

Řízení modelu rodinného domku pomocí programovatelného automatu

Control of family house model via Programmable Logic Controller

Ondřej Kadlčík

Bakalářská práce
2012



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky
akademický rok: 2011/2012

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Ondřej KADLČÍK
Osobní číslo: A09023
Studijní program: B 3902 Inženýrská informatika
Studijní obor: Informační a řídicí technologie

Téma práce: Řízení modelu rodinného domku pomocí
programovatelného automatu

Zásady pro vypracování:

1. Provedte inovaci laboratorního modelu rodinného domku, a to jak po stránce samotného modelu, tak i po stránce ovládacích a řídicích zařízení.
2. Pro takto upravený model vytvořte názorné schéma popisu jednotlivých aktivních částí tohoto modelu, včetně popisu vstupů a výstupů.
3. Pro daný upravený model vytvořte ilustrativní příklady, včetně vizualizace daného procesu ve vybraném SCADA/HMI systému. Ověřte také možnost vzdáleného řízení a monitorování modelu.
4. Navrhněte formu prezentace a zpracování získaných podkladů a provedte její realizaci.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

1. DVORÁČEK, Jakub. Model domku monitorovaný a ovládaný programovatelným automatem: Diplomová práce. UTB Zlín, Fakulta aplikované informatiky, 2007, 77 s.
2. Firemní literatura k systému ControlWeb [online]. 2010 [cit. 2012-01-20]. Dostupné z: <http://www.mii.cz>
3. SAIA-BURGESS. Manuál: Hardware PCD2.M5xxx [online]. 2010 [cit. 2012-01-20]. Dostupné z: http://www.sbc-support.ch/manuals/26-856_CS_Manual_PCD2M5xxx.pdf
4. ŠMEJKAL, Ladislav. PLC a automatizace. 1. vyd. Praha: BEN – technická literatura, 2005, 207 s. ISBN 80-730-0087-3.
5. ŠMEJKAL, Ladislav a Marie MARTINÁSKOVÁ. PLC a automatizace. 1. vyd. Praha: BEN – technická literatura, 2003, 223 s. ISBN 80-860-5658-9.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Pavel Navrátil, Ph.D.

Ústav automatizace a řídicí techniky

Datum zadání bakalářské práce:

24. února 2012

Termín odevzdání bakalářské práce:

8. června 2012

Ve Zlíně dne 24. února 2012

prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.
děkan



prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.
ředitel ústavu

ABSTRAKT

Cílem této práce byla úprava a rozšíření stávajícího modelu rodinného domku o nové prvky ovládání, včetně vytvoření ukázkových programů pro tento model. V teoretické části jsou uvedeny všeobecné informace o PLC, zejména o PLC typu SAIA PCD2.M5540, které bylo použito pro řízení modelu. Další část práce je zaměřena na popis softwaru PG5, operátorských panelů, vizualizaci pomocí programu ControlWeb a možnosti využití webového serveru PLC SAIA. Praktická část obsahuje informace týkajícího se způsobu úpravy a rozšíření stávajícího modelu, tj. podrobný popis samotného modelu, elektronická zapojení a ukázkové programy.

Klíčová slova: PLC SAIA, model, sekvenční programování, vizualizace, GSM modul

ABSTRACT

Objective of this work was to modify and extend present model of the family house by adding new control elements including prototypal programs created for this model. Theoretical part presents general information about PLC, especially relating to PLC type SAIA PCD2. M5540, which was applied to keep the model under control. Next part of the work is focused on description of the software PG5, operator panels, visualization by ControlWeb program as well as there is described possibility how to use web server PLC SAIA. Practical part contains data relating to modification and extension of the existing model i.e detailed description of the model, electronical connections and exemplary programs.

Keywords: PLC SAIA, model, sequential programming, visualisation, GSM modul

Děkuji vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Pavlu Navrátilovi, Ph.D. z Ústavu automatizace a řídicí techniky, za jeho rady, připomínky a pomoc při vypracování této práce.

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..... | 9 |
| I TEORETICKÁ ČÁST | 10 |
| 1 PROGRAMOVATELNÝ LOGICKÝ AUTOMAT | 11 |
| 1.1 ZÁKLADNÍ POPIS PROGRAMOVATELNÉHO AUTOMATU | 11 |
| 1.2 ROZDĚLENÍ PLC | 11 |
| 1.3 HLAVNÍ MODULY PROGRAMOVATELNÉHO AUTOMATU..... | 13 |
| 2 PROGRAMOVATELNÝ AUTOMAT SAIA..... | 14 |
| 2.1 SAIAPCD2.M5540..... | 14 |
| 2.1.1 Technické parametry SaiaPCD2.M5540..... | 14 |
| 2.1.2 Popis základních komponent SaiaPCD2.M5540 | 15 |
| 2.2 VSTUPNÍ A VÝSTUPNÍ MODULY | 17 |
| 2.2.1 Binární vstupní modul PCD2.E165..... | 17 |
| 2.2.2 Binární výstupní modul PCD2.A465 | 18 |
| 2.2.3 Analogový vstupní modul PCD2.W340 | 19 |
| 2.3 VÝVOJOVÉ PROSTŘEDÍ PG5 | 20 |
| 2.3.1 Jazyk posloupnosti instrukcí IL | 20 |
| 2.3.2 Režim funkčních bloků FBD | 21 |
| 2.3.3 Sekvenční programování..... | 21 |
| 2.4 OPERÁTORSKÉ PANELY | 22 |
| 2.4.1 Textové terminály | 23 |
| 2.4.2 Webové terminály | 23 |
| II PRAKTICKÁ ČÁST | 24 |
| 3 MODEL RODINNÉHO DOMKU | 25 |
| 3.1 SAMOTNÝ MODEL RODINNÉHO DOMKU | 25 |
| 3.1.1 První patro..... | 26 |
| 3.1.2 Druhé patro..... | 26 |
| 3.1.3 Zahrada..... | 26 |
| 3.2 ELEKTRONICKÁ ČÁST | 26 |
| 3.2.1 Výměna PLC | 28 |
| 3.2.2 Výměna napájení modelu..... | 28 |
| 3.2.3 Zvuková signalizace..... | 28 |
| 3.2.4 Stabilizátory napětí..... | 28 |
| 3.2.5 Motory a obvody pro vládní motorů | 29 |
| 3.2.6 Napěťový měnič | 34 |
| 3.3 PŘEDNÍ PANEL | 35 |
| 3.3.1 Konektory..... | 36 |
| 3.3.2 První patro..... | 36 |
| 3.3.3 Druhé patro..... | 37 |
| 3.3.4 Zahrada..... | 37 |
| 3.3.5 Volitelné vstupy | 38 |
| 4 VSTUPY A VÝSTUPY MODELU | 39 |

| | | |
|--|---|-----------|
| 4.1 | BINÁRNÍ VSTUPY | 39 |
| 4.2 | BINÁRNÍ VÝSTUPY | 41 |
| 4.3 | ANALOGOVÉ VSTUPY | 42 |
| 5 | PROGRAMOVÁ ČÁST | 43 |
| 5.1 | FUNKCE MODELU | 43 |
| 5.1.1 | Osvětlení, zvonek a ventilace..... | 43 |
| 5.1.2 | Otevření oken a dveří | 43 |
| 5.1.3 | Mechanický pohyb oken, brány a garážových vrat..... | 44 |
| 5.1.4 | Topení | 44 |
| 5.1.5 | Alarm..... | 45 |
| 5.2 | CONTROLWEB..... | 46 |
| 5.3 | GSM MODUL | 47 |
| 5.4 | TEXTOVÝ TERMINÁL | 47 |
| 5.5 | WEBOVÝ TERMINÁL | 48 |
| ZÁVĚR | | 50 |
| ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ..... | | 51 |
| SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY..... | | 52 |
| SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK..... | | 54 |
| SEZNAM OBRÁZKŮ | | 55 |
| SEZNAM TABULEK..... | | 57 |
| SEZNAM PŘÍLOH..... | | 58 |

ÚVOD

Programovatelné automaty neboli PLC vznikly ke konci 60. let jako reléové zařízení pro řízení strojů. Na počátku PLC dokázaly zpracovat pouze dvouhodnotovou logiku řízení. Analogové signály byly použity až po rozvoji polovodičových součástek. K obsluze programovatelných automatů se využívají vizualizační softwary označované jako HMI/SCADA (Human Machine Interface/Supervisory Control And Data Acquisition) neboli rozhraní mezi člověkem a strojem. V dnešní době se programovatelné automaty vyskytují nejen pro řízení strojů v průmyslovém odvětví, ale můžeme se s PLC setkat jako s přístrojem pro řízení v oblasti zabezpečení.

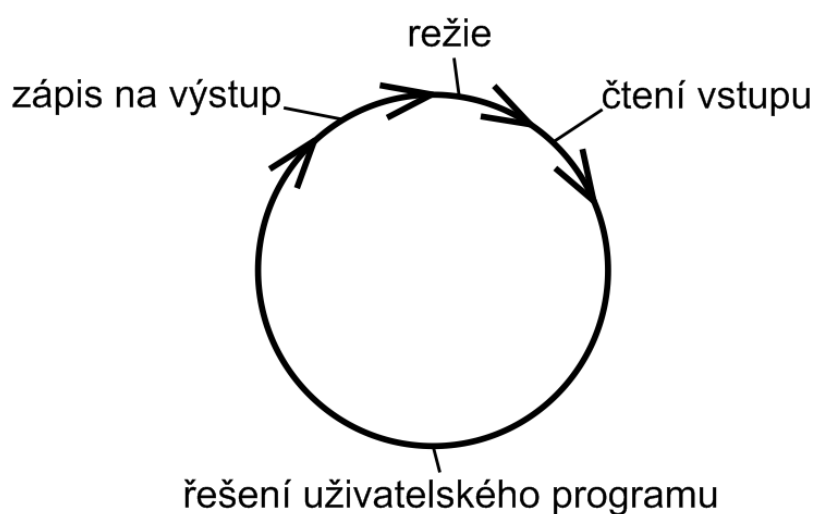
Cílem této práce je upravit a rozšířit model rodinného domku, vytvořit ukázkové programy pro tento model, včetně jejich vizualizace, který je využíván pro výuku programovatelných automatů na Fakultě aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně. Úprava modelu spočívá ve výměně programovatelného automatu za novější typ, výměně předního ovládacího panelu, výměně nefunkčních částí. Cílem rozšíření modelu je obohatit model o další možný počet aktivních prvků, přičemž jejich počet je omezen počtem vstupních a výstupních modulů. Vytvořené ukázkové programy využívají mimo jiné možnosti vzdáleného řízení pomocí GSM modulu, dále je využit webový server PLC, textový operátorský panel a vizualizace s využitím programu ControlWeb.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 PROGRAMOVATELNÝ LOGICKÝ AUTOMAT

1.1 Základní popis programovatelného automatu

Programovatelný logický automat neboli PLC (z anglického Programmable Logic Controller) je malý počítač používaný pro automatizaci procesů v reálném světě. Jedná se o zařízení, které má maximálním způsobem zjednodušit technologický proces. Tyto automaty umožňují provádět kromě základních logických funkcí i operace matematické, přesun dat a zpracovávat analogové signály. PLC automaty jsou odlišné od běžných počítačů tím, že zpracovávají program v otočce cyklu. [1]



Obr. 1. Otočka cyklu PLC

1.2 Rozdělení PLC

Programovatelné automaty můžeme rozdělit z hlediska konstrukce na tyto základní typy:

- Mikro PLC
- Kompaktní PLC
- Modulární PLC

Mikro PLC

Patří mezi nejmenší a nejlevnější programovatelné automaty s pevnou sestavou vstupů a výstupů, které nejsou rozšiřitelné. Obvykle mikro PLC obsahuje pouze 6 binárních vstupů a 6 binárních výstupů. Větší sestavy se liší poměrem počtu vstupů/výstupů (8/6, 8/8, 12/12, atd.). Typickým použitím automatů této třídy je náhrada reléových prvků. Do kategorie

mikro PLC lze řadit například TECOMAT TC500, SIEMENS LOGO nebo Mitsubishi ALFA. [1]



Obr. 2. Mikro PLC TECOMAT TC500 [2], Mitsubishi ALFA [3] a SAIA PCS1 [4]

Kompaktní PLC

Programovatelné automaty v kompaktním provedení mají již větší volbu konfigurace vstupů a výstupů, ale jsou stále omezeny počtem přídatných modulů. Obsahem jednoho PLC této skupiny může být například modul s 8 binárními vstupy, modul s 6 binárními vstupy a modul se 4 univerzálními vstupy pro měření napětí, proudu a čidla PT100. Do této kategorie patří automaty jako TECOMAT TC600 nebo MicroPEL MPC223. [1]



Obr. 3. Kompaktní PLC TECOMAT TC600 [2] a MicroPEL MPC223 [5]

Modulární PLC

Největší volnost ve volbě konfigurace poskytují modulární programovatelné automaty. Jsou tvořeny pevným procesorovým jádrem s napájecím zdrojem, ke kterému se přes sběrnici připojují místní i vzdálené jednotky. Rozšiřovací jednotky mohou být připojeny až na vzdálenost stovek metrů. Do této kategorie patří automaty SAIA: PCD2, PCD3, TECOMAT: Foxtrot nebo Siemens: SIMATIC S7. Při programování a následnou kontrolu těchto automatů je nezbytná součást HMI (Human Machine Interface), tedy rozhraní mezi člověkem a strojem. [1]



Obr. 4. Modulární PLC TECOMAT Foxtrot [2] a SAIA PCD2.M5 [7]

1.3 Hlavní moduly programovatelného automatu

Binární vstupy

Na binární vstupy se připojuje signál s dvouhodnotovým charakterem, kterým je například přepínač, tlačítko, koncový spínač. Vstupy jsou galvanicky odděleny. Na vstupy můžeme připojit napětí stejnosměrné (5V, 12V, 24V, 48V) i napětí střídavé (24V, 48V, 115V, 230V). Přítomnost napětí indikují LED diody. [1]

Binární výstupy

Z binárních vstupů se mohou budít cívky relé, stykače, signálky nebo elektromagnetické spojky, pneumatické nebo hydraulické převodníky. Výstupy mohou být galvanicky odděleny s ochranou proti zkratu. Aktivace výstupů indikují LED diody. [1]

Analogové vstupy

Na analogové vstupy můžeme připojit napěťový vstup nejčastěji v rozsahu 0-10V, nebo proudový vstup v rozsahu 0-20mA, nebo odporová teplotní čidla jako Pt100, Pt1000, Ni1000 atd. Analogové vstupní moduly jsou vybaveny 8, 10 nebo 12 bitovým A/D převodníkem. Používají se pro měření teploty, tlaku, intenzity osvětlení, vlhkosti, síly, hladiny, rychlosti. [1]

Analogový výstup

Výstupní analogový signál bývá nejčastěji v rozsahu 0-10V, -10-10V nebo 0(4)-20mA. Analogové výstupní moduly jsou vybaveny 8, 10 nebo 12 bitovým D/A převodníkem. Používají se pro ovládání spojitých pohonů, frekvenčních měničů, ručičkových měřicích přístrojů a jiné spojitě ovládané akční členy. [1]

2 PROGRAMOVATELNÝ AUTOMAT SAIA

V roce 1920 byla ve Švýcarsku založena firma SAIA AG jako výrobce elektroměrů. V roce 1987 se SAIA AG rozšířila o společnost Burgess. Tím vznikla SAIA-Burgess, která vyrábí produkty pro automatizační technologii. V současnosti nabízí široký sortiment programovatelných automatů SaiaPCD, a to od kompaktního automatu SaiaPCS1, přes nejmenší modulární automat řady SaiaPCD1, až po nejpoužívanější klasickou řadu s plochou konstrukcí SaiaPCD2 a SaiaPCD3. [8]

2.1 SaiaPCD2.M5540

Řada SaiaPCD2.M5 je v podstatě kombinací mechanického provedení PCD2 s obvodovým řešením a vysokou kompatibilitou se všemi technologiemi použitými v řadě PCD3. Ověřené funkce řady PCD2 byly rozšířeny o funkce nové, jako je USB, zabudovaný Ethernet, možnost využívat paměti Flash a nebo další paměťové karty SD (pro zálohování programu, souborový systém pro webové stránky, data, dokumenty atd.).

