



STŘEDNÍ PRŮMYSLOVÁ ŠKOLA SDĚLOVACÍ TECHNIKY

110 00 Praha 1, Panská 856/3

☎ (02) 21002111, 📠 (02) 21002666

URL: www.panska.cz

e-Mail: sekretariat@panska.cz

MATURITNÍ ZKOUŠKA

PRAKTICKÁ ZKOUŠKA Z ODBORNÝCH PŘEDMĚTŮ

POČÍTAČOVÁ REGULACE VYTÁPĚNÍ

Obor: 26-45-M/004 (37-49-6/00) Digitální telekomunikační technika

Třída: 4.C

Školní rok: 2000/2001

Martin Farář

Jan Svatoš

KOTELNÍK

POČÍTAČOVÁ REGULACE VYTÁPĚNÍ



Praha, 2001

-- *tady bude zadání* ---

„Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracoval(a) samostatně a použil(a) jsem literárních pramenů a informací, které cituji a uvádím v seznamu použité literatury a zdrojů informací.“

V Praze, dne

.....

podpis

--- *tady bude zadání* ---

„Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracoval(a) samostatně a použil(a) jsem literárních pramenů a informací, které cituji a uvádím v seznamu použité literatury a zdrojů informací.“

V Praze, dne

.....

podpis

OBSAH:

1. Úvod	10
1.1 Co je to Kotelník	10
2. Štábní kultura	11
3. Úvod do problematiky teplovodního vytápění	12
3.1 Kotel	12
3.2 Okruh	13
3.2.1 Hlavní trubka	13
3.2.2 Menší okruh	13
3.2.3. Radiátory	14
3.3 Regulátor	15
3.3.1. Dvoustavová regulace	15
3.3.2 PID regulace	16
3.3.3 Spojité regulátory	18
3.3.4 Nespojité regulátory	19
3.4 Čerpadlo	19
4. Popis použité technologie	21
4.1 Řízení regulace	21
4.1.1 Modulární struktura a kruhová síť	22
4.1.2 Proudová smyčka	23
4.1.3 Komunikační protokol	24
4.2 Akční člen – MODUL 1	25
4.3 Hodiny DCF	26
5. Hardware systému	27
5.1 Použitý hardware	27

5.2 Mikroprocesor ATMEL AT89C2051	28
5.2.1. Základní popis procesoru ATMEL	28
5.2.2. Struktura a činnost portů	29
5.2.3. Časování procesorové jednotky	30
5.2.4. Organizace paměti	31
5.2.5. Přerušovací systém	32
5.2.6. Časovače/cítače	33
5.2.6. Seriové rozhraní	33
5.3 Teplotní čidlo DALLAS	35
5.3.1. Základní popis obvodu DALLAS	36
5.3.2. Komunikace po 1-bitové sběrnici	37
5.3.3. Měření teploty	39
5.3.4. Organizace paměti	40
5.4 Spínací člen SHARP S202S02	42
5.5 Rozhraní RS232MAX	43
6. Software systému	45
6.1 Něco o programovém řízení	45
6.1.1 Programové vybavení	45
6.2 Assembler	45
6.2.1 Instrukce, instrukční soubor	46
6.2.2 Paměť, přesuny dat	47
6.2.3 Vyhodnocování a předání řízení	47
6.2.4 Aritmetické a logické operace	47
6.2.5 Speciální funkční registry	48
6.2.6 Programová realizace	48

<i>7. Popis konstrukce zařízení</i>	<i>50</i>
7.1 Instalace zařízení v kotelně	50
7.2 Montáž obvodů DALLAS ke trubkám	50
7.2.1 Připravení trubky	50
7.2.2 Příprava Dallasů	50
7.2.3 Montáž Dallasů k trubkám	51
<i>8. Shrnutí</i>	<i>55</i>
<i>Summary</i>	<i>56</i>
<i>9. Přílohy</i>	<i>57</i>
<i>Příloha A</i>	<i>58</i>
Časování obvodu DALLAS	58
<i>Příloha B</i>	<i>60</i>
ROM protokol obvodu DALLAS	60
<i>Příloha C</i>	<i>61</i>
Průběh měřicí odchylky u obvodu DALLAS	61
<i>Příloha D</i>	<i>62</i>
Elektrické charakteristiky obvodu DALLAS	62
<i>Příloha E</i>	<i>63</i>
Elektrické charakteristiky procesoru ATMEL	63
<i>Příloha F</i>	<i>64</i>
Optoelektrické charakteristiky spínače SHARP	64
<i>Příloha G</i>	<i>65</i>
Příkazy pro MODUL 1	65
<i>10. Poděkování</i>	<i>66</i>
<i>11. Použitá literatura</i>	<i>67</i>



1. ÚVOD

Tento materiál si klade za cíl objasnit námi použitý systém regulace vytápění, který jsme vytvořili podle požadavků Salesiánského kláštera. Snažili jsme se o to, abychom zpřístupnili naše myšlenky a postupy při návrhu takového systému tak, aby bylo možno systém pouze za pomoci této publikace sestavit.

1.1 Co je to Kotelník

Kotelník je název, který byl vymyšlen pro zjednodušení dlouhého názvu „Počítačová regulace ústředního topení“.

Tento projekt je prakticky automatický regulátor vytápění, využívající kvazispojitou proporcionální metodu regulace.

Každý si jistě dokáže představit radiátor ústředního topení. Z radiátoru vedou kamsi nějaké trubky a díky nim je přiváděna teplá voda a zároveň odváděna studená voda. Trubky končí vyústěním do kotle, který vodu opět ohřívá, vyžaduje-li se to po něm. Tímto vysvětlením by se dal odbýt laik, ale bylo by dobré si princip vysvětlit trochu hlouběji.

Pro začátek vysvětlování bych chtěl upozornit, že všechny příklady pocházejí z reálné kotelny v kostele v Praze Kobyliších.



2. ŠTÁBNÍ KULTURA

Zde jsou popsána základní pravidla používána pro psaní textu, např. významy symbolů nebo jmen.

Kurzívou psané texty jsou odkazy, poznámky nebo upřesňující komentáře k obsahu.

V textu se objevují označení součástek, které jsem pro řešení našeho systému použili. Pro součástky používáme zkrácené názvy a jsou uvedeny vždy velkými písmeny (např. ATMEL nebo DALLAS).

Součástí této dokumentace jsou materiály, které popisují použité součástky. Z těchto materiálů jsme čerpaly informace i do této knihy (např. některé obrázky a tabulky), ale považujeme za přínosné přiložit je k této dokumentaci.

3. ÚVOD DO PROBLEMATIKY TEPLOVODNÍHO VYTÁPĚNÍ

3.1 Kotel

Kotel je zařízení, které v dnešní době nejčastěji pracuje na plyn. Abychom dobře rozuměli, myslí se tím, že voda se ohřívá plynem.

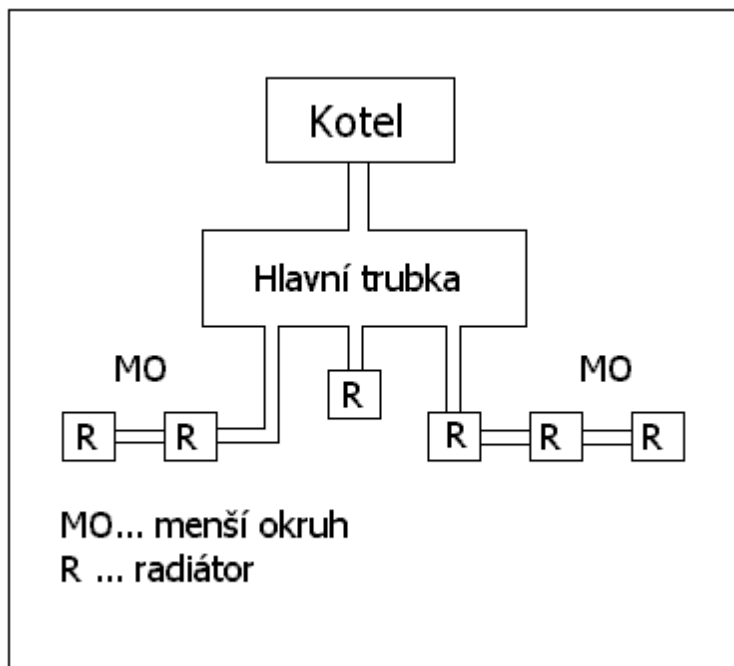
Toto zařízení se skládá z několika různých zařízení, které tady nebudu popisovat, protože to není náplní této práce a sám tomu moc nerozumím, ale několik málo jich uvedu. Tak např. čerpadlo, termostat, samostatná řídící a ovládací jednotka.

Je logické, že do kotle musí být někudy přivedena voda . Pokud se jedná o víceúčelový kotel, tak vývod s horkou vodou tvoří několik trubek.

V tuto chvíli jsme opustili kotel a nějakou hlavní trubkou nám proudí voda o určité teplotě do okruhu. Většinou se tato teplota pohybuje mezi 50-80 °C.

3.2 Okruh

Obr. 1 blokové schéma



Na obr. 1 je blokově uveden příklad realizace okruhu. Nyní se budeme zabývat bloky „Hlavní trubka“ a „MO“.

3.2.1 Hlavní trubka

Hlavní trubka je obyčejná trubka většinou větších rozměrů a vyniká tím, že z kotle přivádí teplou vodu. Z hlavní trubky se vyvádí menší trubky, které tvoří tzv. MO a to jsou Menší Okruhy.

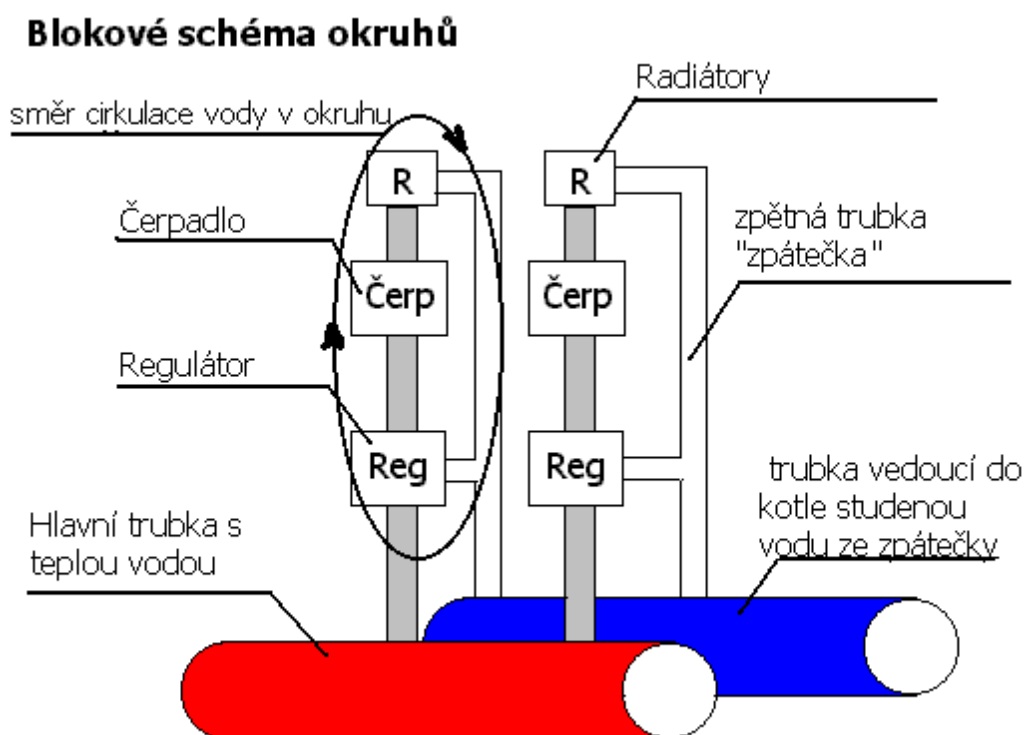
3.2.2 Menší okruh

„Menší okruh“ je uzavřená smyčka. V uzavřené smyčce, která vede př. do obytných místností, se nachází několik radiátorů.

3.2.3. Radiátory

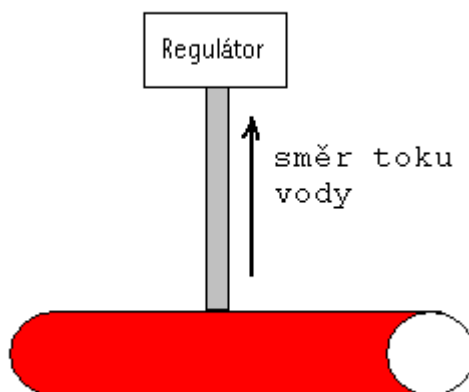
Radiátory jsou řazeny paralelně. Do každého radiátoru jsou přivedeny dvě trubky. Jedna pro teplou vodu a druhá pro odvod studené. Na trubce pro teplou vodu je vždy malý regulátor. Pokud chceme mít v místnosti teplo a v přívodní trubce máme horkou vodu, stačí otevřít regulátorem a voda v radiátoru se začne ohřívat. Pokud je nám horko můžeme přivřít regulátor a do radiátoru nám bude vstupovat méně teplé vody a ta se bude rychleji ochlazovat smíšením se studenou.

Obr.2 náskres M0



Podle obr. 2 si můžeme představit jak vypadá taková kotelna.

Nyní si vysvětlíme jednotlivé funkce bloků. Hlavní trubka s teplou vodou, jak jsem se už zmínil, přivádí teplou vodu z kotle. Na tom si není co vysvětlovat. Z hlavní trubky teče teplá voda do regulátoru.



Obr. 3 Regulátor

3.3 Regulátor

Regulací se budeme zajímat trochu podrobněji. Existuje několik variant pro regulaci.

