

Spínač ovládaný přes GSM

GSM-controlled remote switch

Radim Jelínek



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta aplikované informatiky

akademický rok: 2010/2011

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Radim JELÍNEK**
Osobní číslo: **A08048**
Studijní program: **B 3902 Inženýrská informatika**
Studijní obor: **Informační a řídicí technologie**

Téma práce: **Spínač ovládaný přes GSM**

Zásady pro vypracování:

1. Seznamte se s existujícími konstrukcemi podobných zařízení a navrhnete vhodnou koncepci jednoduchého modulu pro dálkové ovládání spotřebičů pomocí SMS zpráv.
2. Navrhnete hardwarové zapojení obvodu.
3. Realizujete funkční prototyp zařízení.
4. Pro zařízení vytvoříte programové vybavení a ověříte jeho funkci.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

1. PINKER, Jiří. Mikroprocesory a Mikropočítače. Praha : BEN – technická literatura, 2004. 220 s. ISBN 80-7300-110-1.
2. MANN, Burkhard. C pro mikrokontroléry. Praha : BEN – technická literatura, 2004. 280 s. ISBN 80-7300-077-6.
3. CATSOULIS, John. Designing Embedded Hardware. O'Reilly Media, 2005. 400 s. ISBN 978-0-596-00755-3.
4. HRABOVSKÝ, Miroslav, JURÁNEK, Antonín. EAGLE pro začátečníky, Návrhový systém pro plošné spoje. Praha : BEN – technická literatura, 2007. 195 s. ISBN 80-7300-213-2.
5. PLÍVA, Zdeněk. EAGLE prakticky, řešení problémů při běžné práci. Praha : BEN – technická literatura, 2010. 192 s. ISBN 978-80-7300-252-7.
6. ATmega8 Datasheet [online]. Atmel Corporation, 2009 [cit. 2011-01-20]. Dostupný z WWW: [<http://www.atmel.com/atmel/acrobat/doc2486.pdf>]

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Jan Dolinay, Ph.D.

Ústav automatizace a řídicí techniky

Datum zadání bakalářské práce:

25. února 2011

Termín odevzdání bakalářské práce:

7. června 2011

Ve Zlíně dne 25. února 2011

prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.
děkan



prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.
ředitel ústavu

ABSTRAKT

Cílem této bakalářské práce je vytvořit funkční prototyp dálkově ovládaného spínače pomocí příkazů obsažených v SMS zprávě, které budou zaslány na připojený mobilní telefon Siemens C35i. Teoretická část obsahuje historii mikroprocesorů a monolitických mikropočítačů, popis použitého mikropočítače ATmega8 a komunikaci s mobilním telefonem. V praktické části nalezneme konstrukci samotného zařízení a obslužné programové vybavení.

Klíčová slova: Atmel, ATmega8, SMS, Short Message Service, AT příkazy, AVR studio

ABSTRACT

The aim of this bachelor thesis is to create a functional prototype of GSM-controlled remote switch by means of instruction commands which are contained in SMS. SMS are sent to connected mobile phone Siemens C35i. The theoretical part contains the history of microprocessors and microcontrollers, description of applied microcontroller ATmega8 and communication with mobile phone. In the practical part the mechanical construction of the device and program equipment are described.

Keywords: Atmel, ATmega8, SMS, Short Message Service, AT command, AVR studio

Zde bych rád poděkoval vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Janu Dolinayovi za jeho rady, postřehy a odborné vedení při realizaci bakalářské práce.

Nakonec bych chtěl poděkovat rodině a přátelům za podporu a trpělivost, kterou mi poskytli v období vzniku této práce.

Motto:

„Tajemství úspěchu v životě není dělat, co se nám líbí,
ale nalézt zalíbení v tom, co děláme.“

Thomas Alva Edison (*1847 – †1931)

Prohlašuji, že

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

Prohlašuji,

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

Ve Zlíně 1.6.2011

.....
podpis diplomanta

OBSAH

ÚVOD.....	9
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 MIKROPOČÍTAČE.....	11
1.1 VÝVOJ MIKROPOČÍTAČŮ A MIKROPROCESORŮ	11
1.2 JEDNOČIPOVÉ MIKROPOČÍTAČE.....	12
1.2.1 Rozdělení jednočipových mikropočítačů dle architektury	13
1.2.2 Rozdělení jednočipových mikropočítačů dle instrukční sady	14
2 MIKROPOČÍTAČ ATMEGA8	15
2.1 ARCHITEKTURA MIKROKONTROLÉRU AVR	15
2.2 POPIS MIKROPOČÍTAČE ATMEGA8.....	18
2.2.1 Popis vývodů	19
2.2.2 Struktura mikropočítače ATmega8	20
2.2.3 Mikroprocesor	21
2.2.4 Sběrnice	21
2.2.5 Paměť	21
2.3 A/D PŘEVODNÍK	22
2.4 SÉRIOVÁ KOMUNIKACE.....	24
2.4.1 Základní popis jednotky USART	24
2.4.2 Kompatibilita mezi USART a UART	25
2.4.3 Formát rámce.....	26
3 KOMUNIKACE S MOBILNÍM TELEFONEM	27
3.1 VÝBĚR VHODNÉHO MOBILNÍHO TELEFONU	27
3.2 SHORT MESSAGE SERVICE – SMS	27
3.2.1 Historie	27
3.2.2 Velikost zprávy	28
3.2.3 SMS dnes	28
3.3 PDU	28
3.3.1 Typy PDU.....	29
3.3.2 SMS-DELIVER PDU.....	29
3.3.3 SMS-SUBMIT PDU	31
3.4 AT PŘÍKAZY	32
II PRAKTICKÁ ČÁST	33
4 PROGRAMOVÁNÍ ATMEGA8.....	34
4.1 PROGRAMÁTOR	34
4.2 BOOTLOADER	35
4.3 AVR STUDIO.....	35

5	HARDWAROVÉ ZAPOJENÍ OBVODU	36
5.1	EAGLE	36
5.1.1	Schéma zapojení	36
5.1.2	Deska plošného spoje	36
5.1.3	EAGLE 3D	37
5.2	NAPÁJENÍ	37
5.3	OVLÁDÁNÍ TELEFONU	38
5.3.1	Komunikace s počítačem	38
5.3.2	Komunikace s mobilním telefonem	39
5.4	POŽADAVKY NA ZAŘÍZENÍ	40
5.5	KONSTRUKCE	40
6	PROGRAMOVÉ VYBAVENÍ	41
6.1	DEKÓDOVÁNÍ SMS	41
6.1.1	Rozpoznání odesílatele	42
6.2	POUŽITÉ AT PŘÍKAZY	42
6.3	HLAVNÍ PROGRAM	44
6.4	PODPROGRAMY	45
7	PROTOTYP SPÍNAČE OVLÁDANÉHO PŘES GSM	46
7.1	ZABEZPEČENÍ	46
7.2	PŘÍKAZY	46
7.2.1	Konfigurační příkazy	46
7.2.2	Informační příkazy	47
7.3	VÝZNAM LED DIOD	47
7.4	TESTOVACÍ PROVOZ	48
	ZÁVĚR	49
	ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ	50
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	51
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	53
	SEZNAM OBRÁZKŮ	54
	SEZNAM TABULEK	55
	SEZNAM PŘÍLOH	56

ÚVOD

Obdivuhodný rozvoj elektronických systémů nastal především díky pokroku v technologii výroby součástek – obzvláště integrovaných obvodů. Ohlédneme-li se o několik let zpět je zřejmé, že největší vliv měla miniaturizace počítače. Od rozměrů sálů, posléze velkých a malých skříní až k dnešnímu jedinému integrovanému obvodu v pouzdru o ploše řádově čtverečního centimetru. Spolu s tímto došlo také i k jeho neuvěřitelnému zlevnění. To teprve umožnilo vestavění počítačů do běžných zařízení.

Roku 1983 představila společnost Motorola světu vůbec první mobilní telefon s názvem DynaTAC 8000x. Od této doby uplynulo více jak 25 let a mobilní telefony se staly nezbytnou součástí každodenního života. S vývojem mobilních telefonů v posledních letech, kde starší telefony zastupovaly pouze funkce hlasových hovorů a krátkých textových zpráv, se ani nechce věřit, jakými funkcemi jsou dnešní mobilní telefony vybaveny. Tento rychlý vzestup má za následek, že kdekdo vlastní alespoň jeden starší telefon buď jako vzpomínku na dřívější časy nebo jako náhradu současného zařízení v případě poruchy. Nabízí se myšlenka, proč těmto zařízením nedopřát jednoduchou funkci, pro kterou byla konstruována i v dnešní době. Spojením mobilního telefonu spolu s jednoduchým logickým obvodem ovládaným mikropočítačem od firmy Atmel jsme schopni zkonstruovat sofistikovaný spínač ovládaný mobilním telefonem prostřednictvím SMS zpráv.

Takovéto zařízení je schopno ovládat tři připojené elektrické spotřebiče pomocí relé, které jsou umístěna na desce plošného spoje. Spínač vyhodnocuje příkazy pouze autorizované osoby. Autentizace je ověřena prostřednictvím telefonního čísla odesílatele a hesla. Samozřejmostí je podání informace o stavu jednotlivých relé. Tato informace je poskytnuta odesláním odpovídající SMS zprávy, ze které je patrné, jaká relé jsou momentálně sepnuta zpět na číslo, ze kterého byl požadavek vznesen.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 MIKROPOČÍTAČE

1.1 Vývoj mikropočítačů a mikroprocesorů

Tranzistorový jev objevili na sklonku roku 1947 američtí fyzikové John Bardeen, Walter Brattain a William Shockley v laboratořích firmy Bell při studiu vodivosti germania. V roce 1948 zkonstruovali první, tzv. hrotový tranzistor. Za objev tranzistoru, který znamenal vstup do nové etapy rozvoje elektroniky, obdrželi v roce 1956 Nobelovu cenu za fyziku. [1] Jednalo se o velmi významný objev, který vedl k faktickému vědeckotechnickému převratu v oblasti aplikované elektroniky, v praxi se to projevuje zejména obrovskou mírou miniaturizace jednotlivých součástek a tím i neustálým zvyšováním koncentrace polovodičových součástek vztaženou na jednotku plochy. [2] Tranzistor zcela změnil situaci ve vývoji elektroniky, zejména proto, že se jednalo o čistě elektronickou součástku bez pohyblivých částí. [3] Při činnosti tranzistoru dochází ke zvětšení, tzn. zesílení proudu. Tomu odpovídá základní použití tranzistoru jako zesilovacího prvku v elektronických zařízeních. Tranzistory se v elektronice využívají nejen jako jednotlivé (diskrétní) součástky, ale jsou i funkčními prvky integrovaných obvodů. [1]

Za první mikroprocesor na světě je považován Intel 4004, který byl představen roku 1971. Ted Hof společně se Stanem Mazorem navrhli v létě 1969 architekturu a redukováný instrukční set nového čipu, jehož vývojem byl pověřen vývojář integrovaných obvodů Federico Faggin. Faggin vytvořil celou novou metodologii pro křemíková hradla a díky mnoha jeho inovacím se čip, původně navržený jen pro kalkulačky, mohl stát základem dalších aplikací. [4] Intel 4004 měl 4 bitovou datovou sběrnici, obsahoval 2300 tranzistorů. Jeho instrukční soubor byl orientovaný hlavně na práci s čísly BCD a na logické funkce. V dubnu roku 1974 Intel představil procesor 8080, který měl šířku datové sběrnice 8 bitů, dokázal pojmout 64 Kb paměti a stal se na delší dobu jakýmsi světovým standardem. Jednou ze zajímavostí je, že se tento mikroprocesor vyráběl i v Tesle pod označením MHB 8080A.

Roku 1965 vstoupila firma Motorola na trh s mikroprocesorem MC6800 a v roce 1976 uvedla firma ZILOG mikroprocesor Z80-CPU. Tyto dva byli hlavními představiteli osmibitových mikroprocesorů. Roku 1978 se středem pozornosti stávají 16 bitové

mikroprocesory, kam řadíme mikroprocesor 8086 od firmy Intel, který byl vyroben technologií HMOS a obsahoval 29 000 tranzistorů. O rok později uvádí firma ZILOG mikroprocesor Z8000 a firma Motorola mikroprocesor MC68000.

Na konci 70. let se objevují první monolitické mikropočítače, které představují samostatnou větev vývoje. Mezi první patřil osmibitový obvod 8048 firmy Intel nebo mikropočítač 6801 firmy Motorola.

Porovnáme-li vývoj procesorů pro osobní počítače a notebooky s vývojem v oblasti monolitických mikropočítačů, všimneme si základního rozdílu. Technický pokrok u osobních počítačů je velmi rychlý a každým rokem dochází k nárůstu výkonu a složitosti jednotlivých obvodů.

V oblasti monolitických mikropočítačů není tento trend vývoje tak razantní. Spousta mikropočítačů je jen zdokonalenou verzí obvodů, které byly navrženy před více než 20 lety. Vývoj v této oblasti se zaměřuje především na periferie umístěné na čipu, vylepšení výrobní technologie, zvýšením spolehlivosti a energetické úspornosti. Výrazným krokem vpřed je použití vnitřních pamětí typu Flash místo dříve používaných ROM nebo EEPROM.

1.2 Jednočipové mikropočítače

Integrováním tří základních částí mikropočítače (CPU, paměť a vstupní/výstupní periferní obvody) do jednoho pouzdra vznikne jednočipový (monolitický) mikropočítač. Tyto mikropočítače se vyznačují velkou spolehlivostí, kompaktností a z toho důvodu se používají především jako jednoúčelové řídicí prvky ve spotřební a průmyslové elektronice. [5]

Nejrozšířenější jsou osmibitové, v náročnějších aplikacích, kde je nutno rychlejší zpracování dat s vyšší přesností se uplatňují šestnácti a třicetidvoubitové mikropočítače. [5]

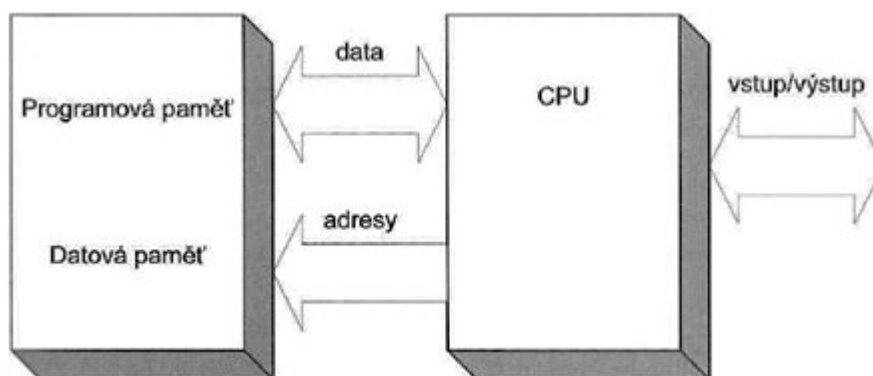
Pracují v mnoha přístrojích a zařízeních, s kterými se běžně setkáváme, aniž bychom si jejich existenci v nich vůbec uvědomovali. Nalezneme je ve spotřební elektronice, v domácích spotřebičích, v moderních automobilech, v bezpečnostních systémech a v mnoha dalších zařízeních. [5]

1.2.1 Rozdělení jednočipových mikropočítačů dle architektury

Existují dvě základní architektury mikroprocesorů – Von Neumannova a Harvardská, každá má svoje výhody i nevýhody. V současné době se zřejmě častěji využívá Harvardská architektura. Vysoký stupeň integrace dovoluje připojit různé bloky paměti pomocí vlastních sběrnic. U moderních architektur se často uživateli adresový prostor jeví navenek jako lineární (Von Neumannovský), zatímco fyzicky jsou paměti k jádru připojeny pomocí několika nezávislých sběrnic. [6]

a) Von Neumannova architektura

Von Neumannova architektura se vyznačuje tím, že datová a programová paměť používají společná vedení (adresní a datová sběrnice). [7]

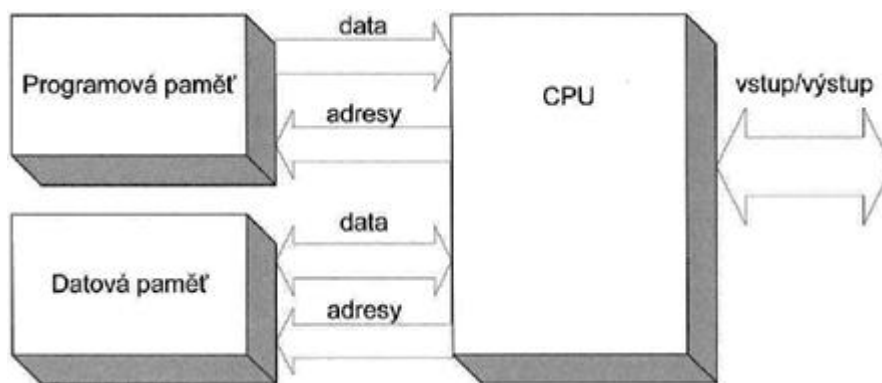


Obr. 1. Von Neumannova architektura.