Páteří systému je základní procesorová jednotka (CPU). K dispozici jsou různá provedení, poskytující široké spektrum výkonů a funkcí. Do každé základní jednotky PCD2 se libovolně umísťuje až 8 I/O moduly, kterých je přes 40 typů. Rozšiřovací jednotky PCD2.C150 / C100 poskytují místo pro další 4 nebo 8 I/O modulů (až do 255 I/O). Rozšiřovací základny PCD3.C100 / C110 a PCD3.C200 v kombinaci s PCD2 umožňují napojit až 1023 I/O. [7]

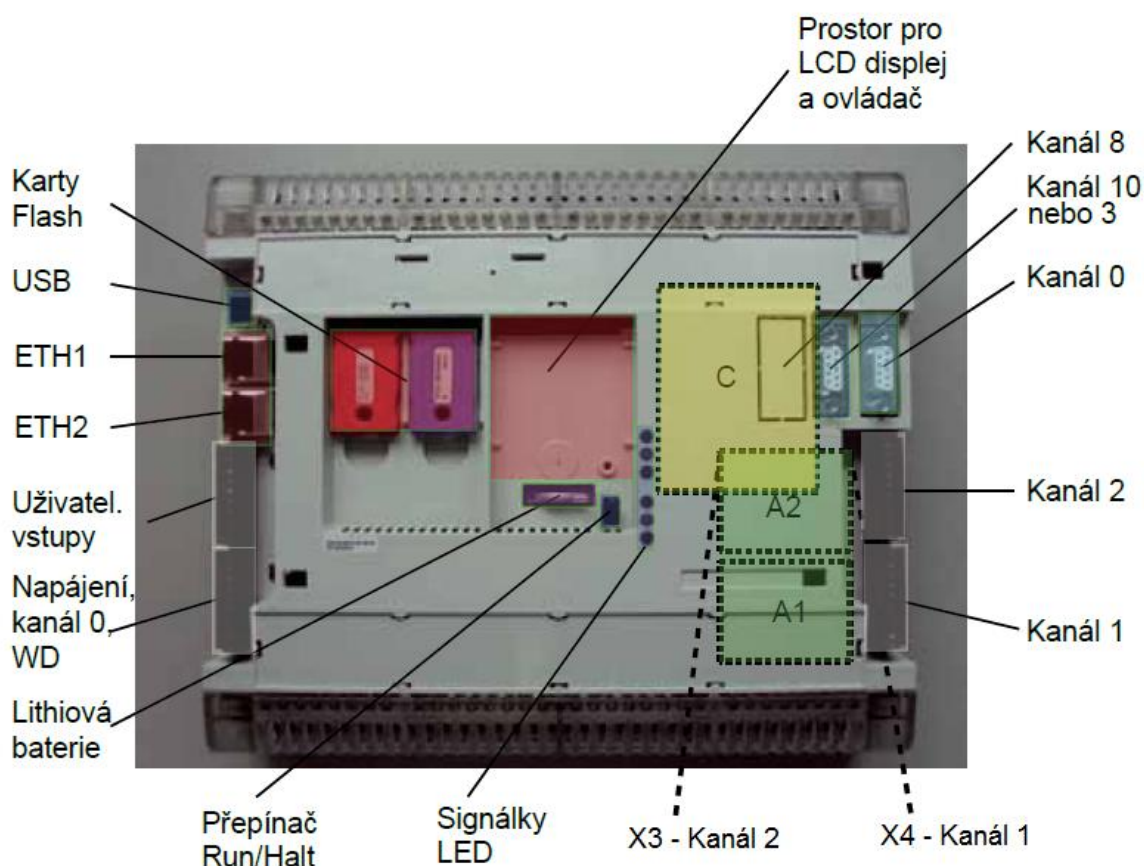
2.1.1 Technické parametry SaiaPCD2.M5540

Mezi hlavní technické parametry pro určení potřebného PLC je maximální počet vstupů a výstupů připojitelných k PLC a komunikační rozhraní.

- Napájecí napětí – 24V DC nebo 19V AC dvojcestně usměrněné (18V DC)
- Spotřeba – 15W pro 64 I/O
- Klimatické prostředí – 0-55°C (vodorovně do 40°C)
- Maximální počet I/O – 128
- Rozšířené I/O pomocí modulů – 896
- Procesor – Motorola CF 5272 / 66Hz

- Paměť – RAM 1MB
- Záložní paměť – Flash 1MB (volitelná)
- Ochrana dat – 3 roky
- Příznaky – 8192 x 1 bit
- Registry – 16384 x 32 bit
- Komunikační rozhraní – RS 232 (PGU), RS 422/485, Profi-S-Net, 2x Ethernet, USB

2.1.2 Popis základních komponent SaiaPCD2.M5540



Obr. 5 Grafické rozvržení PCD2.M5 [7]

Karty Flash

Paměťové karty Flash slouží nejen pro ukládání uživatelského programu, ale mohou obsahovat souborový systém pro uložení dat například pro webový server. Flash karty se připojují na přední část PLC na pozici M1 a M2. Programovatelný automat SaiaPCD2.M5 podporuje tyto paměťové karty PCD7.R500, PCD7.R550M04, PCD7.R551M01.

USB

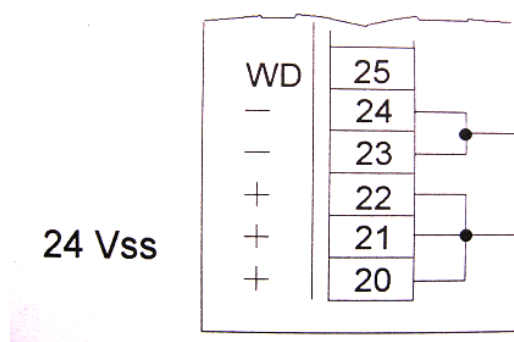
Kanál USB je možné využít jen pro programování. Díky tomu zůstává konektor PGU volný pro jiné komunikační použití (RS 232). Pro použití rozhraní USB je třeba mít na PC instalován software PG5 verze 1.4.200 nebo novější.

ETH1, ETH2

Pro připojení na Ethernet 10/100 Mb/s je použit switch, který automaticky přepíná mezi oběma rychlostmi. Oba konektory mohou být používány navzájem nezávisle.

Napájení

Na svorky 20-22 se přivádí napájení +24V a na svorky 23-24 GND. Kontrolka 24V DC na předním panelu PLC indikuje přítomnost napájení. Žlutá barva kontrolky znamená, že napájení je připojeno. Pokud kontrolka svítí červeně, tak je PLC ve zkratu.



Obr. 6. Napájení PCD2 [7]

Lithiová baterie

Baterie slouží k tomu, aby při výpadku napájení nedošlo ke ztrátě dat nejen v registrech, časovačích, čítačích a hodinách reálného času, ale i v uživatelském programu uloženém v RAM.

Kanál 0

Toto rozhraní je na 9 pólovém konektoru D (zásuvka). Rozhraní se používá nejen pro uvedení stanice do provozu a následného programování, ale taky například pro připojení GSM modemu. Konektor je typu RS 232c, označovaného jako PGU.

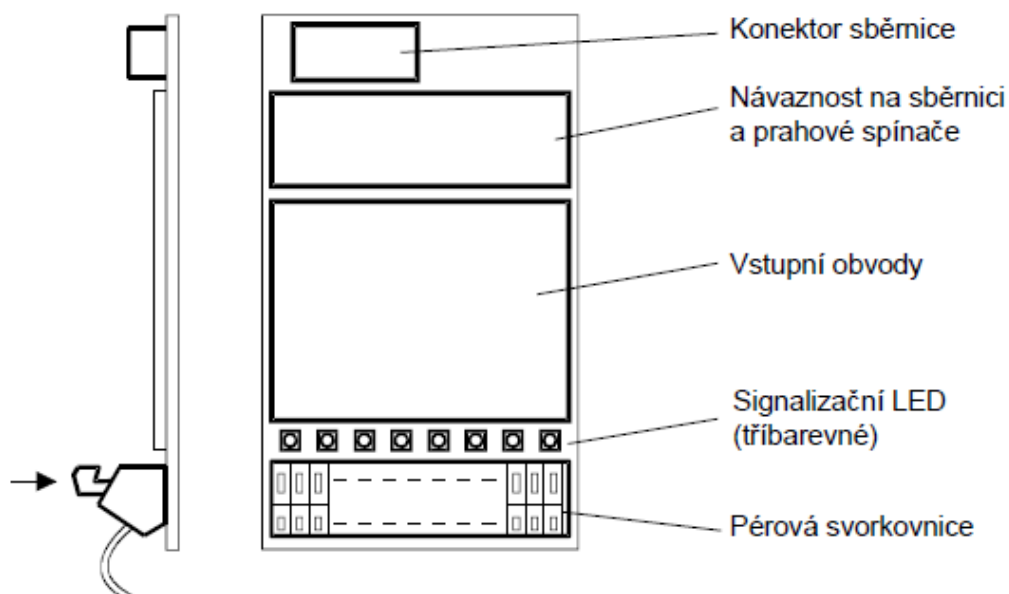
Tabulka 1. Konektor PGU [7]

| Pól | Značení | Význam |
|-----|---------|--------------------------------------|
| 1 | DCD | Detekce připojení zařízení |
| 2 | RXD | Příjem dat |
| 3 | TXD | Vysílání dat |
| 4 | DTR | Řízení směru přenosu |
| 5 | SGN | Signálová zem |
| 6 | DSR | Detekce připravení použití |
| 7 | RTS | Požadavek k vysílání dat |
| 8 | CTS | Protějšek je připraven přijmout data |
| 9 | n. c. | nepřipojeno |

2.2 Vstupní a výstupní moduly

2.2.1 Binární vstupní modul PCD2.E165

Tento vstupní modul obsahuje 16 binárních vstupů s pérovou svorkovnicí. Je vhodný pro elektrické a elektromechanické prvky spínající 24V DC. Zpoždění tohoto modulu je 8ms.



Obr. 7. Binární vstupní modul PCD2.E165 [7]

Pozitivní logika

V zapojení, kde je využívána pozitivní logika, jsou spínací prvky neustále pod napětím. Pokud spínací prvek je sepnut, tak napětí je přivedeno na binární vstup. Binární vstup vyhodnotí velikost napětí. Pokud je napětí v rozsahu 15-30V, tak úroveň signálu je logická

jedna „H“. Pokud je napětí v rozsahu -30-5V, tak úroveň signálu je logická nula „L“. Třibarevná dioda indikuje přítomnosti napětí ve stavech:

- Čidlo sepnuto – stav signálu „H“, LED svítí červeně (zeleně)
- Čidlo rozepnuto – stav signálu „L“, LED nesvítí
- Pokud sousední pár vstupů jsou v „H“, LED svítí žlutě

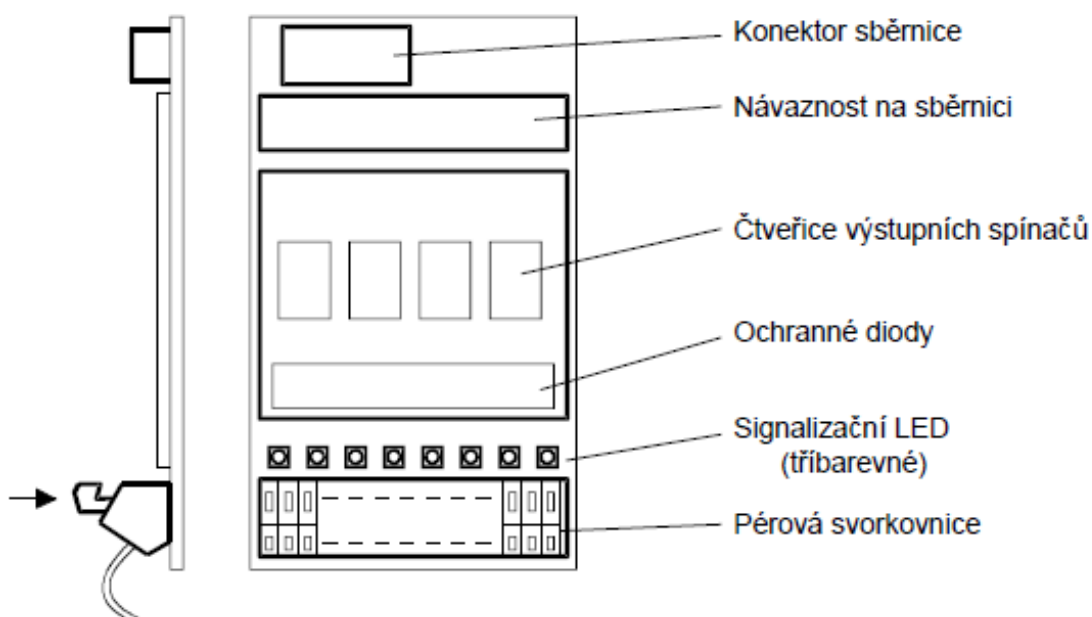
Negativní logika

V zapojení, kde je využívána negativní logika, jsou spínací prvky uzemněny.

- Čidlo sepnuto – stav signálu „L“, LED nesvítí
- Čidlo rozepnuto – stav signálu „H“, LED svítí červeně (zeleně)
- Pokud sousední pár vstupů (E1, E2) jsou v „L“, LED svítí žlutě

2.2.2 Binární výstupní modul PCD2.A465

Tento výstupní modul má 16 binárním výstupů s pérovou svorkovnicí. Je vhodný pro napájení, kde není odebíraný proud vyšší než 500mA, to znamená, že z modulu může být odebírána proud maximálně 8A. Vstupní napájení do modulu může být v rozsahu 10V-30V. Velikost tohoto napětí se projeví na výstupech. Zpoždění modulu je 50 μ s.