- Dvoustavová regulace pro nenáročné aplikace
- PID regulace
- Regulace spojitými regulátory
- Regulace nespojitými regulátory

3.3.1. Dvoustavová regulace

Základní informace:

Využívá se pro méně náročné aplikace. Z principu není možné dosáhnout nenulové regulační odchylky. Měřená hodnota charakteristickým způsobem kmitá kolem žádané hodnoty. Regulační odchylku lze snížit zmenšením hystereze. To se však projeví častějším spínáním výkonových členů, které má nepříznivý vliv na životnost elektromechanických spínačů (relé, stykače, SSR, apod.)

Výhody dvoustavové regulace

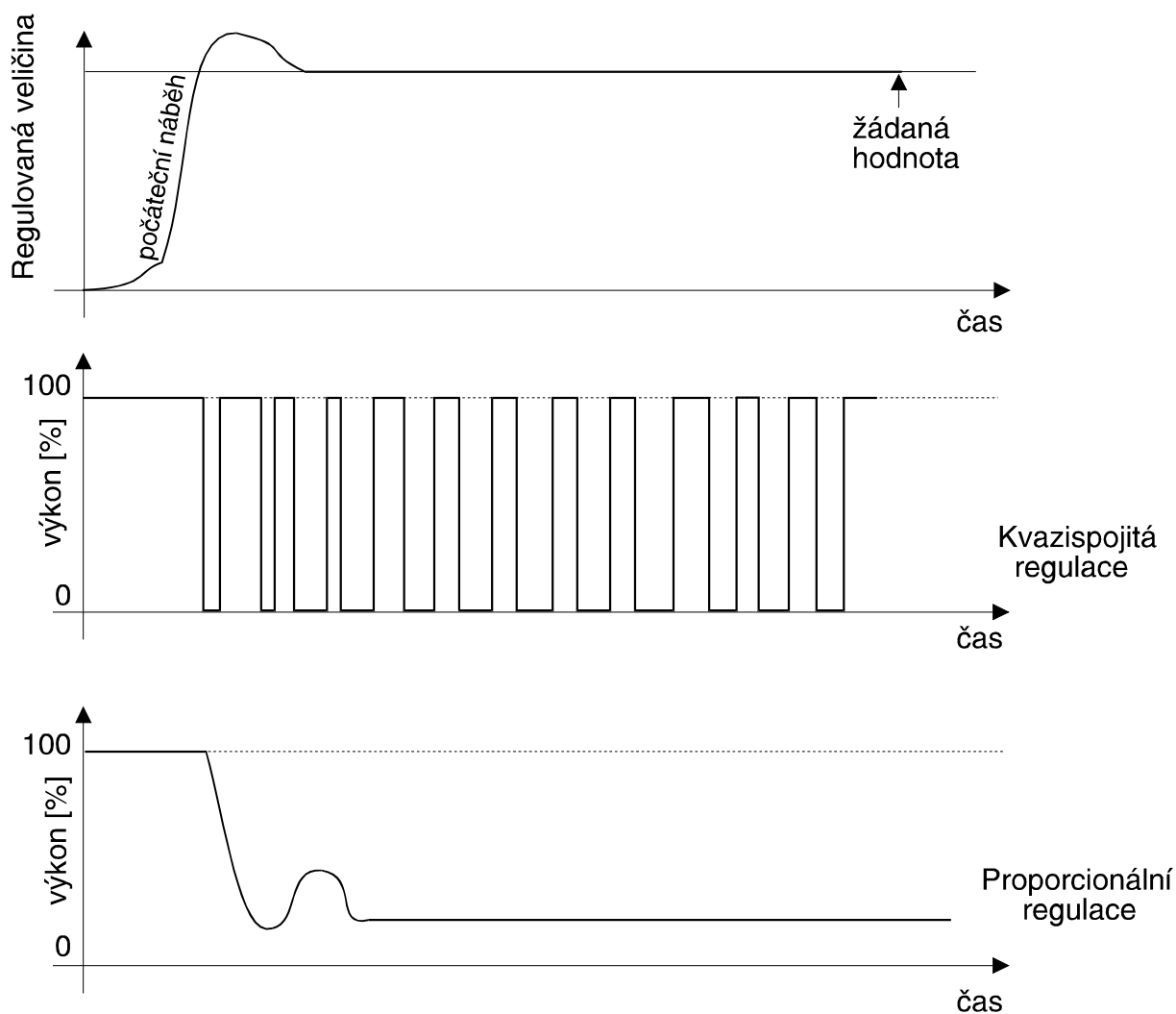
- nižší nároky na životnost výkonových spínačů, v mnoha případech vyhovuje mechanické relé
- malé nároky na regulátor
- jednoduchá obsluha

Nevýhody dvoustavové regulace :

- nízká jakost regulace (kvalita je nic moc)

3.3.2 PID regulace

Umožňuje mnohem přesnější řízení procesu než dvoustavová regulace. U topných soustav lze (podle charakteristiky regulované soustavy) dosáhnout regulační odchylky menší než 1°C. Podle charakteru výkonového spínače je výstupní hodnota plně proporcionální nebo kvaziproporcionální.



Obr. 4 PID regulace

Precizní regulace lze dosáhnout pouze tehdy, je-li přístroj správně nastaven podle charakteristik regulované soustavy. Jedná se o tzv. PID parametry:

- **Pb (PROPORTIONAL BAND)**

Šířka pásma proporcionality, vyjádřená v měřených jednotkách ($^{\circ}\text{C}$). Je-li $Pb=0$, pak regulátor pracuje jako dvoustavový (ON/OFF).

- **It (INTEGRAL)**

Integrační parametr. Eliminuje ztráty regulované soustavy. Je vyjádřen v minutách.

- dE (DERIVATIVE)

Derivační parametr. Uplatňuje se při rychlých změnách žádané nebo skutečné hodnoty. Je vyjádřen v minutách.

Dalším důležitým parametrem, který má vliv na jakost regulace, je čas regulačního cyklu („Ct“). U kvaziproporcionálního výstupu udává dobu trvání jednoho regulačního cyklu, tj. minimální dobu, během které je možno jednou zavřít a znovu otevřít regulační výstup. Při jeho nastavování je nutno vzít do úvahy, že krátký čas regulačního cyklu zvyšuje jakost regulace, zejména u rychlých soustav. Naproti tomu časté spínání zkracuje životnost mechanických spínačů (relé, stykač, apod.). Typická životnost mechanického relé je cca 100 000 cyklů při plné zátěži.

Výhody PID regulace :

- vysoká jakost regulace, zejména u soustav s proporcionálním výstupem

Nevýhody PID regulace :

- velké nároky na regulátor
- vyšší nároky na spínače (nedoporučují se elektromechanické)

3.3.3 Spojité regulátory

Úkolem každého regulátoru je zpracovat regulační odchylku na akční veličinu. Podle způsobu zpracování dělíme regulátory na proporcionální, proporcionálně integrační, proporcionálně derivační a proporcionálně- integračně derivační, zkratkami P, PI, PD, PID. Systém Kotelník používá spojitý regulační systém.



3.3.4 Nespojité regulátory

Nespojité regulátory nemohou plynule měnit regulační odchylku. Pro systém Kotelník se nehodí.

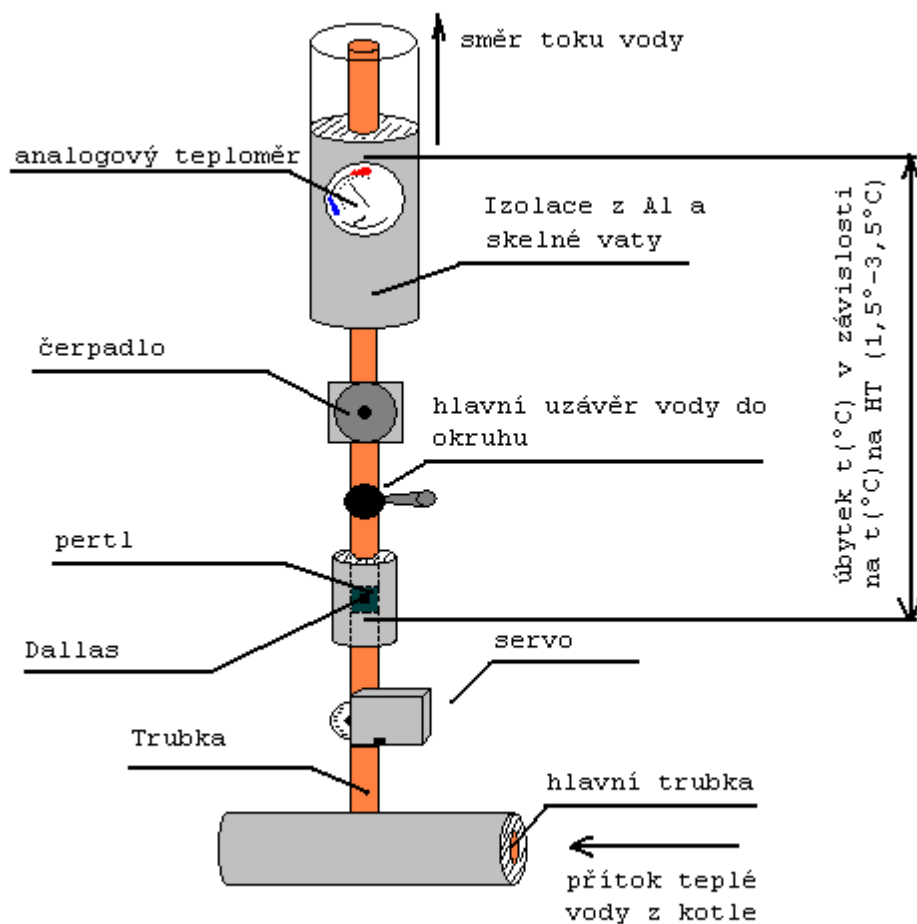
3.4 Čerpadlo

Čerpadlo je hnací prvek okruhu, který zajišťuje cirkulaci vody v okruhu a je umístěno nad regulátorem a hlavním uzávěrem vody. Pokud bychom šli dále po trubce narazili by jsme už pouze na analogový teploměr a regulátory na okruhu.

Tepelné úniky jsou způsobeny nedostatečnou tepelnou izolací na úseku regulátor-analog.

Obr. 5 Provedení regulačního okruhu

Detail a provedení v kostele



pozn. Na obrázku chybí zpětný svod studené vody

4. POPIS POUŽITÉ TECHNOLOGIE

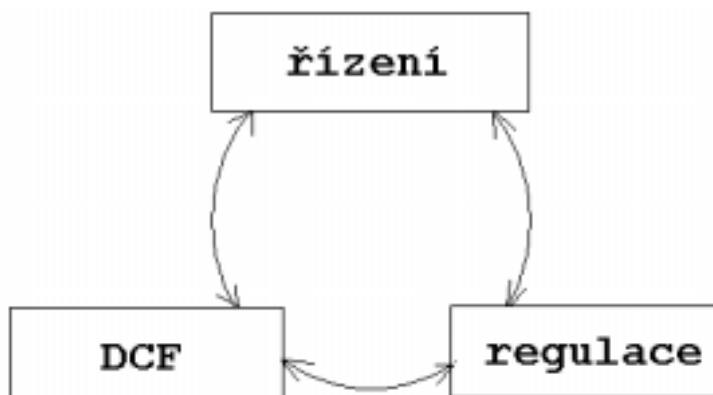
4.1 Řízení regulace

Návrh celého systému vychází z jednoduchého požadavku regulovat teplotu v teplovodních okruzích, která je ovládána nastavením ventilu na trubkách od těchto okruhů. Toto řízení je realizováno touto jednoduchou ideou:



Řízení je realizováno počítačem PC a regulace speciálním hardwarovým modulem. Počítač PC má zajistit dostatečně pohodlné a výkonné ovládání teploty v teplovodních okruzích a modul pro regulaci spolehlivé vykonání požadavků řícího počítače. Takže modul pro regulaci je výkonnou jednotkou, která má určité spektrum činností a jejich vyhodnocení nechává plně na řídícím počítači.

Na systém byl odpočátku kladen požadavek, aby komunikace mezi řízením a regulací bylo možno zařadit do již existující kruhové sítě a tak bylo základní schema upraveno do následující podoby:

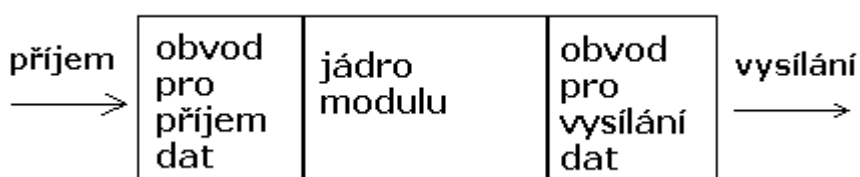


Idea takto použité komunikace jako přenos dat mezi jednotlivými moduly v rámci kruhové sítě byla dána možnostmi, jaké umožňoval způsob zapojení datového okruhu na místě

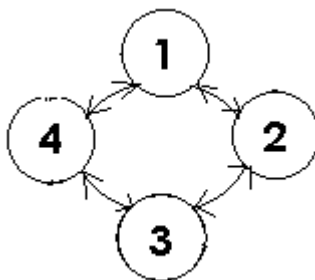
instalace systému. Proto jsme se rozhodli právě pro takový komunikační systém, protože jakýkoliv jiný by způsoboval obtíže při návrhu jako takovém.