Výhodou je hospodárné využívání sběrnicových systémů, jehož výsledkem je snížení počtů vývodů MCU při použití externí paměti. Nevýhodou je ovšem neodvratné snížení rychlosti zpracování, protože programová a datová paměť musí sdílet tatáž adresní a datová vedení. Z paměti je možno číst jen příkazy, nebo data. Datová a programová paměť pokrývá tutéž oblast paměti. [7]

b) Harvardská architektura

Harvardská architektura je z obou architektur starší. Má oddělené sběrnicové systémy pro programovou a datovou paměť. Díky tomu je možno současně přistupovat k datům i k příkazům, což je základním předpokladem pro vysokou rychlost zpracování. Typická je i rozdílná bitová šířka datové a programové paměti. Programová paměť je navržena tak, že se jedním přístupem může číst příkaz i operand. [7]



Obr. 2. Harvardská architektura.

Z hlediska úspornosti existují i modifikované Hardwarové architektury. Interně je mikrokontrolér navržen podle Harvardské architektury a vzhledem k vnějšku, pro přístup na externí paměť, podle Von Neumannovy architektury. Tím se ušetří náklady na výrobu čipu snížením počtu potřebných vývodů. [7]

1.2.2 Rozdělení jednočipových mikropočítačů dle instrukční sady

Na rozdělení jednočipových mikropočítačů můžeme nahlížet i z pohledu instrukčního souboru a rozlišit tak CISC (Complete Instruction Set Computer) a RISC (Reduced Instruction Set Computer) instrukční sady.

a) CISC

CISC je tradiční interpretace příkazů. Existuje mnoho výkonných příkazů, takže zadáním jediného příkazu je možno realizovat složité operace, čímž se ušetří paměťové místo, ale na druhou stranu, tato instrukční sada využívá složitý interpret, který příslušný příkaz zpracovává během několika hodinových cyklů. [7]

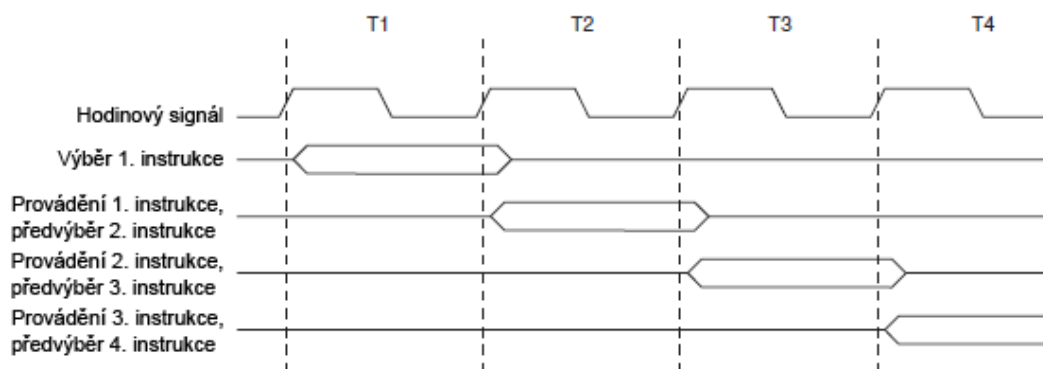
b) RISC

Ze zkušeností s CISC se přešlo k architektuře RISC, silně redukované sadě příkazů, obsahující většinou asi 50 příkazů. Zbytek instrukcí, které nejsou obsaženy v základní sadě RISC, je možno vykonat kombinací existujících instrukcí. Všechny příkazy mají stejnou bitovou šířku, jsou méně složité a vyžadují méně složitý interpret příkazů ve srovnání s CISC. Tím se neobyčejně zvyšuje rychlost zpracování, ale bohužel také velikost programu při téže prováděné funkci. [7]

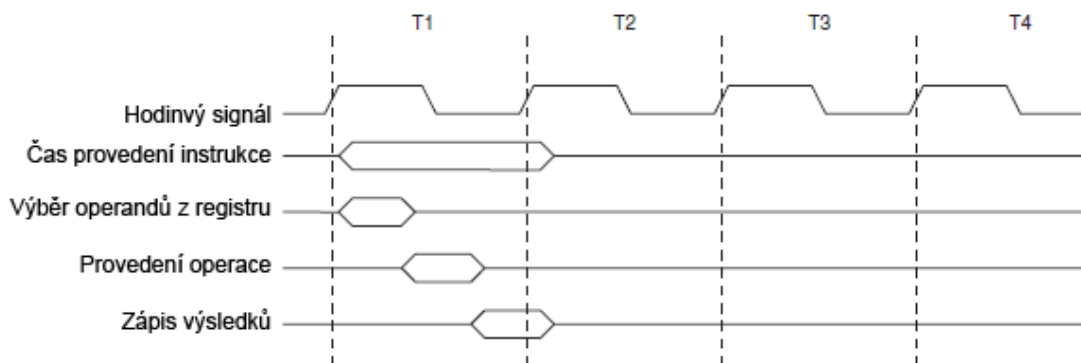
2 MIKROPOČÍTAČ ATmega8

2.1 Architektura mikrokontroléru AVR

Rodina mikrokontrolérů AVR s architekturou RISC je zdařilým výsledkem architektury mikrokontrolérů přizpůsobených jazyku C. Rodina AVR se ovšem s počtem instrukcí 120 u výkonnějších typů velmi přibližuje CPU s architekturou CISC. Všechny ostatní charakteristiky, jako stejná bitová šířka instrukcí a zpracování instrukcí v jednom hodinovém cyklu jsou naopak typické vlastnosti architektury RISC. Proto je možno říci, že rodina AVR využívá výhod obou architektur. Výkonnosti RISC s rozsahem instrukční sady blíží se CISC. Zdá se, že to je klíčem k moderním architektuрам MCU. Tak je možno udržet velikost programu nízkou při větší rychlosti zpracování. Mikrokontroléry AVR používají velmi primitivní, ale účinný předvýběr instrukce (prefetch). Jednostupňové zřetězení instrukcí (pipeline) podporuje zpracování instrukčního slova, přečtení, interpretaci a provedení v jediném hodinovém cyklu. [7]



Obr. 3. Prefetch a Pipelining.



Obr. 4. Časování jednocyklové aritmeticko-logické instrukce.

Významným prvkem, který výrazně zvyšuje výpočetní výkon mikrokontroléru AVR, je jednotná délka instrukce. Instrukční kód má šířku 16 bitů a je tedy dostatečně velký, aby mohl v jednom instrukčním slově pojmout jak instrukci, tak operand. Dvaatřicet univerzálních pracovních registrů, které všechny mohou pracovat jako 8bitový akumulátor, umožňuje vyhnout se zbytečnému přemísťování obsahu registrů u aritmetických operací. [7] Celkově se rodina AVR vyznačuje následujícími architektonickými a funkčními charakteristikami:

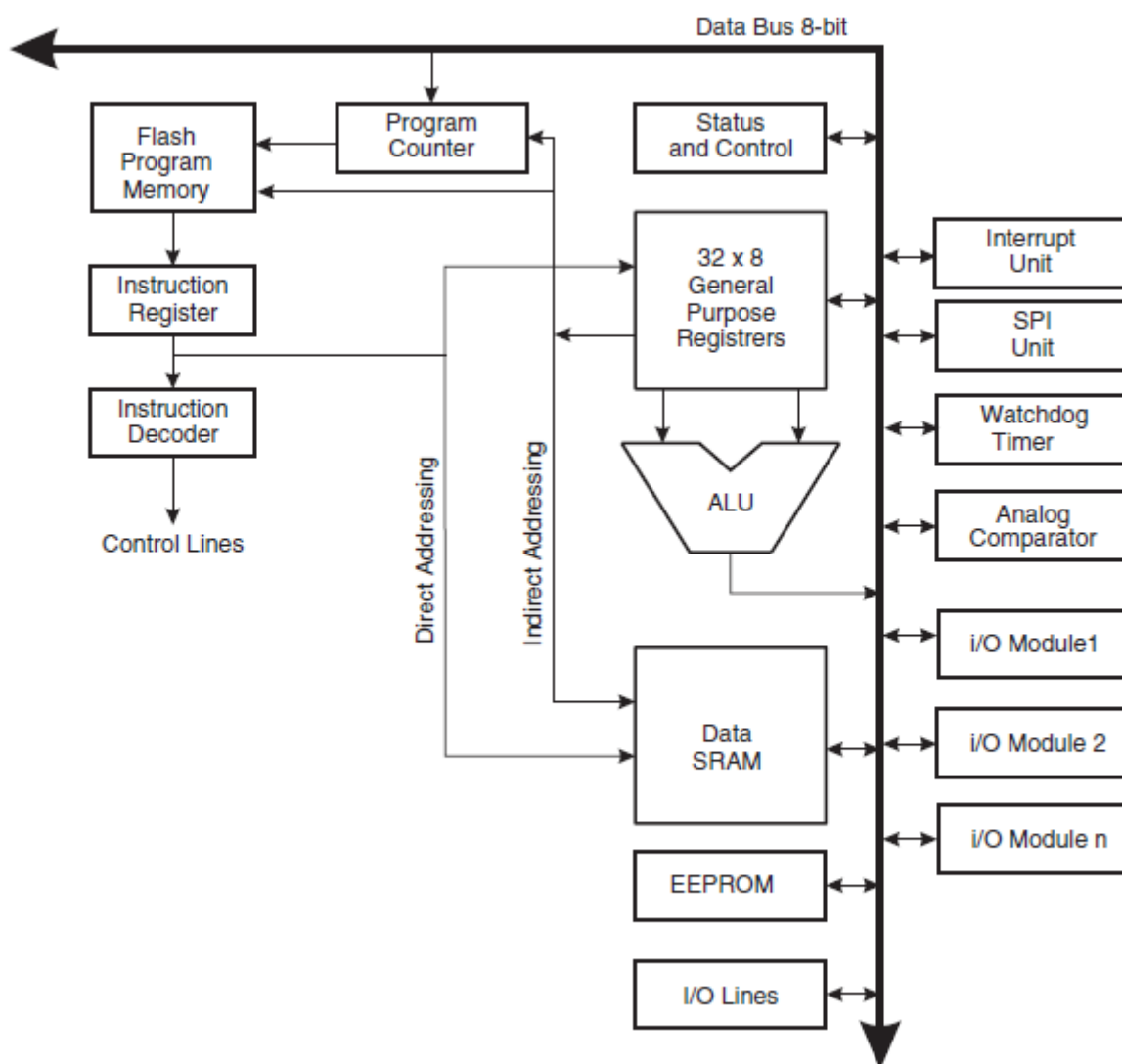
- architektura typu Harvard a RISC,
- 32 identických 8bitových registrů pro všeobecné použití, které jsou všechny použitelné jako akumulátor,
- s výjimkou čtyř 32bitových instrukcí mají všechny instrukce délku 16 bitů,
- všechny registry jsou adresovatelné prostřednictvím standardních paměťových přístupů,
- oddělené paměťové oblasti pro programovou a datovou paměť,
- interní paměť
 - Flash pro program,
 - SRAM pro registry, oblast I/O a data,
 - EEPROM pro ukládání dat.

Na obr. 5 je uvedeno blokové schéma ukazující funkční bloky, kterou mohou být k dispozici u MCU AVR. Rodina AVR je neustále budována a rozšiřována. [7]



Obr. 5. Funkční bloky u jednotek MCU typu AVR.

Jádro AVR je kombinací výkonné instrukční sady v těsném spojení s dvaatřiceti obecnými pracovními registry. Všechny registry jsou přímo propojeny s ALU, takže přístup ke dvěma operandům, provedení operace a přiřazení výsledku do registru je možno provést během jednoho hodinového cyklu. [7] Na obr. 6 je uvedeno zjednodušené blokové schéma mikropočítače ATmega8. Mikrokontrolér disponuje pamětmi Flash, EEPROM, jednotkou obsluhy přerušení, dvěma 8bitovými čítači/časovači a digitálními vstupy/výstupy. Dále je k dispozici 16bitový čítač/časovač, analogový komparátor, jednotky USART, SPI, WDT a A/D převodníky.



Obr. 6. Příklad architektury MCU AVR (ATmega8L).

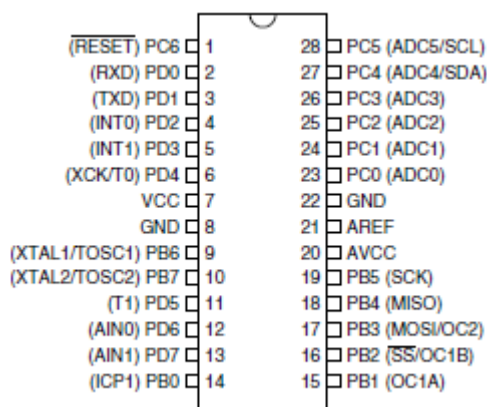
2.2 Popis mikropočítače ATmega8

Mikrokontrolér ATmega8 je nízkopříkonový 8bitový mikropočítač založený na rozšířené architektuře AVR RISC. Zpracováním instrukcí v jediném hodinovém cyklu dosahuje mikropočítač 1 MIPS na 1 MHz.

Základní vlastnosti mikrokontroléru ATmega8:

- instrukční soubor obsahuje 130 instrukcí,
- 32 registrů délky 8 bitů,
- hodinový kmitočet až 16 MHz, maximální výpočetní výkon až 16 MIPS,
- paměť programu je tvořena zabudovanou Flash pamětí s kapacitou 8 kB, počet přeprogramování je 10 000 cyklů,
- datová paměť SRAM kapacity 1024 B,
- datová paměť EEPROM kapacity 512 B, počet přeprogramování je 100 000 cyklů,
- dva 8bitové čítače/časovače a jeden 16bitový čítač/časovač,
- jednotky USART, SPI, WDT,
- analogový komparátor,
- napájecí napětí 2,7 – 5,5 V.

Zajímavostí je zabudovaný RC oscilátor. V případě jeho použití není třeba připojovat krystal nebo vnější budič hodinového signálu. Pomocí zabudované děličky lze vybrat kmitočty 1, 2, 4 nebo 8 MHz. [8]



Obr. 7. Rozložení vývodu ATmega8.