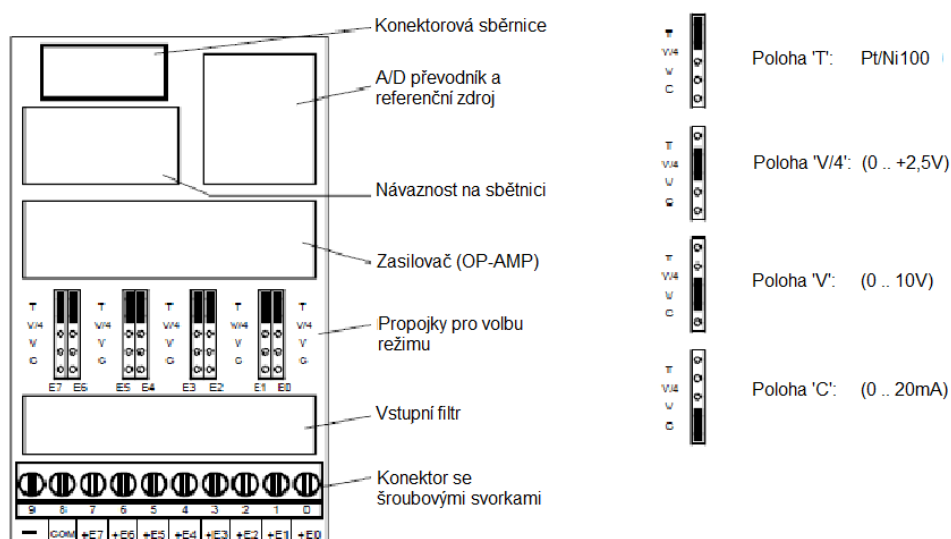


Obr. 8. Binární výstup PCD2.A465 [7]

2.2.3 Analogový vstupní modul PCD2.W340

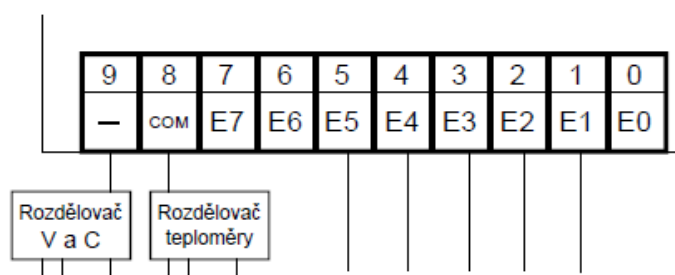
Tento analogový modul má rozlišení 12 bitů s univerzálními 8 vstupy, které jdou zapojit do 4 variant pomocí propojek:

- Napěťový vstup 0-10V DC
- Napěťový vstup 0-2,5V DC
- Proudový vstup 0-20mA
- Teplotní vstup – Pt1000 nebo Ni1000



Obr. 9. Analogový vstup PCD2.W340 [7]

Zapojení pro vstup proudu (poloha ,C') a napětí (poloha ,V' a ,V/4') se liší od teplotního vstupu (poloha ,T'), tím že teplotní čidlo je zapojeno mezi vstup a svorku 8 (COM). Napěťové a proudové vstupy jsou připojeny mezi vstup a svorku 9.



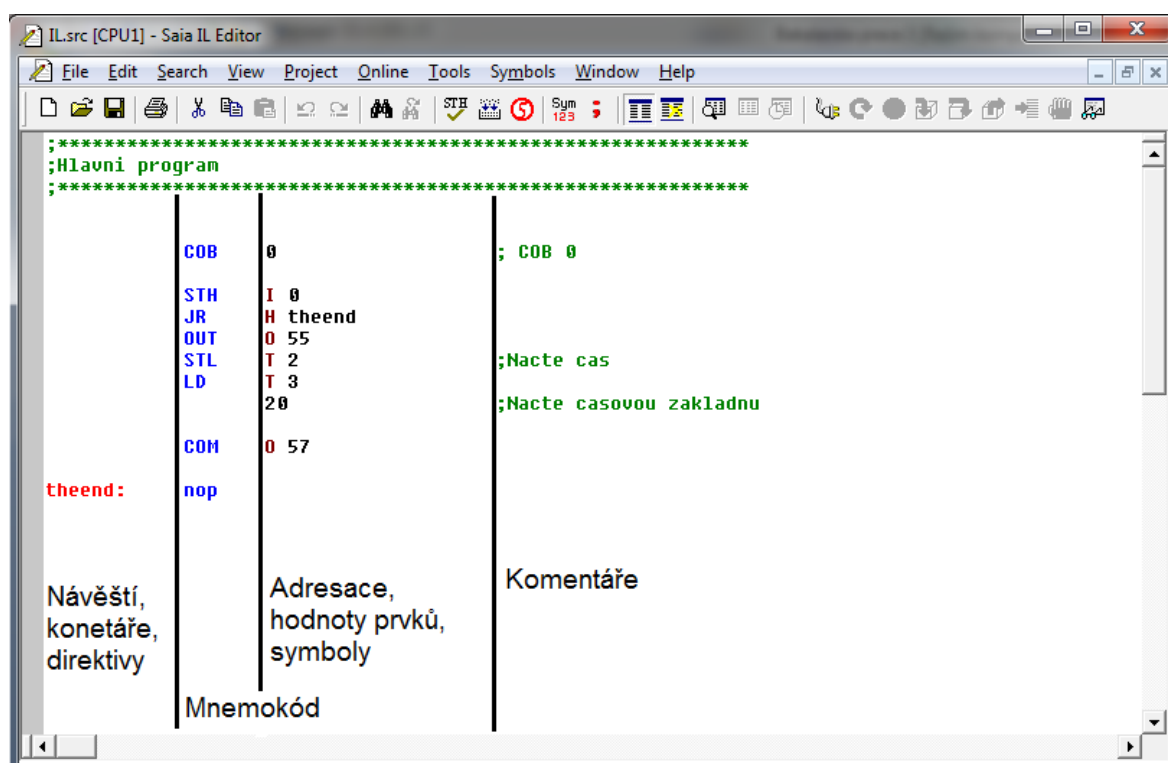
Obr. 10. Zapojení PCD2.W340 [7]

2.3 Vývojové prostředí PG5

Programovací software SaiaPG5 je určen pro programování veškerých automatů řady PCD1-4. Tento programovací software obsahuje několik editorů, ve kterých je možno vytvářet uživatelské programy jako instruction list, graftec, HMI Editor, Fbox builder atd. Veškeré tyto programovací jazyky (režimy) jsou splněny normou IEC 1131-3.

2.3.1 Jazyk posloupnosti instrukcí IL

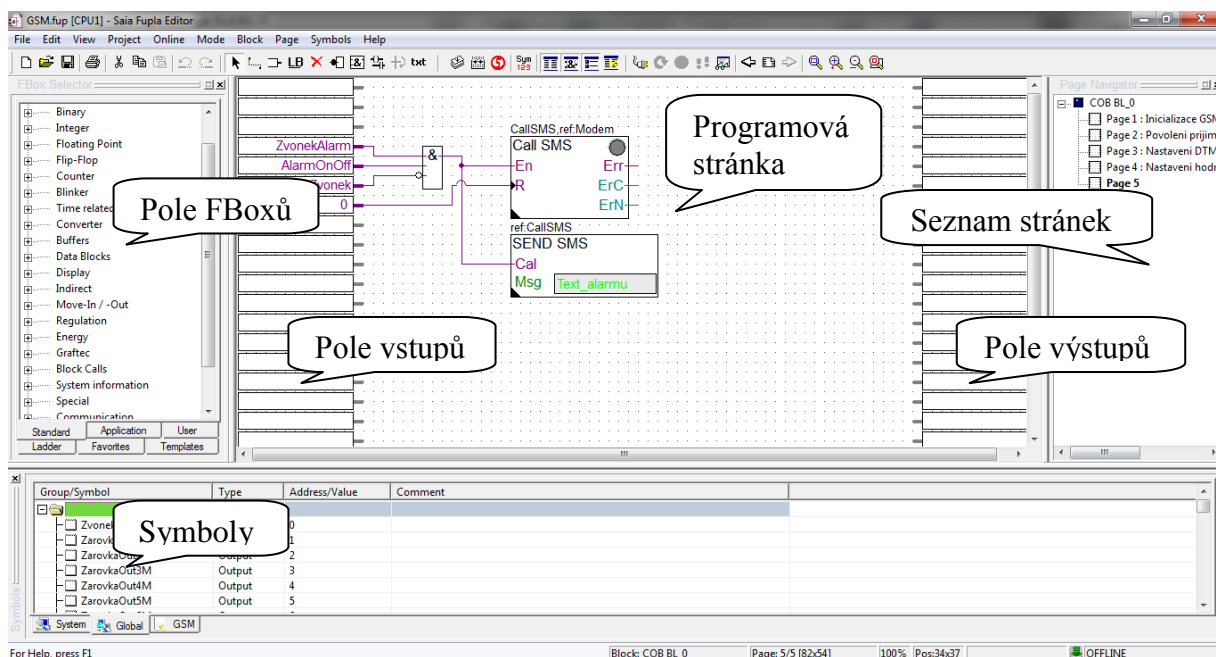
Jazyk posloupnosti instrukcí (Instruction list) je nejzákladnější popis programu, který se podobá programování mikropočítačů v assembleru, označován někdy také jako jazyk mnemokódů. Jazyk se skládá z posloupnosti instrukcí. Každá instrukce je na novém řádku, proto se nehodí pro programování složitějších situací. Kód se pak stává nepřehledným. Při psaní kódu v jazyce posloupnosti instrukcí jsou vlastní instrukce strukturovány do 4 sloupců. První sloupec obsahuje návěští, komentář nebo direktivu. Druhý sloupec obsahuje mnemotechnickou zkratku instrukce. Ve třetím sloupci je operand instrukce. Komentáře k jednotlivým programovým řádkům se píšou do čtvrtého sloupce. [9]



Obr. 11. Instruction list editor

2.3.2 Režim funkčních bloků FBD

Nejrychlejší způsob, jak se seznámit s programováním automatů je začít programovat v tzv. FUPLA z německého slova FunktionPLAN. Režim FBD je grafické prostředí, ve kterém program nepíšete, ale s využitím připraveného sortimentu funkcí kreslíte algoritmus požadované činnosti. Základním stavebním kamenem FUPLA jsou tzv. FBoxy (Funkční "Bloky"), realizující jednotlivé řídicí funkce. Můžeme si je představit jako virtuální přístroje, reprezentované ve schématu obdélníkem se vstupními a výstupními signály. Vlastní programování pak spočívá ve výběru vhodných FBoxů z dostupného sortimentu, v jejich umístění na kreslicí ploše, nakreslení spojů mezi nimi a případném nastavení jejich parametrů. Pro snazší vyhledávání jsou FBoxy příbuzných vlastností sdruženy do skupin a skupiny jsou organizovány do knihoven. Standardní knihovna se instaluje zároveň s PG5, další knihovny mohou být přidány později. Zakoupené knihovny obsahují FBoxy pro řešení úloh zaměřených na vytápění, ventilaci, klimatizaci, vzdálenou komunikaci a pro speciální I/O moduly. Součástí prostřední FUPLA je i editor pro programování kontaktních plánů (KOPLA). V poli FBoxů v záložce „Ladder“ jsou bloky pro programování kontaktních plánů. [10]

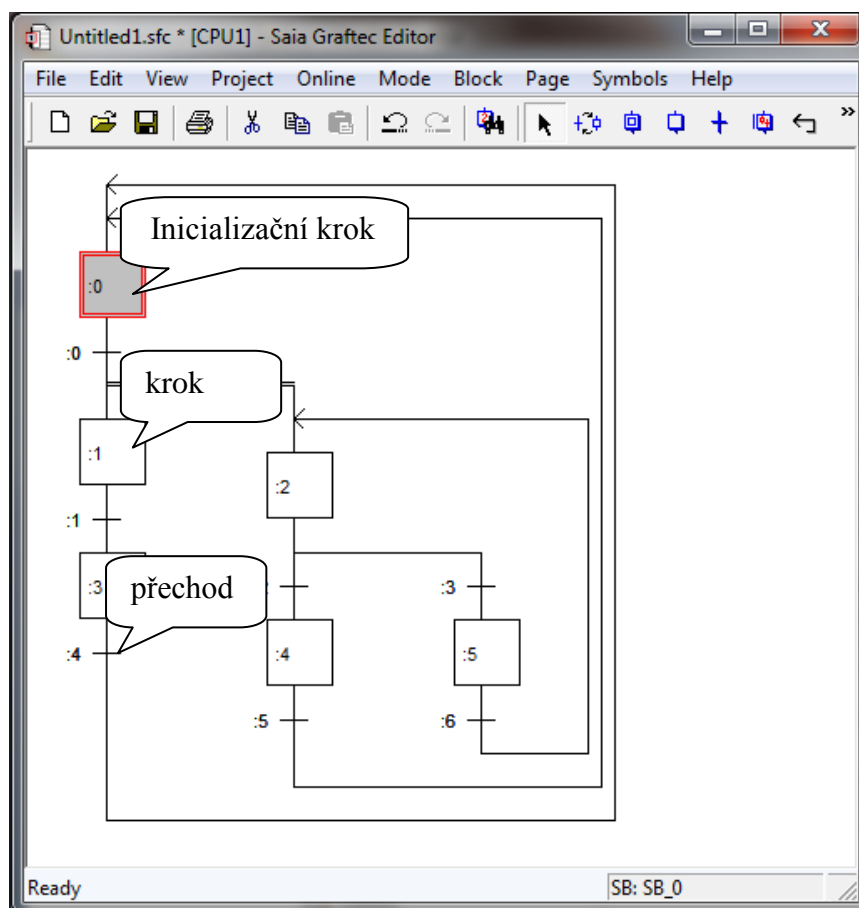


Obr. 12. FuPla Editor

2.3.3 Sekvenční programování

Sekvenční programování je zcela odlišné od jazyka IL nebo režimu FBD. U softwaru PG5 se pro sekvenční programování používá rozhraní Graftec. V rozhraní Graftec se činnost

provádí přesně podle požadované posloupnosti. Sekvenční bloky se skládají jen ze tří typů prvků (inicializační krok, krok, přechod). *Inicializační krok* slouží jako místo, odkud se program začne vykonávat. V části *krok* se provádí vykonání povelů, které jsou buď volány jako FBD nebo IL. *Přechod* slouží jen jako podmínka pro běh programu.