4.1.1 Modulární struktura a kruhová síť

Modulární struktura pracuje na základě spolupráce všech modulů umístěných v síti. Z hlediska komunikace jsou si všechny moduly rovnocenné. Každý modul musí umět zpracovat přicházející zprávu a v požadovaném formátu také zprávy odesílat. V případě, že zpráva není adresována pro daný modul, musí být schopen zprávu poslat dál, v případě, že zpráva je adresována danému modulu, musí ji umět vyhodnotit. Každý modul tedy má takovéto blokové schema:

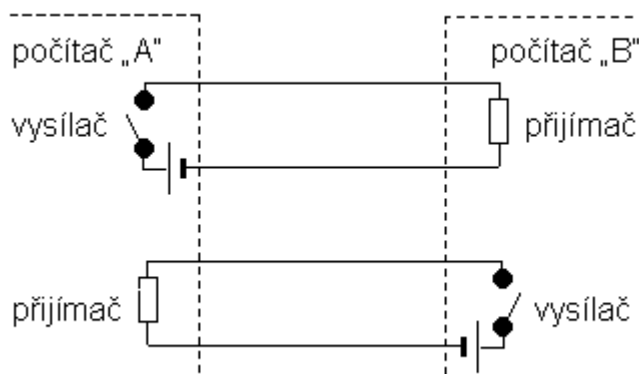


Taková struktura umožňuje zařadit velký počet modulů do libovolného místa v síti. Aby byl zajištěn přenos mezi všemi moduly, uzavírá se tato přenosová síť do kruhu a vzniká modulární kruhová uzavřená síť. A vypadá asi takto:



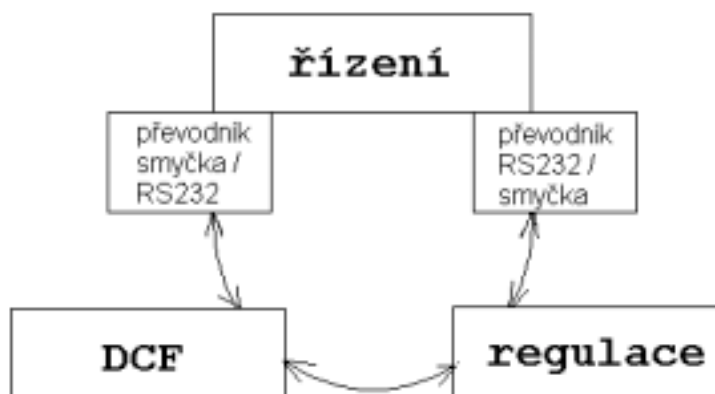
4.1.2 Proudová smyčka

Samotný datový přenos je realizován proudovou smyčkou, tedy přenosem po čtyřdrátovém vedení, tedy dvojice drátu určená pro vysílání a příjem dat. Obecně proudová smyčka vypadá asi následovně:



Obecně tedy lze říci, že proudová smyčka funguje tak, že vysílač spíná obvod a přijímací strana vyhodnocuje časový průběh proudu smyčkou. Moduly komunikaci přes proudovou smyčku řeší uzavíráním elektrického obvodu a následném průchodu proudu a vyhodnocování obstarává přijímací obvod, který se sestává z optoelektronického spojovacího členu, což je světelná dioda, která budí tranzistor.

Prakticky je ovšem komunikace tímto systémem řešena tak, že řídicí modul, tedy počítač PC má svoje vlastní komunikační rozhraní, a to je seriový port standardu V.24. Pro zapojení počítače PC do proudové smyčky je proto nutné nejdříve úrovně standardu V.24 převést na proudovou smyčku a při příjmu naopak úrovně proudové smyčky převést na standard V.24. Takovéto zařízení se jmenuje převodník RS232 a jeho jádrem je obvod RS232MAX, který je popsán ve zvláštní kapitole.



Takto tedy vypadá schema sítě z hlediska komunikačního rozhraní.

4.1.3 Komunikační protokol

Pokud má být komunikace v síti funkční, musí se ustanovit pravidla, jakými moduly mezi sebou komunikují. Tato pravidla se souhrnně označují jako komunikační protokol. Pro zajištění správné komunikace mezi moduly je každému z nich přidělena adresa, která se nesmí v systému opakovat, díky tomu je zřejmé, že zpráva je určena právě pro ten jediný modul. Komunikace na síti probíhá většinou za tím účelem, že řídicí modul vydá některému modulu příkaz a očekává od něj nějakou odezvu. Modul tedy při přijetí příkazu, který vyhodnotí tak, že patří právě jemu, musí také vědět adresu modulu, který po něm činnost požadoval, aby mu mohl odpovědět jakým způsobem se s přijatým příkazem vypořádal. Z této potřeby se po síti posílá tento komunikační rámec:



Adresa příjemce má nejvyšší významový bit nastaven vždy v log. 1 a adresa odesílatele má tento bit vždy v log. 0. Tímto opatřením je komunikační protokol zabezpečen proti chybné interpretaci špatně odvysílaného rámce na síť. Z toho

vyplývá, že pokud máme na adresování modulů 7 bitů, maximální počet modulů na síti je 127. Komunikační protokol totiž ještě umožňuje odesílání v tzv. režimu broadcast, to znamená, že vysílaná zpráva je pro všechny moduly na síti.

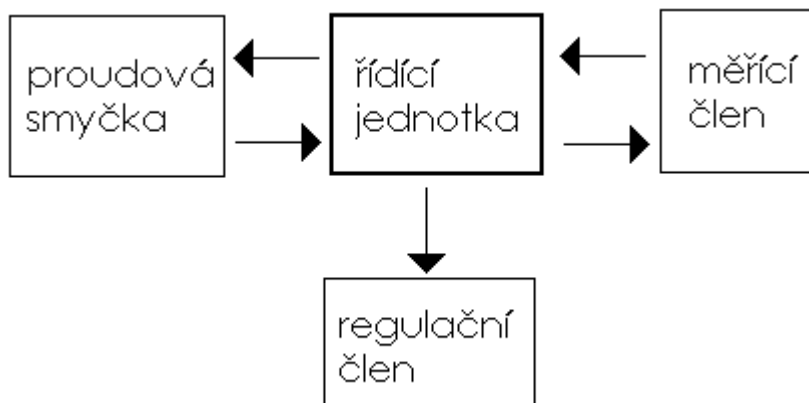
Rychlost seriového přenosu je stanovena na 2400 Bd, což znamená přenos 2400 bitů za sekundu, takže délka jednoho komunikačního rámce je 10 ms.

Pokud modul přijme zprávu jejímž je sám odesílatelem, pak tuto zprávu neposílá dál, aby tak nedošlo k zahlcení smyčky tím, že by kolovala po síti zpráva, která nemá příjemce.

Modul v případě vzniku havarijní situace informuje ostatní moduly o vzniklém problému v režimu broadcast, ale obsluhu případného havarijního stavu není síť podporována a případnou závadu musí řešit obsluhující personál.

4.2 Akční člen - MODUL 1

Výkonným modulem pro regulaci je modul nazvaný prostě a jednoduše MODUL 1. Jeho blokové schéma vypadá takto:



Modul je řízen zesilovačem regulační odchylky, tedy počítačem PC, který vyhodnocuje naměřenou teplotu a v závislosti na tom upravuje nastavení regulace. Řídící jednotka obsahuje řídicí procesor ATMEL 89C2051, ta komunikuje s počítačem PC přes proudovou smyčku. Jako měřicí

člen je použit digitální teplotní senzor DALLAS DS1820, který s řídicí jednotkou komunikuje přes jednobitovou sběrnici. Regulační člen je tvořen silnoproudými optoelektronickými spínači SHARP S202S02, což je tzv. optotriak, tedy spínač řízený světelnou diodou. Tyto spínače ovládají točení ventilem, což je realizováno pomocí servomotorů.

Modul je opatřen kontrolními zobrazovacími prvky, aby bylo možno okamžitě zjistit činnost, kterou modul vykonává. Význam signalizačních světýlek je následující:

- červená kontrolka indikuje přítomnost napájecího napětí, tzn. zda-li je zařízení napájeno
- žluté kontrolky indikují připojení a činnost proudové smyčky, pokud je vše v pořádku, měly by svítit
- zelené kontrolky indikují činnost spínacích obvodů

4.3 Hodiny DCF

Tento modul je prací profesora Kubalíka a jedná se o modul, který dodává přesný čas. V naší práci má velmi důležitou úlohu, protože je začleněn do komunikační sítě a musí mu tedy vyhovovat všechny náležitosti co se týče komunikačního protokolu. Dá se říci, že návrh komunikace je do velké míry přizpůsoben software tohoto modulu.

5. HARDWARE SYSTÉMU

5.1 Použitý hardware

Koncepce našeho systému tedy vychází z toho, že přes centrální modul řídíme činnosti ostatních modulů. Obsluha příkazů, které přicházejí od centrálního modulu, je realizována elektronickými součástkami a tato kapitola se soustředí na popis těchto součástek.

V následující tabulce je uveden seznam použitého hardwaru a rozsah použití.

Název	Typ	Rozsah
Atmel 894021	Procesor	Řízení modulu
Dallas DS1820	Integrovaný obvod	Teplotní čidlo
Sharp S202S02	Spínací člen	obsluha servomotorů
RS232MAX	Integrovaný obvod	obsluha proudové smyčky

Nyní se tedy můžeme pustit do popisu jednotlivých součástek.

5.2 Mikroprocesor ATMEL AT89C2051



Pro řízení modulu, který ovládá teplotu v teplovodních okruzích jsem vybrali procesor ATMEL z čipové řady 8051. Vycházeli jsme zejména z toho, že modul, který byl již hotový a sice hodiny DCF používají právě tento procesor a na doporučení profesora Kubalíka, že tento procesor je k našemu účelu ideální. Dále určitě hrálo roli to, že jsem tuto čipovou řadu probírali ve škole a tak jsme při konstrukci zařízení s tímto procesorem nemuseli začínat z ničeho.

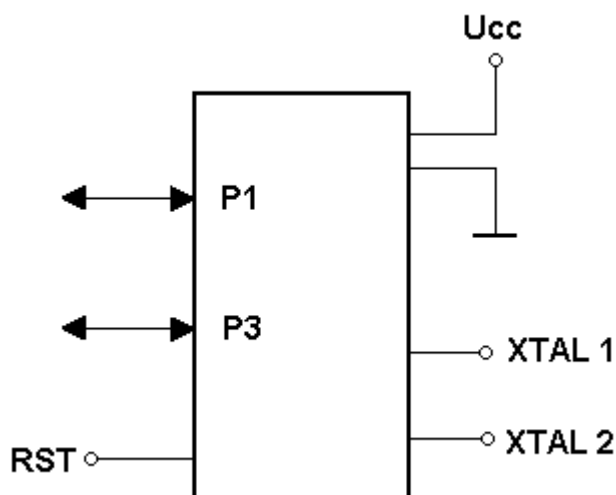
5.2.1. Základní popis procesoru ATMEL

ATMEL AT89C2051 je osmibitový jednočipový mikroprocesor vycházející z čipové sady 8051, což znamená že je plně kompatibilní s instrukčním souborem této řady procesorů. Má tyto vlastnosti:

- 4 KB programovatelné FLASH ROM paměti umožňující 1000krát provést zápis do paměti s výdrží dat v paměti až 10 let
- volitelná frekvence řídicího oscilátoru v rozsahu 0-24 MHz
- 128 x 8-bitů vnitřní paměti RAM
- 15 programovatelných vstupně/výstupních linek
- dva 16-bitové časovače/čítače
- pět zdrojů přerušení
- programovatelný seriový port UART
- analogový komparátor
- režim se sníženou spotřebou a režim čekání

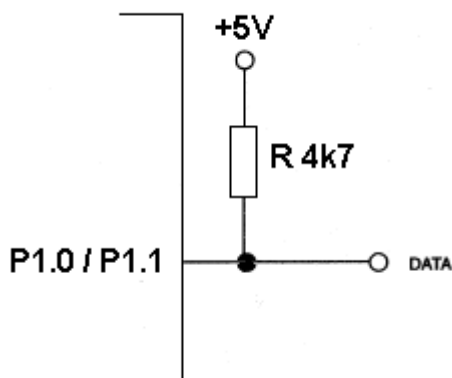
5.2.2. Struktura a činnost portů

Mikroprocesor ATMEL má k dispozici dva obousměrné datové porty. Dále má vývody pro časování procesoru (XTAL1 a XTAL2), napájení a vývod pro hardwarový reset (RESET).



Obr. 7 Základní schema procesoru ATMEL

Port P1 je obousměrný osmibitový vstupně/výstupní port. Jeho bity P1.2 až P1.7 mají vnitřní posílení, což znamená, že mohou být zatíženy TTL vstupy až do úrovně 20mA. Bity P1.0 a P1.1 jsou vstupy zabudovaného analogového komparátoru a tím pádem nemají vnitřní posílení a pokud chceme tyto linky používat pro výstup, musíme připojit posilovací rezistor. To se dělá následující způsobem:



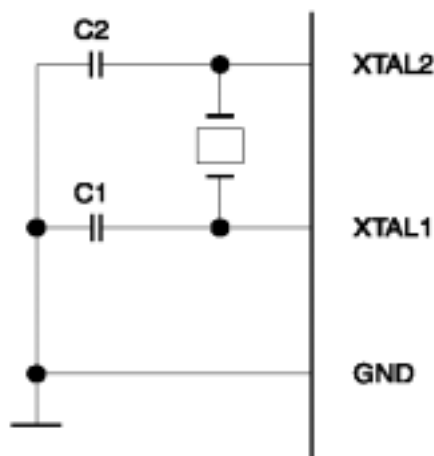
Obr. 8 Posilovací rezistor

Port P3 je také obousměrný osmibitový vstupně/výstupní port, ale jeho bit P3.7 není vyveden jako linka pro vstup/výstup. Je používána jako výstup analogového komparátoru a nepoužívá se tedy pro zápis.

