

**Západočeská univerzita v Plzni
Fakulta aplikovaných věd
Katedra kybernetiky**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

PLZEŇ, 2012

Martin Hulík

Bakalářská práce

Vývoj jednoduchého systému komunikujícího po sběrnici 1-Wire vhodného pro automatizaci malých budov

Development of a simple 1-Wire based system suitable for home automation

Plzeň, 2012

Autor:

Martin Hulík

Vedoucí práce:

Ing. Pavel Balda, Ph.D.

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Martin HULÍK**
Osobní číslo: **A09B0798P**
Studijní program: **B3918 Aplikované vědy a informatika**
Studijní obor: **Kybernetika a řídicí technika**
Název tématu: **Vývoj jednoduchého systému komunikujícího po sběrnici 1-Wire vhodného pro automatizaci malých budov**
Zadávací katedra: **Katedra kybernetiky**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Seznamte se s komunikačním protokolem 1-Wire [1], [2], [3], [4] a existujícími stavebnicemi pro domácí automatizaci. Dále se seznamte s řídicím systémem REX [5].

Navrhněte vhodnou sadu modulů pro připojení k řídicím jednotkám ALIX [6]. Vyroberte prototyp navržené stavebnice a ověřte jeho funkčnost na jednoduchých příkladech v řídicím systému REX.

Rozsah grafických prací: dle potřeby
Rozsah pracovní zprávy: 30-40 stránek A4
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná
Seznam odborné literatury:

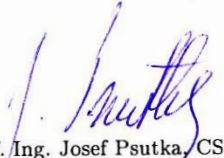
- [1] Hobby Boards: How To Contents. [online]. [cit. 2012-01-31]. Dostupné z: http://www.hobby-boards.com/catalog/howto_contents.php
- [2] HW server: Sběrnice 1-Wire. [online]. [cit. 2012-01-31]. Dostupné z: <http://www.hw.cz/rozhrani/art1215-sbernice-1-wire.html>
- [3] MAXIM Innovation delivered: 1-Wire Software Resource Guide Device Description. [online]. [cit. 2012-01-31]. Dostupné z: <http://www.maxim-ic.com/app-notes/index.mvp/id/155>
- [4] MAXIM Innovation delivered: 1-Wire Tutorial. [online]. [cit. 2012-01-31]. Dostupné z: <http://www.maxim-ic.com/products/1-wire/flash/overview/index.cfm>
- [5] REX Controls s.r.o. Funkční bloky systému REX: Referenční příručka. Verze 2.03 (revize 2033). Plzeň, 2011. Dostupné z: http://www.rexcontrols.cz/downloads/clanky/BRef_CZ.pdf
- [6] PC ENGINES GMBH. ALIX.2 / ALIX.3 / ALIX.6 series system boards. 2010. Dostupné z: <http://pcengines.ch/pdf/alix2.pdf>

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Pavel Balda, Ph.D.
Katedra kybernetiky

Datum zadání bakalářské práce: 13. února 2012
Termín odevzdání bakalářské práce: 18. května 2012


Doc. Ing. František Vávra, CSc.
děkan




Prof. Ing. Josef Psutka, CSc.
vedoucí katedry

V Plzni dne 13. února 2012

PROHLÁŠENÍ

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě bakalářskou práci zpracovanou na závěr bakalářského studia na Fakultě aplikovaných věd Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně a výhradně s použitím odborné literatury a pramenů, jejichž úplný seznam je její součástí.

V Plzni dne

.....
vlastnoruční podpis

Poděkování

Rád bych poděkoval Ing. Pavlovi Baldovi, Ph.D. za vedení bakalářské práce a čas strávený při konzultacích. Také bych rád poděkoval Ing. Romanovi Pišlovi za zasvěcení do problematiky GNU Linux. Dále bych poděkoval Ing. Ondřejovi Ježkovi za zprostředkování výroby desek plošných spojů.

Abstrakt

V práci jsou navrženy 4 desky plošných spojů sloužící jako základní prvky stavebnice pro síť 1-Wire určené k řízení silových zařízení v rodinném domě, jako je například kotel nebo ovládání směšovacího ventilu. Jako řízené prvky jsou použity standardní součástky 1-Wire od firmy Maxim Integrated Products. Čtvrtá prototypová deska implementuje rozhraní 1-Wire do mikrořadiče PIC16, který rozšiřuje možnosti řízení akčních členů i o PWM. Dále tato deska slouží jako čítač impulsů nebo DA převodník. Podpora tohoto nového 1-Wire slave zařízení je implementována i do komunikačního mostu (OWFS) mezi softwarovou a hardwarovou částí.

Klíčová slova

1-Wire, Alix, deska plošných spojů, One Wire File System, OpenWRT, Maxim Integrated Products, 1-Wire interface pro slave zařízení v mikrokontroléru

Abstract

Four printed circuit boards designed which use as basic elements of the kit for 1-Wire bus. Boards serve for controlling appliance in a family house equipment such as boiler or mixing valve control. Standard devices 1-Wire from company Maxim IP are used on the boards. The fourth prototype board implements the 1-Wire interface to PIC16 microcontroller that enhances the control actuators as well as PWM. Fourth board serves as a pulse counter or DA converter. Support for this new 1-Wire slave device is implemented to the communication bridge (OWFS) between software and hardware parts.

Keywords

1-Wire, Alix, Printed Circuit Board, One Wire File System, OpenWRT, Maxim Integrated Products, 1-Wire slave interface implementation in microcontroller unit

Obsah

1	Úvod	1
2	Seznam použitých zkratk a označení	1
3	Sběrnice 1-Wire	2
3.1	Bitová komunikace	3
3.2	Topologie sběrnice	5
3.3	Snímače a akční členy firmy Maxim Integrated Products	6
4	Alix 2D13	8
5	Analýza zadání a postup práce	9
6	Návrh desek plošných spojů	11
6.1	Zapojení pro konektor RJ45	11
6.2	Převodník I2C to 1-Wire	12
6.3	1 IO deska s relé	13
6.4	Deska s čtyřmi vstupy a čtyřmi výstupy	15
6.5	Deska s PIC16F1825	16
6.6	Postup domácí výroby DPS pomocí zažehlování toneru	19
7	Programovací část	20
7.1	Programování mikrořadiče PIC16 pomocí Microchip IDE X	20
7.2	One Wire File Systém (OWFS)	25
7.3	Přidání podpory nového SLAVE zařízení do OWFS	27
8	Příklad regulace pomocí 1-Wire sběrnice a navržených desek	28
9	Uživatelská příručka	30
9.1	Připojení destičky s I2C – 1-Wire převodníkem	30
9.2	Zprovoznění OWFS na Alix PC	31
9.3	Rozbor vytvořené adresářové struktury OWFS	31
9.4	Příklady pro načítání a nastavování hodnot v OWFS	34
10	Programové prostředky	35
11	Závěr	36
12	Seznam literatury	37
13	Seznam příloh na přiloženém CD	38

1 Úvod

Cílem bakalářské práce je vyvinout stavebnici, která komunikuje po sběrnici 1-Wire. Jako důležitý požadavek byla co nejnižší cena hotového výrobku a spolehlivost celého navrženého řešení. Hlavní využití by tato stavebnice měla nalézt v pokročilém řízení vytápění v rodinném domě. Se stavebnicí bude možno ovládat akční členy a měřit pokojové nebo venkovní teploty.

Jednotlivé kapitoly se postupně věnují obecnému popisu 1-Wire sběrnice, návrhu desek plošných spojů a rozboru implementace rozhraní 1-Wire ze strany řízeného členu do mikroprocesoru PIC. Sběrnice 1-Wire je charakteristická jedním řídicím členem (master) a jedním nebo několika „uzly“ (slave). Komunikace probíhá po jednom vodiči (plus společná zem).

Na jedné z desek se implementuje 1-Wire rozhraní do mikročipu typu PIC a slouží jako nové slave zařízení. Deska doplňuje svými možnostmi již nabízené zařízení od firmy Maxim Integrated Products. Společně s návrhem nového slave zařízení se naprogramovala podpora ze strany master členu. V práci se popisuje, jak přidat podporu nového zařízení slave pro OWFS. OWFS přiřazuje fyzické zařízení 1-Wire do souborového systému, lze tak k jednotlivým zařízením přistupovat stejně jako ke složkám a k souborům. Tato souborová struktura se využívá k přístupu řídicího programu REX¹ k jednotlivým 1-Wire zařízením.

2 Seznam použitých zkratk a označení

AC	(Alternating Current) střídavý proud
CRC	(Cyclic Redundancy Check) cyklický redundantní součet
DC	(Direct Current) stejnosměrný proud
DPS	deska plošných spojů
DQ	označení pro datový vodič sběrnice 1-Wire
LSB	(Least Significant Bit) nejméně významný bit
master	„mistr“ - zařízení vysílající příkazy
MSB	(Most Significant Bit) nejvýznamnější bit
OWFS	(One Wire File System) program běžící pod operačním systémem Linux, který přiřazuje fyzické 1-Wire zařízení do souborové struktury, k této struktuře lze pak přistupovat pomocí dalších řídicích programů např. REX
PWM	(Pulse Width Modulation) pulsně šířková modulace
ROM	(Read-Only Memory) typ paměti, jejíž obsah je dán při výrobě a poté již nelze přepsat, paměť je nezávislá na napájení
slave	„uzel“ - zařízení poslouchající příkazy

¹ <http://www.rexcontrols.cz/vyvojove-prostredi-systemu-rex>

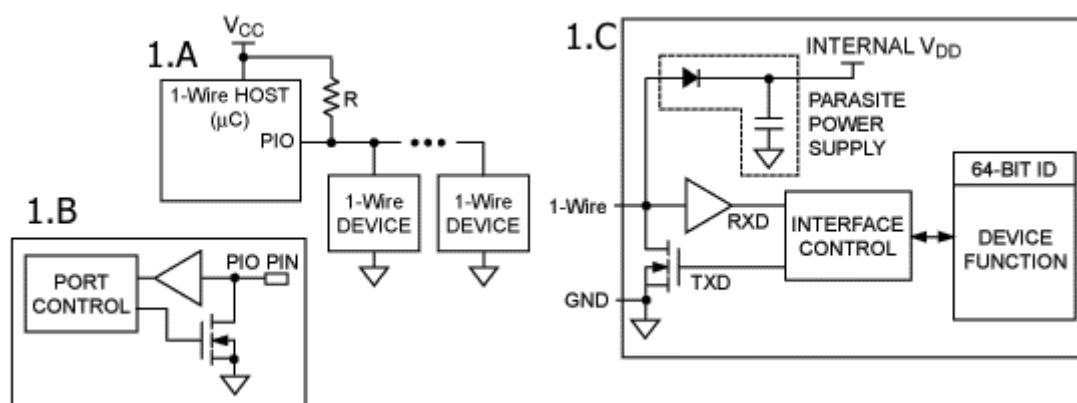
TTL

(Transistor Transistor Logic) standard pro implementaci digitálních (logických) integrovaných obvodů

3 Sběrnice 1-Wire

Sběrnice 1-Wire [1] byla vyvinuta v 90. letech firmou Dallas Semiconductor, kterou v roce 2001 koupila firma Maxim Integrated Products (dále v textu jen Maxim IP).

Jedná se o sériovou sběrnici, která umožňuje připojení více ovládaných zařízení (slave) k jedné řídicí jednotce (master) pomocí jednoho vodiče a společné země (GND). Náhled na strukturu zapojení je na obr. 1, konkrétně na obrázku 1.A. Na obrázku 1.B je znázorněn detail zapojení vývodu pinu na straně mikrořadiče. Na obrázku 1.C je znázorněn detail vnitřního zapojení většiny 1-Wire slave zařízení.



1 - 1-Wire zapojení master/slave jedním vodičem a společnou zemí [2]

Sběrnice pracuje v klasickém režimu na rychlosti 15,4 kb/s nebo v režimu overdrive rychlostí 125 kb/s. Komunikace probíhá obousměrně, asynchronně a je poloduplexní. Maximální uváděná vzdálenost mezi master a slave zařízení se udává 750 m, ale tato vzdálenost závisí na podmínkách provozu.

Sběrnice používá standardní logiku TTL. Datový vodič (na obrázku 1.C označen jako 1-Wire, jinak obvykle je označován DQ) je rezistorem pull-up (hodnota 4,7kΩ) připojen na napájecí napětí (viz součástka R na obrázku 1.A). Tím se docílí klidový stav sběrnice v logické „1“.

Firma Maxim IP má v portfoliu desítky slave zařízení. Nejčastěji používané součástky z jejího portfolia jsou inteligentní digitální teploměry DS18xx. Většina z těchto teploměrů mohou pracovat i v tzv. parazitním módu, kdy je teploměr napájen z datového vodiče. Napájecí vývod teploměru V_{DD} je pak připojen na vodič s GND .

Každé zařízení pro sběrnici 1-Wire je adresovatelné pomocí unikátního 64bitového identifikačního čísla (= ROM code), které má každé zařízení uložené v paměti ROM. V tomto čísle je prvním 8 bitů vyčleněno jako „family code“, umožňuje kategorizovat každé zařízení. Dalších 48 bitů určuje jedinečný identifikační kód (unique ID) každého zařízení. Posledních 8 bitů je kontrolní součet CRC, jež je dán polynomem $X^8 + X^5 + X^4 + 1$. CRC součet je posílán jako 7. byte ROM code. Tento součet se pak provede na straně master zařízení, pokud vypočtený součet se shoduje s přijatým 7. bytem, je čtení prohlášeno za platné a pokračuje se v komunikaci. Bližší popis CRC kódu viz Application note 27 na stránkách firmy Maxim IP².

² <http://www.maxim-ic.com/app-notes/index.mvp/id/27>

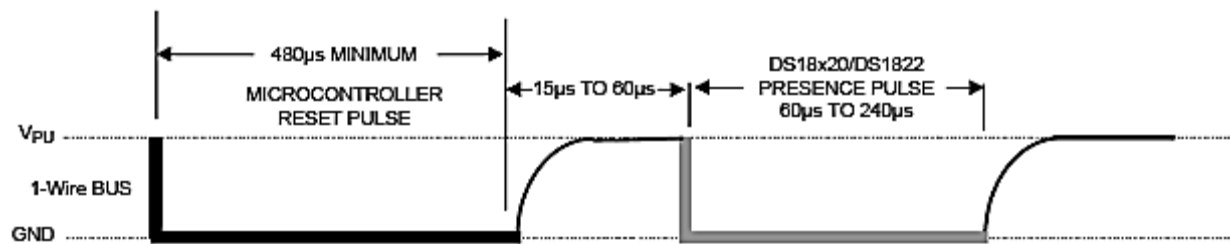
Příklad rodinných kódů a odpovídající zařízení firmy Maxim IP:

- 10 - DS18S20
- 22 - DS1822
- 28 - DS18B20
- 29 - DS2408
- 3A - DS2413

3.1 Bitová komunikace

Zde je popsána bitová komunikace sběrnice 1-Wire pro standardní rychlost 15,4 kb/s podle dokumentace výrobce Maxim IP [2] a popisu komunikace v češtině [1]. Princip bitové komunikace je znázorněn na obr. 2 a 3, pro názornost je na obrázcích zvolen slave zařízení DS18x20/DS1822, doby trvání jednotlivých bitových úrovní jsou samozřejmě pro všechny slave zařízení stejné.