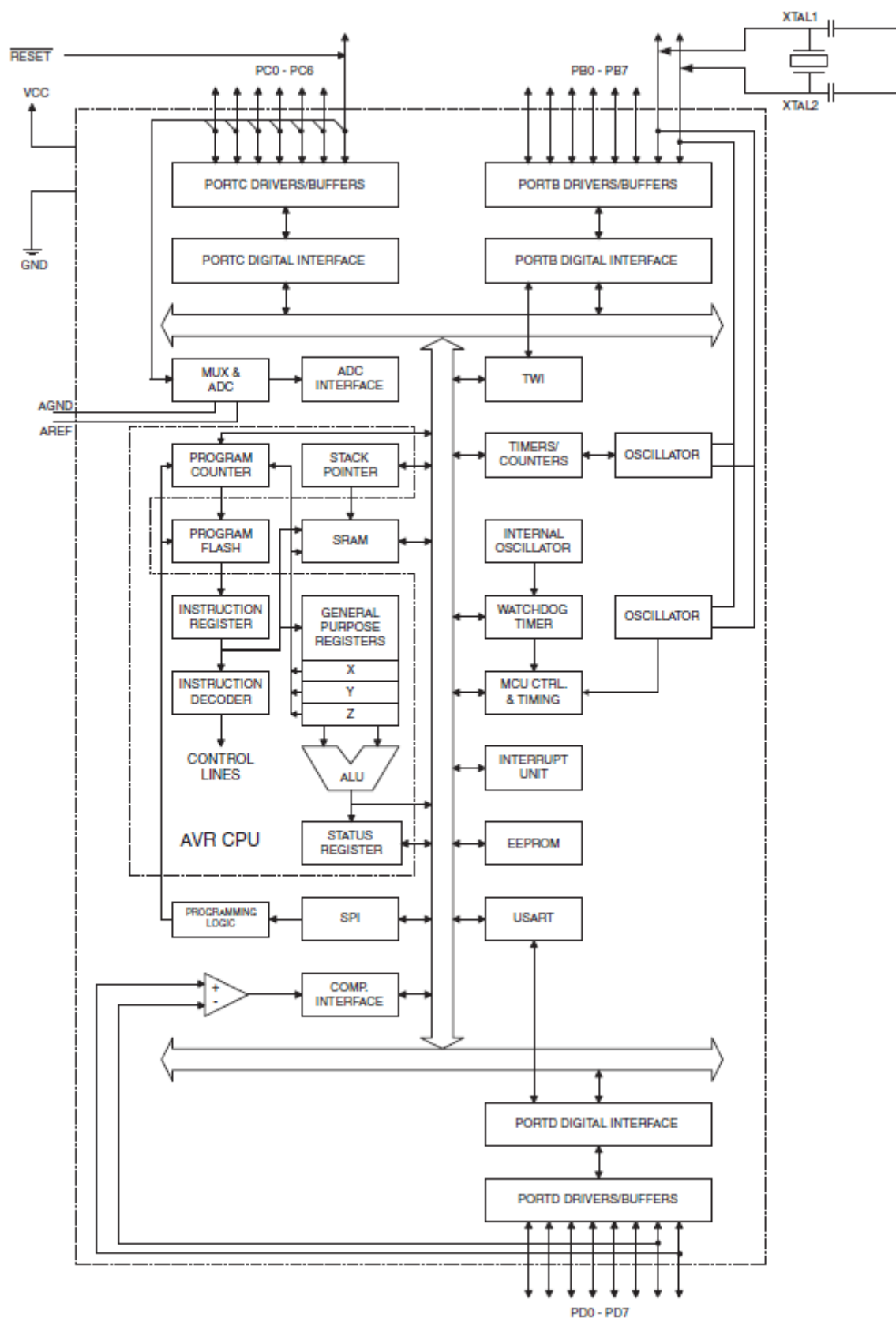
2.2.1 Popis vývodů

Mikrokontrolér disponuje třemi úplnými 8bitovými vstupně/výstupními porty, které jsou označeny PB, PC a PD. Vzhledem k omezenému počtu vývodů mikropočítače, je mnoho bitů daných portů sdíleno se zabudovanými periferiemi. Pokud se rozhodneme použít určitou periferii, ztratíme pochopitelně příslušný vývod portu. [8] Význam jednotlivých vývodů je uveden v tab. 1.

Tab. 1. Vysvětlení vybraných vývodu ATmega8.

Vývod	Význam
RESET	Nulovací výstup
AIN0	Vstup analogového komparátoru (+)
AIN1	Vstup analogového komparátoru (-)
SS	Slave Select kanálu SPI
MOSI	Master Out/Slave In kanálu SPI
MISO	Master In/Slave Out kanálu SPI
SCK	Hodinový signál kanálu SPI
RxD	Vstup USART
TxD	Výstup USART
XCK	Hodinový signál pro synchronní režim USART
INT0	Vstup vnějšího přerušení 0
INT1	Vstup vnějšího přerušení 1
T0	Hodinový vstup čítače/časovače 0
T1	Hodinový vstup čítače/časovače 1
OSC1	Output Compare čítače/časovače 1
OSC2	Output Compare čítače/časovače 2
OC1A	Output Comapre čítače/časovače 1 (kanál A)
OC1B	Output Comapre čítače/časovače 1 (kanál B)
ICP1	Input Capture čítače/časovače 1
SCL	Hodinový signál TWI (I ² C) rozhraní
SDA	Datový signál TWI (I ² C) rozhraní
ADC0 až ADC5	Kanály A/D převodníku

2.2.2 Struktura mikropočítače ATmega8



Obr. 8. Blokový diagram ATmega8.

2.2.3 Mikroprocesor

Mikroprocesor, někdy také zkráceně CPU, (Central Processing/Processor Unit) je elektronická součástka se zmenšenými tranzistory, která představuje výkonnou část mikropočítače. CPU je složen ze dvou částí: řadiče a aritmeticko-logické jednotky.

Činnost celého mikropočítače řídí řadič, který generuje potřebné signály pro kooperaci jednotlivých částí. Řízení je prováděno na základě programu v paměti. Aritmeticko logická jednotka (ALU) vykonává aritmetické a logické operace.

2.2.4 Sběrnice

Vzájemné spojení jednotek je zásadně zprostředkováno soustavou sběrnic. Sběrnice umožňují stavebnicovou koncepci, rozšiřování o další jednotky, a to vše beze změn ve vnitřním zapojení jednotek. Negativní stránkou sběrnic je to, že v každém okamžiku na ni může být připojen jen jeden zdroj dat. Činnost sběrnic je v každém okamžiku řízena zpravidla procesorem. [9]

Systemová sběrnice (SYSTEM BUS) – paralelní soubor vodičů, který propojuje mikroprocesor s podpůrnými obvody.

Datová sběrnice (DATA BUS) – slouží k předávání dat a její šířka (tj. počet vodičů) je zpravidla celým násobkem osmi. Jednotka připojená na sběrnici může být zdrojem dat, příjemcem dat, nebo střídavě obojím, tudíž má obousměrný charakter.

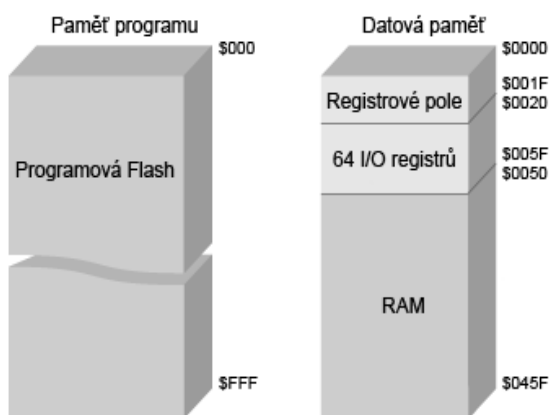
Adresová sběrnice (ADDRESS BUS) – je nutná pro adresování paměti (případně i jiných adresovatelných obvodů). Specifikuje směr přenosu tj. řízení paměti a podpůrných obvodů. Šířka adresové sběrnic určuje maximální počet adres.

2.2.5 Paměť

Paměť je součástka, zařízení nebo materiál, která umožní uložit obsah informace, uchovat ji po požadovanou dobu a znovu ji získat pro další použití. Informace je obvykle vyjádřena jako číselná hodnota. Pro své vlastnosti se používá binární číselná soustava, která má pouze dva stavy, které se snadno realizují v elektronických obvodech. [10]

Procesory řady AVR používají harvardskou architekturu, která se vyznačuje odděleným paměťovým prostorem pro program a data. Vnitřní paměť mikrokontroléru tvoří Flash, RAM a EEPROM. [8]

Vnitřní programová paměť je představována programovou Flash. Tato paměť je z hlediska probíhajícího programu adresována po slovech (dvojbajtech). [9] Kapacita paměti programu u mikrokontroléru ATmega8 je 8 KB.



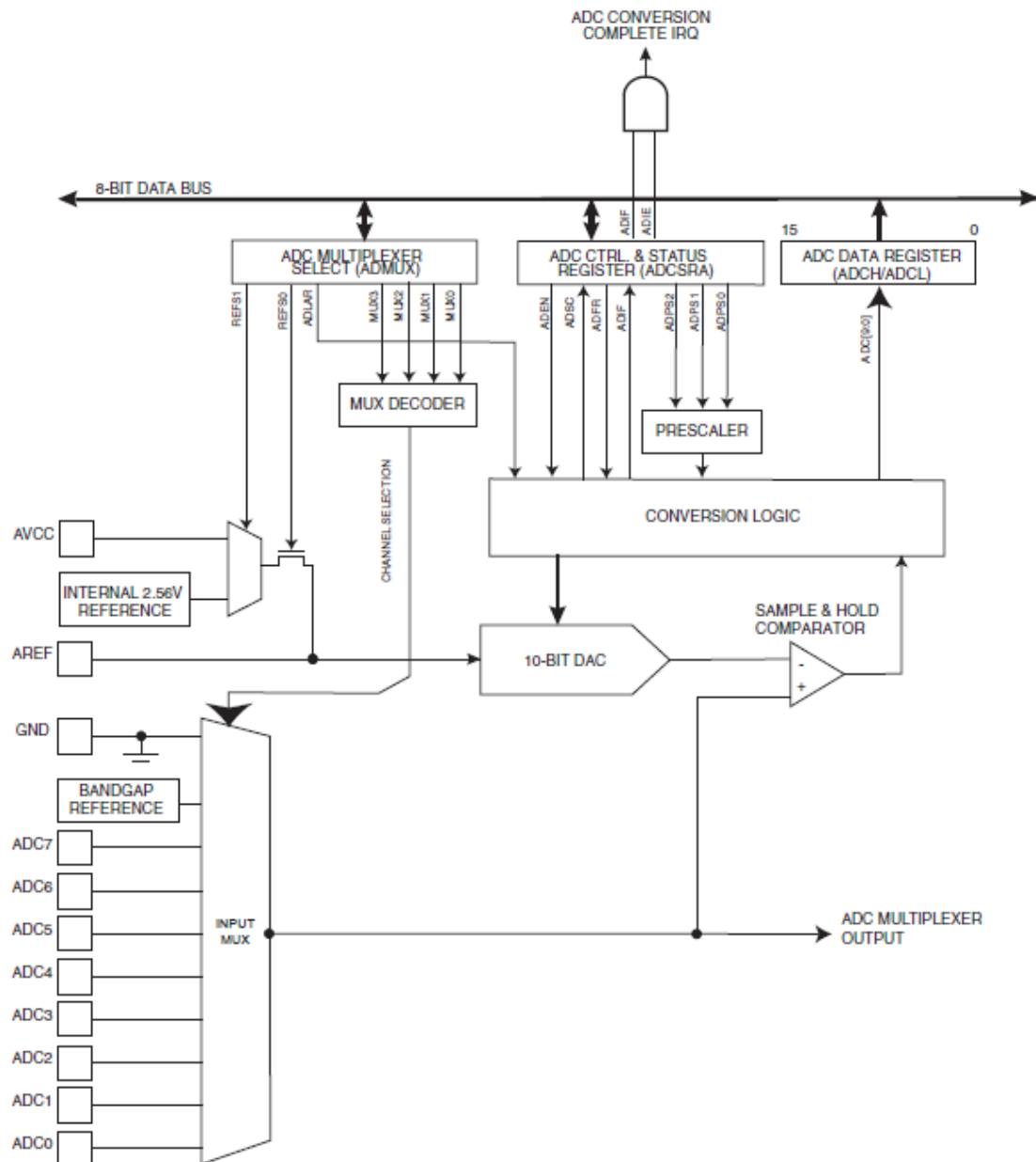
Obr. 9. Mapa vnitřní paměti.

Vnitřní datová paměť je tvořena statickými buňkami paměti architektury SRAM. Z obr. 9 je zřejmé, že datová paměť začíná blokem 32 bajtů, které odpovídají registrům registrového pole (R0 až R32). Následuje 64 vstupně/výstupních registrů. Posledním blokem je libovolně použitelná paměť. Z obr. 9 je vidno, že každé registrové pole má svoji adresu v rozsahu 0 až 31, tedy se chová jako paměťová buňka. Nebudeme-li tedy používat všechny registry registrového pole, můžeme zbytek chápat jako paměťové buňky. [8]

Kromě výše uvedené datové a programové paměti disponuje mikrokontrolér zabudovanou datovou EEPROM, která se nejčastěji používá k uložení konfiguračních dat, která zadá uživatel. Tato data jsou uchována i po odpojení napájení. [8]

2.3 A/D převodník

Analogově digitální převodník nachází uplatnění všude tam, kde je zapotřebí převod spojitého (analogového) signálu na signál diskretní (digitální). Mikropočítač je vybaven zabudovaným A/D převodníkem. To dává široké možnosti měření napětí či jiných fyzikálních veličin bez nutnosti připojování vnějších A/D převodníků. Jedná se o 10bitový převodník pracující algoritmem postupné aproximace. Převodník obsahuje vzorkovač spojený se zesilovačem, který v průběhu udržuje vstupní napětí převodu na stabilní úrovni. [8] Schématické uspořádání převodníku je na obr. 10.



Obr. 10. Blokové schéma A/D převodníku.

A/D převodník charakterizují tyto parametry:

- integrální nelinearita 0,5 LSB,
- absolutní chyba ± 2 LSB,
- doba převodu 13 až 260 μs ,
- volitelná zabudovaná reference 2,56 V,
- přerušení po dokončení převodu.

2.4 Sériová komunikace

Sériové obvody přenášejí data bit po bitu. Vyskytují se obě možnosti pořadí bitů – nejnižší bit napřed a nejvyšší bit napřed. Data jsou přenášena od sériového vysílače do sériového přijímače. Základní částí sériových obvodů je posuvný registr, do kterého se při příjmu s každým hodinovým impulzem vkládá jeden bit dat, a současně se uložená data posouvají o jednu pozici. Kromě posouvání obsahu umožňuje posuvný registr vysílače paralelní zápis celého slova. Obdobně posuvný registr přijímače umožňuje i paralelní výstup celého slova. [9]

Původně tento způsob vznikl v telekomunikační technice, kde šetřil spojovací vedení. Z obdobných důvodů nachází uplatnění i ve výpočetní technice, a to i u místně soustředěných systémů. [11]

Zjednodušeně lze říci, že základem sériového přenosu jsou dva posuvné registry. Do registru vysílače mikroprocesor paralelně zavede vysílaný znak a ten se pak sériově vysouvá na vedení. Do registru přijímače znak naopak vstoupí z vedení sériově a přebírá se z jeho paralelních výstupů. [11]

Při komunikaci se nepřenáší pouze čistá původní informace, ale i redundantní bity, které přidá vysílač a které přijímač po kontrole odstraní.

Rychlost komunikace se nejčastěji udává v jednotkách Bd (Baud). Rychlost 1 Bd znamená jednu změnu od 0 k 1 nebo opačně za sekundu. Přitom přenos bitů je úrovněový, tzn. má-li za sebou 2 nebo více bitů např. hodnotu 1, pak signál mezi nimi neklesá k 0.

2.4.1 Základní popis jednotky USART

Synchronní/asynchronní sériové rozhraní je vysoce flexibilní zařízení pro sériovou komunikaci, mezi jehož klíčové vlastnosti patří:

- plný duplex (může současně přijímat i vysílat),
- synchronní nebo asynchronní režim,
- při synchronním režimu může pracovat jako Master (nadrízená obvod) nebo Slave (podřízený obvod),
- podpora rámců délky 5 až 9 datových bitů a 1 až 2 stop-bity,

- generátor sudé/liché parity pro vysílač a hardwarové testování parity pro přijímač,
- detekce ztráty znaku,
- detekce chyby rámce,
- možnost zdvojnásobit přenosovou rychlost v asynchronním režimu.

Jednotka USART je složena ze tří hlavních bloků. Z vysílače, přijímače a generátoru hodin.

Generátor hodin obsahuje synchronizační logiku pro vnější hodinový vstup používaný synchronním sériovým režimem. [8]

Vysílač obsahuje jeden zapisovací bufer, sériový posuvný registr, generátor parity a řídicí jednotku pro obsluhu různých sériových rámců. Zapisovací bufer zajišťuje kontinuální přenos dat bez jakéhokoli zpoždění mezi rámci. [8]

Přijímač je nejkomplikovanější částí jednotky USART, protože obsahuje jednotky pro obnovu (rekonstrukci) hodin a dat. Tyto jednotky jsou použity pro příjem asynchronních dat. Přijímač dále obsahuje detektor parity, řídicí logiku, posuvný registr a dvouúrovňový přijímací bufer. Přijímač podporuje stejné formáty rámců jako vysílač a dále zajišťuje detekci chyby rámce, ztráty znaku a chyby parity. [8]

2.4.2 Kompatibilita mezi USART a UART

Jednotka USART zakomponovaná do mikropočítače ATmega8 je plně kompatibilní s jednotkami UART, které byly k dispozici ve starších modelech mikrokontrolérů AVR. [8] Je zachováno:

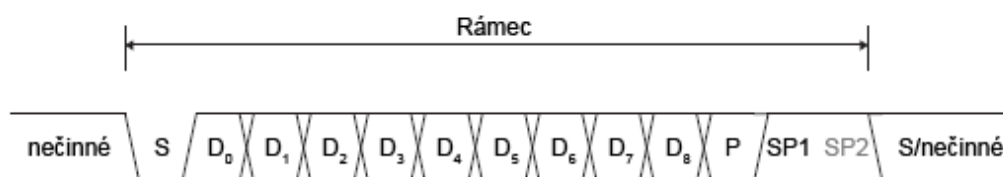
- umístění bitu uvnitř všech USART registrů,
- generátor přenosové rychlosti,
- operace vysílače,
- funkčnost vysílacího buferu,
- operace přijímače.