Všechny vstupně/výstupní linky může být nezávisle použita jako vstup nebo výstup. Při vstupní funkci portu musí bitové záchytné obvody obsahovat logickou hodnotu 1, aby byly rozepnuty výstupní budiče. Při počáteční inicializaci (funkce RESET) jsou všechny porty obvodu nastaveny jako vstupní. Změnu na výstupní režim docílíme zápisem logické hodnoty 1 do všech bitových záchytných klopných obvodů příslušného portu.

5.2.3. Časování procesorové jednotky

Mikroprocesor ATMEL je časován pomocí vnitřních časovacích obvodů, které jsou buzeny vnějším oscilátorem.



Obr. 9 Krystalový oscilátor

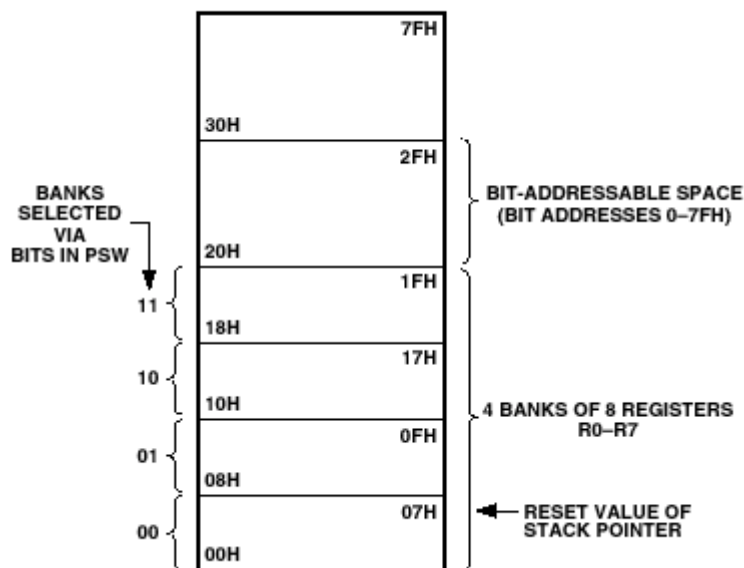
Vývody XTAL1 a XTAL2 jsou vstupem a výstupem jednostupňového invertoru uvnitř čipu. Frekvence oscilátoru může být v rozsahu 0 - 24 Mhz. Oscilátor budí vnitřní generátor hodin, který poskytuje časovací signály pro čip. Vnitřní časovací signály mají poloviční frekvenci oscilátoru a definují vnitřní fáze, stavy a strojové cykly.

Strojový cyklus je tvořen dvanácti periodami oscilátoru. Po dobu jedné periody oscilátoru trvá fáze a dvě fáze jsou jedním stavem strojového cyklu, takže ve strojovém cyklu je 6 stavů. Instrukční soubor procesoru ATMEL je tvořen z velké části jednocyklovými instrukcemi, tedy provedení instrukce trvá jeden strojový cyklus. Při provádění instrukce se načte operační znak do registru instrukcí a instrukce se poté provede.

5.2.4. Organizace paměti

Mikroprocesor ATMEL má oddělený prostor pro paměť programu a paměť dat. Paměť programu má velikost 2 KB a paměť dat má velikost 128 bajtů. Tu je možno zvětšit připojením vnější paměti, přičemž adresování probíhá pomocí alternativní funkce portu P1 jako adresové a datové sběrnice, ovšem za cenu ztráty vstupně/výstupních linek.

V paměti dat je úsek, který je bitově adresovatelný, dále přímo adresovatelný a nepřímo adresovatelný úsek. Dále se v paměti vyskytuje oblast registrů speciálních funkcí (SFR – special function registers), které slouží pro řízení součástí na čipu, např. přerušovací systém, seriové rozhraní, ovládání časovačů, atd.



Obr. 9 Organizace paměti procesoru ATME16L

Registry R0-R7 jsou přímo adresovatelné prostory paměti. Oblast paměti od adresy 20H do 2FH je bitově adresovatelná, lze bitově adresovat 128 bitů. Od adresy 30H do 7FH je nepřímě adresovatelný datový prostor a nad touto adresou je oblast registrů speciálních funkcí.

5.2.5. Přerušovací systém

Přerušovací systém má tyto zdroje přerušení:

- vnější přerušení při přechodu logických úrovní při alternativních funkcích vývodů na portu P3 (/INT0 a /INT1)
- přerušení od jednoho z časovačů/čítačů
- přerušení od seriového portu

Navíc lze každému zdroji přerušení nastavit jeho prioritu, buď jako vyšší nebo nižší. Nastavení přerušovacího systému se děje pomocí SFR registru.

Obsluha přerušení probíhá v následujícím strojovém cyklu po zjištění příznaku přerušení. Obsluha probíhá předáním programového řízení na předdefinované adresy pro každý zdroj přerušení.

5.2.6. Časovače/čítače

Mikroprocesor obsahuje dva šestnáctibitové registry s funkcí časovačů/čítačů.

Ve funkci časovač se obsah registru zvyšuje při každém strojovém cyklu, lze tedy o něm hovořit jako o čítači strojových cyklů. Protože strojový cyklus obsahuje 12 period oscilátoru je rychlost přičítání rovna $1/12$ frekvence oscilátoru.

Pokud je funkce registru čítač, tak se obsah registru zvyšuje při přechodu signálu z logické úrovně 1 do úrovně 0 na alternativních vývodech portu P3 (T0 a T1). Vnější vstup se vzorkuje každý strojový cyklus a případná změna se zaznamená do registru další strojový cyklus. Proto je maximální rychlost přičítání rovna $1/24$ frekvence oscilátoru. Také je nutno zajistit, aby se logická úroveň alespoň po dobu jednoho strojového cyklu neměnila. Časovače/čítače mohou pracovat v jednom z těchto režimů:

- třináctibitový registr
- šestnáctibitový registr
- osmibitový registr a dalších osm bitů je použito pro opětné naplnění registru, tomu se říká samoplňací režim

Při přetečení časovače/čítače, tedy přechodu ze samých jedniček na samé nuly se vyvolá přerušení. Nastavení časovačů/čítačů se opět realizuje přes SFR registr.

5.2.6. Seriové rozhraní

Seriový port je plně duplexní, takže může vysílat a přijímat současně. Má příjem s vyrovnávacími vlastostmi, to znamená, že s příjmem dalšího znaku se může začít dříve než byl odebrán právě přijatý znak z přijímacího registru.



Přijímací a vysílací registry seriového portu jsou dostupné jako registr speciálních funkcí SBUF. Zápisem do SBUF se plní vysílací registr a čtením SBUF se čte fyzicky oddělený přijímací registr.

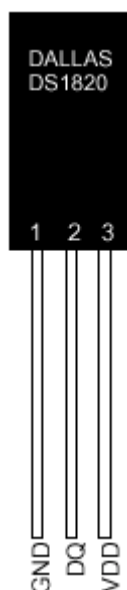
Seriový port pro svoji činnost vyhrazuje alternativní funkci dvou vývodů portu P3, a to vývody RxD a TxD. Tyto vývody nelze použít jako univerzální vstupně/výstupní linky pokud jsou používány pro seriový port.

Seriový port umí pracovat v následujících režimech:

- data vstupují a vystupují vývodem RxD a vývod TxD slouží pro výstup hodin posuvu. Přenosová rychlost je pevná a je rovna 1/12 frekvence oscilátoru.
- Vysílá se deset bitů přes vývod TxD a přijímá se deset bitů přes vývod RxD: start bit, osm datových bitů (znak), nejméně významné bity (LSB – least significant bit) se vysílají jako první, a stop bit. Přenosová rychlost je proměnná a je dána četností přetečení čítače.
- Vysílá se jedenáct bitů přes vývod TxD a přijímá se jedenáct bitů přes vývod RxD: start bit, osm datových bitů (znak), LSB jako první, programovatelný devátý bit a stop bit. Přenosová rychlost je programovatelná na 1/32 nebo 1/64 frekvence oscilátoru nebo je určena četností přetečení čítače/časovače.

Ovládání příjmu a vysílání seriového portu je realizováno pomocí přerušovacího systému.

5.3 Teplotní čidlo DALLAS



Ke snímání teploty v teplovodních okruzích jsme se rozhodli pro digitální teplotní čidlo Dallas DS 1820. Z koncepce systému, kterou jsme navrhovali, vyplývalo, že modul obstarávající regulaci teploty v okruzích bude řízen pomocí procesoru. Museli jsme proto řešit problém převodu teploty na číslo v digitálním tvaru, kterou by byl schopen řídicí modul vyhodnotit a systém mohl s teplotou dále pracovat. Převod teploty elektrickou veličinu, v tomto případě napětí, je realizován obvodem, ve kterém se vyskytuje nějaký teplotně závislý prvek, nejčastěji termistor, tedy teplotně závislý odpor.

Výstup z tohoto obvodu je tedy velikost napětí, kterou je nutno převést do digitálního tvaru a k tomu slouží tzv. analogově/digitální převodník (A/D). Problém je ale v tom, že A/D převodník je dosti složitý obvod a tak jsme jako velmi elegantní a flexibilní řešení zvolili obvod Dallas, který má následující zcela unikátní vlastnosti:

- Měřič teploty v rozsahu -55°C až $+125^{\circ}\text{C}$
- Dodává teplotu v 9bitovém digitálním tvaru
- Komunikuje přes jednobitovou sběrnici

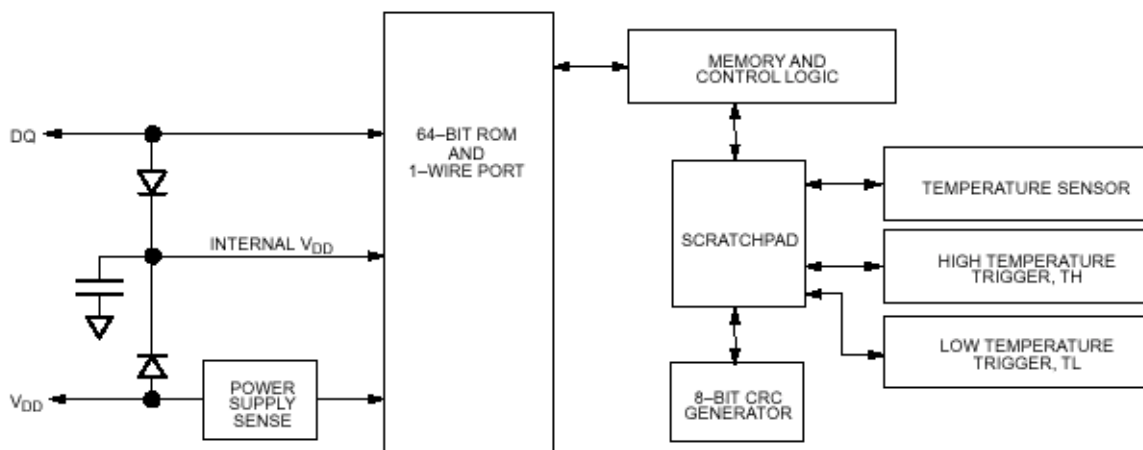
- Převod teploty je hotov do 500ms
- Uživatelsky modifikovatelná vnitřní paměť
- Obvod může být napájen přímo z komunikační sběrnice a nevyžaduje vnější napájení

5.3.1. Základní popis obvodu DALLAS

Dallas DS 1820 je digitální teplotní čidlo, které dodává naměřenou teplotu součástky v 9 bitovém tvaru. Tato informace je posílána přes 1-bitovou datovou sběrnici. Časování této sběrnice musí obstarat řídící mikroprocesor a to je realizováno časovými průběhy pro různé stavy na lince. Pomocí těchto časovaných stavů na komunikační lince lze rozeznat přenášený bit nebo se pomocí specifického průběhu navazuje spojení.

Takto vypadá blokové schema:

DS1820 BLOCK DIAGRAM Figure 1



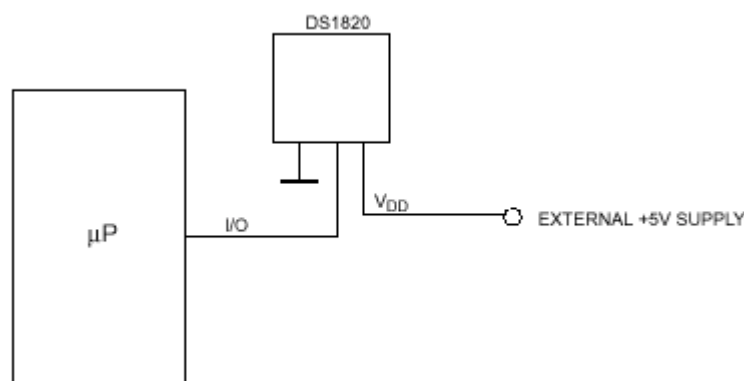
Obr. 10 Blokové schema obvodu DALLAS

Přes datový vstup DQ vstupují a vystupují data do portu 1-bitové sběrnice (1-WIRE PORT). Zde jsou data vyhodnocena pomocí vnitřní logiky (MEMORY AND CONTROL LOGIC). Do vnitřní paměti RAM (SCRATCHPAD) jsou zapisovány údaje o naměřené teplotě, kterou předává teplotní senzor (TEMPERATURE SENSOR)

a v případě funkce obvodu jako termostatu jsou do paměti předávány informace o překročení mezí naměřené teploty (registry TH, TL). Vysílání je zabezpečeno cyklickým kódem (CRC GENERATOR). Obvod má také parametry pro napájení přímo z datové linky, to obstarává vnitřní kondenzátor, který se v případě klidu na lince (tedy stav logické 1) nabíjí a tak může po určitou dobu zařizovat napájení obvodu. Naproti tomu je možné napájet obvod přes napájecí vstup trvalým napětím +5V.