Komunikaci zahajuje vždy master reset pulsem (viz obr. 2). Nejprve "stáhne" datový vodič do logické „0“ (uzemní ho) a drží ho na této úrovni minimálně 480 μ s. Pak sběrnici uvolní a naslouchá. Pull-up odpor zatím vrátí sběrnici zpět do logické „1“. Pokud je na sběrnici připojené nějaké 1-Wire zařízení, tak detekuje tuto vzestupnou hranu a po prodlevě (15 - 60 μ s) stáhne sběrnici presence pulsem na 60 - 240 μ s k logické „0“.

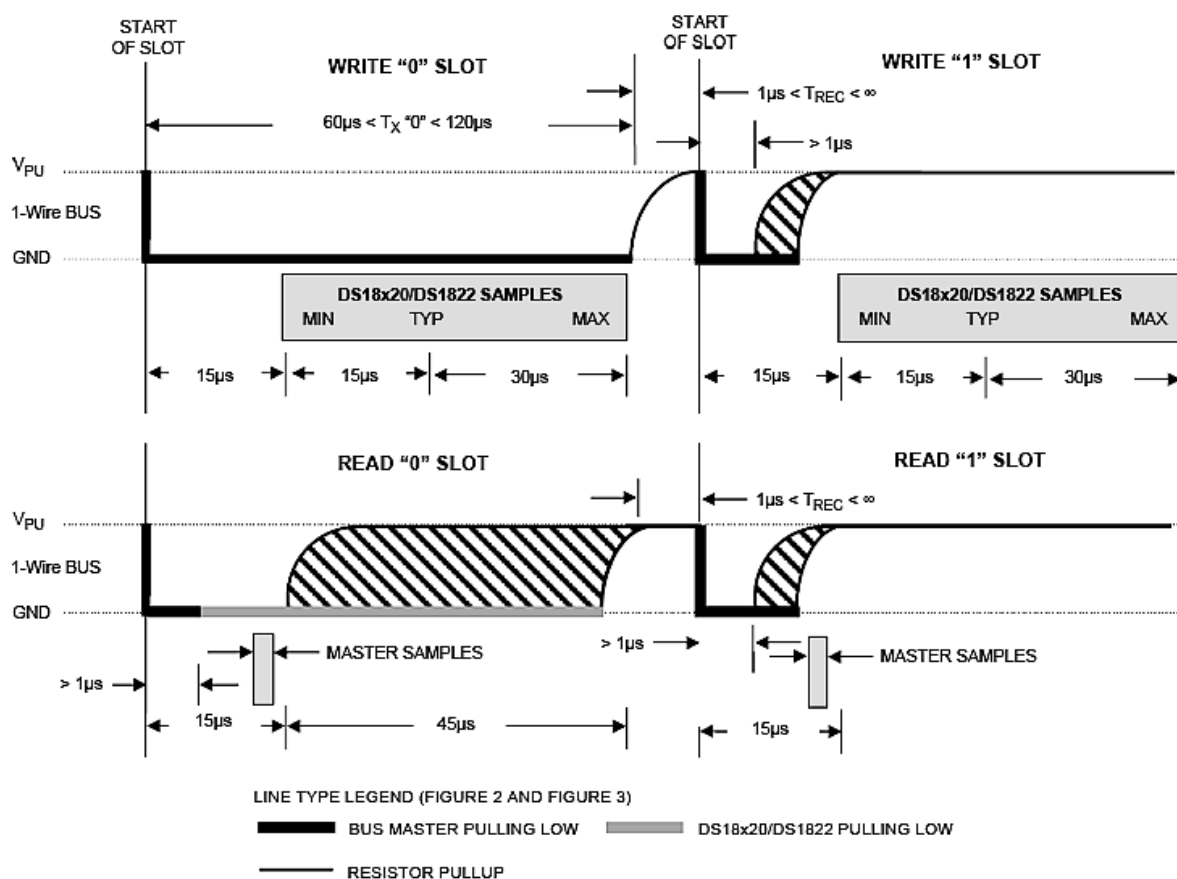


2 - Reset puls a presence puls

Pokud se zařízení správně ohlásí, může master začít vysílat a přijímat data. Data jsou vysílána v tzv. "time slotech", česky bychom řekli nejspíš v "časových úsecích" nebo v "okénkách". Slot je dlouhý 60 až 120 μ s a během jednoho slotu je vyslán nebo přijat jeden bit informace. Mezi jednotlivými sloty musí být minimálně 1 μ s mezera, kdy je sběrnice v klidu.

Existují 4 druhy slotů (viz obr. 3): Zápis 1, Zápis 0, Čtení 1 a Čtení 0. Zápisové sloty slouží k tomu, aby master vyslal data do zařízení. Zápis 1 probíhá tak, že master stáhne sběrnici k nule minimálně na 1 μ s a nejpozději do 15 μ s od začátku ji opět uvolní a ponechá uvolněnou. Zdvíhací odpor ji tedy vytáhne k logické „1“. Zápis 0 je o něco jednodušší: Master stáhne sběrnici k 0 a ponechá ji tak po celý slot, tedy min. 60 μ s. Zařízení vzorkuje stav na datovém vodiči zhruba 30 μ s po začátku timeslotu.

Čtecí sloty opět inicializuje master tím, že stáhne sběrnici k nule na minimálně 1 μ s a opět ji uvolní. Po tomto zahájení může zařízení vyslat 1 bit buď tím, že ponechá sběrnici v klidu (logická „1“) nebo, že ji stáhne (logická „0“).



3 - 4 sloty pro zápis a čtení dat

Komunikaci na sběrnici můžeme rozdělit na tři části [3], která následují po sobě:

1. Inicializace – všechny transakce na sběrnici jsou zahájeny *reset* pulsem, který inicializuje master. Všechny aktivní slave zařízení na sběrnici odpoví *presence* pulsem. Všechny zařízení slave provedou vnitřní reset a čekají na další komunikaci.
2. ROM příkazy – tato transakce slouží pro adresaci konkrétního slave zařízení pro další komunikaci. Master vyšle příkaz a adresu zařízení. Po této akci již na další příkazy odpovídá pouze adresovaný slave až do dalšího reset pulsu. Dále tyto příkazy obsahují funkce automatického vyhledávání adres zařízení.

Nejběžnější ROM příkazy, které podporují všechny 1-Wire zařízení [4]:

- **Search ROM (0xF0)** – pro komunikaci master/slave musí mít master znalost *ROM code* cílového slave zařízení. Toto zjištění se provádí tzv. *1-Wire Search Algorithm* (popsán v Application note 187³). Po provedení tohoto algoritmu získá master *ROM code* všech zapojených slave zařízení do sběrnice. Po každém cyklu hledání zařízení musí master pokračovat v komunikaci reset pulsem.
- **Read ROM (0x33)** – slave zařízení odpovídá na tento příkaz vysláním svého *ROM code*. Tento příkaz může být použit v případě, kdy je k sběrnici připojeno jen jedno zařízení typu slave. Kdyby byl použit s více slave zařízeními, došlo by ke kolizi, protože by se snažilo několik slave zařízení odpovídat zároveň.

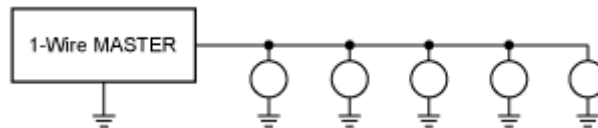
³ <http://www.maxim-ic.com/app-notes/index.mvp/id/187>

- **Match ROM (0x55)** – na tento příkaz budou poslouchat všechny slave zařízení, budou porovnávat svoje *ROM code* s vysílaným. Jakmile slave zařízení pozná neshodu vyslaného bitu a svého bitu, uvede se slave zařízení do čekacího režimu na reset puls. Zařízení, které odpovídá vyslanému *ROM code* se přepne do režimu, kdy poslouchá a čeká na přijetí funkčního příkazu.
 - **Skip ROM (0xCC)** – na tento příkaz slave zařízení reagují tak, že přeskočí porovnávání *ROM code* a začnou poslouchat a čekají na funkční příkaz. Toto je vhodné, když víme, že na sběrnici je jen jedno zařízení.
3. Funkční příkazy – tyto příkazy jsou již specifické pro každé konkrétní zařízení slave.

3.2 Topologie sběrnice

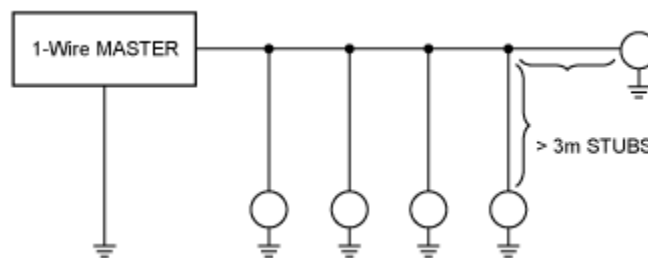
Jako základní topologie můžeme rozlišit do 3 skupin [5]:

1. Lineární topologie – síť je tvořena jedním párem vodičů, který začíná v master zařízení a končí až v posledním slave zařízení (viz obr. 4). Maximální vzdálenost slave zařízení (tzv. stubs) od hlavní větve jsou 3m. Jedná se o doporučovanou topologii, při které dochází k nejmenšímu rušení.



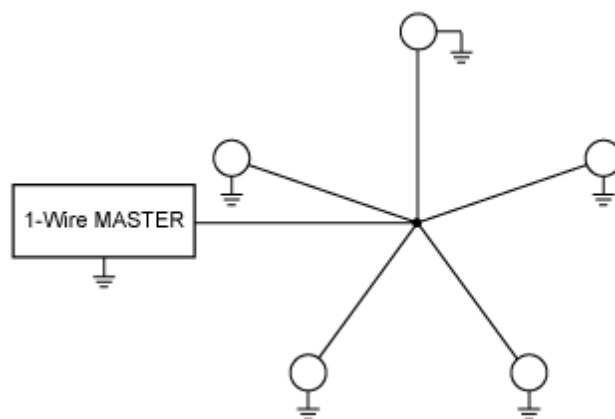
4 - Lineární topologie

2. Lineární topologie s odbočkami – síť je tvořena jednou linkou, která začíná u master zařízení a končí až v posledním slave zařízení. Další slave zařízení jsou připojeny na sběrnici odbočkami, které jsou delší než 3m. Náhled na strukturu této topologie je na obr. 5. Pro tento způsob zapojení s více slave zařízeními, se doporučuje připojit další pull-up rezistor 4,7k Ω mezi napájecí napětí 5V a datový vodič 1-Wire.



5 - Lineární topologie s odbočkami

3. Hvězdicová topologie – síť je rozdělena hned u master zařízení nebo v jeho blízkosti na mnoho odboček s proměnnou délkou jako například je uvedeno na obr. 6. Tato topologie je náchylná na přeslechy v kabeláži, proto se doporučuje do každé větve hvězdicové topologie vložit do série s slave zařízením 100 Ω rezistor [6].



6 - Hvězdicová topologie

Výše uvedené topologie lze samozřejmě mezi sebou různě kombinovat. Nedoporučovaná topologie je typu „hvězda“, v případě použití právě této topologie, se doporučuje nahradit toto zapojení více větvou lineární topologií, kdy se každá aktivní větev může spínat a ostatní větve jsou krátkodobě odpojeny.

Více informací k větvením 1-Wire sběrnice, lze dočíst v Tutorial 148 firmy Maxim IP⁴.

3.3 Snímače a akční členy firmy Maxim Integrated Products

Zařízení, které má v nabídce firma Maxim IP, se dělí na dvě kategorie: 1-Wire zařízení a iButton zařízení.

1-Wire zařízení jsou určeny do DPS a mají většinou tři až 16 vývodů. Každé zařízení se vyrábí v několika variantách pouzder. Jsou napájeny buď parazitně, nebo z přivedeného napájecího napětí v rozmezí 3 až 5,5V. Zařízení jsou firmou Maxim IP rozděleny do několika skupin: paměti, teplotní senzory, převodníky interface, hodiny reálného času, sledovače nebo prepínače.

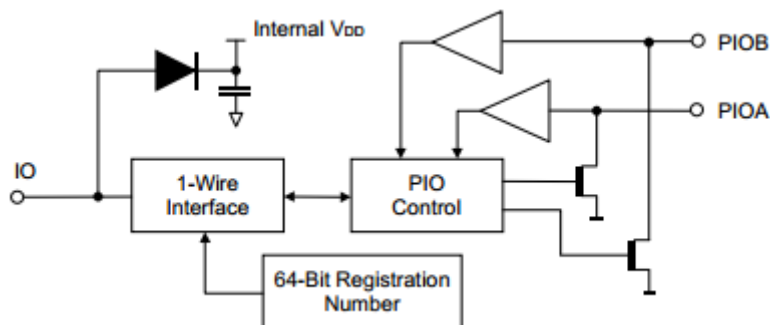
iButton zařízení jsou v pouzdrech podobným knoflíkovým bateriím. Kovové pouzdro plní funkci ochrany vnitřního obvodu před vnějšími vlivy. Vývody obvodu jsou připojeny ke dvěma vzájemně izolovaným ploškám pouzdra sloužícím jako připojovací kontakty. Tyto součástky se často používají u autorizačních systémů přístupu nebo zaznamenávání teploty při přepravě zboží.

Dále budou popsána zařízení 1-Wire určené do DPS, která byla použita na navržených deskách.

3.3.1 DS2413

Zařízení DS2413 (blokové schéma na obr. 7) má dva kanály, které mohou sloužit jako vstupní nebo výstupní brána. Zapojení těchto bran je s otevřeným kolektorem. Maximální výstupní proud na výstupní bránu je 20mA. Maximální vstupní napětí je 28V. Zařízení může pracovat také v parazitním režimu napájení.

⁴ <http://www.maxim-ic.com/app-notes/index.mvp/id/148>

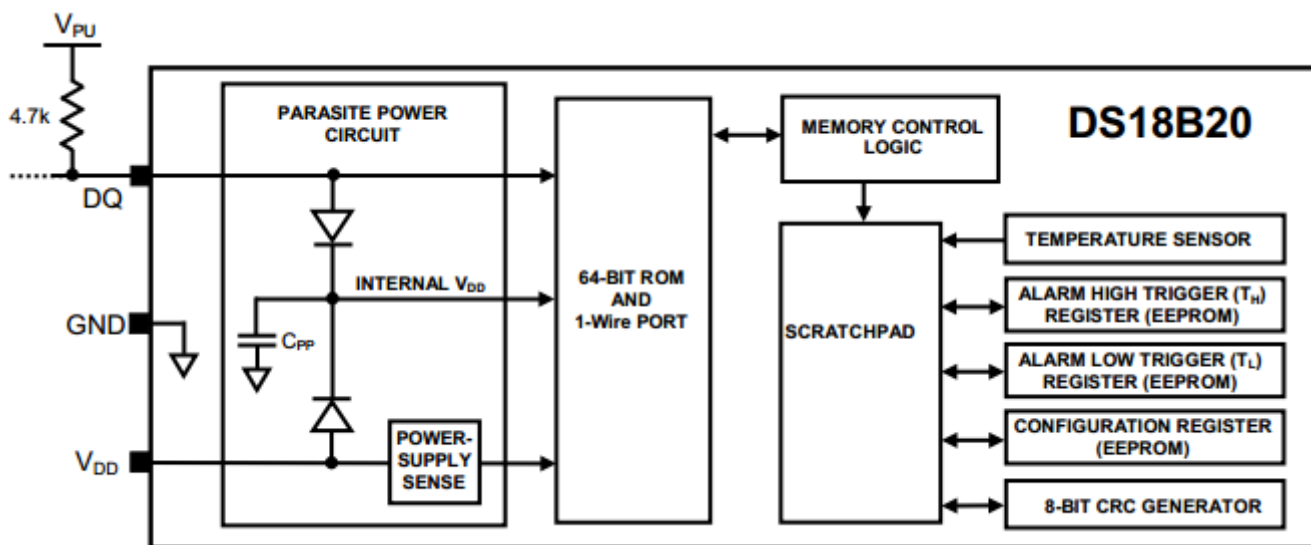


7 - Blokové schéma funkce DS2413 [7]

3.3.2 DS18B20

Jedná se o digitální teploměr (vnitřní bloková struktura na obr. 8), který měří teplotu v rozlišení 9 až 12bitů. Zařízení dokáže měřit teploty od -55°C do 125°C . Přesnost měřené teploty je $\pm 2^{\circ}\text{C}$. Pro přesnost $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ se měřený rozsah zmenšuje na -10°C až 85°C . Teploměr se vyrábí v pouzdře TO-92, který se jednoduše připevní například do konektoru RJ-45, nebo například součástka se může připojit ke kabelu a ten se připevní k trubce, kde proudí medium, jehož teplotu chceme měřit. Teploměr může fungovat i v parazitním režimu. Doba převodu teploty je závislá na požadovaném rozlišení a je od 93,75ms pro 9 bit až do 750ms pro 12 bitové rozlišení.