2.4.3 Formát rámce

Sériový rámec je definován jedním znakem datových bitů, spolu se synchronizačními bity (start-bit a stop-bit) a volitelnou paritou pro test chyby. [8] Jednotka USART podporuje kombinací těchto parametrů:

- jeden start-bit,
- 5 až 9 datových bitů,
- žádná parita nebo jeden paritní bit (sudá nebo lichá parita),
- 1 nebo 2 stop-bity.

Rámec začíná start-bitem, který je následován nejméně významným bitem. Následující další datové bity do maximálního možného počtu 9. Je-li povolena parita, je připojen paritní bit a rámec končí stop-bity. Když je rámec kompletně odeslán, může být přímo následován dalším rámcem. Komunikační linka také může zůstat v neaktivním stavu (log. 1). [8]



S - start-bit, log. 0

D₀ až D₈ - datové bity (5 až 9)

P - paritní bit (sudá nebo lichá parita)

SP_n - stop-bity

Obr. 11. Formát datového rámce.

3 KOMUNIKACE S MOBILNÍM TELEFONEM

3.1 Výběr vhodného mobilního telefonu

GSM spínač komunikuje s klasickým mobilním telefonem, který dnes každý nalezne doma, nebo se dá pořídit v bazaru za pár stokorun. Mobilní telefon musí být opatřen funkční SIM kartou a musí být schopen přihlásit se do mobilní sítě. Dalším důležitým aspektem je možnost připojení sériového kabelu a ovládání telefonu prostřednictvím tzv. AT příkazů. Nepodstatným hlediskem je vzhled telefonu, který není důležitý, takže nevadí, když telefon bude mít poškrábaný displej nebo poškozený reproduktor. Ze široké škály starších typů mobilních telefonů, které je možno v současné době pořídit jsem vybral jeden ze svých dřívějších telefonů, a to Siemens C35i. Tento typ mobilního telefonu je vybaven všemi náležitostmi, které jsou popsány výše, čímž se stal ideálním prostředkem pro realizaci GSM spínače.

3.2 SHORT MESSAGE SERVICE – SMS

Služba krátkých textových zpráv (zkratka SMS z anglického Short Message Service) je název pro službu dostupnou na většině digitálních mobilních telefonů. Zprávu lze posílat mezi mobilními telefony, jinými zařízeními, na pevné telefony nebo přes internet. [12]

3.2.1 Historie

SMS zprávy vzešly ze spolupráce mezi Francouzi a Němci v roce 1985. Jmenovitě se o ně zasloužili Friedhelmem Hillebrandem, Bernardem Ghillebaertem a Oculy Silabanem. Tito tři pánové vytvořili volně šířitelný standart SMS, 160 znaků dlouhých zpráv, které si díky rychlosti, jednoduchosti, spolehlivosti a kompatibilitě postupem času osvojili všichni uživatelé mobilů. [13]

Než se SMS ujaly, trvalo to mnoho dalších let. Až 3. prosince 1992 byla odeslána první SMS s textem „Happy Christmas“ (Veselé Vánoce) přes síť britského Vodafone. Zprávu odeslal Neil Papworth ze společnosti Sema Group prostřednictvím svého osobního počítače, příjemce byl Richard Jarvis z Vodafone, respektivně jeho mobil Orbitel 901. [13]

3.2.2 Velikost zprávy

SMS má obvykle 160 znaků. Tato velikost je výsledkem standartu GSM, který stanovuje, že pro text SMS je povoleno celkem 1120 bitů na jednu SMS. Používá se 7bitová znaková sada GSM 03.38. Pro znaky, které nejsou obsaženy ve standartu ASCII (například české znaky s diakritikou) se používá 16bitové kódování USC-2, v takovém případě se do jedné SMS zprávy vejde pouze 70 znaků. [12]

Moderní mobilní telefony podporují možnost dlouhých SMS zpráv, což je vlastně několik „normálních“ zpráv tvářících se jako jedna. Dlouhé SMS se můžou skládat maximálně z šesti až osmi krátkých SMS. [12]

3.2.3 SMS dnes

Obyvatelé České republiky jsou v užívání SMS velmi zblhlí a trend je stále takový, že každým rokem vzroste objem poslaných SMS. Může za to především přijatelně nízká cena za jednu odeslanou SMS v kombinaci s tím, že 160 znaků bývá dostačující objem pro komunikaci. [12]

Rekordním obdobím bývají Vánoce a Nový rok, kde počet odeslaných textových zpráv bývá enormní. Na Štědrý den roku 2009 zpracovali čeští mobilní operátoři dosud rekordních 75,5 milionu zpráv. V průběhu Vánoc roku 2010 bylo odesláno „pouhých“ 73,78 milionu vánočních SMS. Češi se přitom mnohem více přiklonili k možnosti odeslat SMS přání z webových stránek operátorů, než ze svého mobilního telefonu.

3.3 PDU

PDU (Protocol Decription Unit) formát se využívá pro přenos krátkých textových zpráv v síti GSM. [14]

PDU datagram je vlastně záznam obsahující souhrn údajů potřebných pro transport krátkých textových zpráv. Skládá se ze specifických polí a kromě samotného textu vlastní zprávy obsahuje další údaje nutné pro správné doručení zprávy, pro správné kódování a dekodování obsahu, časová data apod. [15]

3.3.1 Typy PDU

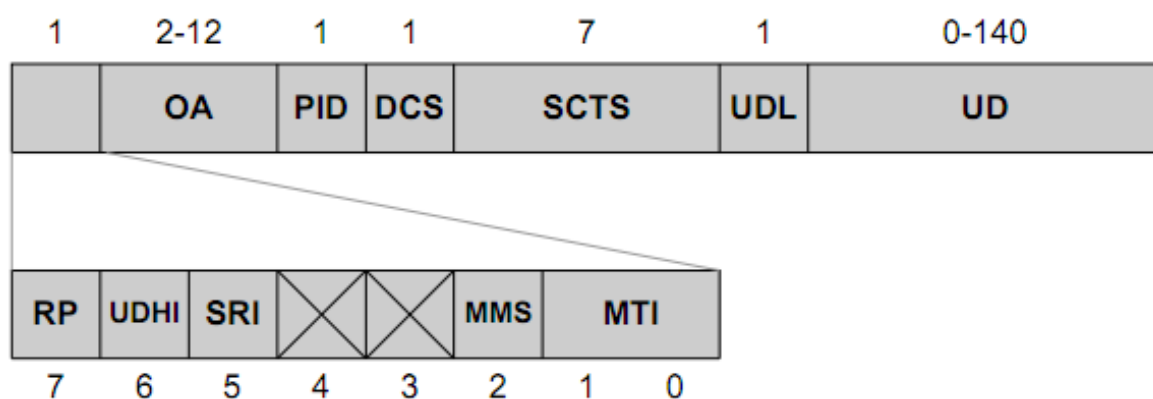
Vzájemná komunikace mezi mobilním telefonem a SMS střediskem je zprostředkováno pomocí šesti různých PDU. Souhrn typů obsahuje tab. 2.

Tab. 2. Typy PDU.

Typ PDU	Směr	Funkce
SMS-DELIVER	SMSC -> MS	Doručí krátkou textovou zprávu na MS
SMS-DELIVER-REPORT	MS -> SMSC	Potvrzení od MS
SMS-SUBMIT	MS -> SMSC	Odešle textovou zprávu na SMSC
SMS-SUBMIT-REPORT	SMSC -> MS	Potvrzení od SMSC
SMS-STATUS-REPORT	SMSC -> MS	Doručí hlášení o stavu zprávy
SMS-COMMAND	MS -> SMSC	Příkazy pro další práci se zprávami

Pro odeslání SMS zprávy z mobilního telefonu (MS – Mobile Station) se používá SMS-SUBMIT. SMS centrum (SMSC) následně odpovídá typem SMS-SUBMIT-REPORT, kde specifikuje správné nebo chybné přijetí. [15] Typ SMS-DELIVER je využit pro doručení SMS zprávy z SMSC na mobilní telefon, který následně musí odpovědět prostřednictvím SMS-DELIVER-REPORT. Stav zprávy je realizována typem SMS-STATUS-REPORT. Mobilní telefon potvrzuje doručení odesláním SMS-DELIVER-REPORT.

3.3.2 SMS-DELIVER PDU



Obr. 12. Formát SMS-DELIVER PDU.

První oktet PDU je popsán důkladněji především z toho důvodu, že obsahuje různé příznaky a určuje vlastní typ PDU. Význam jednotlivých polí vykazuje tab. 3.

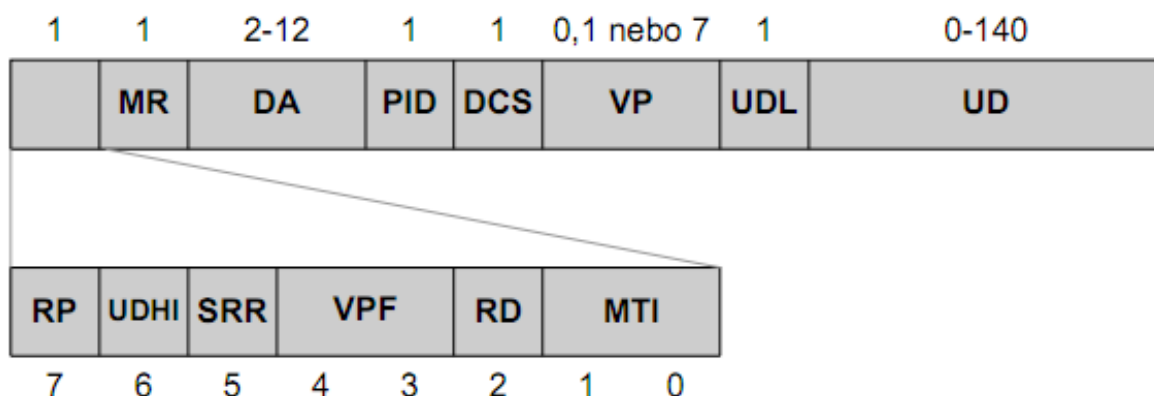
Tab. 3. Význam polí v prvním oktetu SMS-DELIVER.

Pole	Název	Význam																								
RP	Reply Path	Indikuje, že existuje cesta pro odpověď.																								
UDHI	User Data Header Indicator	Informuje o přítomnosti hlavičky na začátku pole uživatelských dat (UD).																								
SRI	Status Report Indication	SMSC informuje mobilní telefon, zda bude či nebude zasláno potvrzení o doručení.																								
MMS	More Messages to Send	Určuje, zda pro daného adresáta jsou v SMSC uloženy ještě další zprávy.																								
MTI	Message Type Indicator	<p>Určuje vlastní typ PDU.</p> <table> <tr> <th>bit1</th><th>bit2</th><th>Typ zprávy</th></tr> <tr> <td>0</td><td>0</td><td>SMS-DELIVER</td></tr> <tr> <td>0</td><td>0</td><td>SMS-DELIVER-REPORT</td></tr> <tr> <td>0</td><td>1</td><td>SMS-SUBMIT</td></tr> <tr> <td>0</td><td>1</td><td>SMS-SUBMIT-REPORT</td></tr> <tr> <td>1</td><td>0</td><td>SMS-STATUS-REPOR</td></tr> <tr> <td>1</td><td>0</td><td>SMS-COMMA D</td></tr> <tr> <td>1</td><td>1</td><td>rezervováno</td></tr> </table>	bit1	bit2	Typ zprávy	0	0	SMS-DELIVER	0	0	SMS-DELIVER-REPORT	0	1	SMS-SUBMIT	0	1	SMS-SUBMIT-REPORT	1	0	SMS-STATUS-REPOR	1	0	SMS-COMMA D	1	1	rezervováno
bit1	bit2	Typ zprávy																								
0	0	SMS-DELIVER																								
0	0	SMS-DELIVER-REPORT																								
0	1	SMS-SUBMIT																								
0	1	SMS-SUBMIT-REPORT																								
1	0	SMS-STATUS-REPOR																								
1	0	SMS-COMMA D																								
1	1	rezervováno																								

Tab. 4. Význam zbývajících oktetů SMS-DELIVER.

Oktet	Název	Význam
OA	Originating Address	Obsahuje adresu odesílatele dané zprávy.
PID	Protocol Identifier	Toto pole určuje, v jakém formátu je zpráva uložena resp. jaký protokol vyšší vrstvy se má na danou zprávu použít.
DCS	Data Coding Scheme	Vyjadřuje v jakém kódování je přenášen vlastní text v poli UD. Nejčastějšími variantami jsou 7bitové a 8bitové kódování, ale lze zvolit i 16bitové UCS2.
SCTS	Service Centre Time Stamp	V tomto poli je uloženo datum a čas, kdy byla zpráva doručena do SMSC.
UDL	User Data Length	Zde je uložena délka vlastních dat zprávy v poli UD.
UD	User Data	Uživatelská data zprávy.

3.3.3 SMS-SUBMIT PDU



Obr. 13. Formát SMS-SUBMIT PDU.

Podobně jako u SMS-DELIVER první oktet obsahuje různé příznaky a také definuje vlastní typ PDU. Některá pole jsou shodná jako u SMS-DELIVER, jiná pole jsou rozdílná a mají specifickou funkci. [15] Význam jednotlivých polí prvního oktetu SMS-SUBMIT je uveden v tab. 5.

Tab. 5. Význam prvního oktetu SMS-SUBMIT.

Pole	Název	Význam															
RP	Reply Path	Indikuje, že existuje cesta pro odpověď.															
UDHI	User Data Header Indicator	Informuje o přítomnosti hlavičky na začátku pole uživatelských dat (UD).															
SRR	Status Report Request	Indikuje, že odesílatel zprávy požaduje potvrzení o doručení.															
VPF	Validity Period Format	<p>Určuje, zda bude přítomno pole VP (Validity Period) a případně v jakém bude formátu.</p> <table> <tr> <th>bit3</th><th>bit4</th><th>význam</th></tr> <tr> <td>0</td><td>0</td><td>VP pole není přítomno</td></tr> <tr> <td>1</td><td>0</td><td>Relativní formát</td></tr> <tr> <td>0</td><td>1</td><td>Rozšířený formát</td></tr> <tr> <td>1</td><td>1</td><td>Absolutní formát</td></tr> </table>	bit3	bit4	význam	0	0	VP pole není přítomno	1	0	Relativní formát	0	1	Rozšířený formát	1	1	Absolutní formát
bit3	bit4	význam															
0	0	VP pole není přítomno															
1	0	Relativní formát															
0	1	Rozšířený formát															
1	1	Absolutní formát															
RD	Reject Duplicates	Parametr určuje, zda má SMSC přijmout zprávu, která je již v SMSC uložena pod MR a DA.															
MTI	Message Type Indicator	Určuje vlastní typ PDU. Význam jednotlivých bitů je totožný s SMS-DELIVER.															

Tab. 6. Význam zbývajících oktetů SMS-SUBMIT.

Oktet	Název	Význam
MR	Message Reference	Obsahuje referenční číslo (0-255) odesílatele.
DA	Destination Address	V poli je uložena adresa příjemce zprávy. Formát je shodný s pole OA u SMS-DELIVER.
PID	Protokol Identifier	Toto pole určuje, v jakém formátu je zpráva uložena resp. jaký protokol vyšší vrstvy se má na danou zprávu použít.
DCS	Data Coding Scheme	Vyjadřuje v jakém kódování je přenášen vlastní text v poli UD. Nejčastějšími variantami jsou 7bitové a 8bitové kódování, ale lze zvolit i 16bitové UCS2.
VP	Validity Period	Toto pole specifikuje platnost SMS zprávy, tj. čas po který daná zpráva bude uložena na SMSC. Pokud není pole VP přítomno, nastaví SMSC platnost zprávy na výchozí hodnotu.
UDL	User Data Length	Zde je uložena délka vlastních dat zprávy v poli.
UD	User Data	Uživatelská data zprávy.

Krátké textové zprávy ve výše popsaném PDU formátu nejsou přenášeny pouze v GSM síti, ale ve stejném formátu jsou i uloženy na SIM kartě nebo v paměti telefonu. [15] Pomocí AT příkazů se dají vyčíst z paměti telefonu a analyzovat tím jejich obsah.