5.3.2. Komunikace po 1-bitové sběrnici

Připojení po jednobitové sběrnici je takto jednoduché:



Obr. 11 Připojení jednobitové sběrnice

Dallas nepotřebuje ke svému připojení žádné podpůrné obvody, komunikace je realizována přímo přes datovou linku procesoru.

Časování sběrnice je pevné a je realizováno pomocí tzv. time-slotů, což jsou přesné časové průběhy na lince, které mají interpretaci logického stavu buď pro příjem nebo pro vysílání. Tyto časové diagramy jsou obsaženy v příloze.

Řízení a vyhodnocování funkcí obvodu DALLAS zajišťuje mikroprocesor pomocí ROM protokolu, tedy tak, že DALLAS vyhodnocuje přijatý bajt a porovnává ho s tím, co má uloženo

ve vnitřní paměti a v závislosti na tom vyvíjí požadovanou činnost. *Tabulka příkazů je obsažena v příloze.*

1-bitová sběrnice pracuje v režimu Master-Slave. Tedy řídící mikroprocesor má úlohu Master a řídí veškerou komunikaci, dává příkazy, na které Slave, v tomto případě teplotní čidlo, odpovídá. Komunikace je zahájena pomocí resetovacího pulzu, který posílá Master a Slave na něj odpovídá prezenčním pulzem, poté může Master vyslat svůj příkaz a Slave ho vyhodnotí. Pokud chce Master vyslat další příkaz, musí předtím opět navázat spojení pomocí resetovacího pulzu, jinak na něj nebude Slave reagovat.

Typický průběh komunikace tedy probíhá takto:

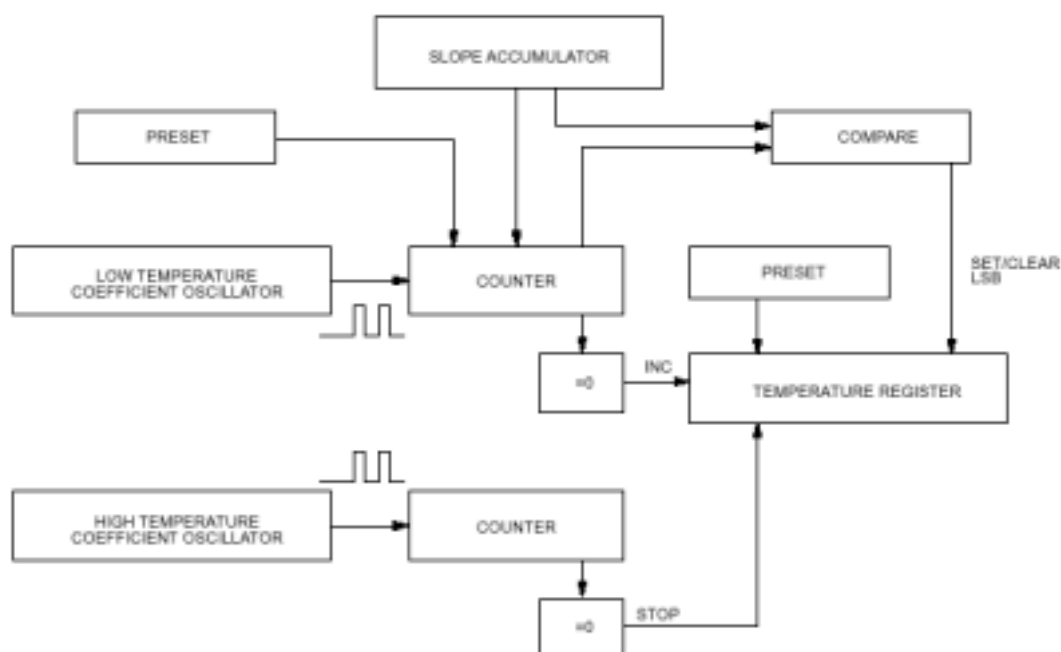
- Master vysílá resetovací pulz pro navázání komunikace
- Slave odpovídá prezenčním pulzem
- Master nyní vysílá bajt, který je interpretován jako příkaz
- Slave vykoná činnost vyvolanou příkazem (např. měření teploty nebo vyslání teploty)

Zde je ještě nutno uvést jednu zajímavou vlastnost obvodu DALLAS. Ten má totiž ve vnitřní paměti uloženo svoje unikátní seriové číslo a díky tomu lze adresovat více těchto obvodů přes jednu jedinou 1-bitovou sběrnici. Tuto metodu jsme nakonec nepoužili, protože jsme měli na procesoru dostatek volných linek, ale tato možnost je velmi zajímavá a dramaticky tak zvyšuje rozsah nasazení tohoto obvodu.

5.3.3. Měření teploty

Princip měření teploty zobrazuje toto schema:

TEMPERATURE MEASURING CIRCUITRY Figure 4



Obr. 12 Blokové schema převodu teploty

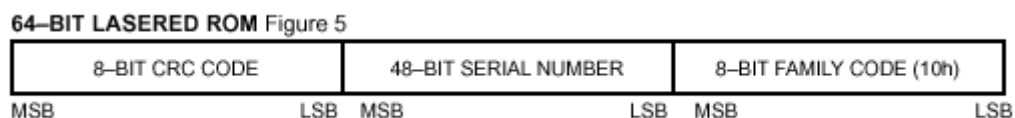
Převod teploty je realizován pomocí běhu vnitřních oscilátorů (HIGH/LOW TEMPERATURE COEFFICIENT OSCILLATOR), které inkrementují čítač (COUNTER). Čítač je přednastaven základní hodnotou teploty (PRESET). Protože převod teploty pomocí oscilátoru je značně nelineární, obsah čítače je kompenzován pomocí obvodu SLOPE ACCUMULATOR. Čítání teploty se zastaví v okamžiku, kdy dojde k přetečení oscilátoru vyšší teploty (HIGH TEMPERATURE OSCILLATOR) a čítač u oscilátoru s nižší teplotou (LOW TEMPERATURE OSCILLATOR) mezitím inkrementuje obsah teplotního registru (TEMPERATURE REGISTER) a konečná teplota, která je předána z registru do paměti je vytvořena jako počet dílků po $1/2^{\circ}\text{C}$ a devátý bit určuje znaménko. Takže například tato sekvence bitů

0 00110010

by reprezentovala teplotu 25°C .. znaménko 0 znamená kladnou hodnotu a počet dílků je 50, takže teplotu dostaneme prostým vydělením počtu půlstupňových dílků dvěma.

5.3.4. Organizace paměti

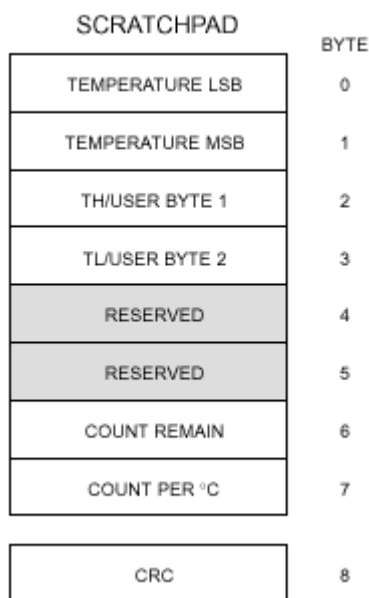
Obvod DALLAS má k dispozici paměť ROM, ve které je uloženo unikátní seriové číslo a dělicí mnohočlen CRC, její struktura je následující:



Obr. 13 Struktura paměti ROM

Tato paměť je používána při navazování komunikace v případě, že je na jedné 1-bitové sběrnici umístěno více zařízení a pomocí této paměti dochází k adresování.

Dále je v obvodu paměť RAM, tzv. SCRATCHPAD MEMORY a zde je její schema:



Obr. 14 Struktura paměti SCRATCHPAD

První dva bajty obsahují informaci o naměřené teplotě (TEMPERATURE), přičemž u druhého bajtu s teplotou je důležitý pouze jeho první bit (respektive LSB) protože zbylé bity jsou



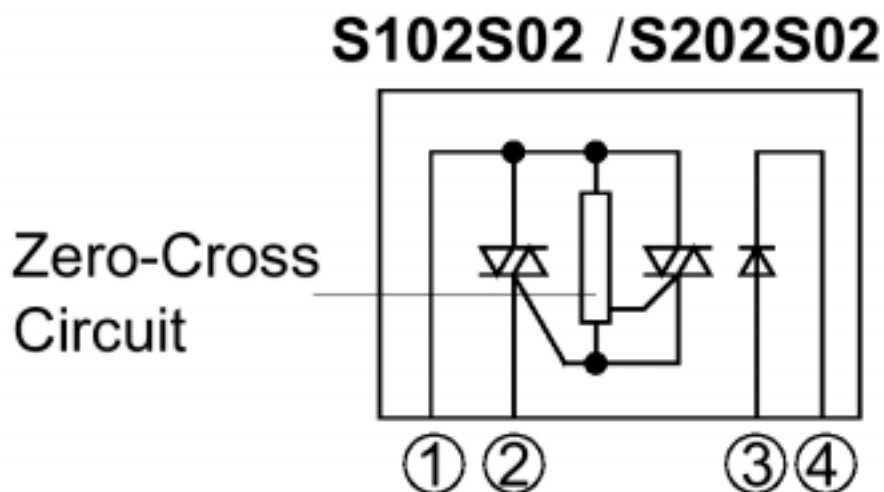
jen kopií tohoto bitu, takže buď jsou v u tohoto bajtu všechny bity v log. 0 nebo v log. 1 a vyjadřuje znaménko teploty – znaménko mínus odpovídá log. 1, plus log. 0.

Další dva bajty jsou uživatelem definovány a vyznačují meze, ve kterých pracuje vnitřní termostat (USER BYTE). Následující dva bajty jsou rezervovány. Bajt COUNT REMAIN a COUNT PER CYCLE se používají pro jiné nastavení citlivosti teploty než standardních 1/2°C na dílek. Poslední bajt je dělicí mnohočlen pro zabezpečení CRC.

Obsah této paměti není přímo přístupný z řídícího procesoru. Master disponuje možností nechat si obsah celé paměti SCRATCHPAD poslat po jednobitové sběrnici a to je jediný možný přístup k této paměti.

5.4 Spínací člen SHARP S202S02

Spínací element SHARP je tvořen z optotriaku, který spíná silovou část obvodu a je řízen světelnou diodou. Vnitřní blokové schema vypadá asi takto:



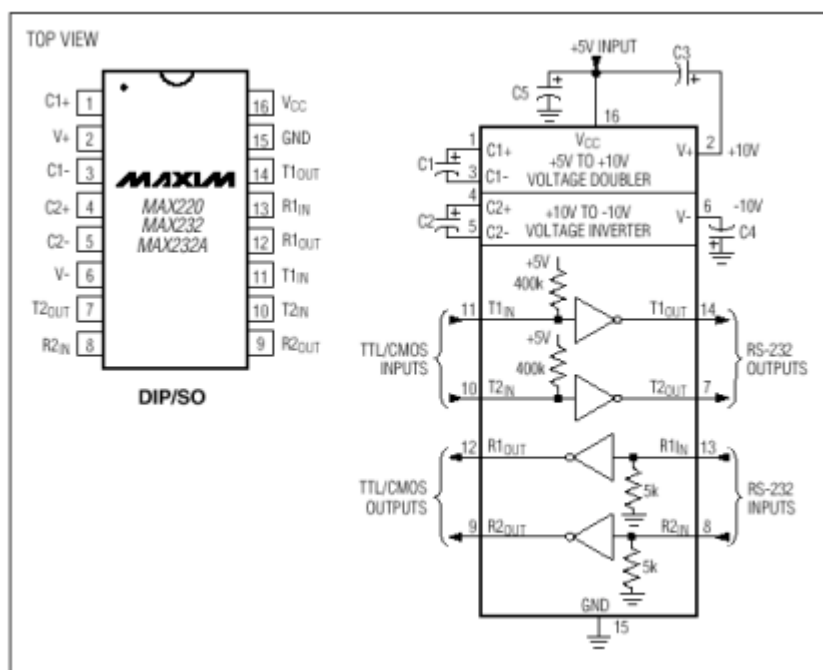
Na vstupech 3 a 4 při průchodu proudu se rozsvítí světelná dioda a sepne první triak. Ten je připojen na obvod ZERO-CROSS CIRCUIT, který zajistí sepnutí silové části v průběhu nuly střídavého napětí.

5.5 Rozhraní RS232MAX

Komunikační rozhraní tvoří nedílnou součást regulátoru Kotelník. Díky němu je zajištěno řízení počítačem.

Rozhraní se skládá z převodníku TTL na RS 232 a RS232 na TTL. Používá sériový asynchronní kód.

Hlavním problémem jsou rozdílné hodnoty napětí logických úrovní standartu TTL (u regulátoru Modul 1) a napětí logických úrovní bipolárního kódu standartu RS 232 (u PC). To se však dá snadno vyřešit pomocí integrovaného převodníku úrovní MAX 232.



Všeobecnou závislost na jiných napájecích napětích než je obvyklé napětí 5V ztratili budiče rozhraní CCITT V.28 respektive EIA RS-232-C v okamžiku, kdy firma Maxim Integrated Product uvedla na trh elektronických součástek integrované obvody z řady MAX 230 až MAX 241. Tyto integrované obvody jsou charakteristické zabudovanými zdroji dalších potřebných napájecích napětí. Největší popularity se dočkal typ MAX 232. Integrovaný obvod MAX 232 se skládá ze dvou budičů sériových linek, dvou přijímačů sériových linek a ze dvou měničů (násobiče a invertoru), které vytvářejí další



napájecí napětí. MAX 232 je tedy vhodný i pro aplikace vyžadující obousměrný přenos dat. Budiče i přijímače splňují specifikace citovaných norem, vyhovují proto přenosovým rychlostem 20000 bitů/s, nepřevýší-li zatěžovací kapacitu výstupu budiče 2500 pF.