V nabídce firmy Maxim IP je několik typů teploměrů, lišících se přesností, základní funkce měření teploty a možnosti nastavení alarmů však mají stejné.



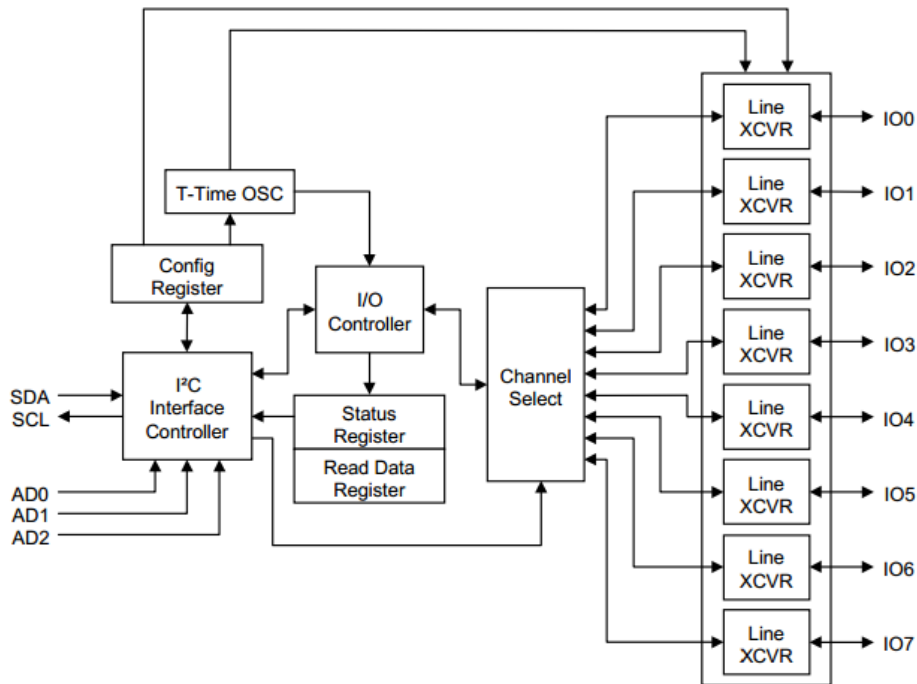
8 - Blokové schéma funkce DS18B20 [8]

3.3.3 DS2482-800

Součástka DS2482-800 slouží jako převodník mezi I^2C sběrnici a 1-Wire sběrnici. Vnitřní bloková struktura zapojení je na obrázku 9. Ze strany I^2C jsou podporovány rychlosti standard (100kHz) i fast (400kHz). Ze strany 1-Wire jsou podporovány obě rychlosti (Standard i Overdrive). Ze strany 1-Wire je vyvedeno 8 kanálů, takže lze připojit až osm větví, na nichž jsou další 1-Wire zařízení. Součástka se chová jako master a nemá v paměti ROM code, takže součástka není dohledatelná na síti 1-Wire. Ze strany I^2C je součástka adresovatelná pomocí třech pinů na pouzdru, které jsou označeny jako AD0, AD1 a AD2.

Tímto je možné připojit více těchto převodníků vedle sebe tak, aby poslouchaly jednu sběrnici I²C.

Napájení obvodu je od 2,9V až 5,5V. Součástka je vyráběna v pouzdru 16SO.



9 - Blokové schéma funkce DS2482-800 [9]

Podrobnější informace o součástkách jsou v příslušných dokumentech na internetových stránkách firmy Maxim IP.

3.3.4 Možnosti přístupu na sběrnici 1-Wire z ostatních zařízení

Firmou Maxim jsou dále dodávány jednotlivé druhy adaptérů, které umožňují funkci řídicího členu (master) 1-Wire sítě. Patří k nim adaptéry pro paralelní port typu DS1410E, pro sériový typ DS9097E, DS9097U a pro USB typ DS9490R [10]. Dále například pro I²C sběrnici výše uváděný DS2482-800 nebo jednokanálový převodník DS2482-100.

4 Alix 2D13

PC Alix (konkrétní model použitý v aplikaci Alix 2D13, fotografie na obr. 10) od firmy PC Engines je malý, nízko příkonový server vhodný pro zabezpečení sítě, bezdrátové sítě nebo jako PC pro embedded aplikace, která jsou určena pro nonstop provoz. Příkon PC je do 4W a má následující specifikace [11]:

- CPU: 500 MHz AMD Geode LX800
- DRAM: 256 MB DDR DRAM
- Storage: CompactFlash socket, 44 pin IDE header
- Power: DC jack or passive POE, min. 7V to max. 20V
- Three front panel LEDs, pushbutton
- Expansion: 1 miniPCI slot, LPC bus
- Connectivity: 3 Ethernet channels (Via VT6105M 10/100)
- I/O: DB9 serial port, dual USB port

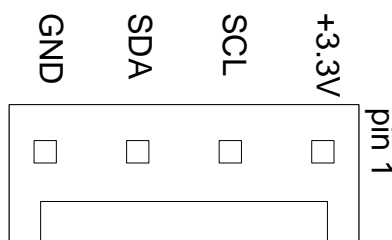
- Board size: 6 x 6 (152.4 x 152.4 mm) - same as WRAP.1E
- Firmware: tinyBIOS



10 - Fotografie Alix 2D13 s převodníkem I²C - 1-Wire

Alix PC je v této práci využíván jako server, na kterém běží linuxová distribuce OpenWRT. Tato distribuce je vhodná pro embedded zařízení pro řízení procesů.

Pro připojení 1-Wire sběrnice je využívám port I²C, který je vyveden na Alix PC desce. Zapojení pinů je na obr. 11.



11 - Zapojení konektoru I2C na ALIX 2D13

Dokumentace k PC Alix 2D13⁵ a schématické zapojení celé desky Alix 2D13⁶.

5 Analýza zadání a postup práce

Během prvotních konzultací jsem si s vedoucím práce ujasnil zadání a směr návrhu funkcí výsledných DPS. Domluvili jsme se na vývoji tří desek plošných spojů. První slouží jako převodník rozšířené sběrnice I²C na sběrnici 1-Wire a konektory RJ-45. Druhá deska je myšlena jako akční člen, která může spínat běžné domácí spotřebiče s odběrem do 10A. Velikost desky je cílena tak, aby se celá vešla do obyčejné instalační krabice pod omítku. Třetí DPS plní funkci 4 výstupů a 4 vstupů. Předpokládá se, že tato deska bude umístěna

⁵ <http://pcengines.ch/pdf/alix2.pdf>

⁶ <http://pcengines.ch/schema/alix2d.pdf>

v technické místnosti rodinného domu, kde bude spínat/vypínat kotel a ovládat směšovací ventil. Čtyři logické vstupy lze použít pro koncové snímače polohy směšovacího ventilu.

Na základě doporučení firmy Maxim IP jsme pro rozvod sběrnice 1-Wire použili obyčejný UTP kabel s osmi vodiči kategorie 5E. Maximální proudové zatížení pro jednu žílu kabelu je 1A. Jako typ zapojení jednotlivých zařízení se zvolila lineární topologie sítě. Tím vznikl požadavek, aby každé zařízení mělo vstupní konektor a výstupní konektor pro spojení s dalším zařízením v sérii. Z požadavku jednoduchosti a ceně jsme zvolili konektory typu RJ-45. V případě potřeby je možno volit jen telefonní 4 žilovou linku a konektory RJ-11. Tím se ztratí výhoda přenosu napájecích úrovní +5V a +12V.



12 - Rozdíly mezi konektory RJ-11, RJ-12 a RJ-45⁷

První pokusy byly realizovány na nepájivém kontaktním poli, aby se vyzkoušela funkčnost zapojení. Po úspěšném vyzkoušení zapojení, se navrhla DPS v programu Eagle. Provedla se domácí výroba DPS s prototypy a osadila se zakoupenými součástkami. Na prototypových destičkách se ověřila funkčnost zapojení s 1-Wire součástkami, pod souborovým systémem OWFS, který je nainstalovaný na Alix PC.

V průběhu práce se narazilo na možné omezení nabízených součástek od firmy Maxim. Při použití navržených destiček se vytvoří možnost spínat a vypínat silové zařízení, které je od řídicího členu vzdálené desítky metrů a je spojeno jen sběrnici 1-Wire přes dva vodiče. Takto lze řídit systémy jen dvoupolohově. Další fázi se využilo mikrokontroléru jako další slave součástku v síti 1-Wire a využito jeho periférií pro řízení. Při použití mikrořadiče se nabídlo využití DA převodu, pulsně šířkové modulace (PWM), čítače impulsů nebo vícekanálové vstupně/výstupní brány. Destička se inspirovala u již prodávaného zařízení BAE0910 baseboard⁸. Toto zařízení implementuje rozhraní sítě 1-Wire a nabízí PWM, AD převod, čítač a digitální TTL IO porty. Obvod dále obsahuje Darlingtonovo zapojení tranzistorů⁹ pro možnost vyššího proudového odběru. Samotný mikrořadič se prodává v ceně €10. Při použití tohoto mikrořadiče by se cena celé destičky velice prodražila, rozhodlo se použít klasický 8-bitový mikrořadič od firmy Microchip.

Společně s návrhem řídicího algoritmu pro mikrořadič byl spojen i návrh pro zakomponování rozhraní pro nové zařízení do souborového systému OWFS, aby se mohlo využít nových možností destičky společně s řízením periférií v mini PC Alix.

⁷ <http://forum.homeone.com.au/viewtopic.php?f=38&t=14514>

⁸ <http://www.brain4home.eu>

⁹ <http://andros.eecs.berkeley.edu/~hodges/DarlingtonCircuit.pdf>

6 Návrh desek plošných spojů

Vývoj destiček byl prováděn v programu Eagle. Je to program pro kompletní řešení návrhu DPS od kreslení schématu, přes rozmístění součástek na budoucí desce a jejich propojení, až po generování dat Gerber a Excellon pro profesionální výrobu.

Návrh byl směřován, aby destičky měly co nejnižší výrobní náklady. První tři destičky jsou jednovrstvé. SMD součástky se přesunuly na stranu pájecích plošek nožičkových součástek. Čtvrtá destička je již dvouvrstvá a je ve stádiu testování a finální zapojení se může ještě změnit.

6.1 Zapojení pro konektor RJ45

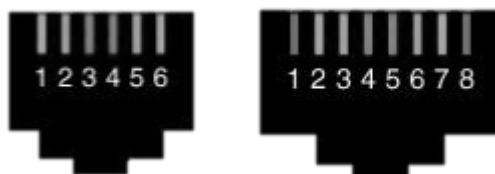
Při rozvržení kabeláže se nepočítá, že v rodinném domě již budou slaboproudé rozvody, předpokládáme, že vše potřebné se bude vést společně v jednom kabelu. Pořadí zapojení jednotlivých pinů jsme volili podle firmy Hobby-Boards, která má ucelené portfolio výrobků pro síť 1-Wire.

Konektory typu RJ-xx jsou hojně využívány výrobci, ale jejich zapojení pinů se liší. V následující tabulce 1 je přehled zapojení pinů různých výrobců 1-Wire zařízení.

Device	Pin 1	Pin 2	Pin 3	Pin 4	Pin 5	Pin 6	Pin 7	Pin 8	RJ-45
		Pin 1	Pin 2	Pin 3	Pin 4	Pin 5	Pin 6		RJ-12
			Pin 1	Pin 2	Pin 3	Pin 4			RJ-11
Original Dallas Weather Station			N/C	DQ	GND	N/C			RJ-11
AAG RJ-11 Sensors/Interfaces			GND	DQ	GND	+5VDC			RJ-11
Dallas/Maxim RJ-12 wiring standard		+5VDC	GND	DQ	GND	N/C	DC Supply		RJ-12
Midon Design MD2104 TEMPO8/LOG08-II/1WSwitch		DC Supply	+5VDC	DQ	GND	N/C	N/C		RJ-12
Midon Design Sensors		DC Supply	+5VDC	DQ	GND	N/C	N/C		RJ-12
AAG RJ-12		+5VDC	GND	DQ	GND	N/C	N/C		RJ-12
Sensors									
Texas Weather Instruments sensors		N/C	GND	DQ	GND	N/C	DC Supply		RJ-12
Simon Atkins' Hub	+5VDC	+5VDC	DC Supply	DQ	GND	DC Supply	GND	GND	RJ-45
AAG RJ-45 sensors	DQ	GND	+5VDC	+12VDC	+12VDC	+5VDC	GND	GND	RJ-45
Hobby-Boards sensors	GND	+5VDC	GND	DQ	GND	N/C	+12VDC	GND	RJ-45
1Wire.org draft standard for RJ45	GND	+5VDC	GND	DQ	GND	Analog signal	+12VDC	GND	RJ-45

Tabulka 1 - Seznam zapojení konektorů pro 1-Wire [6]

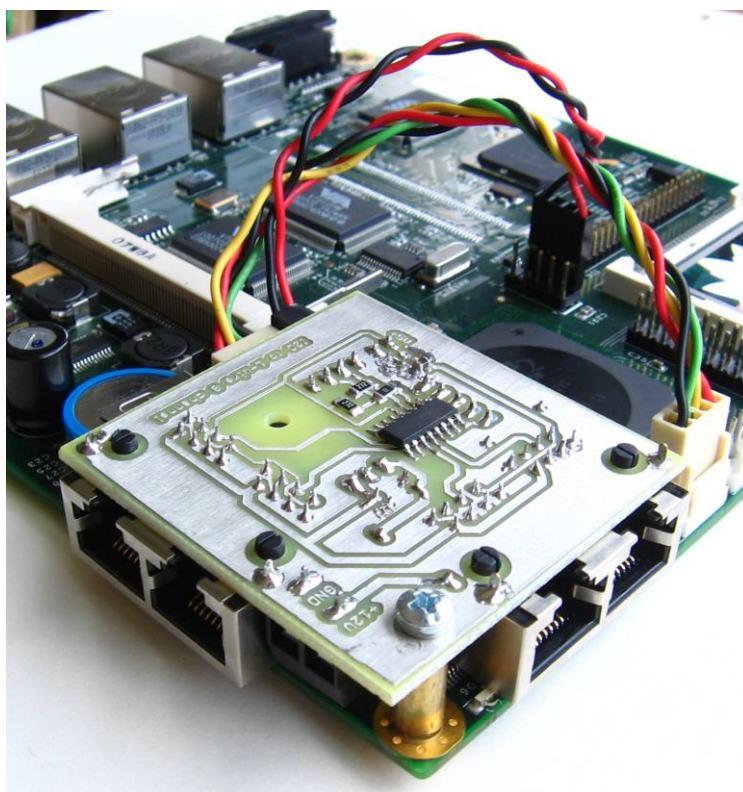
Čísla pinů uvedené v tabulce předpokládají zásuvku („samice“) konektoru s pinem 1 vlevo při pohledu z čelní strany a zobáčkem dolů, jak je nakresleno na obrázku obr. 13.