3.4 AT příkazy

Vlastní komunikace s mobilním telefonem probíhá pomocí tzv. AT příkazů. Metodu AT příkazů aplikovala poprvé firma Hayes. Jde o soubor příkazů začínající vždy prefixem AT (AT = Attention), které umožňují např. řídit navazování, udržování a rušení spojení v telefonní síti. Základní AT příkazy převzali i jiné firmy. Obecně však soubor příkazů není standardizován. Mohou mít tři základní podoby:

- Test AT příkazu: **AT+<příkaz>=? <CR>**
- Načtení nastavených hodnot: **AT+<příkaz>? <CR>**
- Zápis dat nebo hodnot: **AT+<příkaz>=<parametr> <CR>**

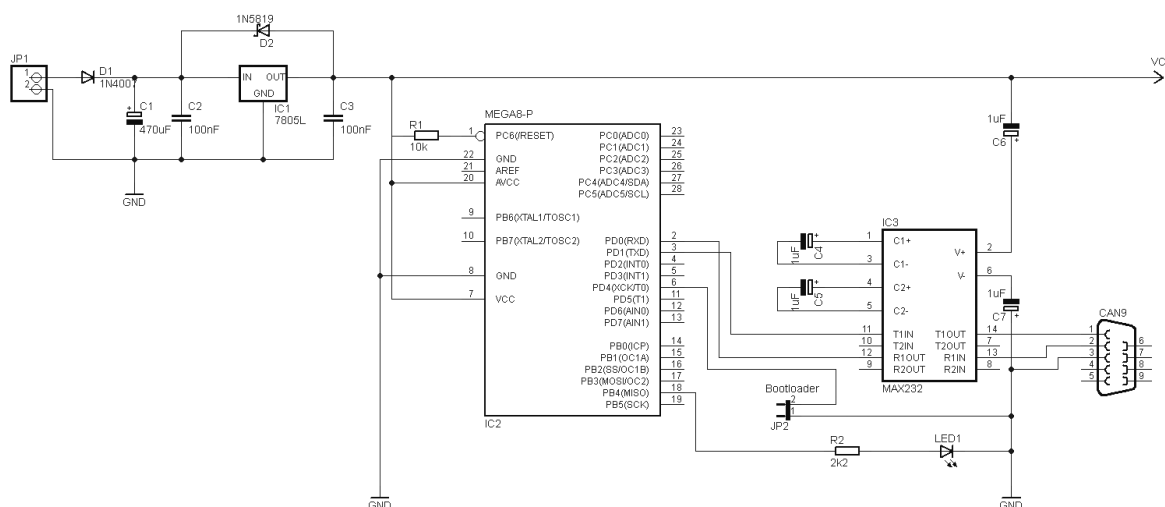
II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 PROGRAMOVÁNÍ ATMEGA8

4.1 Programátor

Programátor není jenom člověk, který programuje, ale rozumíme tím i elektronické zařízení, které dokáže nahrát program do obvodu, který je k tomu určen. Tímto obvodem zpravidla bývá mikropočítač.

K programování mikrokontroléru je potřeba zařízení, pomocí kterého se mikropočítač připojí k osobnímu počítači. Tímto zařízením je zpravidla programátor nebo vývojový kit. Vývojový kit je elektronický obvod sloužící nejenom k naprogramování, ale i k testování programu na perifériích, které jsou na kitu umístěny. Těmito perifériemi se rozumí LED diody, spínače, potenciometry, popřípadě displej. Programátor je zařízení, které výhradně slouží k nahrání programu do paměti mikropočítače. Při konstrukci spínače ovládaného přes GSM byla zvolena varianta programátoru pro připojení přes sériovou linku s využitím bootloaderu v cílovém mikropočítači. Takovéto řešení umožnilo programovat mikropočítač přes notebook s USB portem po doplnění o konvertor „USB-to-Serial port“. Nevýhodou tohoto řešení je nutnost nahrání speciálního programu – bootloader do MCU za pomoci zakoupeného programátoru. Další programování už probíhá prostřednictvím sériové linky. Schématické zapojení programátoru je ukázáno na obr. 14. Tento obvod se stal výchozím bodem pro návrh zapojení spínače ovládaného přes GSM.



Obr. 14. Schéma programátoru ATmega8.

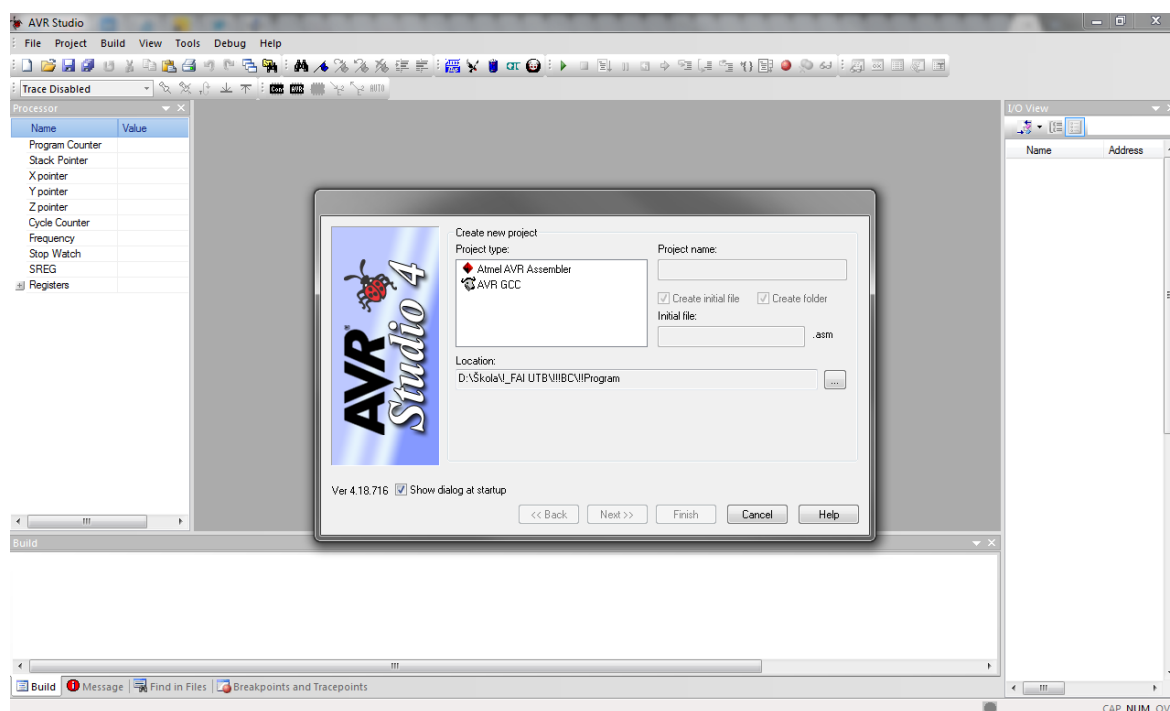
4.2 Bootloader

Bootloader je program, který je nahrán ve speciální oblasti paměti Flash a spouští se po zapnutí napájení nebo restartu. Tento program potom může rovnou spustit uživatelský program nebo naslouchat na sériové lince, zda nebude poslán nový program. [16]

4.3 AVR Studio

Jedná se o integrované vývojové prostředí pro vývoj programů s procesory Atmel AVR v jazyce assembler s možností integrace překladačů do jazyka C/C++, které je poskytováno firmou Atmel zdarma. Prostředí obsahuje rovněž simulátor procesorů AVR a přímo podporuje základní druhy ladících nástrojů.

Aby bylo možné psát program v jazyce C, je nutné doinstalovat balíček WINAVR. Jedná se o OpenSource projekt založený na překladači jazyka C GCC-AVR. Není to ovšem jenom překladač, ale i další prostředky pro programování MCU Atmel AVR, včetně knihovny funkcí jazyka C (AVR Libc) pro práci s těmito MCU. [16]



Obr. 15. Vývojové prostředí AVR Studio.

5 HARDWAROVÉ ZAPOJENÍ OBVODU

5.1 EAGLE

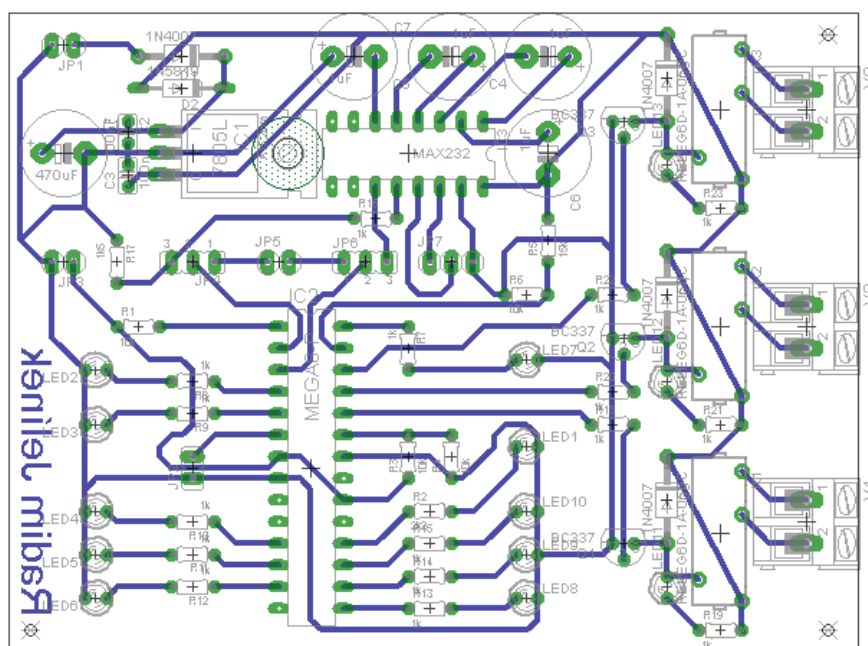
EAGLE je ucelený systém nástrojů pro návrh desek plošných spojů. Název je zkratkou, pocházející z původního názvu Easily Applicable Graphical Layout Editor. Skládá se ze tří modulů: spojů, schématu a autorouteru. Podporuje platformy Windows, Linux a MAC OS. Program je dostupný ve třech verzích: Light, Standart a Professional.

5.1.1 Schéma zapojení

Schéma zapojení spínače bylo vytvořeno ve verzi Light programu EAGLE, který je pro nekomerční účely zdarma. Light verze je omezena velikostí desky plošného spoje do rozměrů 80x100 mm, dvěma signálovými cestami a jedním listem schématu. Kompletní schéma zapojení spínače ovládaného přes GSM je přiloženo v příloze P I.

5.1.2 Deska plošného spoje

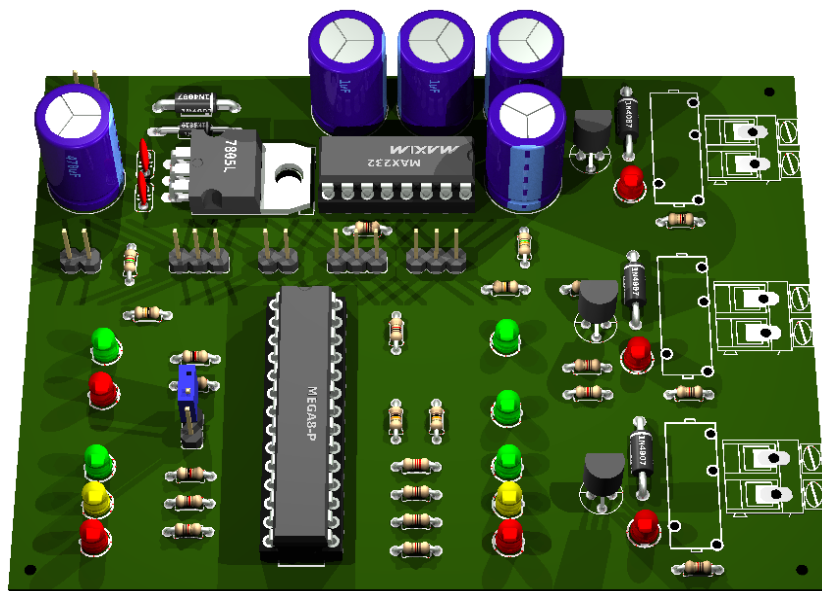
Stejně jako schéma i deska plošného spoje byla navržena v Light verzi programu EAGLE. Důraz byl kladen na kompaktní rozměry a podařilo se veškerou potřebnou elektroniku soustředit na desku o rozměrech 75 x 100 mm. Schéma plošného spoje je zobrazeno na obr 16.



Obr. 16. Deska plošného spoje.

5.1.3 EAGLE 3D

Volně stažitelný program, který doplňuje EAGLE o knihovny vzhledu prvků, spojů a umožňuje převod plošného spoje do textové podoby pro vykreslení 3D modelu pomocí programu POV-Ray. Na obr. 17 je vykreslen 3D model spínače.



Obr. 17. 3D model spínače ovládaného přes GSM.

5.2 Napájení

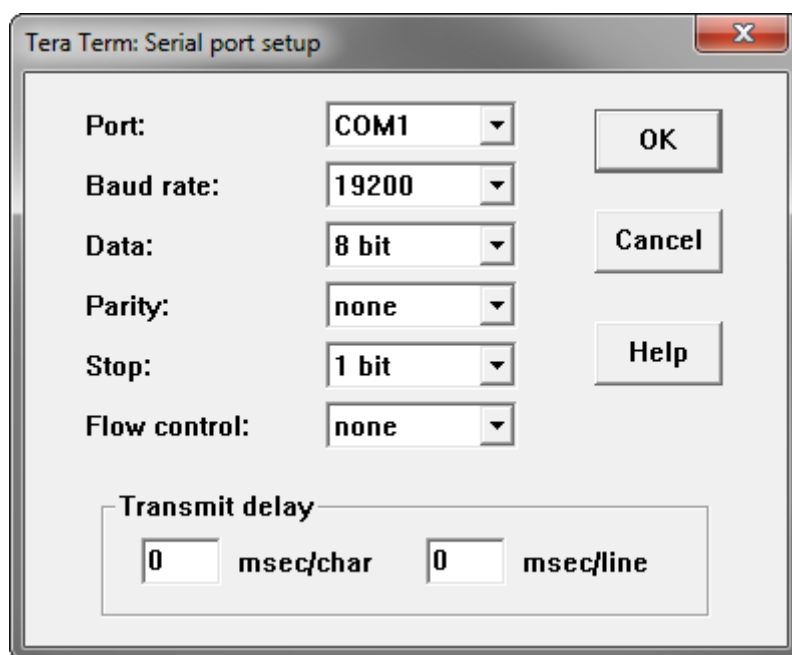
Pro napájení programátoru je použit nabíjecí adaptér mobilního telefonu Siemens C35i. Stabilizovaný zdroj 7508 (IC1) zajišťuje napájení konvertoru MAX232 stabilizovaným napětím 5 V. Obvod MAX232 (IC3) je konvertor napěťových úrovní. Převádí TTL úroveň signálu z/do MCU na napěťové úrovně používané u sériového portu v PC. Pin Rx (přijímač) mikropočítače je připojen na jumper JP4, na kterém se přepíná komunikace mikropočítače mezi MAX232 a mobilním telefonem. Obdobně je zapojen i pin Tx (vysílač), u kterého dochází k přepnutí komunikace pomocí jumperu JP6. Při programování ATmega8 je nutno mít jumpery přepojeny na komunikaci s obvodem MAX232. Vývody obvodu MAX232 jsou vyvedeny na vidlici, přes kterou se připojuje standardní devíti pinový konektor pro programování přes sériovou linku. Stejným zdrojem pro napájení obvodu MAX232 jsou napájena i relé, protože na trhu nebyla k dispozici žádná 3 V bistabilní nebo elektromagnetická relé s nižším spínacím napětím než 5 V, která by mohla být sepnuta pomocí baterie mobilního telefonu.

Samotný mikropočítač je napájen z baterie telefonu, která při svém plném nabití dosahuje 4,5 V. Tímto zdrojem napětí jsou napájeny signalizační LED diody pro indikaci stavu baterie, kvality signálu, signalizaci připojeného telefonu a připojení externího napájení relé. Takto je zajištěna funkcionality i po výpadku napájení ze sítě, protože MCU nadále vyhodnocuje data přijímaná od mobilního telefonu ze sériové linky a zpracovává konfigurační a informační příkazy.

