajišťuje možnost provádět nejen základní logické funkce, ale i matematické operace, zpracování spojitých signálů, nebo spojování více automatů do řídicího celku pomocí sítí, díky kterým lze automaty ovládat pomocí centrálních počítačů, nebo i vzdálených počítačů pomocí sítě Internet.

Využití PLC je různorodé. Jejich uplatnění najdeme v zařízeních vyžadující jednoduché logické operace např. řízení teploty v budově, spínání osvětlení, nebo také řízení provozu stanic metra, ovládaní výrobního procesu, až po využití v inteligentních budovách, kde jednotlivé programovatelné automaty mezi sebou komunikují a lze je dále centrálně ovládat.

S vývojem programovatelných automatů je tedy nutné zvyšovat nároky na znalosti programátora. Proto byl vyvinut pro programovatelné automaty TECO simulační program. Simulace zařízení, ale nemusí být identická s reálným zařízením. Může docházet k rozdílnému chování zařízení. Zdánlivě funkční simulace, ale může v praxi reálné zařízení v lepším případě nefungovat v horším případě zařízení zničit. Z tohoto důvodu byl vytvořen model zařízení, které co nejvíce přiblíží chování reálného zařízení a případné chyby se projeví pouze rozsvícením kontrolky. Proto je vhodnější takový model použít pro výuku, než reálný model, který by se mohl zničit.

Cílem bakalářské práce tedy bylo rozšířit počet modelů reálných zařízení. Navázat na diplomovou práci, kterou napsal pan Bc. Martin Krejča v roce 2007 a vytvořit další model zařízení. Z diplomové práce: „Model reálného zařízení realizovaný na bázi mikropočítače ATmega16“ je zřejmé, že model je univerzální, snadno a libovolně rozšiřitelný o různé moduly reálných zařízení. Bylo tedy možno použít již hotový model a vytvořit nové zařízení.

V bakalářské práci je popsán podrobný postup realizace modelu. Návrh desek na plošné spoje, vytvoření programů pro mikropočítač, návrh programu pro PLC TECO a PLC SAIA.

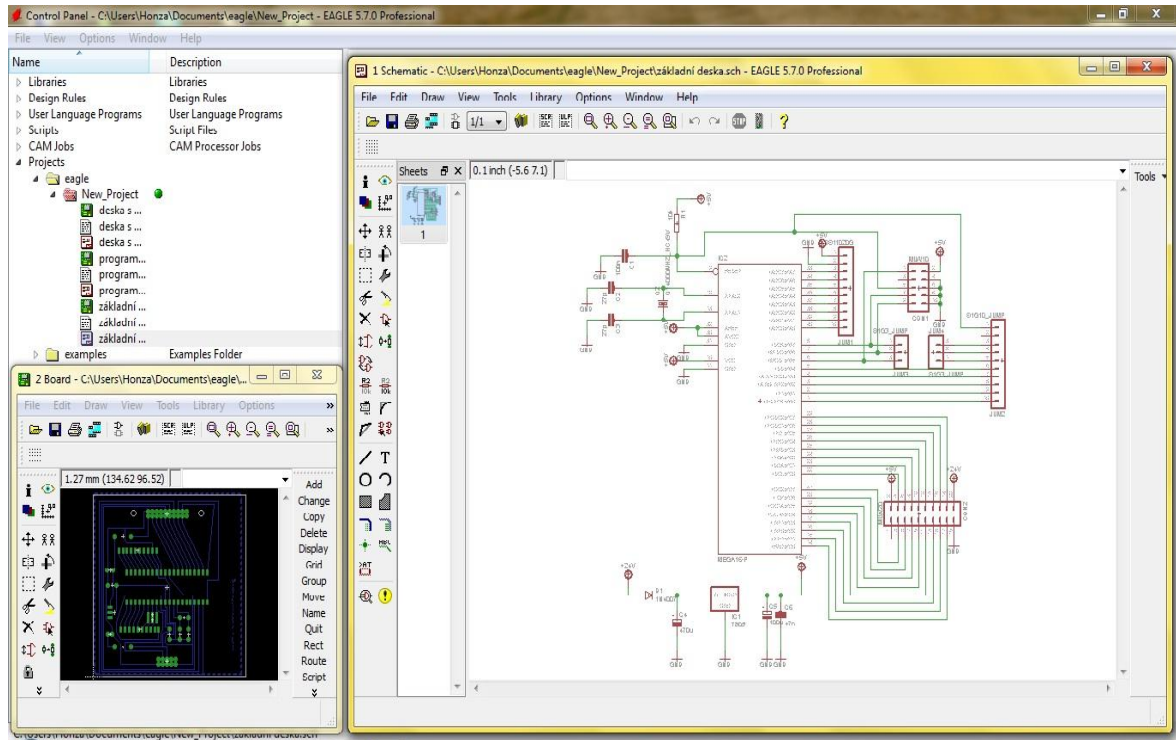
Model, který bude v práci popsán, je automat na kávu, jehož výrobu spočívá v návrhu plošných spojů a jejich realizaci. Uvedení modelu do provozu a naprogramování

mikropočítače, aby se model choval jako skutečné reálné zařízení. Potom bude následovat názorné naprogramování PLC TECO a PLC SAIA pro ukázkou. Nakonec budou modely propojeny pomocí programu ControlWEB s PC pro vizualizaci.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1. EAGLE

Při tvorbě reálného modelu byl první úkol navrhnout a vyrobit plošné spoje. Pro tento účel jsem zvolil program Eagle, který je profesionální nástroj pro tvorbu plošných spojů.



Obr. 1 – EAGLE - tvorba desek plošného spoje a elektronických schémat

EAGLE je uživatelsky přívětivý a výkonný nástroj pro návrh desek plošných spojů (DPS – PCB). Název EAGLE je zkratka, pocházející z původního názvu Easily Applicable Graphical Layout Editor.

Program je složen ze tří hlavních modulů:

- **SCHEMATICKÝ EDITOR (SCH E)**
 - celé schéma může být až na 99 listech
 - program neustále kontroluje pravidla návrhu elektrických schémat
 - deska ze schématu lze vytvořit jediným příkazem
- **EDITOR PLOŠNÉHO SPOJE (E PCB)**
 - rozměr desky může dosáhnout až $1,6 \times 1,6$ m
 - deska může obsahovat až 16 vrstev

- nepokrytá plocha lze pokrýt mědí jedinou funkcí
- v reálném čase neustálá kontrola pravidel návrhu
- možnost nastavovat tloušťku cest
- součástky možno posunovat v jakémkoliv úhlu
- vypínání/zapínání kreslicích hladin
- ředění/huštění kreslicího rastru udáváno v palcích
- **AUTOROUTER**
 - možnost automatického vykreslení cest až v 16 vrstvách
 - možnost určení propojení podle váhových faktorů

Oba editory spolu komunikují v reálném čase. Proto se během práce musí správně přepínat mezi jednotlivými editory, aby nedošlo k logickému odpojení schématu od plošného spoje. V případě, že se dodržují pravidla přepínání a ukládání, je pro přepnutí z jednoho editoru do druhého dostačující jediný příkaz. Pro práci je možno použít vícenásobná okna pro jednotlivé editory desky, schématu a knihovny. Samotná knihovna programu obsahuje velké množství součástek. Každý typ součástky je vybaven několika možnými pouzdry. Pouzdro se musí vybrat už při tvorbě schématu. Knihovna součástek lze rozšířit o vlastní neobvyklé součástky dokreslením schematické značky a pouzdra součástky. Každá součástka v knihovně lze měnit.

Program lze možno ovládat těmito způsoby:

- myš – kurzor – ikona
- z roletového menu pomocí myši
- zadáním příkazu z klávesnice
- kombinace předcházejících způsobů

Eagle obsahuje kvalitní nápovědu, která se přizpůsobuje obsahu. []

2. MIKROPOČÍTAČ ATMEGA16

Vnitřní logiku modelu je potřeba ovládat. K ovládání modelu jsem tedy zvolil mikropočítač amtega16, který bude přímo umístěn na základní desce modelu. Získal jsem tedy model, který lze pohodlně programovat pomocí jazyku C++.



Obr. 2 - Mikropočítač Atmega16

2.1. Parametry mikropočítače

ATmega16 je CMOS 8mi bitový mikropočítač s nízkým příkonem. AVR jádro obsahuje dostatečný instrukční soubor s 32 pracovními registry. Všechny registry jsou přímo připojené na ALU (Arithmetic Logic Unit).

Vlastnosti RISC architektury:

- 131 instrukcí – velká část instrukcí je vykonána během strojového cyklu.
- Výkon pro výpočty je až 16 MIPS při kmitočtu 16 MHz.
- Mikropočítač obsahuje instrukce násobení, které jsou vykonávány během dvou strojových cyklů.

Paměť typu FLASH, EEPROM a SRAM:

- Velikost paměti FLASH je 16kB, je typu ISSP (In-System Self-Programmable).

- Paměť EEPROM má velikost 512 bajtů.
- Paměť SRAM má velikost 1 kilobajt.
- Paměť má životnost, kterou udává výrobce, na 10 000 zapisovacích/přepisovacích cyklů
- Část programové paměti je vyhrazena pro zaváděcí program, tzv. Boot Code Section, je možné ji chránit zamykacím bitem (Lock Bits).
- Programovatelné propojky (Programming Lock) chrání softwarový obsah.

Rozhraní JTAG:

- Kompatibilita se standardem IEEE std. 1149.1.
- Velká podpora ladění programu.
- Umožňuje programovat paměti FLASH, EEPROM, propojky (Fuses) a zamykací (Lock) bity.

Periferie:

- Dva 8mi bitové čítače/časovače s oddělenou děličkou a komparačním módem.
- Jeden 16ti bitový čítač/časovač s oddělenou děličkou, komparačním módem a zachytávacím módem.
- Čítač reálného času RTC (Real Time Counter) se samostatným oscilátorem.
- Čtyři kanály PWM(pulsně šířkové modulace).
- 8mi kanálový, 10ti bitový analogově digitální převodník (ADC).
- Programovatelný sériový kanál USART.
- Hlavní/vedlejší (Master/slave) sériové rozhraní SPI.
- Programovatelný časovač pro hlídací obvod (Watchdog) se samostatným oscilátorem na čipu.
- Na čipu je analogový komparátor.

Speciální vlastnosti mikropočítače:

- Napájecí, resetovací a programová detekce poklesu napětí.
- Interní kalibrovaný oscilátor.
- Pomocí interního nebo externího signálu lze vyvolat přerušení.
- Šest módů: Idle, redukce šumu pro střídavé napájení, Power save, Power down, Standby a rozšířené Standby

Vstupy/výstupy a pouzdro:

- Mikropočítač disponuje 32 vstupně/výstupními vývody.

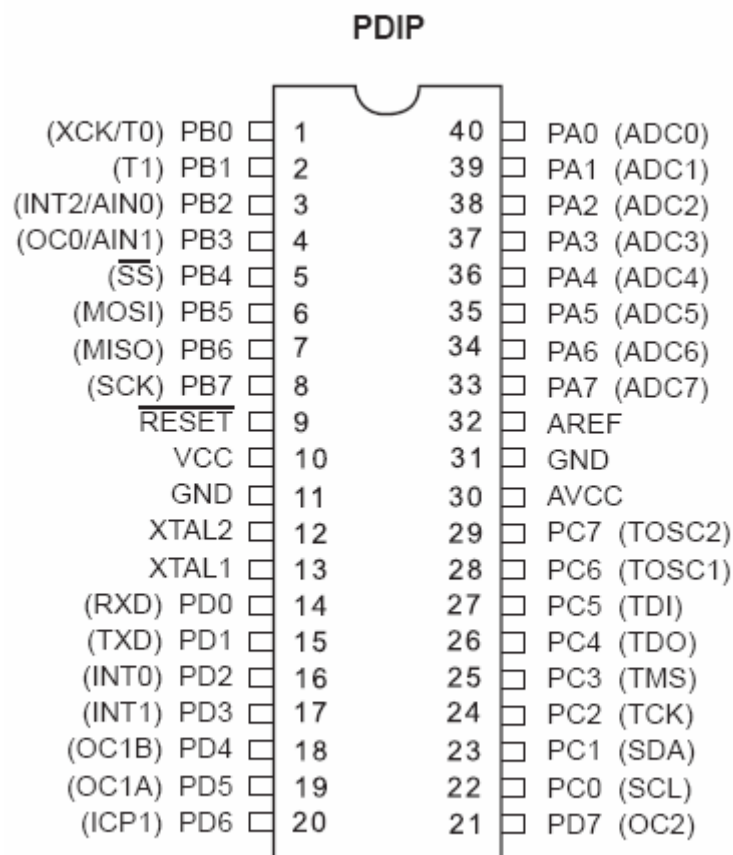
- Celé pouzdro obsahuje 40 vývodů PDIP

Rozsah rychlosti:

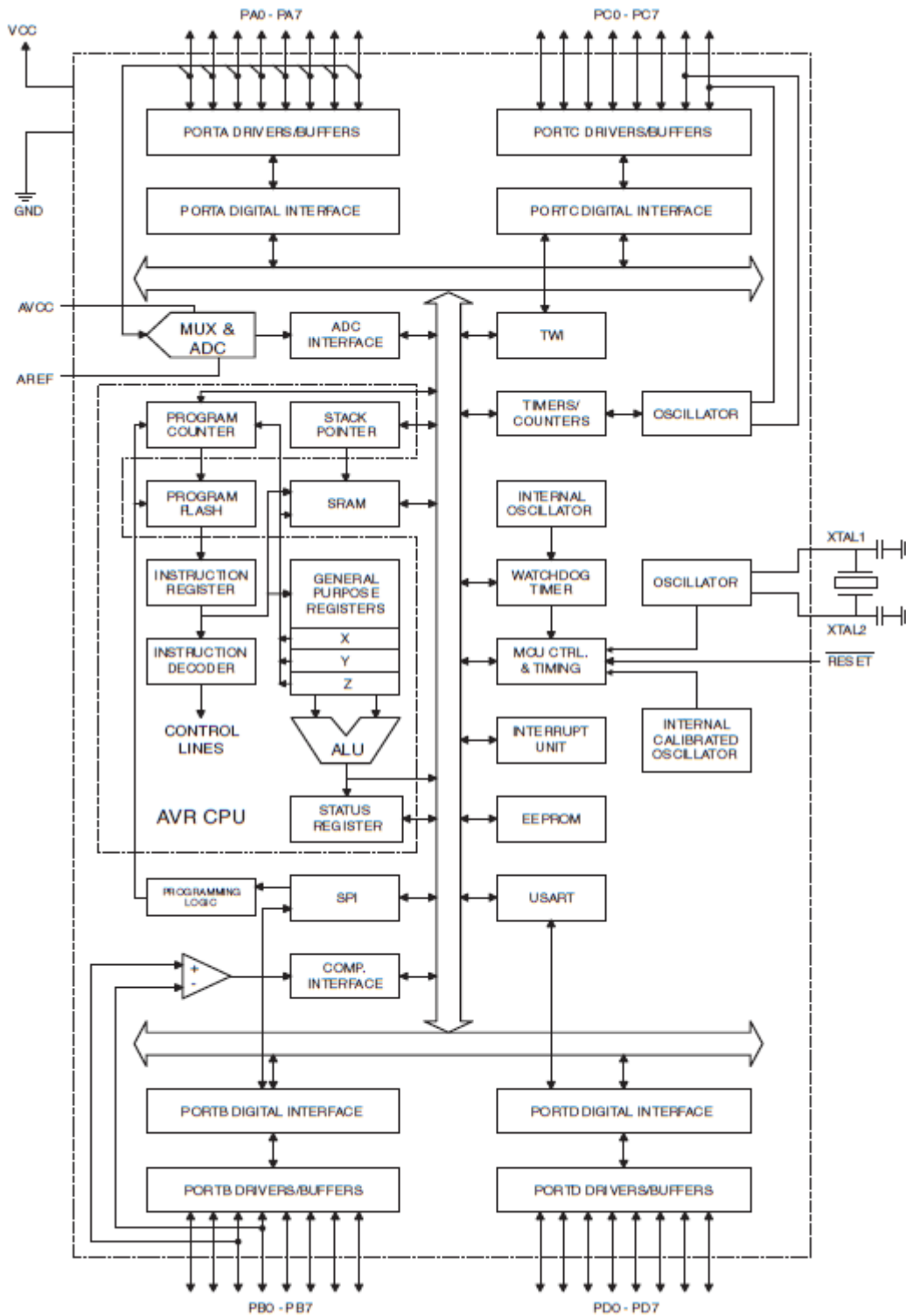
- Podle napájecího napětí lze ovlivnit, zda bude mikročítač pracovat na frekvenci 8MHz nebo 16MHz

Rozsah teploty:

- Mikročítač určen pro průmysl a je schopen pracovat v rozsahu teplot od -40°C až do $+85^{\circ}\text{C}$. []



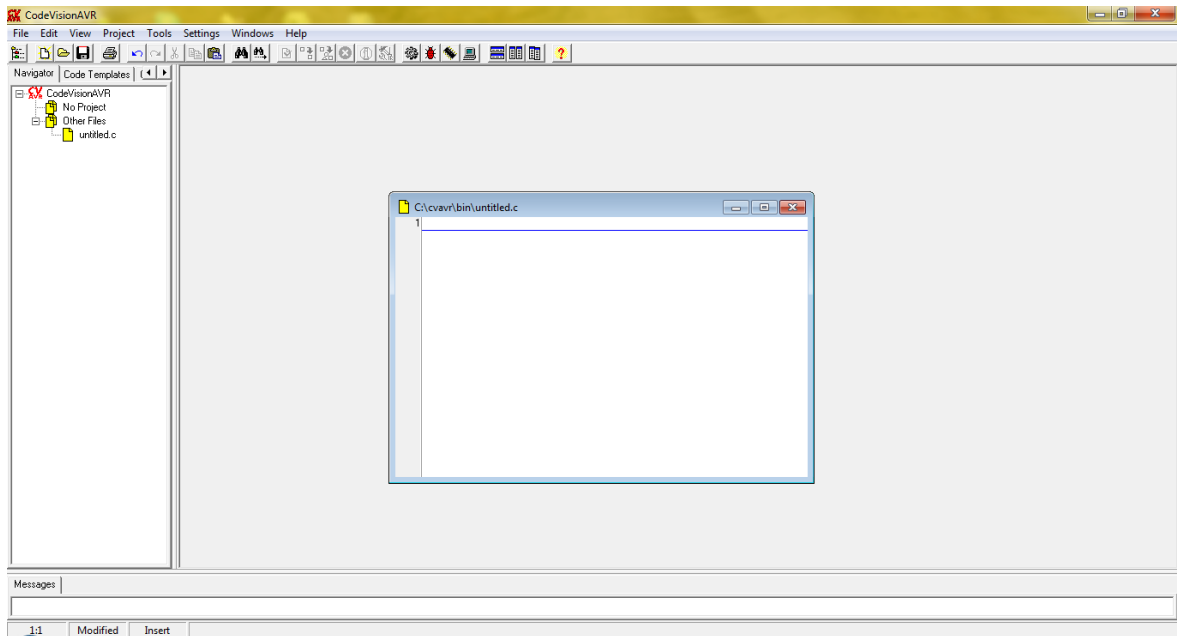
Obr. 3 - Rozložení pinů mikročítače Atmega16



Obr. 4 - Blokové schéma mikroprocesoru

2.2. CodeVisionAVR

Mikropočítač ATMEGA16 se programuje v assembleru, nebo v jazyku C. Pro tyto účely slouží program CodeVisionAVR. V této kapitole bude stručně tento program popsán.



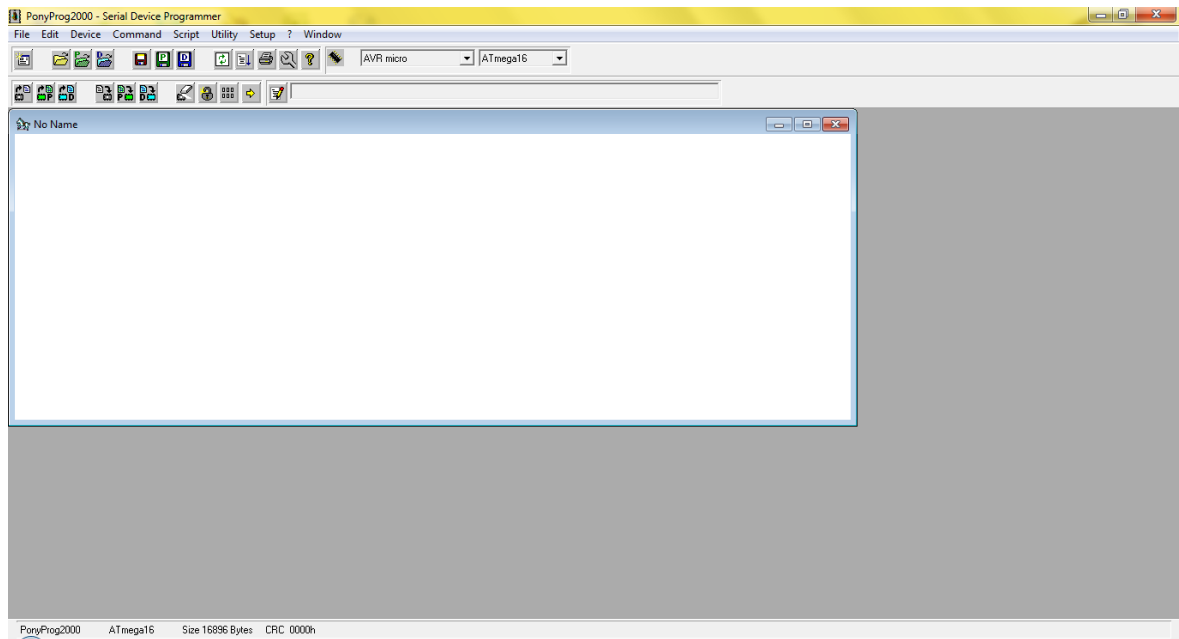
Obr. 5 - Program CodeVisionAVR

Program CodeVisionAVR je nástroj k programování mikropočítačů ATMEL. Je ideální pro začátečníky díky funkci Wizard, která pomocí dialogu umožňuje nastavení mikropočítače. Lze nastavovat vstupy, výstupy a další připojená zařízení jako je například display LCD. Funkce Wizard potom vygeneruje kód pro inicializaci mikropočítače. Je tím vyřešena značná část programování a vlastní kód programu se vypisuje do vygenerovaného.

Program má funkci nahrávání programu do mikropočítače. Vyžaduje ovšem programátor STK500. [4]

2.3. PonyProg2000

Protože používáme programátor STK200, nemůžeme nahrát program pomocí nástroje CodeVisionAVR, ale potřebujeme nástroj, který si rozumí s programátorem STK200. Vhodným prostředkem je PonyProg2000.

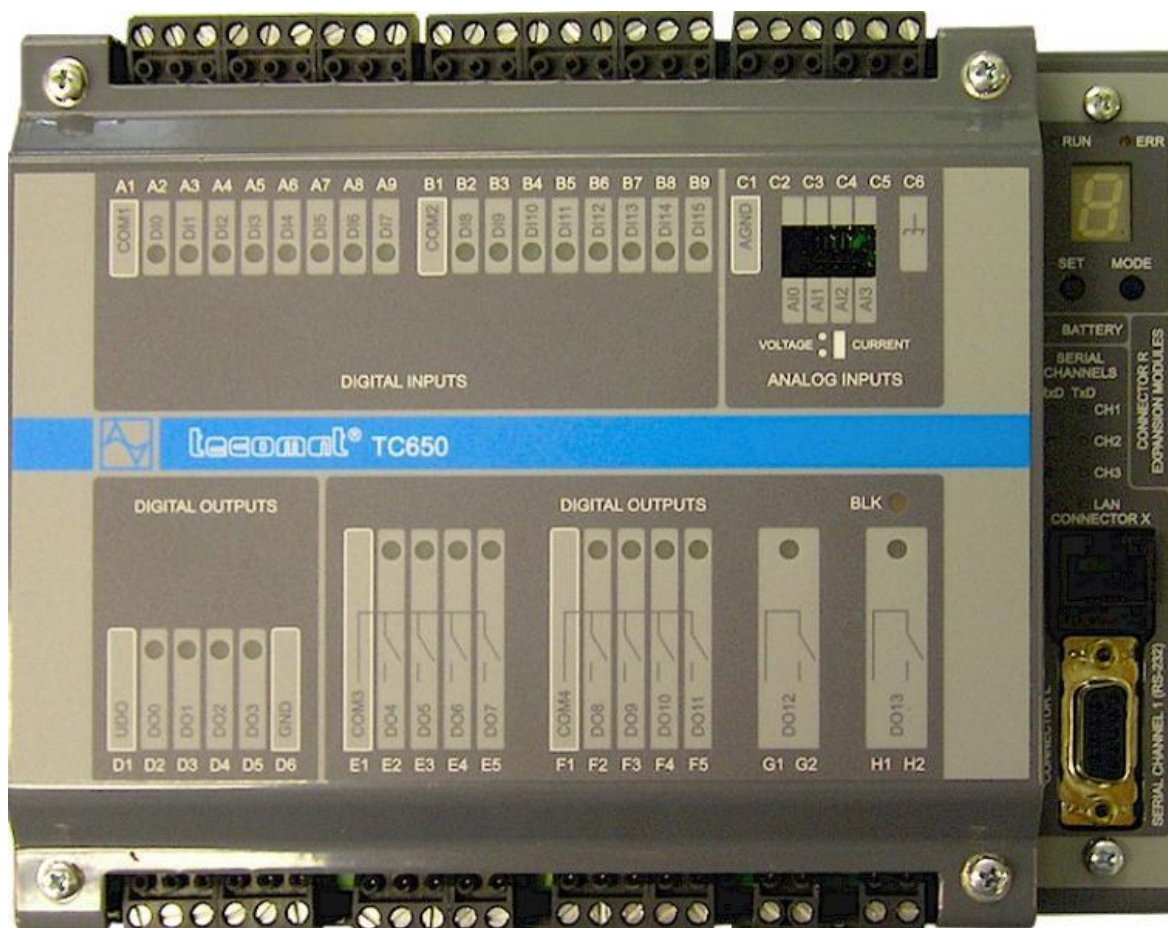


Obr. 6 - Program PonyProg2000

Program vytvořený v nástroji CodeVisionAVR se nahraje do programu PonyProg2000. Pomocí programátoru se naváže komunikace s mikropočítačem a lze nahrát program do mikropočítače. [6]

3. PLC TECOMAT

Cíl práce je vytvořit model reálného zařízení, které bude ovládané pomocí programovatelného automatu. V laboratoři se nachází PLC firmy TECO. V této kapitole je popsán obecně PLC TECOMAT v kompaktním provedení.



Obr. 7 - PLC TC650

České výrobky PLC TECOMAT se používají v mnoha odvětví průmyslu, potravinářství, dopravě, energetice. Základní dělení PLC jsou modulární a kompaktní provedení. Mezi kompaktní provedení patří např. TC400, TC600, TC650. Výhoda tohoto provedení je snadná montáž a příznivější cena. Omezuje se, ale na úlohy menšího rozsahu, kde využíváme menší počet vstupů a výstupů. Mezi modulární provedení patří např. NS950. Výhodou tohoto provedení je rozšiřitelnost pomocí modulů. Každý modul má své vlastnosti. Dají se tedy sestavovat různé moduly tak, aby vznikla konfigurace podle požadavků.