13 - RJ-12 a RJ-45 konektor [6]

6.2 Převodník I²C to 1-Wire

Deska má za úkol převod sběrnice I²C na síť 1-Wire. Velikost převodníku a umístění otvoru pro připevňovací šroub je zamýšleno pro Alix PC (viz fotografie na obr. 14), tak aby se celá destička mohla vložit o kovového krytu Alix. Po vložení destičky do krytu je mezera mezi vývody z převodníku a horní plochou krytu 2-3mm. Proto, aby se zabránilo nechtěnému zkratování vývodů, musí se vždy nalepit izolační čtverec z plastické folie (nebo jiný izolační materiál) na místo případného styku mezi převodníkem a krytem Alix.



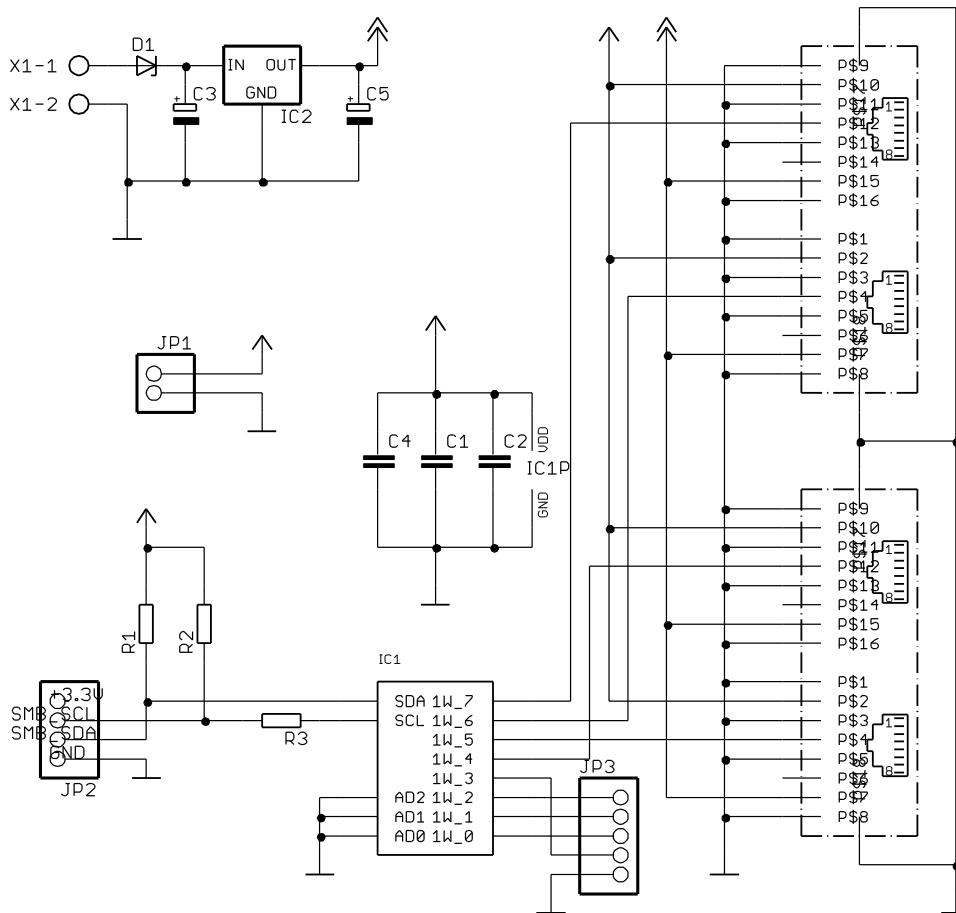
14 - Převodník I²C - 1-Wire zapojení v Alix PC

S Alix PC převodník komunikuje přes I²C a do 4 konektorů RJ-45 přivádí 4 kanály 1-Wire. Další 4 kanály jsou vyvedeny jen v podobě pinů. Na desce je použit převodník DS2482-800 (schématické zapojení převodníku na obr. 15) s celkem osmi kanály 1-Wire a jedním vstupem I²C. Na obou vstupních vodičích I²C je připojen pull-up rezistor o hodnotě 2,7 k Ω , jak doporučuje výrobce obvodu [9]. Dále se na desce nachází 3 odrušovací kondenzátory. Na desce se nachází drátové dva nulové odpory sloužící jako drátové propojky pro zachování jednovrstvé DPS.

Napájení převodníku je +5V. Toto napětí se přivádí z pinu USB, které jsou na desce Alix PC. Maximální odběr je 500mA při jednom zařízení, při připojených více zařízení je maximální odběr 100mA.

Na desce je umístěn stabilizátor na +12V. Vstupní napětí pro stabilizátor se přivádí pomocí svorkovnice, která je vyvedena směrem z Alix PC.

- Maximální vstupní napětí je +35V.
- Maximální výstupní proud ze stabilizátoru, resp. maximální odběrový proud pro +12V zařízení umístěný na síti 1-Wire je 1,5A.



15 - Schématické zapojení převodníku I²C - 1-Wire

6.3 1 IO deska s relé

Slouží ke spínání/vypínání spotřebičů (fotografie na obr. 16). Například pro zapnutí venkovního osvětlení, spínání kotle nebo spínání tepelného čerpadla na noční proud.

Obvod dokáže spínat jedno silové zařízení. Jako spínací prvek je použito klasického relé s +12V DC cívkou. Maximální proud spínavý relé je 10A při 250VAC.

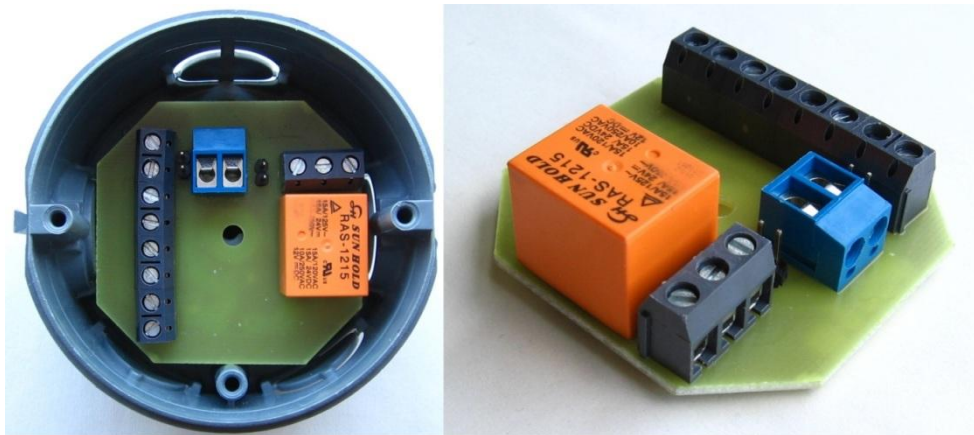
Konektor RJ-45 je zde nahrazen svorkovnicí, kvůli lepší manipulovatelnosti s deskou v stíněném prostoru instalační krabice.

Obvod DS2413 má dva IO piny. Jeden pin slouží jako výstup pro spínání relé přes optočlen (viz schématické zapojení desky na obr. 17), který plní funkci galvanického oddělení. Druhý pin slouží jako vstup, který je možno využít pro snímání zmáčknutého tlačítka a rozsvícení připojené diody. Tlačítkem je možno snímat ručně připojené zařízení na relé. Nedochozí zde k přímému spínání, ale zmáčknuté tlačítko musí napřed zaregistrovat master v sběrnici 1-Wire a až poté přímo master sepne dané zařízení připojené na relé. Protože se předpokládá, že destička bude umístěna přímo v instalační krabici, tlačítko se připojuje svorkovnici X5 a

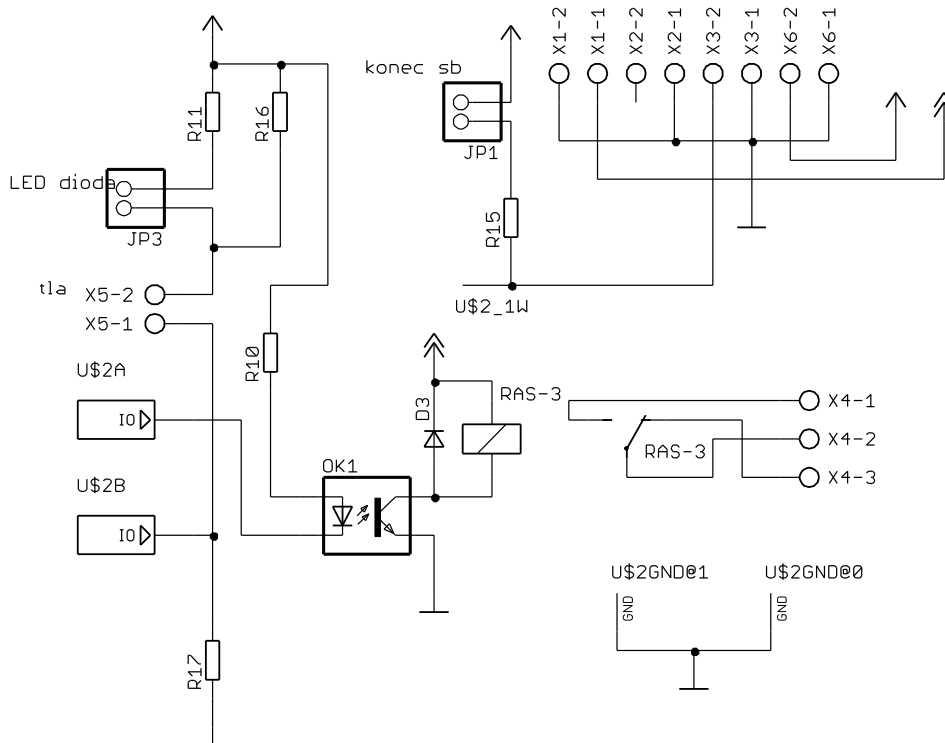
LED dioda na konektor JP3. Podle informací¹⁰ se doporučuje na každém konci větve sběrnice, který je delší jak cca 2m, zkratovat pomocí jumperu svorku JP6.

Analýza procesu ručního spínání

V klidovém stavu je kanál B zkratován přes odpor R17. Když se zmáčkne tlačítko X5, změní se stav na kanálu B přes dané tlačítko a přes odpor R16. Dioda ještě nesvíí, protože kanál B je vstupní a proud tekoucí přes LED je příliš malý (50uA). Program umístěný master 1-Wire síť zjistí, že kanál B je nastaven jako tlačítko a je na něm napětí. Uzemní kanál B a tím zkratuje odpor R17 a LED dioda se rozsvítí. Obsluha, která zmáčkla tlačítko, takto zjistí, že povel byl zaregistrován. Po skončení skenování se sběrnice se všechny kanály, které jsou nastaveny na tlačítko s LED, přepnou znovu do stavu vstupu a LED se zhasne.



16 - Fotografie 1 IO desky (vlevo umístěna do instalační krabičky)



17 - Schématické zapojení 1 IO desky s relé

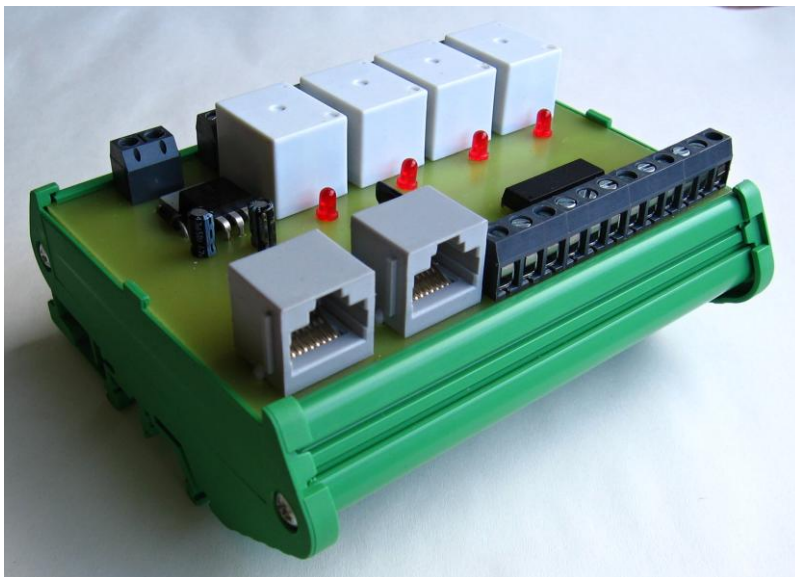
¹⁰ http://quattro.haje.cz/index.php?option=com_content&view=article&id=52:domaci-automatizace-iii&catid=16:domaci-automatizace&Itemid=26

6.4 Deska s čtyřmi vstupy a čtyřmi výstupy

Na desce je používán čip DS2408 s osmi vstupními nebo výstupními piny. Deska s relé umožňuje sběrnici 1-Wire kontrolovat celkem 4 výstupy a 4 vstupy. Deska je se svojí velikostí vhodná pro umístění v technické místnosti, kde může sloužit jako akční řízení otopného systému v rodinném domě.

Deska je navržena tak, aby se zasunula do držáku DPS na DIN lištu (fotografie na obr. 18).

Při návrhu zapojení a tvorby dokumentace jsem vycházel ze zdroje [12].



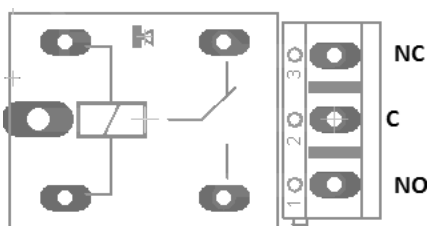
18 - Fotografie desky s čtyřmi vstupy a čtyřmi výstupy

Konektivita

- 1-Wire připojení je realizováno přes konektor RJ-45, druhý konektor RJ-45 slouží pro připojení dalšího zařízení 1-Wire do lineární topologie.
- Napájení je možné buď přivádění kabelem společně s 1-Wire sítí, nebo samostatné přes svorkovnici. V případě externího napájení je potřeba, aby jumper JP1 byl rozeprt. Při napájení z konektoru RJ-45 jsou konektory JP1 spojeny jumperem. Maximální vstupní externí napájení je +35V.

Výstupy

- 4 výstupní kanály využívají silová relé ke spínání maximálního proudu 10A při 250VAC.
- Stav každého výstupu je signalizováno LED diodou.
- Každý výstup má tři konektory na svorkovnici (obr. 19):
 - přepínací kontakt (na obrázku označen jako C)
 - normálně sepnuto (na obrázku označen jako NC)
 - normálně rozeprt (na obrázku označeno jako NO)



19 - Konektory pro relé (pohled shora)

Vstupy

- všechny vstupy jsou galvanicky odděleny optočlenem a mohou se na ně připojit jak DC, tak AC průběhy
- přípustné vstupní napětí od 5 do 34V AC nebo DC.
- Každý vstup má tři konektory (popis při pohledu shora)
 - +5V (1 kontakt zleva, označení „+5V“)
 - záporné (2 kontakt zleva, označení „-“)
 - kladné (3 kontakt zleva, označení „+“)

Napájení

- Maximální odběr je 120mA při 12V DC.

Zapojení výstupu

Každý relé může být zapojeno jako normálně rozepnuto, normálně sepnuto nebo oboje.

- Pro „normálně rozepnuto“ zapojte jeden vodič do šroubovací svorky označené jako C a druhý vodič zapojte do svorky označené jako NO.
- Pro „normálně sepnuto“ zapojte jeden vodič do šroubovací svorky označené jako C a druhý vodič zapojte do svorky označené jako NC.
- V některém případě chceme, aby zařízení bylo sepnuto, když je jiné vypnuto. V tomto případě jsou zapojeny na oba způsoby výše uvedené.

U každého relé je signalizační LED dioda.

Zapojení vstupu

Deska umožňuje připojit 4 napájené nebo nenapájené vstupy.

Pro zapojení nenapájeného vstupu: jeden vývod se připojí na svorku označenou jako „+“ a druhý vývod se zapojí do svorky označené jako „+5V“.

- Odpovídající přepínač na DIP switch musí být přepnut do polohy on.

Pro zapojení napájeného vstupu: kladný vývod se připojí ke svorce označené jako „+“ a druhý záporný vývod se připojí ke svorce označené jako „-“.

- Mohou být připojeny AC i DC signály.
- Pro vstup nezáleží na polaritě, v optočlenu jsou zapojeny LED diody v obou směrech.
- Odpovídající přepínač na DIP switch musí být přepnut do polohy off.

6.5 Deska s PIC16F1825

Firma Maxim nabízí ucelenou nabídku součástek pro měření teplot a součástky pro digitální vstupy a výstupy. V rodinném domě, kde se budou uplatňovat navržené desky, se ale může stát, že bude potřeba obyčejného DA převodníku nebo pulsně šířková modulace. Pro tyto požadavky už standardní součástky firmy Maxim stačí. Proto bylo navrženo zařízení s mikrořadičem, ve kterém je naimplementovaná 1-Wire komunikace ze strany slave

zařízení. Mikrořadič výše uvedené požadavky splňuje dostatečně. Nadále byla jen otázka výběru konkrétního typu mikrořadiče.

Na základě dřívějších zkušeností byla zvolena rodina mikrořadičů PIC16. Hlavní požadavky byly pro konkrétní model mikrořadiče:

- co nejvíc PWM
- co nejmenší počet vývodů pouzdra
- interní oscilátor
- co nejnižší cena

Vzhledem k těmto požadavkům jsem vybral mikrořadič PIC16F1825, který má následující vlastnosti:

- 2x klasické PWM + 2x vylepšené PWM s možností řídit H můstek pro stejnosměrné motory
- 5bitový DA převodník
- interní oscilátor s frekvencí až 32MHz
- cena 33,- Kč při kusovém odběru
- 14-ti vývodové pouzdro

Zapojení je inspirováno zařízením *BAE910 baseboard*¹¹ a zařízením *1-Wire slave emulator for PIC16*¹².

Hlavní požadavky na destičku byly:

- co nejmenší velikost
- možnost odběru v řádech stovek mA z PWM
- možnost zapojení do lineární topologie přes konektor RJ-45
- signalizační LED diody

V OWFS jsou naimplementovány potřebné funkce pro řízení této destičky. Jsou využité následující periferie:

- 3x PWM s 10bitovým rozlišením (konkrétně PWM1,PWM2,PWM4), výstupy zesíleny přes Darlingovo zapojení tranzistorů
- 32-bitový čítač vnějších signálů přivedených na vstup RA2
- 5-bitový DA převodník s výstupem na portu RA0
- Ovládání portu A i C, v OWFS se mohou přímo nastavovat všechny potřebné registry.

Na destičce jsou dva konektory RJ-45 pro zapojení do lineární topologie. Dále je na destičce svorkovnice s třemi svorkami.

Zapojení konektoru RJ-45 se shoduje se zapojením Hobby-Boards popsaným v kapitole 6.1.

Na svorkovnici se připojuje +12V, zem GND a síť 1-Wire. Svorkovnice může být využita místo konektoru RJ-45. Napájení destičky vyžaduje napájení od +7 do +24V. Celá destička bez zátěže odebírá maximálně 50mA. Při plném využití periférií může destička odebírat až 3A.

1	Zem (GND)
2	12V (7-24V)
3	1-Wire (DQ)

Propojka SJ1 propojuje napětí +12V z konektoru RJ-45 se svorkou +12V na

¹¹ <http://www.brain4home.eu/attachments/BAE0910-prototyping-board-usermanual.pdf>

¹² <http://www.fabiszewski.net/1-Wire-slave/>

svorkovnici. Standardně je napájení pro destičku přes svorkovnici.

Propojka SJ2 má tři plošky pro propojení:

1-2: propojí piny 2 na konektoru RJ-45 s 5V úrovní pro napájení obvodů na destičce.

2-3: propojí piny 6 na konektoru RJ-45 s 5V úrovní pro napájení obvodů na destičce.

Stabilizátor - na destičce je standardně umístěn stabilizátor 78L05 s maximální zátěží 100mA, ale umístění pájecích plošek umožňuje připojení i výkonnějšího stabilizátoru v pouzdru TO220 s maximálním odběrem 1A.

Univerzální prototypové pole - umožňuje zapájení prototypových zapojení. Rozteč pinů je 0.1 palce.

Na ploše jsou přístupné piny:

- +12V: 6 plošek v dolní části s neregulovaným napětím, přiváděným přímo ze vstupu destičky, může se zde objevovat 7 až 24V, podle přivedeného napětí.
- +5V: 6 plošek umístěný v horní části prototypové plochy. Napětí 5V je přiváděno ze stabilizátoru nebo přímo z konektoru RJ-45, záleží na propojení JP2. Maximální odběr je 100mA nebo 1A dle volby stabilizátoru.
- zem GND: po pravé straně je umístěna řada pinů, která je připojena ke společné zemi.
- TTL I/O: celkem 11 pinů je vyvedeno po levé horní straně prototypové plochy. Tyto piny jsou přivedeny přes odpory 330Ω přímo na piny mikrořadiče PIC16F1825.
- výstupy z Darlingtonových tranzistorů (ULN2003): vyvedeno 6 pinů. Popis pinů a zapojení viz tabulka 2.

Číslo pinu	Pin na PIC16F1825	funkce	Max. zatížení
Pin 1	RC3	PWM2/výstup	500mA
Pin 2	RC4	výstup	500mA
Pin 3	RC5	PWM1/výstup	500mA
Pin 4	RC2	Výstup	500mA
Pin 5	RC0	Výstup	500mA
Pin 6	RC1	PWM4/výstup	1000mA

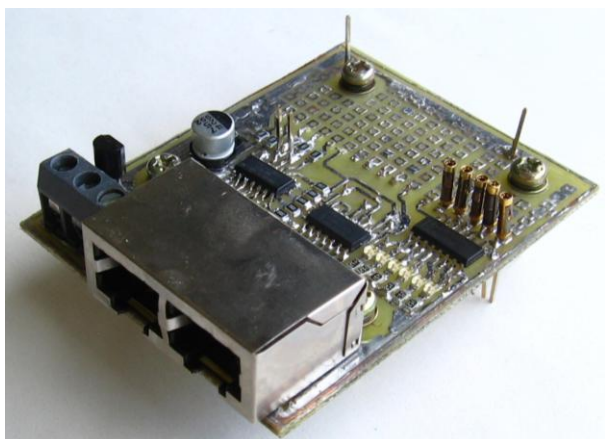
Tabulka 2 - výstupy z Darlingovo pole tranzistorů

U mikrořadiče se nevyužívá PWM3, protože u mikrořadiče jsou některé piny multifunkční a jejich funkce se vybírá ve speciálním registru. Pro možnost využití zároveň DA, převodníku, externího přerušování timeru 0 a třech PWM se muselo přeskočit PWM3, protože příslušný pin kolidovat s přírodním pinem pro přerušování timeru 0.

Detailní popis Darlingtonova pole tranzistorů v technickém listě k obvodu ULN2003¹³.

Hotová osazená destička s prototypovým polem je na obr. 20.

¹³ http://www.datasheetcatalog.org/datasheets/120/489337_DS.pdf



20 - Fotografie destičky sloužící jako nový slave zařízení

6.6 Postup domácí výroby DPS pomocí zažehlování toneru

Výroba desek plošných spojů v domácích podmínkách klasickou fotocestou je náročná na čas a potřebné vybavení. Existuje také možnost vyrábět DPS pomocí zažehlování toneru. Touto metodou je možno vyrobit DPS za 40 minut včetně vyleptání, navíc odpadá nutnost osvitů UV zářením. Základní princip spočívá ve vytisknutí předlohy laserovou tiskárnou na folii. Uvádí se, že je možno předlohu vytisknout na pauzovací papír, fotopapír nebo je možno zakoupit přímo folii určenou přímo k tomuto účelu. Podle zkušeností popisovaných na internetu jsem rovnou zvolil folii do laserové tiskárny, kterou lze zakoupit v každém papírnictví. Při použití folie lze dosáhnout až 100% přenesení motivu na cuprextit. Hraniční tloušťka vodivé cesty je přibližně 16mil.

Pracovní postup:

1. Nejdříve je nutné cuprextit řádně očistit a odmastit. K očištění je dobré použít Sidol (lze zakoupit v drogerii) nebo jiný čistič kovů. Destičku cuprextitu leštíme hadříkem s trochou Sidolu. K nejlepšímu výsledku přenesení toneru je nutné, aby destička byla dokonale rovná, bez vrypů. Sidolem leštíme cuprextit až k zrcadlovému efektu, kdy se v destičce vidíme v odraze.
2. Na laserové tiskárně vytiskneme zrcadlově předlohu DPS na folii.
3. Vezmeme tuhounou podložku např. sololit, nebo knížku. Položíme na ní vyleštěný cuprextit, přiložíme folii potištěnou stranou směrem k cuprextitu. Přikryjeme vše papírem na pečení. Žehličku nastavíme na stupeň vlna (střední teplota celého rozsahu žehličky).
4. Žehličkou přejíždíme po pečícím papíru 2-3 minuty. Na žehličku netlačíme, jen volně přejíždíme. Hmotnost žehličky zajistí dostatečný přitlak. Po 2-3 minutách můžeme zkontrolovat folii, místa kde je toner krásně lesklý, je toner již přenesen na cuprextit.
5. Destičku necháme vychladnout. Opatrně strhneme folii. Zkontrolujeme přenesený toner, malé nepřesnosti můžeme opravit lihovým fixem. V případě nepřenesení celé části motivu opakujeme bod 3 a 4 s novou potisknutou folií. V případě, že se přenesení motivu zcela nepovedlo, smyjeme toner nitroředidlem a opakujeme zažehlování znovu.
6. Leptáme v roztoku chloridu železitého $FeCl_3$.
7. Po vyleptání smyjeme toner nejlépe pomocí nitroředidla. Omyjeme destičku mýdlem a vodou.
8. Vyvrtáme do DPS potřebné otvory.

9. Zdrsíme lehce plochu DPS velmi jemným brusným papírem.
10. Finální úprava je na Vás, buď jen nalakujeme destičku rozpuštěnou kalafunou v ředidle, nebo můžeme provést pokovovací nebo pocínovací lázeň.

7 Programovací část

U prvních třech desek nebylo potřeba cokoli programovat. Veškeré použité mikrořadiče od firmy Maxim IP jsou již naprogramované od výrobce. U 4. desky s mikrořadičem PIC16 se naimplementovala 1-Wire komunikace ze strany slave. Protože se předpokládá, že v roli master bude Alix PC, musela se doprogramovat podpora nového zařízení do námi zvoleného podpůrného programu OWFS.

7.1 Programování mikrořadiče PIC16 pomocí Microchip IDE X

Celý program stojí na přerušení od sestupné hrany na pinu, kde je připojena sběrnice 1-Wire. Po startu řadiče je v režimu, kdy očekává ROM příkaz, viz Bitová komunikace. Při prvním přerušení se načte příchozí byte a rozhodne se, co se má vykonat. Poté co řadič pošle informace o sobě směrem k master zařízení, řadič nadále očekává funkční příkazy. Ty už rozhodují má-li sepnout PWM, nebo třeba začít čítat impulsy.

Celá programovací část pro mikrořadič byla napsána v programu MPLAB X IDE dodávaném přímo firmou Microchip. Jako C kompilátor byl použit HI-TECH C for the PIC10/12/16 v lite verzi.

Struktura projektu v MPLAB X IDE

- Zdrojové soubory
 - main.c hlavní metoda main, obsluha přerušení
 - init.c inicializační metody pro nastavení registrů
 - slave_lib.c metody obsluhující komunikaci po 1-Wire ze slave strany
 - functions.c set a get metody pro nastavení parametrů periférií
- Hlavičkové soubory
 - config.h globální proměnné, makra pro preprocesor
 - functions.h definice použitých funkcí pro functions.c
 - 1Wire.h makra pro preprocesor, definice funkcí pro slave_lib.c

Popis funkční komunikace mezi master a slave zařízením s PIC

Celá komunikace mezi master a slave probíhá ve funkčních příkazech a různou délkou zprávy obsahující data. Když master zapisuje nějakou zprávu, nejdříve pošle funkční příkaz a poté příslušnou délku zprávy. Jestliže master chce přečíst data ze slave zařízení, pošle odpovídající funkční příkaz a posléze čeká, než dorazí předem známý počet slov zprávy jako odpověď od slave zařízení.

Navržená komunikace pro čtení a zápis dat do zařízení

Funkční příkazy jsou zvoleny tak, aby nekolidovaly s žádnými jinými používanými příkazy z tabulky příkazů uveřejněných na stránkách [13]. Pro zápis dat je zvolen rozsah 0x80 .. 0x8A. Pro čtení dat je zvolen rozsah 0xD0 .. 0xD8.

Na následujících tabulkách je přehled komunikace, délka zpráv a význam jednotlivých bajtů.

Přehledový popis komunikace

Tabulka 3 - Zápis dat

Funkční příkaz	1. byte	2. byte	3. byte	4. byte	5. byte	
W(0x80)	W(data)	W(data)				zápis configuračního bytu s periferiemi (dvakrát se vyšle stejný byte, následná kontrola)
W(0x81)	W(data)	W(data)				zápis nastavení pro PWM1
W(0x82)	W(data)	W(data)				zápis nastavení pro PWM2
W(0x83)	nepoužito					zápis nastavení pro PWM3
W(0x84)	W(data)	W(data)				zápis nastavení pro PWM4
W(0x85)	W(data)	W(data)				zápis nastavení pro DAC modul
W(0x86)	W(data)					zápis nastavení pro 32-bitový čítač
W(0x87)	W(data)	W(data)				zápis nastavení PORTU A
W(0x88)	W(data)	W(data)				zápis nastavení PORTU C
W(0x89)	W(data)	W(data)	W(data)	W(data)	W(data)	zápis frekvence - 32 bitový číslo
W(0x8A)	W(data)	W(data)	W(data)			zápis šířky impulsu v 10bitové slově

Tabulka 4 - Čtení dat

Funkční příkaz	1. byte	2. byte	3. byte	4. byte	5. byte	6. byte	7. byte	
W(0xD0)	R(data)	R(data)	R(data)	R(data)	R(data)	R(data)	R(data)	čtení klíčových registrů ze slave
W(0xD1)	R(data)	R(data)	R(data)	R(data)				čtení nastavení PWM1
W(0xD2)	R(data)	R(data)	R(data)	R(data)				čtení nastavení PWM2
W(0xD3)	nepoužito							čtení nastavení PWM3
W(0xD4)	R(data)	R(data)	R(data)	R(data)				čtení nastavení PWM4
W(0xD5)	R(data)	R(data)						čtení nastavení převodníku DA
W(0xD6)	R(data)	R(data)	R(data)	R(data)	R(data)			čtení nastavení 32b. čítače
W(0xD7)	R(data)	R(data)	R(data)	R(data)	R(data)	R(data)		čtení nastavení PORTU A
W(0xD8)	R(data)	R(data)	R(data)	R(data)	R(data)	R(data)		čtení nastavení PORTU C

Vysvětlivky k tabulce: W(0xD6) vyslání byte 0xD6
 R(data) čtení jednoho byte

Detailní popis komunikace

Tabulka 5 - Zápis dat ze strany master

Funkční byte	Popis
0x80	zápis konfiguračního bytu s periferiemi bit 7 zatím nepoužit bit 6 zatím nepoužit bit 5 32 bitový čítač bit 4 DA převodník bit 3 PWM4 bit 2 PWM3 bit 1 PWM2 bit 0 PWM1 <p style="text-align: right;">0 = nepoužíván/vypnut, 1 = používán/zapnut</p>
0x81	zápis nastavení pro PWM1 1. zapsaný byte - určuje kam se má obsah následujícího bytu zapsat 0x01 registr PR2 0x02 registr CCPR1L 0x03 registr CCP1CON 0x04 registr T2CON 2. zapsaný byte - obsah tohoto bytu se zapíše do registru, který byl specifikován v prvním zapsaném bytu
0x82	zápis nastavení pro PWM2 1. zapsaný byte - určuje kam se má obsah následujícího bytu zapsat 0x01 registr PR4 0x02 registr CCPR2L 0x03 registr CCP2CON 0x04 registr T4CON 2. zapsaný byte - obsah tohoto bytu se zapíše do registru, který byl specifikován v prvním zapsaném bytu
0x83	zápis nastavení pro PWM3 - tento modul nebyl použit, protože řadič PIC16F1825 má pouze 3 timery určené pro PWM moduly
0x84	zápis nastavení pro PWM4 1. zapsaný byte - určuje kam se má obsah následujícího bytu zapsat 0x01 registr PR6 0x02 registr CCPR4L 0x03 registr CCP4CON 0x04 registr T6CON 2. zapsaný byte - obsah tohoto bytu se zapíše do registru, který byl specifikován v prvním zapsaném bytu
0x85	zápis nastavení pro DAC modul 1. zapsaný byte - obsah tohoto bytu se zapíše do registru DACCON0 2. zapsaný byte - obsah tohoto bytu se zapíše do registru DACCON1
0x86	zápis nastavení pro 32-bitový čítač zapsaný byte - obsah tohoto bytu se zapíše do registru OPTION_REG
0x87	zápis nastavení PORTU A 1. zapsaný byte - určuje kam se má obsah následujícího bytu zapsat 0x01 PORTA 0x02 TRISA 0x03 WPUA 0x04 LATA 0x05 INLVLA 0x06 ANSELA 2. zapsaný byte - obsah tohoto bytu se zapíše do registru, který byl specifikován v prvním zapsaném bytu

Funkční byte	Popis
0x88	zápis nastavení PORTU C 1. zapsaný byte - určuje kam se má obsah následujícího bytu zapsat 0x01 PORTC 0x02 TRISC 0x03 WPUC 0x04 LATC 0x05 INLVLC 0x06 ANSELC 2. zapsaný byte - obsah tohoto bytu se zapíše do registru, který byl specifikován v prvním zapsaném bytu
0x89	zápis frekvence - 32 bitové číslo 1. zapsaný byte - určuje jaký PWM se má použít (0x01 pro PWM1, 0x02 pro PWM2 ...) 2. zapsaný byte - 0 až 7 bitů 32 bitového čísla 3. zapsaný byte - 8 až 15 bitů 32 bitového čísla 4. zapsaný byte - 16 až 23 bitů 32 bitového čísla 5. zapsaný byte - 24 až 32 bitů 32 bitového čísla
0x8A	zápis šířky impulsu v 10bitové slově 1. zapsaný byte - číslo x, určuje jaký PWM se má použít (0x01 pro PWM1, 0x02 pro PWM2 ...) 2. zapsaný byte - obsahuje horní 2 bity z přenášeného 10 bitového čísla, zapis do CCPxCON 3. zapsaný byte - obsahuje dolních 8 bitů z přenášeného 10 bitového čísla, zapis do CCPRxL
0x8B	zápis šířky impulsu v procentech 1. zapsaný byte - určuje jaký PWM se má použít (0x01 pro PWM1, 0x02 pro PWM2 ...) 2. zapsaný byte - číslo v procentech šířky pulsu PWM

Tabulka 6 - Čtení dat ze strany master (OWFS)

Funkční byte	Popis
0xD0	čtení klíčových registrů ze slave 1. čtený byte - byte periférií, bitový popis viz zapisovací byte 0x80 2. čtený byte - registr STATUS 3. čtený byte - registr OSCCON 4. čtený byte - registr INTCON 5. čtený byte - registr PIR1 6. čtený byte - registr PIR2 7. čtený byte - registr PIR3
0xD1	čtení nastavení PWM1 1. čtený byte - registr PR2 2. čtený byte - registr CCPR1L 3. čtený byte - registr CCP1CON 4. čtený byte - registr T2CON
0xD2	čtení nastavení PWM2 1. čtený byte - registr PR4 2. čtený byte - registr CCPR2L 3. čtený byte - registr CCP2CON 4. čtený byte - registr T4CON
0xD3	čtení nastavení PWM3 - tento modul nebyl použit, protože řadič PIC16F1825 má pouze 3 timery určené pro PWM
0xD4	čtení nastavení PWM4 1. čtený byte - registr PR6 2. čtený byte - registr CCPR4L 3. čtený byte - registr CCP4CON 4. čtený byte - registr T6CON
0xD5	čtení nastavení převodníku DA 1. čtený byte - registr DACCON0 2. čtený byte - registr DACCON1
0xD6	čtení nastavení 32 bitového čítače 1. čtený byte - 24 až 32 bitů 32 bitového čísla 2. čtený byte - 16 až 23 bitů 32 bitového čísla 3. čtený byte - 8 až 15 bitů 32 bitového čísla 4. čtený byte - 0 až 7 bitů 32 bitového čísla 5. čtený byte - registr OPTION_REG
0xD7	čtení nastavení PORTU A 1. čtený byte - registr PORTA 2. čtený byte - registr TRISA 3. čtený byte - registr WPUA 4. čtený byte - registr LATA 5. čtený byte - registr INLVLA 6. čtený byte - registr ANSELA
0xD8	čtení nastavení PORTU C 1. čtený byte - registr PORTC 2. čtený byte - registr TRISC 3. čtený byte - registr WPUC 4. čtený byte - registr LATC 5. čtený byte - registr INLVLC 6. čtený byte - registr ANSELC

7.2 One Wire File System (OWFS)

OWFS [14] je projekt primárně vyvíjený pro GNU Linux, i když existují varianty pro Windows a Mac OS. OWFS využívá modul jádra FUSE¹⁴, který umožní připojit celou strukturu sběrnice 1-Wire jako stromovou strukturu. Každá součástka má definovanou svoji strukturu složek a souborů. Například připojený teploměr DS18S20 bude vypadat v adresářové struktuře jako:

```
— address
— alias
— crc8
— errata
  — die
  — trim
  — trimblanket
  — trimvalid
— family
— fasttemp
— id
— locator
— power
— r_address
— r_id
— r_locator
— temperature
— temperature10
— temperature11
— temperature12
— temperature9
— temphigh
— templow
— type
```

Například v souboru `temperature` lze přečíst hodnotu 22.6. Takto lze přistupovat k datům ze sítě 1-Wire o mnoho pohodlněji a lze automatizovat jejich načítání třeba skriptem v kódu BASH nebo využít jazykové moduly pro propojení `owserver` a libovolné aplikace například v jazyce C, php nebo Python.

Balíček nástrojů OWFS lze rozdělit do kategorií (příklad komunikace mezi jednotlivými moduly na obrázku 21):

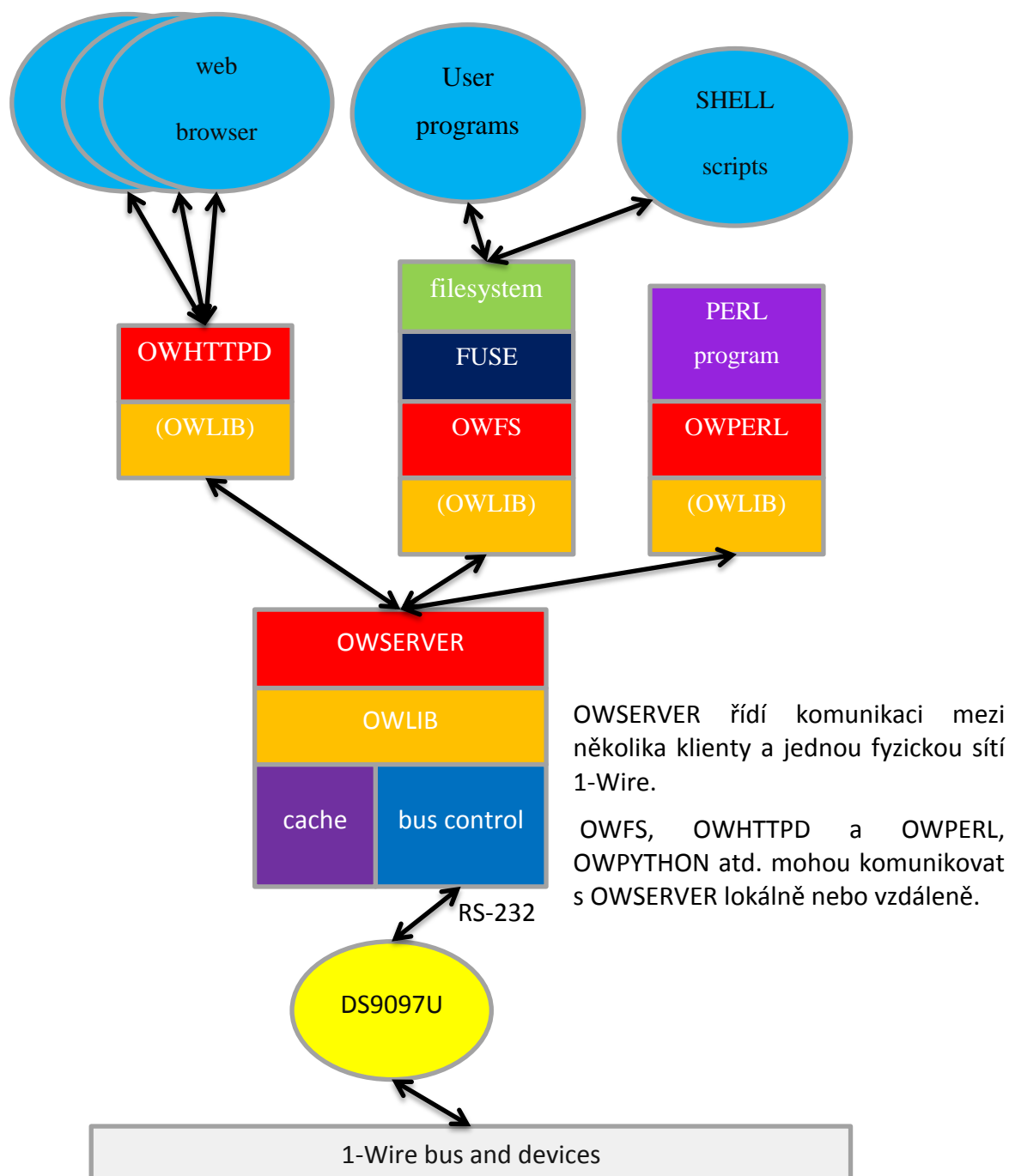
1. plnohodnotné programy - komunikace přímo s převodníky na 1-Wire nebo s `owserver`
 - `owfs` – 1-Wire stromový systém složek a souborů (nutné jádro FUSE)
 - `owhttpd` – web server program pro 1-Wire síť
 - `owftpd` – FTP server program
 - `owserver` – daemon, který rozhoduje o přístupu na sběrnici z více klientských procesů, může sloužit jako most mezi fyzickou sběrnici 1-Wire a ostatními programy uvedenými výše

Programy `owfs`, `owhttpd` a `owftpd` mohou být připojeny přímo na převodník mezi sběrnici PC (RS-232, I²C apod.) a sběrnici 1-Wire, nebo mohou být připojeny přes daemona `owserver`. Z hlediska operačního systému je zabezpečená komunikace jen na převodnicích USB, u sériových převodníků hrozí nebezpečí konfliktu komunikace mezi

¹⁴ <http://fuse.sourceforge.net//>

více připojenými klienty. Pro vyvarování konfliktu by se měly všechny OWFS aplikace připojovat k fyzické vrstvě přes owserver.

2. příkazové programy - přístup na owserver
 - owdir – seznam 1-Wire zařízení nebo vlastností
 - owread – čtení 1-Wire hodnot
 - owwrite – zápis 1-Wire hodnot
 - owpresent – kontroluje, je-li připojeno 1-Wire zařízení
3. plnohodnotné jazykové moduly - mohou se připojit na přímo na 1-Wire převodníky nebo na owserver, jsou podobné plnohodnotným programům
 - owperl – PERL interface pro 1-Wire souborový systém
 - owpython – PYTHON interface pro 1-Wire souborový systém
 - owphp – PHP interface pro 1-Wire souborový systém
 - owtcl – Tcl interface pro 1-Wire souborový systém
4. odlehčené jazykové moduly - mohou se připojit pouze na owserver a komunikovat přes síť, jsou podobné příkazovým programům
 - OWNet.pm - pro jazyk Perl
 - OWNet.php - pro jazyk PHP
 - OWNet.py - pro jazyk Python
 - OWNet (libownet) - pro jazyk C
 - OWNet.vb - pro jazyk Visual Basic



21 - Příklad struktury OWFS¹⁵

7.3 Přidání podpory nového SLAVE zařízení do OWFS

Většina hlavního kódu, který tvoří funkční část projektu OWFS je napsána v modulu *libow*. Tento modul je dále šířen pod licencí GPLv2¹⁶. Zdrojové kódy jsou volně k dispozici a kdokoliv může si tento projekt přeprogramovat a dodělat si novou funkci.

Pro plnohodnotnou funkcionalitu nové vyvinuté destičky, bylo zapotřebí přidat podporu nového zařízení do struktury OWFS. Po výpisu všech rodinných kódů zařízení 1-Wire jsem se rozhodl, že destička bude mít ještě nepoužitý rodinný kód „AA“.

¹⁵ <http://owfs.sourceforge.net/components/owfs-design.pdf>

¹⁶ <http://www.gnu.org/copyleft/gpl.html>

Pro úspěšné přidání nového zařízení se musí ve zdrojových souborech přidat jeden hlavní soubor popisující strukturu nového zařízení v jazyce C a hlavičkový soubor. Další změny jsou jen přidání závislostí do daných souborů makefile a nadřazených hlavičkových souborů. Vytvořený patch soubor pro aplikování změn pro OWFS 2.8p14 je na přiloženém CD.

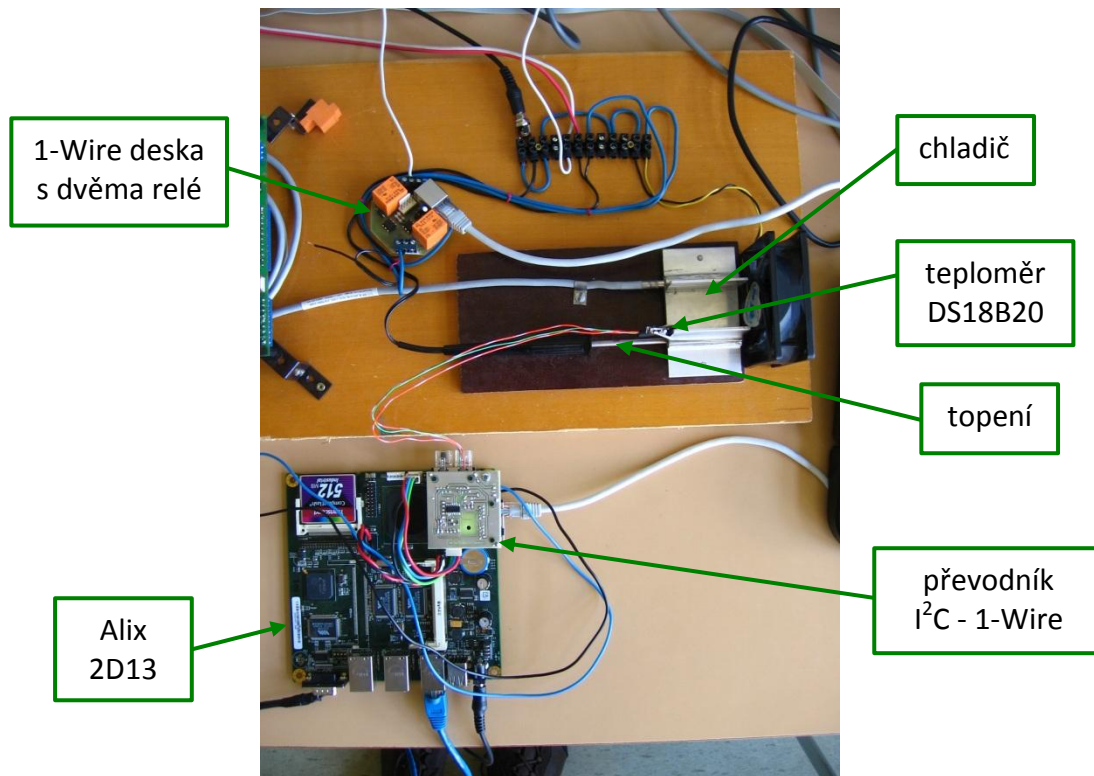
Každý zdrojový soubor k zařízení v OWFS musí splňovat následující strukturu:

1. import konfiguračních hlavičkových souborů
2. definování prototypových funkcí
 - čtecí funkce
 - zapisovací funkce
3. datové struktury
 - podpůrné datové struktury typu „aggregate“ pro popis bitových polí
 - datová struktura typu „filetype“, kde se stanoví, že nové zařízení implementuje standardní rozhraní sítě 1-Wire. Dále se definují nové položky, které se vypisují v OWFS. Každá tato nová položka má typ struktury s vlastnostmi:
 - cesta k položce + název položky
 - délka obsahu v bytech
 - ukazatel na podpůrnou strukturu „aggregate“
 - formát dat
 - typ dat
 - čtecí funkce
 - zapisovací funkce
 - viditelnost
 - ukazatel na obecná data, která souvisejí s položkou
4. definování funkčních příkazů – namapování byte příkazů z tabulek Tabulka 3 - Zápis dat a Tabulka 4 - Čtení dat
5. čtecí a zapisovací funkce, na něž se odkazuje z datových struktur. Jsou dva typy funkcí:
 - první typ funkcí se volá z filesystemu, napřed se definují potřebné proměnné a načte se příslušný byte příkaz. Následně se volá druhý typ funkce. Tento typ funkce má prefix FS_r_ (čtení funkce) nebo FS_w_ (zapisovací funkce).
 - druhý typy funkcí se volají pomocí prvního typu funkce a jako parametr přebírá pointer na pole, kam se mají zapsat přijatá data nebo naopak data která se mají vyslat. Dále je jako parametr přebírán funkční byte příkaz, který se pošle na úvod komunikace.

8 Příklad regulace pomocí 1-Wire sběrnice a navržených desek

Se zhotovenými destičkami byl proveden experiment. Cílem je udržovat konstantní teplotu na chladiči, který je z hliníku. Na chladiči je připevněn teploměr DS18B20 firmy Maxim IP. K chladiči je připojeno topení, které je napájeno 24V. Topení je spínáno pomocí relé, které je ovládáno přes 1-Wire sběrnici. Na převodník jsou připojeny dvě 1-Wire zařízení (destička s relé a teploměr).

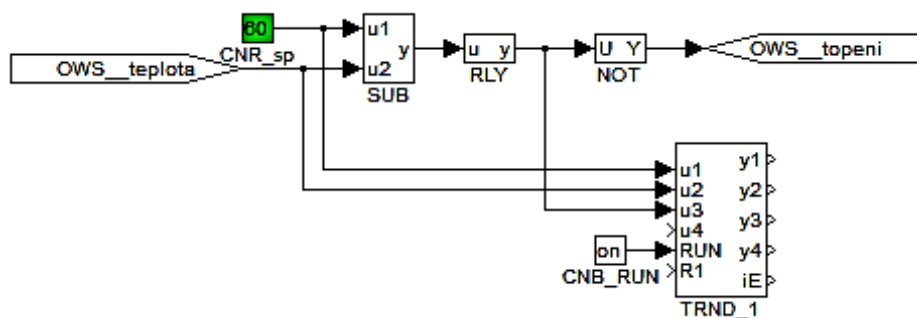
Řízení probíhá pomocí programu REX, který běží na Alix PC. Komunikace mezi ovládanými relé a Alix PC je zajištěno destičkou s převodníkem I²C - 1-Wire. Schéma zapojení experimentu s popiskami je znázorněno na obr. 22.



22 - Zapojení experimentu

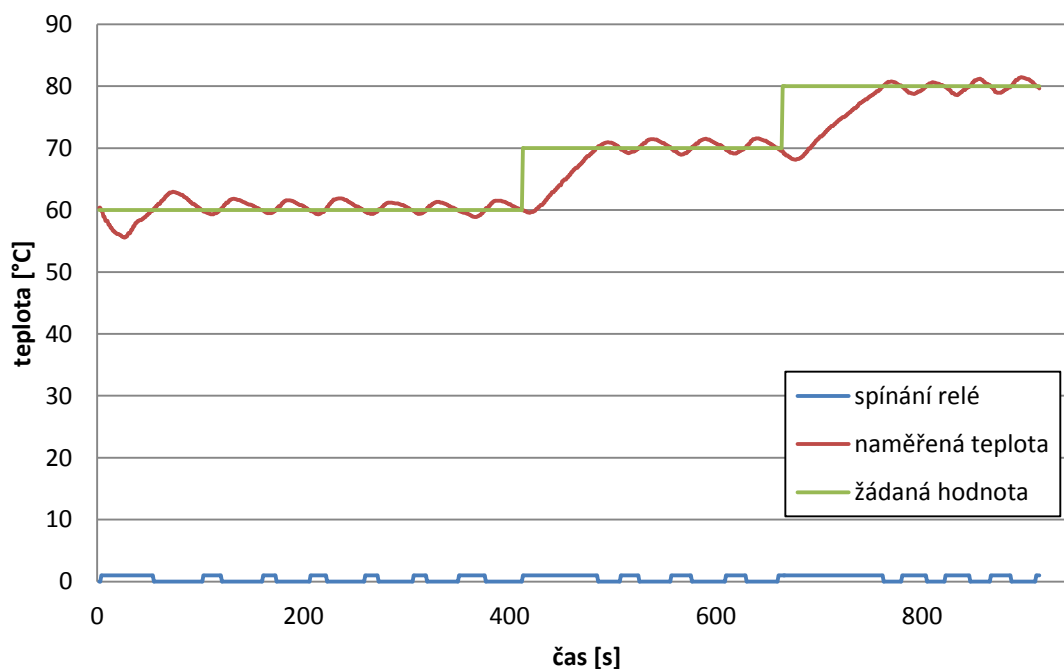
Regulační smyčka je znázorněna na obr. 23. Jedná se o jednoduché zapojení reléového regulátoru s hysterezí. Následuje stručný popis bloků (bližší popis funkčních bloků systému REX viz [15]):

- OWS__teplota - načítání hodnoty z 1-Wire zařízení přes driver pro OWFS
- SUB - odečítání dvou signálů
- RLY - relé s hysterezí
- NOT - negace (obrácená logika ke spínání relé)
- TRND_1 - záznam trendů v reálném čase
- OWS__topeni - spínání relé na 1-Wire sběrnici přes driver pro OWFS



23 - Zapojení regulační smyčky v RexDraw

Dolní mez hystereze reléového regulátoru byla nastavena na 0.1°C, horní mez byla nastavena na 0, protože naše regulovaná soustava měla relativně velkou dobu setrvačnosti při ohřevu. Výsledné naměřené hodnoty jsou na obr. 24.



24 - Naměřené hodnoty z experimentu

9 Uživatelská příručka

Tato uživatelská příručka je psaná jako návod, jak zprovoznit vyrobené destičky se součástkami od firmy Maxim.

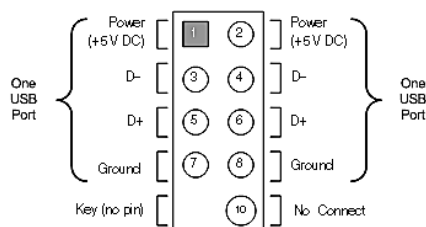
Předpokládá se, že je k dispozici PC Alix, kde je nainstalovaný balíček s OWFS.

9.1 Připojení destičky s I2C – 1-Wire převodníkem

Ke správné funkci převodníku musíme připojit dvoužilový kabel na USB napájení. Červená barva označuje +5V a černá označuje zem (GND). Rozmístění pinů na konektoru USB je na obrázku 25. Druhý konec zapojíme do destičky s převodníkem dle popisku na spodní straně.

Druhý kabel je připojení sběrnice I²C. Je použit 4 žilový kabel se zámkem, takže konektor lze zasunout vždy jen správně.

Volitelně lze připojit externí zdroj +12V pro napájení periférií (například pro spínání relé). Jednotlivé kabely se připojují ke svorkovnici. Na spodní části destičky je opět označení svorky pro +12V a země.



25 - Zapojení konektoru USB na Alix desce¹⁷

Nyní máme převodník připravený a můžeme zapnout Alix PC.

¹⁷ <http://www.marnscda.com/PCWire101.htm>

9.2 Zprovoznění OWFS na Alix PC

Připojíme se k Alix PC pomocí programu Putty přes protokol SSH zadáním jeho IP adresy. Zobrazí se nám okno, kde zadáme naše uživatelské jméno a heslo.

Máme-li již owfs nainstalované na Alixu, vytvoříme složku, kam budeme připojovat adresářovou strukturu OWFS.

```
# mkdir /owfs
```

Nyní můžeme připojit převodník I²C – 1-Wire:

```
# owfs -d /dev/i2c-0 /owfs
```

Za parametrem *-d* je specifikováno umístění převodníku, v našem případě I²C. Jako další možnost by byla připojení převodníku RS-232 – 1-Wire, potom by se použilo zařízení */dev/ttyS0*. Druhý parametr je složka kam se má připojit struktura OWFS.

Takto lze jednoduše zprovoznit načítání snímačů do adresářové struktury. Pro zprovoznění owserveru, k němuž se budou připojovat další moduly, se postupuje takto:

```
# owserver -p 3001 -d /dev/i2c-0
```

Přibyl parametr *-p 3001*, znamená TCP port. K tomuto portu se budou připojovat další moduly.

Nyní připojíme owfs k owserveru:

```
# owfs -s 3001 /owfs
```

OWFS se připojí na owserver na portu 3001 a připojí se na adresář */owfs*.

Nyní mámě vše připravené ke čtení hodnot a můžeme připojit destičky nebo například teploměr DS18S20, který je připojen do konektoru RJ-45.

9.3 Rozbor vytvořené adresářové struktury OWFS

Uživatelský rozbor adresářového stromu 1-Wire součástek používaných v této práci.

9.3.1 Teploměr DS18B20 (family code 28)

Na následujících řádcích jsou adresářové výpisy souborové struktury, tak jak ji vytváří OWFS pro 1-Wire zařízení. Ke každému řádku je vypsán komentář vysvětlující funkci příkazu. Obdobný výpis můžeme získat pro jakýkoliv 1-Wire zařízení pomocí příkazu *tree* v příkazové řádce operačního systému Linux. Položky *adresa*, *alias*, *crc8*, *id*, *family* a *locator* jsou společná pro všechny 1-Wire zařízení.

Výpis	příklad přečtených nebo zapisovaných dat
address	2837FBBC0200006C
// 64-bitový ROM code (1 byte family code + 6 byte ID + 1 byte CRC8)	
alias	kitchen
// možnost pojmenování konkrétní 1-Wire součástky	
crc8	6C
// přečtení CRC8 z ROM code	
errata	
// složka s chybovými hlášeními	
die	C2
// dvoumístný kód chyby	
trim	56303
// 32 bitový hodnota EEPROM	
trimblanket	0

```

// zápis jedničky nastaví výchozí nastavení čipu
trimvalid      0
// obsahuje trim hodnotu v platném rozsahu?
family         28
// 8-bitová hodnota rodinného kódu součástky
fasttemp       22.5
// přečte teplotu v nejnižším (9bit) rozsahu
id             37FBBC020000
// přečte ID zařízení
locator        FFFFFFFFFFFFFFFF
// používá se jako rozšíření od firmy iButtonLink pro fyzické zařízení v
// propojení s unikátním 1-Wire kódem. Pokud není použit Link Locator vrátí
// 8 krát 0xFF
power          0
// napájení součástky externím napájením (=1) nebo je v parazitním režimu
// (=0)
r_address      6C000002BCFB3728
// vrátí adresu součástky (64 bitů) v opačném pořadí
r_id           000002BCFB37
// vrací id součástky v opačném pořadí
r_locator      FFFFFFFFFFFFFFFF
// vrací locator v opačném pořadí
temperature    22.5625
// teplota v rozlišení 12 bitů
temperature10  22.5
// teplota v rozlišení 10 bitů
temperature11  22.625
// teplota v rozlišení 11 bitů
temperature12  22.5625
// teplota v rozlišení 12 bitů
temperature9   22.5
// teplota v rozlišení 9 bitů
temphigh
// nastavení alarmu, když překročí teplota nastavenou hodnotu součástka bude
// k zobrazení v alarm složce, ukládá se do EEPROM paměti
templo
// nastavení alarmu, když bude nižší než teplota nastavenou hodnotu
// součástka bude k zobrazení v alarm složce, ukládá se do EEPROM paměti
type           DS18B20
// typ součástky

```

9.3.2 Dvoukanálový přepínač DS2413 (family code 3A)

Zde uvedeny jen rozdíly vůči teploměru.

```

address
alias
crc8
family
id
locator
PIO.A
//nastavení kanálu A jako výstup (zapojení otevřeného kolektoru), TTL logika
PIO.B
//nastavení kanálu B jako výstup (zapojení otevřeného kolektoru), TTL logika
PIO.ALL
// odkaz na oba kanály současně, hodnoty oddělené čárkou
PIO.BYTE
// odkaz na oba kanály současně, hodnota v jednom byte, kanál A odpovídá LSB
r_address

```



```

— r_id
— r_locator
— sensed.A
— sensed.B
    // přečtení kanálu A resp. B; 0 = GND, 1 = high (~2,4V - 5V). Má smysl číst,
    // jen když je PIO nastaveno na nulu, jinak vrací nulu.
— sensed.ALL
    // odkaz na oba kanály současně, hodnoty oddělené čárkou
— sensed.BYTE
    // odkaz na oba kanály současně, hodnota v jednom byte, kanál A odpovídá LSB
— type

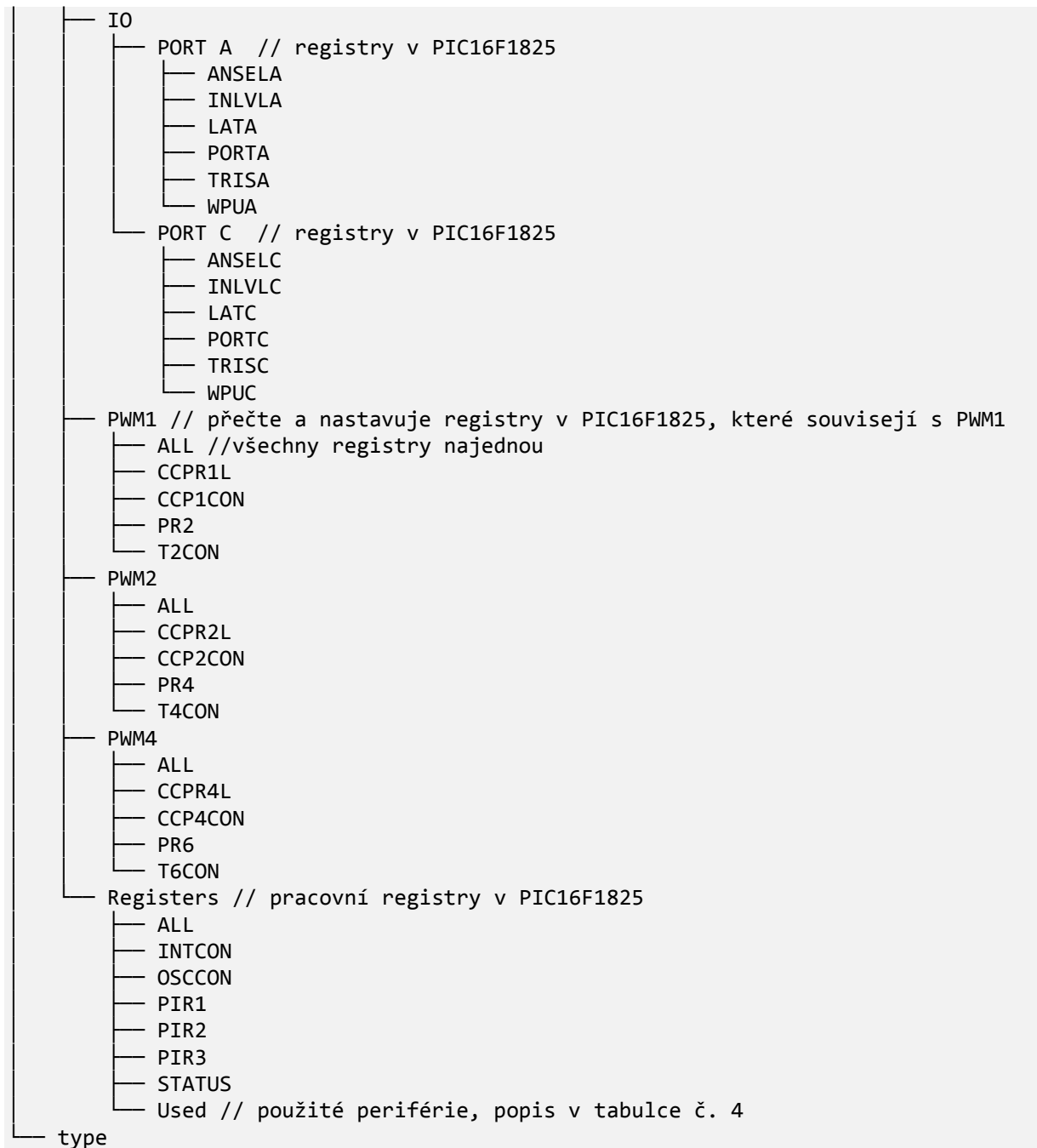
```

9.3.3 Destička s PIC slave

```

— address
— alias
— Count32bit // přečtení long čísla z čítače
— crc8
— DAC6bit // nastavením hodnoty 0 - 32 pro DA převodník; 0 = 0V, 32 = 5V
— family
— id
— locator
— Periphery
    // nastavené periférií, jednotlivé použití bitů je popsáno v tabulce č. 4
    — Per.ALL
    — Per.BYTE
    — Per.0 .. 7
— PORTA
    // dle volby nastavovacích parametrů v Settings, lze číst vstupní hodnoty
    // nebo nastavovat výstupní úrovně v TTL logice
    — PIOA.ALL
    — PIOA.BYTE
    — PIOA.0.. 5
— PORTC
    — PIOC.ALL
    — PIOC.BYTE
    — PIOC.0 .. 5
— PWM1
    // pro zapnutí PWM je nutné povolit periférii v adr. Periphery
    — PWM1DUTY // střída v procentech 0 - 99
    — PWM1FREQ // frekvence náběžných hran PWM
    — PWM1WIDTH // střída v 10-bitovém slově (0 - 1023)
— PWM2
    — PWM2DUTY
    — PWM2FREQ
    — PWM2WIDTH
— PWM4
    — PWM4DUTY
    — PWM4FREQ
    — PWM4WIDTH
— r_address
— r_id
— r_locator
— Settings
    — Counter
        — Count // long číslo načítané čítačem
        — Option // registr Option v PIC16F1825
    — DAC // registry v PIC16F1825
        — DACCON0
        — DACCON1

```



9.4 Příklady pro načítání a nastavování hodnot v OWFS

Zde jsou uvedeny příklady čtení a nastavování hodnot pro 1-Wire zařízení. Jako výchozí stav je, že máme připojené OWFS na nějakou složku (například /owfs) a máme připojené snímače k převodníku 1-Wire. K OWFS přistupujeme pomocí terminálu systému Linux a syntaxe příkazů je v souladu s příkazy BASH (= interpret programovacího jazyka).

Přejdeme do adresáře s připojeným OWFS:

```
# cd /owfs
```

9.4.1 Přečtení teploty z DS18B20 v 12 bitové přesnosti

Pomocí příkazu `ls` si vypíšeme všechny vnořené složky a soubory.

Přepneme se do teploměru DS18S20 (ID má každý jiný, *family code* je pro tyto teploměry stejný):

```
# cd 28.37FBBC020000
```

Vypíšeme teplotu ve 12-ti bitové přesnosti (soubor `temperature` nebo `temperature12`):

```
# cat temperature
```

Pro například čtení typu 1-Wire součástky:

```
# cat type
```

Pro nastavení alarmu pro nízkou teplotu:

```
# echo 21 > temp_low
```

9.4.2 Příklad pro nastavení DS2413

Přečtení vstupní hodnoty na kanálu B:

```
# cat sensed.B
```

Nastavení obou kanálů na výstupní a zapsání logické „1“ (BYTE se zde rozumí v dekadickém formátu; 0 = 0x00, 255 = 0xFF):

```
# echo 3 > PIO.BYTE
```

9.4.3 Příklad pro nastavení DS2408

Sepnutí všech 4 relé na desce s DS2408 (druhý možný způsob):

```
# echo 0,0,0,0,1,1,1,1 > PIO.ALL
```

Načtení vstupních úrovně na pinu 0 na desce s DS2408:

```
# cat sensed.0
```

9.4.4 Nastavení PWM pro PIC slave

Zapnutí periférie PWM1, nastavené frekvence na 31250Hz a střída 33%:

```
# echo 1 > Periphery/Per.0  
# echo 31250 > PWM1/PWM1FREQ  
# echo 33 > PWM1/PWM1DUTY
```

Zapnutí čítače a přečtení hodnoty (bezznaménkové celočíselné číslo, long, 32 bitů):

```
# echo 1 > Periphery/Per.4  
# cat Count32bit
```

Zapnutí DA převodníku a nastavení výstupu na 25 (rozsah 0 - 31):

```
# echo 1 > Periphery/Per.5  
# echo 25 > DAC5bit
```

10 Programové prostředky

Stěžejní vývojové prostředky

- Eagle (= Easily Applicable Graphical Layout Editor) od firmy CadSoft je nástroj pro návrh desek plošných spojů. Dostupný z <http://www.cadsoftusa.com/>
- MPLAB IDE X od firmy Microchip je integrované vývojové prostředí pro programování všech mikrořadičů firmy Microchip. Dostupný z <http://www.microchip.com/pagehandler/en-us/family/mplabx/>

- HI-TECH C Compilers for PIC 10/12/16 MCUs je překladač C zdrojového kódu pro mikrořadiče firmy Microchip. Dostupné z <http://www.htsoft.com/>
- UP - Program UP je univerzální ovládací software pro všechny programátory ASIX. Dostupný z http://asix.cz/dwnld_up.htm.

Podpůrné programy pro komunikaci s 1-Wire a Alix PC

- soubor podpůrných programů; SDK pro vývoj aplikací v jazycích Java, C, Visual Basic; ovladače pro převodníky pro systém Windows od firmy Maxim. Dostupné z <http://www.maxim-ic.com/products/ibutton/software/resources.cfm>
- PuTTY je klient protokolů SSH, Telnet, rlogin a holého TCP. Dostupný z <http://www.chiark.greenend.org.uk/~sgtatham/putty/>

11 Závěr

Výsledkem práce je vyprodukování čtyř osazených desek s rozhraním sběrnice 1-Wire. Dvě tyto desky je možno použít ke spínání silových zařízení. Jedna deska slouží jako převodník mezi standartní sběrnicí I²C používanou v Alix PC a sběrnicí 1-Wire. Tyto tři desky jsou navrženy jako hotový výrobek, který je možno použít k řízení kotle, který vytápí rodinný dům.

Čtvrtá deska je vytvořena jako prototyp. Deska s čipem PIC16F1825 slouží jako slave zařízení na sběrnicí 1-Wire k řízení zařízení, které není možno ovládat pomocí standardně vyráběných čipů od firmy Maxim. Tato destička má v sobě naimplementovaný 3xPWM výstup v 10-ti bitovém rozlišení střídavy, 5-bitový DA převodník s úrovní výstupu 0 - 5V a 32-bitový čítač vnějších impulsů.

Dále je v práci popsán komunikační most OWFS, pomocí něhož lze pohodlně přistupovat ke všem 1-Wire součástkám na sběrnicí. Pro pohodlné využití vlastností 4. destičky byla naprogramována podpora nového slave zařízení do programu OWFS.

V experimentu byla ověřena funkčnost komunikace navržených zařízení po sběrnicí 1-Wire jednoduchou regulací teploty chladiče. Bylo využito jednoduchého reléového regulátoru. Jako pokročilejší experiment se nabízí využít navrženou čtvrtou destičku, kdy by se využilo i PWM řízení pro topení a chlazení, tím i možnost přesnější regulace.

Závěr práce se věnuje přiblížení navržené stavebnice uživateli, díky níž je mu umožněno rychle zprovoznit ovládání stavebnice.

12 Seznam literatury

- [1] M. Malý, „Sběrnice 1-Wire,“ [Online]. Available: <http://www.hw.cz/rozhrani/art1215-sbernice-1-wire.html>.
- [2] Maxim IP, „1-Wire® Communication Through Software,“ 30 Květen 2002. [Online]. Available: <http://www.maxim-ic.com/app-notes/index.mvp/id/126>. [Přístup získán 10 duben 2012].
- [3] V. Čepička, „Informační systém rodinného domu,“ 2011. [Online]. Available: <http://theses.cz/id/1fuav0/>. [Přístup získán 21 4 2012].
- [4] R. Polanský, „Monitorování teplot pomocí digitálních čidel DS1822,“ 2011. [Online]. Available: <http://theses.cz/id/2gwjj9/>. [Přístup získán 21 4 2012].
- [5] Maxim IP, „Guidelines for Reliable Long Line 1-Wire® Networks,“ Maxim IP, 22 září 2008. [Online]. Available: <http://www.maxim-ic.com/app-notes/index.mvp/id/148>. [Přístup získán 12 duben 2012].
- [6] Midon design, „1-Wire Application Guide,“ Midon design, 9 srpen 2009. [Online]. Available: <http://midondesign.com/Documents/1-WireApplicationGuide103.pdf>. [Přístup získán 15 leden 2012].
- [7] Maxim IP, „Datasheet DS2413,“ Maxim IP, červenec 2010. [Online]. Available: <http://datasheets.maxim-ic.com/en/ds/DS2413.pdf>. [Přístup získán 12 duben 2012].
- [8] Maxim IP, „Datasheet DS18S20,“ Maxim IP, srpen 2010. [Online]. Available: <http://datasheets.maxim-ic.com/en/ds/DS18S20.pdf>. [Přístup získán 12 duben 2012].
- [9] Maxim IP, „Datasheet DS2482-800,“ leden 2012. [Online]. Available: <http://datasheets.maxim-ic.com/en/ds/DS2482-800.pdf>. [Přístup získán 12 duben 2012].
- [10] V. LÁNÍK, „MicroLan - A jde to i s jedním vodičem!,“ 7 březen 2005. [Online]. Available: <http://www.hw.cz/Rozhrani/ART1240-MicroLan---A-jde-to-i-s-jednim-vodicem.html>. [Přístup získán 10 leden 2012].
- [11] PC ENGINES GMBH, „ALIX.2 / ALIX.3 / ALIX.6 series system boards,“ 2010. [Online]. Available: <http://pcengines.ch/pdf/alix2.pdf>.
- [12] Hobby Boards, „8 Channel I/O,“ Duben 2008. [Online]. Available: <http://www.hobby-boards.com/catalog/links/8cio8-r1/8%20Channel%20IO%20User%20Manual.pdf>. [Přístup získán leden 2012].
- [13] Paul H Alfille, „Complete 1-wire command codes,“ 04 září 2005. [Online]. Available: <http://owfs.sourceforge.net/family.html>. [Přístup získán 12 duben 2012].
- [14] P. Alfille, 2003-2012. [Online]. Available: <http://owfs.org/>. [Přístup získán 2012].
- [15] REX Controls s.r.o., „Funkční bloky systému REX: Referenční příručka. Verze 2.03 (revize 2033),“ 2011. [Online]. Available: http://www.rexcontrols.cz/downloads/clanky/BRef_CZ.pdf.

13 Seznam příloh na přiloženém CD

- schématické zapojení ve formátu pro program Eagle 6.1.0
- navržené desky ve formátu pro program Eagle 6.1.0
- seznamy součástek
- vygenerovaná Excellon a Gerber data k navrženým deskám pro profesionální výrobu
- projekt pro program MPLAB X se zdrojový kódy pro PIC16F1825
- soubor s rozdíly pro přidání podpory nového 1-Wire zařízení do OWFS ve verzi 2.8p14
- elektronická verze bakalářské práce