5.3 Ovládání telefonu

5.3.1 Komunikace s počítačem

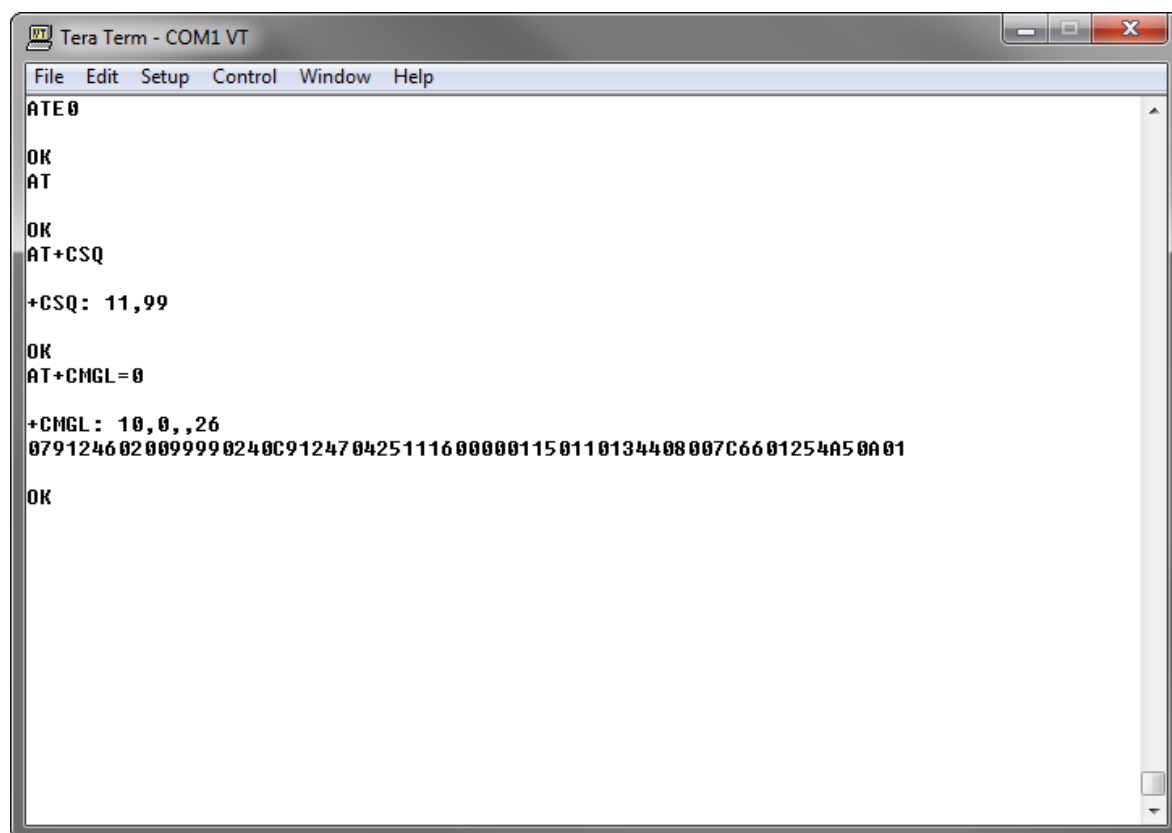
Před samotným programováním řídicího programu bylo dobré vyzkoušet si způsob ovládání mobilního telefonu stejně, jako to dále bude provádět mikropočítač po sériové lince. Příkazy do telefonu byly odesílány pomocí originálního systémového kabelu Siemens C35i, programem Tera Term. Kabel musí být pro použití na notebooku doplněn o USB – Serial převodník. Parametry připojení ukazuje obr. 18.



Obr. 18. Nastavení komunikačního portu.

Nový příkaz lze odeslat pouze tehdy, až dostaneme odpověď na předchozí. Pro úspěšně vykonané příkazy, které neobsahují žádnou dodatečnou informaci, telefon vyšle po sériové lince odpověď ve znění OK. ATE0 vypíná opakování odeslaného příkazu v odpovědi telefonu. Příkazem AT můžeme otestovat komunikaci s mobilním telefonem.

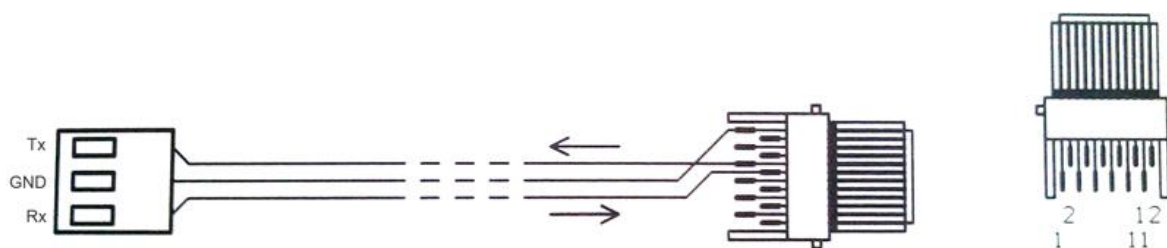
Odesláním AT+CSQ se dotazujeme na kvalitu signálu a příkaz AT+CMGL=0 vypíše nepřečtené SMS zprávy ve formátu PDU. Záznam komunikace ukazuje obr. 19.



Obr. 19. Záznam komunikace s mobilním telefonem.

5.3.2 Komunikace s mobilním telefonem

Originální systémový kabel slouží jenom pro komunikaci s telefonem a nedovolí jeho dobíjení. Proto jsou z nabíjecího konektoru vyvedeny vodiče komunikačních linek Rx a Tx na konektor a prostřednictvím vidlice JP5 připojeny k mikropočítači. Pro navázání komunikace mezi mobilním telefonem a mikropočítačem musí být jednotlivé linky mezi sebou zaměněny. Na obr. 20 je zapojení kabelu sériové komunikace. V tab. 7 jsou popsány vývody systémového konektoru.



Obr. 20. Systémový kabel telefonu Siemens C35i.

Tab. 7. Popis vývodů systémového konektoru.

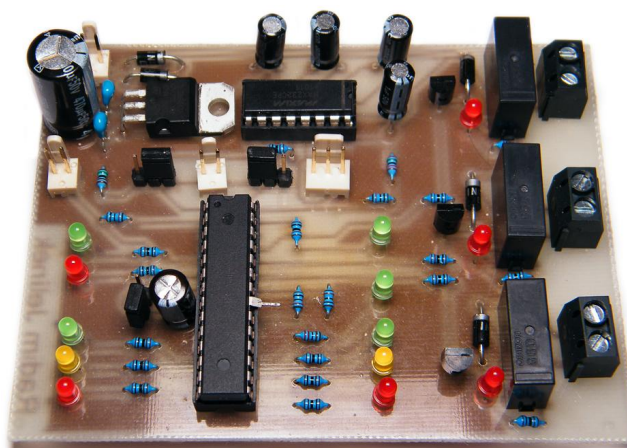
Pin	Funkce vývodu
1	GND
2	Volba nabíjecího proudu
3	Připojení nabíječky
4	Výstup napětí pro napájení příslušenství
5	Tx – výstup dat
6	Rx – vstup dat
7	Detekce/volba příslušenství (CLK)
8	Detekce/volba příslušenství (DATA)
9	GND pro externí mikrofon
10	Analogový výstup pro externí mikrofon
11	Analogový výstup pro externí reproduktor nebo zesilovač
12	GND pro externí reproduktor nebo zesilovač

5.4 Požadavky na zařízení

Zařízení je vybaveno třemi relé, kterými spíná připojené spotřebiče. Disponuje třinácti LED diodami signalizující kvalitu signálu, kapacitu baterie, připojení mobilního telefonu a napájení relé. Spínač informuje o stavu jednotlivých relé a při odpojení externího napájení odesílá SMS. Ovládání je zabezpečeno pomocí hesla a seznamu oprávněných čísel. Po vyhodnocení příkazu je přijatá zpráva smazána.

5.5 Konstrukce

Po vyleptání desky plošného spoje došlo k osazení součástkami, jejíž seznam je uveden v příloze P III. Zařízení bylo pájeno ve školní laboratoři pomocí mikropájkky s regulací teploty. Spájená deska prošla testem na laboratorním zdroji, který nevykázal žádnou chybu. Na obr. 21 je fotografie osazené desky plošného spoje.



Obr. 21. Osazená deska plošného spoje.

6 PROGRAMOVÉ VYBAVENÍ

Pro programování mikrokontroléru je obzvláště vhodné využít programovacího jazyka C, ve kterém je napsán celý obslužný program. Jazyk vyvinuli Ken Thompson a Dennis Ritchie na počátku 70. let 20. století. Mnoho dnešních programovacích jazyků přebírá definovanou syntaxi.

6.1 Dekódování SMS

Všechny zprávy jsou v telefonu uloženy ve formátu PDU. Níže je vysvětleno dekodování SMS zprávy, která byla zaslána na mobilní telefon Siemens C35i ve tvaru: „FAI UTB“. Vyčtením zprávy pomocí AT příkazu obdržíme odpověď ve znění: 079124602009999011000C9124704251116000001130622111024007C6601254A50A01. Význam jednotlivých polí PDU formátu přijaté zprávy je objasněn v tab. 8.

Tab. 8. Význam jednotlivých polí zprávy v PDU.

Oktet(y)	Popis	V tomto příkladu
07	Délka SMSC informace	7 oktetů
91	Typ adresování SMSC	Mezinárodní tvar
246020099990	Číslo SMS střediska	420602909909
24	První oktet SMS-DELIVER	
0C	Délka čísla odesílatele	12 decimálně
91	Typ adresování odesílatele	Mezinárodní tvar
247042214365	Číslo odesílatele	420724123456
00	PID - identifikace protokolu	Obyčejná SMS zpráva
00	DCS- struktura kódování	7 bitová abeceda
11306221110240	SCTS - časové razítko	11-03-26 12:11:20 GMT+1,00 Poslední dvojice vyjadřuje časové pásmo.
07	Délka zprávy	7 decimálně
C6601254A50A01	Text zprávy	FAI UTB

Z posledního řádku tab. 8 je patrné, že odeslanému textu FAI UTB odpovídá řetězec „C6601254A50A01“. Je složen z hexadecimálních dvojic znaků, které je nutno

převést do binárního tvaru. V případě, že číslo má po převodu méně jak osm míst je potřeba celý byte doplnit nulami v nejvyšších řádech. Převod je zaznačen v tab. 9.

Tab. 9. Převod z hexadecimální do binární soustavy.

C6	60	12	54	A5	0A	01
11000110	01100000	00010010	01010100	10100101	00001010	00000001

Od prvního bytu oddělíme bit v nejvyšším řádu. Z binární hodnoty druhého čísla odebereme dva bity na nejvyšších pozicích a přidáme odebraný bit z prvního čísla. Tento analogický postup je proveden pro všechny hexadecimální dvojice tvořící zprávu. Pomocí tohoto algoritmu získáme sedmimístné binární hodnoty, které ukazuje tab. 10.

Tab. 10. Dekódování znění SMS zprávy

1000110	1000001	1001001	0100000	1010101	1010100	1000010
70	65	73	32	85	84	66
F	A	I		U	T	B

Převodem získaných binárních čísel do decimální soustavy a dohledáním výsledné hodnoty v ASCII tabulce získáme znaky obsažené v SMS.

6.1.1 Rozpoznání odesílatele

Odesílatel zprávy je ve formátu PDU předáván způsobem ve kterém je každá sudá číslice prohozena s lichou. Takto získáme ze sedmého řádku tab. 8 skutečného odesílatele zprávy. Telefonní číslo je v programu využito jako jeden z bezpečnostních aspektů zařízení.

6.2 Použité AT příkazy

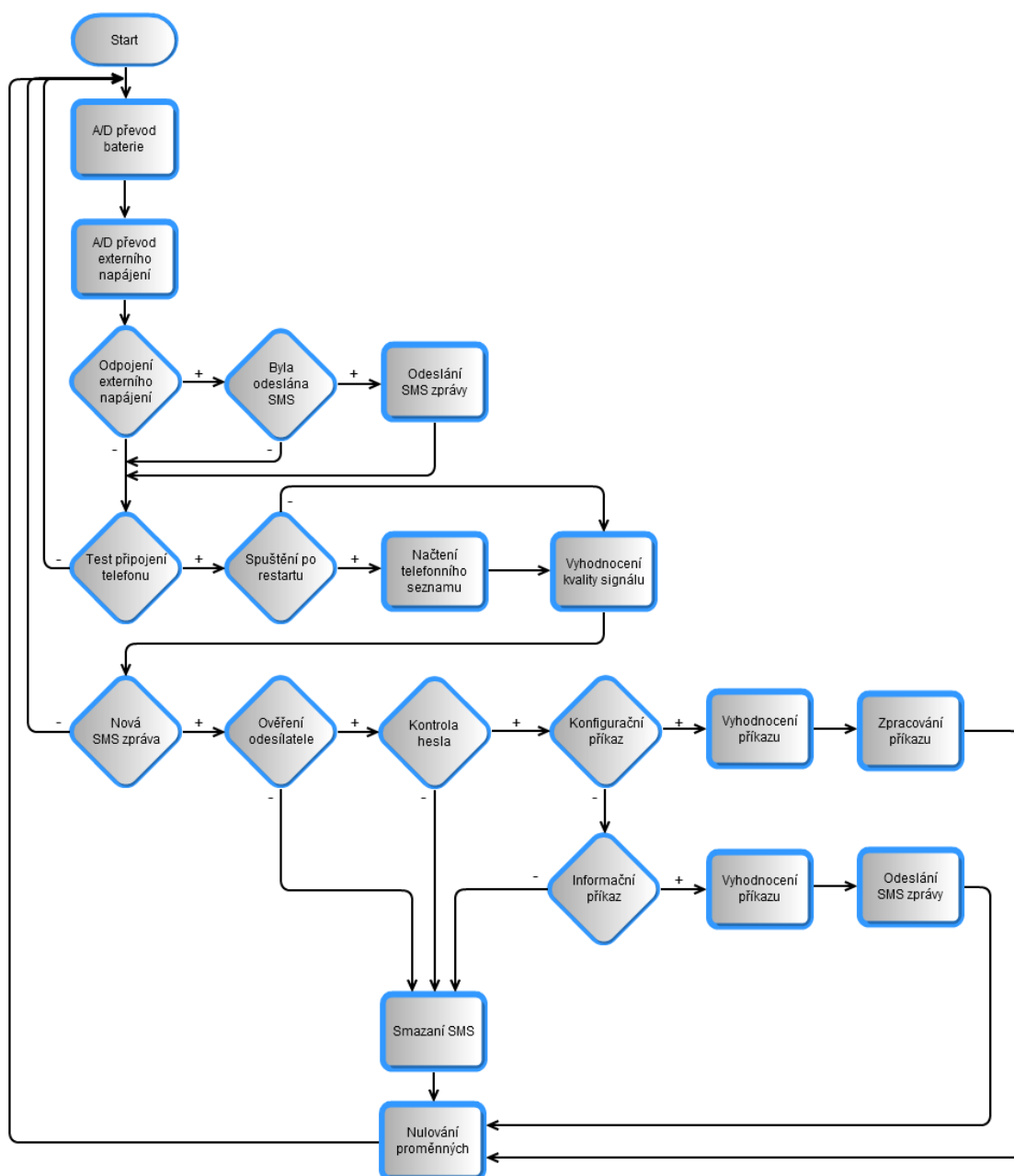
Seznam použitých AT příkazů, se kterými je pracováno v hlavním programu ukazuje tab. 11. Znakem <CR> (Carriage Return – návrat vozíku) je příkaz odeslán přes sériovou linku do mobilního telefonu. V programu je znak zastoupen svou decimální hodnotou 13, dle ASCII tabulky.

Tab. 11. Seznam použitých AT příkazů.

AT příkaz	Popis příkazu
AT	Testuje komunikaci s mobilním telefonem.
ATE	Zapíná nebo vypíná echo z mobilního telefonu. V zapnutém stavu se odeslaný příkaz zopakuje v odpovědi. Ve výchozím nastavení je zapnuto. ATE0 – vypíná echo ATE1 – zapíná echo
ATE+CALM	Tímto příkazem dochází k nastavení vyzváněcího režimu. AT+CALM=1 – všechny tóny zapnuty AT+CALM=2 – všechny tóny vypnuty AT+CALM=3 – všechny tóny nahrazeny pípnutím
AT+CSQ	Dotaz na kvalitu signálu. Odpověď telefonu ve znění: +CSQ: 10,99, kde první číslo uvádí kvalitu signálu. 0 – -113 dBm nebo méně 1 – -111 dBm 2 až 30 – -109 až – 53 dBm 31 – -51 dBm nebo více 99 – není signál
AT+CPBR	Vyčte telefonní čísla ze seznamu v intervalu, který je zadán. Odesláním příkazu ve tvaru: AT+CPBR=1,5 telefon vypíše pět telefonních čísel ze seznamu telefonu.
AT+CMGL	Vypíše SMS zprávy v PDU formátu. AT+CMGL=0 – Přijaté, nepřečtené zprávy AT+CMGL=1 – Přijaté, přečtené zprávy AT+CMGL=2 – Uložené, neodeslané zprávy AT+CMGL=3 – Uložené, odeslané zprávy AT+CMGL=4 – Všechny zprávy
AT+CMGD	Smazání příslušné SMS zprávy, která je určena parametrem příkazu. AT+CMGD=10 smaže zprávu na 10 pozici v paměti telefonu.
AT+CMSS	Odešle zprávu uloženou v seznamu. Prvním parametrem příkazu je pozice odesílané zprávy v paměti a druhým je telefonní číslo adresáta zprávy. Příklad použití: AT+CMSS=1,+420724123456.