Obr. 13. Graftec Editor

2.4 Operátorské panely

Firma Saia-Burgess nabízí široký sortiment operátorských panelů (terminálů). Od pasivních zobrazovačů, přes inteligentní terminály, až po velké operátorské panely. Pasivní operátorské panely zobrazují texty a částečně grafiku, jejich program je uložený v paměti automatu Saia®PCD. Inteligentní terminály podporující MikroBrowser zobrazují webové stránky z lokálního webového serveru integrovaného v panelu, nebo vzdáleného webového serveru v programovatelném automatu Saia®PCD. Velké operátorské panely jsou vybaveny operačním systémem Windows®XP Embedded, nebo Windows®CE.NET 5.0 a webovým prohlížečem, které jsou uloženy na kartě Flash. Do kategorie velkých operátorských panelů patří řady PCD7.D6 a PCD7.D5. [11]

2.4.1 Textové terminály

Mezi textové terminály od firmy Saia patří řada PCD7.D23x, které jsou vybaveny displejem s rozlišením 128 x 64 bodů. Veškeré nastavení a programování je pomocí editoru HMI, které je součástí softwaru PG5. Do této řady terminálů patří tři výrobky, které se liší pouze pomocným ovládáním a komunikačním rozhraním. Nejzákladnější typ je ovládán pouze rotačním ovladačem. Další typy se ovládají pomocí až 25 tlačítek. Komunikace může být navázána přes rozhraní RS 232, RS 422, RS 485 nebo 9 pólů typu D. Všechny terminály musí být napájeny napětím 24V DC. [12]



Obr. 14. Textové terminály řady PCD7.D23x [12]

2.4.2 Webové terminály

Webové terminály podporující MikroBrowser slouží pro jednoduchou a pohodlnou obsluhu PLC prostřednictvím webových stránek. Programování se provádí pomocí *Web Editoru Project*, který je součástí softwaru PG5. Do kategorie webových terminálů od firmy Saia patří řada PCD7.D4xx, která obsahuje tři produkty (PCD7.D435, PCD.D457, PCD7.D410). Rozdíly mezi těmito terminály jsou v počtu barev, rozlišení a velikosti displeje a pomocném ovládání. Tyto terminály podporují rozhraní Ethernet, RS232, RS485, USB a PS/2. Rozhraní USB je pouze pro servisní účely. Přes PS/2 konektor slouží připojení pro klávesnice nebo čtečky čárového kódu. [13]



Obr. 15. Webové terminály řady PCD7.D4xx. [13]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

3 MODEL RODINNÉHO DOMKU

Cílem této práce je inovace modelu rodinného domku, který je využíván v rámci výuky předmětu PLC. Model je rozšířen o další aktivní prvky. Díky výměně původního PLC PCD2.M120 za PCD2.M5540 je možnost připojení dalších vzdálených zařízení pro řízení tohoto domku. Celý model se skládá ze tří částí. První část tvoří *samotný model domku*, kde jsou umístěny všechny aktivní prvky. Druhá část je *elektronická*, která je umístěna pod první částí. V této části můžeme najít PLC a pomocné desky plošných spojů. Třetí část je *přední panel*, který slouží pro ovládání PLC a indikaci výstupů.

3.1 Samotný model rodinného domku

Celý model domku je postaven na základní dřevěné desce o rozměru 580 x 900 mm. Samotný model domku je tvořen dvěma patry a zahradou. Stropy obou pater jsou vytvořeny z plexiskla, proto aby byl nad domkem lepší přehled z důvodu programování tj. například kontrola světla.



Obr. 16. Samotný model domku

3.1.1 První patro

Toto patro již obsahovalo šest místností s osvětlením a magnetickými čidly pro indikaci otevření oken či dveří. Dále ve dvou místnostech byly umístěny ventilátory, které se vyměnily za menší typy, aby se mohly zabudovat do obvodové zdi. Po inovaci byly do patra přiděleny dva výkonové rezistory, jako simulace topení. Pro zpětnou vazbu s topením byla ještě připojena dvě teplotní čidla. U topení ve větší místnosti je připojen ventilátor, který má urychlit rovnoměrné vytopení celé místnosti. Ventilátor je spuštěn okamžitě s topením.

3.1.2 Druhé patro

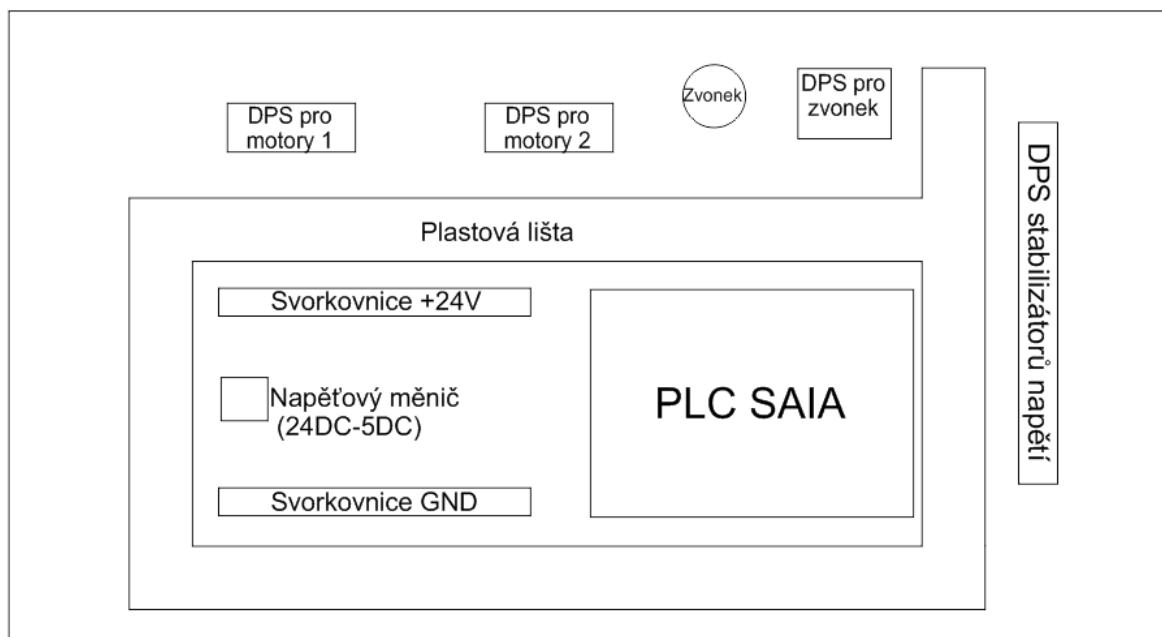
Vystavením druhého patra přibýly tři nové místnosti. V zadní místnosti je pouze jen osvětlení se schodištěm. Přední dvě místnosti jsou vybavením totožné. Obě obsahují osvětlení, topení, ventilaci a teplotní čidlo. Na rozdíl od prvního patra jsou ventilace samostatně ovladatelné. V místnostech je taky možnost větrání pomocí motorem ovládaných oken, které jsou vybaveny koncovými spínači pro informaci plného otevření nebo zavření.

3.1.3 Zahrada

Hlavní změnou na zahradě je zrušení bazénu. Bazén s čerpadlem na vodu byl pro domek dobrý nápad, ale z důvodu přítomnosti vody v modelu poblíž elektroniky se raději odebral. Dále na zahradě byla brána, která byla poháněna mechanikou z CD-ROM. Ta byla taky odebrána, protože se zasekávala při plném otevření. Mechanika byla nahrazena motorem a ozubeným hřebem. Brána je vybavena koncovými spínači. Garážová vrata jsou vyrobena obdobným způsobem jako brána. Oba motory můžeme nalézt ze spodní strany základní dřevěné desky. Osvětlení příjezdové cesty je tvořeno LED diodami, které jsou připojeny na stejný výstup jako osvětlení garáže. Osvětlení vchodu, nášlapný schod a magnetické čidlo branky je ponecháno z původní verze domu.

3.2 Elektronická část

V této části je umístěn programovatelný automat a desky plošných spojů. Veškerá kabeláž je vedena plastovými lištami ke konektorům CANNON na připojení k dalším částem modelu.



Obr. 17. Návrh elektronické části modelu



Obr. 18. Elektronická část modelu

3.2.1 Výměna PLC

Před inovací model domku obsahoval PLC typu PCD2.M120, na kterém bylo využito 40 binárních vstupů, 29 binárních výstupů a 2 analogové vstupy. Nyní je model vybaven novým PLC typu PCD2.M5540, na kterém je využito 58 binárních vstupů, 48 binárních výstupů a 6 analogových vstupů. Výměna PLC byla také z důvodu možnosti připojení dalších přístrojů přes zapojení USB a Ethernet koncovky pro externí řízení modelu domku. U staršího PLC to nebylo možné, protože COM byl využíván pro programování samotného PLC.

3.2.2 Výměna napájení modelu

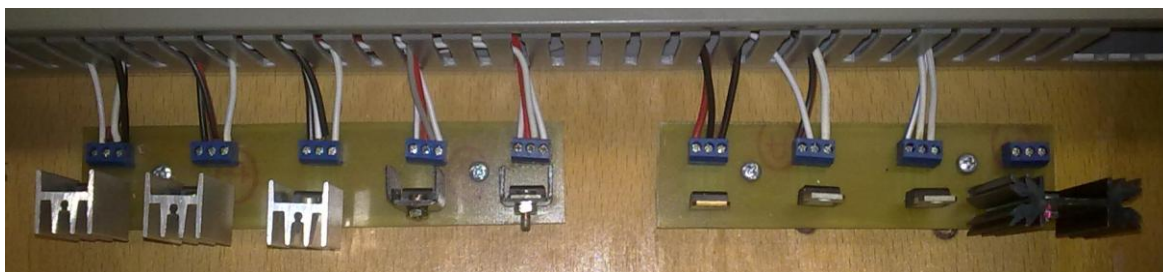
Dříve bylo do modelu připojeno 230V, které pomocí transformátoru a dvoucestného usměrňovače vytvořilo stejnosměrné napětí 24V. Nyní vede do modelu pouze bezpečné napětí z adaptéru s výstupem 24V a maximálním proudem 5A.

3.2.3 Zvuková signalizace

Z předchozího modelu zbyl pouze obvod se zvukovou signalizací, který plnil funkci zvonku a také jako poplašné zařízení alarmu.

3.2.4 Stabilizátory napětí

V modelu je využito 9 stabilizátorů obvodu, které snižují napětí 24V na požadovanou hodnotu. Pro ventilátory v kuchyni, WC a rozvodu tepla bylo použito šest stabilizátorů napětí 7812. Dva stabilizátory napětí 7810 byly použity pro napájení potenciometrů na předním panelu. Toto napětí bylo zvoleno, protože analogový modul PCD2.W340 požaduje rozsah 0-10V. Stabilizátor 7808 byl použit pro napájení zvukové signalizace.



Obr. 19. Stabilizátory napětí

3.2.5 Motory a obvody pro vládání motorů

V modelu se vyskytují 4 motory typu GM12-N20VA. Jedná se o velmi malé motory s velkým točivým momentem. Díky tak malé velikosti motorů nejsou v modelu téměř ani vidět. Technické parametry motoru: jmenovité napětí – 5V, otáčky při zátěži – 35 otáček/min, otáčky bez zátěže – 45 otáček/min, odběr proudu při zátěži – 200mA, odběr proudu bez zátěže – 80mA, krouticí moment při zátěži – 0,77 kg/cm [14]



Obr. 20. Motor GM12-N20VA [14]

Pohon oken a brány

Pohyblivá okna a brána se skládají z pevné a pohyblivé části. Pevná část je tvořena dřevěným krytem, kde je umístěn motor. Plastové čelní ozubené kolo je připevněno na motor, u oken o průměru 8,5 mm, u brány o průměru 21 mm. Pohyblivá část je tvořena oknem z plexiskla, na které je připevněn plastový ozubený hřeben. Tyto 2 části musí na sebe přesně navazovat, protože ozubení hřebene a kola je velmi malé.



Obr. 21. Pohon okna



Obr. 22. Pohon brány

Pohon garážových vrat

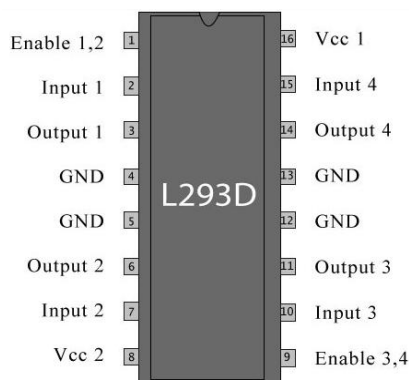
Garážová vrata se otevírají kolem osy o 90° , což by pro motor byla pouze čtvrtina otáčky. Proto se mezi hřídel a motor s plastovým ozubením o průměru 8,5mm muselo přidat další plastové čelní ozubené kolo o průměru 61 mm. Díky tomuto převodu motor musí vykonat 2 otáčky do plného otevření garážových vrat.



Obr. 23. Pohon garážových vrat

Desky plošných spojů motorů

Pro realizaci ovládání motorů, bylo zapotřebí navrhnout elektronický obvod, který by měl zvládnout obousměrné řízení motoru a zabezpečení proti přetížení motoru. Obousměrné řízení je vyřešeno pomocí H-můstku v integrovaném provedení s označením L293D. Díky jednomu integrovanému obvodu (IO) můžeme řídit až 2 dva motory obousměrně.



Obr. 24. Integrovaný obvod L293D [15]

Z obrázku (Obr. 16.) můžeme vidět, že se jedná o 16 pinový IO, kde každá strana ovládá jeden obousměrně řízený motor. Vstupy „Enable 1,2“ a „Enable 3,4“ nejsou při ovládání motoru využity, proto jsou připojeny na +5V. Tyto vstupy se využívají například pro řízení pomocí pulzní šířkové modulace. Výstup „Output 1-4“ je aktivní, pouze když je aktivní i „Input 1-4“. Piny 4, 5, 12, 13 slouží nejen jako potenciál napětí vůči společné zemi, ale i jako odvod tepla z IO. Vstup Vcc1 slouží jako přívod napájení pro IO. Napětí na vstupu Vcc2 určuje velikost napětí na výstupech.