3.1. Popis PLC

V laboratoři se nachází typ TC600, který je určen k menším aplikacím. Přesto je vybaven všemi užitečnými vlastnostmi velkých PLC TECOMAT. Nejmenší funkční celek PLC tvoří základní modul (ZM). Podle typu provedení PLC obsahuje:

Tabulka 1. Počet vstupů PLC TECOMAT TC600:

Typ	Poznámky			
	Binární vstupy	Analogové vstupy	Tranzist. výstupy	Reléové výstupy
TC601	12	-	8	-
TC602	20	-	16	-
TC603	12	-	4	4
TC604	16	-	-	10
TC605	12	4	-	8
TC606	16	4	4	10
TC607	20	-	20	-

Modul je určen k montáži na U lištu ČSN EN 50022. Kovové pouzdro a uspořádání mechanických částí zaručuje vysokou odolnost proti rušení. Elektronické obvody jsou realizovány na dvou deskách plošných spojů. Centrální jednotka a jednotka vstupů a výstupů. Komunikace mezi PLC a PC je pomocí sériového kanálu.

3.2. Způsob programování

U programování sledujeme otočky cyklu. V praxi to znamená, že po doběhnutí programu do konce se program opětovně spouští. Na obr. 6 je znázorněná celá otočka cyklu.



Obr. 8 - Otočka cyklu

Jednotlivé části programů se zapisují do tzv. procesů, které se vykonávají podle nastavených parametrů. Rozeznáváme hlavní proces, proces podprogramů, časové procesy, procesy spuštěné po podmínce, startovací procesy, resetovací procesy apod. Pro ukládání proměnných slouží programovatelné registry. [7]

3.3. Mosaic

PLC TECOMAT bylo potřeba naprogramovat, aby mohlo správně řídit reálný model. K tomu poskytuje firma TECOMAT vývojové prostředí MOSAIC. Program má výhodu, že dokáže simulovat reálné zařízení a celé PLC, aniž by se muselo PLC připojovat.

```

#Def cerovni y0.0      ;definice světla: hlavní červená
#Def oranvi y0.1      ;definice světla: hlavní oranžová
#Def zeleni y0.2      ;definice světla: hlavní zelená
#Def cerove y0.3      ;definice světla: vedlejší červená
#Def oranve y0.4      ;definice světla: vedlejší oranžová
#Def zeleve y0.5      ;definice světla: vedlejší zelená
#Def cerupr y0.6      ;definice světla: přechod červená
#Def zelepr y0.7      ;definice světla: přechod zelená
#Def automat x0.0     ;definice vstupů: přepínání manuálního a automatického režimu
#Def silnice1 x0.1    ;definice vstupů: zapínání zelené na hlavní silnici
#Def silnice2 x0.2    ;definice vstupů: zapínání zelené na vedlejší silnici
#Def silnice3 x0.3    ;definice vstupů: vypínání křižovatky

#Table byte hodnoty=311010010,300110010,301010010,
                    310011010,310000101,310001010
;tabulka pro automatický režim

#Reg bit hlavnsilnice ;tabulka pro stav vypnuto
#Reg bit vedlesilnice ;tlačítko pro controlweb: zapínání zelené na hlavní silnici
#Reg bit vypnuto      ;tlačítko pro controlweb: zapínání zelené na vedlejší silnici
#Reg bit ple          ;tlačítko pro controlweb: přepínání manuálního a automatického režimu
#Reg bit phlavnsilnice ;pomocná proměnná: zapínání zelené na hlavní silnici
#Reg bit pvvedlesilnice ;pomocná proměnná: zapínání zelené na vedlejší silnici
#Reg bit vypnuto      ;pomocná proměnná: vypínání křižovatky
#Reg byte index       ;proměnná pro pohyb v tabulce
#Reg byte index2      ;proměnná pro pohyb v tabulce2
#Reg byte vystup       ;proměnná, která se bitově zobrazuje
#Reg byte cas         ;proměnná časovače pro velký provoz
#Reg byte cas1        ;proměnná časovače pro malý provoz
#Reg byte sekundy     ;proměnná pro display: ukládá se do ní z registru s6
#Reg byte moutu       ;proměnná neo display: ukládá se do ní z registru c7

```

Obr. 9 - Program Mosaic

MOSAIC umožňuje vytvářet aplikační programy pro PLC TECOMAT, i pro regulátory TECOREG. V prostředí se programuje v jazyce instrukcí (mnemokód). Systém s 32 bitovými procesory (TECOMAT TC650 a TC700) lze programovat také v jazycích podle IEC EN 61131-3 (IL, ST, LD, FBD). V prostředí MOSAIC je i řada nástrojů pro snadnější vývoj a ladění aplikací. Prostedí je kompatibilní se starším DOSovským prostředím xPRO a má možnost pracovat se zdrojovými programy vytvořenými v tomto prostředí.

Vlastnosti:

- Pracuje pod Windows 2000/XP/Vista/7.
- Programovat lze v jazycích ST (strukturovaný text), IL (jazyk instrukcí), LD (reléové schéma) a FBD (funkční bloky) podle normy IEC 61131-3.
- Obsahuje IEC manažer pro grafické znázornění všech prvků programu PLC - datových typů, proměnných, funkcí, funkčních bloků i programových jednotek; možnost tvorby vlastních knihoven.
- Inspektor POU - nástroj pro správné ladění programu PLC, sleduje a zobrazuje stav vybraných proměnných, umožňuje používat ladicí body v programu.
- Simulátor PLC – s jeho pomocí lze ladit programy, bez připojeného reálného zařízení, simulovat můžeme všechny typy PLC TECOMAT a TECOREG; k simulátoru lze připojit i vizualizační software RELIANCE a s ní ladit celou aplikaci na jednom PC
- PanelMaker – nástroj s jehož pomocí lze tvořit dialogy pro operátorské panely ID-07, ID-08 a PLC řady TC500 a TR200; program pro panel je součástí programu pro PLC
- PanelSim - simulátor operátorských panelů umožňuje zkoušet dialogy vytvořené nástrojem PanelMaker bez připojení skutečného panelu, funguje s reálným, i simulovaným PLC
- PIDMaker - nástroj pro návrh a ladění PID regulátorů; zobrazuje interaktivní náhled průběhu regulace, pomáhá při správném nastavení parametrů regulátoru a generuje programový kód. Obsahuje simulace jednoduchých soustav až do třetího řádu s dopravním zpožděním.
- GraphMaker - nástroj umožňující ladění a diagnostiku řízeného systému. Umožňuje zobrazování průběhů vybraných proměnných offline i v reálném čase. Dva kurzory, pro sledování nastavitelné periody vzorkování, ukládá data na disk nebo i exportuje do DB programů. Možnost využití funkce digitálního osciloskopu (16 kanálů) a logického analyzátoru.

- Softwarová konfigurace PLC - konfigurační nástroj, který umožňuje výběr typu PLC a definici konkrétní sestavy i nastavení parametrů jednotlivých modulů. Také může načíst konfiguraci z připojeného PLC.
- Definice sítě PLC - nástroj umožňující vytvořit grafickou formou vazby mezi PLC v rámci projektu, definovat připojení operátorských panelů nebo externích zařízení
- Projektový manažer - správa, archivace a zálohování projektu
- nápověda, zahrnuje dokumentaci k systémům TECOMAT a TECOREG ve formátu pdf [7]

4. PLC SAIA

Další PLC v laboratoři jsou od firmy SAIA. Způsob programování je zde odlišný, než u PLC TECOMAT, ale vytvořený model reálného zařízení lze ovládat prostřednictvím různých PLC.



Obr. 10 - PLC SAIA PCD3

U PLC SAIA se nevytváří obraz procesu, ale každý vstup nebo výstup se použije ve chvíli, kdy do výstupu PLC zapisuje, nebo ze vstupu čte. Tímto způsobem se docílí větší rychlosti komunikace mezi procesorem a vstupně/výstupními obvody. Pokud obraz procesu je vyžadován, z důvodu ošetření hazardních vstupů, můžeme ho zajistit v uživatelském programu.

PLC obsahuje různé prvky (hodiny reálného času, flagy pro bitové operace, apod.). Čísla ve formátu Motorola, ASCII znaky, nebo uživatelem vytvořený obsah se ukládají do 32 bitového registru, kterých je celkem 16383. Všechny prvky jsou umístěné v paměti RAM a vlastní své adresy. Pokud chceme po PLC výpis zpráv na terminál, posílání SMS zpráv, nebo tisk výpisů, použijme tzv. Texty. Pro uživatelská data jsou k dispozici datové

bloky. Jeden datový blok má kapacitu až 16384 prvků. Po vypnutí napájení PLC jsou data v paměti RAM zálohována pomocí baterie nebo superkondenzátoru.

PLC typu SAIA mají rychlý a pohodlně nastavitelný webový server. Jeho využití se uplatní při potřebě ovládání PLC vzdáleně přes internet, nebo po síti. S dnešními IT protokoly, souborovým systémem a nástroji pro programování vzniká server automatizační. Možnosti jak se k webovému serveru připojit:

- sériové rozhraní USB
- sériové rozhraní RS232
- sériové rozhraní RS485
- Ethernet
- Seriál-S-Bus
- Ether-S-Bus
- Profi-S-Bus

Uživatel tvořící webový server nemusí znát programování v HTML. K dispozici má totiž program SAIA[®] Web Editor, ve kterém může uživatel celé stránky připravit.

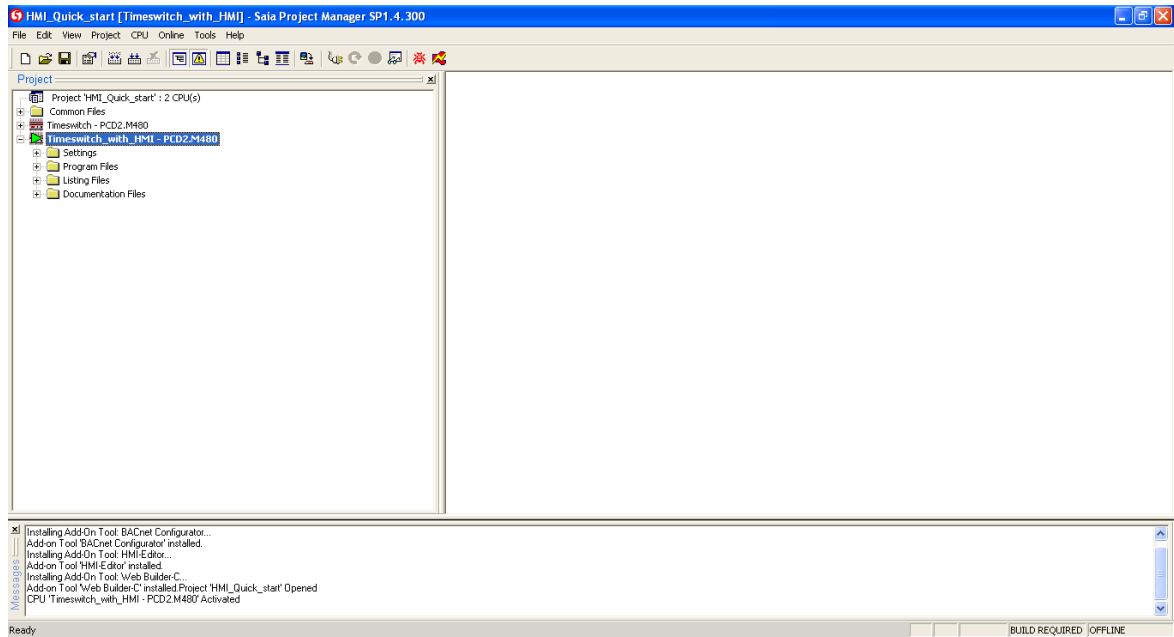
Pokud úloha vyžaduje více datového prostoru, je možné PLC doplnit o paměťové čipy, až na 512kB. Paměťové moduly se buď vloží přímo do základny PLC nebo na místo vstupně/výstupních modulů.

Vstupy a výstupy mají svou adresu podle umístění. Každý modul, který je zapojený k PLC má 16 adres. Každá pozice modulu má svou básovou adresu. Pokud zpracováváme spojitě signály, můžeme použít programování pomocí funkčních bloků, nebo pomocí editorů Fupla.

Všechny PLC typu SAIA programujeme pomocí nástroje PG5[8]

4.1. SAIA[®] PG5 Controls Suite

V této kapitole budou popsány programy, které byly při práci použity. Programy jsou v pořadí, v jakém byly postupně použity.

Obr. 11 - Program SAIA[®] PG5 Controls Suite

Všechny PLC SAIA se programují ve vývojovém prostředí SAIA[®] PG5 Controls Suite. Funkčně je obsáhlejší víc, než požaduje norma IEC 1131. Programování v IL může být použito jako vývojový nástroj pro dedikované automaty, komunikační ovladače i IT funkce. Při tvorbě aplikačních programů pomáhají jeho grafické aplikační moduly (FBoxy) uživatelům snadno implementovat i ty nejsložitější automatizační úlohy, aniž by bylo nutné je programovat v jazycích KOPLA nebo IL. Právě tímto způsobem se programuje většina aplikací pro Saia®PCD. Existující knihovny od společnosti Saia-Burgess a systémových partnerů poskytují výkonnou a komplexní základnu zejména pro projekty v oblasti automatizace infrastruktury. [8]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5. NÁVRH MODELU REÁLNÉHO ZAŘÍZENÍ

Jako model reálného zařízení byl vybrán automat na kávu, který je dnes rozšířený téměř do všech veřejných prostor. Zařízení dnes má spoustu modelů a o jeho produkci se stará velké množství výrobců.

5.1. Popis funkce obecného automatu na kávu



Obr. 12 - Automat
na kávu Azkoyen

Každý automat na kávu obsahuje několik prvků. Prvky lze rozdělit do dvou základních částí, které jsou logicky propojené.