6.3 Hlavní program

Řídicí program pracuje v nekonečné smyčce while a s využitím doplňujících podprogramů obstarává funkčnost spínače. Hlavním úkolem je dekódování textu SMS zprávy, kontrola připojení sériového kabelu telefonu a napájecího zdroje relé. Dále pak vyhodnocení kvality signálu, měření stavu baterie a odesílání informačních SMS.



Obr. 22. Vývojový diagram.

6.4 Podprogramy

Podprogram (v jazyku C nazývaný funkce) je posloupnost příkazů, která řeší ucelenou dílčí úlohu. Slouží ke zpřehlednění celého programu a nahrazují opakující se části zdrojového kódu. V tab. 12 je seznam využitých podprogramů s krátkým popisem funkce.

Tab. 12. Podprogramy.

Název podprogramu	Popis funkce
char2int	Podstatou je převod znaků z hexadecimální soustavy (A-F) na číselný desítkový tvar.
dec2bin	Jak je z názvu patrné jedná se o převod z desítkové do binární soustavy.
bin2dec	Podprogram zprostředkovává konverzi, binární čísla do desítkového tvaru.
KvalitaSignalu	KvalitaSignalu vrací celočíselnou hodnotu signálu mobilního telefonu.
Delay_ms	Podprogram, jehož parametrem je časový interval, po který má mikropočítač vyčkat v čekací smyčce.
Trim	Odstraňuje všechny netisknutelné znaky z předaného řetězce.
PDU2text	Dekóduje přijatou SMS zprávu v PDU formátu do textové podoby pro další zpracování.
PDUodesilatel	Z přijaté zprávy vyčte odesílatele.
Vypniecho	S využitím ATE0 vypíná echo telefonu.
ZmenaHesla	Po přijetí konfiguračního příkazu vykoná změnu hesla na hodnotu, která je uvedena ve zprávě.
OvereniHesla	Před zpracováním příkazu kontroluje, zda se obsažené heslo shoduje s řetězcem, který je uložen v paměti mikropočítače.
VypisPametiTelefonu	Vyčte telefonní čísla ze seznamu mobilního telefonu do paměti mikropočítače.
TelefonniSeznam	Zpracovává data od podprogramu VypisPametiTelefonu a sestavuje seznam čísel pro kontrolu odesílatele.
OdesliSMS	Při přijetí informačního příkazu odesílá požadovanou informaci zpět na telefonní číslo, ze kterého byl požadavek vznesen.
Adresat	Ukládá do paměti číslo, které má být informováno o odpojení externího napájení pro relé.

7 PROTOTYP SPÍNAČE OVLÁDANÉHO PŘES GSM

7.1 Zabezpečení

Mikropočítač při svém spuštění načte prvních pět telefonních čísel z mobilního telefonu (pokud jich je tolik uvedeno) a uloží je do své paměti. Takto načtený seznam spolu s heslem zaručují, že spínač může ovládat pouze osoba, jejíž číslo je v načtené paměti a která je obeznámena se zněním hesla. Heslo je povinnou součástí každé zprávy a musí být obsaženo v prvních pěti znacích. Výchozí heslo je nastaveno na hodnotu 12345. Pokud se heslo neshoduje nebo je odesílatelem číslo, které není obsaženo v seznamu, nedojde k vykonání příkazu a zpráva je smazána.

7.2 Příkazy

Za pětící znaků hesla spínač očekává příkazy, které má mikropočítač vyhodnotit. Jednotlivé příkazy lze mezi sebou libovolně kombinovat a jsou rozděleny do dvou kategorií: konfigurační a informační.

7.2.1 Konfigurační příkazy

SMS zprávy obsahující konfigurační příkaz mají za úkol spínat jednotlivá relé, měnit heslo zařízení a registrovat adresáta, kterému je odesláno upozornění v případě, že došlo k odpojení napájení relé. Výčet konfiguračních příkazů obsahuje tab. 13.

Tab. 13. Seznam konfiguračních příkazů.

Příkaz	Popis
RELE1=1	Dojde k sepnutí prvního relé
RELE1=0	Dojde k rozepnutí prvního relé
RELE2=1	Dojde k sepnutí druhého relé
RELE2=0	Dojde k rozepnutí druhého relé
RELE3=1	Dojde k sepnutí třetího relé
RELE3=0	Dojde k rozepnutí třetího relé
H*=56789	Změna hesla na řetězec 56789
REG 724123456	Registrace čísla, kterému bude odesílána informace o odpojení napájení relé.

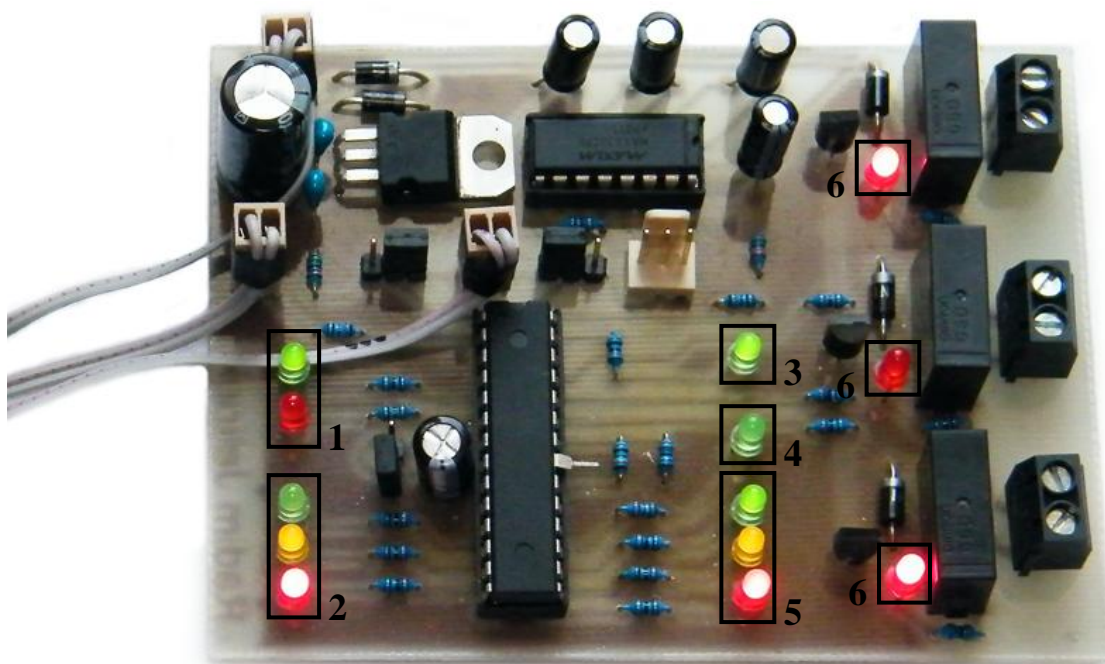
Konfigurační příkazy pro sepnutí relé jsou vyhodnoceny pouze za předpokladu, je-li připojeno externí napájení. V opačném případě dojde ke smazání zprávy.

7.2.2 Informační příkazy

Přijmutím příkazu „STAV?“ je mikropočítači sděleno, že odesílatel zprávy požaduje informace o stavu relé. Po vyhodnocení je zaslána SMS v jejímž znění se uvádí, které je sepnuto či rozepnuto na telefonní číslo, ze kterého byl požadavek vznesen. Příklad použití příkazu při výchozím nastavení hesla: „12345 STAV?“.

7.3 Význam LED diod

Zařízení disponuje třinácti LED diodami, které informují o aktuálním stavu. Na obr. 23 je vyobrazen spuštěný spínač se sepnutými relé číslo jedna a tři, čekající na další příchozí zprávu. Obrázek zachycuje stav, kdy baterie je plně nabitá (blok 5) a úroveň signálu je střední (blok 2).



Obr. 23. Objasnění signalizačních LED diod.

Popis vizuálních prvků spínače:

- | | |
|---|-------------------------------------|
| 1. Vizualizace připojeného sériového kabelu | 4. Signalizační dioda běhu programu |
| 2. Signalizace kvality signálu | 5. Indikace stavu baterie |
| 3. Stavová dioda indikující napájení relé | 6. Stav relé |

7.4 Testovací provoz

Zařízení bylo testováno a bezproblémově zpracovalo přijaté příkazy. Úspěšně se podařilo spínačem sepnout běžné nízkonapěťové spotřebiče typu 12 V žárovka nebo 12 V ventilátor.

Předmětem zkoušení bylo též odesílání zpráv z čísel, které mikropočítač neměl v paměti, a ihned po dekodování neznámého odesílatele došlo ke smazání zprávy. Obdobně se spínač zachoval i za situace, kdy bylo heslo uvedeno v nesprávném znění.

Odpojením napájení relé byl konfigurovaný adresát bezprostředně o tomto faktu informován. Odesláním informačního příkazu telefon obratem odpověděl o stavu, ve kterých se relé nacházela.

Stáří mobilního telefonu se podepsalo nejenom na vzhledu, ale i na baterii, která dříve dokázala udržet telefon v pohotovostním režimu 180 hodin. S ohledem na to, že baterie napájí celé zařízení je doba provozuschopnosti 20 hodin při odpojeném napájení.



Obr. 24. Spínač připojený k mobilnímu telefonu Siemens C35i.

ZÁVĚR

Hlavním úkolem této bakalářské práce bylo zkonstruovat zařízení, které bude prostřednictvím příkazů zaslaných v SMS zprávě na číslo mobilního telefonu Siemens C35i spínat až tři připojené elektrické spotřebiče.

Spínač může být ovládán pouze osobou z oprávněného telefonního čísla, které si mikropočítač při svém prvním spuštění načte ze seznamu mobilního telefonu do paměti. Další stupeň zabezpečení představuje heslo, které musí být korektně obsaženo v prvních pěti znacích zprávy, jinak příkaz nebude proveden. Každá příchozí zpráva je po zpracování odstraněna.

Hlavní řídicí jednotkou spínače je nízkopříkonový 8bitový mikropočítač ATmega8 od společnosti Atmel založený na rozšířené architektuře AVR. Mikrokontrolér komunikuje s mobilním telefonem pomocí AT příkazů, které jsou odesílány/přijímány prostřednictvím sériové linky.

S celkovou cenou součástek pro stavbu spínače ovládaného přes GSM v hodnotě 400,- Kč je vlastní konstrukce levnější, než pořizovací cena podobného zařízení s obdobnými funkcemi, které jsou k dostání na trhu v řádech několika tisíců korun. Využitím elektromagnetických relé s DC cívkou, jejíž maximální spínací proud je 5 A, a maximální spínací napětí 250 VAC nebo 30 VDC, umožňuje připojit téměř jakýkoliv elektrický spotřebič.

Použitím klasických součástek se podařilo veškerou elektroniku soustředit na desku o rozměrech 75x100 mm. Deska plošného spoje by mohla docílit menších rozměrů v případě, že bychom vyřadili programovací obvod ze schématu a do patice zasadili mikropočítač s již nahaným programem nebo použitím SMD součástek.

Realizovaný prototyp se vyznačuje jednoduchou konstrukcí s minimem použitých součástí a snadno zapamatovatelným intuitivním ovládáním. Kombinace mikropočítače a mobilního telefonu s takto rozsáhlou sadou AT příkazů, kterou disponuje Siemens C35i nabízí široké možnosti jak spínač rozšířit o další funkce nebo jak z takového zařízení zhotovit plnohodnotnou zabezpečovací jednotku obytného nebo chatového objektu.

Na přiloženém CD se nachází text bakalářské práce, schéma zapojení, návrh desky plošného spoje a projekt s obslužným programem v AVR Studiu.

ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ

The main aim of this bachelor thesis was to create a device which can switch as many as three connected appliances through sent instruction commands.

The switch can be controlled only by the person with authorized telephone number. Microcontroller loads this telephone number in the first commissioning from the list of mobile phone, it is loaded to the memory. Next safety factor is the password. The password has to be correctly contained in the first five letters of the message, otherwise the instruction command is not to be carried out. Every arrival message is deleted after its processing.

The main control unit of the switch is low-supply 8 bit microcontroller ATmega8 made by Atmel. This microcontroller is based on extended architecture AVR. It communicates with mobile phone by AT commands, which are sent/received by the serial data line.

The price of components to create GSM-controlled remote switch is 400 Czech crowns and it is cheaper to create it than to buy similar completed device in the marketplace, where the price is about couple of thousands Czech crowns. Using of electromagnetical relay with DC coil, whose maximum switch current is 5 A and maximum voltage is 250 VAC or 30 VDC, make it possible to connect almost any electric appliance.

With the use of classical components, the size of the printed circuit board (PCB) is only 75x100 mm. The PCB could be smaller, if the programming circuit was omitted or if SMD components were used.

The realized prototype features simple construction with minimum of used components and easy-to-remember intuitive control. The combination of microcontroller and mobile phone Siemens C35i with extensive set of AT commands offers many possibilities for adding more functions or changing the device into a full featured alarm system for a house or cottage.

On enclosed CD is the text of bachelor thesis, scheme of connection, concept of the printed circuit board and the project with the programme in AVR Studio

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] LEPIL, Oldřich; ŠEDIVÝ, Přemysl. *Fyzika pro gymnázia – elektřina a magnetismus*. Praha : Prometheus, 2004. 342 s. ISBN 80-7196-202-3
- [2] Wikipedie: *Tranzistor* [online]. 2011 [cit. 25-4-2011]. Dostupný z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Tranzistor>>.
- [3] TIŠNOVSKÝ, Pavel. *Jak se zrodil procesor?*. [online]. 2007 [cit. 25-4-2011]. Dostupný z WWW: <<http://www.root.cz/clanky/jak-se-zrodil-procesor/>>
- [4] Switch2Mac: *Stručná historie mikropočítačů*. [online] [cit. 25-4-2011]. Dostupný z WWW: <<http://switch2mac.blog.zive.cz/2010/01/strucna-historie-mikropocitacu-pribeh-prvni-cip/>>
- [5] Programováni: *Jednočipové mikropočítače* [online]. 2010 [cit. 25-4-2011]. Dostupný z WWW: <<http://www.programovani.howto.cz/jednocipove-mikropocitace-uvod>>
- [6] Wikipedie: *Jednočipový počítač*. [online]. 2011 [cit. 25-4-2011]. Dostupný z WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Jedno%C4%8Dipov%C3%BD_po%C4%8D%C3%ADta%C4%8D>
- [7] MANN, Burkhard. *C pro mikrokontroléry*. Praha : BEN - technická literatura, 2004. 280 s. ISBN 80-7300-077-6.
- [8] DAVID, Matoušek. *Práce s mikrokontroléry Atmel ATmega 16 : 4. díl*. Praha : BEN - technická literatura, 2006. 320 s. ISBN 80-7300-174-8.
- [9] JIŘÍ, Pinker. *Mikroprocesory a Mikropočítače*. Praha : BEN - technická literatura, 2002. 220 s. ISBN 80-7300-110-1.
- [10] Wikipedie: *Elektronická paměť*. [online]. 2011 [cit. 25-4-2011]. Dostupný z WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Elektronick%C3%A1_pam%C4%9B%C5%A5>
- [11] KOVÁŘ, Josef, POKOPOVÁ, Zuzana, ŠMEJKAL, Ladislav: *PLC – hardware – ELE*. [online]. [cit. 25-4-2011]. Dostupný z WWW: <http://www.spszl.cz/soubory/plc/plc_hardware_ele.pdf>