Tabulka 2. Pravdivostní tabulka L293D

| Input | Enable | Output |
|--|--------|--------|
| L | H | L |
| H | H | H |
| X | L | Z |
| H - Hodnota log. "0" L - Hodnota log. "1" Z - Vysoká impedance | | |

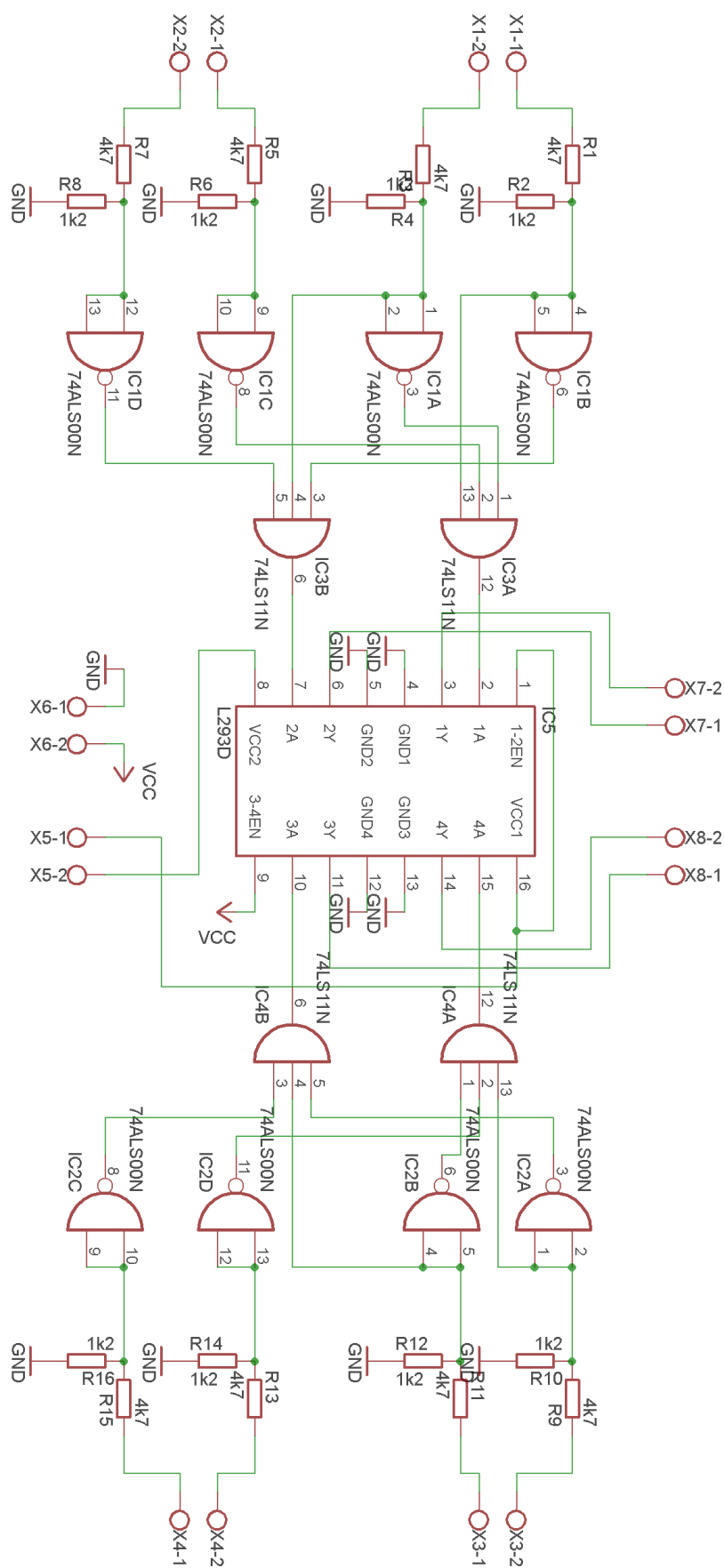
Aby bylo zabezpečeno nepřetížení motoru, bylo nutno vyřešit dva možné stavy. Vypnutí motoru po dojetí na koncový spínač a ošetření proti stisku obou tlačítek otevřít a zavřít. Výsledný logický obvod pomocí pravdivostní tabulky a Karnaughovy mapy má logickou funkci $y_1 = O \cdot \overline{Z} \cdot \overline{K_O}$ a $y_2 = Z \cdot \overline{O} \cdot \overline{K_Z}$, kde y_1 je „input 1“, y_2 je „input 2“, K_Z je koncový spínač zavřeno, K_O je koncový spínač otevřeno, O signál otevření a Z je signál zavření.

Tabulka 3. Pravdivostní tabulka zabezpečení motoru

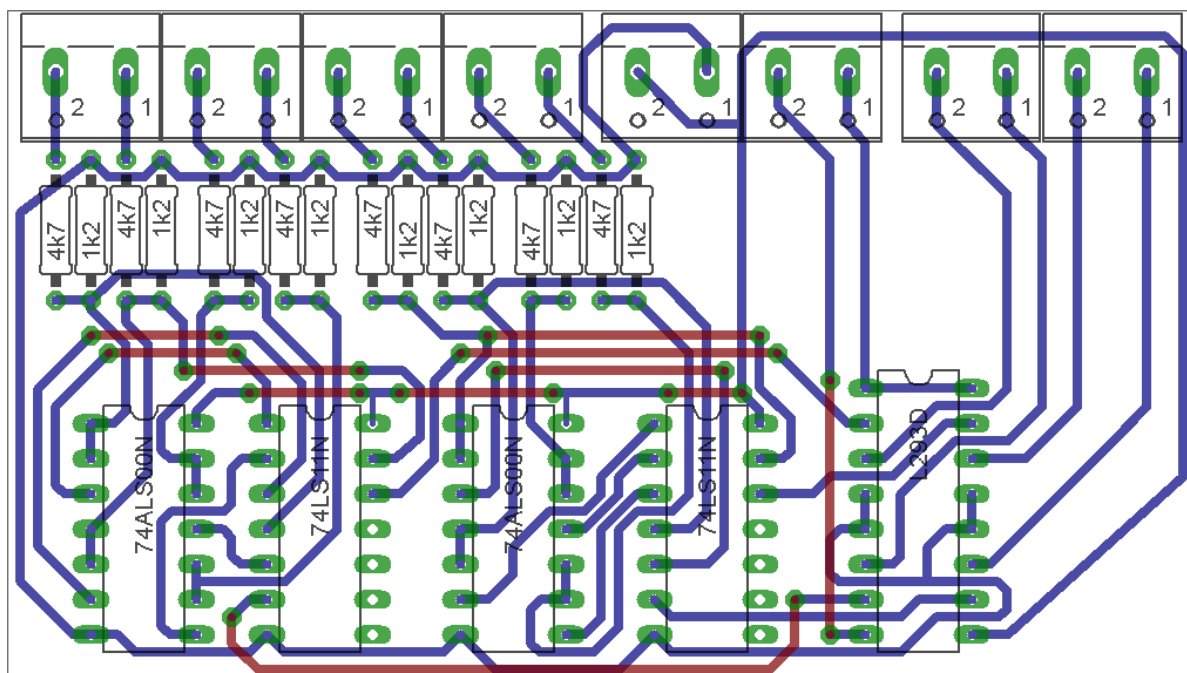
| O | Z | K_O | K_Z | y_1 | y_2 |
|-----|-----|-------|-------|-------|-------|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |

Výsledné elektronické schéma se skládá z H-můstku L293D, dvou hradel 74LS00N (4 x 2 vstupný NAND), dvou hradel 74LS11N (3x 3 vstupný AND), odpory, kterými je vytvořen dělič napětí z 24V na 5V.



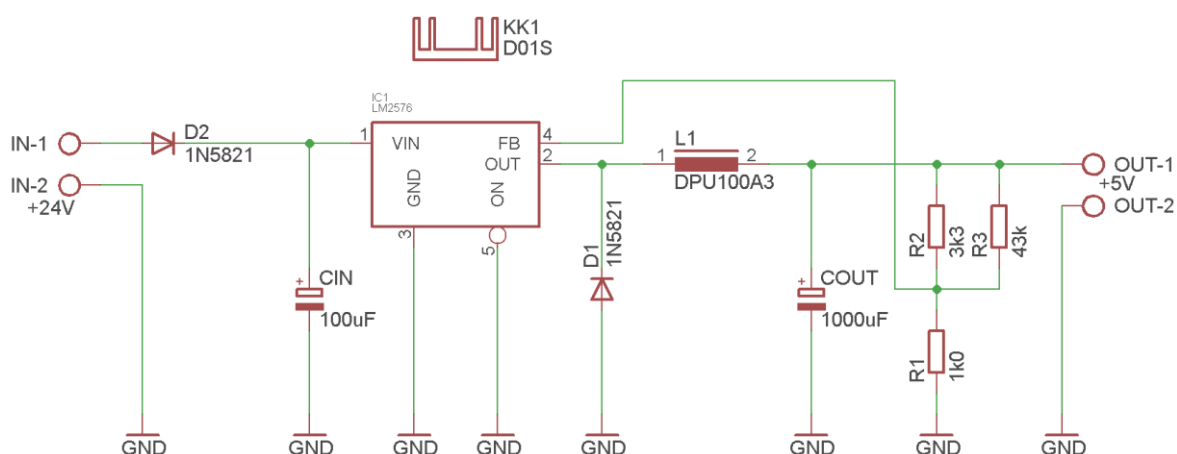
Obr. 25. Elektronické schéma pro zapojení dvou motorů



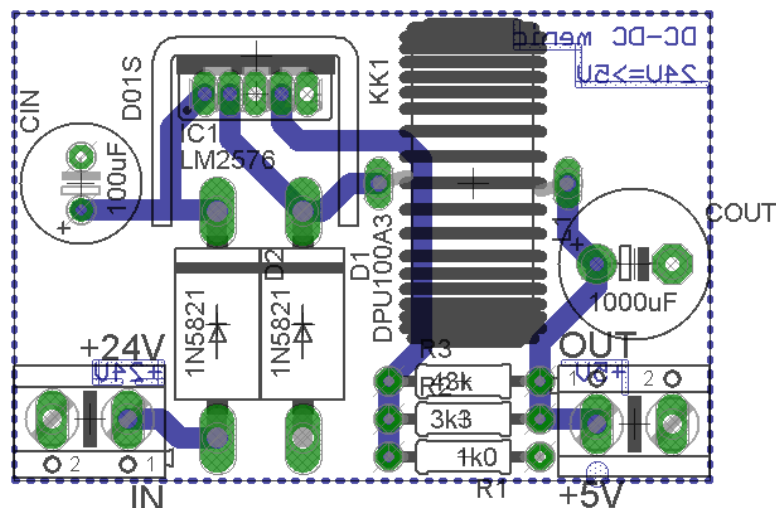
Obr. 26. Deska plošných spojů pro zapojení dvou motorů

3.2.6 Napěťový měnič

Snížení napětí pro napájení bylo zapotřebí pro motory, hradla a H-můstky. Tyto komponenty potřebují jen napětí 5V. Pro vytvoření požadovaného napětí je zvolen napěťový měnič LM2576. Návrh zapojení napěťového měniče byl použit z datasheetu dané součástky. Napěťový měnič byl zvolen z důvodu účinnosti, proto nebyl použit stabilizátor napětí 7805, u kterého by byl problém s chlazením.



Obr. 27. Elektronické schéma napěťového měniče [16]



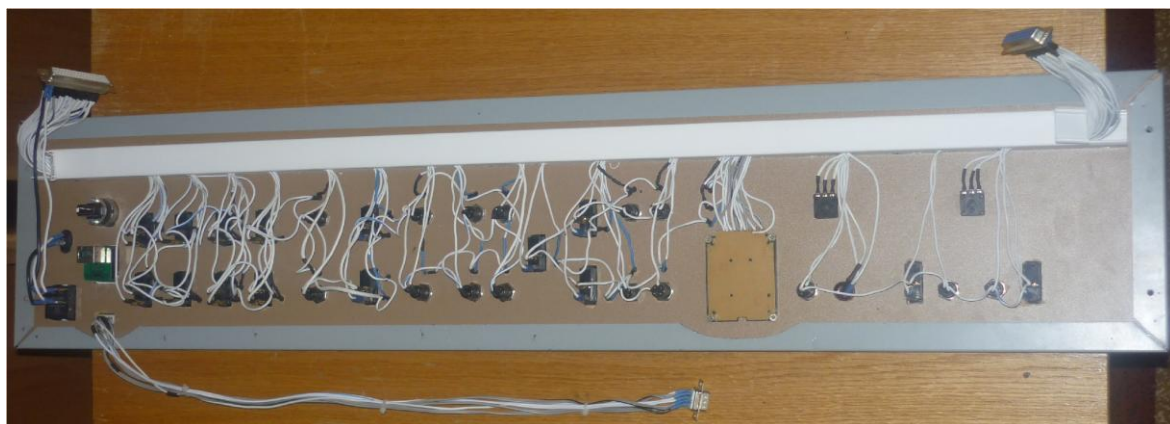
Obr. 28. Deska plošného spoje napěťového měniče

3.3 Přední panel

Na předním panelu jsou umístěny veškeré ovládací a signalizační prvky. Mezi ovládací prvky patří kolébkové spínače, tlačítkové spínače bez aretace, klávesnice a potenciometry. Signalizace je realizována barevnými LED diodami o průměru 3 mm a 10 mm. Panel se dá rozdělit do pěti částí (konektory, první patro, druhé patro, zahrada a volitelné vstupy).



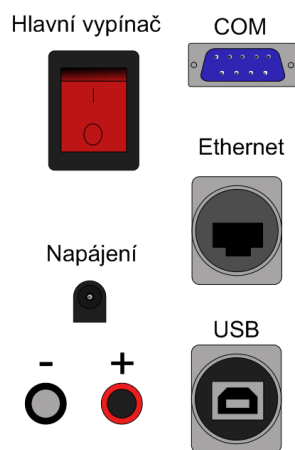
Obr. 29. Přední panel



Obr. 30. Zapojení předního panelu

3.3.1 Konektory

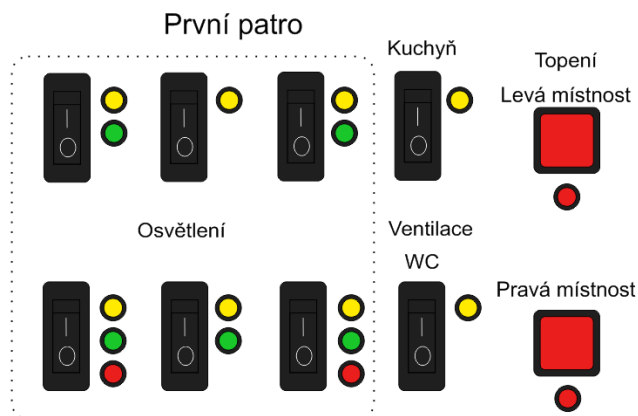
V části konektorů přivádíme napájení z adaptéru do modelu domku. Přívod napětí do panelu je hlavním vypínačem. Dále tady můžeme připojit USB s B konektorem, konektor RJ45 (Ethernet) a externí moduly přes kabel RS 232 (COM). Pod napájení jsou konektory pro připojení napětí 24V pro externí moduly jako terminál PCD7.D232.



Obr. 31. Přední panel – konektory

3.3.2 První patro

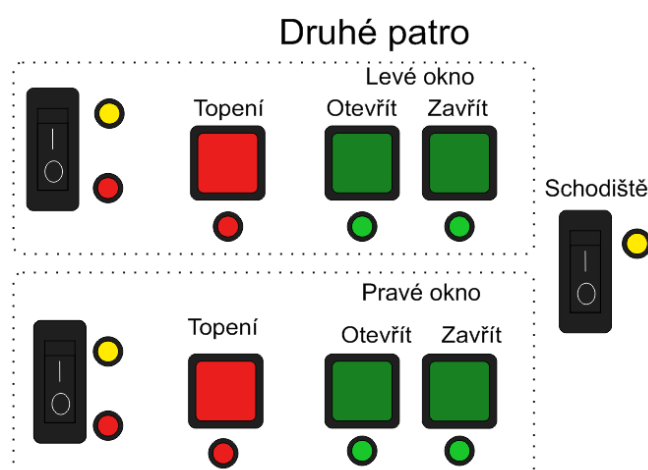
V této části se vyskytuje veškerá část pro ovládání prvního patra. Na panelu je 6 kolébkových spínačů pro osvětlení, vedle nichž jsou LED diody. Žlutá dioda signalizuje osvětlení v dané místnosti. Zelená dioda signalizuje otevření oken či dveří. U místnosti, které jsou vybaveny teplotním čidlem, je červená dioda, která signalizuje vytopení místnosti. Vedle osvětlení jsou dva kolébkové spínače pro ventilaci kuchyně nebo WC. Žluté diody vedle spínačů signalizují aktivitu ventilátoru. Červené tlačítka bez aretace jsou určena k vytápění v předních místnostech.