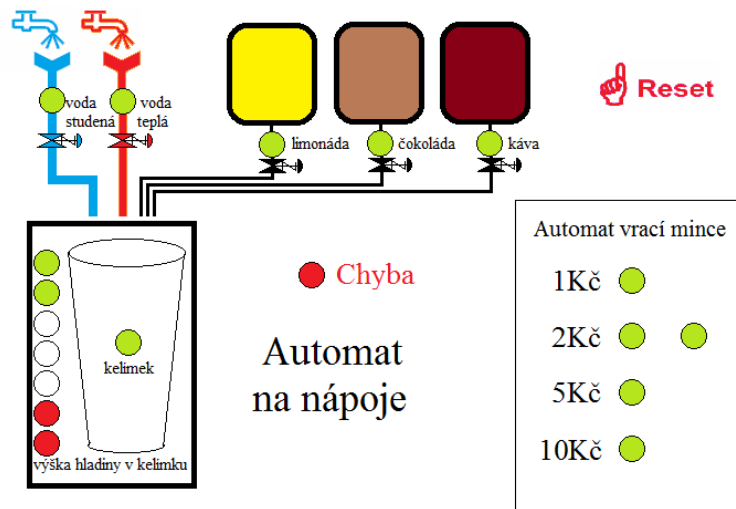
První část se stará o mince. Tyto mince přijme od zákazníka a zjistí se jejich hodnota. Následně se zvolí nápoj. Automat vyhodnotí hodnotu vhozených mincí a cenu nápoje. Pokud je cena vyšší, vyžaduje automat další mince. Pokud je cena stejná, nebo nižší, aktivuje automat druhou část, která se postará o výdej nápoje. V případě že cena nižší, tak automat vrátí zpět mince v hodnotě, která byla nad cenou.

Pokud se aktivuje část pro přípravu nápoje, tak se zjistí, jaký nápoj byl vybraný. Automaticky se připraví kelímek na nalévání nápoje. Podle druhu nápoje se vstříkne dávka do kelímku ze zásobníku nápoje. Potom se podle druhu nápoje (teplý nebo studený),

dopustí kelímek danou vodou. Během celé této přípravy má automat zablokované vstupy, aby nedošlo k objednání dalšího nápoje, dokud není připravovaný nápoj hotový. Po odběru nápoje zákezníkem se vstupy uvolní a automat je připraven vykonávat další příkazy

5.2. Návrh modelu automatu na kávu

Při návrhu automatu bylo vycházeno z výše popsané funkce automatu na kávu



Obr. 13 - Návrh vzhledu automatu na kávu

Z obrázku 13. lze vidět všechny základní funkce automatu na kávu. Část volby nápoje a navolení hodnoty vhozených mincí, se bude provádět pomocí externích tlačítek připojených k PLC. Model je značně zjednodušený, kvůli možnostem mikropočítače atmega16.

5.2.1. Vstupy a výstupy

Než přiřadíme jednotlivé funkce pinům mikropočítače, je třeba znát všechny vstupy a výstupy pro PLC i pro mikropočítač

PLC

Tabulka 2. Vstupy a výstupy PLC

Vstupy	Výstupy
Mincovník	Systém pro zásobník kelímků
Tlačítka pro výběr nápoje	Ventily nápojů (3x)
Hladina kelímku	Ventily vody (studená a teplá)

Model s mikroprocesorem

Tabulka 3. Vstupy a výstupy mikropočítače

Vstupy	Výstupy
Systém pro zásobník kelímků	Hladina kelímku
Ventily nápojů (3x)	Tlačítko reset
Ventily vody (studená a teplá)	

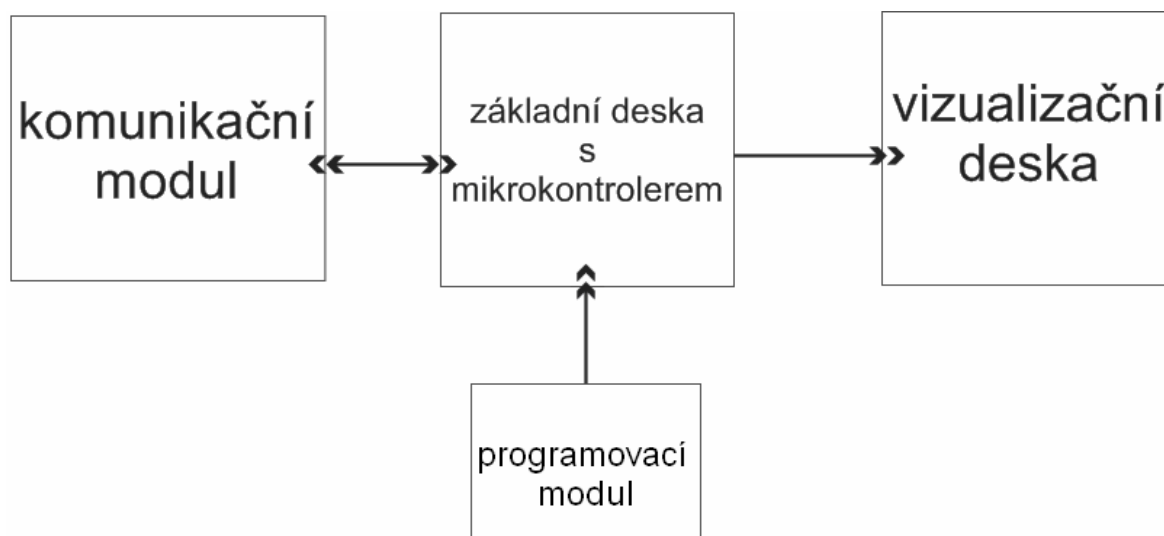
5.2.2. Rozvržení portů mikropočítače

Mikropočítač obsahuje 4 vstupně/výstupní porty Což je 4×8 vstupů/výstupů. Port A a B je zapojený k vizualizačnímu modelu. Port C a D je připojený k PLC.

5.3. Návrh desky plošných spojů

Návrh plošného spoje byl prováděn pomocí programu Eagle, jehož Light verze je na příloženém CD. Celý model byl potřeba umístit do pouzdra jistých rozměrů. Proto bylo potřeba celou práci rozdělit na několik fyzických plošných spojů.

- 1, Základní deska s mikropočítačem
- 2, Vizualizační modul
- 3, Programovací modul
- 4, Komunikační modul (bude použit z diplomové práce [6])



Obr. 14 - Blokové schéma zapojení reálného modelu[6]

Základní deska, která obsahuje mikropočítač, se připojuje k jednotlivým částem modelu těmito rozhraními:

1, Základní deska a vizualizační model jsou propojeny pomocí dvou 10 pinových konektorů. Ve výsledku je vizualizační model nad základní deskou.

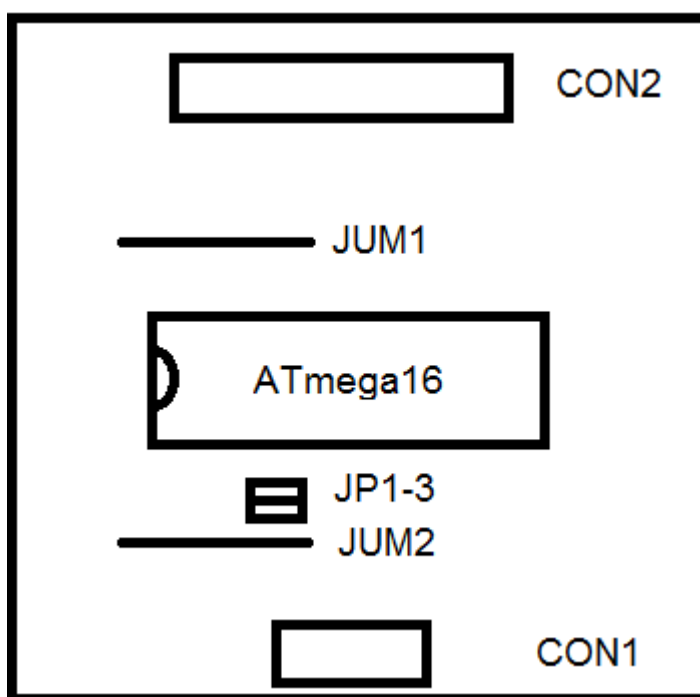
2, Základní deska a komunikační modul budou propojeny pomocí 20 žilového sběrnicevého kabelu

3, Základní deska a programátor budou propojeny pomocí 10 žilového sběrnicevého kabelu

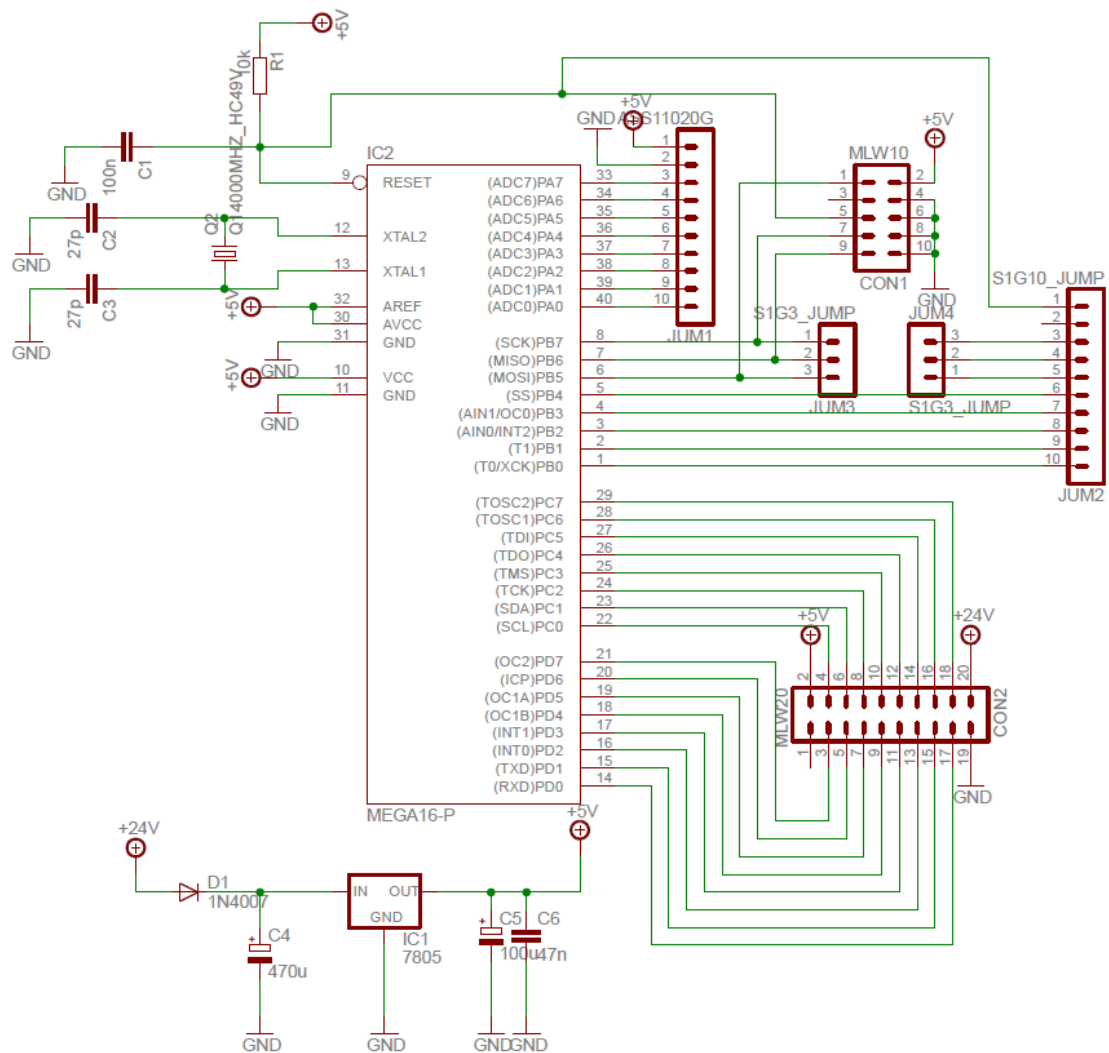
Tento způsob zapojení byl převzat z diplomové práce[6].

5.3.1. Základní deska s mikropočítačem

Všechny části modelu byly navrhovány v programu Eagle. Na základní desce najdeme nejdůležitější část modulu, kterou je mikropočítač ATmega16. K němu je připojen 14MHz oscilátor. Dalším důležitým prvkem jsou dva kolíkové konektory pro vizualizační modul značené JUM1 a JUM2. Pro přepínání stavu programování a ostatní funkce jsou určeny 3 jumpery označené JP1 až JP3. Pokud programujeme, musí být jumper vytažen. Deska obsahuje dva konektory. Jeden pro připojení programátoru a druhý pro připojení komunikačního modulu. Konektory jsou označené CON1 a CON2.



Obr. 15 - Rozvržení základní desky



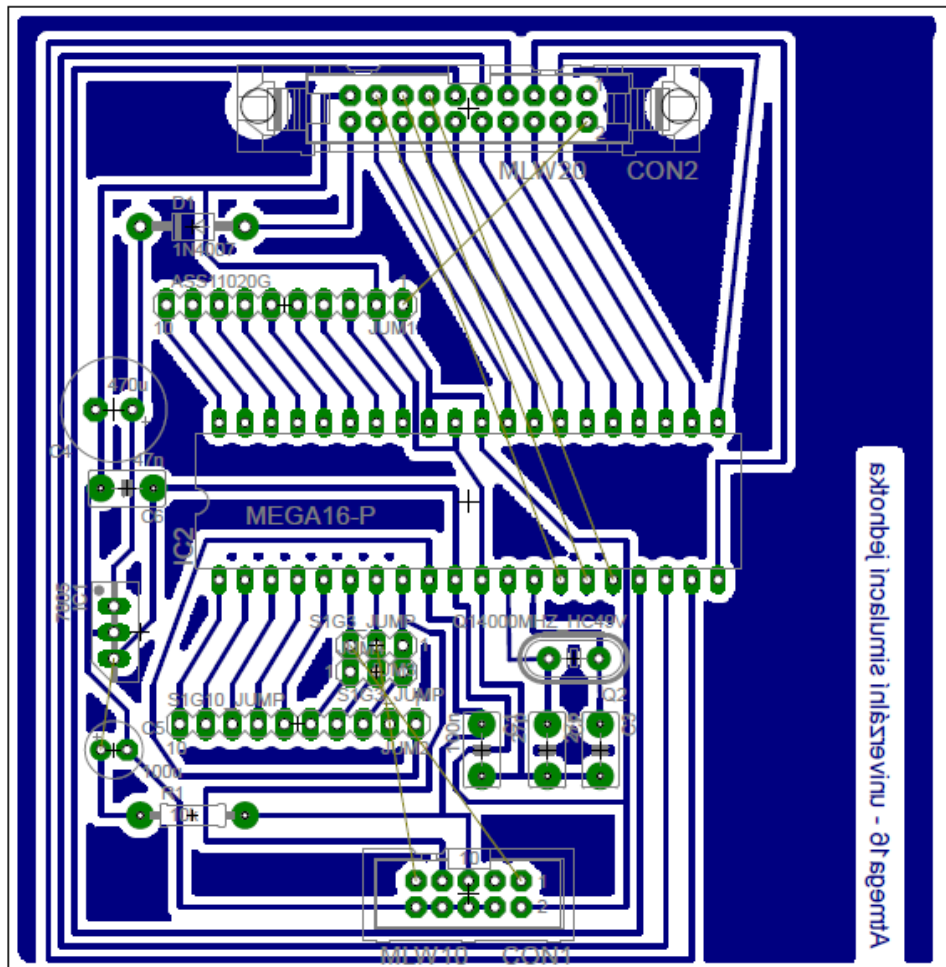
Obr. 16 - Schéma základní desky

V programu Eagle se již během tvorby schématu volí pouzdra součástek. Bylo tedy potřeba zvětšit pájecí body součástek, aby se nezničily při pájení.

Postup při úpravě součástek:

Je nutné si při vkládání součástek vybrat pouzdro. Toto pouzdro jsme potom našli v základním okně programu Eagle v knihovně Libraries podle součástky. Součástku jsme otevřeli a mohli ji schématicky upravit. Zvětšili jsme pájecí body a výsledek uložili. Pak jsme obnovili součástku ve schématu.

Po nakreslení schématu vygenerujeme plošný spoj, rozmístíme součástky a vykreslíme cesty, nebo je necháme automaticky vyrenderovat.



Obr. 17 - Základní deska - plošný spoj se součástkami

Základní deska je napájena 24V z PLC. Pomocí stabilizátoru je napětí stabilizováno na 5V a vyvedeno do všech modulů

Tabulka 4. Seznam součástek

Označení	Popis	Počet ks
R1	10k odpor	1
C1	100n keramický kondenzátor	1
C2,C3	27p keramický kondenzátor	2
IC1	Mikro počítač ATmega16	1

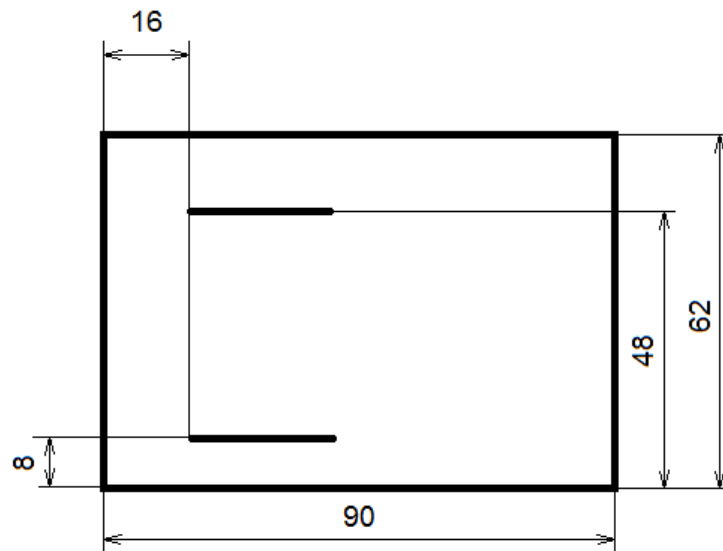
Označení	Popis	Počet ks
CON1	konektor MLW10	1
CON2	konektor MLW20	1
JUM1,2	10 pinové konektorové kolíky	2
JUM3,4	3 pinové konektorové kolíky	2
D1	Dioda 1N4007	1
C4	470u elektrolytický kondenzátor	1
C5	100u elektrolytický kondenzátor	1
C6	47n keramický kondenzátor	1
IO1	Stabilizátor napětí 7805	1

Tabulka 5. Rozložení 20ti pinového konektoru MLW20 na portech mikropočítače.

1		+5V	2
3	PORTD.7	PORTC.0	4
5	PORTD.6	PORTC.1	6
7	PORTD.5	PORTC.2	8
9	PORTD.4	PORTC.3	10
11	PORTD.3	PORTC.4	12
13	PORTD.2	PORTC.5	14
15	PORTD.1	PORTC.6	16
17	PORTD.0	PORTC.7	18
19	GND	+24V	20

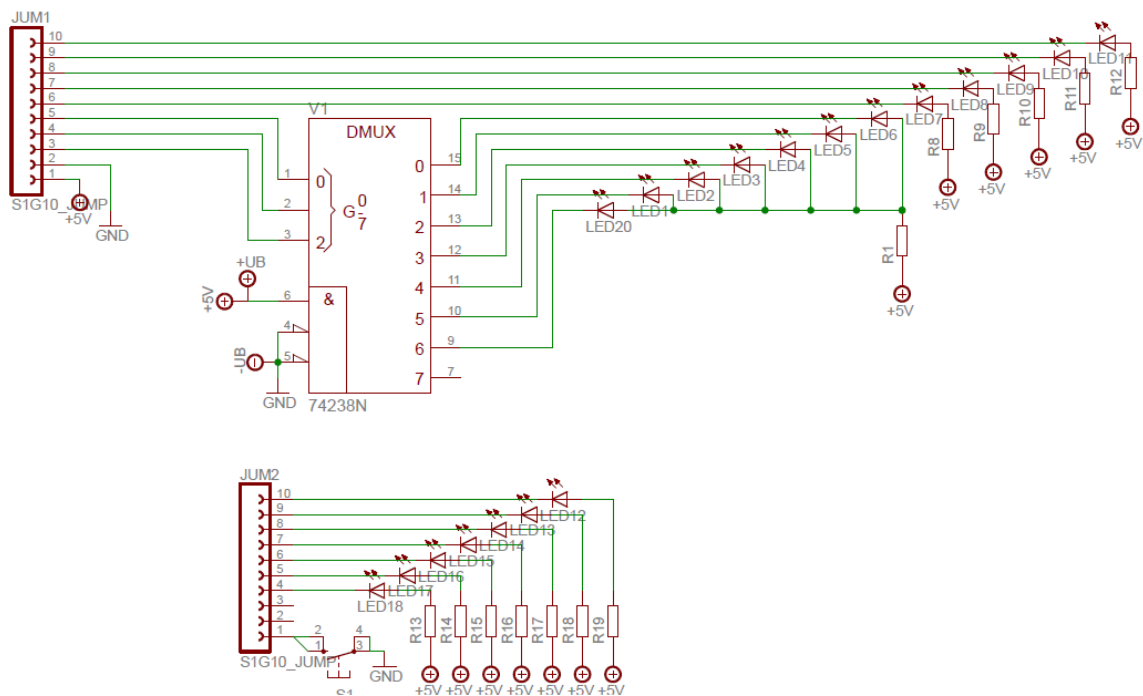
5.3.2. Vizualizační modul

Proto, aby vizualizační modul byl správně umístěn je zachováno rozmístění konektorů.



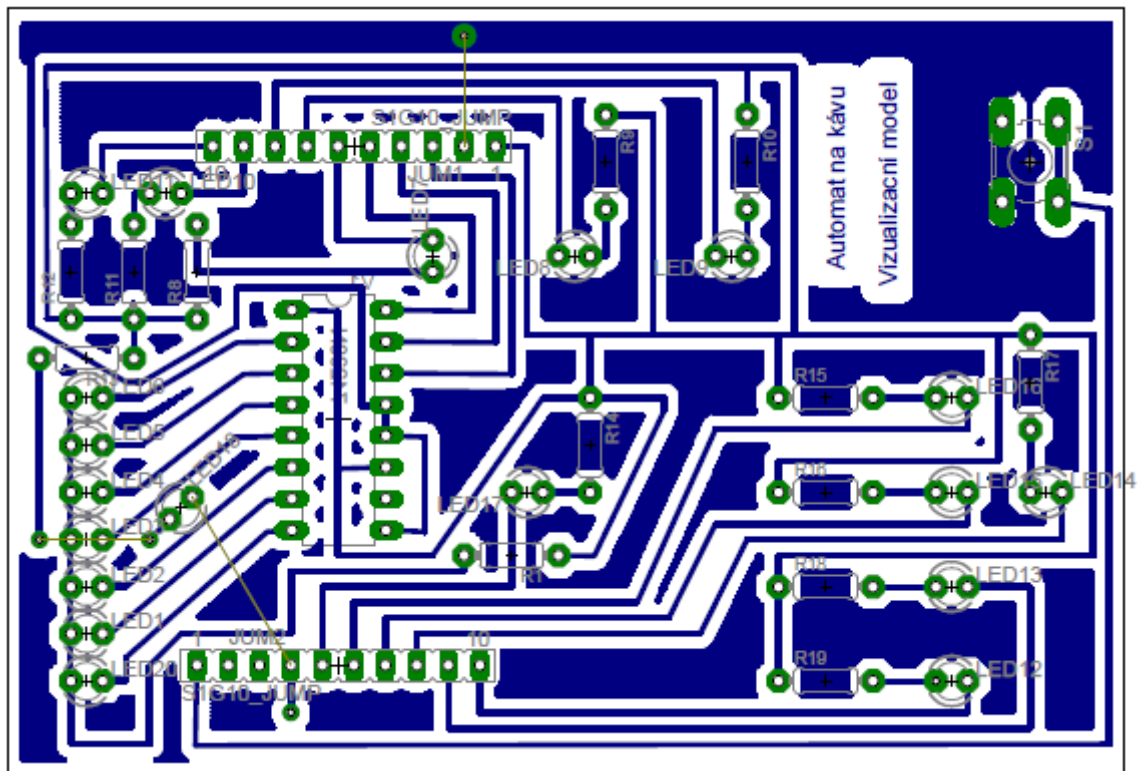
Obr. 18 - Vizualizační deska - umístění konektů

Napájení modulu je zajištěno ze základní desky v hodnotě 5V. Modul obsahuje diody pro napětí 1,8V. Z tohoto důvodu byl zvolen před každou diodu odpor 1k5, aby nedošlo ke spálení diod. Pro vizualizaci je možno využít 16 LED diod. Navržený model potřebuje k vizualizaci 19 LED diod. Proto bylo zvoleno zobrazení hladiny v kelímku pomocí demultiplexeru, kde se využijí pouze 3 výstupy mikro počítače pro 7 LED diod.



Obr. 19 - Schéma vizualizačního modelu

Pro všechny LED diody zapojené do demultiplexeru byl zvolen pouze jeden odpor z důvodu úspory součástek a z předpokladu, že u demultiplexeru je aktivní vždy pouze jeden výstup. Z toho důvodu je odpor vždy průchozí jen pro jednu diodu.



Obr. 20 - Vizualizační modul - plošný spoj se součástkami

Při návrhu vizualizačního modulu bylo potřeba rozmístit součástky z obou stran modulu. Proto byla zvolena vrstva TOP. V Programu Eagle je to vrchní vrstva plošného spoje. Diody jsou rozmístěné podle počátečního návrhu automatu na kávu. Viz Obr. 13.

Tabulka 6. Seznam součástek vizualizačního modulu

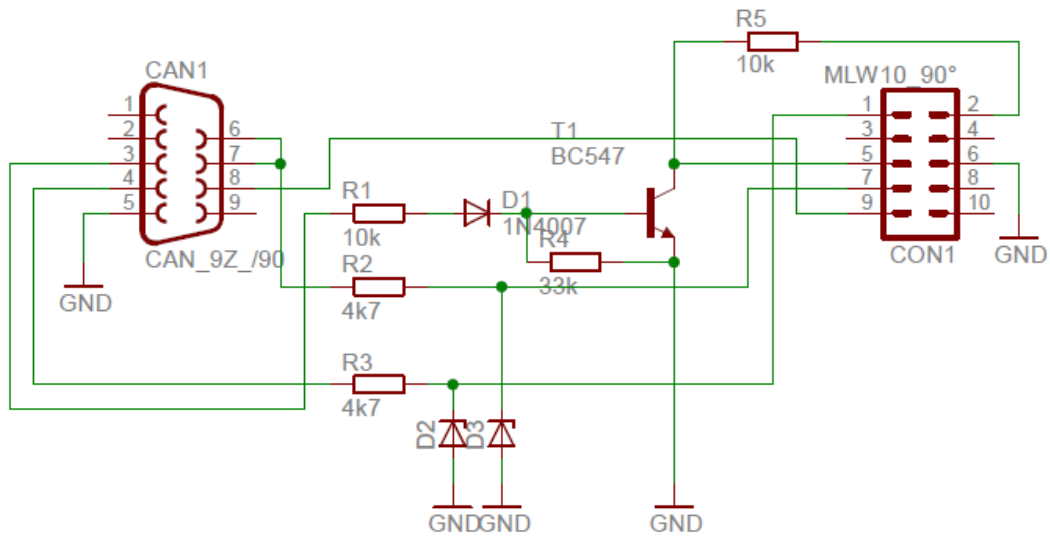
Označení	Popis	Počet ks
R1,R8-R19	Odpor 1k5	13
LED1-LED19	1,8V LED o průměru 3mm	19
SW1	mikrospínač	1
JUM1-JUM2	10 pinové konektorové kolíky	2
V1	Demultiplexer 74HC238N	1

Tabulka 7. Rozvržení pinů na vizualizačním modelu

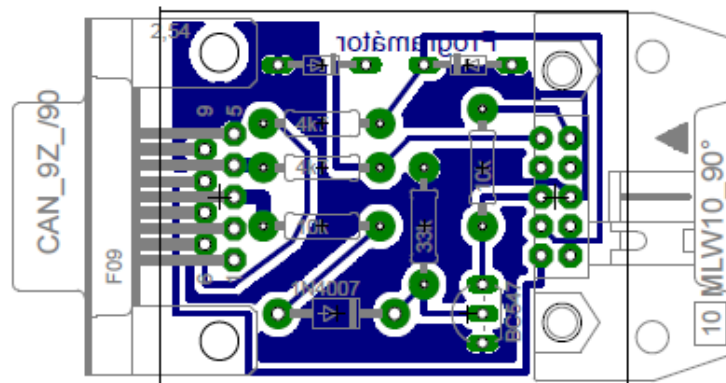
JUM1		JUM2	
+5V	1	RESET	1
GND	2	x	2
PORTA.7	3	x	3
PORTA.6	4	PORTB.6	4
PORTA.5	5	PORTB.5	5
PORTA.4	6	PORTB.4	6
PORTA.3	7	PORTB.3	7
PORTA.2	8	PORTB.2	8
PORTA.1	9	PORTB.1	9
PORTA.0	10	PORTB.0	10

5.3.3. Programovací modul

Pro možnost naprogramování mikropočítače přímo na základní desce, byl využit programátor AVRPG1. Byl použit díky své jednoduchosti a příznivé pořizovací ceně, která nepřesáhla 25Kč. Programátor se zapojí do sériového portu počítače a pomocí MWL10 konektorů k základní desce modelu.



Obr. 21 - Programátor AVRPG1 - elektronické schéma



Obr. 22 - Programátor AVRPG1 - plošný spoj se součástkami

Tabulka 8. Seznam součástek programátoru

Označení	Popis	Počet ks
CAN_9Z_/90	Konektor CAN9V	1
CON1	Konektor MWL10	1
R2, R3	Odpor 4k7	2
R1, R5	Odpor 10k	2
R4	Odpor 33k	1
D1	Dioda 1N4007	1
T1	NPN tranzistor BC547	1
D2, D3	Zenerova dioda	2

5.3.4. Komunikační modul

Komunikační modul nebyl v této práci řešen. Je použit z diplomové práce [6].

5.4. Podmínky pro řízení reálného modelu automatu na kávu

Než se začne programovat, musí se určit základní omezení a funkce automatu na kávu, ze kterých se potom při programování vychází. Uvedeny jsou pouze fyzikální vlastnosti, které bude řešit mikropočítač. Úkol PLC se bude zabývat v části programování programovatelného automatu.

Základní omezení nastává v rychlosti napouštění kelímků. Je tedy nutné zvolit čas, během kterého se kelímek při napouštění bude plnit. Při otevření více ventilů musí dojít ke zrychlení napouštění kelímku. V běžné praxi se čas od začátku napouštění do konce napouštění odhaduje na 5 vteřin. Pokud bude otevřen pouze jeden ventil, celkový čas napouštění bude 5 vteřin. V případě otevření ventilu nápoje bude docházet k plnění kelímku pomaleji. .

Další omezení, je množství tekutiny, která do kelímku vyteče. V případě vytečení většího objemu tekutiny než je obsah kelímku musí dojít k chybě.

6. PROGRAMOVÁNÍ

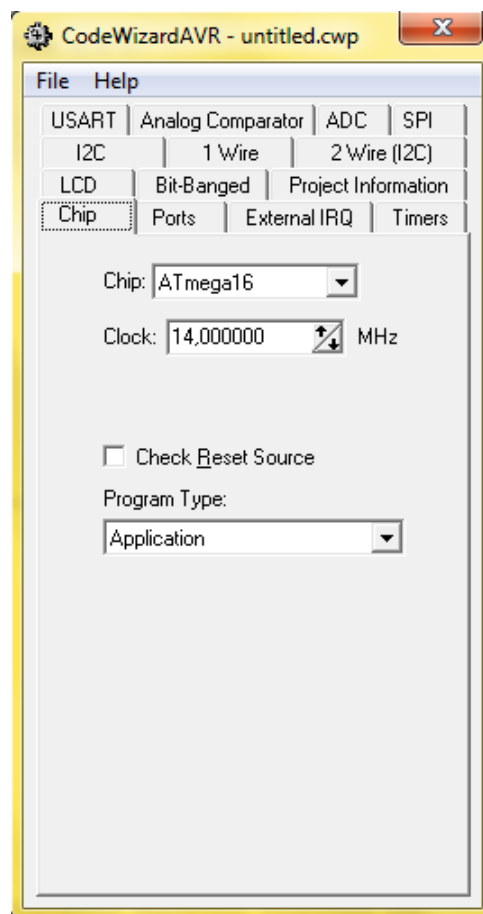
Tato část se bude zabývat programováním mikropočítače a následně PLC. Bude tu taky uveden postup při řešení SCADA/HMI

6.1. Mikropočítač

Pro správnou funkci modelu automatu na kávu, bylo nutné naprogramovat mikropočítač ATmega16. Pro programování byl vybrán program CodeVisionAVR.

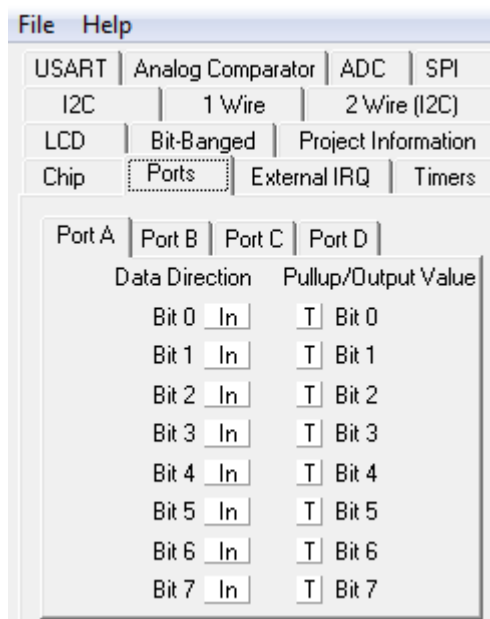
6.1.1. Postup při práci z CodeVisionAVR

Po spuštění programu, vybereme z horní nabídky: File → New → Project. Program položí otázku, zda má spustit průvodce nastavením mikropočítače. Zadáme „yes“. Zobrazí se průvodce, který je zobrazen na obr. 23 – průvodce nastavením a nastavíme jej stejně, jako vidíme na obrázku.



Obr. 23 - Průvodce nastavením CodeVisionAVR

Pokud máme nastavení identické s obrázkem, přepneme ve vrchním dialogu na záložku Ports.



Obr. 24 - Nastavení portů

Zde nastavíme porty A a B jako výstupní a C a D podle toho jestli budeme na PLC posílat, nebo na něj data přijímat. Po nastavení klikneme v dialogu na File → Generate, save and exit. Vygeneruje se inicializace vstupů a výstupů pro mikropočítač a můžeme začít psát náš program.

6.1.2. Popis programu

Program není obtížný, velké množství výstupů je závislých na vstupech mikropočítače.

V první části programu se řeší pouze zapínání a vypínání části návratu mincí a nápojového automatu na základě příkazů z PLC. To znamená, že pokud dostane počítač příkaz od PLC, přešle pouze příkaz na výstup.

V druhé části programu je vyřešena část pro zpoždění natékání kelímku. Čím více tekutiny teče, tím rychleji se kelímek napouští.

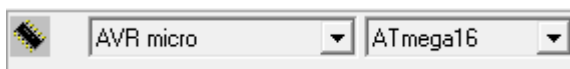
V poslední části je pouze podle hodnoty hladiny, posílána hladina na demultiplexer, který se stará o její zobrazení. Spolu s tím je zasílán signál PLC, pro to aby PLC mohlo snímat hladinu.

Pro velikost kódu je program na příloženém CD.

6.1.3. Nahrávání programu do mikropočítače pomocí PonyProg2000

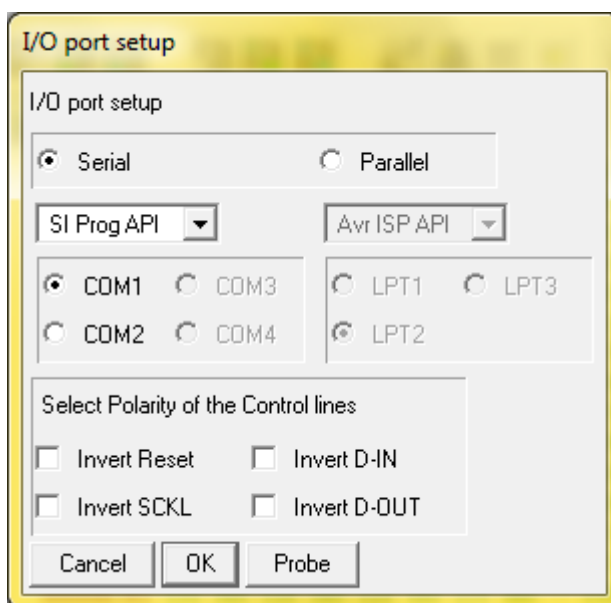
Vzhledem k tomu, že je využit programátor AVRPG1. Musíme pro nahrání programu do mikropočítače využít program PonyProg2000.

Po spuštění programu navolíme vpravo nahoře mikropočítač Atmega16. Viz obr. 25



Obr. 25 - První nastavení programu

zvolíme nabídku Setup → Interface Setup. Zobrazí se okno zobrazené na obr. 26



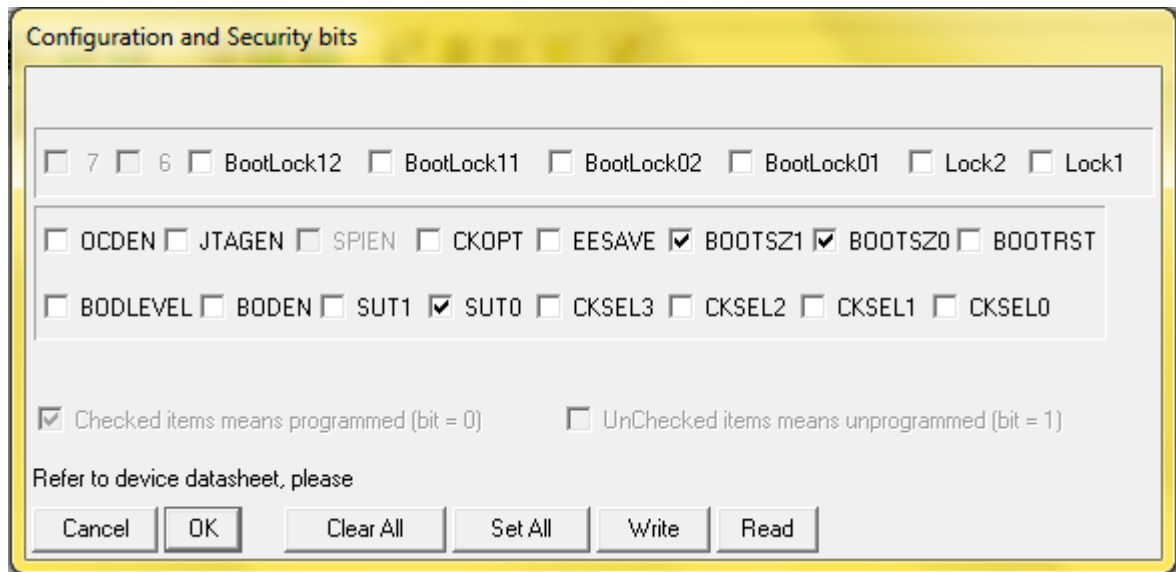
Obr. 26 - Nastavení portu

Nastavíme jej podle obr. 26 a zvolíme Probe. Pokud se zobrazí hláška „Test OK“, můžeme pokračovat v nastavování programu. V případě že se zobrazí „Test Failed“, znamená to, že připojení neproběhlo v pořádku. Řešení:

- 1, změna komunikačního portu
- 2, zkontrolujte celé zapojení mikropočítače, programátoru a kabelů
- 3, zkontrolujte zapojení napájení mikropočítače

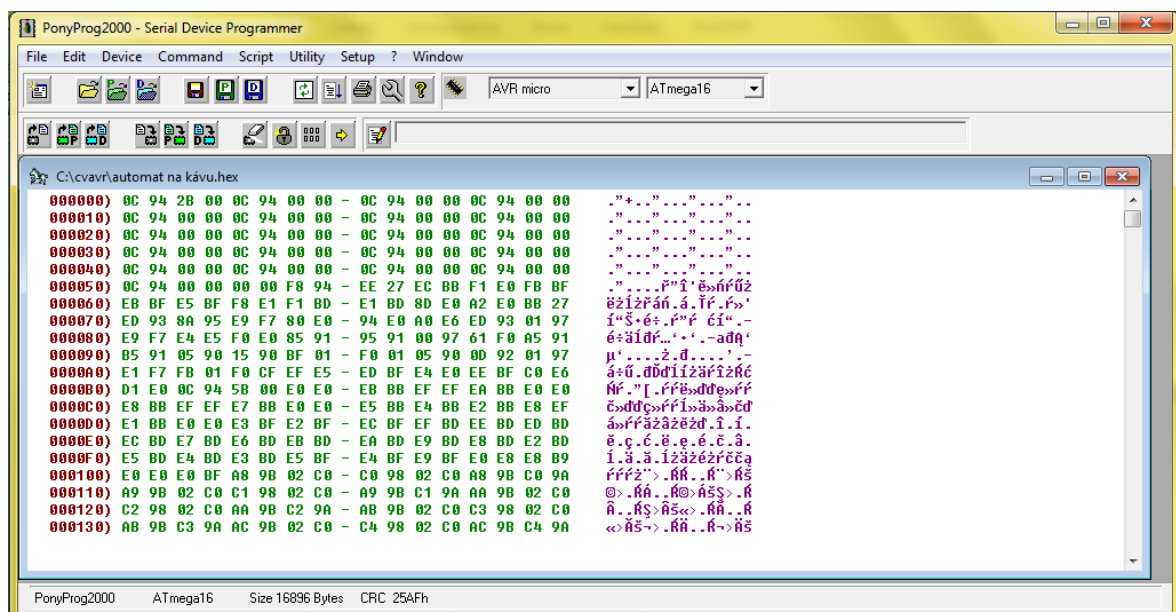
Jakmile je vše v pořádku zvolíme Setup → Calibration. Provede se kalibrace programu.

Nyní zvolíme Command → Security and Configuration Bits a nastavíme podle obrázku 27.



Obr. 27 - Konfigurace a ochrana bitů

Nyní už můžeme nahrát program. Nabídka File → Open Program (Flash) File... a zvolíme ze složky, kde máme uložený projekt z CodeVisionAVR soubor s příponou hex. Výsledek bude vypadat následovně:



Obr. 28 - Program v PonyProg2000

6.2. PLC TECO

Proto, aby student mohl programovat reálný model automatu na kávu, je třeba vycházet z nároků zákazníka na automat na kávu.

6.2.1. Zadání vzorového programu

Vytvořte program, který bude ovládat automat na kávu prostřednictvím PLC TECOMAT TC606. Pro programování využijte program Mosaic. Program bude neustále kontrolovat mincovník a stisk nápoje. Při vhození mincí vyšší hodnoty než cena nápoje, musí umět automat vrátit mince. Uživatel smí vhodit maximální částku 20Kč. Pokud hodí vyšší částku, mince mu budou vráceny. Po stisku nápoje a vrácení mincí dojde k přípravě nápoje. Po odběru kelímku bude automat připraven na další požadavky.

6.2.2. Řešení vzorového programu

V procesu P 0 je řešení celého systému na mince a aktivace procesů pro nápoje. Řešení je kaskádovité hlídá se neustále všechna tlačítka. Program zkontroluje tlačítko pro vhození 1Kč. Pokud není stisknuté, program přeskočí na kontrolu dalších tlačítek. V případě, že stisknuté je, zapíše se do proměnné cena hodnota 1Kč. Stejným způsobem jsou řešena tlačítka pro ostatní mince. Může nastat situace, kdy zákazník nahází do automatu větší částku, než 20Kč. Žádný nápoj není tak drahý. Proto program zkontroluje hodnotu naházených mincí, a když zjistí vyšší hodnotu, vrátí všechny vhozené mince. Pro znázornění návratu mincí se rozsvítí na 5 vteřin všechna diody znázorňující návrat peněžní částky. Pokud hodnota mincí nepřesáhla 20Kč. Testují se tlačítka nápojů. Pokud není žádné stisknuté, program skočí na konec. Pokud stisknuté je dojde k porovnání hodnoty ceny nápoje s hodnotou mincí vložených do automatu a vyhodnocuje se. V případě že hodnota vhozených mincí je menší. Program skočí dál a čeká na vložení dalších mincí. Pokud je hodnota stejná aktivuje se proces P 10, P 11, nebo P 12, které zajišťují obsluhu jednotlivých nápojů. Pokud je hodnota naházených mincí větší než cena nápoje uloží se do proměnné vracec hodnota, která rozsvítí další diody pro návrat mincí a dále se aktivují procesy pro nápoje.

V procesech pro nápoje se první zajistí najetí kelímku před přípravou nápoje. Spustí se napouštění kelímku silným koncentrátem nápoje, dokud nedosáhne hladina na pozici 2. Jakmile je pozice 2 dosažena koncentrát se zavře a začne se napouštět studená, nebo teplá voda. Jakmile dosáhne kelímek hladiny na pozici 7, která znázorňuje plný kelímek. Vypíná se voda. Resetuje se vhozená hodnota do automatu.

6.3. PLC SAIA

Stejným způsobem jako PLC TECO je nutno naprogramovat PLC SAIA. Tento typ PLC se programuje pomocí nástroje Graftec a Fupla v programu SAIA® PG5 Controls Suite. Programátor zde vkládá funkční bloky, které provedou daný příkaz.

6.3.1. Zadání vzorového programu

Vytvořte program, který bude ovládat automat na kávu prostřednictvím PLC SAIA PCD.2. Pro programování využijte nástroj Graftec. Program zkontroluje mincovník a stisk nápoje. Uživatel smí vhodit maximální částku 20Kč. Po stisku nápoje dojde k vrácení mincí a k přípravě nápoje. Po odběru kelímku bude automat připraven na další požadavky.

6.3.2. Řešení vzorového programu

První je řešeno sledování mincovníku. Pokud se stiskne tlačítko pro minci, bude převedena logická 1 na intiger a vynásobená se svojí hodnotou. Dále je zjištěno stisknuté tlačítko nápoje. Tento nápoj se stejným způsobem jako mince vynásobí se svojí hodnotou. Dále dojde k rozvětvení programu a porovnávání. Podle hodnoty nápoje se vynásobí tlačítko s hodnotou. Všechny hodnoty jsou uloženy do pomocných proměnných. Dále dochází k porovnávání hodnot ceny nápoje a hodnoty naházených mincí. Pokud je hodnota mincí menší než nápoj program se vrací a kontroluje tlačítka znovu. Pokud je stejný program spustí výdej nápoje popsany níže. Jestli je hodnota vyšší řeší se vrácení mincí. Porovná se, hodnota mince s každou hodnotou vyšší než je nápoj. Jakmile dojde ke shodě, program podle toho navrátí mince. Dále se spustí příprava nápoje. Naskočí kelímek a nateče nápoj po hladinu 3. V tomto okamžiku se spustí natékání teplé nebo studené vody, záleží na nápoji. Ve chvíli kdy se hladina dostane na pozici 7, je natékání vypnuto. Po časové prodlevě se vypnou všechny kontrolky a očekává se nová objednávka nápoje

Kvůli velikosti schématu programování je celý program uložen na přiloženém CD.

6.4. ControlWEB

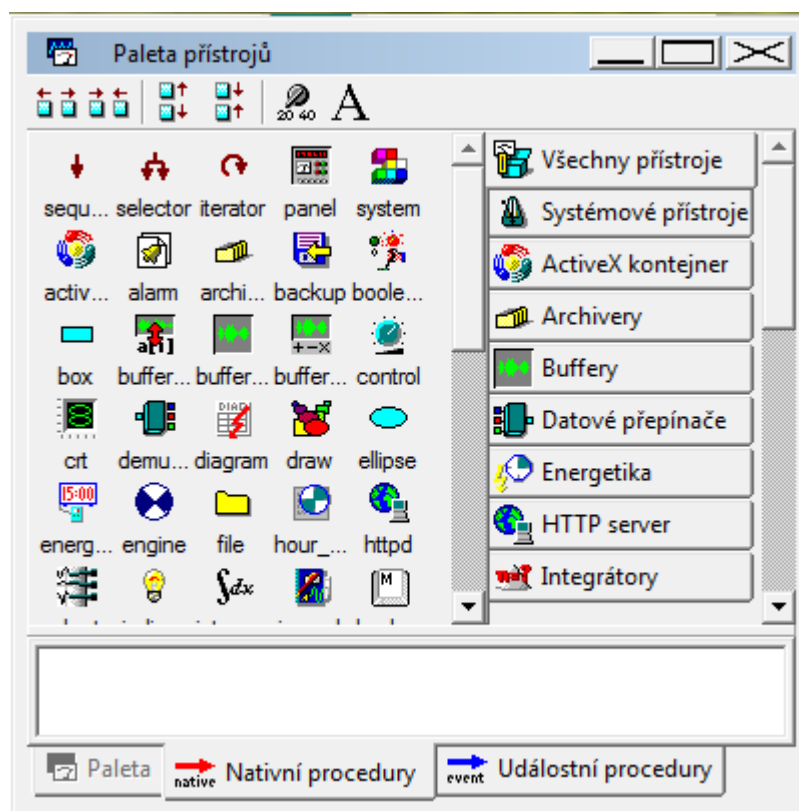
Program ControlWEB nabízí vizualizaci a ovládání reálného zařízení připojeného k PLC. Možnosti vizualizace jsou rozsáhlé.

6.4.1. Komunikace

V první části je třeba vytvořit dva soubory, které se starají o komunikaci mezi PC a PLC. Obsah souboru s příponou dmf a par naleznete na příloženém CD. Obsahují převody adres. V souboru dmf jsou zadány adresy ControlWebu a značí, co daná adresa udává (binární vstupy, binární výstupy, registry atd.) V souboru par je potom vždy udán rozsah adres ControlWebu a začáteční adresa PLC. Je to například X0.0. Pokud jsou správně nastavené, uloží v ControlWebu do ovladače.

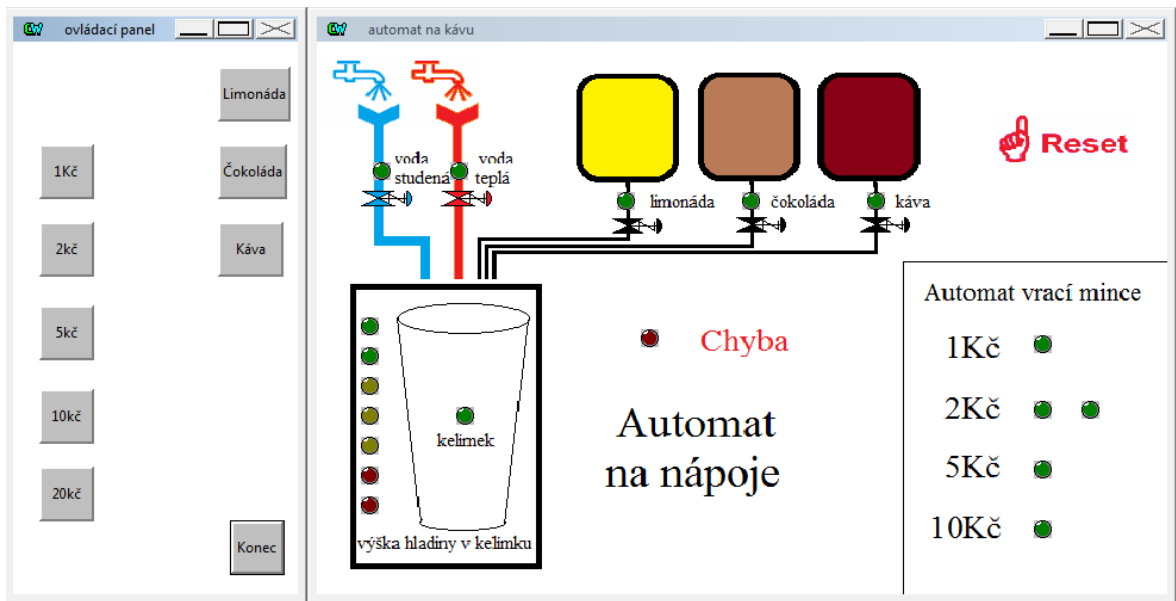
6.4.2. Postup při vkládání ovládacích a vizualizačních prvků

Otevřeme grafický editor a do něj vkládáme prvky z palety přístrojů a upravujeme pomocí dialogů.



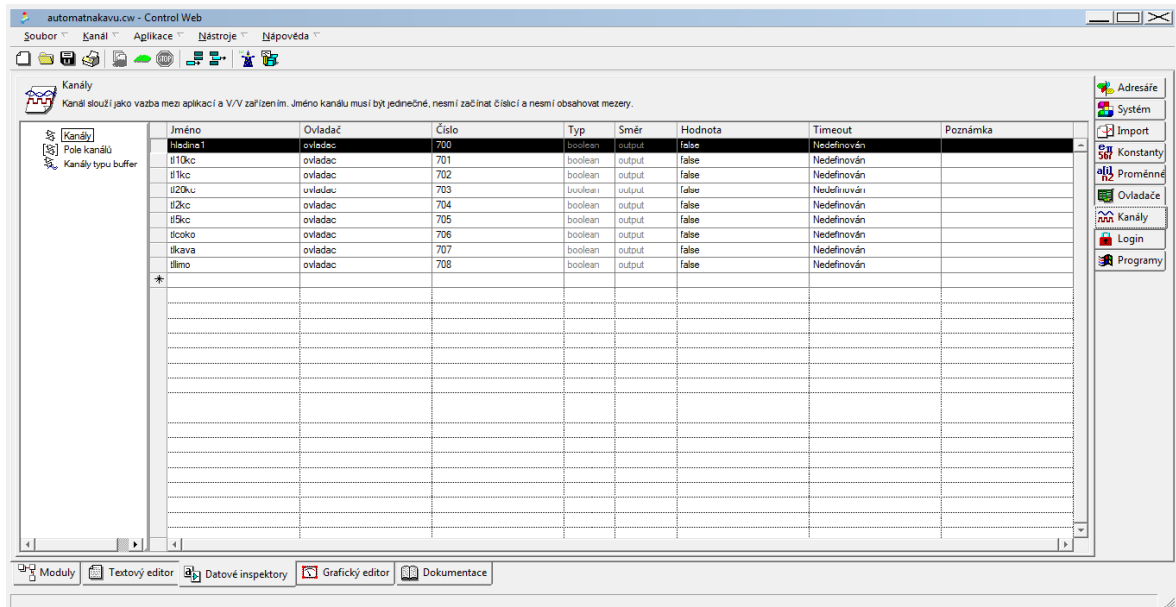
Obr. 29 - Paleta přístrojů

Jednotlivé přístroje se nastaví, případně celé změni podle požadavků vizualizace. Celý vizualizační program po té může vypadat stejně jako na obrázku 30.



Obr. 30 - Vizualizace v Controwebu

Každý zobrazovací, nebo ovládací prvek dostane přiřazený kanál



Obr. 31 - Kanály proměnných

ZÁVĚR

Práce byla zaměřena na vytvoření zařízení, které bude simulovat reálný model ovládatelný pomocí PLC. Celý model je zhotoven ze dvou modulů. Základní deska a vizualizační modul. Základní deska je tvořena hlavní částí, kterou je mikropočítač. Dále obsahuje stabilizátor napětí a konektory pro připojení vizualizačního modulu, komunikačního modulu a programátoru. Vizualizační modul je tvořen demultiplexerem s LED diodami, které mají za úkol zobrazovat chování modulu. Pro programování je třeba vlastnit programátor, který je součástí práce.

Výhodou celého zařízení je možnost vyměnit vizualizační modul a nahrát do mikropočítače nový program a tím změnit celý model reálného zařízení.

Jako reálný model byl vybrán automat kávu, který se dnes nachází na každém rohu a lze ho vidět v různém provedení. Pro názornou funkčnost byl vytvořen program pro PLC TECO 606 a SAIA PCD2.

V bakalářské práci je uveden kompletní postup práce při tvorbě reálného zařízení. Jsou zde schémata, plošné spoje, seznamy součástek a postupy při programování PLC a mikropočítače, popřípadě prvotní nastavení programu.

Pro funkčnost modelu byl použit komunikační model, který byl vyroben v diplomové práci[6]. Tento modul odděluje galvanicky mikropočítač od PLC a zajišťuje všechny komunikace modelu s okolím. Tento modul v bakalářské práci nebyl řešen, ale bude vypůjčen z diplomové práce[6].

Celá práce je tvořena postupně tak, jak byly jednotlivé dílčí úkoly řešeny. Je tedy vhodná jako návod pro případnou tvorbu dalšího modelu zařízení. Některá další možná zařízení, která lze podobným způsobem vytvořit jsou např. automatizované myčky aut, domácí kotel na topení, různé technologické procesy a spoustu dalších zařízení, od kterých se očekává jistá inteligence.

ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ

The work was focused on creation of device that will simulate a real model controllable by a PLC. The whole model is made of two modules. A motherboard and a visualization module. The motherboard consists of a main part, which is a microcomputer. Also contains a voltage stabilizer and connectors for the visualization module, communication module and programmer connection. The visualization module consists of demultiplexer with LEDs, which are tasked to display the module behavior. For programming it is essential to have the programmer that is a part of this work. The advantage of the whole device is the possibility to replace the visualization module and load a new program into the microcomputer and thereby change the whole real device model.

As the real model was chosen a coffee machine, which is now located in every corner and can be seen in various designs. For visual function the program for PLC TECO 606 and SAIA PCD2 was created.

In the bachelor thesis, there is introduced the complete workflow in real devices creating. There are diagrams, printed circuits, parts lists and procedures during the PLC and microcomputer programming, eventually the primary program setup. For the model functionality the communication model, which was made in the thesis [6], was used. This module galvanically separates the microcomputer from the PLC and provides all the model communications with its surroundings. This module has not been solving in the thesis, but will be borrowed from the thesis [6]. The whole work is gradually formed as the individual subtasks were solved. So it is useful as a guide for the eventual next device model creation. Some other possible devices that may be created in a similar way are for example automated car washes, home boiler heating system, various technological processes and many other devices, which a certain intelligence is expected from.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] MARTINÁSKOVÁ, Marie, ŠMEJKAL, Ladislav. Řízení programovatelnými automaty. Praha : ČVUT, 1998. 160 s. ISBN 80-01-02925-5.
- [2] MARTINÁSKOVÁ, Marie, ŠMEJKAL, Ladislav. Řízení programovatelnými automaty II. Praha : ČVUT, 2000. 72 s. ISBN 80-01-02096-7.
- [3] ŠMEJKAL, Ladislav, MARTINÁSKOVÁ, Marie. PLC a automatizace. Praha : BEN - technická literatura, 1999. 223 s. ISBN 80-86056-58-9.
- [4] BURKHARD, Mann. C pro mikrokontroléry : ANSI-C, kompilátory C, spojovací programy - linkery, práce s ATMEL AVR a MSC-51, příklady programování v jazyce C, nástroje programování, tipy a triky. Václav Losík. Praha : BEN - technická literatura, 2003. 279 s. ISBN 80-7300-077-6.
- [5] MATOUŠEK, David. Vývojový kit USBmegaKIT : podrobný stavební návod s ovládacím programem. Praha : BEN - technická literatura, 2005. 27s. ISBN 80-7300-163-2.
- [6] KRAJČA, Martin. Model reálného zařízení realizovaný na bázi mikropočítače ATMEGA16. [s.l.], 2007. 64 s. , 17. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Fakulta aplikované informatiky. Ústav automatizace a řídicí techniky. Vedoucí diplomové práce Sysala, Tomáš.
- [7] Programovatelné automaty TECO [online]. [cit. 2010-5-1]. Dostupný z URL: <www.tecomat.cz>.
- [8] Programovatelné automaty SAIA [online]. [cit. 2010-5-1]. Dostupný z URL: <<http://www.sbsys.cz/>>.
- [9] JURÁNEK, Antonín, HRABOVSKÝ, Miroslav. EAGLE pro začátečníky: návrhový systém pro plošné spoje: uživatelská a referenční příručka. Praha : BEN – technická literatura, 2005. 192s. ISBN 80-7300-177-2.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

PLC Programovatelný automat

uPC Mikropočítač

LED Svítivá dioda

PC Osobní počítač

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 – EAGLE - tvorba desek plošného spoje a elektronických schémat	13
Obr. 2 - Mikropočítač Atmega16.....	15
Obr. 3 - Rozložení pinů mikropočítače Atmega16	17
Obr. 4 - Blokové schéma mikroprocesoru	18
Obr. 5 - Program CodeVisionAVR.....	19
Obr. 6 - Program PonyProg2000.....	20
Obr. 7 - PLC TC650.....	21
Obr. 8 - Otočka cyklu.....	22
Obr. 9 - Program Mosaic	23
Obr. 10 - PLC SAIA PCD3.....	26
Obr. 11 - Program SAIA [®] PG5 Controls Suite.....	28
Obr. 12 - Automat na kávu Azkoyen	30
Obr. 13 - Návrh vzhledu automatu na kávu	31
Obr. 14 - Blokové schéma zapojení reálného modelu[6]	32
Obr. 15 - Rozvržení základní desky.....	33
Obr. 16 - Schéma základní desky.....	34
Obr. 17 - Základní deska - plošný spoj se součástkami	35
Obr. 18 - Vizualizační deska - umístění konektů	37
Obr. 19 - Schéma vizualizačního modelu	38
Obr. 20 - Vizualizační modul - plošný spoj se součástkami.....	38
Obr. 21 - Programátor AVRPG1 - elektronické schéma	40
Obr. 22 - Programátor AVRPG1 - plošný spoj se součástkami.....	40
Obr. 23 - Průvodce nastavením CodeVisionAVR	42
Obr. 24 - Nastavení portů.....	43
Obr. 25 - První nastavení programu.....	44
Obr. 26 - Nastavení portu.....	44
Obr. 27 - Konfigurace a ochrana bitů	45
Obr. 28 - Program v PonyProg2000.....	45
Obr. 29 - Paleta přístrojů.....	48
Obr. 30 - Vizualizace v Controwebu	49
Obr. 31 - Kanály proměnných.....	49

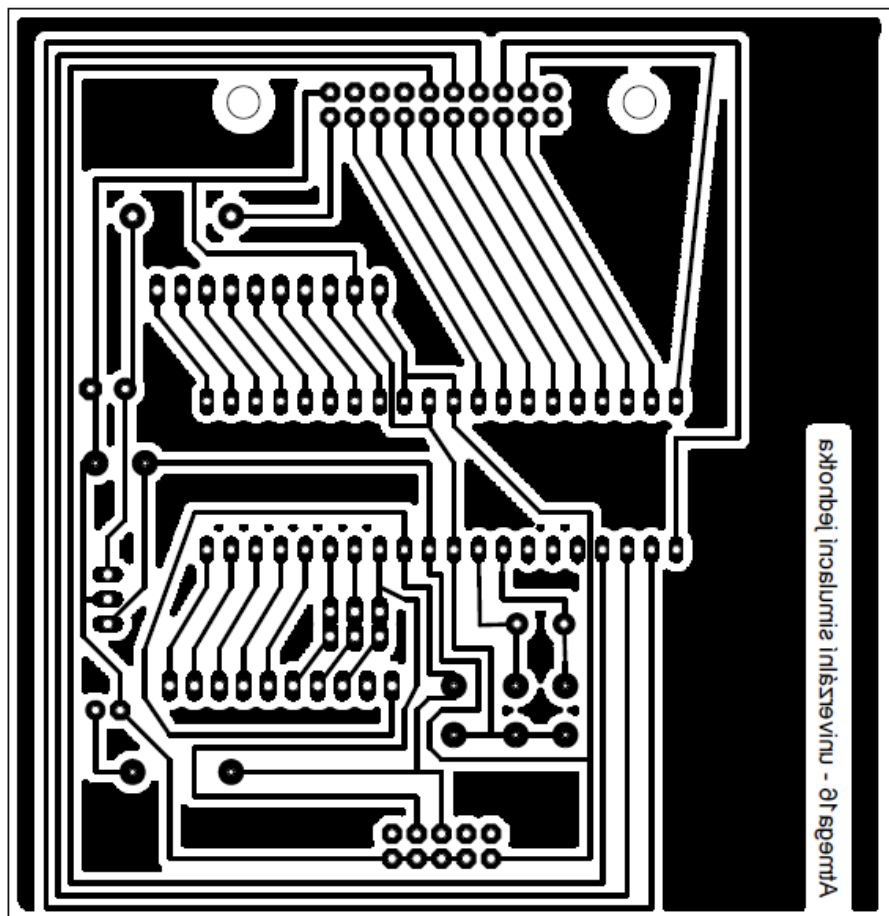
SEZNAM TABULEK

Tabulka 1. Počet vstupů PLC TECOMAT TC600:	22
Tabulka 2. Vstupy a výstupy PLC	31
Tabulka 3. Vstupy a výstupy mikropočítače	32
Tabulka 4. Seznam součástek	35
Tabulka 5. Rozložení 20ti pinového konektoru MLW20 na portech mikropočítače.	36
Tabulka 6. Seznam součástek vizualizačního modulu.....	39
Tabulka 7. Rozvržení pinů na vizualizačním modelu.....	39
Tabulka 8. Seznam součástek programátoru	40

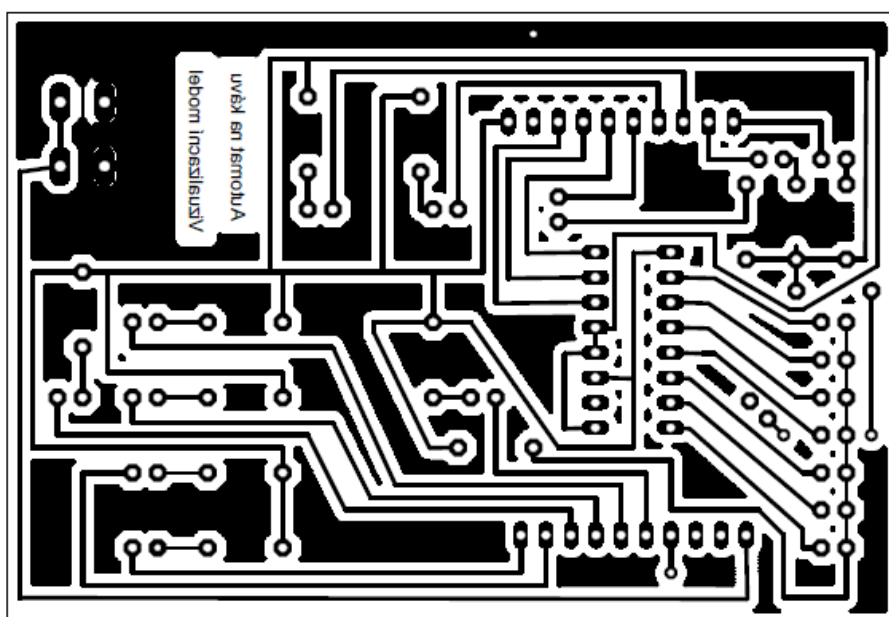
SEZNAM PŘÍLOH

PŘÍLOHA P I: DESKY PLOŠNÝCH SPOJŮ

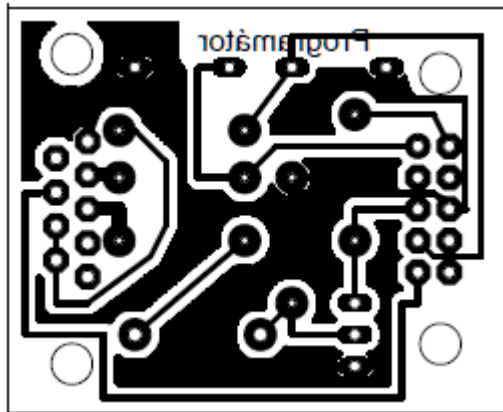
PŘÍLOHA P I: DESKY PLOŠNÝCH SPOJŮ



Deska plošného spoje – Základní deska



Deska plošného spoje – Vizualizační modul



Deska plošného spoje - Programátor