V technických datech integrovaného obvodu MAX 232 je uvedeno, že interní měniče generují napětí typicky -9V a +9V při napájecím napětí obvodu 5V v toleranci 10% a zatěžovacím odporu budičů $3k\Omega$. Kapacity kondenzátorů použitých v obvodech měničů nejsou kritické a mohou být za cenu vnitřního odporu a zvlnění výstupního napětí měničů zmenšeny až na 2uF, pokud není vyžadován provoz při dolní hranici povolených pracovních teplot. Integrovaný obvod MAX232 je dodáván v 16,20,24,28 vývodových pouzdrech a ke své funkci potřebuje minimální počet vnějších součástek.

Schéma zapojení i návrh plošného spoje jsou uvedeny v příloze.

6. SOFTWARE SYSTÉMU

6.1 Něco o programovém řízení

Těžištěm této práce můžeme označit návrh a přípravu hardware a vývoj software. Tyto složky jsou v symbióze, jedna by nebyl ničím bez druhé. Naproti tomu, hardware se koncipuje z dostupných technických řešení, ale software je naprosto flexibilní záležitost, dokáže se přizpůsobovat jakýmkoliv podmínkám a je tu v podstatě od toho, aby zahladil problémy vzniklé při návrhu hardware.

Proto je programovému vybavení systému teplovodní regulace přikládána velká pozornost a také proto jsme vývojem software strávili bezpečně nejvíce času. Poté jsme nejvce času strávili zkoušením a laděním tohoto softwaru.

6.1.1 Programové vybavení

Vývoj software Kotelníka se rozpadl na dvě velké součásti: ovládací program pro počítač PC, který má poskytovat komfortní ovládání funkcí systému a software pro řídící jednotku výkonného modulu.

6.2 Assembler

Assembler je strojově orientovaný jazyk, který umožňuje pružně a bezezbytku využívat technické prostředky mikroprocesoru. Zdrojový kód tohoto jazyka zpracovává překladač, jehož výstupem je absolutní strojový kód, který se zavádí přímo do paměti mikroprocesoru.

6.2.1 Instrukce, instrukční soubor

Základem každého programu v assembleru je tzv. instrukce, která je součástí instrukčního souboru procesoru. Instrukční soubor tedy není nic jiného než seznam instrukcí a způsob jejich vyhodnocení. Tyto instrukce mají zpravidla vyjádření v bajtové formě a pokud by si měl programátor všechna čísla pamatovat a vpisovat rovnou strojové instrukce, bylo by takové programování značně neflexibilní. Proto assembler disponuje tzv. symbolickým zápisem adres, který umožňuje:

- Mnemotechnický zápis instrukcí (anglické zkratky názvů instrukcí)
- Označovat symbolicky místa v paměti, registry a konstanty
- Používat v poli operandů znakové konstanty a číselné konstanty v různých číselných soustavách
- Používat v operandovém poli výrazy vyhodnocené během překladu

Instrukce může být zapsána buď nejjednodušším způsobem, tzn. že vykonává určitou operaci, např. instrukce

DA

Pro její upřesnění nejsou potřeba žádné informace.

Dále instrukce může mít operand, tedy adresu paměti nebo symbolický zápis registru, se kterou instrukce pracuje, např. instrukce

DEC A

nebo

SETB P1.1

V tomto případě se jedná o instrukci s jedním operandem, instrukce nějakým způsobem s operandem manipuluje.

Instrukce se dvěma operandy, např. instrukce

ADD A, B

nebo

MOV A, R7

se týká obou zúčastněných operandů nejčastěji modifikuje jeden z operandů za využití informace v tom druhém, který využívá pro prostý přesun nebo aritmetickou operaci.

6.2.2 Paměť, přesuny dat

Základními instrukcemi jsou instrukce, které přesouvají obsah buněk paměti, registrů nebo modifikují jejich obsah. Paměť je adresována po 8 bitových buňkách, přičemž začátek paměti má adresu 0. Mezi představitelé těchto instrukcí patří instrukce MOV, která má dva operandy a kopíruje obsah jednoho operandu do druhého.

6.2.3 Vyhodnocování a předání řízení

Těžištěm programování v assembleru jsou však instrukce, které vyhodnocují nějakou podmínku (co se týče obsahu registru, bitu nebo paměti) a na základě toho dochází v programu k větvení. Tyto rozhodovací instrukce mají zpravidla dva operandy, podle jednoho operandu se rozhoduje výsledek podmínky a druhý operand v případě naplnění této podmínky vyjadřuje adresu, na kterou se předá programové řízení. Ještě jsme si neřekli, že procesor pracuje tak, že načítá postupně z paměti program data od adresy nula a stále inkrementuje svůj obsah. V případě, že chceme předat řízení na jinou adresu, děje se to tak, že pomocí instrukčního souboru modifikujeme obsah čítače instrukcí a procesor dekoduje instrukci z požadované adresy.

6.2.4 Aritmetické a logické operace

Aritmetické operace zajišťují přičítání a odečítání mezi dvěma operandy, popřípadě také násobení a dělení za použití speciálních registrů. Tyto operace se často používají pro vyhodnocování, pokud například chceme provést větvení

programu na základě obsahu nějakého registru. Tyto operace pracují s tzv. akumulátorem, což je registr procesoru, který je těsně spjat s aritmetickou jednotkou procesoru a výsledky aritmetických operací jsou ukládány právě sem, odkod je možné je kamkoliv přesunout.

Logické operace naproti aritmetickým nepracují s bajty jako celkem, ale jako operandy využívají jednotlivé bity.

6.2.5 Speciální funkční registry

Tyto registry se vyskytují v oddělené části paměti a jejich pomocí se ovládají a konfiguruje periferie a součásti mikroprocesoru. Rozdělují se na registry stavové, ve kterých je podávána informace o probíhající funkci součásti a na registry řídicí, se kterými se nastavují vlastnosti součástí. Pomocí těchto registrů je ovládán:

- Řadič přerušení
- Seriový port
- Časovače/čítače

6.2.6 Programová realizace

Samotný ovládací program pracuje asi takto. Na začátku programu je inicializace, která nastaví pomocí speciálních funkčních registrů periferie do počátečních stavů, tedy nastaví časovač, seriový kanál, strukturu přerušení a vyšle informaci do proudové smyčky o provedené inicializaci. Poté je v programu čekací smyčka, která očekává vyvolání přerušení od seriového kanálu, tzn. že čeká na přijetí příkazu. Pokud po proudové smyčce přijdou data, přerušovací systém přijme tříbajtovou zprávu podle pravidel komunikačního protokolu a vyhodnotí:

- Zda-li je zpráva v předepsaném formátu
- Jestli nepřišla po kruhu zpráva zpět, tedy jestli odesílatelem zprávy není samotný modul



- Zda-li je zpráva adresována tomuto modulu

Pokud není zpráva určena pro tento modul je celá zpráva vyslána dále do smyčky, pokud ano, zahájí se její dekodování, které probíhá tak, že se porovnává datová část tříbajtové zprávy se známými příkazy. *Seznam příkazů, které modul obsluhuje je uveden v příloze.*

Takže modul čeká na data, která přijdou po seriové lince a na jejich základě reaguje, tak by se dala popsat jeho funkce.

7. POPIS KONSTRUKCE ZAŘÍZENÍ

7.1 Instalace zařízení v kotelně

V této kapitole se budeme zabývat postupem instalace zařízení na jeho místo v kotelně kláštera v Praze – Kobyliších.

7.2 Montáž obvodů DALLAS ke trubkám

Jako prvek měřící teplotu jsme použili obvod společnosti Dallas Semiconductors, *Dallas 1820* (viz kap Dallas).

Naším úkolem teď je, vysvětlit si, jak jsme přidělávali obvod Dallas na trubku a co vše to obnášelo.

7.2.1 Připravení trubky

Před samotnou instalací obvodu na trubku, jsme museli sejmut ochrannou izolaci v podobě skelné vaty obalené aluminiovou fólií (staniolem). Místo, na které bude přimontován Dallas

(viz obr.4), bylo nutné očistit od nečistot a prachu z důvodu bezchybného dosedu na povrch trubky. To je důležité pro přesnost měření.

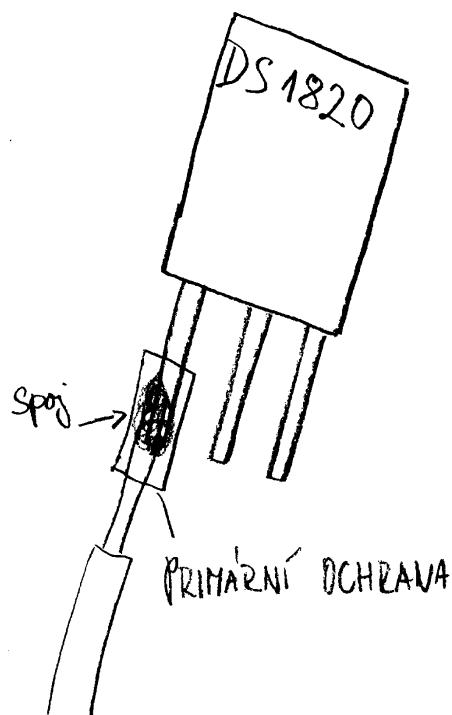
7.2.2 Příprava Dallasů

Jako přívodní vodiče od Dallasu jsme zvolili vodiče typu XXY.

Nejprve bylo důležité očistit konce vodičů pocínovat je a navléci na izolaci vodičů silikonovou bužírku jako primární ochranu pro pájený spoj. Poté jsme spájeli vodiče s vývody Dallasů a po chvíli přetáhli primární ochranu, jak je vidět

na obr. 5. Vodiče od Dallasu se zatáhli do kabelážní bužírky jako sekundární ochrana.

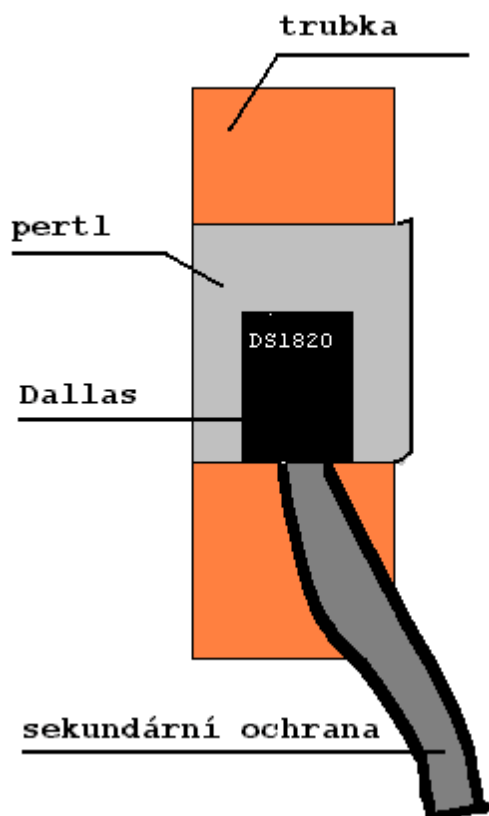
Obr. 15 Připájení vodičů k Dallasu



7.2.3 Montáž Dallasů k trubkám

Samotný Dallas musel být k trubce přidělán tzv. pertlem. Pertl je proužek tenkého plíšku delší asi o 5 cm než obvod trubky (v závislosti na obvodu trubky). Dallas je přidržen na trubce a pertlem se k ní přitáhne, zafixuje (obr.15).

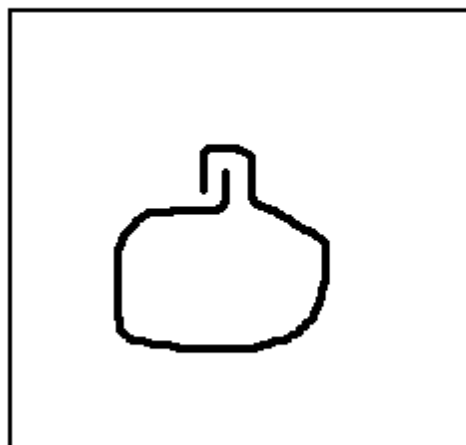
Obr. 16 přidělení Dallase pod pertl



Nyní už víme jak se přidělá Dallas pod trubku, ale teď si ukážeme, jak takový Dallas připravit. Nejprve je třeba pertl dostat do tvaru na obr. 7a a po obtočení okolo trubky do fáze jako na obr. 17b.

Obr. 17 pertl

pohled na půdorys pertlu



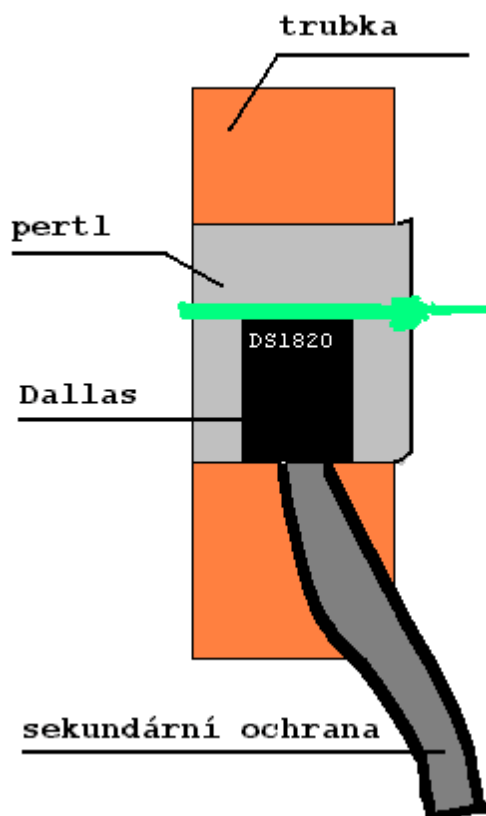
7a



7b

A nyní je hotová další fáze a to přidělení Dallasů na trubku. Ještě je potřeba pertl zajistit a pro tento případ se hodí umělohmotné stahovací pásky (obr.8 pro lepší orientaci je značena zeleně).