Obr. 32. Přední panel – první patro

3.3.3 Druhé patro

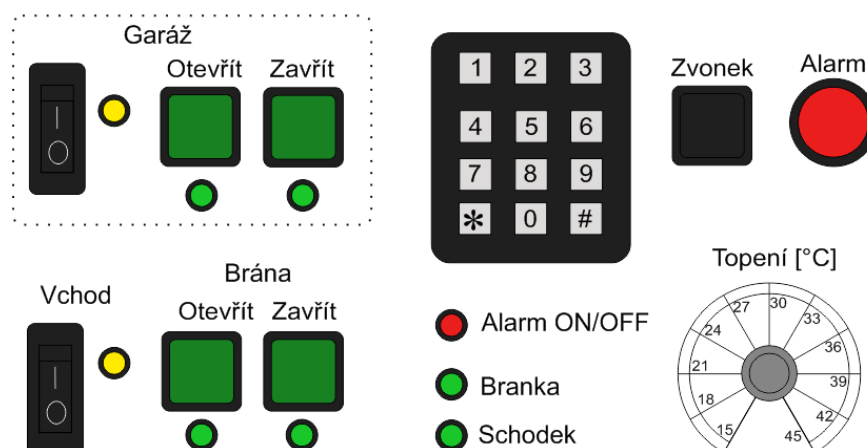
V panelu druhého patra jsou použity opět kolébkové spínače, žluté LED diody pro spínání a indikaci aktivity světla v místnosti. Červené LED diody vedle kolébkového spínače signalizují vytopení místnosti. Červená tlačítka bez aretace jsou určena k vytápění v místnostech, aktivita topení je signalizována červenými LED diodami. Zelená tlačítka jsou určena pro manipulaci s okny. Zelené diody jsou určeny pro signalizaci úplného otevření či zavření okna.



Obr. 33. Přední panel – druhé patro

3.3.4 Zahrada

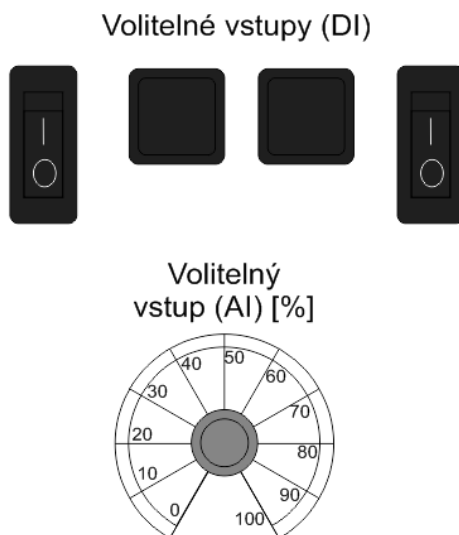
Tato část obsahuje nejen spínače pro ovládání osvětlení garáže a vchodu, ale také tlačítka pro ovládání brány a garážových vrat. Dále je do této části zahrnuta i klávesnice, tlačítko pro zvonek, červené LED diody pro indikaci alarmu a potenciometr pro nastavení teploty v domě. Zelené diody signalizují sepnutí schodku nebo otevření branky.



Obr. 34. Přední panel – zahrada

3.3.5 Volitelné vstupy

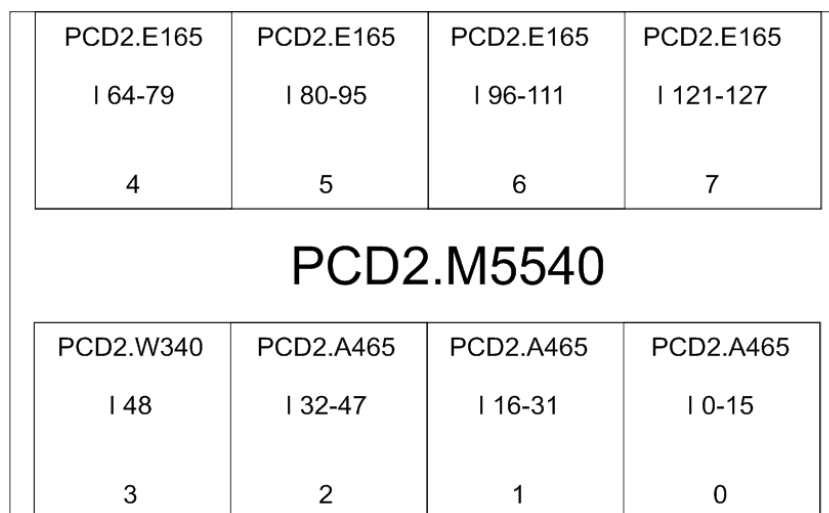
Poslední část panelu je vybavena potenciometrem, dvěma kolébkovými spínači a dvěma tlačítky bez aretace. Tyto ovládací prvky je možné využít pro další možnosti z hlediska řízení modelu.



Obr. 35. Přední panel – volitelné vstupy

4 VSTUPY A VÝSTUPY MODELU

Programovatelný automat PCD2.M5540 je vybaven osmi místy pro možnost uložení modulu. V modelu je obsazeno všech 8 míst. Tři místa zabírají moduly PCD2.E164 po šestnácti binárních výstupech. Čtyři místa jsou zabrány modulem PCD2.A465 po šestnácti binárních vstupech. Poslední místo je zabráno osmi vstupním analogovým modulem PCD2.W340.



Obr. 36. Rozvržení modulů PCD2

4.1 Binární vstupy

Tabulka 4. Binární vstupy

| Adresa | Funkce |
|--------|------------------------------|
| I 64 | Zvonek |
| I 65 | Vypínač žárovka místnost 1 |
| I 66 | Vypínač žárovka místnost 2 |
| I 67 | Vypínač žárovka místnost 3 |
| I 68 | Vypínač žárovka místnost 4 |
| I 69 | Vypínač žárovka místnost 5 |
| I 70 | Vypínač žárovka místnost 6 |
| I 71 | Vypínač žárovka garáž |
| I 72 | Vypínač žárovka Vchod |
| I 73 | Tlačítko zavřít bránu |
| I 74 | Tlačítko otevřít bránu |
| I 75 | Koncový spínač zavřít bránu |
| I 76 | Koncový spínač otevřít bránu |
| I 77 | Tlačítko zavřít garáž |
| I 78 | Tlačítko otevřít garáž |

| | |
|-------|--|
| I 79 | Koncový spínač zavřít garáž |
| I 80 | Koncový spínač otevřít garáž |
| I 81 | Magnetické čidlo okno 1 |
| I 82 | Magnetické čidlo okno 3 |
| I 83 | Magnetické čidlo okno 6 bok |
| I 84 | Magnetické čidlo okno 6 přední |
| I 85 | Magnetické čidlo vchod |
| I 86 | Magnetické čidlo okno 4 |
| I 87 | Magnetické čidlo branka |
| I 88 | Schodek |
| I 89 | Tlačítko ventilátor WC |
| I 90 | Tlačítko ventilátor kuchyň |
| I 91 | Klávesa 1 |
| I 92 | Klávesa 2 |
| I 93 | Klávesa 3 |
| I 94 | Klávesa 4 |
| I 95 | Klávesa 5 |
| I 96 | Klávesa 6 |
| I 97 | Klávesa 7 |
| I 98 | Klávesa 8 |
| I 99 | Klávesa 9 |
| I 100 | Klávesa 0 |
| I 101 | Klávesa * |
| I 102 | Klávesa # |
| I 103 | Tlačítko topení 4 místnost |
| I 104 | Tlačítko topení 6 místnost |
| I 105 | Vypínač žárovka místnost 7 (schodiště) |
| I 106 | Vypínač žárovka místnost 8 |
| I 107 | Vypínač žárovka místnost 9 |
| I 108 | Tlačítko topení 8 místnost |
| I 109 | Tlačítko topení 9 místnost |
| I 110 | Tlačítko zavřít okno levé |
| I 111 | Tlačítko otevřít okno levé |
| I 112 | Koncový spínač zavřít okno levé |
| I 113 | Koncový spínač otevřít okno levé |
| I 114 | Tlačítko zavřít okno pravé |
| I 115 | Tlačítko otevřít okno pravé |
| I 116 | Koncový spínač zavřít okno pravé |
| I 117 | Koncový spínač otevřít okno pravé |
| I 118 | Volitelný vstup 1 |
| I 119 | Volitelný vstup 2 |
| I 120 | Volitelný vstup 3 |
| I 121 | Volitelný vstup 4 |

4.2 Binární výstupy

Tabulka 5. Binární výstupy

| Adresa | Funkce |
|--------|--------------------------------|
| O 0 | Alarm a zvonek |
| O 1 | Žárovka místnost 1 + LED |
| O 2 | Žárovka místnost 2 + LED |
| O 3 | Žárovka místnost 3 + LED |
| O 4 | Žárovka místnost 4 + LED |
| O 5 | Žárovka místnost 5 + LED |
| O 6 | Žárovka místnost 6 + LED |
| O 7 | Žárovka garáž + cesta + LED |
| O 8 | Žárovka vchod + LED |
| O 9 | Motor zavřít bránu |
| O 10 | Motor otevřít bránu |
| O 11 | Motor zavřít garáž |
| O 12 | Motor otevřít garáž |
| O 13 | Motor ventilace WC + LED |
| O 14 | Motor ventilace kuchyň + LED |
| O 15 | Brána LED zavřeno |
| O 16 | Brána LED otevřeno |
| O 17 | Garáž LED zavřeno |
| O 18 | Garáž LED otevřeno |
| O 19 | Branka LED otevřena |
| O 20 | Alarm ON/OFF LED |
| O 21 | Okno otevřeno LED místnost 1 |
| O 22 | Okno otevřeno LED místnost 3 |
| O 23 | Okno otevřeno LED místnost 4 |
| O 24 | Okno otevřeno LED místnost 6-6 |
| O 25 | Vchodové dveře otevřeny LED |
| O 26 | Schodek LED |
| O 27 | Topení místnost 4 + LED |
| O 28 | Vytopena místnost 4 LED |
| O 29 | Topení místnost 6 +LED |
| O 30 | Vytopena místnost 6 LED |
| O 31 | Topení místnost 8 + LED |
| O 32 | Vytopena místnost 8 LED |
| O 33 | Ventilace místnost 8 |
| O 34 | Topení místnost 9 + LED |
| O 35 | Vytopena místnost 9 LED |
| O 36 | Ventilace místnost 9 |
| O 37 | Žárovka místnost 7 + LED |
| O 38 | Žárovka místnost 8 + LED |
| O 39 | Žárovka místnost 9 + LED |

| | |
|------|--------------------------|
| O 40 | Motor zavřít levé okno |
| O 41 | Motor otevřít levé okno |
| O 42 | Motor zavřít pravé okno |
| O 43 | Motor otevřít pravé okno |
| O 44 | Levé okno otevřeno LED |
| O 45 | Levé okno zavřeno LED |
| O 46 | Pravé okno otevřeno LED |
| O 47 | Pravé okno zavřeno LED |

4.3 Analogové vstupy

Tabulka 6. Analogové vstupy

| Bázová adresa | Adresace | Funkce | Nastavení W340 |
|---------------|----------|---------------------|----------------|
| I 48 | i 0 | Potenciometr topení | mV |
| | i 1 | Potenciometr volený | 1:1 |
| | i 2 | Teplota místnost 6 | Pt1000 |
| | i 3 | Teplota místnost 4 | Pt1000 |
| | i 4 | Teplota místnost 9 | Pt1000 |
| | i 5 | Teplota místnost 8 | Pt1000 |

5 PROGRAMOVÁ ČÁST

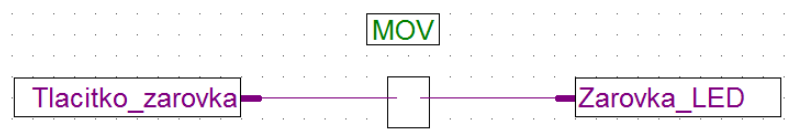
V programové části jsou popsány dílčí ukázky funkcí modelu a jejich ukázky programu. Dále tato část obsahuje ukázku řešení Control Webu, GSM modulu a operátorských panelů. Veškeré níže uvedené ukázky programů jsou vytvořeny v editoru funkčních bloků nebo sekvenčních bloků.

5.1 Funkce modelu

Tento model rodinného domku obsahuje možnost ovládání osvětlení, otevření oken a dveří, ventilace, topení, alarm a mechanický pohyb brány, oken a garážových vrat.

5.1.1 Osvětlení, zvonek a ventilace

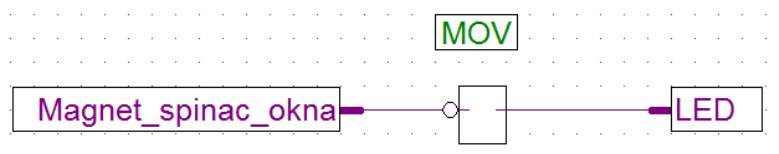
Funkce osvětlení je řešena tak, že je-li odpovídající kolébkový spínač na panelu sepnut, tak napětí 24V se přivede na vstupní binární modul PLC. Příslušný program přenesení log. „1“ na požadovaný výstup. Na binární výstup je připojena daná žárovka, ke které je paralelně připojena LED dioda s předřadným odporem na panelu. Funkce ventilace je obdobně, ale výstup je veden přes stabilizátor napětí. Funkce zvonku je řešen stejně jako osvětlení, jen je ovládán vratným tlačítkem na panelu.



Obr. 37. Ukázka programu osvětlení

5.1.2 Otevření oken a dveří

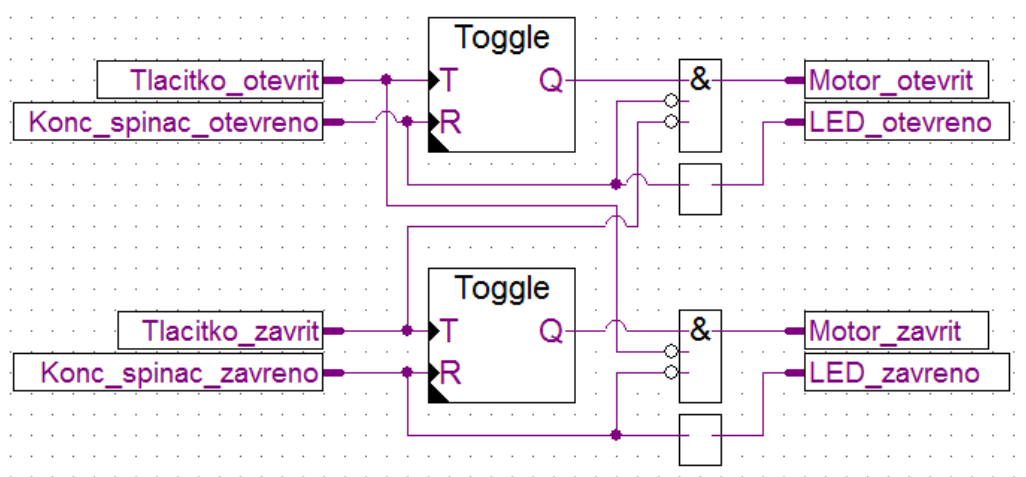
Funkce otevření je řešena tak, že je-li odpovídající okno či dveře otevřeno, tak je magnetický kontakt rozepnut a na binární vstup PLC není přivedeno napětí. Příslušný program neguje vstup a tuto hodnotu převede na příslušný výstup, na kterém je připojena LED dioda s předřadným odporem na panelu.