- [12] Wikipedie: SMS. [online]. 2011 [cit. 25-4-2011]. Dostupný z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/SMS>>
- [13] POSPÍŠIL, Aleš: *SMS slaví 25 let*. [online]. 2010 [cit. 25-4-2011]. Dostupný z WWW: <<http://www.mobilmania.cz/clanky/sms-slavi-25-let/sc-3-a-1125863/default.aspx>>
- [14] MITOŠKA, Petr: *Transport krátkých textových zpráv SMS v síti GSM*. [online] [cit. 25-4-2011.] Dostupný z WWW: <http://mobil.idnes.cz/transport-kratkych-textovych-zprav-sms-v-siti-gsm-f8l-/mob_tech.aspx?c=981217_0004277_mob_tech>
- [15] STRAKA, Jan: *PDU formát SMS zpráv*. [online]. 1998 [cit. 25-4-2011]. Dostupný z WWW: <http://radio.feld.cvut.cz/personal/mikulak/MK/MK06_semestralky/PDUformatSMSzprav_StrakaJ.pdf>
- [16] DOLINAY, Jan. *Platforma pro programování mikropočítače Atmel Mega8 s využitím bootladeru*, Zlín : FAI UTB ve Zlíně, 2011
- [17] CATSOULIS, John. *Designing Embedded Hardware*. O'Reilly Media, 2005. 400 s. ISBN 978-0-596-00755-3.
- [18] HRABOVSKÝ, Miroslav, JURÁNEK, Antonín. *EAGLE pro začátečníky, Návrhový systém pro plošné spoje*. Praha : BEN - technická literatura, 2007. 195 s. ISBN 80-7300-213-2.
- [19] PLÍVA, Zdeněk. *EAGLE prakticky, řešení problémů při běžné práci*. Praha : BEN - technická literatura, 2010. 192 s. ISBN 978-80-7300-252-7.
- [20] ATmega8 Datasheet [online]. Atmel Corporation, 2009 [cit. 2011-01-20]. Dostupný z WWW: <<http://www.atmel.com/atmel/acrobat/doc2486.pdf>>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

ALU	Arithmetic Logic Unit
ASCII	American Standard Code for Information Interchange
BCD	Binary Coded Decimal
CISC	Complex Instruction Set Computer
CPU	Central Processing Unit
EEPROM	Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory
GSM	Groupe Spécial Mobile
LED	Light-Emitting Diode
LSB	Least Significant Bit
MCU	Micro Control Unit
MIPS	Million Instruction Per Second
PDU	Protocol Data Unit
RAM	Random Access Memory
RISC	Reduced Instruction Set Computer
ROM	Read-Only Memory
SIM	Subscriber Identity Module
SMD	Surface Mount Device
SMS	Short Message Service
SPI	Serial Peripheral Interface
SRAM	Static Random Access Memory
UART	Universal Asynchronous Receiver / Transmitter
USART	Universal Synchronous / Asynchronous Receiver and Transmitter
USB	Universal Serial Bus
WDT	Watch Dog Timer

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1. Von Neumannova architektura.</i>	13
<i>Obr. 2. Harvardská architektura.</i>	14
<i>Obr. 3. Prefetch a Pipelining.</i>	15
<i>Obr. 4. Časování jednocyklové aritmeticko-logické instrukce.</i>	15
<i>Obr. 5. Funkční bloky u jednotek MCU typu AVR.</i>	16
<i>Obr. 6. Příklad architektury MCU AVR (ATmega8L).</i>	17
<i>Obr. 7. Rozložení vývodu ATmega8.</i>	18
<i>Obr. 8. Blokový diagram ATmega8.</i>	20
<i>Obr. 9. Mapa vnitřní paměti.</i>	22
<i>Obr. 10. Blokové schéma A/D převodníku.</i>	23
<i>Obr. 11. Formát datového rámce.</i>	26
<i>Obr. 12. Formát SMS-DELIVER PDU.</i>	29
<i>Obr. 13. Formát SMS-SUBMIT PDU.</i>	31
<i>Obr. 14. Schéma programátoru ATmega8.</i>	34
<i>Obr. 15. Vývojové prostředí AVR Studio.</i>	35
<i>Obr. 16. Deska plošného spoje.</i>	36
<i>Obr. 17. 3D model spínače ovládaného přes GSM.</i>	37
<i>Obr. 18. Nastavení komunikačního portu.</i>	38
<i>Obr. 19. Záznam komunikace s mobilním telefonem.</i>	39
<i>Obr. 20. Systémový kabel telefonu Siemens C35i.</i>	39
<i>Obr. 21. Osazená deska plošného spoje.</i>	40
<i>Obr. 22. Vývojový diagram.</i>	44
<i>Obr. 23. Objasnění signalizačních LED diod.</i>	47
<i>Obr. 24. Spínač připojený k mobilnímu telefonu Siemens C35i.</i>	48

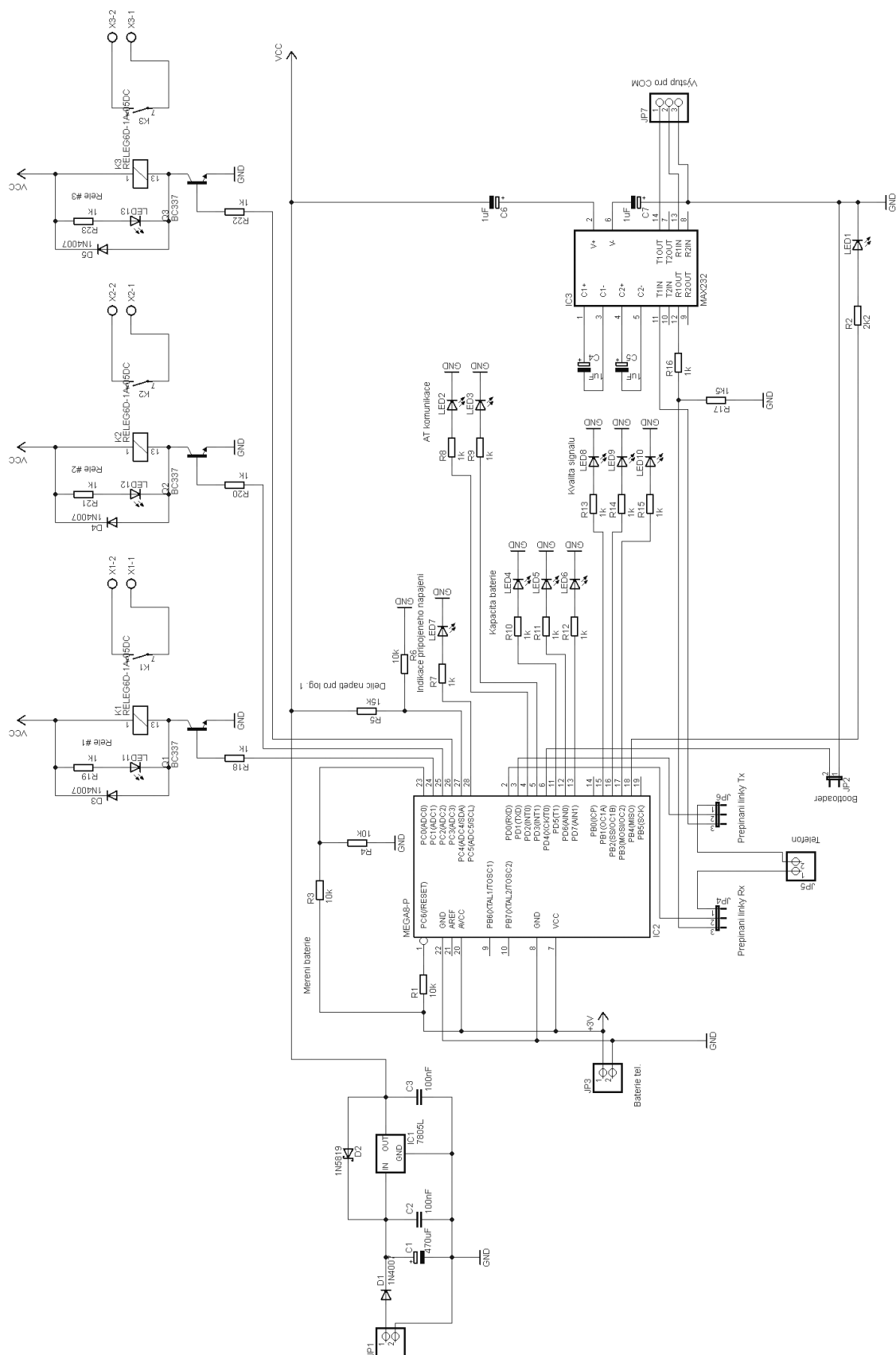
SEZNAM TABULEK

<i>Tab. 1. Vysvětlení vybraných vývodu ATmega8.....</i>	<i>19</i>
<i>Tab. 2. Typy PDU.</i>	<i>29</i>
<i>Tab. 3. Význam polí v prvním oktetu SMS-DELIVER.....</i>	<i>30</i>
<i>Tab. 4. Význam zbývajících oktetů SMS-DELIVER.</i>	<i>30</i>
<i>Tab. 5. Význam prvního oktetu SMS-SUBMIT.....</i>	<i>31</i>
<i>Tab. 6. Význam zbývajících oktetů SMS-SUBMIT.</i>	<i>32</i>
<i>Tab. 7. Popis vývodů systémového konektoru.</i>	<i>40</i>
<i>Tab. 8. Význam jednotlivých polí zprávy v PDU.</i>	<i>41</i>
<i>Tab. 9. Převod z hexadecimální do binární soustavy.</i>	<i>42</i>
<i>Tab. 10. Dekódování znění SMS zprávy.....</i>	<i>42</i>
<i>Tab. 11. Seznam použitých AT příkazů.</i>	<i>43</i>
<i>Tab. 12. Podprogramy.</i>	<i>45</i>
<i>Tab. 13. Seznam konfiguračních příkazů.</i>	<i>46</i>

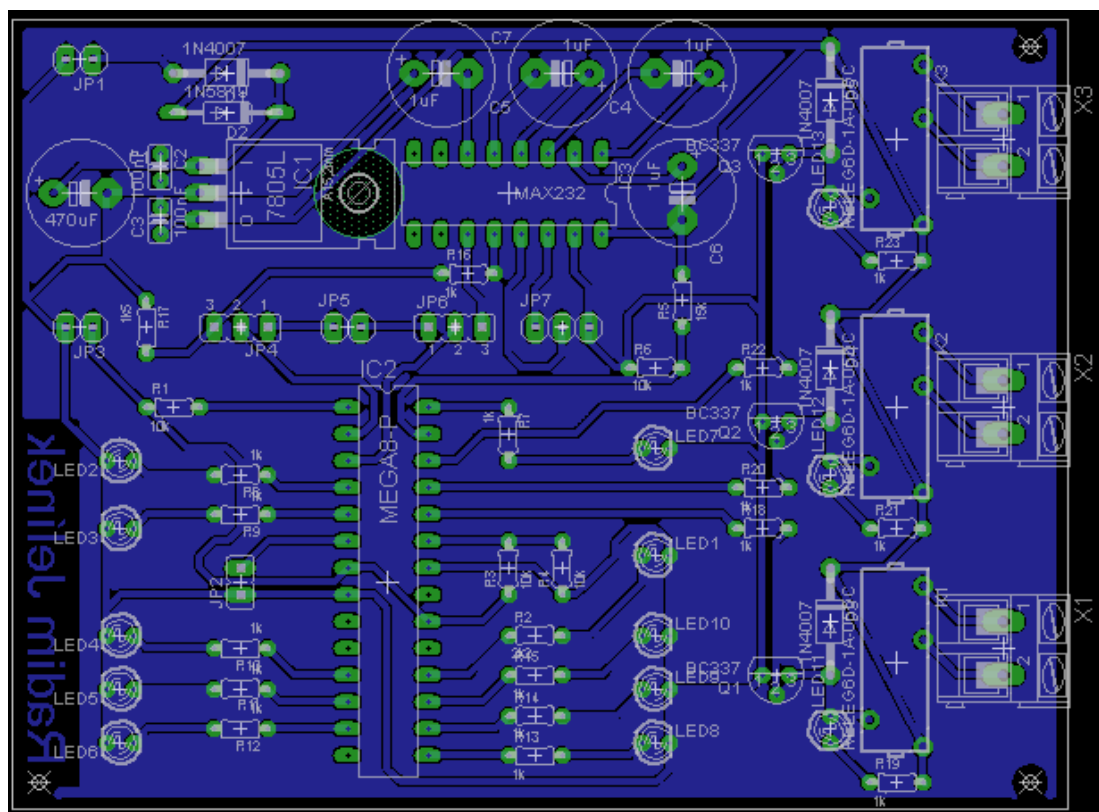
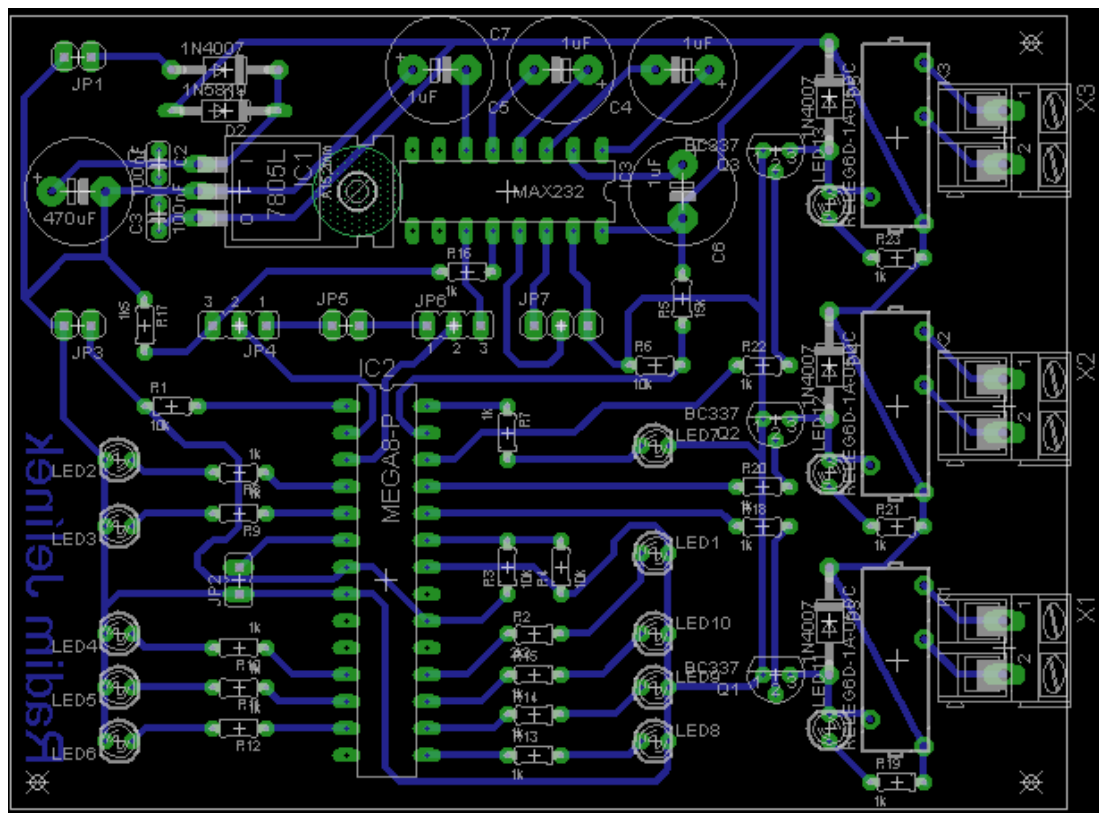
SEZNAM PŘÍLOH

- P I Schéma zapojení spínače ovládaného přes GSM
- P II Schéma plošného spoje spínače ovládaného přes GSM
- P III Seznam součástek
- P IV Fotodokumentace
- P V Elektronické přílohy a verze bakalářské práce na CD

PŘÍLOHA P I: SCHÉMA ZAPOJENÍ SPÍNAČE OVLÁDANÉHO PŘES GSM



PŘÍLOHA P II: SCHÉMA PLOŠNÉHO SPOJE SPÍNAČE OVLÁDANÉHO PŘES GSM



PŘÍLOHA P III: SEZNAM SOUČÁSTEK

	ks	typ	reference
1	1	470 μ F	C1
2	2	100nF	C2, C3
3	4	1 μ F	C4, C5, C6, C7
4	4	1N4007	D1, D3, D4, D5
5	1	1N5819	D2
6	1	7805L	IC1
7	1	MEGA8-P	IC2
8	1	MAX232	IC3
9	5	LED zelená 3mm	LED1, LED2, LED4, LED7, LED10
10	2	LED žlutá 3mm	LED5, LED9,
11	6	LED červená 3mm	LED3, LED6, LED8, LED11, LED12, LED13
12	3	BC337	Q1, Q2, Q3
13	16	1k Ω	R7, R8, R9, R10, R11, R12, R13, R14, R15, R16, R18, R19, R20, R21, R22, R23
14	4	10k Ω	R1, R3, R4, R6
15	1	15k Ω	R5
16	1	1k5 Ω	R17
17	1	2k2 Ω	R2
18	3	RELE	K1, K2, K3
19	3	Pinhead 1x2	JP1, JP3, JP5
20	1	Pinhead 1x3	JP7
21	3	Jumper	JP2, JP4, JP6
22	3	Svorkovnice	X1, X2, X3

PŘÍLOHA P IV: FOTODOKUMENTACE