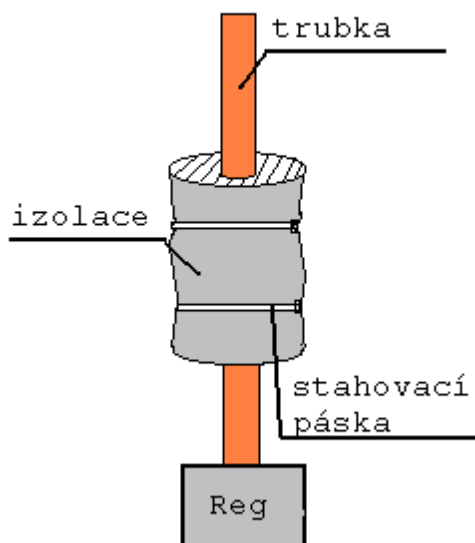
Obr. 18 jištění pertlu



Nyní máme již pertl jištěný a je nutné vrátit na trubku tepelnou izolaci. To aby úniky tepla v úseku regulátor-analog. Teploměr nebyly ještě větší.

Nandáme izolaci a přitáhneme ji stejným způsobem jako pertl, tedy stahovací páska (obr. 19).

Obr. 19 Izolace trubky a stáhnutí páskou



V tuto chvíli máme hotový postup instalace Dallasů na trubky.

8. SHRUTÍ

Na konec každé práce přichází shrnutí nových poznatků a moudrostí.

Myslíme si, že díky této práci, která v nás rozvinula ducha tvořivosti, jsme si utvořili reálný pohled na to, jakým způsobem se řídí a vypracovává náročnější projekt.

Díky této práci jsme si utvrdili základy elektroniky a programovacích jazyků.

Tato práce přinesla i problémy mimo náš obor, ale stačila chvilka studia potřebné literatury a použití moderních informačních zdrojů spojená s neuvěřitelným rozhledem a smyslem pro to něco nás naučit profesora Kubalíka a mohli jsme řešit problémy.

K poznatkům při řešení této dlouhodobé praktické maturity bychom chtěli říci, že bylo a je důležité pracovat systematicky a s jistou časovou rezervou, neboť se stoprocentní jistotou nastanou problémy, které bude třeba řešit a mnohdy zaberou velmi mnoho času. My jsme toto poněkud podcenili a mysleli jsme si, že je stále hodně času, až se nám při blížícím se termínu odevzdání vše vymklo z rukou a závěr byl velmi hektický.

Doufám, že studenti v příštích letech si z tohoto vezmou ponaučení a nabádání profesorů si vezmou více k srdci a budou pracovat s větším úsilím.



SUMMARY

At the end of all work is time to evaluate acquired knowledge. At the first point we wish to say that we are deeply honored to work with professor Tomas Kubalik. We think, that thanks to this project, which has been developing the creativity of us, we created the real look how the larger projects are runned and managed.

Thanks to this project we strenghten our skills in electronics and programming techniques.

This work forced us to solve the problems out of our domain of study, but only a little time we spend studying and using modern information resources in connection with unbelievable knowledge insight and sense to learn us something really important of professor Kubalik and we were ready to solve that problems.

To our common knowledge we want to say, that is very important to work on the project systematically and with a little time reserve, because the risk of getting problems while solving some problem is 100% and solving these problems consumes a very huge portions of time. We underestimate it and we thought, that we have still enough time but while the deadline was on the wane solving the project got out of hand a little and the finish was very hectic.

We hope, that students in next years will pay a close attention to this and that they will bend ear to urging of professors and that they will work with pretty more effort.



9. PŘÍLOHY

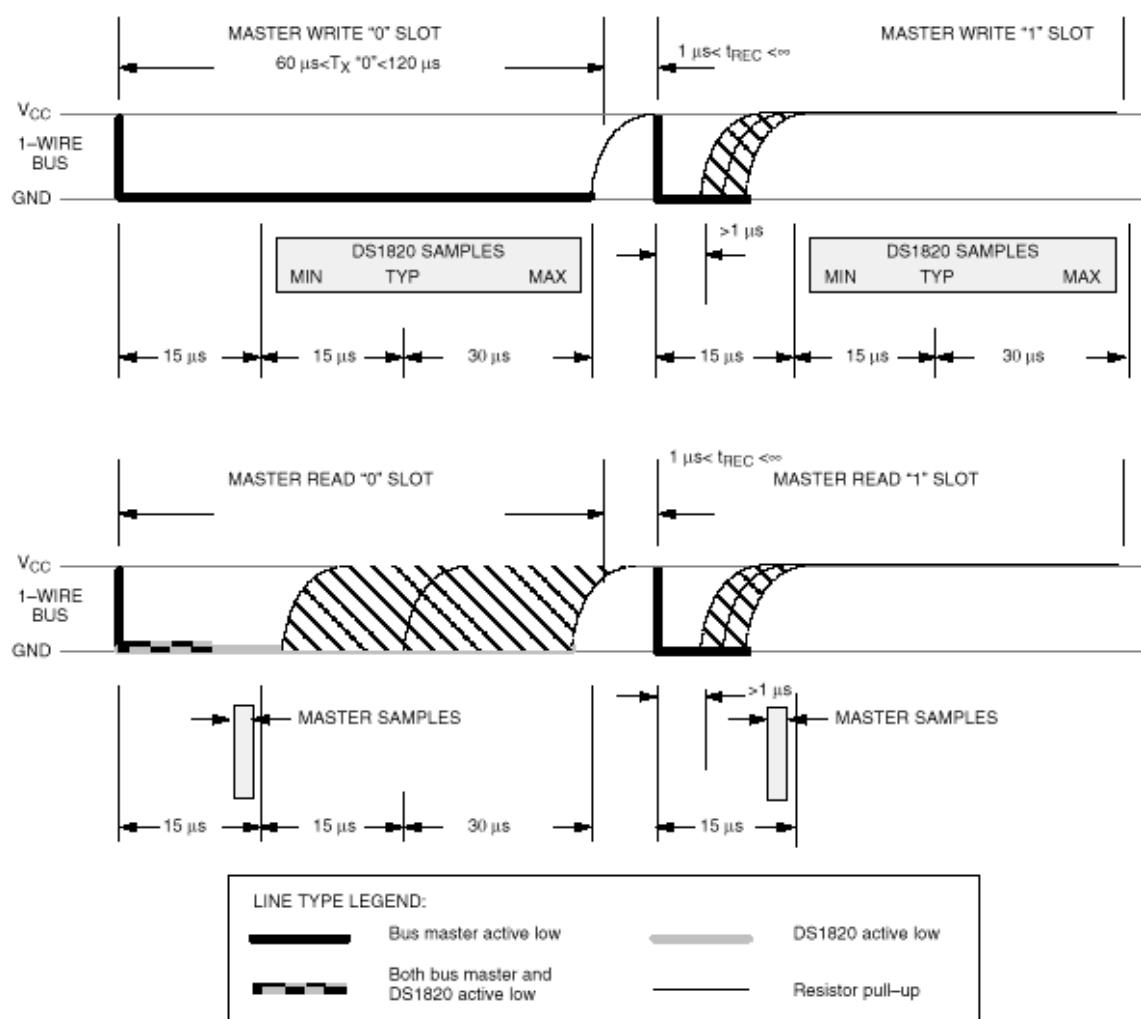
Seznam příloh:

- Příloha A – časování obvodu DALLAS
- Příloha B – ROM protokol obvodu DALLAS
- Příloha C – průběh měřicí odchylky u obvodu DALLAS
- Příloha D – elektrické charakteristiky obvodu DALLAS
- Příloha E – elektrické charakteristiky procesoru ATMEL
- Příloha F – optoelektrické charakteristiky spínače SHARP
- Příloha G – příkazy pro MODUL 1

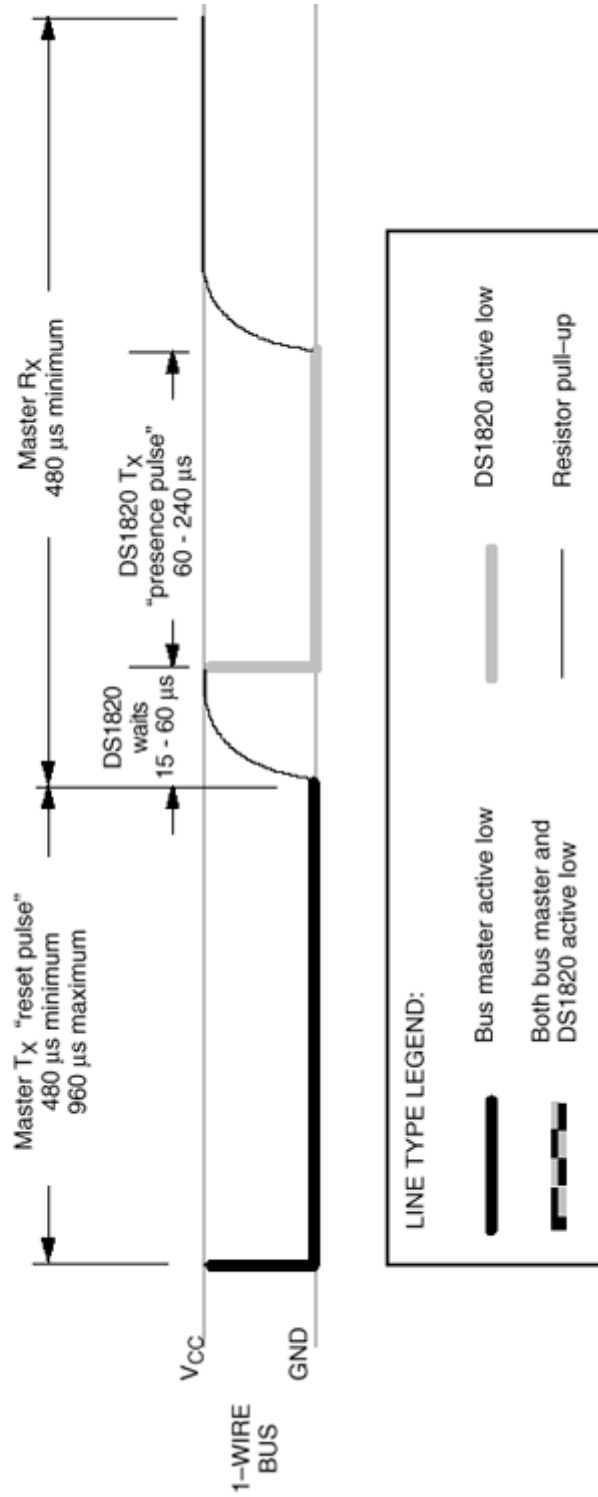
PŘÍLOHA A

časování obvodu DALLAS

READ/WRITE TIMING DIAGRAM Figure 12



INITIALIZATION PROCEDURE “RESET AND PRESENCE PULSES” Figure 11





PŘÍLOHA B

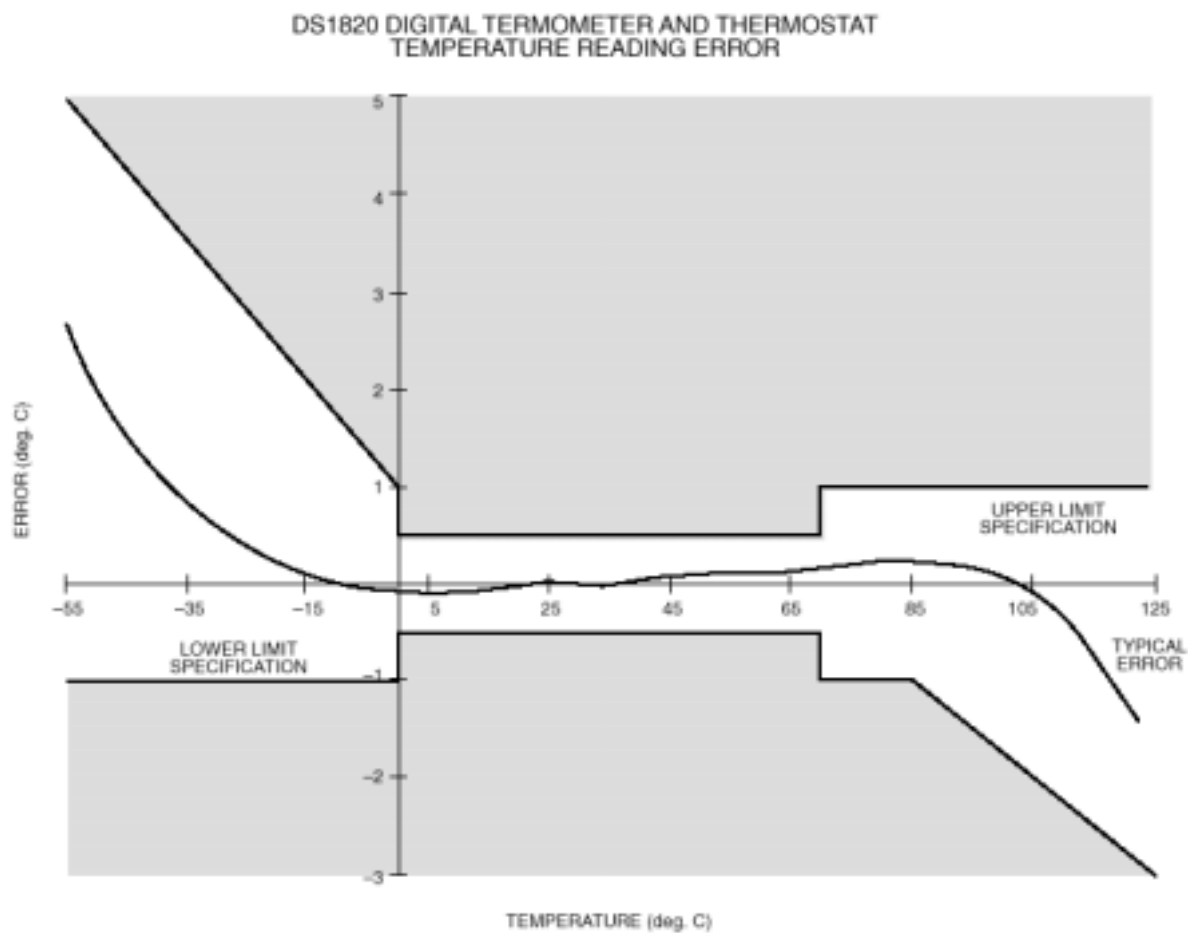
ROM protokol obvodu DALLAS

DS1820 COMMAND SET Table 2

INSTRUCTION	DESCRIPTION	PROTOCOL	1-WIRE BUS AFTER ISSUING PROTOCOL	NOTES
TEMPERATURE CONVERSION COMMANDS				
Convert T	Initiates temperature conversion.	44h	<read temperature busy status>	1
MEMORY COMMANDS				
Read Scratchpad	Reads bytes from scratchpad and reads CRC byte.	BEh	<read data up to 9 bytes>	
Write Scratchpad	Writes bytes into scratchpad at addresses 2 and 3 (TH and TL temperature triggers).	4Eh	<write data into 2 bytes at addr. 2 and addr. 3>	
Copy Scratchpad	Copies scratchpad into nonvolatile memory (addresses 2 and 3 only).	48h	<read copy status>	2
Recall E ²	Recalls values stored in nonvolatile memory into scratchpad (tempera- ture triggers).	B8h	<read temperature busy status>	
Read Power Supply	Signals the mode of DS1820 power supply to the master.	B4h	<read supply status>	