Obr. 38. Ukázka programu otevření okna

5.1.3 Mechanický pohyb oken, brány a garážových vrat

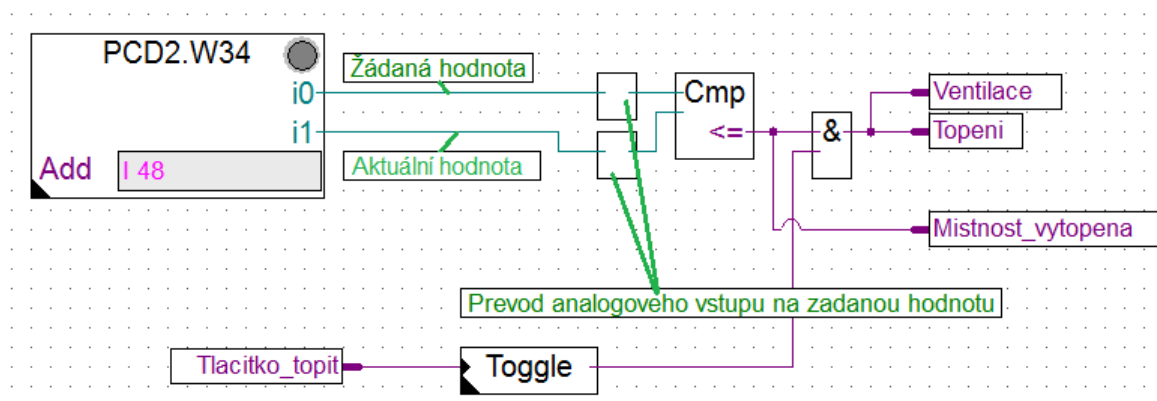
Mechanické funkce jsou řešeny tak, že je-li odpovídající vratné tlačítko na panelu nebo koncový spínač v modelu stisknut, tak se napětí 24V přivede na binární vstup PLC. Příslušný program vyhodnotí otevírání nebo zavírání brány, tato informace z binárního výstupu je přivedena na pomocný elektrický obvod pro řízení obousměrného motoru. Další ovladatelný binární výstup signalizuje na panelu, je-li otevřeno okno nebo brána či garážová vrata.



Obr. 39. Ukázka programu na mechanický pohyb

5.1.4 Topení

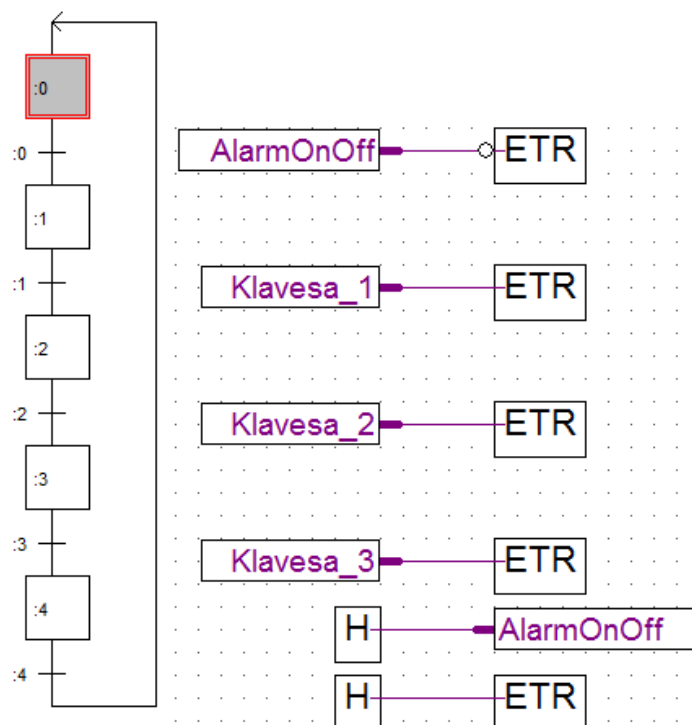
Funkce topení je řešena tak, že je-li odpovídající vratné tlačítko na panelu stisknuto, tak se napětí 24V přivede na binární vstup PLC. Potenciometrem na předním panelu se nastavuje požadovaná hodnota topení. Tento potenciometr je přiveden na analogový modul PCD2.W340. Na tento modul je připojeno i čidlo pro danou místnost. Příslušný program vyhodnotí binární a analogové vstupy, a začne vytápět model domku. Tato informace se přenesse na daný binární výstup, na kterém je připojen výkonový odpor, který plní funkci topení v modelu. Paralelně k tomuto výstupu je připojena LED dioda na panelu s předřadným odporem. Další ovladatelný binární výstup signalizuje na panelu, je-li místnost vytopena. Výstupy pro vládání ventilace u topení v patře modelu domku jsou jen pro rychlejší vytopení v místnosti.



Obr. 40. Ukázka programu pro topení

5.1.5 Alarm

Funkce alarmu slouží k vyzkoušení sekvenčního programování. Jako vstupy do této části programu je klávesnice na panelu. Příslušný program vyhodnocuje postupně stlačená čísla na klávesnici a vyhodnotí, zda daná sekvence zapne nebo vypne alarm. Zpuštění alarmu nastává, když je otevřeno některé okno nebo dveře. Ovladatelné výstupy jsou Alarm ON/OFF a Alarm. Alarm ON/OFF slouží k indikaci zapnutí alarmu. Alarm slouží jako signalizace zpuštěného alarmu, tento výstup je paralelně spojen se zvukovou signalizací.



Obr. 41. Ukázka sekvenčního programu pro alarm

5.2 ControlWeb

ControlWeb je aplikace pro řízení a indikaci v průmyslu v reálném čase. Mezi jeho základní funkce patří ovládání různých veličin spojitých, binárních nebo textových a zobrazování stavu těchto veličin. V kombinaci se silnou podporou komunikace po síti je možné vizualizovat celý průmyslový proces. Díky otevřené architektuře ovladačů je schopný spolupracovat se zařízeními jako PLC, samostatnými vstupně-výstupními moduly, měřicí karty nebo www servery. [17]

Pro komunikaci ControlWebu s PLC je nutné mít nainstalovaný ovladač od firmy Saia. Pro daný ovladač je zapotřebí definovat rozsah a typ vstupních a výstupních adres pro parametrický (*.par) a mapovací (*.dmf) soubor. Při dalším programování se využívá předem nadefinovaná paleta přístrojů. V níže uvedené vizualizaci (viz Obr. 42) jsou použity přístroje „image“, v nichž je využívána vlastnost viditelnost přístroje. Pomocí přístroje „tab_switch“ je rozdělena vizualizace pro řízení topení, osvětlení nebo zabezpečení.

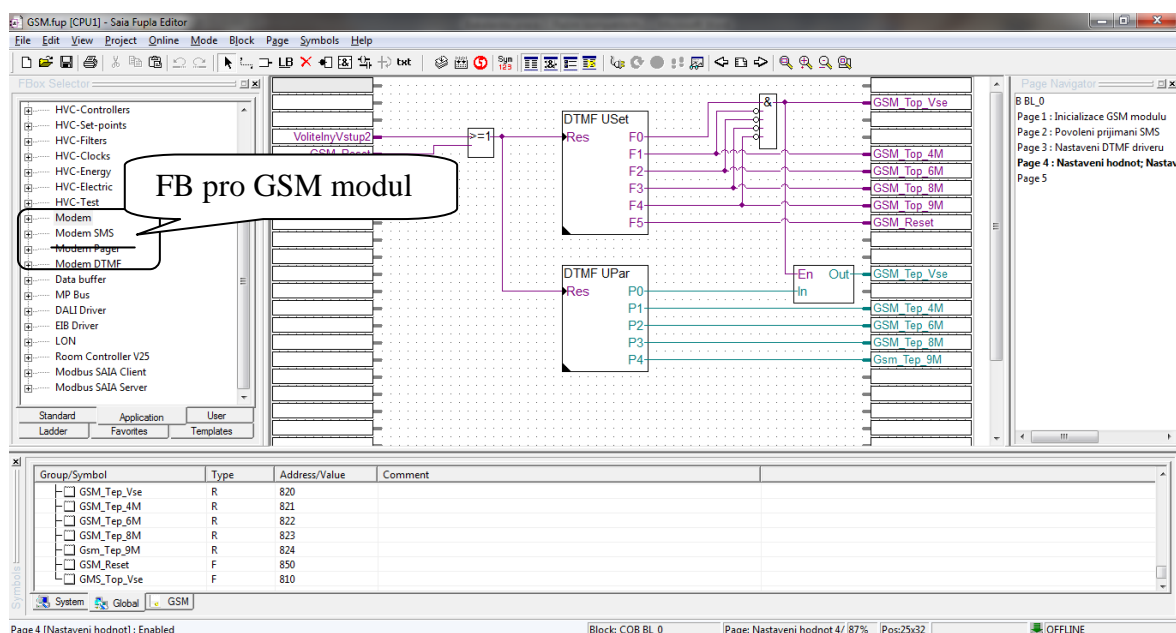


Obr. 42. Ukázka programu v ControlWebu

5.3 GSM modul

Hlavní využití GSM modulů je například pro zajištění nemovitostí proti vloupání, aktivace topení pomocí SMS před příjezdem na chatu, prozvonění GSM modulu pro otevření vrat garáže nebo monitorování vodní hladiny při záplavách.

Pro řízení modelu rodinného domku byl použit GSM modul od firmy Teltonika s označením ModemCOM/G10. Díky tomuto modulu může pomocí SMS ovládat topení a monitorovat zabezpečení v domku. Pomocné funkční bloky při programování GSM modulu jsou v poli FBboxů v záložce „Application -> Modem (Modem SMS, Modem DTMF)“. Funkční blok *Modem Driver 18* slouží pro komunikaci GSM modulu s PLC. Princip posílání SMS zpráv využívá FBox *SEND SMS*, který obsahuje text SMS zprávy a FBox *Call SMS*, který odešle danou zprávu na nastavené telefonní číslo. Princip přijímání zpráv je takový, že se využije funkčních bloků *Poll SMS* a *Modem DTMF* pro aktivaci komunikace. Přijatá SMS zpráva je zaznamenána v FBoxech *DTMF USet* pro binární hodnoty a *DTMF UPar* pro celočíselné hodnoty. Pomocný FBox *Read GSM Level* slouží pro čtení úrovně signálu, ale ten není nutný pro komunikaci.

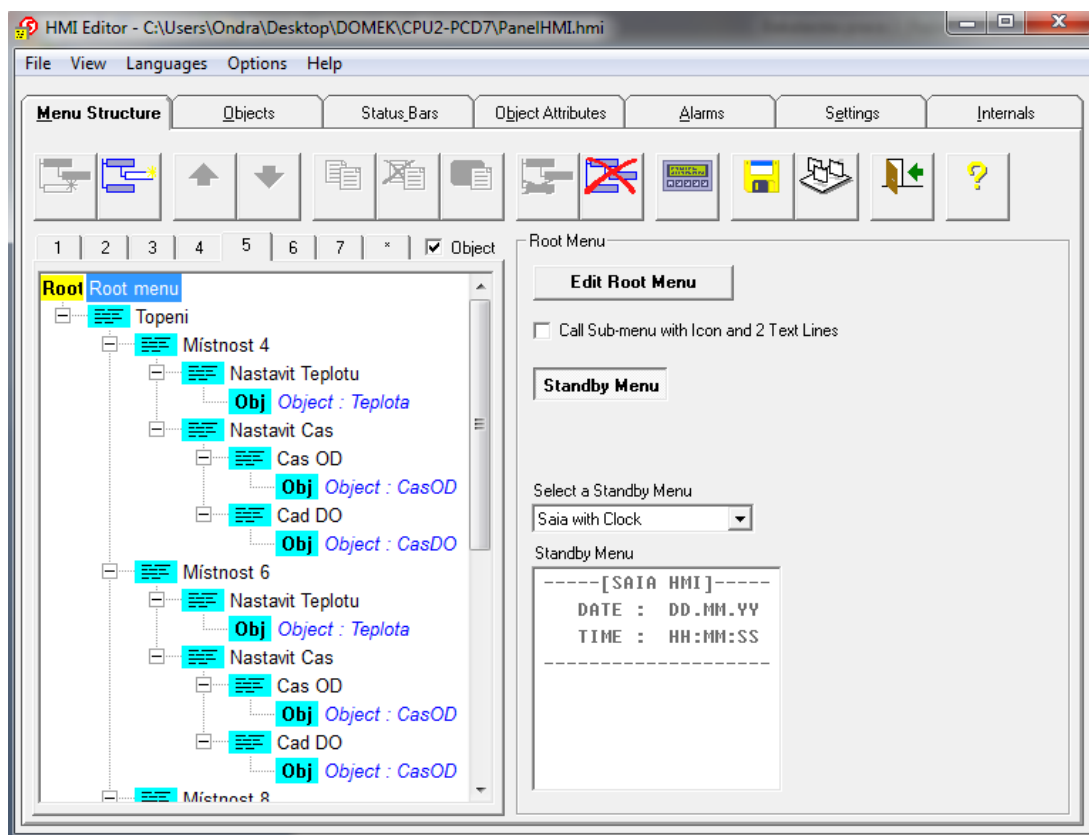


Obr. 43. Ukázka programu pro GSM modul

5.4 Textový terminál

Pro řízení modelu rodinného domku byl použit terminál PCD7.D232. V ukázce programu (viz Obr. 44) je terminál využit jako regulátor vytápění jednotlivých místností IRC (Individual Room Control), díky kterému je zajištěna dokonalá regulace teploty

jednotlivých místností včetně časového programu. Při programování se využívá editor HMI Files (*.hmi), ve kterém se vkládají objekty do hierarchické struktury.