PŘÍLOHA C

Průběh měřicí odchylky u obvodu DALLAS



PŘÍLOHA D

Elektrické charakteristiky obvodu DALLAS

RECOMMENDED DC OPERATING CONDITIONS

PARAMETER	SYMBOL	CONDITION	MIN	TYP	MAX	UNITS	NOTES
Supply Voltage	V_{DD}	I/O Functions	2.8	5.0	5.5	V	1, 2
		$\pm 1/2^\circ\text{C}$ Accurate Temperature Conversions	4.3		5.5		
Data Pin	I/O		-0.5		+5.5	V	2
Logic 1	V_{IH}		2.0		$V_{CC}+0.3$	V	2, 3
Logic 0	V_{IL}		-0.3		+0.8	V	2, 4

DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(-55°C to $+125^\circ\text{C}$; $V_{DD}=3.6\text{V}$ to 5.5V)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITION	MIN	TYP	MAX	UNITS	NOTES
Thermometer Error	t_{ERR}	-0°C to $+70^{\circ}\text{C}$			$\pm 1/2$	$^{\circ}\text{C}$	1, 9, 10
		-55°C to 0°C and $+70^{\circ}\text{C}$ to $+125^{\circ}\text{C}$			See Typical Curve		
Input Logic High	V_{IH}		2.2		5.5	V	2, 3
Input Logic Low	V_{IL}		-0.3		+0.8	V	2, 4
Sink Current	I_L	$V_{IO}=0.4\text{V}$	-4.0			mA	2
Standby Current	I_Q			200	350	nA	8
Active Current	I_{DD}			1	1.5	mA	5, 6
Input Load Current	I_L			5		μA	7

PŘÍLOHA E

Elektrické charakteristiky procesoru ATMEL

Absolute Maximum Ratings*

Operating Temperature	-55°C to +125°C
Storage Temperature	-65°C to +150°C
Voltage on Any Pin with Respect to Ground	-1.0V to +7.0V
Maximum Operating Voltage	6.6V
DC Output Current	25.0 mA

*NOTICE: Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. This is a stress rating only and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of this specification is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

DC Characteristics

$T_A = -40^\circ\text{C}$ to 85°C , $V_{CC} = 2.0\text{V}$ to 6.0V (unless otherwise noted)

Symbol	Parameter	Condition	Min	Max	Units
V_{IL}	Input Low-voltage		-0.5	$0.2 V_{CC} - 0.1$	V
V_{IH}	Input High-voltage	(Except XTAL1, RST)	$0.2 V_{CC} + 0.9$	$V_{CC} + 0.5$	V
V_{IH1}	Input High-voltage	(XTAL1, RST)	$0.7 V_{CC}$	$V_{CC} + 0.5$	V
V_{OL}	Output Low-voltage ⁽¹⁾ (Ports 1, 3)	$I_{OL} = 20\text{ mA}$, $V_{CC} = 5\text{V}$ $I_{OL} = 10\text{ mA}$, $V_{CC} = 2.7\text{V}$		0.5	V
V_{OH}	Output High-voltage (Ports 1, 3)	$I_{OH} = -80\text{ }\mu\text{A}$, $V_{CC} = 5\text{V} \pm 10\%$	2.4		V
		$I_{OH} = -30\text{ }\mu\text{A}$	$0.75 V_{CC}$		V
		$I_{OH} = -12\text{ }\mu\text{A}$	$0.9 V_{CC}$		V
I_L	Logical 0 Input Current (Ports 1, 3)	$V_{IN} = 0.45\text{V}$		-50	μA
I_{TL}	Logical 1 to 0 Transition Current (Ports 1, 3)	$V_{IN} = 2\text{V}$, $V_{CC} = 5\text{V} \pm 10\%$		-750	μA
I_{LI}	Input Leakage Current (Port P1.0, P1.1)	$0 < V_{IN} < V_{CC}$		± 10	μA
V_{OS}	Comparator Input Offset Voltage	$V_{CC} = 5\text{V}$		20	mV
V_{CM}	Comparator Input Common Mode Voltage		0	V_{CC}	V
RRST	Reset Pull-down Resistor		50	300	K Ω
C_{IO}	Pin Capacitance	Test Freq. = 1 MHz, $T_A = 25^\circ\text{C}$		10	pF
I_{CC}	Power Supply Current	Active Mode, 12 MHz, $V_{CC} = 6\text{V}/3\text{V}$		15/5.5	mA
		Idle Mode, 12 MHz, $V_{CC} = 6\text{V}/3\text{V}$ P1.0 & P1.1 = 0V or V_{CC}		5/1	mA
	Power-down Mode ⁽²⁾	$V_{CC} = 6\text{V}$ P1.0 & P1.1 = 0V or V_{CC}		100	μA
		$V_{CC} = 3\text{V}$ P1.0 & P1.1 = 0V or V_{CC}		20	μA

Notes: 1. Under steady state (non-transient) conditions, I_{OL} must be externally limited as follows:

Maximum I_{OL} per port pin: 20 mA

Maximum total I_{OL} for all output pins: 80 mA

If I_{OL} exceeds the test condition, V_{OL} may exceed the related specification. Pins are not guaranteed to sink current greater than the listed test conditions.

2. Minimum V_{CC} for Power-down is 2V.



PŘÍLOHA F

Optoelektrické charakteristiky spínače SHARP

■ Electro-optical Characteristics

(Ta = 25°C)

Parameter		Symbol	Conditions	MIN.	TYP.	MAX.	Unit
Input	Forward voltage	V_F	$I_F = 20\text{mA}$	-	1.2	1.4	V
	Reverse current	I_R	$V_R = 3\text{V}$	-	-	10^{-4}	A
Output	Repetitive peak OFF-state current	I_{ORM}	$V_D = V_{ORM}$	-	-	10^{-4}	A
	ON-state voltage	V_F	Resistance load $I_F = 20\text{mA}, t_F = 2\text{Ams}$	-	-	1.5	V_{om}
	Holding current	I_H	-	-	-	50	mA
	Critical rate of rise of OFF-state voltage	dV/dt	$V_D = 2/3 \cdot V_{ORM}$	30	-	-	V/ μs
	Critical rate of rise of commutating OFF-state voltage	$(dV/dt)_C$	$T_J = 125^\circ\text{C}, dI_F/dt = 4.0\text{A/ms}, V_D = 400\text{V}$	5	-	-	V/ μs
Transfer characteristics	Zero-cross voltage	V_{OX}	$I_F = 8\text{mA}$	-	-	35	V
	Minimum trigger current	I_{FT}	$V_D = 12\text{V}, R_L = 30\Omega$	-	-	8	mA
	Current		$V_D = 6\text{V}, R_L = 30\Omega$	-	-	8	mA
	Isolation resistance	R_{iso}	DC500V, 40 to 60 % RH	10^{10}	-	-	Ω
	Turn-on time	t_{on}	AC 50Hz	-	-	1	ms
	Turn-off time	t_{off}	-	-	-	10	ms
Thermal resistance (Between junction and case)		$R_{\theta(j-a)}$	-	-	4.5	-	$^\circ\text{C/W}$
Thermal resistance (Between junction and ambience)		$R_{\theta(j-a)}$	-	-	40	-	$^\circ\text{C/W}$

■ Model Line-ups

	For 100V lines	For 200V lines
For phase control		
No built-in zero-cross circuit	S102S01	S202S01
Built-in zero-cross circuit	S102S02	S202S02

■ Absolute Maximum Ratings

(Ta = 25°C)

Parameter		Symbol	Rating		Unit
Input	Forward current	I_F	S102S01 S102S02	50	mA
	Reverse voltage	V_R	S202S01 S202S02	6	V
Output	¹ RMS ON-state current	I_F		8	A_{om}
	² Peak one cycle surge current	I_{surge}		80	A
	Repetitive peak OFF-state voltage	V_{ORM}	400	600	V
	Non-repetitive peak OFF-state voltage	V_{OSM}	400	600	V
	Critical rate of rise of ON-state current	dI/dt		50	A/ μs
Operating frequency		f		45 to 65	Hz
³ Isolation voltage		V_{iso}		4 000	V_{om}
Operating temperature		T_{op}		- 25 to + 100	$^\circ\text{C}$
Storage temperature		T_{stg}		- 30 to + 125	$^\circ\text{C}$
⁴ Soldering temperature		T_{sol}		260	$^\circ\text{C}$

*1 $T_C \leq 80^\circ\text{C}$

*2 50Hz sine wave, $T_J = 25^\circ\text{C}$ start

*3 60Hz AC for 1 minute, 40 to 60 % RH. Apply voltages between input and output, by the dielectric withstand voltage tester with zero-cross circuit. (Input and output shall be shorted respectively).

(Note)
When the isolation voltage is necessary at using external heat sink, please use the insulation sheet.

*4 For 10 seconds

PŘÍLOHA G

Příkazy pro MODUL 1

Název	Mód	Popis
RESBD	příkaz	Provede reset modulu
RESETOK	odpověď	Reset desky proběhl úspěšně
ER1B	odpověď	První přijatý bajt zprávy je chybný, jeho nejvyšší bit není log. 1
ER2B	odpověď	Druhý přijatý bajt zprávy je chybný, jeho nejvyšší bit není log. 0
NEVCAS	odpověď	Všechny tři bajty zprávy nepřišli v požadované době
UNKN	odpověď	Přišel neznámý příkaz pro tento modul
MERENI	příkaz	Inicializace měřicí procedury
TEPL	příkaz	Vyzvednutí naměřené teploty
MERIM	odpověď	měřicí procedura probíhá
BUDETEPL	odpověď	Následující zpráva bude obsahovat teplotu
DALNENI	odpověď	Chyba komunikace s měřícím členem, chyba inicializace
TOCZAVR	příkaz	Uzavírá regulátor
TOCOTEV	příkaz	Otevírá regulátor
TOCVYP	příkaz	Vypíná točení regulátoru



10. PODĚKOVÁNÍ

Chtěli bychom poděkovat především ing. Kubalíkovi za jeho neutuchající podporu. Bez jeho nadšení pro studentské práce bychom dnes nebyli ani v polovině projektu, byl vždy připraven s námi konzultovat a vysvětlit nám jakýkoliv problém a téměř kdykoliv jsme si vzpomněli. Dále bychom chtěli poděkovat ing. Palíškovi za to, že přes značnou neochotu dodavatelské firmy nakonec úspěšně nainstaloval servomotory nutné pro funkci našeho systému. Další díky jsou směřovány do školních dílen především profesoru Klenovcovi. Vždy nás ochotně přijal a aktivně nám pomáhal. Děkujeme také třídní profesorce ing. Janě Pechové a profesorovi ing. Lubomíru Hübnerovy za to, že nás uvolňovaly z výuky, když bylo třeba.

11. POUŽITÁ LITERATURA

- [1] Mikroprocesory řady 8051, Doc. Ing. Petr Skalický, BEN – technická literatura, Praha 1996
- [2] Architektura a technické vlastnosti mikrořadičů 8051, kol. autorů, SNTL, Praha 1991
- [3] Programovací jazyk assembler 8051, kol. autorů, SNTL, Praha 1991
- [4] DALLAS DS1820 Data Sheet, Dallas Semiconductors
- [5] Application Note 74, operating 1-wire bus, Dallas Semiconductors
- [6] SHARP S202S02 Data Sheet, Sharp Electronics
- [7] ATMEL 89C2051 Data Sheet, Atmel Corporation

dále jsou uvedeny důležité internetové adresy, které jsme v průběhu naší práce potřebovali

WWW.DALSEMI.COM z této stránky jsme stahovali potřebné dokumentace k obvodu DALLAS DS1820.

WWW.MAXIM-IC.COM zde se nachází dokumentace k obvodu převodníku napětí RS232MAX



Martin Farář – Jan Svatoš
Kotelník