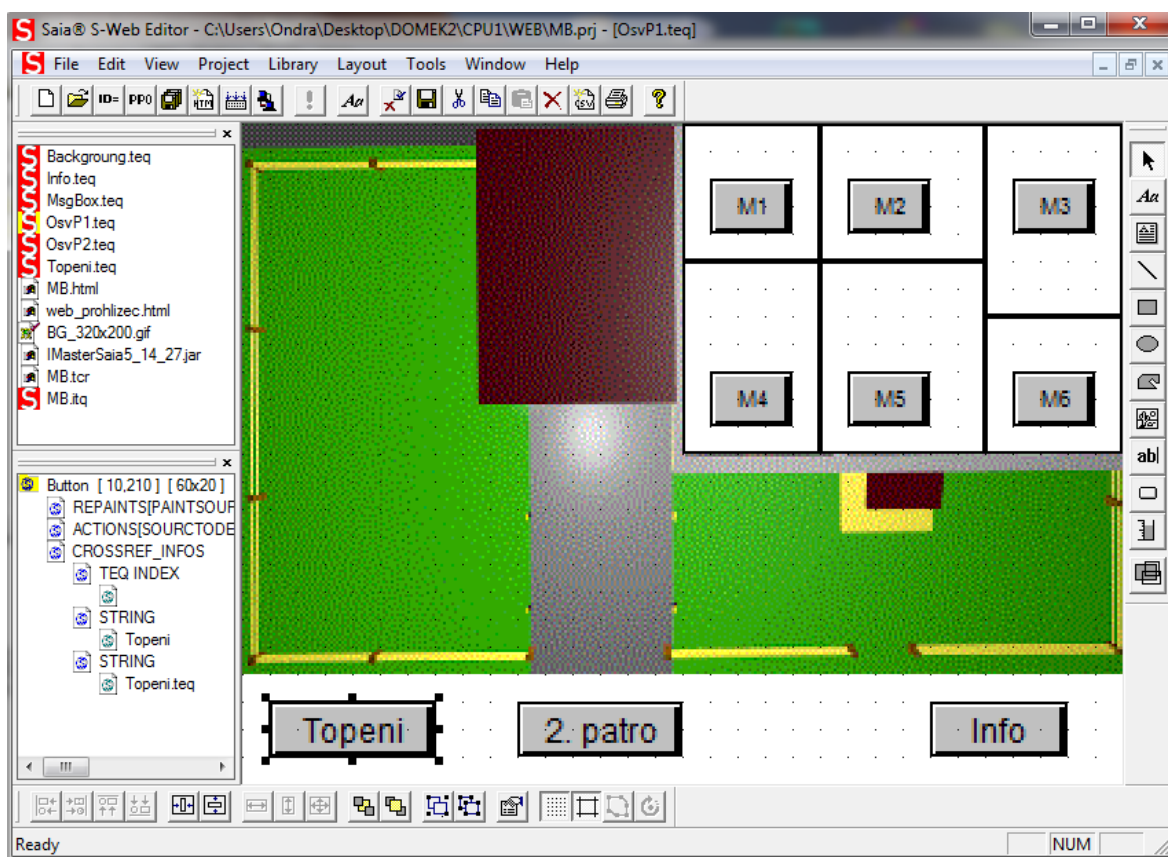
Obr. 44. Ukázka programu pro textový terminál

5.5 Webový terminál

Pro řízení modelu rodinného domku byl použit webový terminál PCD7.D457. Při programování webového terminálu v software PG5 se využívá editor Web Editor Project (*.prj) a Web Server Project (*.wsp). Web Editor Project nemusí sloužit jen pro programování webového terminálu, ale i na programování webových stránek pomocí předem nadefinovaných grafických objektů. Webové stránky se vytváří pomocí teq view Files (*.teq), do kterých jsou vkládány grafické objekty jako například Button, Edit Box, Label, Image. Pro webový terminál PCD7.D457 je nutné nastavit rozměr stránky na 320 x 240 pixels v „Project -> Teq view configurations...“. U grafických objektů se mohou nastavovat parametry jako například viditelnost, text, odkaz na jiný teq view, barvu nebo provádět různé akce. Tyto objekty používají a označují globální proměnné jako PPO a lokální proměnné jako CONTAINER. Před spuštěním projektu je potřeba provést vždy tyto kroky:

1. Ve Web Editoru Project provést „*Project -> Build All*“ a uzavřít editor.
2. Ve Web Server Project generovat všechny použité soubory Web Editoru.
3. V PG5 provést „*CPU -> Rebuild All Files*“.

Pokud se program nebude využívat jen pro webový terminál, tak je zapotřebí změnit rozměr stránky tew view. To se provádí vytvořením nového HTML souboru (*.html) v „*Project -> Generate HTML...*“, pro tak vytvořený soubor se vloží konstanta v „*Project -> Project Configurations -> scalable html*“. Rozměr stránky pro tak vytvořený HTML soubor je konstanta x rozměr v teq view.



Obr. 45. Ukázka programu pro webový terminál.

ZÁVĚR

Obsahem této bakalářské práce byla úprava a rozšíření modelu rodinného domku a vytvoření ukázkových programů pro tento model, včetně jejich vizualizace. Upravený a rozšířený model navazuje na model rodinného domku, který byl vytvořený Ing. Jakubem Dvořáčkem jako diplomová práce.

V první kapitole je všeobecný popis a rozdělení programovatelných automatů. Další kapitola se zabývá popisem použitého PLC a připojitelných modulů. V této kapitole je popsán i software PG5 s ukázkou programovacích jazyků a popis operátorských panelů. V praktické části jsou popsány změny pro tak upravený model. Hlavní změnou modelu je výstavba druhého patra, kde je přidáno více aktivních prvků. Pro takto upravený model byl vyroben nový přední ovládací panel. Díky výměně PLC je model rozšířen o více komunikačních rozhraní. Nyní již mohou být k modelu domku připojeny moduly pro externí řízení a vizualizaci.

Model rodinného domku je určen pro školní výuku programovatelných automatů. Tento model je řízen PLC od firmy Saia-Burgess, která je na trhu více jak 20 let. Díky této inovaci budou mít studenti možnost vyzkoušet si nejen řízení modelu pomocí předního ovládacího panelu a vizualizaci pomocí programu ControlWeb, ale také využít možností externích modulů jako GMS modul, operátorský panel, případně mikrobrowser.

ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ

This bachelor statement brings info about possible modification and extension of the family house and shows prototypical programs for herewith mentioned model, including visual version. Modified and extended model follows up model of the family house formulated by Ing. Jakub Dvoracek - data in his diploma work.

First chapter shows up general description and sorts PLC. In the next chapter used PLC and connected modules are described. In second chapter you can find description of the software PG5 and example of programming languages with described operator panels. Practical section deals with described changes used on modified model. By basic change of the model is understood building of the second floor where are added more active elements. This modified model was provided by new front actuating panel. Thanks to the substituted PLC the original model is extended and it has several new communication devices now. By now there may be completed another modules applicable for external operation and visualization.

Family house prototype is designed to be used by educational institutions teaching in programmable logic controllers. Mentioned model runs under PLC control which is delivered by Saia-Burgess company who has been more than 20 years known on the world market. Developed innovation would help to the students who are getting opportunity to try out both model controlling (support is provided by front actuating panel) and visualization (supportive program Control Web). There can be used as well available external modules for example GMS module, operator panel, possibly mikrobrowser.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] ŠMEJKAL, Ladislav a Marie MARTINÁSKOVÁ. *PLC a automatizace*. 1. vyd. Praha: BEN - technická literatura, 1999, 223 s. ISBN 80-860-5658-9.
- [2] *TECOMAT, programovatelné automaty* [online]. [cit. 2012-05-21]. Dostupné z: <http://www.tecomat.cz/index2.php?lang=cs&m1id=1&m2id=4&m3id=11&mid=12>
- [3] MITSUBISHI. *Manuál: ALPHA* [online]. 2010 [cit. 2012-05-21]. Dostupné z: https://my.mitsubishi-automation.com/downloads_manager.php?id=5210
- [4] Saia automaty PCD od ICS. *Saia®PCS1* [online]. 2011, č. 1 [cit. 2012-05-17]. Dostupné z: <http://www.ics-praha.cz/pcs1/>
- [5] MicroPEL. *MPC223* [online]. 2010 [cit. 2012-05-21]. Dostupné z: http://www.micropel.cz/index.php?option=com_content&view=article&id=153&Itemid=1&hp=1&lang=cs
- [6] ŠMEJKAL, Ladislav. *PLC a automatizace*. 1. vyd. Praha: BEN - technická literatura, 2005, 207 s. ISBN 80-730-0087-3.
- [7] SAIA-BURGESS. *Manuál: hardware PCD2.M5xxx* [online]. 2010 [cit. 2012-05-21]. Dostupné z: http://sbc-support.ch/manuals/26-856_CS_Manual_PCD2M5xxx.pdf
- [8] Saia automaty PCD od ICS. *Saia-Burgess profil* [online]. 2011, č. 1 [cit. 2012-05-17]. Dostupné z: <http://www.ics-praha.cz/saia-burgess>
- [9] VOJÁČEK, Antonín. *Programovací režimy pro PLC dle IEC 61131-3* [online]. 2011 [cit. 2012-05-21]. Dostupné z: <http://automatizace.hw.cz/programovaci-rezimy-pro-plc-dle-iec-611313-codesys>
- [10] DVOŘÁČEK, Jakub. *Model domku monitorovaný a ovládaný programovatelným automatem*. UTB, 2007. 77 s. Diplomová práce. UTB ve Zlíně.
- [11] Saia automaty PCD od ICS. *Operátorské panely* [online]. 2011, č. 1 [cit. 2012-05-21]. Dostupné z: <http://www.ics-praha.cz/zobrazovace>
- [12] SAIA-BURGESS. *Manuál: Serie PCD7.D23x* [online]. 2011 [cit. 2012-05-21]. Dostupné z: http://sbc-support.ch/manuals/26-795_EN_Manual_PCD7D23x.pdf
- [13] SAIA-BURGESS. *Manuál: Řada PCD7.D4xx* [online]. 2011 [cit. 2012-05-21]. Dostupné z: http://sbc-support.ch/manuals/26-851_CS_Manual_PCD7D4xx.pdf

- [14] GME. *F-GM12-N20VA110* [online]. 2012 [cit. 2012-05-21]. Dostupné z: <http://www.gme.cz/motory-s-prevodovkou/f-gm12-n20va110-p671-008/#dokumentace>
- [15] ENGINEERGARAGE. *L293D* [online]. 2012 [cit. 2012-05-21]. Dostupné z: <http://www.engineersgarage.com/electronic-components/l293d-motor-driver-ic>
- [16] TEXAS INSTRUMENTS. *LM2576,LM2576HV* [online]. 2011 [cit. 2012-05-21]. Dostupné z: <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm2576.pdf>
- [17] *Firemní literatura k systému Control Web* [online]. [cit. 2012-05-17]. Dostupné z: <http://www.mii.cz>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

PLC Programmable Logic Controller

LED Light-Emitting Diode

AC Alternating current

DC Direct current

GND Ground

IL Instruction list

FBD Function Block Diagram

FBox Function Box

IO Integrovaný obvod

IRC Individual Room Control

USB Universal Serial Bus

SEZNAM OBRÁZKŮ

| | |
|---|----|
| Obr. 1. Otočka cyklu PLC | 11 |
| Obr. 2. Mikro PLC TECOMAT TC500 [2], Mitsubishi ALFA [3] a SAIA PCS1 [4]..... | 12 |
| Obr. 3. Kompaktní PLC TECOMAT TC600 [2] a MicroPEL MPC223 [5] | 12 |
| Obr. 4. Modulární PLC TECOMAT Foxtrot [2] a SAIA PCD2.M5 [7] | 13 |
| Obr. 5 Grafické rozvržení PCD2.M5 [7] | 15 |
| Obr. 6. Napájení PCD2 [7] | 16 |
| Obr. 7. Binární vstupní modul PCD2.E165 [7] | 17 |
| Obr. 8. Binární výstup PCD2.A465 [7] | 18 |
| Obr. 9. Analogový vstup PCD2.W340 [7]..... | 19 |
| Obr. 10. Zapojení PCD2.W340 [7]..... | 19 |
| Obr. 11. Instruction list editor..... | 20 |
| Obr. 12. Fupla Editor | 21 |
| Obr. 13. Graftec Editor | 22 |
| Obr. 14. Textové terminály řady PCD7.D23x [12] | 23 |
| Obr. 15. Webové terminály řady PCD7.D4xx. [13] | 23 |
| Obr. 16. Samotný model domku..... | 25 |
| Obr. 17. Návrh elektronické části modelu | 27 |
| Obr. 18. Elektronická část modelu..... | 27 |
| Obr. 19. Stabilizátory napětí | 28 |
| Obr. 20. Motor GM12-N20VA [14] | 29 |
| Obr. 21. Pohon okna | 29 |
| Obr. 22. Pohon brány..... | 30 |
| Obr. 23. Pohon garážových vrat | 30 |
| Obr. 24. Integrovaný obvod L293D [15]..... | 31 |
| Obr. 25. Elektronické schéma pro zapojení dvou motorů | 33 |
| Obr. 26. Deska plošných spojů pro zapojení dvou motorů..... | 34 |
| Obr. 27. Elektronické schéma napěťového měniče [16]..... | 34 |
| Obr. 28. Deska plošného spoje napěťového měniče..... | 35 |
| Obr. 29. Přední panel | 35 |
| Obr. 30. Zapojení předního panelu | 35 |
| Obr. 31. Přední panel – konektory | 36 |
| Obr. 32. Přední panel – první patro | 36 |

| | |
|--|----|
| Obr. 33. Přední panel – druhé patro | 37 |
| Obr. 34. Přední panel – zahrada..... | 37 |
| Obr. 35. Přední panel – volitelné vstupy | 38 |
| Obr. 36. Rozvržení modulů PCD2..... | 39 |
| Obr. 37. Ukázka programu osvětlení | 43 |
| Obr. 38. Ukázka programu otevření okna..... | 43 |
| Obr. 39. Ukázka programu na mechanický pohyb | 44 |
| Obr. 40. Ukázka programu pro topení | 45 |
| Obr. 41. Ukázka sekvenčního programu pro alarm | 45 |
| Obr. 42. Ukázka programu v ControlWebu..... | 46 |
| Obr. 43. Ukázka programu pro GSM modul | 47 |
| Obr. 44. Ukázka programu pro textový terminál..... | 48 |
| Obr. 45. Ukázka programu pro webový terminál. | 49 |

SEZNAM TABULEK

| | |
|---|----|
| Tabulka 1. Konektor PGU [7]..... | 17 |
| Tabulka 2. Pravdivostní tabulka L293D | 31 |
| Tabulka 3. Pravdivostí tabulka zabezpečení motoru | 31 |
| Tabulka 4. Binární vstupy..... | 39 |
| Tabulka 5. Binární výstupy..... | 41 |
| Tabulka 6. Analogové vstupy | 42 |

SEZNAM PŘÍLOH

P I: SROVNÁNÍ MODELU RODINNÉHO DOMKU PŘED ÚRAVOU A PO ÚPRAVĚ

P II: UKÁZKOVÉ PROGRAMY

P III: CD BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

PŘÍLOHA P I: SROVNÁNÍ MODELU RODINNÉHO DOMKU PŘED ÚRAVOU A PO ÚPRAVĚ

Před úpravou:



Po úpravě:



PŘÍLOHA P II: UKÁZKOVÉ PROGRAMY

V této příloze jsou uvedeny adresy vstupů a výstupů, ukázkové programy s postupem vypracování. Tato příloha je tištěna v samostatné příloze. Obsahem této přílohy je:

1. VSTUPY A VYSTUPY MODELU

1.1. Binární vstupy

1.2. Binární výstupy

1.3. Analogové vstupy

2. ÚKOLY PROGRAMOVÁNÍ

2.1. Úloha 1: Osvětlení

2.2. Úloha 2: Topení a ventilace

2.3. Úloha 3: Okna, brána a garážová vrata

2.4. Úloha 4: Alarm

2.5. Úloha 5: Externí GSM modem

2.6. Úloha 6: Web-Editor

2.7. Úloha 7: Terminál PCD7.D232

PŘÍLOHA P III: CD BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Struktura CD bakalářské práce:

